Elektro-Automatik

Betriebsanleitung

PSB 9000 2,5 kW

Bidirektionale DC-Stromversorgung

Doc ID: PSB92DE
Revision: 01
Date: 03/2020

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....17
1.9 Aufbau und Funktion....18
1.9.1 Allgemeine Beschreibung....18
1.9.2 Blockdiagramm 18
1.9.3 Lieferumfang 19
1.9.4 Zubehör....19
1.9.5 Optionen....19
1.9.6 Die Bedieneinheit (HMI) 20
1.9.7 USB-Port (Rückseite) 23
1.9.8 Steckplatz für Schnittstellen-Module 23
1.9.9 Analogschnittstelle 24
1.9.10 Share-Bus-Anschluß 24
1.9.11 Sense-Anschluß (Fernfühlung) 24
1.9.12 Master-Slave-Bus 24
1.9.13 GPIB-Port (optional) 25

2 INSTALLATION UND INBETRIEBNAHME

2.1 Transport und Lagerung 26
2.1.1 Transport....26
2.1.2 Verpackung 26
2.1.3 Lagerung 26
2.2 Auspacken und Sichtkontrolle....26
2.3 Installation 26
2.3.1 Sicherheitsmaßnahmen vor Installation und Gebrauch 26
2.3.2 Vorbereitung....27
2.3.3 Aufstellung des Gerätes 27
2.3.4 Anschließen an das Stromnetz (AC)....28
2.3.5 Anschließen von DC-Lasten oder DC-Quellen....31
2.3.6 Erdung des DC-Anschlusses 32
2.3.7 Anschließen der analogen Schnittstelle....32
2.3.8 Anschließen der Fernfühlung 32
2.3.9 Installation eines Schnittstellen-Moduls 33
2.3.10 Anschließen des „Share“-Buses 34
2.3.11 Anschließen des USB-Ports (Rückseite)....34
2.3.12 Erstinbetriebnahme....35
2.3.13 Erneute Inbetriebnahme nach Firmwareupdates bzw. längerer Nichtbenutzung....35

3 BEDIENUNG UND VERWENDUNG

3.1 Begriffe 36
3.2 Wichtige Hinweise 36
3.2.1 Personenschutz....36
3.2.2 Allgemein....36
3.3 Regelungsarten....36
3.3.1 Spannungsregelung / Konstantspannung ..36
3.3.2 Stromregelung / Konstantstrom / Strombegrenzung 37
3.3.3 Leistungsregelung / Konstantleistung / Leistungsbegrenzung 37
3.3.4 Innenwiderstandsregelung (Quelle-Betrieb) 38
3.3.5 Widerstandsregelung/Konstantwiderstand (Senke-Betrieb)....38
3.3.6 Umschaltung der Betriebsart Quelle <-> Senke 39
3.3.7 Regelverhalten und Stabilitätskriterium 39
3.4 Alarmzustände....40
3.4.1 Power Fail 40
3.4.2 Übertemperatur (Overtemperature)....40
3.4.3 Überspannung (Overvoltage)....40
3.4.4 Überstrom (Overcurrent) 40
3.4.5 Überleistung (Overpower) 40
3.4.6 „Safety OVP“....41
3.5 Manuelle Bedienung....42
3.5.1 Einschalten des Gerätes 42
3.5.2 Ausschalten des Gerätes 42
3.5.3 Konfiguration im MENU....42
3.5.4 Einstellgrenzen (Limits) 48
3.5.5 Bedienart wechseln 48
3.5.6 Sollwerte manuell einstellen....49
3.5.7 DC-Anschluß ein- oder ausschalten 50
3.5.8 Datenaufzeichnung auf USB-Stick (Logging)....50
3.6 Fernsteuerung....52
3.6.1 Allgemeines....52
3.6.2 Bedienorte....52
3.6.3 Fernsteuerung über eine digitale Schnittstelle....52

3.6.4 Fernsteuerung über Analogschnittstelle (AS) 53
3.7 Alarme und Überwachung....58
3.7.1 Begriffsdefinition 58
3.7.2 Gerätealarme und Events handhaben....58
3.8 Bedieneinheit (HMI) sperren 61
3.9 Einstellgrenzen (Limits) sperren....61
3.10 Nutzerprofile laden und speichern 62
3.11 Der Funktionsgenerator....63
3.11.1 Einleitung....63
3.11.2 Allgemeines....63
3.11.3 Arbeitsweise....64
3.11.4 Manuelle Bedienung....65
3.11.5 Sinus-Funktion 66
3.11.6 Dreieck-Funktion....66
3.11.7 Rechteck-Funktion....67
3.11.8 Trapez-Funktion....68
3.11.9 DIN 40839-Funktion....68
3.11.10 Arbiträr-Funktion 69
3.11.11 Rampen-Funktion 73
3.11.12 IU-Tabellenfunktion (XY-Tabelle)....74
3.11.13 Einfache PV-Funktion (Photovoltaik) 75
3.11.14 FC-Tabellenfunktion (Brennstoffzelle)....77
3.11.15 Erweiterte PV-Funktion nach DIN EN 50530 78
3.11.16 Batterietest-Funktion....83
3.11.17 MPP-Tracking-Funktion....87
3.11.18 Fernsteuerung des Funktionsgenerators....89
3.12 Weitere Anwendungen 90
3.12.1 Parallelschaltung als Master-Slave (MS)....90
3.12.2 Reihenschaltung 94
3.12.3 Betrieb als Batterielader (Quelle-Betrieb) ...94

4 INSTANDHALTUNG UND WARTUNG

4.1 Wartung / Reinigung 95
4.2 Fehlersuche / Fehlerdiagnose / Reparatur .95
4.2.1 Firmware-Aktualisierungen....95
4.3 Nachjustierung (Kalibrierung)....96
4.3.1 Einleitung....96
4.3.2 Vorbereitung....96
4.3.3 Abgleichvorgang 96

5 SERVICE UND SUPPORT

5.1 Reparaturen 97
5.2 Kontaktmöglichkeiten 97

1. Allgemeines

1.1 Zu diesem Dokument

1.1.1 Aufbewahrung und Verwendung

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

1.1.2 Urheberschutz (Copyright)

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

1.1.3 Geltungsbereich

Diese Betriebsanleitung gilt für folgende Geräte:

Model	Artikelnr.
PSB 9060-120 3U	30008319
PSB 9080-120 3U	30008301

Model	Artikelnr.
PSB 9200-70 3U	30008302
PSB 9360-40 3U	30008303

Model	Artikelnr.
PSB 9500-30 3U	30008304
PSB 9750-20 3U	30008305

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) oder für den Betrieb wichtige Informationen
	Allgemeiner Hinweis

1.2 Gewährleistung und Garantie

Elektro-Automatik garantiert die Funktionsfähigkeit der angewandten Verfahrenstechnik und die ausgewiesenen Leistungsparameter. Die Gewährleistungsfrist beginnt mit der mängelfreien Übergabe.

Die Garantiebestimmungen sind den allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB) der EA Elektro-Automatik GmbH zu 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. Der Hersteller 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) vom Hersteller 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:

PSB 9 080 - 120 3U xxx

US208V = AC supply type, 208 V two-phase or 230 V single phase
Ausführung/Bauweise (nicht überall angegeben): **3U** = 19" Bauform mit 3 HE
Maximalstrom des Gerätes in Ampere
Maximalspannung des Gerätes in Volt
Serienkennzeichnung: **9** = Serie 9000
Typkennzeichnung: **PSB** = Power Supply Bidirectional (Netzgerät)

1.6 Bestimmungsgemäße Verwendung

Das Gerät ist ausschließlich für den Gebrauch als variable Spannungs- bzw. Stromquelle oder 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, mit Ausnahme der 60 V-Modelle gemäß SELV. Daher sind alle spannungsführenden Teile abzudecken!**
- **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!**
- **Es kann aufgrund von geladenen X-Kondensatoren gefährliches Potential zwischen DC-Minus und PE bzw. DC-Plus und PE bestehen bzw. entstehen, auch wenn der DC-Anschluß ausgeschaltet, das Gerät aber noch eingeschaltet ist. Daher niemals gleichzeitig PE und einen der DC-Pole mit bloßen Händen berühren!**

- **Beachten Sie stets die fünf Sicherheitsregeln beim An- und Abklemmen von elektrischen Geräten:**
  - **Freischalten (phys. Trennung aller Spannungsquellen vom Gerät)**
  - **Gegen Wiedereinschalten sichern**
  - **Spannungsfreiheit feststellen**
  - **Erden und kurzschließen**
  - **Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder räumlich trennen**
- **In Situationen wo bei Quelle-Betrieb keine Last angeschlossen ist, aber eine Spannung eingestellt und der DC-Anschluß an ist, baut sich die Ausgangsspannung nach dem Ausschalten des DC-Anschluß nicht oder nur sehr langsam ab, sollte der Stromsollwert für die interne Last (Senke-Betrieb) auf 0 stehen.**
- **Das Gerät kann, selbst bei ausgeschaltetem DC-Anschluß, eine geringe, nicht belastbare Spannung (< 2 V) erzeugen!**

- 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.
- Bei Betrieb als Netzgerät: 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!
- Bei Betrieb als elektronische Last: 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-Anschluß verbinden! Das Gerät wird dadurch beschädigt, auch im komplett ausgeschalteten Zustand.
- Keine externen Spannungsquellen am DC-Anschluß verbinden die eine höhere Spannung erzeugen können als die Nennspannung des Gerätes!
- Niemals Netzwerkkabel, die mit dem Ethernet oder dessen Komponenten verbunden sind, in die Master-Slave-Buchsen auf der Rückseite stecken!
- Konfigurieren Sie Schutzfunktionen gegen Überstrom usw., die das Gerät für die anzuschließende Last bietet, stets passend für die jeweilige Anwendung!
- Bei Betrieb als elektronische Last: stellen Sie stets sicher, daß die Rückspeisefunktion die umgewandelte Energie immer sicher abführen kann und daß kein Inselbetrieb entsteht. Bei Inselbetrieb muß eine Überwachungseinrichtung (Netz- und Anlagenschutz) installiert werden.
- Sämtliche Arten von Generatoren oder AC-USV-Stromversorgungen sind nicht als AC-Anschlußquelle für diese Geräte zulässig. Es darf nur direkt an einem Stromnetz betrieben werden!

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.

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

Bedeutung der Alarmsignale:

Signal **OT** (OverTemperature)	• Überhitzung des Gerätes • DC-Anschluß wird abgeschaltet • Unkritisch
Signal **OVP** (OverVoltage)	• Überspannungsabschaltung des DC-Anschlusses erfolgte wegen überhöhter Spannung, von außen auf das Gerät gelangend oder durch einen Defekt vom Gerät erzeugt • Kritisch! Das Gerät und/oder die Last könnten beschädigt sein
Signal **OCP** (OverCurrent)	• Überstromabschaltung des DC-Anschlusses erfolgte wegen Erreichen einer einstellbaren Schwelle • Unkritisch, dient zum Schutz der Last oder Quelle vor zu hoher Stromaufnahme
Signal **OPP** (OverPower)	• Überlastabschaltung des DC-Anschlusses erfolgte wegen Erreichen einer einstellbaren Schwelle • Unkritisch, dient zum Schutz der Last oder Quelle vor zu hoher Leistungsaufnahme
Signal **PF** (Power Fail)	• Abschaltung des DC-Anschlusses wegen Netzunterspannung oder Defekt im AC-Teil • Kritisch bei Überspannung! AC-Teil könnte beschädigt sein

1.8 Technische Daten

1.8.1 Zulässige Betriebsbedingungen

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

2,5 kW	Modell		
	PSB 9060-120	*PSB 9080-120*	*PSB 9200-70*
AC-Netzanschluß			
Spannungsbereich, Frequenz	Zweiphasig (L-L): 208 V, ±10%, 45...66 Hz Einphasig (L-N): 220 / 230 / 240 V, ±10%, 45...66 Hz		
Ableitstrom	< 3,5 mA		
Leistungsfaktor	≈ 0,99		
Wirkungsgrad der Rückspeisung	≤ 92,5%	≤ 92,5%	≤ 93,5%
DC-Anschluß			
Maximale Spannung U_{Nenn}	60 V	80 V	200 V
Maximaler Strom I_{Nenn}	120 A	120 A	70 A
Maximale Leistung P_{Nenn}	2500 W	2500 W	2500 W
Überspannungsschutzbereich	0...66 V	0...88 V	0...220 V
Überstromschutzbereich	0...132 A	0...132 A	0...77 A
Überleistungsschutzbereich	0…2750 W	0…2750 W	0…2750 W
Kapazität (circa)	7990 µF	7990 µF	2520 µF
Temperaturkoeffizient der Einstellwerte Δ/K	Strom / Spannung: 100 ppm		
Spannungsregelung (allgemein)			
Einstellbereich	0...61,2 V	0...81,6 V	0...204 V
Genauigkeit (1 (bei 23 ± 5°C)	< 0,1% U_{Nenn}	< 0,1% U_{Nenn}	< 0,1% U_{Nenn}
Stabilität bei ±10% ΔU_{AC}	< 0,02% U_{Nenn}	< 0,02% U_{Nenn}	< 0,02% U_{Nenn}
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt *„1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“*		
Anzeige: Genauigkeit (3	≤ 0,1% U_{Nenn}	≤ 0,1% U_{Nenn}	≤ 0,1% U_{Nenn}
Kompensation Fernfühlung	Max. 5% U_{Nenn}	Max. 5% U_{Nenn}	Max. 5% U_{Nenn}
Spannungsregelung (Quelle)			
Stabilität bei 0...100% ΔI_{OUT}	< 0,05% U_{Nenn}	< 0,05% U_{Nenn}	< 0,05% U_{Nenn}
Anstiegszeit 10...90% ΔU_{OUT}	Max. 30 ms	Max. 30 ms	Max. 30 ms
Ausregelzeit nach Laständerung	< 1,5 ms	< 1,5 ms	< 1,5 ms
Restwelligkeit (2	< 200 mV_{PP} < 16 mV_{RMS}	< 200 mV_{PP} < 16 mV_{RMS}	< 300 mV_{PP} < 40 mV_{RMS}
Entladezeit (Leerlauf) nach Ausschalten des DC-Ausgangs	Von 100% Spannung auf <60 V: weniger als 10 s		
Spannungsregelung (Senke)			
Stabilität bei 0...100% ΔU_{IN}	< 0,05% U_{Nenn}	< 0,05% U_{Nenn}	< 0,05% U_{Nenn}
Stromregelung (allgemein)			
Einstellbereich	0...122,4 A	0...122,4 A	0...71,4 A
Genauigkeit (1 (bei 23 ± 5°C)	< 0,2% I_{Nenn}	< 0,2% I_{Nenn}	< 0,2% I_{Nenn}
Stabilität bei ±10% ΔU_{AC}	< 0,05% I_{Nenn}	< 0,05% I_{Nenn}	< 0,05% I_{Nenn}
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt *„1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“*		
Anzeige: Genauigkeit (3	≤ 0,1% I_{Nenn}	≤ 0,1% I_{Nenn}	≤ 0,1% I_{Nenn}
Stromregelung (Quelle)			
Stabilität bei 0...100% ΔU_{OUT}	< 0,15% I_{Nenn}	< 0,15% I_{Nenn}	< 0,15% I_{Nenn}
Stromregelung (Senke)			
Stabilität bei 0...100% ΔU_{IN}	< 0,15% I_{Nenn}	< 0,15% I_{Nenn}	< 0,15% I_{Nenn}
Restwelligkeit (2	< 80 mA_{RMS}	< 80 mA_{RMS}	< 22 mA_{RMS}

(1 Bezogen auf den Nennwert definiert die Genauigkeit die maximale Abweichung zwischen Sollwert und Istwert.
Beispiel: ein 80 V-Gerät hat min. 0,1% Spannungsgenauigkeit, das sind 80 mV. Bei einem Sollwert von 5 V dürfte der Istwert also max. 80 mV abweichen, sprich er dürfte 4,92 V...5,08 V betragen.
(2 RMS-Wert: NF 0...300 kHz, PP-Wert: HF 0...20MHz
(3 Der Fehler der Anzeige addiert sich zum Fehler des Istwertes am DC-Anschluß

2,5 kW	Modell		
	PSB 9060-120	*PSB 9080-120*	*PSB 9200-70*
Leistungsregelung			
Einstellbereich	0…2550 W	0…2550 W	0…2550 W
Genauigkeit (1 (bei 23 ± 5°C)	< 1% P_{Nenn}	< 1% P_{Nenn}	< 1% P_{Nenn}
Stabilität bei ±10% ΔU_{AC}	< 0,05% P_{Nenn}	< 0,05% P_{Nenn}	< 0,05% P_{Nenn}
Stabilität bei 10-90% ΔU_{DC} * ΔI_{DC}	< 0,75% P_{Nenn}	< 0,75% P_{Nenn}	< 0,75% P_{Nenn}
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt *„1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“*		
Anzeige: Genauigkeit (2	≤ 0,3% P_{Nenn}	≤ 0,3% P_{Nenn}	≤ 0,3% P_{Nenn}
Wirkungsgrad (5	≈ 93%	≈ 93%	≈ 95%
Widerstandsregelung			
Einstellbereich	0,02...25 Ω	0,02...25 Ω	0,1...150 Ω
Genauigkeit (1	≤1% vom Widerstandsbereich ± 0,3% vom Strombereich		
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt *„1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“*		
Analoge Schnittstelle (3			
Anschlüsse	Siehe *„3.6.4.4. Spezifikation der Analogschnittstelle“*		
Galvanische Trennung zum Gerät	Max. 725 V DC		
Isolation	Zulässige Potentialverschiebung am DC-Anschluß:		
DC-Minus zu Gehäuse (PE) Max.	±400 V DC	±400 V DC	±725 V DC
DC-Plus zu Gehäuse (PE) Max.	±400 V DC	±400 V DC	±1000 V DC
AC-Eingang <-> Gehäuse	2,5 kV DC		
AC-Eingang <-> DC-Anschluß	2,5 kV DC		
Verschiedenes			
Kühlungsart	Temperaturgeregelte Lüfter, Lufteinlaß vorn, Luftauslaß hinten		
Umgebungstemperatur	0..50°C		
Lagertemperatur	-20...70°C		
Luftfeuchtigkeit	< 80%, nicht kondensierend		
Normen	EN 61010-1:2007-11, EN 50160:2011-02 EN 61000-6-2:2016-05, EN 61000-6-3:2011-09		
Überspannungskategorie	2		
Schutzklasse	1		
Verschmutzungsgrad	2		
Betriebshöhe	< 2000 m		
Digitale Schnittstellen			
Eingebaut	1x USB-B für Kommunikation, 1x USB-A für Funktionen, 1x GPIB (nur mit Option 3W)		
Steckplatz (Standardausführung)	Optional: CANopen, Profibus, Profinet, RS232, CAN, Ethernet, ModBus TCP, Ether-CAT		
Galvanische Trennung zum Gerät	Max. 725 V DC		
Anschlüsse			
Rückseite	Share-Bus, DC-Anschluß, AC-Anschluß, Fernfühlung, Analogschnittstelle, USB, Master-Slave-Bus, Modul-Steckplatz (Standardausführung) oder GPIB (optional)		
Vorderseite	USB für Sticks		
Maße			
Gehäuse (B x H x T)	19“ x 3 HE x 670 mm		
Total (B x H x T)	483 x 133 x 775 mm		
Gewicht	≈ 18 kg	≈ 18 kg	≈ 18 kg
Artikelnummer (4	30008319	30008301	30008302

(1 Bezogen auf den Maximalwert definiert die Genauigkeit die maximale Abweichung zwischen Sollwert und Istwert. Beim Widerstand enthält die Genauigkeitsangabe zusätzlich den Anzeigefehler
(2 Der Fehler der Anzeige addiert sich zum Fehler des Istwertes am DC-Anschluß
(3 Technische Daten der Analogschnittstelle siehe *„3.6.4.4 Spezifikation der Analogschnittstelle“ auf Seite 54*
(4 Artikelnummer der Standardausführung, Geräte mit Optionen abweichend
(5 Typischer Wert bei 100% Spannung und 100% Last

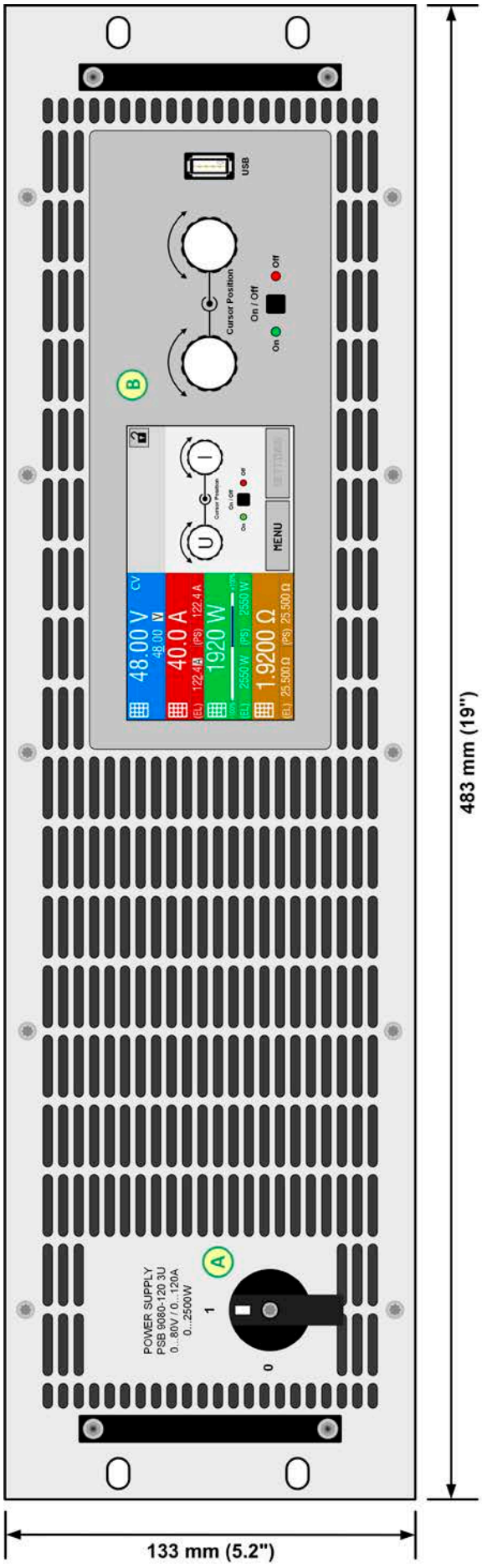
2,5 kW	Modell		
	PSB 9360-40	*PSB 9500-30*	*PSB 9750-20*
AC-Netzanschluß			
Spannungsbereich, Frequenz	Zweiphasig (L-L): 208 V, ±10%, 45...66 Hz Einphasig (L-N): 220 / 230 / 240 V, ±10%, 45...66 Hz		
Ableitstrom	< 3,5 mA		
Leistungsfaktor	≈ 0,99		
Wirkungsgrad der Rückspeisung	≤ 93,5%	≤ 94,5%	≤ 94,5%
DC-Anschluß			
Maximale Spannung U_{Nenn}	360 V	500 V	750 V
Maximaler Strom I_{Nenn}	40 A	30 A	20 A
Maximale Leistung P_{Nenn}	2500 W	2500 W	2500 W
Überspannungsschutzbereich	0...396 V	0...550 V	0...825 V
Überstromschutzbereich	0...44 A	0...33 A	0...22 A
Überleistungsschutzbereich	0…2750 W	0…2750 W	0…2750 W
Kapazität (circa)	390 µF	180 µF	180 µF
Temperaturkoeffizient der Einstellwerte Δ/K	Strom / Spannung: 100 ppm		
Spannungsregelung (allgemein)			
Einstellbereich	0...367,2 V	0...510 V	0...765 V
Genauigkeit (1 (bei 23 ± 5°C)	< 0,1% U_{Nenn}	< 0,1% U_{Nenn}	< 0,1% U_{Nenn}
Stabilität bei ±10% ΔU_{AC}	< 0,02% U_{Nenn}	< 0,02% U_{Nenn}	< 0,02% U_{Nenn}
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt *„1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“*		
Anzeige: Genauigkeit (3	≤ 0,1% U_{Nenn}	≤ 0,1% U_{Nenn}	≤ 0,1% U_{Nenn}
Kompensation Fernfühlung	Max. 5% U_{Nenn}	Max. 5% U_{Nenn}	Max. 5% U_{Nenn}
Spannungsregelung (Quelle)			
Stabilität bei 0...100% ΔI_{OUT}	< 0,05% U_{Nenn}	< 0,05% U_{Nenn}	< 0,05% U_{Nenn}
Anstiegszeit 10...90% ΔU_{OUT}	Max. 30 ms	Max. 30 ms	Max. 30 ms
Ausregelzeit nach Laständerung	< 1,5 ms	< 1,5 ms	< 1,5 ms
Restwelligkeit (2	< 320 mV_{PP} < 55 mV_{RMS}	< 350 mV_{PP} < 70 mV_{RMS}	< 800 mV_{PP} < 200 mV_{RMS}
Entladezeit (Leerlauf) nach Ausschalten des DC-Ausgangs	Von 100% Spannung auf <60 V: weniger als 10 s		
Spannungsregelung (Senke)			
Stabilität bei 0...100% ΔU_{IN}	< 0,05% U_{Nenn}	< 0,05% U_{Nenn}	< 0,05% U_{Nenn}
Stromregelung (allgemein)			
Einstellbereich	0...40,8 A	0...30,6 A	0...20,4 A
Genauigkeit (1 (bei 23 ± 5°C)	< 0,2% I_{Nenn}	< 0,2% I_{Nenn}	< 0,2% I_{Nenn}
Stabilität bei ±10% ΔU_{AC}	< 0,05% I_{Nenn}	< 0,05% I_{Nenn}	< 0,05% I_{Nenn}
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt *„1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“*		
Anzeige: Genauigkeit (3	≤ 0,1% I_{Nenn}	≤ 0,1% I_{Nenn}	≤ 0,1% I_{Nenn}
Stromregelung (Quelle)			
Stabilität bei 0...100% ΔU_{OUT}	< 0,15% I_{Nenn}	< 0,15% I_{Nenn}	< 0,15% I_{Nenn}
Stromregelung (Senke)			
Stabilität bei 0...100% ΔU_{IN}	< 0,15% I_{Nenn}	< 0,15% I_{Nenn}	< 0,15% I_{Nenn}
Restwelligkeit (2	< 18 mA_{RMS}	< 16 mA_{RMS}	< 16 mA_{RMS}

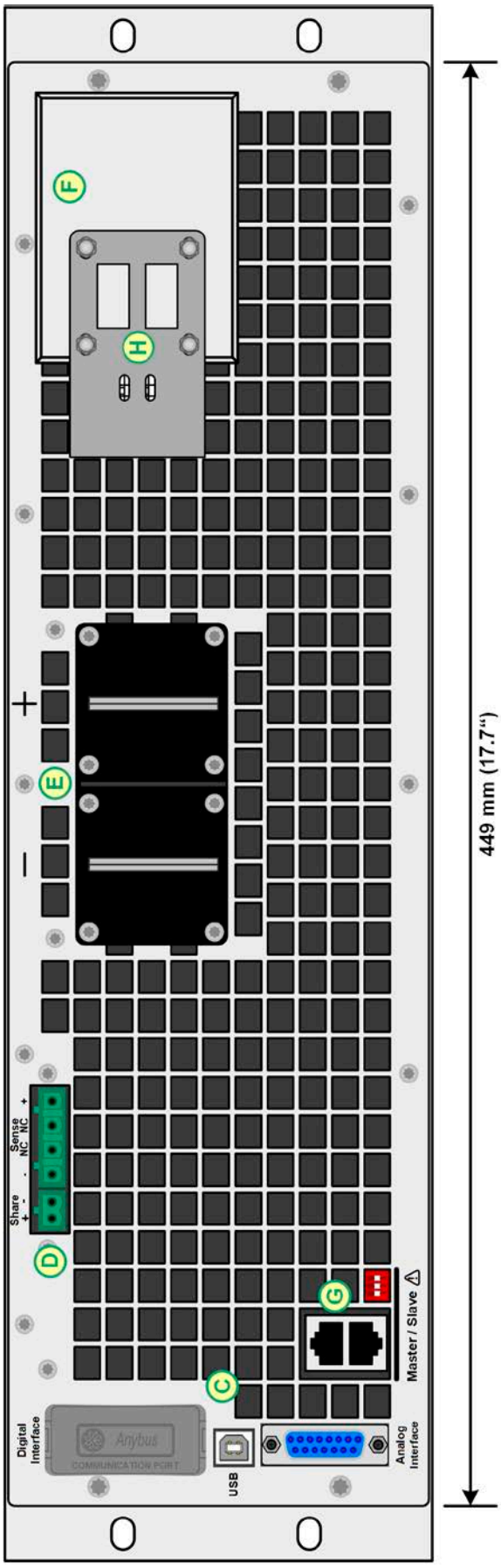
(1 Bezogen auf den Nennwert definiert die Genauigkeit die maximale Abweichung zwischen Sollwert und Istwert.
Beispiel: ein 80 V-Gerät hat min. 0,1% Spannungsgenauigkeit, das sind 80 mV. Bei einem Sollwert von 5 V dürfte der Istwert also max. 80 mV abweichen, sprich er dürfte 4,92 V...5,08 V betragen.
(2 RMS-Wert: NF 0...300 kHz, PP-Wert: HF 0...20MHz
(3 Der Fehler der Anzeige addiert sich zum Fehler des Istwertes am DC-Anschluß

2,5 kW	Modell		
	PSB 9360-40	*PSB 9500-30*	*PSB 9750-20*
Leistungsregelung			
Einstellbereich	0…2550 W	0…2550 W	0…2550 W
Genauigkeit (1 (bei 23 ± 5°C)	< 1% P_{Nenn}	< 1% P_{Nenn}	< 1% P_{Nenn}
Stabilität bei ±10% ΔU_{AC}	< 0,05% P_{Nenn}	< 0,05% P_{Nenn}	< 0,05% P_{Nenn}
Stabilität bei 10-90% ΔU_{DC} * ΔI_{DC}	< 0,75% P_{Nenn}	< 0,75% P_{Nenn}	< 0,75% P_{Nenn}
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt *„1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“*		
Anzeige: Genauigkeit (2	≤ 0,3% P_{Nenn}	≤ 0,3% P_{Nenn}	≤ 0,3% P_{Nenn}
Wirkungsgrad (5	≈ 95%	≈ 95,5%	≈ 94%
Widerstandsregelung			
Einstellbereich	0,3...520 Ω	0,5...1000 Ω	1,2...2200 Ω
Genauigkeit (1	≤1% vom Widerstandsbereich ± 0,3% vom Strombereich		
Anzeige: Einstellauflösung	Siehe Abschnitt *„1.9.6.4. Auflösung der Anzeigewerte“*		
Analoge Schnittstelle (3			
Anschlüsse	Siehe *„3.6.4.4. Spezifikation der Analogschnittstelle“*		
Galvanische Trennung zum Gerät	Max. 725 V DC	Max. 1500 V DC	Max. 1500 V DC
Isolation	Zulässige Potentialverschiebung am DC-Anschluß:		
DC-Minus zu Gehäuse (PE) Max.	±725 V DC	±1500 V DC	±1500 V DC
DC-Plus zu Gehäuse (PE) Max.	±1000 V DC	±1800 V DC	±1800 V DC
AC-Eingang <-> Gehäuse	2,5 kV DC		
AC-Eingang <-> DC-Anschluß	2,5 kV DC		
Verschiedenes			
Kühlungsart	Temperaturgeregelte Lüfter, Lufteinlaß vorn, Luftauslaß hinten		
Umgebungstemperatur	0..50°C		
Lagertemperatur	-20...70°C		
Luftfeuchtigkeit	< 80%, nicht kondensierend		
Normen	EN 61010-1:2007-11, EN 50160:2011-02 EN 61000-6-2:2016-05, EN 61000-6-3:2011-09		
Überspannungskategorie	2		
Schutzklasse	1		
Verschmutzungsgrad	2		
Betriebshöhe	< 2000 m		
Digitale Schnittstellen			
Eingebaut	1x USB-B für Kommunikation, 1x USB-A für Funktionen, 1x GPIB (nur mit Option 3W)		
Steckplatz (Standardausführung)	Optional: CANopen, Profibus, Profinet, RS232, CAN, Ethernet, ModBus TCP, Ether-CAT		
Galvanische Trennung zum Gerät	Max. 725 V DC	Max. 1500 V DC	Max. 1500 V DC
Anschlüsse			
Rückseite	Share-Bus, DC-Anschluß, AC-Anschluß, Fernfühlung, Analogschnittstelle, USB, Master-Slave-Bus, Modul-Steckplatz (Standardausführung) oder GPIB (optional)		
Vorderseite	USB für Sticks		
Maße			
Gehäuse (B x H x T)	19“ x 3 HE x 670 mm		
Total (B x H x T)	483 x 133 x 775 mm		
Gewicht	≈ 18 kg	≈ 18 kg	≈ 18 kg
Artikelnummer (4	30008303	30008304	30008305

(1 Bezogen auf den Maximalwert definiert die Genauigkeit die maximale Abweichung zwischen Sollwert und Istwert. Beim Widerstand enthält die Genauigkeitsangabe zusätzlich den Anzeigefehler
(2 Der Fehler der Anzeige addiert sich zum Fehler des Istwertes am DC-Anschluß
(3 Technische Daten der Analogschnittstelle siehe *„3.6.4.4 Spezifikation der Analogschnittstelle“ auf Seite 54*
(4 Artikelnummer der Standardausführung, Geräte mit Optionen abweichend
(5 Typischer Wert bei 100% Spannung und 100% Last

1.8.4 Ansichten





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

Bild 1 - Vorderseite

Bild 2 - Rückseite (Standardausführung)

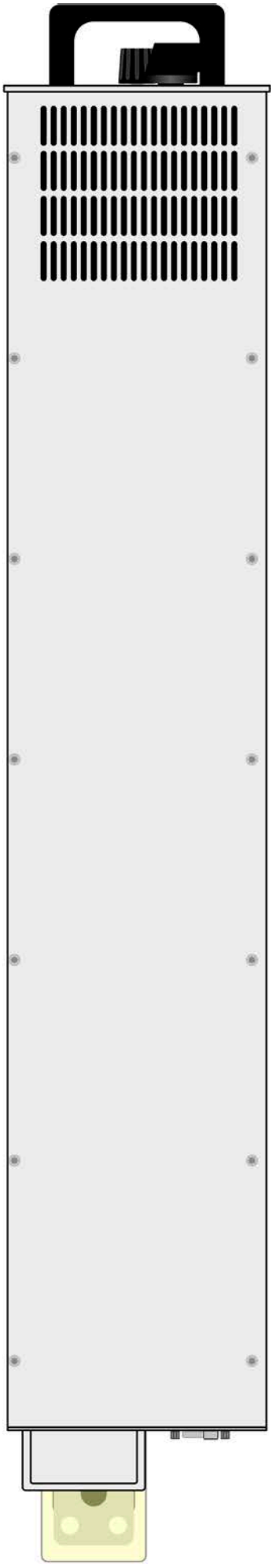


Bild 3 - Seitenansicht von links

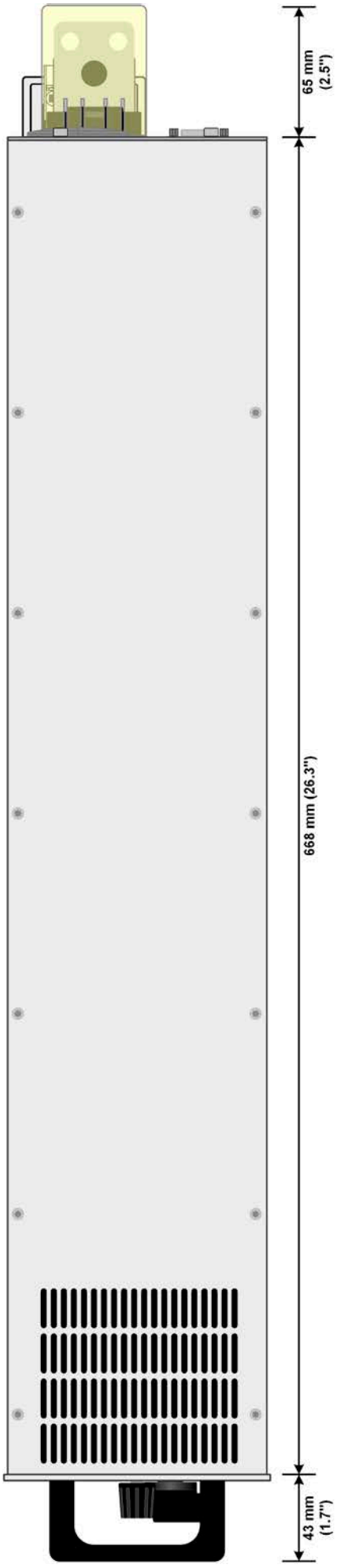


Bild 4 - Seitenansicht von rechts

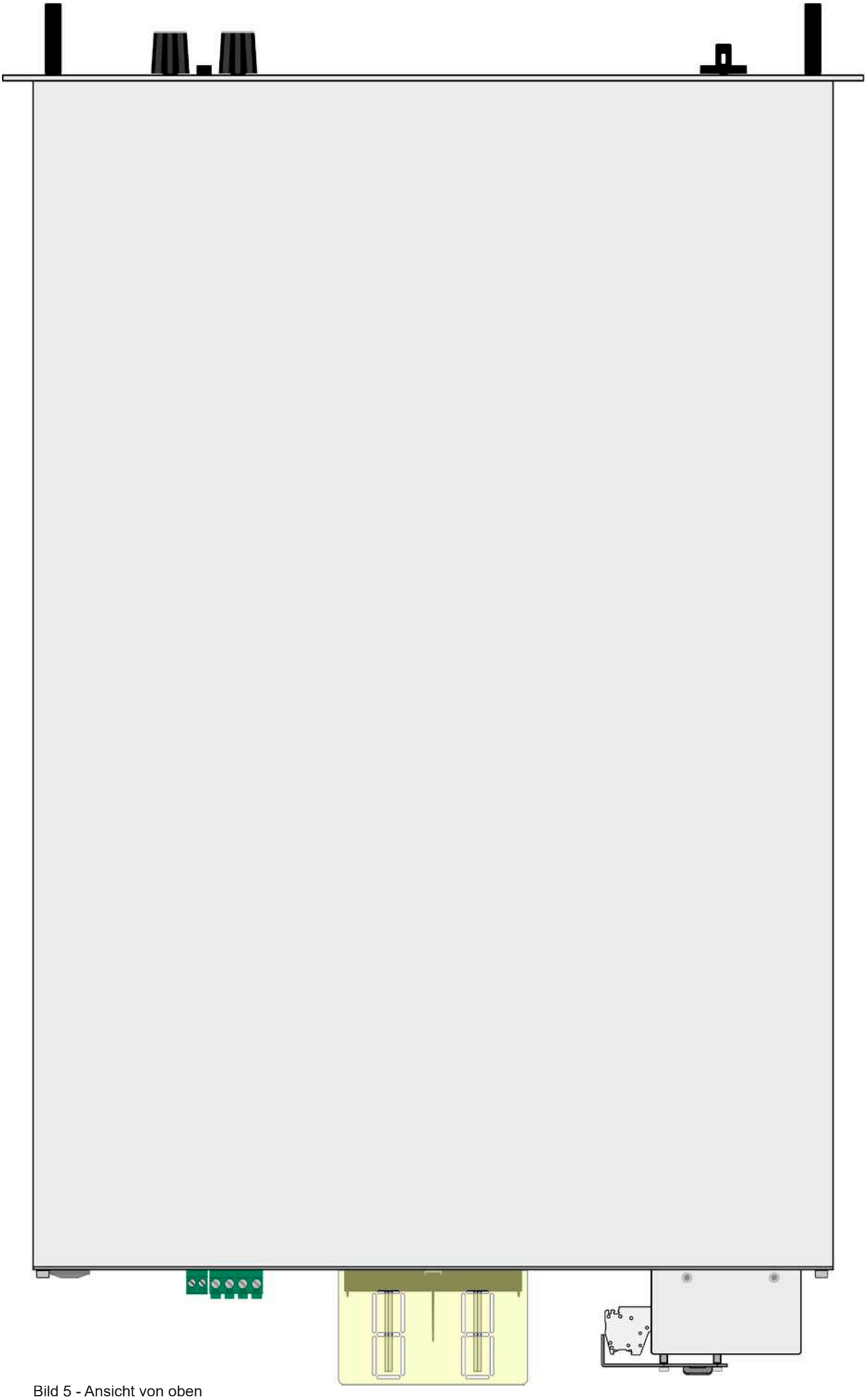


Bild 5 - Ansicht von oben

1.8.5 Bedienelemente

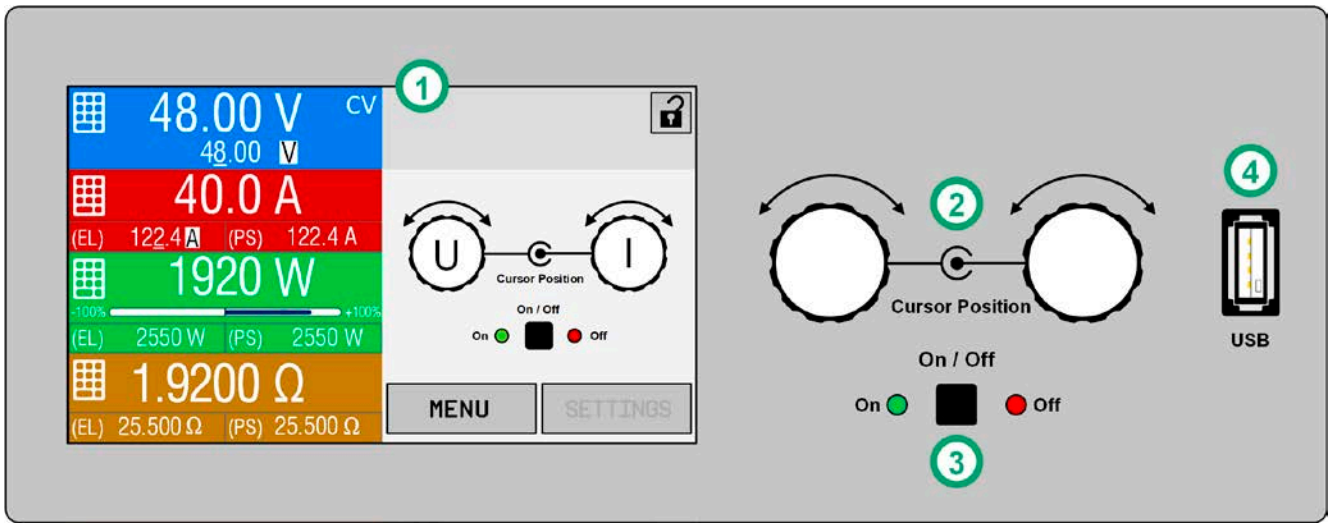


Bild 6- Bedienfeld

Übersicht der Bedienelemente am Bedienfeld

Für eine genaue Erläuterung siehe Abschnitte *„1.9.6. Die Bedieneinheit (HMI)“*.

(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, Leistungssollwertes oder Widerstands-sollwertes bzw. Einstellen von Parameterwerten im Menü Linker Drehknopf (Drücken): Dezimalstelle des Wertes zum Einstellen (Cursor) wählen, der dem Drehknopf momentan zugeordnet ist Rechter Drehknopf (Drehen): Einstellen des Stromsollwertes bzw. Einstellen von Parameterwerten im Menü Rechter Drehknopf (Drücken): Dezimalstelle des Wertes zum Einstellen (Cursor) wählen, der dem Drehknopf momentan zugeordnet ist
(3)	**Taster für das Ein- und Ausschalten des DC-Anschlusses** Dient zum Ein- oder Ausschalten des DC-Anschlusses bei manueller Bedienung, sowie zum Starten bzw. Stoppen einer Funktion. Die beiden LEDs „On“ und „Off“ zeigen den Zustand des DC-Anschlusses an, egal ob bei manueller Bedienung oder Fernsteuerung
(4)	**Steckplatz für USB-Sticks** Dient zur Aufnahme handelsüblicher USB-Sticks. Siehe Abschnitt *„1.9.6.5. USB-Port (Vorderseite)“* für weitere Informationen.

1.9 Aufbau und Funktion

1.9.1 Allgemeine Beschreibung

Die Stromversorgungen der Serie PSB 9000 sind sogenannte bidirektionale Geräte, welche die Funktion eines Netzgerätes (Quelle) und einer elektronischen Last (Senke) in sich vereinen. Damit lassen sich Anwendungen nach Quelle-Senke-Prinzip, also z. B. das gezielte Laden und Entladen von Batterien als Teil eines Produkt-Endtests, mit einem sehr geringem Aufwand an Geräten und Verkabelung realisieren.

Darüber hinaus ist die Senkenfunktion rückspeisefähig. Das bedeutet, daß wie bei den elektronischen Lasten der Serie ELR 9000 die aufgenommene DC-Energie umgewandelt und mit einem Wirkungsgrad von bis zu 95 % in das lokale Stromnetz zurückgespeist wird. Der Wechsel zwischen Quelle- und Senke-Betrieb ist übergangslos und kontinuierlich. Es entsteht keine Verweildauer am Nulldurchgang.

Über die gängigen Funktionen von Stromversorgungen hinaus können mit dem integrierten Funktionsgenerator sinus-, rechteck- oder dreieckförmige Sollwertkurven, sowie weitere Kurvenformen erzeugt werden. Die Kurve des sogenannten Arbiträrgenerators (99 Stützpunkte) kann auf USB-Stick gespeichert bzw. davon geladen werden. Bei einigen Funktionen kann der Funktionsablaufs durch Festlegung von positiven (Quelle) bzw. negativen (Senke) Stromsollwerten dynamisch zwischen Quelle- und Senke-Betrieb wechseln.

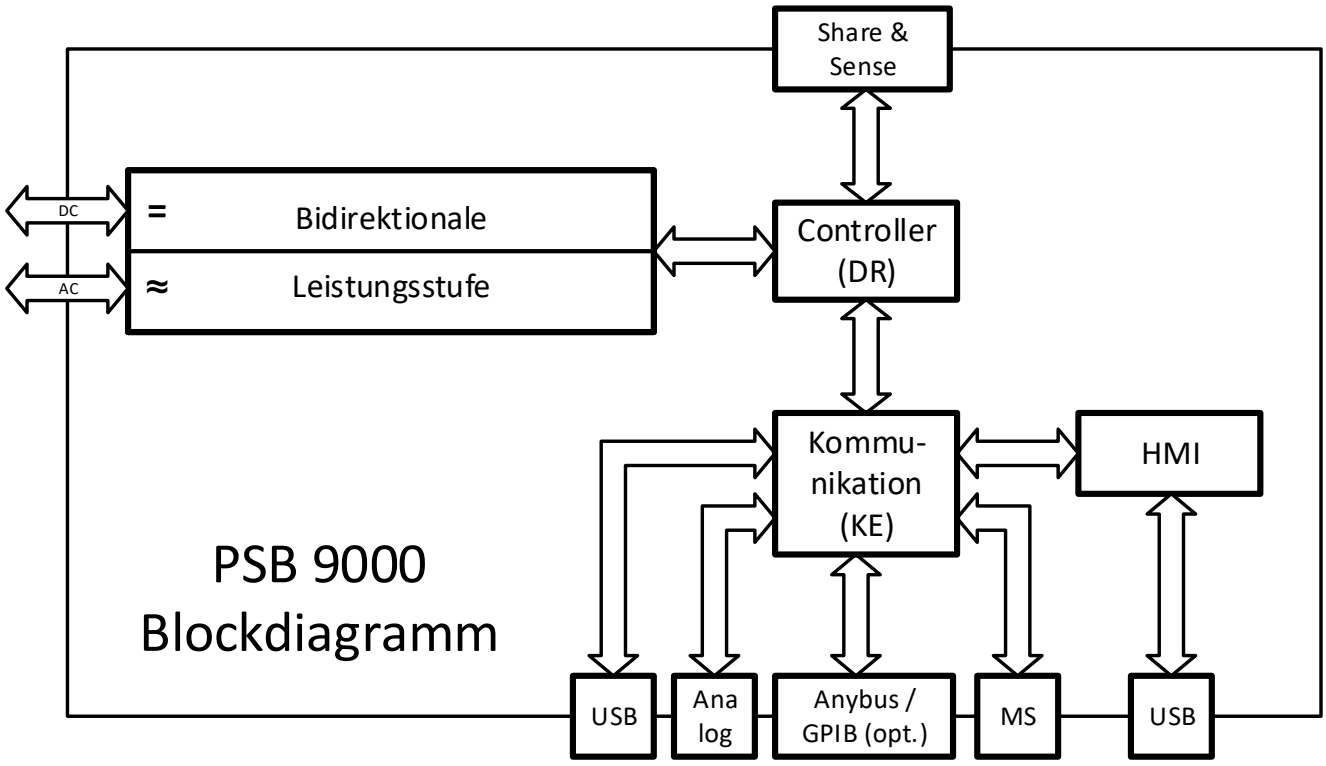
Für die Fernsteuerung verfügen die Geräte serienmäßig über eine rückwärtige USB-Schnittstelle, sowie eine galvanisch getrennte Analogschnittstelle. Mittels optionalen, steck- und nachrüstbaren Schnittstellen-Modulen können weitere digitale Schnittstellen für Ethernet, RS232, Profibus, ProfiNet, ModBus TCP, CAN, CANopen oder EtherCAT hinzugefügt werden. Dies ermöglicht die Anbindung der Geräte an gängige industrielle Busse allein durch Wechsel oder Hinzufügen eines kleinen Moduls. Die Konfiguration ist einfach und wird am Gerät erledigt, sofern überhaupt nötig.

Die Geräte bieten außerdem standardmäßig die Möglichkeit der Parallelschaltung im Share-Bus-Betrieb zur gleichmäßigen Stromaufteilung, sowie eine echte Master-Slave-Verbindung mit Aufsummierung aller Istwerte. Über diese Betriebsart lassen sich bis zu 16 Geräte zu einem System verbinden, das eine erhöhte Gesamtleistung von bis zu 40 kW bietet.

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

1.9.2 Blockdiagramm

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



1.9.3 Lieferumfang

1 x Bidirektionales Netzgerät

1 x Stecker für Share-Bus

1 x Stecker für Fernfühlung

1 x USB-Kabel 1,8 m

1 x Set DC-Klemmenabdeckung

1 x Share/Sense Klemmenabdeckung (nur Modelle ab 500 V)

1 x USB-Stick mit Dokumentation und Software

1 x AC-Anschlußstecker (Klemmtyp)

1 x Set für Zugentlastung (bereits vormontiert)

1.9.4 Zubehör

Für diese Geräte gibt es folgendes Zubehör:

Schnittstellen-Module **IF-AB**	Steck- und nachrüstbare digitale Schnittstellenmodule für RS232, CANopen, Ethernet, Profibus, ProfiNet, ModBus TCP, EtherCAT oder CAN sind erhältlich. Details zu den Schnittstellenmodulen und der Programmierung des Gerätes über diese Schnittstellen sind in weiteren Handbüchern zu finden, die dem Gerät auf einem USB-Stick mitgeliefert werden bzw. als Download auf der Herstellerwebseite zur Verfügung stehen.

1.9.5 Optionen

Diese Optionen können nicht nachgerüstet werden, denn sie werden ab Werk dauerhaft eingebaut bzw. vorkonfiguriert.

POWER RACKS 19“-Schränke	Schränke in diversen Konfigurationen bis 42 HE als Parallelschaltungssystem sind verfügbar, auch gemischt mit elektronischen Lasten, um Testsysteme zu realisieren. Für weitere Informationen siehe Produktkatalog, Webseite oder auf Anfrage.
3W GPIB-Schnittstelle	Ersetzt den Steckplatz für Schnittstellen-Module durch einen fest eingebauten GPIB-Anschluß. Nur bedingt nachrüstbar (auf Anfrage). Das Gerät behält dabei USB- und Analogschnittstelle. Über den GPIB-Anschluß ist dann nur SCPI-Befehlssprache verfügbar.

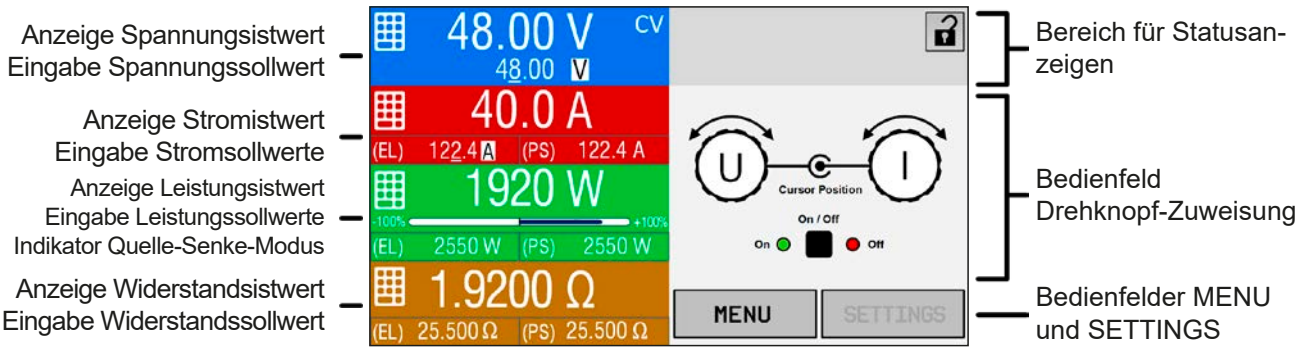
1.9.6 Die Bedieneinheit (HMI)

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

1.9.6.1 Anzeige mit Touchscreen

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

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



Bedienfelder können gesperrt oder freigegeben sein:

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 Istwerte (große Zahlen) und Sollwerte (kleine Zahlen) von Spannung, Strom und Leistung am DC-Anschluß mit ihrer Einheit angezeigt. Für Strom, Leistung und Widerstand gibt es je zwei Sollwerte für den Betrieb als „Quelle“ (Zugehörigkeit markiert mit **PS**) oder „Senke“ (Zugehörigkeit markiert mit **EL**). Die beiden Widerstandsollwerte werden jedoch nur bei aktiviertem Widerstandsmodus angezeigt. Einen Widerstandsistwert zeigt das Gerät nur beim Betrieb als Senke an; bei Wechsel zum Betrieb als Quelle wird dieser ausgeblendet.

Die Istwerte von Strom und Leistung können positiv oder negativ (mit Vorzeichen) angezeigt werden. Negative Werte sind dem Senke-Betrieb zugeordnet und sagen aus, daß das Gerät momentan als elektronische Last arbeitet.

Neben den jeweiligen Istwerten wird bei eingeschaltetem DC-Anschluß die aktuelle Regelungsart **CV**, **CC**, **CP** oder **CR** angezeigt, wie im Bild oben mit CV beispielhaft zu sehen.

Die Sollwerte sind mit den Drehknöpfen rechts neben der Anzeige 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 erreicht wurde. Linksdrehung umgekehrt genauso.

Generelle Anzeige- und Einstellbereiche:

Anzeigewert	Einheit	Bereich	Beschreibung
Istwert Spannung	V	0-125% U_{Nenn}	Aktueller Wert der DC-Spannung
Sollwert Spannung	V	0-102% U_{Nenn}	Einstellwert für die Begrenzung der DC-Spannung
Istwert Strom	A	0,2-125% I_{Nenn}	Aktueller Wert des DC-Stroms
Sollwerte Strom	A	0-102% I_{Nenn}	Einstellwert für die Begrenzung des DC-Stroms
Istwert Leistung	W	0-125% P_{Nenn}	Aktueller Wert der DC-Leistung nach P = U * I
Sollwerte Leistung	W, kW	0-102% P_{Nenn}	Einstellwert für die Begrenzung der DC-Leistung
Sollwert Widerstand	Ω	x[1]-100% R_{Max}	Einstellwert für den Innenwiderstand
Einstellgrenzen	dito	0-102% Nenn	U-max, I-min usw., immer bezogen auf eine Einstellgröße
Schutzeinstellungen	dito	0-110% Nenn	OVP, OCP, OPP (bezogen auf U, I und P)

[1] Untere Grenze für Widerstandssollwerte variiert. Siehe Tabelle in Abschnitt *1.8.3.*

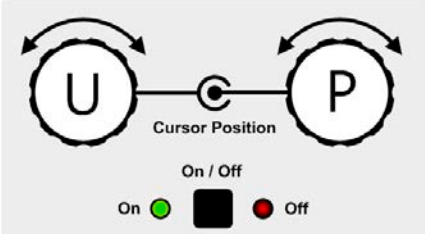
- **Statusanzeigen (oben rechts)**

Dieses Feld zeigt diverse Statustexte und -symbole an:

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

- **Feld für Zuordnung der Drehknöpfe**

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



Die physikalischen Größen auf den Knöpfen zeigen die Zuordnung an. Der linke Drehknopf ist unveränderlich der Spannung (U) zugewiesen. Der rechte 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

U P
Linker Drehknopf: Spannung
Rechter Drehknopf: Leistung

U R
Linker Drehknopf: Spannung
Rechter Drehknopf: Widerstand
(nur bei R-Modus aktiv)

Da das Gerät zwei Strom, Leistungs- und Widerstandssollwerte hat, kann durch mehrmaliges Tippen zwischen den 4 bzw. 6 Sollwerten durchgeschaltet werden. Die momentan nicht selektierten Sollwerte sind vorerst nicht mehr über die Drehknöpfe einstellbar, bis die Zuordnung wieder geändert wird. Man kann jedoch alternativ auf die Sollwerte 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. **Diese Eingabeform ermöglicht Sollwertsprünge**.

1.9.6.2 Drehknöpfe

Solange das Gerät manuell bedient wird, dienen die beiden Drehknöpfe zur Einstellung aller Sollwerte, sowie zur Auswahl und Einstellung der Parameter in SETTINGS und MENU. Für eine genauere Erläuterung der einzelnen Funktionen siehe *„3.5. Manuelle Bedienung“.*

1.9.6.3 Tastfunktion der Drehknöpfe

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

1.9.6.4 Auflösung der Anzeigewerte

In der Anzeige können Sollwerte in festgelegten 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		
Nenn-wert	**Stellen**	**Min. Schritt**
≤ 80 V	4	0,01 V
200 V	5	0,01 V
360 V	4	0,1 V
500 V	4	0,1 V
750 V	4	0,1 V

Strom, OCP, UCD, OCD, I-min, I-max		
Nennwert*	**Stellen**	**Min. Schritt**
<100 A	4	0,01 A
>100 A	4	0,1 A
MS >1000 A	5	0,1 A

Leistung, OPP, OPD, P-max		
Nennwert*	**Stellen**	**Min. Schritt**
2500 W	4	1 W
MS	4	0,01 kW

Widerstand, R-max		
Nennwert	**Stellen**	**Min. Schritt**
25 Ω	5	0,001 Ω
150 Ω - 520 Ω	5	0,01 Ω
≥ 1000 Ω	5	0,1 Ω

* MS = Master-Slave

1.9.6.5 USB-Port (Vorderseite)

Der frontseitige USB-Port, der sich rechts neben den beiden Drehknöpfen befindet, dient zur Aufnahme von handelsüblichen USB-Sticks. Mit diesen kann man u. A. eigene Sequenzen für den arbiträren und den XY-Funktionsgenerator laden oder speichern, sowie im laufenden Betrieb Meßdaten aufzeichnen.

Akzeptiert werden Sticks nach USB 2.0 Standard, sowie USB 3.0 (nicht alle Hersteller), die in **FAT32** formatiert sein müssen und **max. 32 GB** Speichergröße haben sollten. Alle unterstützten Dateien müssen sich in einem Ordner namens **HMI_FILES** im Hauptpfad des USB-Laufwerks befinden, 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 und -benamungen lesen:

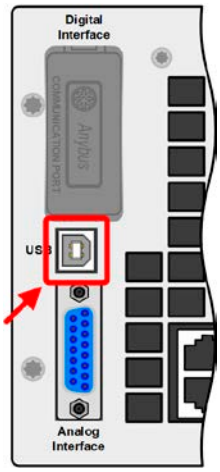
Dateiname	Beschreibung	Abschnitt
wave_u<beliebig>.csv wave_i<beliebig>.csv	Funktionsgenerator-Arbiträr-Funktion für die Spannung U bzw. Strom I. Der Name muß am Anfang *wave_u* oder *wave_i* enthalten, der Rest ist beliebig.	*3.11.10.1*
profile_<beliebig>.csv	Vormals gespeichertes Benutzerprofil. Beim Laden werden max. 10 Profile zur Auswahl angezeigt.	*3.10*
mpp_curve_<beliebig>.csv	Benutzerdefinierte MPP-Kurvendaten (100 Spannungswerte) für den Modus MPP4 der MPPT-Funktion.	*3.11.17.5*
psb_pv<beliebig>.csv psb_fc<beliebig>.csv	PV- oder FC-Tabelle für den XY-Funktionsgenerator . Der Name muß am Anfang *psb_pv* bzw. *psb_ fc* enthalten, der Rest ist beliebig.	*3.11.13* *3.11.14*
pv_day_et_<beliebig>.csv pv_day_ui_<beliebig>.csv	Tagesverlauf-Datendatei zum Laden für die Modi TAG E/T (day_et) und TAG U/I (day_ui) der erweiterten PV-Funktion.	*3.11.15.5*
iu<beliebig>.csv	IU-Tabelle für den XY-Funktionsgenerator. Der Name muß am Anfang *iu* enthalten, der Rest ist beliebig.	*3.11.12*

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

Dateiname	Beschreibung	Abschnitt
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.	*3.5.8*
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.	*3.10*

Dateiname	Beschreibung	Abschnitt
wave_u<nr>.csv wave_i<nr>.csv	Daten der 99 Stützpunkte (Sequenzen) der Arbiträr-Funktion für Spannung U oder Strom I.	*3.11.10.1*
battery_test_log_<nr>.csv	Log-Datei mit Daten der Batterietest-Funktion. Hier werden andere bzw. zusätzliche Werte aufgezeichnet als beim „normalen“ USB-Logging.	*3.11.16.7*
mpp_result_<nr>.csv	Ergebnisdaten des MPP-Tracking-Modus‘ 4 als Tabelle mit 100 Wertegruppen (Umpp, Impp, Pmpp)	*3.11.17.6*
psb_pv<nr>.csv	Tabellenwerte der PV-Funktion, wie vom Gerät berechnet. Die Tabelle kann wieder geladen werden.	*3.11.13*
psb_fc<nr>.csv	Tabellenwerte der FC-Funktion, wie vom Gerät berechnet. Die Tabelle kann wieder geladen werden.	*3.11.14*
pv_record_<nr>.csv	Daten der Datenaufzeichnung der erweiterten PV-Funktion nach DIN EN 50530.	*3.11.15.7*

1.9.7 USB-Port (Rückseite)

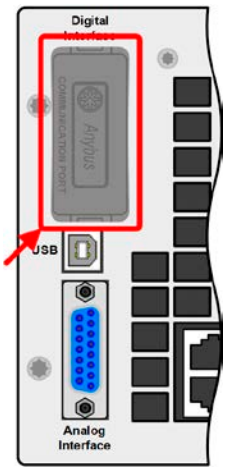


Der USB-Port auf der Rückseite des Gerätes dient zur Kommunikation mit dem Gerät, sowie zur Firmwareaktualisierung. Über das mitgelieferte USB-Kabel kann das Gerät mit einem PC verbunden werden (USB 2.0, USB 3.0). Der Treiber wird mitgeliefert und installiert einen virtuellen COM-Port. Details zur Fernsteuerung sind in weiterer Dokumentation auf dem mitgelieferten USB-Stick bzw. auf der Webseite des Geräteherstellers 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 Schnittstellen-Modul (siehe unten) oder der Analogschnittstelle und kann daher nur abwechselnd zu diesem benutzt werden. Jedoch ist Überwachung (Monitoring) immer möglich.

1.9.8 Steckplatz für Schnittstellen-Module



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

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

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

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

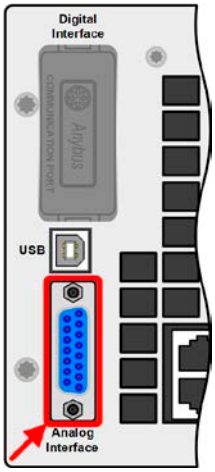
Stecken bzw. Abziehen des Moduls nur bei ausgeschaltetem Gerät!

1.9.9 Analogschnittstelle

Diese 15-polige 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 Einstellungsmenü des Gerätes zwischen 0...5 V und 0...10 V für jeweils 0...100% umgeschaltet werden.



1.9.10 Share-Bus-Anschluß

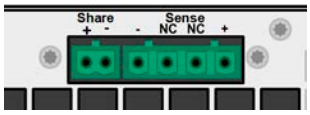
Die auf der Rückseite des Gerätes befindliche 2-polige Buchse „Share“dient zur Verbindung mit der gleichnamigen Buchse an kompatiblen Geräten, um bei Parallelschaltung eine gleichmäßige Stromaufteilung für Quelle- oder Senke-Betrieb zu erreichen. Es sind folgende Netzgeräteserien und elektronische Lastserien kompatibel:

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

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

1.9.11 Sense-Anschluß (Fernfühlung)

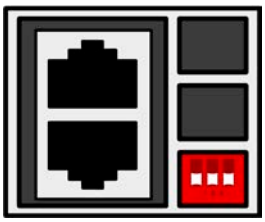
Um den Spannungsabfall über die Leitungen von der Quelle oder zur Last zu kompensieren, kann der Eingang Sense polrichtig mit der externen Quelle bzw. Last verbunden werden. Die max. Kompensation ist in den technischen Daten aufgeführt.



- Aus Isolationsgründen (Luft- und Kriechstrecke) werden bei Hochvolt-Modellen (Nennspannung ≥ 500 V) nur die beiden äußeren Pins der vierpoligen Klemme verwendet. Deswegen müssen die mittleren beiden Pins, gekennzeichnet mit NC, unbedingt freibleiben.
- Die beiden Schrauben neben den Share-Bus- und Sense-Verbindern müssen stets fest geschraubt bleiben, egal ob die Schutzabdeckung (Modelle ab 500 V) montiert ist oder nicht!

1.9.12 Master-Slave-Bus

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

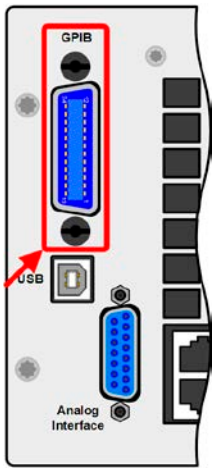


1.9.13 GPIB-Port (optional)

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

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

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



2. Installation und Inbetriebnahme

2.1 Transport und Lagerung

2.1.1 Transport

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

2.1.2 Verpackung

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

2.1.3 Lagerung

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

2.2 Auspacken und Sichtkontrolle

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

2.3 Installation

2.3.1 Sicherheitsmaßnahmen vor Installation und Gebrauch

- Das Gerät kann, je nach Modell, ein beträchtliches Gewicht haben. Stellen Sie daher vor der Aufstellung sicher, daß der Aufstellungsort (Tisch, Schrank, Regal, 19"-Rack) das Gewicht des Gerätes ohne Einschränkungen tragen kann.
- Bei Installation in einem 19"-Schrank sind Halteschienen zu montieren, die für die Gehäusebreite und das Gewicht (siehe *„1.8. Technische Daten“*) geeignet sind.
- Stellen Sie vor dem Anschließen 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.
- Das Gerät beinhaltet eine Energie-Rückgewinnungsfunktion, die ähnlich einer Solaranlage Energie in das lokale bzw. öffentlich Netz zurückspeist. Es darf daher nicht ohne Beachtung geltender Richtlinien des örtlichen Energieversorgers betrieben werden und es ist ggf. vor der Installation, spätestens aber vor der Inbetriebnahme zu prüfen, ob ein sogenannter Netz- und Anlagenschutz installiert werden muß!

2.3.2 Vorbereitung

Für das netzseitige Anschließen eines Netzgerätes mit 2,5 kW Nennleistung ist ein 5-poliger Anschluß auf der Rückseite vorgesehen. Für die Verkabelung des mitgelieferten Steckers ist eine 3-polige Zuleitung mit entsprechendem Querschnitt und Länge vorzusehen. Für Empfehlungen zum Querschnitt siehe *„2.3.4. Anschließen an das Stromnetz (AC)“*.

Das Gerät muß fest angeschlossen werden, d. h. es darf nicht an einer normalen 16 A Schuko-Steckdose betrieben werden. Siehe Abschnitt *2.3.4.5* für die Hintergründe dieser Einschränkung.

Bei der Dimensionierung der DC-Leitungen zur Last 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 diesen zu kompensieren, muß der Querschnitt erhöht bzw. die Leitungslänge verringert werden.

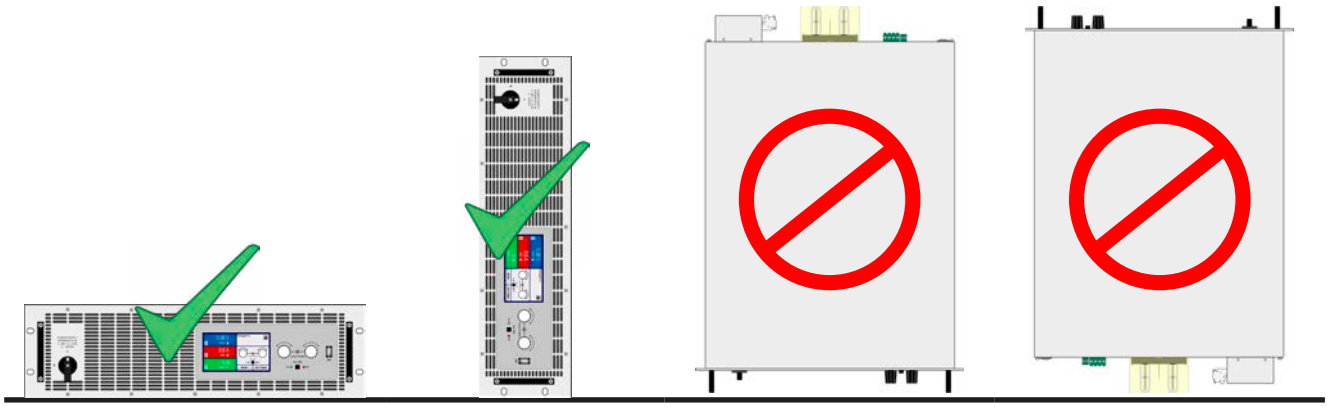
2.3.3 Aufstellung des Gerätes

- Wählen Sie den Ort der Aufstellung so, daß die Leitungen zur Last bzw. zur externen Energiequelle so kurz wie möglich gehalten werden können
- Lassen Sie hinter dem Gerät ausreichend Platz, mindestens 30 cm, für die hinten austretende Abluft.

Ein Gerät in 19“ Bauform ist für den Einbau in 19“ Einschüben oder -Schränken vorgesehen, welche üblicherweise verschließbar oder zumindest mit Türen versehen sind, um einen zusätzlichen Schutz vor Berührung spannungsführender Teile zu gewährleisten.

Die Gerät ruhen innerhalb des Aufbaus auf Halteschienen oder Böden. Bei deren Wahl muß auf die Einbautiefe des Gerätes geachtet werden, sowie auf das Gewicht. Die Griffe an der Vorderseite der Geräte dienen dabei zum Hineinschieben und Herausziehen aus dem Schrank. An der Frontplatte befindliche Langloch-Bohrungen dienen zur Befestigung im 19“-Schrank (Befestigungsschrauben im Lieferumfang nicht enthalten).

Zulässige und unzulässige Aufstellpositionen:



Aufstellfläche

2.3.4 Anschließen an das Stromnetz (AC)

- Das Anschließen an eine AC-Hauptverteilung darf nur durch entsprechend geschultes Personal erfolgen! Das Gerät darf nur direkt an einem Stromnetz (Transformatoren sind zulässig) betrieben werden, jedoch nicht an Generatoren oder USV-Systemen!
- Dimensionieren Sie den Querschnitt von Anschlußleitungen entsprechend des maximalen AC-Stromes des Gerätes! Siehe Tabelle unten. Es sollte AC-seitig extern abgesichert werden, unter Beachtung des Nennstromes und der verwendeten Kabelquerschnitte
- Stellen Sie vor dem Anstecken des Netzanschlußsteckers sicher, daß das Gerät am Netzschalter ausgeschaltet ist!
- Stellen Sie sicher, daß alle Vorschriften für den Betrieb und den Anschluß eines in ein (öffentliches) Stromnetz rückspeisenden Gerätes beachtet und alle erforderlichen Maßnahmen getroffen wurden!

Das Gerät wird mit einem 5-poligen Netzanschlußstecker geliefert. Dieser wird entweder an einen einphasigen (L, N, PE) oder zweiphasigen (2x L, PE) Anschlußpunkt angebunden.

Der PE-Leiter ist zwingend erforderlich und muß daher immer angebunden werden!

2.3.4.1 Querschnitte

Für die Dimensionierung des Querschnittes der Anschlußleitungen sind der max. AC-Strom und die vorgesehene Länge der Anschlußleitung bestimmend. Ausgehend vom Anschluß eines **einzelnen Gerätes** gibt die Tabelle unten den maximalen Eingangsstrom des Gerätes auf jeder Phase an, sowie den empfohlenen Mindestquerschnitt pro Leiter vor. Der Stecker ist mit L1, L2, L3 und PE beschriftet, wobei nur die Eingänge L2 und L3 für die Stromversorgung des Gerätes verwendet werden. L3 bei einem einphasigen Anschluß dann der N-Leiter. Natürlich muß die Zuordnung L3 = N nicht zwingend eingehalten werden, man kann die beiden Phasen auch vertauschen Wichtig ist nur, die richtigen beiden Eingängen anzuschließen.

	L1		L2		L3 / N		PE
Nennleistung	**ø**	**I_{max}**	**ø**	**I_{max}**	**ø**	**I_{max}**	**ø**
2,5 kW	-	-	2,5 mm²	16 A	2,5 mm²	16 A	2,5 mm²

2.3.4.2 Anschlußleitung

Der mitgelieferte Anschlußstecker kann Kabelenden mit Aderendhülse bis 6 mm² aufnehmen. Je länger die Anschlußleitung, desto höher der Spannungsabfall aufgrund des Leitungswiderstandes. Daher sollte die Netzzuleitung immer so kurz wie möglich gehalten werden.

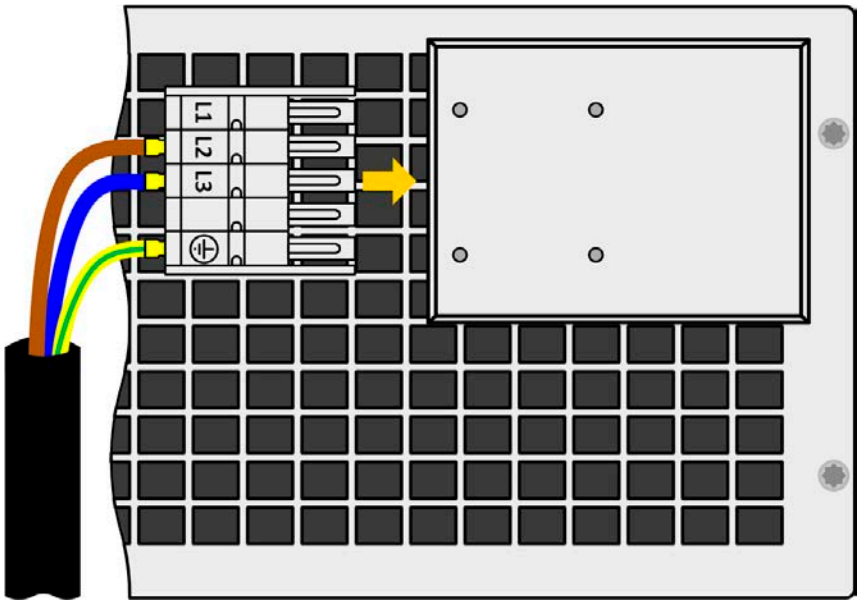
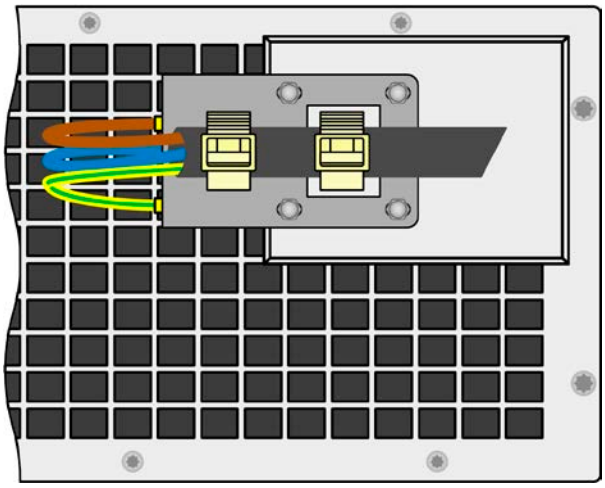


Bild 7 - Beispiel für ein einphasiges Netzanschlußkabel mit L, N und PE (nicht im Lieferumfang enthalten)

2.3.4.3 Zugentlastung und Steckersicherung

Eine mechanische Sicherung des AC-Anschlußsteckers, die gleichzeitig auch zur Befestigung bzw. Zugentlastung des Anschlußkabels dienen soll wird bereits auf den AC-Anschlußblock montiert geliefert.

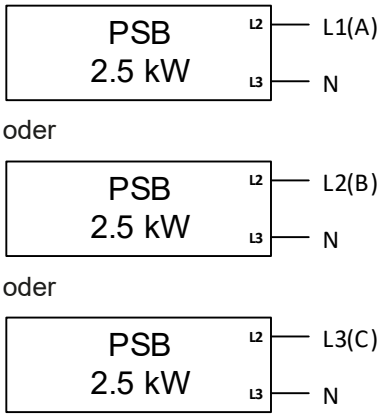
Sie wird mit 4x Hutmutter M3 an der Abdeckung des Anschlußblocks befestigt. Nachdem der Anschlußstecker richtig sitzt, sollte der Sicherungswinkel wieder angebracht und das Anschlußkabel mit zwei Kabelbindern (nicht im Lieferumfang enthalten) fixiert werden, wie im Bild gezeigt, um eine Zugentlastung zu erhalten.



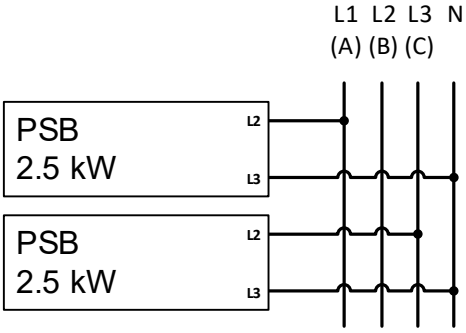
2.3.4.4 Anschlußvarianten

Sollen mehrere Geräte parallel betrieben werden und es ist ein Drehstromanschluß vorhanden, können alle Phasen genutzt und somit die Leistung möglichst gleichmäßig auf diesen verteilt werden. Dabei ist es ideal, immer drei Geräte oder ein Vielfaches von 3 zu haben. Es ergeben sich unterschiedliche Anschlußvarianten (Beispiele):

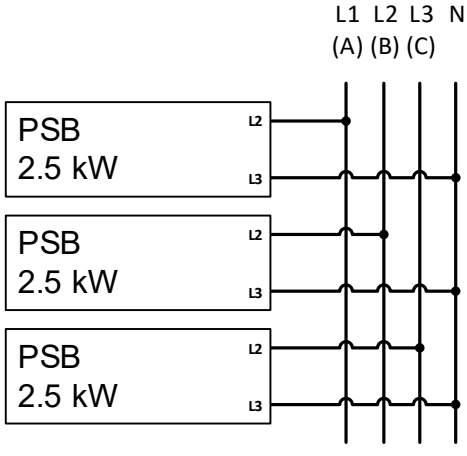
Einzelgerät an Drehstrom



Zwei Geräte, ungleichmäßige Phasenbelastung



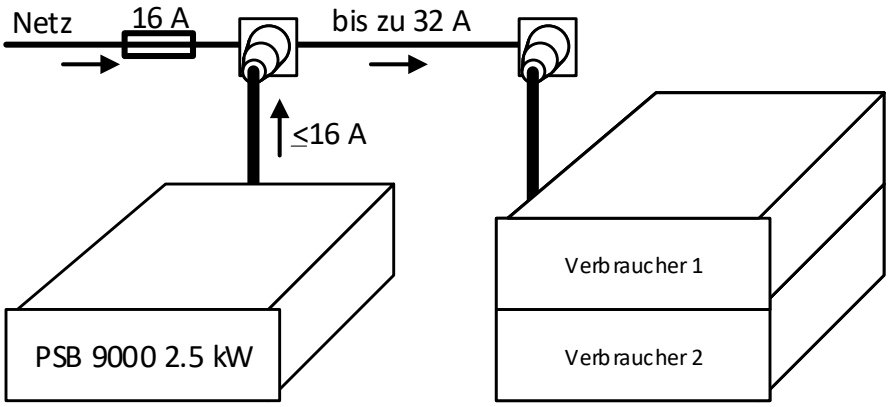
Drei Geräte, gleichmäßige Phasenbelastung



2.3.4.5 Anlagenschutz bei Rückspeisung

Ein PSB 9000 speist im Senke-Betrieb die aufgenommene Energie in das lokale Netz zurück. Der dabei entstehende Strom addiert sich zu dem aus dem Stromversorgungsnetz eingespeisten (siehe Verdeutlichung unten) und das kann eventuell die vorhandene Installation überlasten. Zwischen zwei Anschlüssen für Geräte, gleich welcher Art, gibt es üblicherweise keine extra Absicherung. Im Falle eines Fehlers im AC-Eingang irgendeines verbrauchenden Gerätes, der zu einem Kurzschluß führt, oder mehreren Verbrauchern mit entsprechender Leistung kann der Gesamtstrom über dafür oft nicht ausgelegte Leitungen und Anschlüsse fließen und diese zerstören bzw. sogar zu Bränden führen.

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



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

2.3.5 Anschließen von DC-Lasten oder DC-Quellen

- Bei einem Gerät mit hohem Nennstrom und demzufolge entsprechend dicken und schweren DC-Anschlußleitungen sind das Gewicht der Leitungen und die mechanische Belastung des DC-Anschlusses zu beachten und besonders bei Installation des Gerätes in einem 19"-Schrank oder ähnlich, wo die Leitungen eventuell am DC-Anschluß hängen, Zugentlastungen anzubringen.
- Anschluß und Betrieb von trafolosen DC-AC-Wechselrichtern (z. B. Solarwechselrichter) nur bedingt möglich, weil diese das Potential des DC-Minus-Pols gegenüber PE (Erde) verschieben können. Beachten Sie die zulässige Potentialverschiebung (siehe techn. Daten)!
- Bei ausgeschaltetem DC-Eingang entnimmt das Gerät stets einen kleinen Strom (≤0,1% von I_{Nenn}) aus einer angeschlossenen Quelle!

Kein Verpolungsschutz vorhanden! Verpolt angeschlossene Quellen werden das Gerät beschädigen, auch im ausgeschalteten Zustand!

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

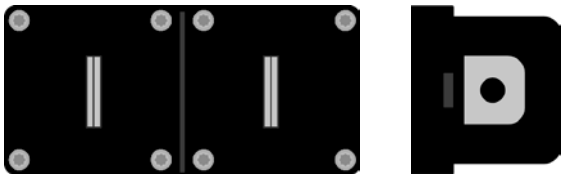
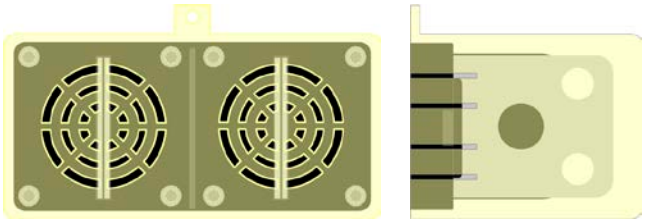
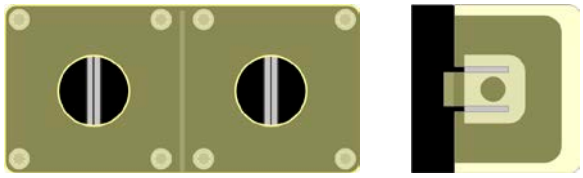
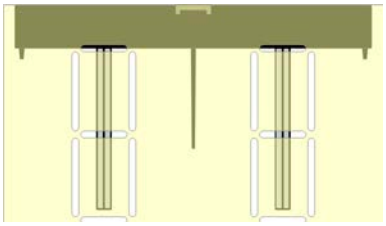
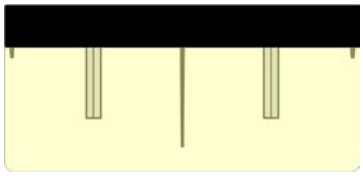
Bei Lastleitungen **bis 1,5 m** und durchschnittlichen Umgebungstemperaturen bis 50°C empfehlen wir:

bis **30 A**:	6 mm²	bis **70 A**:	16 mm²
bis **90 A**:	25 mm²	bis **120 A**:	35 mm²

pro Anschlußpol (mehradrig, isoliert, frei verlegt) mindestens zu verwenden. Einzelleitungen, wie z. B. 70 mm², können durch 2x 35 mm² ersetzt werden usw. Bei längeren Lastleitungen ist der Querschnitt entsprechend zu erhöhen, um Spannungsabfall über die Leitungen und unnötige Erhitzung zu vermeiden.

2.3.5.1 Anschlußklemmentypen

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

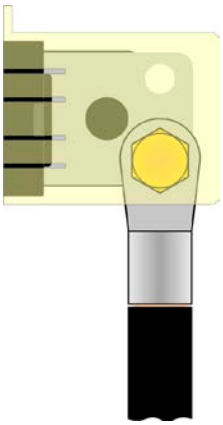
Typ 1: Modelle bis 360 V Nennspannung	**Typ 2: Modelle ab 500 V Nennspannung**
	
Schraubverbindung M8 an Metallschiene Empfehlung: Ringkabelschuhe mit 8er Loch	Schraubverbindung M6 an Metallschiene Empfehlung: Ringkabelschuhe mit 6er Loch
	
	

2.3.5.2 Kabelzuführung und Plastikabdeckung

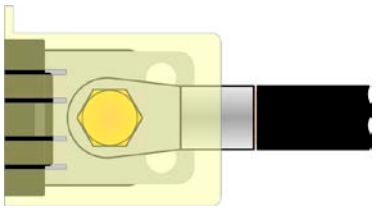
Für die DC-Anschlußklemme wird eine Plastikabdeckung als Berührungsschutz mitgeliefert. Diese sollte immer installiert sein. Die Abdeckung beim Typ 2 (siehe Abbildungen oben) wird an der Anschlußklemme selbst arretiert, die vom Typ 1 an der Rückwand des Gerätes. Weiterhin sind in der Abdeckung Typ 1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

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

Beispiele anhand des Anschlußklemmentyps 1:



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



- Horizontale Zuführung
- platzsparend in der Höhe
- großer Knickradius

2.3.6 Erdung des DC-Anschlusses

Die Erdung eines der beiden DC-Anschlußpole ist grundsätzlich zulässig. Dadurch entsteht eine Potentialverschiebung des anderen Pols gegenüber PE. Aus Isolationsgründen sind nur jedoch bestimmte, modellabhängige Potentialverschiebungen am DC-Minuspol bzw. DC-Pluspol definiert und zulässig. Siehe *„1.8.3. Spezifische technische Daten“.*

2.3.7 Anschließen der analogen Schnittstelle

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

2.3.8 Anschließen der Fernfühlung

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

- *Die Fernfühlung ist nur im Konstantspannungsbetrieb (CV) wirksam und der Fernfühlungsanschluß sollte möglichst nur solange angeschlossen bleiben, wie CV benutzt wird, weil die Schwingneigung des Systems durch Verbinden der Fernfühlung generell erhöht wird*
- *Der Querschnitt von Fühlerleitungen ist unkritisch. Empfehlung für Leitungslängen bis 5 m: 0,5 mm²*
- *Fühlerleitungen sollten nicht miteinander verdrillt sein und Sense- dicht an den DC- sowie Sense + dicht an DC+ verlegt werden, um Schwingneigung zu unterdrücken. Gegebenenfalls ist zur Unterdrückung noch ein zusätzlicher Kondensator an der Last / Quelle oder am DC-Anschluß anzubringen*
- *(+) Sense darf nur am (+) der Last bzw. Quelle und (–) Sense nur am (–) der Last bzw. Quelle angeschlossen werden. Ansonsten können beide Systeme beschädigt werden.*
- *Bei Master-Slave-Betrieb darf die Fernfühlung nur am Master-Gerät erfolgen*

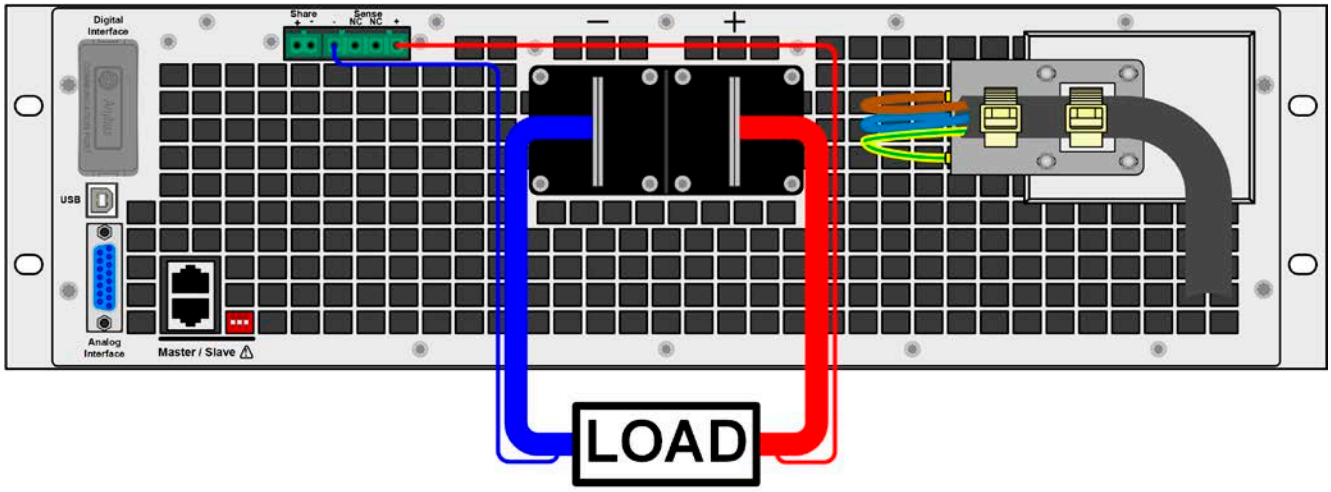


Bild 8 - Beispiel Fernfühlungsverdrahtung mit Last bei Quelle-Betrieb (Senke-Betrieb wäre dazu analog identisch, mit gepolter Quelle)

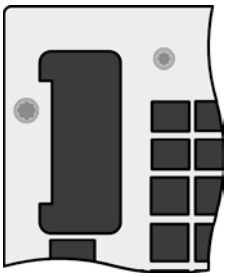
2.3.9 Installation eines Schnittstellen-Moduls

Die optional erhältlichen Schnittstellen-Module können durch den Anwender nachgerüstet werden und sind durch andere Module austauschbar. Die Einstellungen zum momentan installierten Modul variieren und sollten nach der Erstinstallation bzw. nach Wechsel des Modultyps überprüft und ggf. neu eingestellt werden.

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

Installationsschritte:

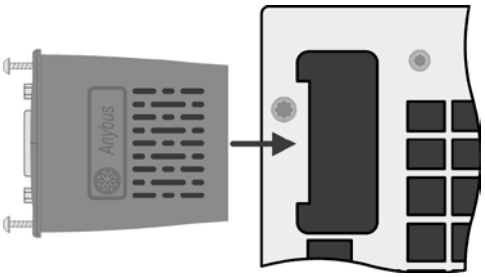
1.



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

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

2.

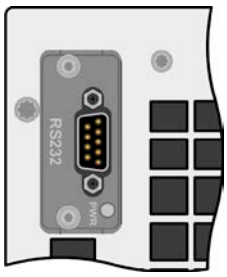


Schnittstellen-Modul paßgerecht in den Slot schieben. Es kann, aufgrund der Bauform, nicht falsch herum gesteckt werden.

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

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

3.



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

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

2.3.10 Anschließen des „Share“-Buses

Die rückseitig am Gerät befindliche Klemme „Share“ dient zur Verbindung mit dem Share-Bus-Anschluß weiterer PSB 9000, um bei Parallelbetrieb eine Stromsymmetrierung und schnelle Ausregelung der Geräte untereinander, besonders bei Funktionsgeneratorbetrieb (Sinus usw.) zu erreichen. Informationen zum Parallelbetrieb sind im Abschnitt *„3.12.1. Parallelschaltung als Master-Slave (MS)“* zu finden.

Für die Verschaltung des Share-Bus‘ gilt es folgendes zu beachten:

- Verbindung nur zwischen kompatiblen Geräten (siehe *„1.9.10. Share-Bus-Anschluß“*) und nur bis max. 16 Einheiten
- Sollten in einem konfigurierten System ein oder mehrere Einheiten nicht betrieben werden, weil weniger Leistung benötigt wird, dann sollte deren Share-Bus-Anschluß vom Share-Bus getrennt werden, weil sie aufgrund ihrer Impedanz auch im ausgeschalteten Zustand negativ auf den Share-Bus und dessen Regelsignal einwirken können. Die Trennung kann durch Abziehen der Stecker oder durch Schalter in der Plus-Leitung erfolgen.
- Der Share-Bus ist zwar auch zu anderen Serien kompatibel, regelt aber in zwei Richtungen für Quelle- und Senke-Betrieb und darf daher nur nach sorgfältiger Planung des Systems mit Geräten verbunden werden, die ausschließlich Quelle (Netzgerät) oder Senke (el. Last) sind.

2.3.11 Anschließen des USB-Ports (Rückseite)

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

2.3.11.1 Treiberinstallation (Windows)

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

2.3.11.2 Treiberinstallation (Linux, MacOS)

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

2.3.11.3 Treiberalternativen

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

2.3.12 Erstinbetriebnahme

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

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

2.3.13 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 *„2.3.12. Erstinbetriebnahme“.*

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

3. Bedienung und Verwendung

3.1 Begriffe

Das Gerät ist eine Kombination aus Netzgerät und elektronischer Last. Es kann abwechselnd in einer von zwei übergeordneten Betriebsarten arbeiten, die nachfolgend stellenweise unterschieden werden müssen:

- **Quelle / Quelle-Betrieb / Quelle-Modus**
  - das Gerät erzeugt als Netzgerät DC-Spannung für eine externe DC-Last
  - in dieser Betriebsart wird der DC-Anschluß als DC-Ausgang betrachtet
- **Senke / Senke-Betrieb / Senke-Modus**
  - das Gerät arbeitet als elektronische Last und nimmt DC-Energie von einer externen DC-Quelle auf
  - in dieser Betriebsart wird der DC-Anschluß als DC-Eingang betrachtet

3.2 Wichtige Hinweise

3.2.1 Personenschutz

- Um Sicherheit bei der Benutzung des Gerätes zu gewährleisten, darf das Gerät nur von Personen bedient werden, die über die erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen im Umgang mit gefährlichen elektrischen Spannungen unterrichtet worden sind
- Bei Geräten, die eine berührungsgefährliche Spannung erzeugen können oder an diese angebunden werden, ist stets die mitgelieferte DC-Anschluß-Abdeckung oder eine ähnliche, ausreichend sichere Abdeckung zu montieren
- Sicherheitshinweise in Abschnitt *1.7.1* beachten!

3.2.2 Allgemein

- Leerlauf, also Betrieb des Gerätes im Quelle-Modus ohne jegliche Last, ist keine normale und zu betrachtende Betriebsart und kann zu falschen Meßergebnissen führen
- Der optimale Arbeitspunkt des Gerätes liegt zwischen 50% und 100% Spannung und Strom
- Es wird empfohlen, das Gerät nicht unter 10% Spannung und Strom zu betreiben, damit die technischen Daten wie Ripple und Ausregelungszeiten eingehalten werden können

3.3 Regelungsarten

Ein Gerät wie dieses 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.

3.3.1 Spannungsregelung / Konstantspannung

Spannungsregelung wird auch Konstantspannungsbetrieb (kurz: **CV**) genannt.

Die Spannung am DC-Anschluß wird vom Gerät konstant auf dem eingestellten Wert gehalten, sofern der in den Verbraucher bzw. aus der Quelle fließende Strom den eingestellten Strommaximalwert bzw. sofern die Leistung nach $P = U_{DC} * I$ nicht den eingestellten Leistungsmaximalwert erreicht. Sollte einer dieser Fälle eintreten, so wechselt das Gerät automatisch in die Strombegrenzung bzw. Leistungsbegrenzung, jenachdem was zuerst zutrifft. Dabei kann die Spannung nicht mehr konstant gehalten werden und sinkt (bei Quelle-Betrieb) bzw. steigt (bei Senke-Betrieb) auf einen Wert, der sich durch das ohmsche Gesetz ergibt. CV ist für beide Betriebsarten, Quelle und Senke, verfügbar und welche von beiden sind ergibt hängt primär davon ab, welche Spannung am DC-Anschluß vorhanden und auf was der Spannungssollwert gesetzt ist.

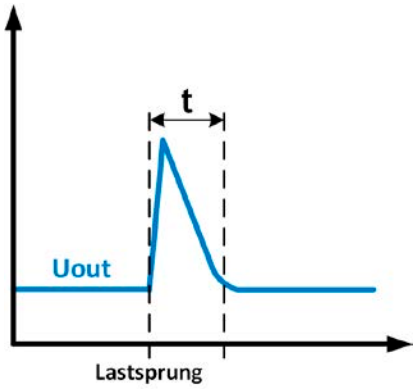
Solange die DC-Leistungsstufe eingeschaltet und Konstantspannungsbetrieb aktiv ist, wird der Zustand „CV-Betrieb aktiv“ als Kürzel **CV** auf der grafischen Anzeige und auch als Signal auf der analogen Schnittstelle ausgegeben, kann aber auch als Status über die digitalen Schnittstellen ausgelesen werden.

3.3.1.1 Ausregelzeit (Quelle-Betrieb)

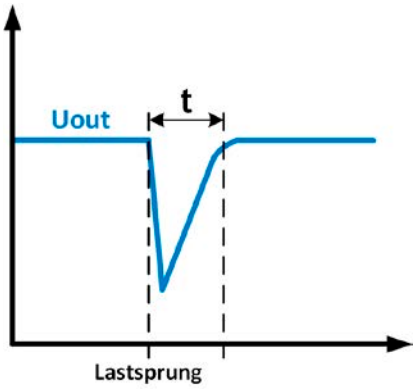
Das technische Datum „Ausregelzeit nach Lastwechsel“ (siehe *1.8.3*) definiert die Zeit, die der Spannungsregler des Gerätes im CV-Betrieb benötigt, um die Ausgangsspannung bei Quelle-Betrieb nach einem Lastwechsel wieder auf den eingestellten Wert auszuregeln. Technisch bedingt führt ein Lastsprung von einem kleinen Strom zu einem hohen (Belastung) zu einem kurzzeitigen Einbruch der Ausgangsspannung, sowie ein Lastsprung von einem hohen Strom zu einem niedrigen (Entlastung) zu einer kurzzeitigen Erhöhung der Ausgangsspannung.

Die Amplitude des Einbruchs oder der Erhöhung ist modellabhängig von der aktuellen Ausgangsspannung, der Ausgangskapazität und dem eigentlichen Lastsprung und kann daher nicht genau oder pauschal angegeben werden.

Verdeutlichungen:



Beispiel Entlastung: die Ausgangsspannung steigt kurzzeitig über den eingestellten Wert. t = Ausregelzeit



Beispiel Belastung: die Ausgangsspannung bricht kurzzeitig unter den eingestellten Wert ein. t = Ausregelzeit

3.3.2 Stromregelung / Konstantstrom / Strombegrenzung

Stromregelung wird auch Strombegrenzung oder Konstantstrombetrieb (kurz: **CC**) genannt.

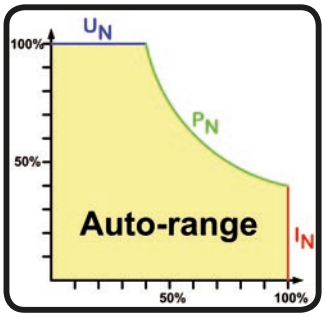
Der Strom DC-Anschluß wird vom Gerät konstant auf dem eingestellten Wert gehalten, wenn der in den Verbraucher (Quelle-Betrieb) bzw. aus der DC-Quelle (Senke-Betrieb) fließende Strom den eingestellten Stromsollwert erreicht. Der bei Quelle-Betrieb aus dem Gerät fließende Strom ergibt sich nur aus der eingestellten Ausgangsspannung und dem tatsächlichen Widerstand des Verbrauchers.

Ist der Strom unter dem eingestellten Wert, findet Spannungsregelung oder Leistungsregelung statt. Erreicht der Strom den eingestellten Wert, wechselt das Gerät automatisch in Konstantstrombetrieb. Wenn jedoch die vom Verbraucher entnommene Leistung bzw. die aus der Quelle aufgenommene Leistung die Maximalleistung des Gerätes oder den eingestellten Leistungssollwert erreicht, wechselt das Gerät automatisch in Leistungsbegrenzung und stellt Spannung und Strom nach P = U * I ein.

Solange die DC-Leistungsstufe eingeschaltet und Konstantstrombetrieb 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.

3.3.3 Leistungsregelung / Konstantleistung / Leistungsbegrenzung

Leistungsregelung, auch Leistungsbegrenzung oder Konstantleistung (kurz: **CP**) genannt, hält die DC-Leistung konstant auf dem eingestellten Wert, wenn der in den Verbraucher (Quelle-Betrieb) bzw. aus der externen Quelle in das Gerät fließende Strom (Senke-Betrieb) in Zusammenhang mit der Spannung am DC-Anschluß nach P = U * I (Senke) bzw. P = U² / R (Quelle) die Maximalleistung erreicht.



Im Quelle-Betrieb regelt die Leistungsbegrenzung den Strom dann nach I = SQR(P / R) bei der eingestellten Ausgangsspannung ein (R = Widerstand des Verbrauchers).

Die Leistungsbegrenzung arbeitet nach dem Auto-range-Prinzip, so daß bei geringer Spannung hoher Strom oder bei hoher Spannung geringer Strom fließen kann, um die Leistung im Bereich P_N (siehe Grafik rechts) konstant zu halten.

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.

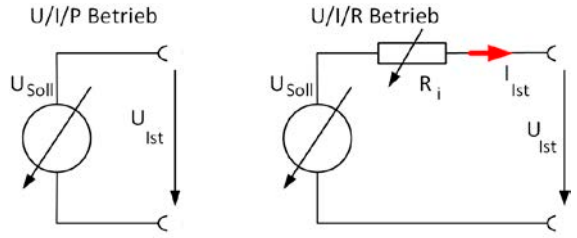
Solange die DC-Leistungsstufe eingeschaltet und Konstantleistungsbetrieb aktiv ist, wird der Zustand „CP-Betrieb aktiv“ als Kürzel **CP** auf der grafischen Anzeige ausgegeben, kann aber auch als Status über die digitalen Schnittstellen ausgelesen werden.

Die Mehrleistung (hier: Leitungsverluste), die das Gerät im Quelle-Betrieb und bei verbundener Fernfühlung am DC-Ausgang abgibt, wird vom Gerät nicht erfaßt und dadurch könnte das Gerät bereits in Leistungsbegrenzung sein, ohne dies explizit durch „CP“ anzuzeigen. Im Senke-Betrieb wird der CP-Modus korrekt angezeigt, für die der externen Quelle entnommenen Leistung.

3.3.4 Innenwiderstandsregelung (Quelle-Betrieb)

Innenwiderstandsregelung (kurz: CR) im Quelle-Betrieb (Netzgerät) ist eine Simulation eines imaginären, variablen Innenwiderstandes, der in Reihe zum Verbraucher liegt und nach dem ohmschen Gesetz einen Spannungsabfall bedingt, der die tatsächliche Ausgangsspannung von der eingestellten um den berechneten Betrag abweichen läßt. Dies funktioniert in der Strombegrenzung und Leistungsbegrenzung gleichermaßen, jedoch weicht hier die tatsächliche Ausgangsspannung noch mehr von der eingestellten ab, da keine Konstantspannungsregelung aktiv sein kann.

Der einstellbare Bereich des Widerstandes ist in den technischen Daten angegeben. Die Regelung der Ausgangsspannung anhand des Ausgangsstromes erfolgt rechnerisch durch den Microcontroller des Gerätes und ist daher langsamer als andere Regler im Gerät. Verdeutlichung:



$$U_{Ist} = U_{Soll} - I_{Ist} * R_{Soll} \Big|^{P_{Soll},\ I_{Soll}}$$

$$P_{Ri} = (U_{Soll} - U_{Ist}) * I_{Ist}$$

Bei aktivierter Innenwiderstandseinstellung, d.h. R-Modus, ist der Funktionsgenerator deaktiviert und der angezeigte Leistungsistwert exkludiert die simulierte Verlustleistung an Ri.

3.3.5 Widerstandsregelung/Konstantwiderstand (Senke-Betrieb)

Im Senke-Betrieb, wenn das Gerät als elektronische Last arbeitet deren Wirkungsprinzip auf einem variablen Innenwiderstand beruht, ist Widerstandsregelung bzw. Konstantwiderstandbetrieb (kurz: CR) ein fast natürlicher Vorgang. Die Last versucht dabei, ihren eigenen tatsächlichen Innenwiderstand auf den vom Anwender eingestellten Wert zu bringen und den Eingangsstrom nach dem ohmschen Gesetz $I_{EIN} = U_{EIN} / R_{SOLL}$ und in Abhängigkeit von der Eingangsspannung einzustellen.

Bei der Serie PSB 9000 bestimmt die Differenz zwischen angelegter Eingangsspannung und Spannungssollwert den Strom. Es gibt dabei zwei Situationen:

a) Die am DC-Eingang angelegte Spannung ist größer als der Spannungssollwert

In dieser Situation erweitert sich die obige Formel zu $\mathbf{I_{EIN} = (U_{EIN} - U_{SOLL}) / R_{SOLL}}$.

Ein Beispiel: die angelegte Spannung ist 200 V, der Widerstand R_{SOLL} für Senke-Betrieb ist auf 10 Ω eingestellt und die Spannung U_{SOLL} auf 0 V. Wenn man nun den DC-Eingang einschaltet, müßte sich ein Iststrom von rechnerisch 20 A einstellen und der Istwiderstand R_{MON} sollte ungefähr 10 Ω betragen. Würde man nun die Spannung U_{SOLL} auf 100 V einstellen, würde sich der Iststrom auf 10 A ändern, der Istwiderstand jedoch bliebe gleich.

b) Die am DC-Eingang angelegte Spannung ist gleich oder kleiner als der Spannungssollwert

In dem Fall würde das PSB 9000 entweder gar keinen Strom aufnehmen (CV-Betrieb) oder, sofern die Eingangsspannung gleich dem Spannungssollwert ist oder um diesen herumpendelt, ständig zwischen CV und CR wechseln. Daher wird empfohlen, den Spannungssollwert stets anders zu dem der externen Quelle einzustellen.

Dem Innenwiderstand sind gegen Null hin (Strombegrenzung oder Leistungsbegrenzung wird aktiv), sowie nach oben hin (Auflösung der Stromregelung zu ungenau) natürliche Grenzen gesetzt. Da der Innenwiderstand nicht 0 sein kann, ist der einstellbare Anfangswert auf das machbare Minimum begrenzt. Das soll auch sicherstellen, daß die interne elektronische Last bei einer sehr geringen Eingangsspannung, aus der sich bei einem geringen eingestellten Widerstand dann wiederum ein sehr hoher Eingangsstrom errechnet, diesen auch aus der Quelle entnehmen kann, bis hin zum am Gerät eingestellten Strom.

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

3.3.6 Umschaltung der Betriebsart Quelle <-> Senke

Die beiden Betriebsarten Quelle-Betrieb und Senke-Betrieb wechseln untereinander automatisch und in Abhängigkeit vom Verhältnis zwischen dem Istwert der Spannung am DC-Anschluß bzw. am Fernfühlungseingang (wenn verwendet) und dem Sollwert der Spannung. Das bedeutet, daß wenn eine externe Spannungsquelle anliegt, z. B. eine Batterie, der Spannungssollwert bestimmt, welche Betriebsart sich einstellt. Bei einer Last, die keine eigene Spannung erzeugen kann, wird somit nur Quelle-Betrieb gefahren.

Regeln bei Anwendungen mit externer Spannungsquelle:

- Ist der Sollwert höher als der von der externen Spannungsquelle geht das Gerät in Quelle-Betrieb (Netzgerät).
- Ist der Sollwert niedriger, geht es in Senke-Betrieb (elektronische Last).

Möchte man eine der beiden Betriebsarten explizit fahren, also ohne automatischen Wechsel, müßte man:

- für Nur-Quelle-Betrieb den Stromsollwert der Senke auf 0 stellen
- für Nur-Senke-Betrieb den Spannungssollwert auf 0 stellen

3.3.7 Regelverhalten und Stabilitätskriterium

Wenn das Gerät als Senke, als elektronische Last arbeitet, zeichnet es 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 oder Batterielader, 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 angebracht, eventuell auch am Fernfühlungseingang, wenn dieser zur Quelle verbunden ist. Welcher Wert den gewünschten Effekt bringt, ist nicht festlegbar. Wir empfehlen:

60/80 V-Modelle: 1000uF....4700uF

200/360 V-Modelle: 100uF...470uF

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

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

3.4 Alarmzustände

Dieser Abschnitt gibt nur eine Übersicht über mögliche Alarmzustände. Was zu tun ist im Fall, daß Ihr Gerät Ihnen einen Alarm anzeigt, wird in Abschnitt „3.7. Alarme und Überwachung“ erläutert.

Grundsätzlich werden alle Alarmzustände optisch (Text + Meldung in der Anzeige), akustisch (wenn Alarmton aktiviert) und als über digitale Schnittstelle auslesbarer Status, sowie Alarmzähler signalisiert. Die Alarmzustände OT und OVP werden zusätzlich über die analoge Schnittstelle signalisiert. Zwecks nachträglicher Erfassung der Alarme kann ein Alarmzähler im Display angezeigt oder per digitaler Schnittstelle ausgelesen werden.

3.4.1 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)
- Eine der Leistungsstufen im Gerät ist defekt

Bei einem Power Fail stoppt das Gerät die Leistungsabgabe bzw. -aufnahme und schaltet den DC-Anschluß aus. Das Verhalten des DC-Anschlusses nach einem PF-Alarm im laufenden Betrieb ist im MENU einstellbar. Siehe *„3.5.3. Konfiguration im MENU“*, Parameter „DC-Anschluß nach PF-Alarm“.

Das Trennen des Gerätes von der Stromversorgung wird wie ein Netzausfall interpretiert. Daher tritt beim Ausschalten jedesmal ein „Alarm: PF“ auf, der in dem Fall ignoriert werden kann.

3.4.2 Übertemperatur (Overtemperature)

Ein Übertemperaturalarm (kurz: OT) tritt auf, wenn ein Gerät durch zu hohe Innentemperatur selbständig die Leistungsstufen abschaltet. Das kann normalerweise nur passieren, wenn die Umgebungstemperatur höher als die zulässige Betriebstemperatur des Gerätes ist. Nach dem Abkühlen kann das Gerät die Leistungsstufen automatisch wieder einschalten, jenachdem was bei „DC-Anschluß nach OT-Alarm“ gewählt wurde. Siehe *3.5.3.1*.

3.4.3 Überspannung (Overvoltage)

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

- das Gerät selbst (Quelle-Betrieb) oder die externe Quelle (Senke-Betrieb) eine höhere Ausgangsspannung auf den DC-Anschluß bringt, als mit der einstellbaren Überspannungs-Alarmschwelle (OVP, 0...110% U_{Nenn}) festgelegt
- der OVP-Schwellwert zu nah über den Spannungssollwert gesetzt wurde und das Gerät im Quelle-Betrieb und CC-Betriebsart durch schlagartige Entlastung einen Spannungssprung macht, der zu einem Spannungsüberschwinger führt, der zwar kurze Zeit danach ausgeregelt wird, aber unter Umständen den OVP auslöst

Diese Funktion dient dazu, dem Betreiber des Gerätes akustisch oder optisch mitzuteilen, daß es möglicherweise eine überhöhte Spannung erzeugt oder von außen erfahren hat und entweder ein Defekt des Gerätes oder der angeschlossenen Last resultieren könnte.

- Das Gerät ist nicht mit Schutzmaßnahmen gegen Überspannung von außen ausgestattet
- Der Wechsel der Betriebsart CC -> CV kann im Quelle-Betrieb zum Überschwingen der Spannung führen

3.4.4 Überstrom (Overcurrent)

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

- der im DC-Anschluß fließende Strom die eingestellte OCP-Schwelle erreicht

Diese Schutzfunktion dient nicht dem Schutz des Gerätes, sondern dem Schutz der angeschlossenen Last im Quelle-Betrieb bzw. der externen Quelle im Senke-Betrieb, damit diese nicht durch zu hohen Strom beschädigt oder bei einem Defekt, der überhöhten Strom zur Folge hat, nicht irreparabel zerstört wird.

3.4.5 Überleistung (Overpower)

Ein Überleistungsalarm (kurz: OPP) führt zur Abschaltung der DC-Leistungsstufen und kann auftreten, wenn

- das Produkt aus am DC-Anschluß vorhandener Spannung und Strom die eingestellte OPP-Schwelle erreicht

Diese Schutzfunktion dient nicht dem Schutz des Gerätes, sondern dem Schutz der angeschlossenen Last (Quelle-Betrieb) bzw. der externen Quelle (Senke-Betrieb), falls diese durch zu hohe Leistungsaufnahme beschädigt werden könnte.

3.4.6 „Safety OVP“

Dieser Extraschutz ist **nur im 60 V-Modell** verbaut. Ähnlich wie beim normalen Überspannungsalarm (OVP, siehe *3.4.3*) schaltet der „Sicherheits-OVP“ den DC-Anschluß zum Schutz der Applikation bzw. von Personen ab. Dieser Alarm soll verhindern, daß das Gerät im Quelle-Betrieb eine Ausgangsspannung von mehr als 60 V ausgibt. Der Alarm kann allerdings auch durch externe Quellen ausgelöst werden, wenn diese eine Spannung höher als diesen Grenzwert auf den DC-Eingang geben.

Ein Sicherheits-OVP-Alarm tritt auf wenn

- wenn die Spannung am DC-Anschluß des Gerätes die feste Schwelle 60,6 V erreicht.

Tritt der Alarm auf, wird der DC-Anschluß abgeschaltet und der Alarm „Safety OVP“ in der Anzeige erscheinen. Dieser Alarm kann nicht wie andere Alarme bestätigt und zurückgesetzt werden. Hier ist es erforderlich, das Gerät aus- und wieder einzuschalten.

Im Normalbetrieb sollte der Alarm nicht auslösen. Es gibt jedoch Situationen wo er trotzdem auslösen könnte, wie z. B. wenn mit Spannungen dicht an der Auslöseschwelle gearbeitet wird oder das Gerät schlagartig die Strombegrenzung bei I = 0 A verläßt.

Bei angeschlossener Fernfühlung ist, zumindest bei Quelle-Betrieb, die Ausgangsspannung um den Betrag der Ausregelung höher als der Sollwert. Daher greift der Safety OVP ggf. schon bei einer Ausgangsspannung unter 60 V.

3.5 Manuelle Bedienung

3.5.1 Einschalten des Gerätes

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

Nach dem Einschalten zeigt das Gerät für einige Sekunden in der Anzeige einige gerätespezifische Informationen (Modell, Firmwareversion(en) usw.), dann für 3 Sekunden eine Sprachauswahl und ist danach betriebsbereit.

Im Einstellmenü MENU (siehe Abschnitt *„3.5.3. Konfiguration im MENU“*) befindet sich im Untermenü „**Allg. Einstellungen**“ eine Option „**DC-Anschluß nach Power ON**“, mit welcher der Anwender bestimmen kann, wie der Zustand der DC-Leistungsstufen nach dem Einschalten des Gerätes ist. Werkseitig ist diese Option deaktiviert (=“**AUS**“). „**AUS**“ bedeutet, die DC-Leistungsstufen wären nach dem Einschalten des Gerätes immer aus und „**Wiederhstl.**“ bedeutet, daß der letzte Zustand wiederhergestellt wird, so wie er beim letzten Ausschalten war, also entweder ein oder aus. Sämtliche Sollwerte, sowie ein vorher aktivierter Master-Slave-Betriebsmodus, werden wiederhergestellt.

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

3.5.2 Ausschalten des Gerätes

Beim Ausschalten des Gerätes werden der Zustand der Leistungsstufen und die zuletzt eingestellten Sollwerte gespeichert. Weiterhin wird ein „Alarm: PF“ gemeldet. Dieser kann ignoriert werden. Die Leistungsstufen werden sofort ausgeschaltet und nach kurzer Zeit die Lüfter, das Gerät ist nach ein paar Sekunden dann komplett aus.

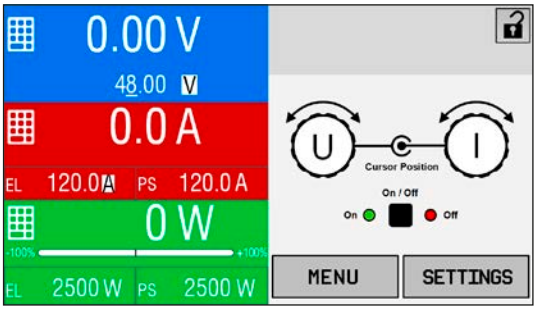
3.5.3 Konfiguration im MENU

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-Anschluß **ausgeschaltet** ist. Siehe Grafiken rechts.

Ist der DC-Anschluß hingegen eingeschaltet, werden statt einem Einstellmenü nur Statusinformationen angezeigt.

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

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



3.5.3.1 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 *1.9.6.1.*
Analogschnittstelle Bereich	Wählt den Spannungsbereich für die analogen Sollwerteingänge, Istwertausgänge und den Referenzspannungsausgang. • **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 *„3.6.4 Fernsteuerung über Analogschnittstelle (AS)“ auf Seite 53.*
Analogschnittstelle Rem-SB	Legt fest, wie der Eingangspin „Rem-SB“ an der eingebauten Analogschnittstelle logisch funktionieren soll, gemäß der in *„3.6.4.4 Spezifikation der Analogschnittstelle“ auf Seite 54* angegebenen Pegel. Siehe auch *„3.6.4.7. Anwendungsbeispiele“*. • **Normal** = Pegel und Funktion wie in der Tabelle in *3.6.4.4* gelistet • **Invertiert** = Pegel und Funktion invertiert
Analog Rem-SB Verhalten	Legt fest, wie der Eingangspin „Rem-SB“ an der eingebauten Analogschnittstelle auf die DC-Leistungsstufen wirken soll: • **DC AUS** = Die Leistungsstufen können über den Pin nur ausgeschaltet werden • **DC AUTO** = Die Leistungsstufen können über den Pin aus- und wieder eingeschaltet werden
Analogschnittstelle Pin 6	Pin 6 der Analogschnittstelle (siehe Abschnitt *3.6.4.4*) signalisiert standardmäßig die Gerätealarme OT und PF. Dieser Parameter erlaubt es, auch nur einen von beiden auf dem Pin auszugeben (3 mögliche Auswahlmöglichkeiten): **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 *3.6.4.4)* signalisiert standardmäßig nur den Gerätealarm OVP. Dieser Parameter erlaubt es, auch weitere Gerätalarme 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 *3.6.4.4*) 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-Anschlusses
DC-Anschluss 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-Anschluss nach Power ON	Legt fest, wie der Zustand der DC-Leistungsstufen nach dem Einschalten des Gerätes sein soll. • **AUS** = DC-Anschluß ist nach dem Einschalten des Gerätes immer aus • **Wiederhstl.** = Zustand des DC-Anschlußes wird wiederhergestellt, so wie er beim letzten Ausschalten des Gerätes war
DC-Anschluss nach PF Alarm	Legt fest, wie sich die DC-Leistungsstufen des Gerätes nach einem Powerfail-Alarm, wie z. B. durch Unterspannung verursacht, verhalten sollen: • **AUS** = DC-Anschluß bleibt aus • **AUTO** = Das Gerät stellt automatisch den Zustand am DC-Anschluß wieder her, wie vor dem OT-Alarm (normalerweise bedeutet das DC-Anschluß = ein)

Einstellung	Beschreibung
DC-Anschluss nach Remote	Bestimmt, wie der Zustand der DC-Leistungsstufen nach manuellem oder per Befehl veranlaßtem Beenden der Fernsteuerung sein soll: • **AUS** = nach dem Verlassen der Fernsteuerung immer aus • **AUTO** = Zustand wird beibehalten
R-Modus aktivieren	Aktiviert („**Ja**“) bzw. deaktiviert („**Nein**“) die Innenwiderstandsregelung. Bei aktiviertem R-Modus kann ein zu simulierender Innenwiderstandwert in der Normalanzeige als zusätzlicher Sollwert eingestellt werden. Mehr dazu siehe *„3.3.4. Innenwiderstandsregelung (Quelle-Betrieb)“* und *„3.5.6. Sollwerte manuell einstellen“.*
USB Trennzeichen-Format	Legt das Trennzeichen-Format der CSV-Datei beim USB-Logging (siehe auch *1.9.6.5* und *3.5.8*) 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 zurücksetzen	Bedienfeld „**Start**“ setzt alle Einstellungen (HMI, Profile usw.) auf Standardwerte, sowie alle Sollwerte auf 0 zurück.
Gerät neustarten	Bewirkt einen Warmstart des Gerätes.
Master-Slave-Modus	Mit Wahl „**MASTER**“ oder „**SLAVE**“ wird der Master-Slave-Modus (kurz: MS) aktiviert und gleichzeitig die Funktion des Gerätes im MS-Verbund festgelegt. Näheres zum MS-Modus siehe Abschnitt *„3.12.1. Parallelschaltung als Master-Slave (MS)“.*
Master-Init. wiederholen	Bedienfeld „**Initalisieren**“ initialisiert das Master-Slave-System neu für den Fall, daß die automatische Enumerierung der Slave-Einheiten durch den Master einmal nicht funktionieren sollte und somit weniger Gesamtleistung zur Verfügung stehen würde.

3.5.3.2 Menü „Nutzer-Events“

Siehe *„3.7.2.1 Benutzerdefinierbare Ereignisse (Events)“ auf Seite 60.*

3.5.3.3 Menü „Profile“

Siehe *„3.10 Nutzerprofile laden und speichern“ auf Seite 62.*

3.5.3.4 Menü „Übersicht“

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

3.5.3.5 Menü „Info HW, SW...“

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

3.5.3.6 Menü „Funkt.Generator“

Siehe *„3.11 Der Funktionsgenerator“ auf Seite 63.*

3.5.3.7 Menü „Kommunikation“

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

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

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

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

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

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

IF	Ebene 1	Ebene 2	Ebene 3	Beschreibung
CAN	**Basis-ID**			Einstellung der CAN-Basis-ID (11 Bit oder 29 Bit, Hexadezimalformat). Standardwert: **0h**
	Baudrate			Einstellung der CAN-Busgeschwindigkeit in den typischen Werten zwischen 10 kbps und 1Mbps. Standardwert: **500 kbps**
	Terminierung			Ein- oder Ausschalten des elektronisch geschalteten, im Modul befindlichen Busabschlußwiderstandes. Standardwert: **AUS**
	Broadcast ID			Einstellung der CAN-Broadcast-ID (11 Bit oder 29 Bit, Hexadezimalformat). Standardwert: **7ffh**
	ID Format			Wahl des CAN-ID-Formates zwischen **Base** (11 Bit IDs, 0h...7ffh) oder **Extended** (29 Bit IDs, 0h...1fffffffh)
	Zyklische Kommunikation	**Basis-ID Lesen**		Einstellung der CAN-Basis-ID (11 Bit oder 29 Bit, Hexadezimalformat) für das zyklische Lesen von bis zu 5 Objektgruppen (siehe „**Lese-Timing**“). Das Gerät sendet über diese IDs die Inhalte der Objektgruppen automatisch, sofern aktiviert. Siehe Programmieranleitung. Standardwert: **100h**
		Basis-ID Senden		Einstellung der CAN-Basis-ID (11 Bit oder 29 Bit, Hexadezimalformat) für das zyklische Senden von Status und Sollwerten. Das Gerät empfängt über diese IDs die Inhalte zweier bestimmter Objektgruppen im kompakteren Format. Siehe Programmieranleitung. Standardwert: **200h**
		Lese-Timing (PS)	**Status**	Aktivierung/Deaktivierung und Zeiteinstellung zum automatischen Lesen des Status‘ über die eingestellte „**Basis-ID Lesen**“. Einstellbereich: 20...5000 ms. Standardwert: 0 ms (deaktiviert).
			Istwerte	Aktivierung/Deaktivierung und Zeiteinstellung zum automatischen Lesen der Istwerte über die eingestellte „**Basis-ID Lesen + 1**“. Einstellbereich: 20...5000 ms. Standardwert: 0 ms (deaktiviert).
			Sollwerte	Aktivierung/Deaktivierung und Zeiteinstellung zum automatischen Lesen der Sollwerte für den Quelle-Betrieb über die eingestellte „**Basis-ID Lesen + 2**“. Einstellbereich: 20...5000 ms. Standardwert: 0 ms (deaktiviert).
			Limits 1	Aktivierung/Deaktivierung und Zeiteinstellung zum automatischen Lesen der „Limits“ (U, I) für den Quelle-Betrieb über die eingestellte „**Basis-ID Lesen + 3**“. Einstellbereich: 20...5000 ms. Standardwert: 0 ms (deaktiviert)
			Limits 2	Aktivierung/Deaktivierung und Zeiteinstellung zum automatischen Lesen der „Limits“ (P, R) für den Quelle-Betrieb über die eingestellte „**Basis-ID Lesen + 4**“. Einstellbereich: 20...5000 ms. Standardwert: 0 ms (deaktiviert)
		Lese-Timing (EL)	**Sollwerte**	Aktivierung/Deaktivierung und Zeiteinstellung zum automatischen Lesen der Sollwerte für den Senke-Betrieb über die eingestellte „**Basis-ID Lesen + 5**“. Einstellbereich: 20...5000 ms. Standardwert: 0 ms (deaktiviert).
			Limits	Aktivierung/Deaktivierung und Zeiteinstellung zum automatischen Lesen der „Limits“ (I, P, R) für den Senke-Betrieb über die eingestellte „**Basis-ID Lesen + 6**“. Einstellbereich: 20...5000 ms. Standardwert: 0 ms (deaktiviert)
	Datenlänge			Festlegung der Nachrichtenlänge von allen vom Gerät gesendeten Nachrichten (Antworten). **AUTO** = Länge variiert je nach Objekt zwischen 3 und 8 Bytes **Immer 8 Bytes** = Länge ist immer 8 Bytes, mit Nullen aufgefüllt

IF	Ebene 1	Beschreibung
Profinet/IO, 1 & 2 Port	**Hostname**	Beliebig wählbarer Hostname (Standard: Client)
	Domäne	Beliebig wählbare Domäne (Standard: Workgroup)
	Funktionsbe-schreib.	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zum Profinet-Tag „Funktionsbe-schreibung“ (*Function tag)*. Max. Länge: 32 Zeichen
	Standortbe-schreib.	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zum Profinet-Tag „Standortbe-schreibung“ (*Location tag)*. Max. Länge: 22 Zeichen
	Stationsname	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zur Beschreibung des Profinet-Stationsnamens. Max. Länge: 200 Zeichen
	Beschreib.	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zur Beschreibung des Profibus-Slaves. Max. Länge: 54 Zeichen
	Datum der Instal-lation	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zum Profibus-Tag „Installationdatum“ (*Installation date)*. Max. Länge: 40 Zeichen

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

Element	Beschreibung
Kom.-Timeout	**Timeout USB/RS232** (in Millisekunden) Standardwert: 5, Bereich: 5...65535 Stellt die Zeit ein, die max. bei zwischen der Übertragung von zwei Bytes oder Blöcken von Bytes ablaufen darf. Mehr dazu in der externen Dokumentation „Programming ModBus & SCPI“. **Timeout ETH** (in Sekunden) Standardwert: 5, Bereich: 5...65535 Findet während der eingestellten Zeit keine Befehls-Kommunikation mit dem Gerät statt, schließt sich die Socketverbindung seitens des Gerätes. Das Timeout wird unwirksam, solange die Option „TCP keep-alive“ aktiviert ist und vom Netzwerk aktiv unterstützt wird.
Kom.-Protokolle	Aktivieren / Deaktivieren der Kommunikationsprotokolle SCPI und ModBus Jeweils eins von beiden kann deaktiviert werden, wenn nicht benötigt.
Logging	Aktiviert/deaktiviert die Datenaufzeichnung (Logging) auf USB-Stick. Wenn aktiviert, kann ein Intervall für das Logging (mehrere Schritte, 500 ms ... 5 s) festgelegt werden. Außerdem kann man wählen, wie das Logging gestartet/gestoppt wird. Mehr siehe *„3.5.8. Datenaufzeichnung auf USB-Stick (Logging)“*.

3.5.3.8 Menü „HMI Einstellungen“

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

Element	Beschreibung
Sprache	Umschaltung der Sprache in der Anzeige zwischen Deutsch, Englisch (Standardeinstel-lung), Russisch oder Chinesisch
Tastenton	Aktiviert bzw. deaktiviert die Tonausgabe bei Betätigung einer Taste oder eines Bedien-feldes 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 *„3.7 Alarme und Überwachung“ auf Seite 58.*
HMI Sperre	Siehe *„3.8 Bedieneinheit (HMI) sperren“ auf Seite 61.*
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 dann eine erfolgt, schaltet sich die Beleuchtung automatisch wieder ein. Weiterhin kann die Helligkeit der Hintergrundbeleuchtung eingestellt werden.
Limits Sperre	Siehe *„3.9 Einstellgrenzen (Limits) sperren“ auf Seite 61*

3.5.4 Einstellgrenzen (Limits)

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

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

Der volle Bereich kann in einigen Fällen, besonders zum Schutz von Anwendungen gegen Überspannung, hinderlich sein. Daher können jeweils für Spannung (U), 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 nur 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 dreieckigen Pfeile, um „**5. Quelle Limits**“ oder „**6. Senke 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 ENTER.

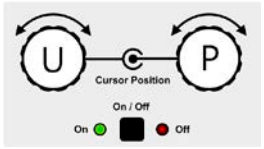
Die Einstellwerte können auch direkt über eine Zehnertastatur eingegeben werden. Diese erscheint, wenn man auf der jeweiligen Seite auf das Bedienfeld „Direkteingabe“ tippt.

Die Einstellgrenzen sind an die Sollwerte gekoppelt. Das bedeutet, daß die obere Einstellgrenze (-max) des Sollwertes nicht kleiner bzw. die untere Einstellgrenze (-min) nicht höher eingestellt werden kann als der Sollwert momentan ist.
Beispiel: Wenn man die Einstellgrenze der Leistung (P-max) auf 2000 W einstellen möchte und der Leistungssollwert ist noch auf 2500 W eingestellt, dann müßte man den Leistungssollwert zuerst auf 2000 W oder geringer einstellen, um P-max auf 2000 W setzen zu können.

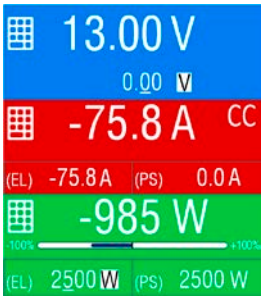
3.5.5 Bedienart wechseln

Generell wird bei manueller Bedienung einem PSB 9000 zwischen drei Bedienarten (U/P, U/I, U/R) 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 U und P (Senke) gewählt.



Je nach getroffener Wahl wird dem rechten Drehknopf ein anderer Sollwert zum Einstellen zugeordnet, während der linke Drehknopf immer die Spannung stellt.

Um den ständigen Wechsel der Zuordnung zu umgehen, können Sie, bei z. B. Zuordnung U/I gewählt, auch die Leistung durch Direkteingabe stellen. Siehe dazu 3.5.6.

Was das Gerät bei eingeschaltetem DC-Anschluß dann tatsächlich als aktuelle Regelungsart bzw. Betriebsart einstellt, hängt nur von den Sollwerten ab. Mehr Informationen dazu finden Sie in *„3.3. Regelungsarten“.*

3.5.6 Sollwerte manuell einstellen

Die Einstellung der Sollwerte von Spannung, Strom und Leistung ist die grundlegende Bedienmöglichkeit eines Stromversorgungsgerätes und daher sind die beiden Drehknöpfe auf der Vorderseite des Gerätes bei manueller Bedienung stets zwei von diesen drei Sollwerten zugewiesen.

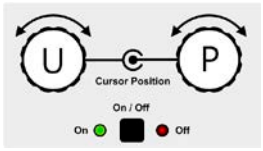
Für Quelle- und Senke-Betrieb gibt es jeweils getrennt einstellbare Sollwerte für Strom und Leistung und Widerstand, die in der Anzeige entsprechend betitelt sind. Der Widerstandswert ist an den sogenannten R-Modus gekoppelt, der in den „Allg. Einstellungen“ im MENU aktiviert werden muß. Siehe dazu *„3.5.3. Konfiguration im MENU“* und *„3.3.4. Innenwiderstandsregelung (Quelle-Betrieb)“* bzw. *„3.3.5. Widerstandsregelung/Konstantwiderstand (Senke-Betrieb)“.*

Die Sollwerte können auf zwei Arten manuell vorgegeben werden, per **Drehknopf** oder **Direkteingabe**. Bei Benutzung der Drehknöpfe werden Werte kontinuierlich verstellt, die Direkteingabe erzeugt Sprünge.

Die Eingabe von Sollwerten, egal ob per Knopf oder direkt, setzt den Sollwert immer sofort, egal ob die DC-Leistungsstufen ein- oder ausgeschaltet sind.

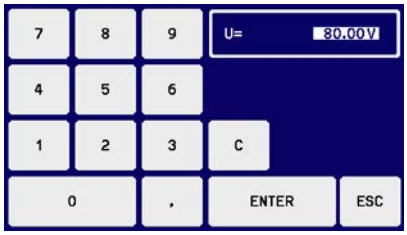
Die Einstellung der Sollwerte kann nach oben oder unten hin begrenzt sein durch die Einstellgrenzen. Siehe auch „3.5.4 Einstellgrenzen (Limits)“ auf Seite 48. Bei Erreichen einer der Grenzen wird in der Anzeige, links neben dem Wert, für 1,5 Sekunden ein Hinweis „Limit: U-max“ usw. eingeblendet (manuelle 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 die Leistung (P) zugewiesen ist, Sie möchten aber den Strom einstellen, können Sie die Zuordnung ändern, indem Sie auf die Abbildung des rechten Drehknopfes tippen, so oft, bis ein „I“ für Strom auf dem Knopf angezeigt wird. Im linken Bereich der Anzeige ist dann entweder der Stromsollwert für Senke- oder Quelle-Betrieb ausgewählt, markiert durch die invertiert dargestellte Einheit.
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 (unterstrichene Stelle) im Uhrzeigersinn:

► 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 auf die kleinen Zehnertastatur-Symbole tippen. Also z. B. auf das Symbol im blauen 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 eingeben, der höher als die jeweilige Einstellgrenze ist, erscheint ein Hinweis und der eingegebene Wert wird auf 0 zurückgesetzt und nicht übernommen.

3.5.7 DC-Anschluß ein- oder ausschalten

Der DC-Anschluß des Gerätes kann manuell oder ferngesteuert aus- oder eingeschaltet werden. Bei manueller Bedienung kann dies jedoch durch die Bedienfeldsperre verhindert sein. Der Anschluß arbeitet nach dem Einschalten entweder als Eingang (Senke-Betrieb) oder Ausgang (Quelle-Betrieb). Mehr dazu ist in *„3.3.6. Umschaltung der Betriebsart Quelle <-> Senke“* zu finden.

Das manuelle oder ferngesteuerte (digital) Einschalten des DC-Anschlusses kann durch den Eingangspin REM-SB der eingebauten Analogschnittstelle gesperrt sein. Siehe dazu auch 3.5.3.1 und Beispiel a) in 3.6.4.7.

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

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

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

1. Siehe Abschnitt *„3.6.4 Fernsteuerung über Analogschnittstelle (AS)“ auf Seite 53.*

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

1. Siehe externe Dokumentation „Programmieranleitung ModBus & SCPI“, falls Sie eigene Software verwenden, bzw. siehe externe Dokumentation der LabView VIs oder der vom Hersteller zur Verfügung gestellten Software.

3.5.8 Datenaufzeichnung auf USB-Stick (Logging)

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

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

3.5.8.1 Konfiguration 1

Siehe auch Abschnitt *3.5.3.7*. 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.

3.5.8.2 Konfiguration 2

Siehe auch Abschnitt *3.5.3.1*. Für die erzeugte CSV-Datei kann festgelegt werden, welches Trennzeichen-Format (deutsch/europäisch bzw. US) verwendet werden soll und ob Werte in den einzelnen Spalten mit oder ohne phys. Einheit aufgezeichnet werden. Letzteres zu deaktivieren vereinfacht die Verarbeitung der Log-Dateien in z. B. MS Excel.

3.5.8.3 Bedienung (Start/Stopp)

Bei Einstellung „**Start/Stopp mit DC-Anschluß 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-Anschlusses wird das Logging beendet und die aufgezeichnete Log-Datei geschlossen.

3.5.8.4 Das Dateiformat beim USB-Logging

Typ: Textdatei im europäischen bzw. US-amerikanischem CSV-Format (je nach Einstellung)

Aufbau (Standardformat gezeigt):

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	U set	U actual	I set (PS)	I actual	P set (PS)	P actual	R set (PS)	R actual	R mode	I set (EL)	P set (EL)	R set (EL)	Output/Input	Device mode	Error	Time
2	0,0V	50,0V	5,00A	-30,00A	2500W	-1500W	N/A	N/A	OFF	30,00A	2500W	N/A	ON	CC	NONE	00:00:00,354
3	0,0V	50,0V	5,00A	-40,00A	2500W	-2000W	N/A	N/A	OFF	40,00A	2500W	N/A	ON	CC	NONE	00:00:00,854
4	0,0V	50,0V	5,00A	-20,00A	2500W	-1000W	N/A	N/A	OFF	20,00A	2500W	N/A	ON	CC	NONE	00:00:01,354
5	0,0V	50,0V	5,00A	0,00A	2500W	0W	N/A	N/A	OFF	50,00A	2500W	N/A	OFF	NONE	NONE	00:00:01,854

Legende:

U set: Spannungsollwert

I set (PS) / P set (PS) / R set (PS): Sollwerte vom Quelle-Betrieb

I set (EL) / P set (EL) / R set (EL): Sollwerte vom Senke-Betrieb

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

Output/Input: Zustand des DC-Anschlusses zum Zeitpunkt des Eintrags

Error: Gerätealarm(e)

Time: Zeit ab Start des Logging

Device mode: aktuelle Regelungsart (siehe auch *„3.3. Regelungsarten“*)

Hinweise:

- R set und R actual werden nur aufgezeichnet, wenn der „R mode“ aktiv („ON“) ist (siehe dazu Abschnitt *3.5.5*)
- 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

3.5.8.5 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/Stopp mit DC-Anschluß EIN/AUS**“ auch bei Alarmen oder Events mit Aktion „Alarm“, weil diese den DC-Anschluß ausschalten
- Bei Einstellung „**Manueller Start/Stopp**“ zeichnet das Gerät bei Alarmen weiter auf, damit so z. B. die Dauer von temporären Alarmen wie OT und PF ermittelt werden kann

3.6 Fernsteuerung

3.6.1 Allgemeines

Fernsteuerung ist grundsätzlich über die eingebaute analoge oder die USB-Schnittstelle oder über eine der optional erhältlichen digitalen Schnittstellen-Module (Modelle in Standardausführung) oder per GPIB (nur Modelle mit installierter Option 3W) möglich. Wichtig ist dabei, daß entweder nur die analoge oder eine digitale im Eingriff sein kann. Zu den digitalen zählt auch der Master-Slave-Bus.

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.

3.6.2 Bedienorte

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

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

Fernsteuerung kann über die Einstellung „**Fernsteuerung erlauben**“ (siehe *„3.5.3.1. 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 der Sperre bzw. des Zustandes „**Lokal**“ bewirkt folgendes:

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

3.6.3 Fernsteuerung über eine digitale Schnittstelle

3.6.3.1 Schnittstellenwahl

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

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

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

Modelle mit installierter Option 3W bieten neben dem USB-Port einen fest installierten GPIB-Anschluß.

3.6.3.2 Allgemeines zu den Schnittstellen-Modulen

Bei den Standardausführungen der Serie PSB 9000 kann jeweils eins der in *3.6.3.1* genannten steck- und nachrüstbaren Module installiert sein. Über dieses kann der Anwender das Gerät alternativ zu der fest eingebauten USB-Schnittstelle (Rückseite, Typ B) oder der fest eingebauten Analogschnittstelle fernsteuern. Zur Installation siehe *„2.3.9. Installation eines Schnittstellen-Moduls“* und separate Dokumentation.

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

3.6.3.3 Programmierung

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

3.6.4 Fernsteuerung über Analogschnittstelle (AS)

3.6.4.1 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, DC-Anschluß)
- Fernüberwachung Alarme (OT, OVP, PF, OCP, OPP)
- Fernüberwachung der Istwerte
- Ferngesteuertes Ein-/Ausschalten des DC-Anschlusses

Das Stellen der **drei** Sollwerte (U, I, P) über analoge Schnittstelle geschieht **immer zusammen**. Das heißt, man kann nicht z. B. die Spannung über die AS vorgeben und gleichzeitig Strom und Leistung am Gerät mittels Drehknopf einstellen oder umgekehrt. Im Gegensatz zur manuellen Bedienung oder Fernsteuerung über digitale Schnittstelle können hier keine getrennten Sollwerte Strom/Leistung für Quelle- und Senke-Betrieb vorgegeben werden.

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 *„3.5.3. 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 (beim Widerstand dann R_{Min}...R_{Max}), 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 (beim Widerstand dann R_{Min}...R_{Max}), 0...100% Istwert entsprechen 0...10 V an den Istwertausgängen (CMON, VMON).

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

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.

Bevor Sie beginnen: Unbedingt lesen, wichtig!

	Nach dem Einschalten des Gerätes, während der Startphase, zeigt die AS unbestimmte Zustände an den digitalen Ausgängen, die bis zum Erreichen der Betriebsbereitschaft ignoriert werden müssen.

- Fernsteuerung des Gerätes erfordert die Umschaltung auf Fernsteuerbetrieb mit Pin REMOTE (5). Einzige Ausnahme ist der Pin REM-SB, der auch einzeln betrieben werden kann
- Bevor die Steuerung verbunden wird, welche die analoge Schnittstelle bedienen soll, ist zu prüfen, daß die Steuerung keine höheren Spannungen als spezifiziert auf die Pins geben kann
- Die Sollwerteingänge VSEL, CSEL, PSEL bzw. RSEL (falls R-Modus aktiviert) dürfen bei Fernsteuerung über die analoge Schnittstelle nicht unbeschaltet bleiben, da sonst schwebend (floating). Sollwerte die nicht gestellt werden sollen können auf einen festen Wert oder auf 100% gelegt werden (Brücke nach VREF oder anders)
- Die Umschaltung zwischen Quelle- und Senke-Betrieb kann nur mittels der Spannungsvorgabe an Pin VSEL erfolgen. Siehe dazu auch Beispiel d) in *3.6.4.7*

3.6.4.2 Auflösung

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

3.6.4.3 Quittieren von Alarmmeldungen

Tritt während der Fernsteuerung über analoge Schnittstelle ein Gerätealarm auf, schaltet der DC-Anschluß genauso aus wie bei manueller Bedienung. Daraufhin vom Gerät ausgegebene Alarmmeldungen (siehe *3.7.2*) erscheinen immer in der Anzeige, die meisten davon können aber auch als Signal auf der analogen Schnittstelle ausgegeben werden (siehe Tabelle unten). Welche genau, das ist im Setup-Menü (siehe *„3.5.3.1. Menü „Allgemeine Einstellungen““*) konfigurierbar.

Die Alarme OVP, OCP und OPP gelten als zu quittierende Fehler (siehe auch *„3.7.2. Gerätealarme und Events handhaben“*). Sie können durch Aus- und Wiedereinschalten des DC-Anschlusses per Pin REM-SB quittiert werden, also eine HIGH-LOW-HIGH-Flanke (mind. 50ms für LOW) bei gewählter Standardeinstellung für den logischen Pegel des Pins.

Ein **Sonderfall** ist der beim 60 V-Modell zusätzlich mögliche Alarm SOVP (Safety OVP). Dieser kann nicht quittiert werden, sondern erfordert das Aus- und Wiedereinschalten des Gerätes. Das Auftreten eines SOVP-Alarms kann auch über analoge Schnittstelle erfaßt werden, aber nur wenn für Pin 6 die Alarmausgabe PF (einzeln oder zusammen mit OT) und für Pin 14 für die Alarmausgabe eine Kombi gewählt wurde, die OVP enthält. Der Alarm SOVP wird durch gleichzeitige Signalisierung von PF und OVP angezeigt.

3.6.4.4 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 k...100 k
2	CSEL	AI	Sollwert Strom (Quelle & Senke)	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 mA Kurzschlussfest gegen AGND
4	DGND	POT	Digitalmasse		Für alle digitalen Steuer- und Meldesignale
5	REMOTE	DI	Umschaltung interne / externe Steuerung	Extern = LOW, U_{Low} <1 V Intern = HIGH, U_{High} >4 V Intern = Offen	Spannungsbereich = 0…30 V I_{Max} = -1 mA bei 5 V $U_{LOW\ nach\ HIGH\ typ.}$ = 3 V Empf. Sender: Open collector gegen DGND
6	ALARMS 1	DO	Übertemperaturalarm / Power fail	Alarm = HIGH, U_{High} > 4 V kein Alarm = LOW, U_{Low} <1 V	Quasi-Open-Collector mit Pull-up gegen Vcc ** Bei 5 V am Pin fließen max. +1 mA I_{Max} = -10 mA bei U_{CE} = 0,3 V U_{Max} = 30 V Kurzschlussfest gegen DGND
7	RSEL	AI	Sollwert Widerstand (Quelle & Senke)	0…10 V bzw. 0...5 V entsprechen R_{Min}...R_{Max}	Genauigkeit 0-5 V Bereich: < 0,4% ***** Genauigkeit 0-10 V Bereich: < 0,2% ***** Eingangsimpedanz R_i >40 k...100 k
8	PSEL	AI	Sollwert Leistung (Quelle & Senke)	0…10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0..100% von P_{Nenn}	
9	VMON	AO	Istwert Spannung	0…10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0..100% von U_{Nenn}	Genauigkeit 0-5 V Bereich: < 0,4% ***** Genauigkeit 0-10 V Bereich: < 0,2% ***** I_{Max} = +2 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	Analogmasse		Für -SEL, -MON, VREF Signale
12	R-ACTIVE	DI	Widerstandsregelung ein / aus	Aus = LOW, U_{Low} <1 V Ein = HIGH, U_{High} >4 V Ein = Offen	Spannungsbereich = 0…30 V I_{Max} = -1 mA bei 5 V $U_{LOW\ nach\ HIGH\ typ.}$ = 3 V Empf. Sender: Open collector gegen DGND
13	REM-SB	DI	DC-Anschluß aus (DC-Anschluß ein) (Alarm quittieren ****)	Aus = LOW, U_{Low} <1 V Ein = HIGH, U_{High} >4 V Ein = Offen	Spannungsbereich = 0…30 V I_{Max} = +1 mA bei 5 V Empfohlener Sender: Open-Collector gegen DGND

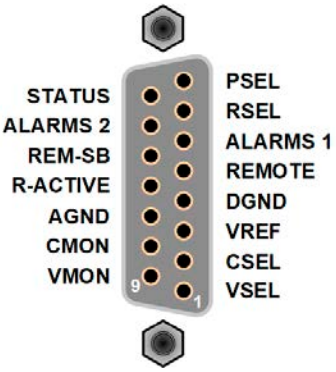
Pin	Name	Typ*	Bezeichnung	Standardpegel	Elektrische Eigenschaften
14	ALARMS 2	DO	Überspannung Überstrom Überleistung	Alarm = HIGH, U_{High} > 4 V kein Alarm = LOW, U_{Low} <1 V	Quasi-Open-Collector mit Pull-up gegen Vcc ** Bei 5 V am Pin fließen max. +1 mA I_{max} = -10 mA bei U_{ce} = 0,3 V, U_{max} = 0...30 V Kurzschlussfest gegen DGND
15	STATUS***	DO	Spannungsregelung aktiv	CV = LOW, U_{Low} <1 V CC/CP/CR = HIGH, U_{High} >4 V	
			DC-Anschluß	Ein = LOW, U_{Low} <1 V Aus = HIGH, U_{High} >4 V	

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

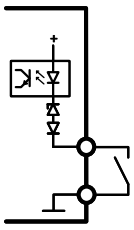
** Interne Vcc ca. 10 V *** Nur eins von beiden Signalen möglich, siehe *3.5.3.1* **** Nur während Fernsteuerung

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

3.6.4.5 Übersicht Sub-D-Buchse



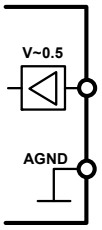
3.6.4.6 Prinzipschaltbilder der Pins



Digitaler Eingang (DI)

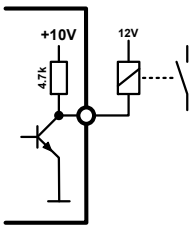
Es ist ein möglichst niederohmiger Schalter zu verwenden (Relaiskontakt, Schalter, Schütz o.ä.), um das Signal sauber nach DGND zu schalten.

Ein digitaler Ausgang einer Schaltung oder SPS könnte nicht ausreichend sein, wenn nicht vom Typ „open collector“.



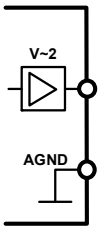
Analoger Eingang (AI)

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.



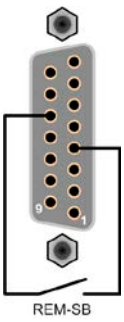
Analoger Ausgang (AO)

Ausgang einer OP-Schaltung, nicht oder nur sehr gering belastbar. Siehe Tabelle oben.

3.6.4.7 Anwendungsbeispiele

a) DC-Anschluß 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-Anschlusses des Gerätes genutzt. Er funktioniert aber auch ohne aktivierte Fernsteuerung. Dann kann er zum Einen das manuelle oder digital ferngesteuerte Einschalten des DC-Anschlusses blockieren und zum Anderen ein- oder ausschalten, jedoch nicht allein. Siehe unten bei „Fernsteuerung wurde nicht aktiviert“.

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

Folgende Situationen können auftreten:

- **Fernsteuerung wurde aktiviert**

Wenn Fernsteuerung über Pin „REMOTE“ aktiviert ist, gibt nur „REM-SB“ den Zustand des DC-Anschlusses des Gerätes gemäß Tabelle in *3.6.4.4* vor. Die logische Funktion und somit die Standardpegel können durch eine Einstellung im Setup-Menü des Gerät invertiert werden. Siehe *3.5.3.1*.

Wird der Pin nicht beschaltet bzw. der angeschlossene Kontakt ist offen, ist der Pin HIGH. Bei Einstellung „Analogschnittstelle Rem-SB = Normal“ entspricht das der Vorgabe „DC-Anschluß einschalten“. Das heißt, sobald mit Pin REMOTE auf Fernsteuerung umgeschaltet wird, schaltet der DC-Anschluß 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-Anschluß ein/aus“ (bei digitaler Fernsteuerung) dar. Daraus ergeben sich folgende mögliche Situationen:

DC-Anschluß	**+**	**Pegel an Pin REM-SB**	**+**	**Parameter „Analog-schnitt-stelle Rem-SB“**	**➔**	**Verhalten**
ist **aus**	**+**	HIGH	**+**	Normal	➔	Der DC-Anschluß ist nicht gesperrt. Er kann mit Taste On/Off oder Befehl (dig. Fernsteuerung) eingeschaltet werden.
		LOW	**+**	Invertiert		
	+	HIGH	**+**	Invertiert	➔	Der DC-Anschluß ist 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-Anschluß bereits eingeschaltet, bewirkt der Pin die Abschaltung dessen bzw. später erneutes Einschalten, ähnlich wie bei aktivierter Fernsteuerung:

DC-Anschluß	**+**	**Pegel an Pin REM-SB**	**+**	**Parameter „Analog-schnitt-stelle Rem-SB“**	**➔**	**Verhalten**
ist **ein**	**+**	HIGH	**+**	Normal	➔	Der DC-Anschluß 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-Anschluß 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 (Quelle-Betrieb)

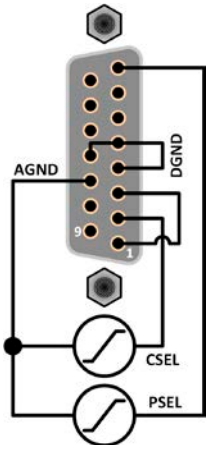
Erfordert aktivierte Fernsteuerung (Pin REMOTE = LOW).

Über je ein Potentiometer werden die Sollwerte PSEL und CSEL aus beispielsweise der Referenzspannung VREF erzeugt. Das Gerät kann somit wahlweise in Strombegrenzung oder Leistungsbegrenzung arbeiten. Gemäß der Vorgabe von max. 5 mA für den Ausgang VREF sollten hier Potentiometer von mindestens 10 kOhm benutzt werden.

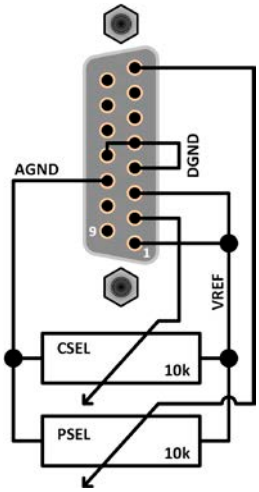
Der Spannungssollwert wird hier fest auf VREF (≙100%) gelegt und beeinflußt somit Konstantstrom- oder Konstantleistungsbetrieb nicht. Das bedeutet zudem, daß das Gerät nur als Quelle arbeiten kann.

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

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



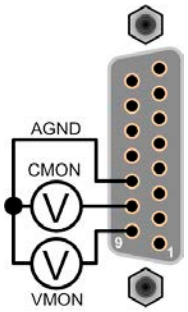
Beispiel mit ext. Spannungsquelle



Beispiel mit Potis

c) Istwerte erfassen

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



d) Umschaltung Quelle-Betrieb<->Senke-Betrieb

Auch bei Fernsteuerung über analoge Schnittstelle kann zwischen Quelle- und Senke-Betrieb umgeschaltet werden. Das geschieht über den Spannungssollwert (VSEL). Dieser darf dann, z. B. entgegen dem was in Beispiel b) gezeigt ist, nicht auf ein festes Potential gelegt werden. Grundsätzlich gilt dann:

- ist der Sollwert VSEL geringer als die Spannung am DC-Anschluß, schaltet das Gerät auf Senke-Betrieb um, egal ob die Spannung intern erzeugt wurde oder von extern eingespeist ist
- ist der Sollwert VSEL höher als die Spannung DC-Anschluß, schaltet das Gerät auf Quelle-Betrieb um

3.7 Alarme und Überwachung

3.7.1 Begriffsdefinition

Grundsätzlich wird unterschieden zwischen Gerätealarmen (siehe *„3.4. Alarmzustände“*), wie Überspannung oder Übertemperatur, und benutzerdefinierten Ereignissen wie z. B. **OVD** (Überspannungsüberwachung). Während Gerätealarme, bei denen der DC-Anschluß zunächst ausgeschaltet wird, zum Schutz des Gerätes und der angeschlossenen Last bzw. Quelle dienen, können benutzerdefinierte Ereignisse den DC-Anschluß abschalten (bei Aktion **ALARM**), aber auch nur als akustisches Signal ausgegeben werden, das den Anwender auf etwas aufmerksam macht. Bei benutzerdefinierten Ereignissen (**Events**) kann die Aktion ausgewählt werden:

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

3.7.2 Gerätealarme und Events handhaben

Wichtig zu wissen:
Beim Abschalten des DC-Eingangs (Senke-Betrieb) des PSB 9000 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-Anschluß 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.

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

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

Zum Bestätigen von Alarmen während analoger Fernsteuerung siehe *„3.6.4.3. Quittieren von Alarmmeldungen“* bzw. bei digitaler Fernsteuerung siehe externe Dokumentation „Programming ModBus & SCPI“.

Manche Gerätealarme können konfiguriert werden. Sie werden getrennt für Quelle- und Senke-Betrieb eingestellt:

Kurz	Lang	Beschreibung	Einstellbereich	Meldeorte
OVP	**O**ver**V**oltage **P**rotection	Überspannungsschutz. Löst einen Alarm aus, wenn die Spannung am DC-Anschluß Anschluß die eingestellte Schwelle erreicht. Außerdem wird der DC-Anschluß ausgeschaltet.	0 V...1,1*U_{Nenn}	Anzeige, Analogschnittst., Digitale Schnittstellen
OCP	**O**ver**C**urrent **P**rotection	Überstromschutz. Löst einen Alarm aus, wenn der Strom im DC-Anschluß die eingestellte Schwelle erreicht. Außerdem wird der DC-Anschluß ausgeschaltet.	0 A...1,1*I_{Nenn}	Anzeige, Analogschnittst., Digitale Schnittstellen

Kurz	Lang	Beschreibung	Einstellbereich	Meldeorte
OPP	**O**ver**P**ower **P**rotection	Überleistungsschutz. Löst einen Alarm aus, wenn die abgegebene oder aufgenommene Leistung die eingestellte Schwelle erreicht. Außerdem wird der DC-Anschluß ausgeschaltet.	0 W...1,1*P_{Nenn}	Anzeige, Analogschnittst., Digitale Schnitt-stellen

Diese Gerätealarme können nicht konfiguriert werden, da hardwaremäßig bedingt:

Kurz	Lang	Beschreibung	Meldeorte
PF	**P**ower **F**ail	Löst einen Alarm aus, wenn die AC-Versorgung außerhalb der Spezifikationen des Gerätes arbeiten sollte (Unterspannung) oder wenn das Gerät von der AC-Versorgung getrennt wird, z. B. durch Ausschalten am Netzdrehschalter. Außerdem wird der DC-Anschluß ausgeschaltet.	Anzeige, Analog-schnittst., digitale Schnittstellen
OT	**O**ver**T**empe-rature	Übertemperatur. Löst einen Alarm aus, wenn die Innentemperatur des Gerätes eine bestimmte Schwelle erreicht. Außerdem wird der DC-Anschluß ausgeschaltet.	Anzeige, Analog-schnittst., digitale Schnittstellen
MSS	**M**aster-**S**lave **S**icherheits-modus	Wird ausgelöst, wenn der Master in einem initialisierten Master-Slave-Verbund den Kontakt zu einem oder mehreren Slaves verliert bzw. ein Slave noch nicht initialisiert wurde. Außerdem wird der DC-Anschluß aller Geräte ausgeschaltet. Der Alarm kann durch erneute Initialisierung des MS-System oder Deaktivierung von MS gelöscht werden.	Anzeige, digitale Schnittstellen
SOVP	**S**afety **O**ver**V**oltage **P**rotection	Nur im 60 V-Modell vorhanden: Sicherheits-OVP. Löst einen speziellen OVP-Alarm aus, wenn die Spannung am DC-Anschluß die Schwelle von 101% Nennspannung überschreiten sollte und schaltet den DC-Anschluß ab. Für Details siehe Abschnitt *3.4.6.*	Anzeige, Analog-schnittst., digitale Schnittstellen

► So konfigurieren Sie die Gerätealarme

1. Bei ausgeschaltetem DC-Anschluß tippen Sie in der Hauptseite auf das Bedienfeld SETTINGS.
2. Tippen Sie auf der rechten Seite auf die dreieckigen Pfeile, um „**3. Quelle Schutz**“ (für Quelle-Betrieb) bzw. „**4. Senke Schutz**“ (für Senke-Betrieb) auszuwählen.
3. Stellen Sie hier die Grenzen für die Gerätealarme gemäß Ihrer Anwendung ein, falls die Standardwerte von 110% nicht passen.

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

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

► So konfigurieren Sie den „Alarmton“ (siehe auch *„3.5.3 Konfiguration im MENU“ auf Seite 42)*

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

.

3.7.2.1 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-Anschluß eingeschaltet ist. Das bedeutet zum Beispiel, daß kein Unterspannung mehr erfaßt würde, nachdem die Leistungsstufen ausgeschaltet wurden und z. B. bei Quelle-Betrieb die Spannung noch fällt.

Folgende Events können unabhängig voneinander und jeweils mit Aktion KEINE, SIGNAL, WARNUNG oder ALARM und getrennt für Quelle- und Senke-Betrieb konfiguriert werden:

Kurz	Lang	Beschreibung	Einstellbereich
UVD	**U**nder**V**oltage **D**etection	Unterspannungserkennung. Löst das Ereignis aus, wenn die Spannung am DC-Anschluß die eingestellte Schwelle unterschreitet.	0 V...U_{Nenn}
OVD	**O**ver**V**oltage **D**etection	Überspannungserkennung. Löst das Ereignis aus, wenn die Spannung am DC-Anschluß die eingestellte Schwelle überschreitet.	0 V...U_{Nenn}
UCD	**U**nder**C**urrent **D**etection	Unterstromerkennung. Löst das Ereignis aus, wenn der Strom im DC-Anschluß die eingestellte Schwelle unterschreitet.	0 A...I_{Nenn}
OCD	**O**ver**C**urrent **D**etection	Überstromerkennung. Löst das Ereignis aus, wenn der Strom im DC-Anschluß die eingestellte Schwelle überschreitet.	0 A...I_{Nenn}
OPD	**O**ver**P**ower **D**etection	Überleistungserkennung. Löst das Ereignis aus, wenn die Leistung am DC-Anschluß die eingestellte Schwelle überschreitet.	0 W...P_{Nenn}

Diese Ereignisse 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-Anschluß ausschalten und somit die Last/Quelle schützen.

► So konfigurieren Sie die Events

1. Bei ausgeschaltetem DC-Anschluß tippen Sie in der Hauptseite auf das Bedienfeld SETTINGS.
2. Tippen Sie auf der rechten Seite auf die dreieckigen Pfeile ▲ ▼, um „**7.1 Quelle Ev. U**“ oder „**7.2 Quelle Ev. I**“ oder „**7.3 Quelle Ev. P**“ für Quelle-Betrieb bzw. **8.1**, **8.2** oder **8.3** für Senke-Betrieb auszuwählen.
3. Stellen Sie hier mit dem linken Drehknopf die Überwachungsgrenze sowie mit dem rechten Drehknopf die von dem Event auszulösende Aktion (siehe *„3.7.1. Begriffsdefinition“*) gemäß der Anwendung ein.
4. Übernehmen Sie die Einstellungen mit ENTER.

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.

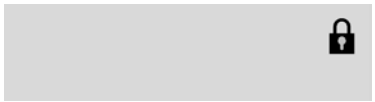
Die Einstellwerte können auch direkt über eine Zehnertastatur eingegeben werden. Diese erscheint, wenn man auf der jeweiligen Seite unten auf das Bedienfeld „Direkteingabe“ tippt.

3.8 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 Sperrung**“, wo Sie festlegen können, ob Sie das HMI komplett („**Alles sperren**“) oder mit Ausnahme der Taste „On/Off“ („**EIN/ AUS zulassen**“) sperren möchten bzw. ob die Sperre zusätzlich mit einer PIN belegt werden soll („**PIN aktivieren**“). Diese PIN muß später beim Entsperren immer wieder eingegeben werden, solange sie aktiviert ist.
3. Aktivieren Sie die Sperre mit

. Der gesperrte Zustand wird dann im Statusfeld mit dem kleinen Schloßsymbol angezeigt.

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

► So entsperren Sie das HMI

1. Tippen Sie in irgendeinen Bereich des Touchscreens des gesperrten HMI oder betätigen Sie einen der Drehknöpfe oder betätigen Sie den Taster „On/Off“ (nur bei kompletter Sperre).
2. Es erscheint eine Abfrage:

.
3. Entsperren Sie das HMI mittels des Bedienfeldes „**Entsperren**“. Erfolgt innerhalb von 5 Sekunden keine Eingabe, wird die Abfrage wieder ausgeblendet und das HMI bleibt weiterhin gesperrt. Sollte die zusätzliche **PIN**-Sperre (siehe Menü „**HMI Sperre**“) aktiviert worden sein, erscheint eine weitere Abfrage zur Eingabe der **PIN**. Sofern diese richtig eingegeben wurde, wird das HMI entsperrt werden.

3.9 Einstellgrenzen (Limits) sperren

Um zu verhindern, daß die mit dem Gerät arbeitende, jedoch nicht privilegierte Person durch versehentliches oder absichtliches Verstellen falsche Sollwerte setzt, können Einstellgrenzen definiert (siehe auch *„3.5.4 Einstellgrenzen (Limits)“ auf Seite 48*) und mittels einer PIN gegen Veränderung gesperrt werden. Dadurch werden bestimmte Menüseiten in SETTINGS und 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-Anschluß tippen Sie auf der Hauptseite auf das Bedienfeld MENU.
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 „3.8. 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-Anschluß tippen Sie auf der Hauptseite auf das Bedienfeld MENU.
2. Tippen Sie im Menü auf „**Limits Sperre**“.
3. Auf der folgenden Seite betätigen Sie das Bedienfeld „**Entsperren**“ und werden dann aufgefordert, die vierstellige PIN einzugeben.

4. Deaktivieren Sie die Sperre nach der Eingabe der korrekten PIN mit ENTER.

3.10 Nutzerprofile laden und speichern

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

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

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

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

1. Bei ausgeschaltetem DC-Anschluß 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

.

3.11 Der Funktionsgenerator

3.11.1 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 können diese nur indirekt über mehrere Sequenzpunkte mit jeweils 8 Parametern konfiguriert und umgesetzt.

Andere Funktionen, wie IU, PV oder FC basieren auf einem **XY-Generator**, der in Form einer ladbaren oder berechneten Tabelle mit 4096 Werten arbeitet.

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

Funktion	Kurzerläuterung
Sinus	Sinus-Signalgenerierung mit einstellbarer Amplitude, Offset und Frequenz
Dreieck	Dreieck-Signalgenerierung mit einstellbarer Amplitude, Offset, Anstiegs- und Abfallzeit
Rechteck	Rechteck-Signalgenerierung mit einstellbarer Amplitude, Offset und Puls-Pausen-Verhältnis
Trapez	Trapez-Signalgenerierung mit einstellbarer Amplitude, Offset, Anstiegszeit, Pulszeit, Abfallzeit, Pausenzeit
DIN 40839	Emulierte KFZ-Motorstartkurve nach DIN 40839 / EN ISO 7637, unterteilt in 5 Kurvensegmente (Sequenzen) mit jeweils Startspannung, Endspannung und Zeit
Arbiträr	Generierung eines Ablaufs von bis zu 99 beliebig konfigurierbaren Kurvenpunkten mit jeweils Startwert (AC/DC), Endwert (AC/DC), Startfrequenz, Endfrequenz, Phasenwinkel und Gesamtdauer
Rampe	Generierung einer linear ansteigenden oder abfallenden Rampe mit Startwert, Endwert, Zeit vor und nach der Rampe
IU	XY-Generator, von USB-Stick ladbare Stromkurve (Tabelle, CSV)
PV, FC	Funktionen zur Simulation von Solarpaneelen (PV-Funktion) oder Brennstoffzellen (FC-Funktion), mit Berechnung anhand von Parametern (auch nach DIN EN 50530)
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)

3.11.2 Allgemeines

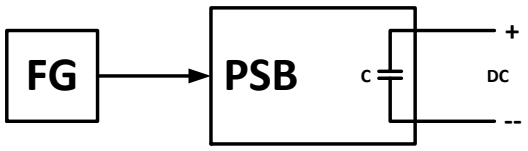
3.11.2.1 Einschränkungen

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

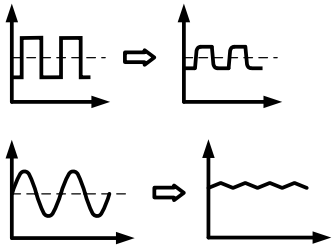
3.11.2.2 Aufbau

Das Gerät bietet einen eingebauten Funktionsgenerator, ist in seiner Gesamtheit aber kein Hochleistungs-Funktionsgenerator und darf nicht als solcher betrachtet werden. Die Leistungsstufen sind dem Generator nur nachgeschaltet. Dabei bleiben vor Allem im Quelle-Betrieb die typischen Eigenschaften von Spannung und Strom in Bezug auf Anstiegszeiten und Kondensatorentladung erhalten. Während der FG bei einer Sinusfunktion in der Lage ist 1000 Hz zu generieren, wird das Gerät, wenn als Quelle betrieben, dem niemals 1:1 folgen können. Bei Senke-Betrieb ist es ähnlich, aber grundsätzlich besser, weil hier der Strom im Vordergrund steht.

Verdeutlichung:



Wirkung der DC-Leistungsstufen auf Funktionen:



Der am DC-Anschluß resultierende Kurvenverlauf hängt dabei stark von Frequenz bzw. Periode, generierter Signalform, Amplitude und Gerätemodell ab. Die Auswirkungen der Leistungsstufen können teilweise kompensiert werden. Im Quelle-Betrieb und bei dynamischer Spannungserzeugung, auf welche die Kapazitäten den größten Einfluß haben, kann eine zusätzliche Last am DC-Anschluß zu geringeren Anstiegs- und Abfallzeiten der Spannung führen. Diese Modifikation wirkt sich positiv auf periodisch wiederholte Funktionen, wie Rechteck oder Sinus, aus.

3.11.2.3 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.

3.11.2.4 Mögliche technische Komplikationen

Der Betrieb von Schaltnetzteilen als Spannungsquelle kann bei Anwendung einer Funktion auf den Sollwert Spannung zur Beschädigung der Spannungsquelle führen, da die dort am Ausgang befindlichen Kapazitäten ständig umgeladen werden, was bei Dauerbetrieb durch Erhitzung die Beschädigung des Gerätes zur Folge haben kann. Weiterhin kann es auftreten, daß der tatsächliche Verlauf der Spannung, bei Anwendung einer Funktion auf U, anders als erwartet aussieht.

3.11.2.5 Minimale Steigung / Max. Zeit für Rampen

Bei Verwendung eines ansteigenden oder abfallenden Offsets (DC-Anteil) bei Funktionen wie Rampe, Trapez, Dreieck, aber auch Sinus muß eine minimale Steigung eingehalten werden, die sich aus dem jeweiligen Nennwert von U oder I berechnen läßt. Dadurch läßt sich schon vorher bewerten, ob eine gewisse Rampe über eine gewisse Zeit überhaupt machbar ist. Beispiel: es wird ein PSB 9080-120 verwendet, mit Nennwert U von 80 V und Nennwert I von 120 A. **Formel: min. Steigung = 0,000725 * Nennwert / s**. Für das Beispielgerät ergibt sich also eine min. ΔU/Δt von 58 mV/s, die min. ΔI/Δt beim Strom dann 87 mA/s. Die max. erreichbare Zeit bei der min. Steigung errechnet sich dann als $\mathbf{t_{Max}}$ **= Nennwert / min. Steigung**. Für 80 V demnach ca. 1379 Sekunden.

3.11.3 Arbeitsweise

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

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

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

Zum weiteren Verständnis wie das Gerät bei dynamischem Betrieb arbeitet folgendes unbedingt lesen:

- Das Gerät beinhaltet auch eine Senke, die bei negativen Spannungsschritten, d. h. höhere Spannung zu niedrigerer, die Kapazitäten des Gerätes am eigenen DC-Anschluß entlädt, damit die Spannung schneller sinkt. Dazu werden ein gewisser Strom und somit auch eine gewisse Leistung benötigt, die beide für fast alle unten aufgeführte Funktion eingestellt werden können bzw. sollten (hier: „I Senke“ und „P Senke“). Zur Sicherheit ist der Stromwert „I Senke“ zu Beginn der Konfiguration der Funktion zunächst auf 0 gesetzt, wodurch der Senke-Betrieb vorerst deaktiviert ist.
- Der Senken-Strom, wie einstellbar mit „I Senke“, wird zudem eine externen Quelle belasten bzw. eventuell an einer Last befindliche Kapazitäten entladen, wenn er ungleich 0 eingestellt wurde und ist daher besonders sorgfältig zu wählen, weil es hier strombedingt auch um die Kabelquerschnitte der Leitungen zur Last/Quelle geht. Empfehlung: I Senke mindesten auf I_{Spitze} der sich ergebenden Kurve setzen.

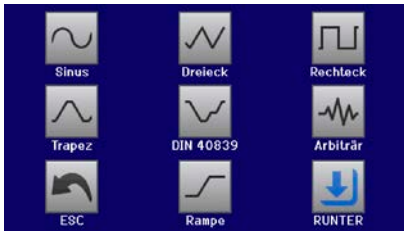
Master-Slave-Systeme haben zusätzliche Gegebenheiten:

Am Ende der Konfiguration aller Standardfunktionen sind die sogenannten „U/I/P-Limits“ einzustellen. Diese Werte werden in Master-Slave-Systemen als globale Sollwerte an alle Slaves übertragen. Es wird empfohlen, diese sorgfältig und passend einzustellen, so daß die Slaves den Kurvenablauf nicht negativ beeinträchtigen können.

3.11.4 Manuelle Bedienung

3.11.4.1 Auswahl und Steuerung einer Funktion

Über den Touchscreen kann eine der in *3.11.1* genannten Funktionen aufgerufen werden, konfiguriert und gesteuert werden. Das ist nur bei ausgeschaltetem DC-Anschluß möglich.



► So wählen Sie eine Funktion aus und stellen Parameter ein

1. Bei ausgeschaltetem DC-Anschluß tippen Sie auf das Bedienfeld MENU.
2. Im Menü tippen Sie auf

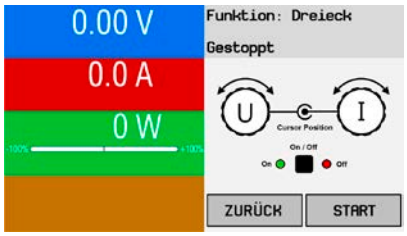
und dann auf die gewünschte Funktion.
Hinweis: Dieses Bedienfeld ist bei aktiviertem R-Modus gesperrt.
3. Je nach gewählter Funktion kommt noch eine Abfrage, auf welchen Sollwert man die Funktion anwenden möchte: U oder I.
4. Stellen Sie nun die Werte wie gewünscht ein, z. B. für eine Sinuskurve den Offset und die Amplitude, sowie Frequenz.
5. Legen Sie unbedingt noch die Grenzwerte für U, I und P im Bildschirm fest, den Sie mit

erreichen.

> *Diese statischen Grenzwerte sind bei Eintritt in den Funktionsgenerator-Modus zunächst auf unproblematische generelle Werte gesetzt. Siehe auch den Hinweis in 3.11.3.*

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

► So laden Sie eine Funktion



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

.

Das Gerät lädt daraufhin die Daten in die internen Regelung und wechselt die Anzeige. Kurz danach werden die statischen Werte gesetzt (Leistung bzw. Strom oder Spannung), der DC-Anschluß eingeschaltet und das START Bedienfeld freigegeben. Erst danach kann die Funktion gestartet werden.

> *Die statischen Werte wirken sofort nach dem Laden der Funktion auf die Last bzw. externe Quelle, weil der DC-Anschluß automatisch eingeschaltet wird, um die Startsituation herzustellen. Diese statischen Werte stellen die Anfangswerte 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-Anschluß momentan aus ist. Die Funktion startet dann sofort. Sollte der DC-Anschluß bei Betätigung von START ausgeschaltet sein, wird er automatisch eingeschaltet.
2. **Stoppen** können Sie den 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-Anschluß bleibt an, mit statischen Werten
   b) Taste „On/Off“: Funktion stoppt und der DC-Anschluß wird ausgeschaltet

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

3.11.5 Sinus-Funktion

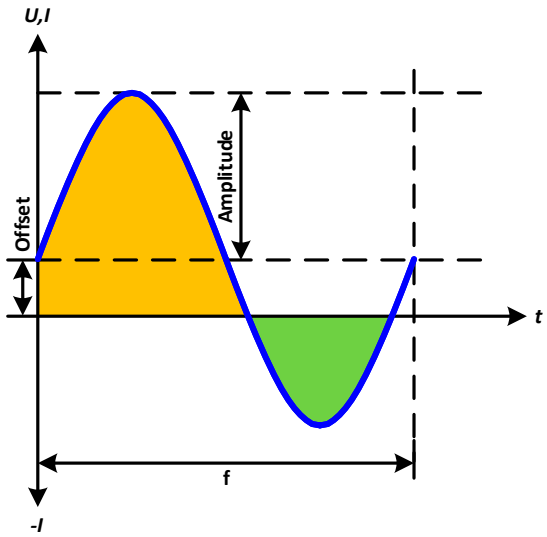
Auf diese Funktion bezogene Einschränkungen:

- Es kann nicht vorgewählt werden, nur Quelle- oder nur Senke-Betrieb zu fahren; die Einstellwerte bestimmen, auf was von beidem die Kurve wirkt, also ob nur auf den Quelle-Betrieb, nur auf den Senke-Betrieb oder auf beide abwechselnd
- Bei Anwendung auf die Spannung kann das Gerät nur dann im Senke-Betrieb arbeiten, wenn die am DC-Terminal anliegende Spannung höher ist als der höchste Punkt (Offset + Amplitude) der Kurve und der Strom „I Senke“ nicht 0 ist

Folgende Parameter können für die Sinus-Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
U(A), I(A)	0...(Nennwert - [Offs]) von U oder I	A = Amplitude des zu generierenden Signals
U(Offs)	0... (U_{Nenn} - A)	Offs = Offset, bezogen auf den Nulldurchgang der mathematischen Sinuskurve
I(Offs)	- (I_{Nenn} - A)...+(I_{Nenn} - A)	
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-Modus), angewandt. Dabei kann das Gerät den Sinusverlauf durch eine entsprechende Wahl der Einstellwerte nur entweder nur auf den Quelle-Betrieb oder den Senke-Betrieb anwenden, aber auch dynamisch wechseln. Das Bild links verdeutlicht den Verlauf (gelb = Quelle, grün = Senke) mit Wechsel der Betriebsart am Nulldurchgang. Während die Amplitude stets ein absoluter Wert ist, kann der Offset im I-Modus auch in den negativen Bereich verschoben werden.

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 Spannung von 30 V (statischer Werte) und sin(I) die Amplitude auf 40 A ein, bei einem Offset von +30 A. Die sich ergebende max. Leistung bei Erreichen des höchsten Punktes der Sinuskurve wäre dann (40 A + 30 A) * 30 V = 2100 W im Quelle-Anteil und (40 A - 30 A) * 30 V = -300 W im Senke-Anteil.

3.11.6 Dreieck-Funktion

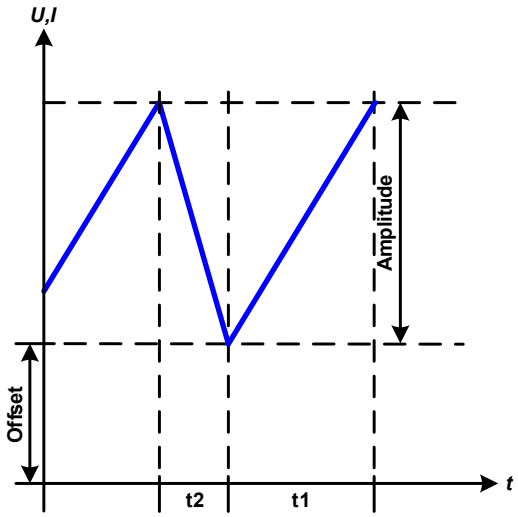
Auf diese Funktion bezogene Einschränkungen:

- Es kann nicht vorgewählt werden, nur Quelle- oder nur Senke-Betrieb zu fahren; die Einstellwerte bestimmen, auf was von beidem die Kurve wirkt, also ob nur auf den Quelle-Betrieb, nur auf den Senke-Betrieb oder auf beide abwechselnd
- Bei Anwendung auf die Spannung kann das Gerät nur dann im Senke-Betrieb arbeiten, wenn die am DC-Terminal anliegende Spannung höher ist als der höchste Punkt (Offset + Amplitude) der Kurve und der Strom „I Senke“ nicht 0 ist

Folgende Parameter können für die Dreieck-Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
U(A), I(A)	0...(Nennwert - [Offs])	A = Amplitude des zu generierenden Signals
U(Offs)	0... (U_{Nenn} - A)	Offs = Offset, bezogen auf den Fußpunkt des Dreiecks
I(Offs)	- (I_{Nenn} - A)...+(I_{Nenn} - A)	
t1	0,1 ms...36000 s	Anstiegszeit Δt der ansteigenden Flanke des Dreiecksignals
t2	0,1 ms...36000 s	Abfallzeit Δt der abfallenden Flanke des Dreiecksignals

Bildliche Darstellung:



Anwendung und Resultat:
Es wird ein dreieckförmiges Signal für die Anwendung auf den Strom oder die Spannung erzeugt. Die Zeiten der ansteigenden und abfallenden Flanke sind getrennt 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).

3.11.7 Rechteck-Funktion

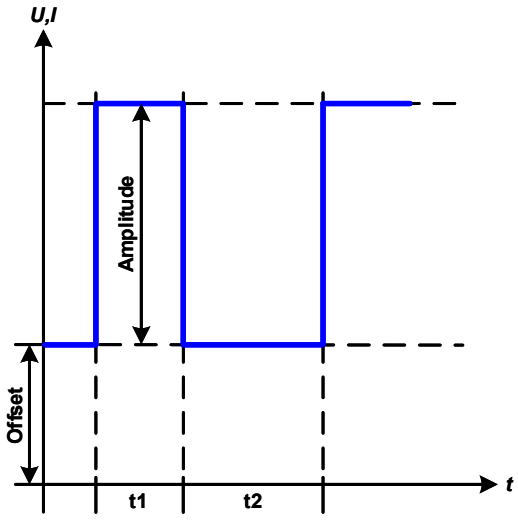
Auf diese Funktion bezogene Einschränkungen:

- Es kann nicht vorgewählt werden, nur Quelle- oder nur Senke-Betrieb zu fahren; die Einstellwerte bestimmen, auf was von beidem die Kurve wirkt, also ob nur auf den Quelle-Betrieb, nur auf den Senke-Betrieb oder auf beide abwechselnd
- Bei Anwendung auf die Spannung kann das Gerät nur dann im Senke-Betrieb arbeiten, wenn die am DC-Terminal anliegende Spannung höher ist als der höchste Punkt (Offset + Amplitude) der Kurve und der Strom „I Senke“ nicht 0 ist

Folgende Parameter können für die Rechteck-Funktion konfiguriert werden:

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

Bildliche Darstellung:



Anwendung und Resultat:
Es wird ein rechteckförmiges Signal für die Anwendung auf den Strom oder die Spannung 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 die 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 Hz = 40 ms berechnet werden. Für den Puls ergäben sich dann bei 80% Duty cycle t1 = 40 ms*0,8 = 32 ms. Die Zeit t2 wäre dann mit 8 ms zu setzen.

3.11.8 Trapez-Funktion

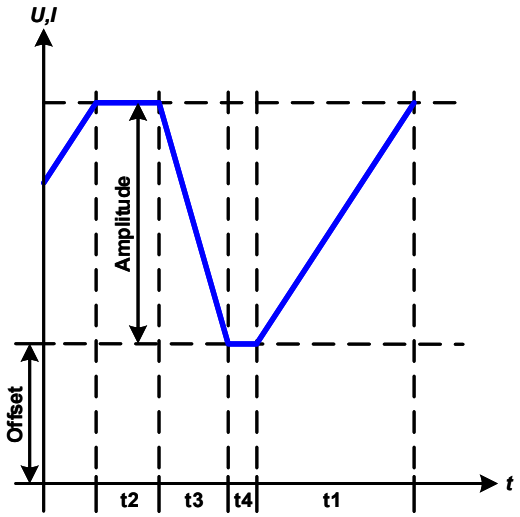
Auf diese Funktion bezogene Einschränkungen:

- Es kann nicht vorgewählt werden, nur Quelle- oder nur Senke-Betrieb zu fahren; die Einstellwerte bestimmen, auf was von beidem die Kurve wirkt, also ob nur auf den Quelle-Betrieb, nur auf den Senke-Betrieb oder auf beide abwechselnd
- Bei Anwendung auf die Spannung kann das Gerät nur dann im Senke-Betrieb arbeiten, wenn die am DC-Terminal anliegende Spannung höher ist als der höchste Punkt (Offset + Amplitude) der Kurve und der Strom „I Senke“ nicht 0 ist

Folgende Parameter können für die Trapez-Funktion konfiguriert werden:

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

Bildliche Darstellung:



Anwendung und Resultat:

Wie bei den anderen Funktionen kann das trapezförmige Signal auf den Sollwert der Spannung U oder den des Stromes 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 den vier einstellbaren Zeitwerten. Bei entsprechenden Einstellungen ergibt sich statt eines Trapezes ein Dreieck oder ein Rechteck. Diese Funktion ist somit recht universal.

3.11.9 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 angewandt. Sie soll den Verlauf der Autobatteriespannung beim Start eines Automotors nachbilden. Die Kurve ist in 5 Abschnitte eingeteilt (siehe Abbildung unten), die jeweils die gleichen Parameter haben. Die Standardwerte aus der Norm sind für die fünf Sequenzpunkte bereits als Standardwert eingetragen.

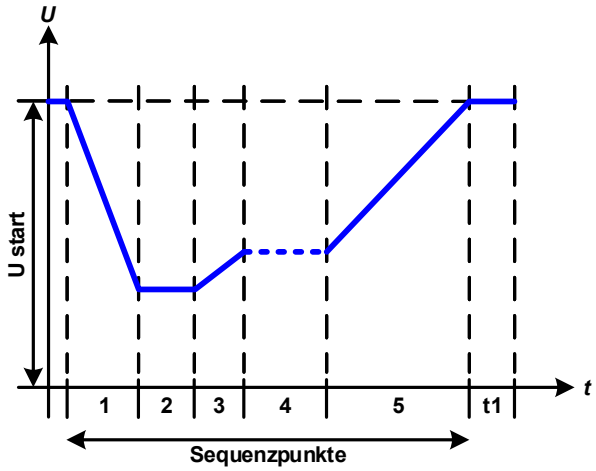
Diese Kurve wird üblicherweise auf den Quelle-Betrieb angewandt, kann aber auch auf den Senke-Betrieb angewandt werden, wenn die am DC-Terminal anliegende Spannung höher ist als der höchste Punkt (Offset + Amplitude) der Kurve und die externe Quelle nicht mehr Strom liefern kann als für den im Senke-Betrieb (I Senke) eingestellt. Es würde ansonsten die durch die Kurve resultierenden Spannungswerte nicht ausregeln können. Die globalen Sollwerte können zudem die Betriebsart klar definieren.

Folgende Parameter können für die einzelnen Sequenzpunkte bzw. global konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Seq.	Erläuterung
Ustart	0...U_{Nenn}	1-5	Anfangsspannungswert einer Rampe
Uend	0...U_{Nenn}	1-5	Endspannungswert einer Rampe
Seq.Zeit	0,1 ms...36000 s	1-5	Zeit für die abfallende oder ansteigende Rampe
Seq.Zyklen	∞ oder 1...999	-	Anzahl der Abläufe der Kurve
Zeit t1	0,1 ms...36000 s	-	Zeit nach Ablauf der Kurve, bevor wiederholt wird (Zyklen <> 1)
U(start/end)	0...U_{Nenn}	-	Spannungswert am DC-Terminal bevor die Kurve gestartet wird und danach

Wert	Einstellbereich	Seq.	Erläuterung
I/P Quelle	0...I_{Nenn} /P_{Nenn}	-	Globale Sollwerte für Strom und Leistung. Bei I=0 oder P=0 würde das Gerät nur im Senke-Betrieb arbeiten.
I/P Senke	0...I_{Nenn} /P_{Nenn}	-	Globale Sollwerte für Strom und Leistung. Bei I=0 oder P=0 würde das Gerät nur im Quelle-Betrieb arbeiten.

Bildliche Darstellung:



Anwendung und Resultat:

Wenn die Funktion im Quelle-Betrieb abläuft, sorgt die eingebaute Senkefunktion des PSB-Netzgerätes für den in manchen Teilen der Kurve geforderten schnellen Abfall der Spannung, damit der Spannungsverlauf am DC-Ausgang 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.

Die globale Start- und Endspannung wird als Einstellwert „U(Start/End)“ in der Menüseite „U/I/P Limits“ eingestellt, beeinflußt aber nicht die Spannungswerte in den Sequenzpunkten. Sie sollte mit der Startspannung (U start) im Sequenzpunkt 1 übereinstimmen.

3.11.10 Arbiträr-Funktion

Die Arbiträr-Funktion (arbiträr = beliebig) bietet dem Anwender einen erweiterten Spielraum. Es sind je 99 Sequenzpunkte für die Zuordnung zum Strom I oder zur Spannung U verfügbar, die alle mit den gleichen Parametern versehen sind, aber durch die Werte unterschiedlich konfiguriert werden können, um so komplexe Funktionsabläufe „zusammenzubauen“. Von den 99 verfügbaren Sequenzpunkten kann eine beliebige Anzahl nacheinander ablaufen. Das ergibt einen Sequenzpunktblock. Der Block kann dann noch 1...999 mal oder unendlich oft wiederholt werden.

Der Ablauf der Funktion wirkt immer entweder auf die Spannung oder den Strom. Eine Vermischung der Zuordnung U oder I ist nicht möglich.

Die Arbiträrkurve kann einen linearen Verlauf (DC) mit einer Sinuskurve (AC) überlagern, deren Amplitude und Frequenz zwischen Anfangswert und Endwert ausgebildet werden. Wenn Startfrequenz und Endfrequenz auf 0 Hz gesetzt sind, wird der AC-Anteil unwirksam und nur der DC-Anteil wird generiert. Für jeden Sequenzpunkt ist eine Zeit definierbar, innerhalb welcher der Kurvenabschnitt (Sequenzpunkt) von Start bis Ende generiert wird.

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

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
Is(AC) / Ie(AC)	-50%...+50% I_{Nenn}	Start- bzw. Endamplitude des sinusförmigen Anteils (I-Modus)
Us(AC) / Ue(AC)	0...50% U_{Nenn}	Start- bzw. Endamplitude des sinusförmigen Anteils (U-Modus)
fs(1/T) / fe(1/T)	0 Hz...10000 Hz	Anfangs- bzw. Endfrequenz des sinusförmigen Anteils
Winkel	0°...359°	Anfangswinkel des sinusförmigen Anteils
Is(DC)	±(Is(AC)...(I_{Nenn} - Is(AC)))	Startwert (=Offset) des DC-Anteils der Kurve (I-Modus)
Ie(DC)	±(Ie(AC)...(I_{Nenn} - Ie(AC)))	Endwert (=Offset) des DC-Anteils der Kurve (I-Modus)
Us(DC)	Us(AC)...(U_{Nenn} - Us(AC))	Startwert (=Offset) des DC-Anteils der Kurve (U-Modus)
Ue(DC)	Ue(AC)...(U_{Nenn} - Ue(AC))	Endwert (=Offset) des DC-Anteils der Kurve (U-Modus)
Seq.Zeit	0,1 ms...36000 s	Zeit für den gewählte Sequenzpunkt

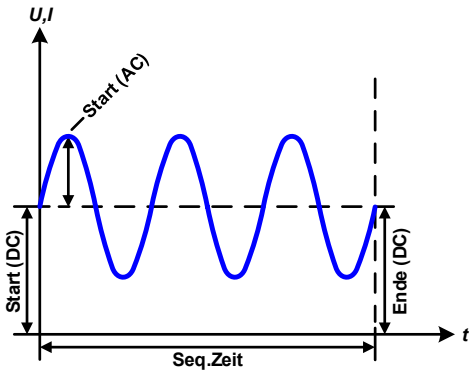
Die Sequenzpunktzeit (Seq.zeit) und die Startfrequenz/Endfrequenz stehen in einem Zusammenhang. Es besteht ein minimum Δf/s von 9,3. Also würde z. B. eine Einstellung mit fs = 1 Hz, fe = 11 Hz und Seq.zeit = 5 s nicht akzeptiert, weil das Δf/s dann nur 2 wäre. Bei Seq.Zeit = 1 s paßt es wieder oder man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

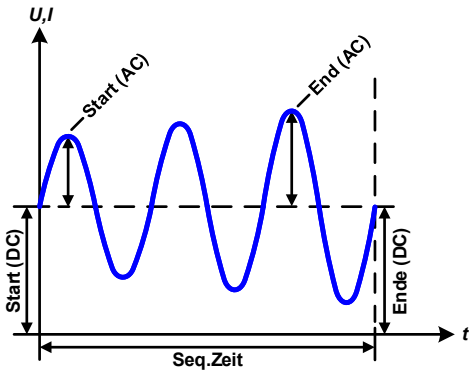
Die Amplitudenänderung zwischen Start und Ende steht im Zusammenhang mit der Sequenzzeit. Man kann nicht eine beliebig kleine Änderung über eine beliebig große Zeit hinweg erzeugen. In so einem Fall lehnt das Gerät unpassende Einstellungen mit einer Meldung ab.

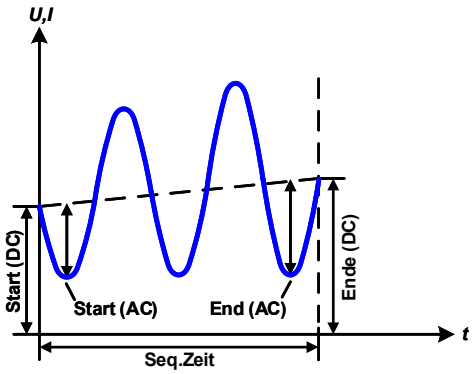
Wenn diese Einstellungen für den gerade gewählten Sequenzpunkt mit Bedienfeld SPEICHERN übernommen werden, können noch weitere konfiguriert werden. Betätigt man im Sequenzpunkt-Auswahlfenster das Bedienfeld WEITER, erscheint ein zweites Einstellungsmenü, das globale Einstellungen für alle 99 Sequenzpunkte enthält:

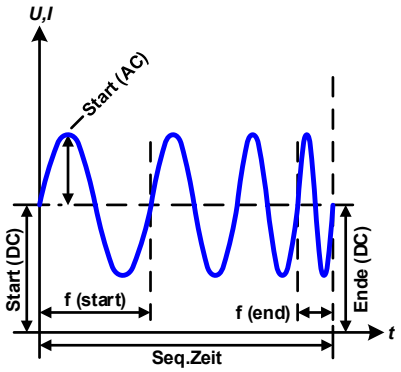
Wert	Einstellbereich	Erläuterung
Startseq.	1...Endseq.	Erster Sequenzpunkt des Sequenzpunktblocks
Endseq.	Startseq...99	Letzter Sequenzpunkt des Sequenzpunktblocks
Seq. Zyklen	∞ oder 1...999	Anzahl der Abläufe des Sequenzpunktblocks

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 (DC-Wert von Start/Ende, auch Offset genannt).

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 Sinushalbwelle.

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 der Sequenz größer. Dies wird jedoch nur dann sichtbar, wenn die Sequenzpunktzeit zusammen mit der Frequenz zuläßt, daß während des Ablaufs einer Sequenz mehrere Sinuswellen erzeugt werden können. Bei f=1 Hz und Seq. Zeit=3 s ergäbe das z. B. drei ganze Wellen (bei Winkel=0°), umgekehrt genauso bei f=3 Hz und Seq.Zeit=1 s.

Beispiel 3

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.

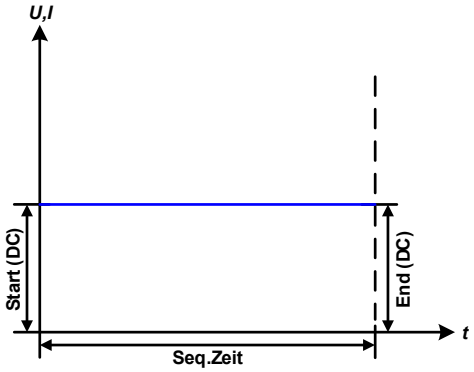
Zusätzlich startet die erste Sinuswelle mit der negativen Halbwelle, weil der Winkel auf 180° gesetzt wurde. Der Startwinkel kann zwischen 0° und 359° beliebig in 1°-Schritten verschoben werden.

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 Sequenzablaufs mit Sequenzpunktzeit x.

Bildliche Darstellungen:

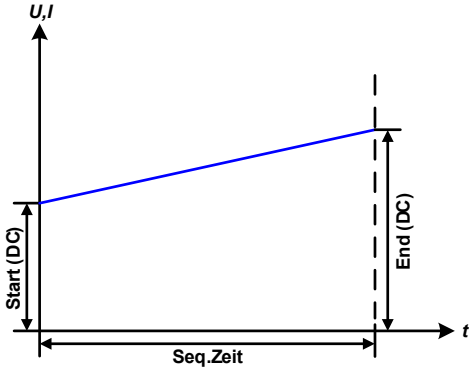


Anwendungen und Resultate:

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.



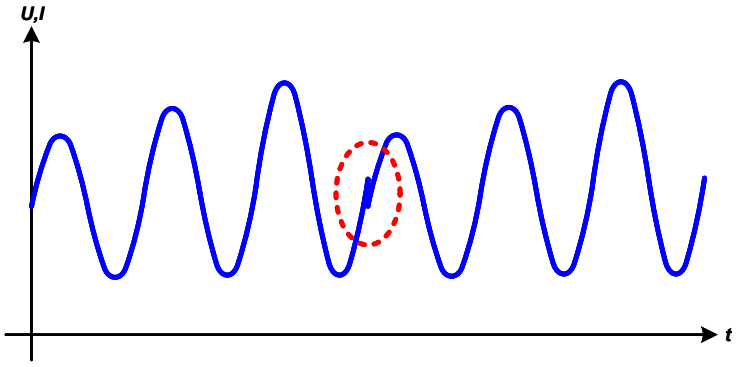
Beispiel 6

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 und Ende ungleich. Generiert wird eine Rampe mit ansteigendem Verlauf.

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

Bildliche Darstellungen:

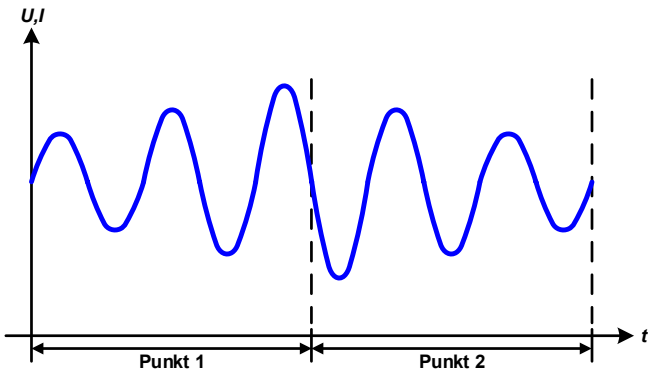


Anwendungen und Resultate:

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 der Sequenz auf denselben Anfangswert zurück wie beim ersten Ablauf der Sequenz, 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.

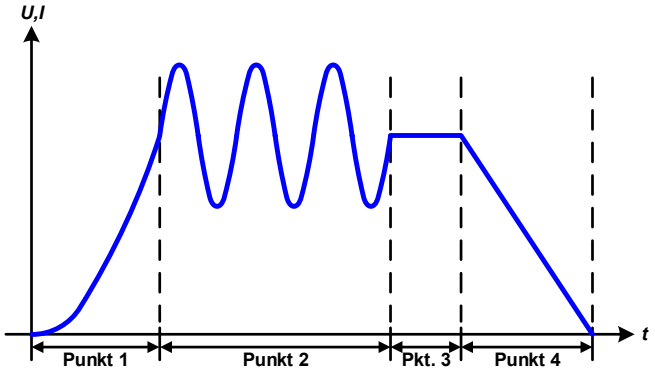


Beispiel 8

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.

Bildliche Darstellungen:



Anwendungen und Resultate:

Beispiel 9

Betrachtung 1 Ablaufs von 4 Sequenzpunkten:

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

Punkt 2: Drei Sinuswellen (Verhältnis von Frequenz zu Sequenzzeit: 1:3)

Punkt 3: Horizontale Rampe (f = 0)

Punkt 4: Abfallende Rampe (f = 0)

3.11.10.1 Laden und Speichern von Arbiträr-Funktionen

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

Für das Laden einer Sequenzpunkt-Tabelle gelten folgende Anforderungen

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

Für die Tabelle mit den 99 Zeilen ist, in Anlehnung an die Einstellparameter die bei der manuellen Bedienung für den Arbiträrgenerator festgelegt werden können, folgender Aufbau vorgegeben (Spaltenbenamung wie bei Excel):

Spalte	Parameter	Wertebereich
A	AC Startamplitude	Siehe Tabelle in *„3.11.10. Arbiträr-Funktion“*
B	AC Endamplitude	Siehe Tabelle in *„3.11.10. Arbiträr-Funktion“*
C	Startfrequenz	0...10000 Hz
D	Endfrequenz	0...10000 Hz
E	AC Startwinkel	0...359°
F	DC Startoffset	Siehe Tabelle in *„3.11.10. Arbiträr-Funktion“*
G	DC Endoffset	Siehe Tabelle in *„3.11.10. Arbiträr-Funktion“*
H	Zeit	100...36.000.000.000 µs (36 Mrd.)

Für eine genauere Beschreibung der Parameter und der Arbiträrfunktion siehe *„3.11.10. 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 PSB 9080-120 über eine WAVE_U für die Spannung oder eine WAVE_I für den Strom geladen werden, weil sie für beide paßt. Die Benamung ist jedoch durch einen Filter eindeutig gemacht, das heißt man kann nicht Arbiträr --> U im Funktionsgeneratormenü wählen und dann eine WAVE_I laden. Diese würde gar nicht erst aufgelistet.

► So laden Sie eine Sequenztabelle 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 Sequenzpunkt-Auswahl zu gelangen, wie rechts gezeigt.
3. Tippen Sie auf

, dann

und folgen Sie den Anweisungen. Sofern für den aktuellen Vorgang mindestens eine gültige Datei (siehe Pfad und Dateibenamung oben) gefunden wurde, wird eine Liste zur Auswahl angezeigt, aus der die zu ladende Datei mit ✔ ausgewählt werden muß.
4. Tippen Sie unten rechts auf

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

► So speichern Sie die Sequenztabelle 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

, dann

. 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

.

3.11.11 Rampen-Funktion

Auf diese Funktion bezogene Einschränkungen:

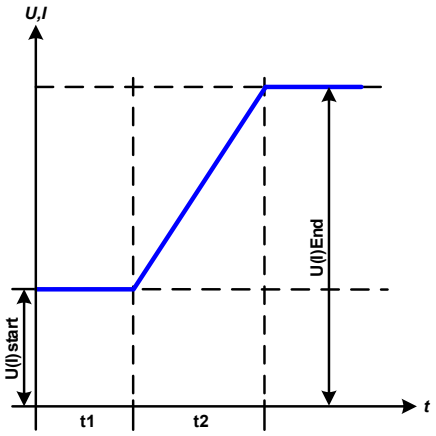
- Es kann nicht vorgewählt werden, nur Quelle- oder nur Senke-Betrieb zu fahren; die Einstellwerte bestimmen, auf was von beidem die Kurve wirkt, also ob nur auf den Quelle-Betrieb, nur auf den Senke-Betrieb oder auf beide abwechselnd
- Bei Anwendung auf die Spannung kann das Gerät nur dann im Senke-Betrieb arbeiten, wenn die am DC-Terminal anliegende Spannung höher ist als der höchste Punkt (Offset + Amplitude) der Kurve und der Strom „I Senke“ nicht 0 ist

Folgende Parameter können für die Rampen-Funktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
Ustart / Uend	0...U_{Nenn}	Startwert/Endwert in U-Modus
Istart / Iend	-I_{Nenn}...+I_{Nenn}	Startwert/Endwert in I-Modus
t1	0,1 ms...36000 s	Zeit vor der ansteigenden bzw. abfallenden Flanke der Rampe
t2	0,1 ms...36000 s	Anstiegszeit des Rampe

10 h nach Erreichen des Rampenendes stoppt die Funktion automatisch (I = 0 A, wenn Stromrampe), sofern sie nicht vorher schon anderweitig gestoppt wurde.

Bildliche Darstellung:



Anwendung und Resultat:

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

Die Funktion läuft einmal ab und bleibt dann am Endwert stehen. Um eine sich wiederholende Rampe zu erreichen, müßte die Trapezfunktion benutzt werden (siehe *3.11.8*).

Wichtig ist hier noch die Betrachtung des statischen Wertes I bzw. U, der den Startwert vor dem Beginn der Rampe definiert. Es wird empfohlen, den statischen Wert gleich dem Ustart/Istart einzustellen, es sei denn, im Quelle-Betrieb soll die Last vor dem Beginn der Rampenzeit t1 noch nicht mit Spannung versorgt werden bzw. im Senke-Betrieb noch kein Strom fließen. Hier müßte man dann den statischen Wert auf 0 einstellen.

3.11.12 IU-Tabellenfunktion (XY-Tabelle)

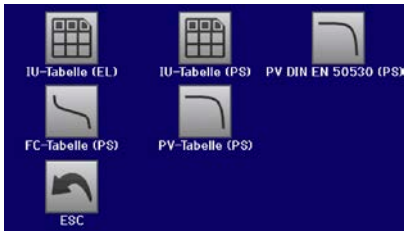
Die IU-Funktion bietet dem Anwender die Möglichkeit, in Abhängigkeit von der Spannung am DC-Anschluß einen bestimmten DC-Strom zu setzen. Dabei kann die Funktion entweder nur im Quelle-Betrieb (PS) oder Senke-Betrieb (EL) arbeiten. Dazu muß eine Tabelle geladen werden, die genau 4096 Stromsollwerte enthält, welche sich auf die gemessene Ausgangsspannung im Bereich 0...125% U_{Nenn} aufteilen. Diese Tabelle kann entweder von einem USB-Stick über die frontseitige USB-Buchse des Gerätes oder per Fernsteuerung (ModBus-Protokoll oder SCPI) in das Gerät geladen und dann angewendet werden. Es gilt:

IU-Funktion: I = f(U)

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

Die 4096 Werte innerhalb der Tabelle werden nur auf korrekte Größe und Anzahl hin untersucht. Würde man alle Werte in einem Diagramm darstellen, ergäbe sich eine bestimmte Kurve, die auch sehr starke Stromsprünge vom einem Wert zum nächsten enthalten könnte. Das kann zu Komplikationen für die angeschlossene Last bzw. Quelle führen, wenn z. B. der interne Spannungsmeßwert leicht schwankt und dazu führt, daß ständig zwischen zwei Stromwerten aus der Tabelle hin- und herpendelt wird, wo im ärgsten Fall der eine 0 A ist und der andere Maximalstrom.

3.11.12.1 Laden von IU-Tabellen über USB



Die sogenannten IU-Tabellen können über die USB-Schnittstelle auf der Vorderseite des Gerätes von einem handelsüblichen USB-Stick (FAT32-formatiert) geladen werden. Dazu muß die zu ladende Datei bestimmten Vorgaben entsprechen:

- Der Dateiname startet immer mit IU (Groß-/Kleinschreibung egal)
- Die Datei muß eine Textdatei vom Typ CSV sein und darf nur eine Spalte mit genau 4096 Werten (ohne Lücken) enthalten
- Keiner der 4096 Werte darf den Nennwert überschreiten, also wenn Sie z. B. ein 120 A-Modell haben und laden eine IU-Tabelle mit Stromwerten, dann darf keiner größer als 120 sein (Einstellgrenzen gelten hier nicht)
- Werte mit Nachkommastellen müssen ein Dezimaltrennzeichen haben, daß der Auswahl im Menü-Parameter „USB Trennzeichen-Format“ für CSV-Dateien entspricht, womit auch zwischen Komma und Punkt als Dezimaltrennzeichen unterschieden wird (im europäischem Standard ist das Komma verwendet)
- Die Datei muß im Ordner HMI_FILES liegen, der im Wurzelverzeichnis (root) des USB-Sticks sein muß

Werden die oben genannten Bedingungen nicht eingehalten, meldet das Gerät das mittels entsprechender Fehlermeldungen und akzeptiert die Datei nicht. Ein Stick kann natürlich mehrere IU-Tabellen als verschiedentlich benamte Dateien enthalten, aus denen eine ausgewählt werden kann.

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

1. Stecken Sie den USB-Stick noch nicht ein bzw. ziehen Sie ihn zunächst heraus.
2. Öffnen Sie das Funktionsauswahlmenü des Funktionsgenerators über MENU -> Funkt. Generator -> XY-Tabelle
3. Wählen Sie im nächsten Fenster die gewünschte Funktion mit **IU-Tabelle (EL)**, um die Funktion im Senke-Betrieb laufen zu lassen, oder wählen Sie **IU-Tabelle (PS)** für Quelle-Betrieb.
4. Konfigurieren Sie ggf. noch zusätzliche Grenzen für U, I und P.
5. Betätigen Sie das Bedienfeld

und stecken Sie nach Aufforderung den USB-Stick ein, um eine kompatible Datei aus eventuell mehreren auszuwählen
6. Falls die Datei nicht akzeptiert wird, entspricht sie nicht den Anforderungen. Dann korrigieren und wiederholen.
7. Wird die Datei akzeptiert und erfolgreich geladen, werden Sie nach dem Laden aufgefordert, den Stick zu entfernen.
8. Laden Sie die Funktion mit

, um Sie dann zu starten und zu bedienen wie gewohnt (siehe auch *„3.11.4.1. Auswahl und Steuerung einer Funktion“).*

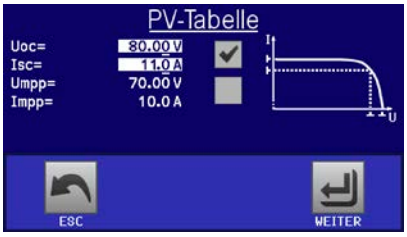
3.11.13 Einfache PV-Funktion (Photovoltaik)

3.11.13.1 Einleitung

Diese Funktion arbeitet ausschließlich im Quelle-Betrieb und nutzt den internen XY-Generator, um mit einer aus vier Einstellwerten generierten IU-Tabelle das Netzgerät dazu zu bringen, ein Solarmodul oder -paneel mit bestimmten Eigenschaften zu simulieren. Während die Funktion läuft, kann die Bestrahlungsstärke (hier: Beschattung) variiert werden, um verschiedene Lichtverhältnisse zu simulieren.

Die wichtigsten Charakteristiken einer Solarzelle sind:

- der Kurzschlußstrom (I_K, hier: I_{SC}), maximaler Strom bei fast 0 V
- die Leerlaufspannung (U_L, hier: U_{OC}), die schon bei geringer Lichteinwirkung ihren fast maximalen Wert erreicht
- der „Maximum Power Point“ (MPP), an dem die Solarzelle die maximale Leistung abgeben kann



Die Spannung im MPP (hier: U_{MPP}) liegt typisch etwa 20% unter U_{OC}, der Strom im MPP (hier: I_{MPP}) etwa 10% unter I_{SC}. Falls keine genauen Werte vorhanden sind, können U_{MPP} und I_{MPP} entsprechend der typischen Werte eingestellt werden. Das Gerät begrenzt dabei die Einstellung des I_{MPP} nach oben hin auf den Wert von I_{SC}. Ebenso ist das bei U_{OC} und U_{MPP}.

3.11.13.2 Sicherheitshinweise

⚠	Aufgrund von unterschiedlich hohen Kapazitäten am DC-Anschluß der Modelle dieser Geräteserie kann der Betrieb mit manchen Solarwechselrichtern nicht funktionieren. Prüfen Sie dazu die technischen Daten des Wechselrichters und kontaktieren Sie ggf. dessen Hersteller.

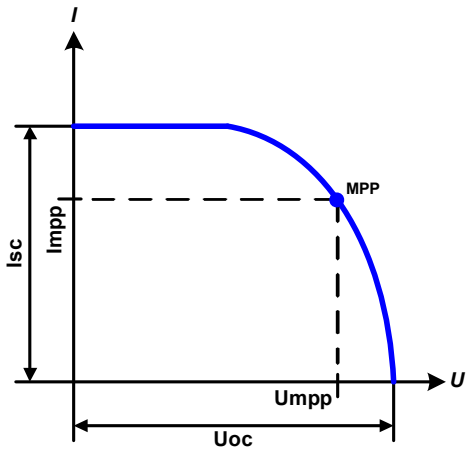
3.11.13.3 Anwendung

Der MPP wird in der PV-Tabellenfunktion, die auf einem XY-Generator mit IU-Charakteristik beruht, durch die beiden Einstellwerte Umpp und Impp definiert (siehe bildliche Darstellung unten), die man aus dem Datenblatt des zu simulierenden Solarpanels entnehmen kann und hier angeben muß.

Folgende Parameter können für die PV-Tabellenfunktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
Uoc	Umpp...Spannungsnennwert	Open circuit voltage, Leerlaufspannung
Isc	Impp...Stromnennwert	Short-circuit current, Kurzschlußstrom
Umpp	0 V...Uoc	DC-Ausgangsspannung im MPP (Maximum Power Point)
Impp	0 A...Isc	DC-Ausgangsstrom im MPP (Maximum Power Point)

Bildliche Darstellung:



Anwendung und Resultat:
Stellen Sie die vier Parameter auf gewünschte Werte ein.

In der laufenden Simulation kann der Anwender anhand von Istwerten (Spannung, Strom, Leistung) feststellen, wo die Arbeitswerte des Netzgerätes bzw. des simulierten Solarpanels sind. Dazu kann ein Wert **Beschattung** (siehe nächste Darstellung) zwischen 0% und 100% in 1%-Schritten eingestellt werden, der die Lichtsituation des Solarpanels zwischen totaler Dunkelheit (0%) und minimaler Lichtfülle (100%) darstellt, die das Solarpanel benötigt um die max. Leistung zu liefern.

Die Veränderung verschiebt den MPP und die Kurve auf der Y-Achse. Siehe Abbildung rechts. Der Wert **Beschattung** ist dabei ein Faktor für Impp. Die Kurve an sich wird dabei nicht verändert oder neu berechnet.

► So konfigurieren Sie die PV-Tabelle

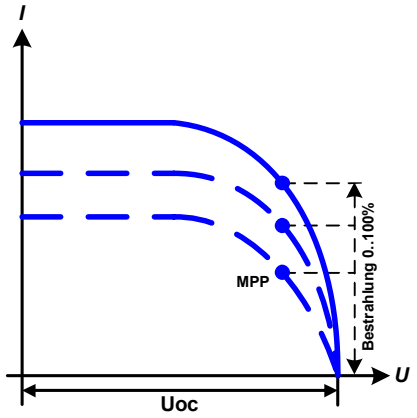
1. Im Funktionsgenerator-Auswahlmenü tippen Sie auf

, dann

und dann

.
2. Stellen Sie die vier Parameter gemäß den zu simulierenden Daten ein.
3. Legen Sie unbedingt noch die globalen Grenzwerte für U/P im Bildschirm fest, den Sie mit

erreichen. Die Spannung (U) sollte genauso hoch wie U_{oc} bzw. höher eingestellt sein.



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

.

Beim Laden wird die interne XY-Tabelle als IU-Funktion berechnet und geladen. Danach ist die Funktion bzw. Simulation startbereit.

Die Funktion nach der Berechnung kann als Tabelle auf USB-Stick gespeichert oder auch über eine der digitalen Schnittstellen ausgelesen werden.

Man kann nach dem Laden der Funktion auch wieder in das erste PV-Menü zurückgehen und die berechnete Tabelle auf USB-Stick speichern. Ein dort befindliches Bedienfeld ist nun nicht mehr gesperrt. Um dies zu tun, folgen Sie den Anweisungen auf dem Bildschirm. Die gespeicherte PV-Tabelle dient nur zu Zwecken der Analyse oder Visualisierung in Excel o.ä.

► So arbeiten Sie mit der PV-Tabellenfunktion

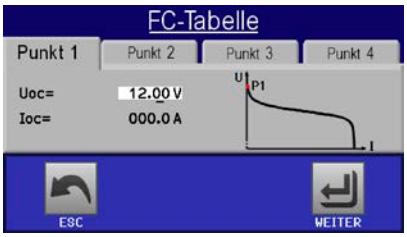
1. Mit angeschlossenem Verbraucher, z. B. einem Solar-Wechselrichter, starten Sie die Funktion wie in *3.11.4.1* beschrieben.
2. Verändern Sie den Wert **Beschattung** mit dem linken Drehknopf zwischen 100% (Standardwert) und 0%, um verschiedene Lichtverhältnisse zu simulieren. Die Istwerte auf dem Bildschirm zeigen an, wo sich der Arbeitspunkt befindet.
3. Stoppen Sie jederzeit wie in *3.11.4.1* beschrieben.

3.11.14 FC-Tabellenfunktion (Brennstoffzelle)

3.11.14.1 Einleitung

Die Funktion „FC-Tabelle“ (fuel cell) dient zur Simulation einer Brennstoffzelle und deren Charakteristik. Dies wird durch einstellbare Parameter erreicht, die mehrere Punkte auf der typischen Kennlinie einer Brennstoffzelle darstellen.

Der Anwender muß für vier Stützpunkte der FC-Kurve Werte angeben. Das Gerät gibt die Reihenfolge vor und zeigt mittels kleiner Grafiken oben rechts im Bildschirm die ungefähre Position des Punkts an, den man definiert. Daraus wird die Kennlinie berechnet.



Generell gelten folgende Regeln während der Eingabe:

- $U_{Punkt1} > U_{Punkt2} > U_{Punkt3} > U_{Punkt4}$
- $I_{Punkt4} > I_{Punkt3} > I_{Punkt2} > I_{Punkt1}$
- Nullwerte werden nicht akzeptiert

Das bedeutet, von Punkt 1 bis Punkt 4 muß die Spannung abnehmen und der Strom ansteigen. Sollten die genannten Regeln nicht eingehalten werden, erscheint eine Fehlermeldung und die eingegebenen Werte werden auf 0 zurückgesetzt.

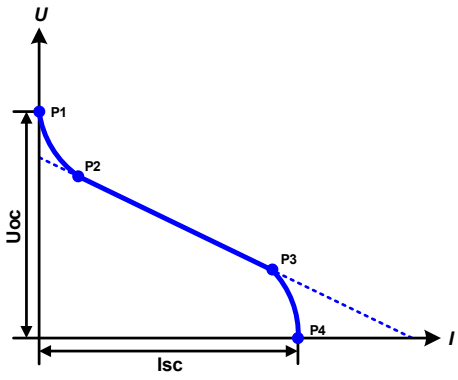
3.11.14.2 Anwendung

Folgende Parameter können für die FC-Tabellenfunktion konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
Punkt 1: Uoc	0 V...U_{Nenn}	Maximale Spannung der Zelle (open circuit voltage, Leerlaufspannung)
Punkte 2+3: U	0 V...U_{Nenn}	Spannung und Strom der beiden Punkte im XY-Koordinatensystem. Sie repräsentieren zwei Stützpunkte auf der zu errechnenden Kennlinie
Punkte 2+3: I	0 A...I_{Nenn}	
Punkt 4: Isc	0 A...I_{Nenn}	Maximaler Strom der Zelle (Kurzschlußbetrieb)
U	0 V...U_{Nenn}	Globale Spannungsgrenze
P Quelle	0 W...P_{Nenn}	Globales Leistungslimit, darf nicht 0 sein, damit die Funktion ablaufen kann

Durch die frei einstellbaren Parameter kann eine unrealistische Kurve resultieren. Daher wird unter Umständen eine Fehlermeldung „Berechnungsfehler“ angezeigt, wenn der nächste Punkt nicht akzeptabel wäre. Dann sind die eingegebenen Parameter zu prüfen und zu korrigieren.

Bildliche Darstellung:



Anwendung und Resultat:

Nach Eingabe der Parameter der vier Stützpunkte Punkt 1 bis Punkt 4, wobei Punkt 1 bei Uoc und 0 A und Punkt 4 bei Isc und 0 V definiert wird, berechnet das Gerät eine XY-Kurve, die an den XY-Generator übergeben wird. In Abhängigkeit von der Belastung des Netzgerätes mit einem Strom zwischen 0 A und Isc, stellt das Gerät eine veränderliche Ausgangsspannung, deren Verlauf zwischen 0 V und Uoc in etwa der links abgebildeten Kurve entspricht.

Die Steigung zwischen Punkt 2 und Punk 3 ist abhängig von den eingegebenen Werten und kann beliebig variiert werden, solange Punkt 3 spannungsmäßig unterhalb und strommäßig oberhalb Punkt 2 liegt.

► So konfigurieren Sie die FC-Tabelle

1. Im Funktionsgenerator-Auswahlmenü tippen Sie auf

, dann

und dann

.
2. Stellen Sie die Parameter der vier Stützpunkte gemäß den zu simulierenden Daten ein.
3. Legen Sie unbedingt noch die globalen Grenzwerte für Spannung und Leistung im Bildschirm fest, den Sie mit

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

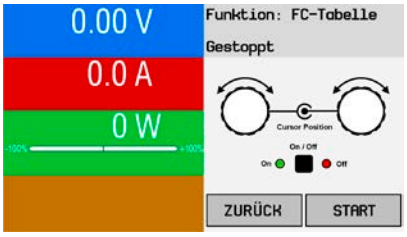
.

Am Ende wird die interne XY-Tabelle als UI-Funktion berechnet und geladen. Danach ist die Funktion bzw. Simulation startbereit.

Die Funktion kann als Tabelle auf USB-Stick gespeichert oder auch über eine der digitalen Schnittstellen ausgelesen werden. Über Fernsteuerung ist die Funktion nicht schreib- oder steuerbar.

Man kann nach dem Laden der Funktion auch wieder in das erste FC-Menü zurückgehen und die berechnete Tabelle auf USB-Stick speichern. Ein dort befindliches Bedienfeld ist nun nicht mehr gesperrt. Um dies zu tun, folgen Sie den Anweisungen auf dem Bildschirm. Die gespeicherte FC-Tabelle dient nur zu Zwecken der Analyse und Visualisierung in Excel o.ä.

► So arbeiten Sie mit der FC-Tabellenfunktion



1. Mit angeschlossenem Verbraucher, z. B. DC-DC-Wandler als typische Last für eine Brennstoffzelle, starten Sie die Funktion wie in *3.11.4.1* beschrieben.
2. Die Ausgangsspannung stellt sich in Abhängigkeit vom Ausgangsstrom ein, der durch die angelegte variable Last definiert wird und nimmt mit steigendem Strom ab. Ohne Last geht die Spannung auf den Wert Uoc.
3. Stoppen Sie jederzeit wie in *3.11.4.1* beschrieben.

3.11.15 Erweiterte PV-Funktion nach DIN EN 50530

3.11.15.1 Einleitung

Die seit Firmware KE 2.25 und HMI 2.04 verfügbare, manuell bedienbare sowie fernsteuerbare, erweiterte PV-Tabellenfunktion nach DIN EN 50530 basiert ebenso auf dem XY-Generator wie die einfache PV-Funktion aus *3.11.13.* Sie bietet allerdings wesentlich mehr einstellbare Parameter für einen angepaßteren Solarwechselrichtertest und dessen Bewertung. Welche zusätzlichen Parameter zur Verfügung stehen wird unten erläutert. Das Zusammenspiel der Parameter in der zu berechnenden PV-Kurve wird in der Normschrift zur DIN EN 50530 u. A. mit Formeln näher beschrieben. Weitergehende Informationen sind dort zu finden. Hier wird nur auf die Konfiguration der Funktion und die Bedienung der Simulation eingegangen.

3.11.15.2 Unterschiede zur einfachen PV-Funktion

Bei der erweiterten PV-Funktion sind zwei grundsätzlich fünf Dinge anders bzw. zusätzlich zur einfachen Funktion:

- Es wird zwischen einer einmal ablaufenden Simulation und einem automatisch ablaufenden Tagesverlauf unterschieden, welcher aus bis zu 100.000 ladbaren Stützpunkten gestaltet werden kann
- Es stehen zwei feste und eine variable Panel-Technologie zur Auswahl
- Es sind mehr Parameter zur Laufzeit variabel
- Es können Verlaufsdaten aufgezeichnet und gespeichert (USB-Stick) bzw. abgerufen werden (dig. Schnittstelle)
- Es kann zwischen zwei Parametersätzen gewählt werden, die zur Laufzeit der Simulation variabel sind

3.11.15.3 Technologien und Technologieparameter

Als Teil der Konfiguration der erweiterten PV-Funktion muß gewählt werden, welche Panel-Technologie simuliert werden soll. Die Technologien **cSI** und **Dünnschicht** (thin film) sind invariabel in den Technologie-Parametern, die Technologie **Manuell** ist in allen Parametern variabel, jedoch nur innerhalb bestimmter Grenzen. Dies läßt die Anpassung der Simulation auf weitere Technologien zu bzw. wenn die festen Parameterwerte von **cSi** oder **Dünnschicht** nach **Manuell** kopiert werden, können diese in **Manuell** letztendlich doch variiert werden.

Der Vorteil der invariablen Technologien ist, daß die Technologieparameter automatisch gemäß Norm gesetzt werden. Zur Berechnung der PV-Kurve/Tabelle verwendete Technologieparameter und deren Standardwerte:

Kürzel	Name	**Manuell**	**cSI**	**Dünnschicht**	Einheit
FFu	Füllfaktor Spannung	>0...1 (0,8)	0,8	0,72	-
FFi	Füllfaktor Strom	>0...1 (0,9)	0,9	0,8	-
Cu	Korrekturfaktor für U_{OC} (1	>0...1 (0,08593)	0,08593	0,08419	-
Cr	Korrekturfaktor für U_{OC} (1	>0...1 (0,000109)	0,000109	0,0001476	m²/W
Cg	Korrekturfaktor für U_{OC} (1	>0...1 (0,002514)	0,002514	0,001252	W/m²
alpha	Temperaturkoeffizient für I_{SC} (2	>0...1 (0,0004)	0,0004	0,0002	1/°C
beta	Temperaturkoeffizient für U_{OC} (1	-1...<0 (-0,004)	-0,004	-0,002	1/°C

(1 Uoc = Leerlaufspannung eines Solarmoduls
(2 Isc = Kurzschlußstrom (max. Strom) eines Solarmoduls

3.11.15.4 Simulationsmodus

Neben der zu simulierenden Panel-Technologie muß als Teil der Konfiguration noch ein Simulationsmodus gewählt werden. Es gibt vier Auswahlmöglichkeiten:

Modus **U/I**	Steuerbare Simulation. Zur Laufzeit sind die Leerlaufspannung U_{OC} (in V) und der Kurzschlußstrom I_{SC} (in A) des simulierten Solarmoduls variabel. Der Zwecks dieses Modus' ist es, den MPP in verschiedene Richtungen verschieben zu können.
Modus **E/T**	Steuerbare Simulation. Zur Laufzeit sind die Bestrahlungsstärke (E, in W/m²) und die Oberflächentemperatur (T, in °C) des simulierten Panels veränderlich. Das wirkt sich letztendlich auch auf den MPP aus. Der Zwecks dieses Modus' ist es, die Auswirkung der Umgebungs- bzw. Oberflächentemperatur und des Lichteinfalls auf die Leistungsfähigkeit eines Solarmoduls zu ermitteln.
Modus **TAG U/I**	Automatisch ablaufende Simulation. Ein Tagesverlauf aus bis zu 100.000 Stützpunkten, bestehend aus Vorgaben für U_{MPP} , I_{MPP} und Zeit.
Modus **TAG E/T**	Automatisch ablaufende Simulation. Ein Tagesverlauf aus bis zu 100.000 Stützpunkten, bestehend aus Vorgaben für Bestrahlungsstärke, Temperatur und Zeit.

3.11.15.5 Tagesverlauf

Der sogenannte Tagesverlauf ist eine aus bis zu 100.000 Stützpunkten bestehende Kurve, welche über die sich ergebende Zeit automatisch abläuft. Für jeden auf dieser Kurve angefahrenen Punkt wird die PV-Tabelle bzw. PV-Kurve neu berechnet.

Jeder Stützpunkt besteht aus 3 Werten, wobei einer die Verweildauer des Punktes definiert. Bei langen Zeitwerten kann die Kurve durch eine zusätzlich aktivierbare Interpolation unterstützt werden. Diese berechnet und setzt Zwischenpunkte. Es muß demnach bei der Konfiguration berücksichtigt werden, ob der Tagesverlauf mit oder ohne Interpolation ablaufen soll.

Die Stützpunktdaten müssen in das Gerät geladen werden, entweder über eine CSV-Datei auf USB-Stick oder über eine digitale Schnittstelle. Formate der am HMI zu ladenden CSV-Datei mit den Tagesverlaufdaten:

- Für **Modus TAG E/T** (erforderliches Dateinamenformat: PV_DAY_ET_<beliebig>.csv)

	A	B	C	D
1	1	100	25	300000
2	2	101	25	2000
3	3	102	25	2000
4	4	103	25	2000
5	5	104	25	2000
6	6	105	25	2000
7	7	106	25	2000
8	8	107	25	2000
9	9	108	25	2000

Spalte A = **Index**

Eine aufsteigende Nummer von 1 bis 100000 (der erste nicht gefüllte Index läßt den Test stoppen)

Spalte B = **Bestrahlungsstärke** (E) in W/m²

Zulässiger Bereich: 0...1500

Spalte C = **Oberflächentemperatur** (T) in °C

Zulässiger Bereich: -40...80

Spalte D = **Verweildauer** in Millisekunden (ms)

Zulässiger Bereich: 500...1.800.000

- Für **Modus TAG U/I** (erforderliches Dateinamenformat: PV_DAY_UI_<beliebig>.csv)

Achtung! Die Werte in den Spalten B und C sind reale Werte und müssen zu dem verwendeten Gerät passen, ansonsten würde das Laden der Datei abgelehnt.

	A	B	C	D
1	1	63.5	120.3	500
2	2	63.6	121.1	500
3	3	63.7	121.9	500
4	4	63.8	122.7	500
5	5	63.9	123.5	500
6	6	64	124.3	500
7	7	64.1	125.1	500
8	8	64.2	125.9	500
9	9	64.3	126.7	500

Spalte A = **Index**

Eine aufsteigende Nummer von 1 bis 100000 (der erste nicht gefüllte Index läßt den Test stoppen)

Spalte B = **Spannung U_{MPP}** in V

Zulässiger Bereich: 0...Nennspannung des Gerätes

Spalte C = **Strom I_{MPP}** in A

Zulässiger Bereich: 0...Nennstrom des Gerätes

Spalte D = **Verweildauer** in Millisekunden (ms)

Zulässiger Bereich: 500...1.800.000

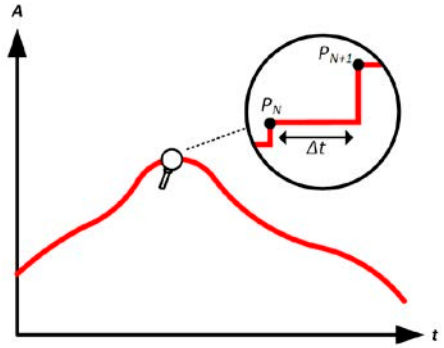
Die Darstellung gebrochener Zahlen (Dezimaltrennzeichen) ist abhängig von der Software, mit welcher die Tabelle erstellt wird und muß zu der Einstellung „USB Trennzeichen-Format" in den Allgemeinen Einstellungen des Gerätes passen, ansonsten würde das Laden der Datei abgelehnt. Ein deutsches Excel verwendet Kommas als Dezimaltrennzeichen und Semikolons als Spaltentrennzeichen (in Excel nicht sichtbar) passend zur Wahl „Standard" .

3.11.15.6 Interpolation

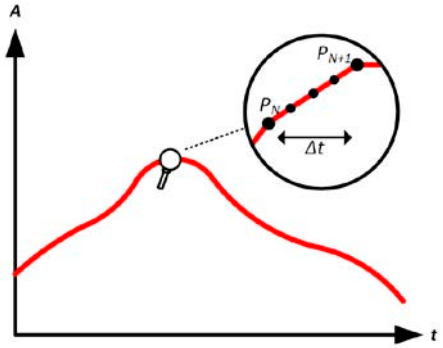
Die Interpolation oder Berechnung von Zwischenwerten ist eine aktivierbare Option für die Simulationsmodi **TAG U/I** und **TAG E/T**. Die Berechnung wirkt immer auf den zeitlichen Abstand von zwei aufeinanderfolgenden Stützpunkten der Tagesverlaufkurve. Die Verweildauer jedes Stützpunktes ist definierbar zwischen 0,5 und 1800 Sekunden (siehe oben, Format der Tagestrend-Datendatei). Während bei Verwendung des Minimalwertes von 500 ms keine Zwischenpunkte berechnet werden, gilt für eine höhere Verweildauer folgendes:

- Die Anzahl der Zwischenwerte wird aus der Verweildauer berechnet und möglichst gleichmäßig verteilt, wobei jeder Zwischenpunkt eine eigene Verweildauer zwischen 500 ms und 999 ms haben kann.
- Die Zwischenwerte berücksichtigen selbstverständlich auch die Steigung zwischen dem aktuellen und dem folgenden Stützpunkt und somit erhält jeder Zwischenwert eine entsprechende Wertänderung.

Verdeutlichung:



Ohne Interpolation - die Kurve ergibt Treppenstufen



Mit Interpolation - Die Kurve bleibt linear

Ein Beispiel: Die Verweildauer des 3450. Stützpunktes ist 3 Minuten, also 180 Sekunden. Es werden 180 / 0,5 - 1 = 359 Zwischenpunkte à 0,5 s Dauer gesetzt bis der 3451. Stützpunkt erreicht wird. Es wird Modus DAY U/I gefahren und die Spannung ändert sich vom 3450. Stützpunkt zum 3451. Stützpunkt von 75 V auf 80 V, der Strom ändert sich von 18 A auf 19 A. Demnach ergibt sich rein rechnerisch in ΔU/Δt von 27,7 mV/s und ein ΔI/Δt von 5,5 mA/s. In Abhängigkeit vom Gerätemodell sind solch geringe Steigungen nicht immer umsetzbar. Das Gerät würde trotzdem versuchen, beim ersten Zwischenwert eine Spannung von 75,0138 V und einen Strom von 18,0027 A zu setzen usw.

3.11.15.7 Datenaufzeichnung

In allen Simulationsmodi können Datensätze aufgezeichnet und entweder nach der Simulation auf USB-Stick gespeichert bzw. über digitale Schnittstelle ausgelesen werden. Letztere erlaubt es auch, die Daten bereits zur Laufzeit abzurufen.

Solange die Datenaufzeichnung läuft werden in einem festen Abstand von 100 ms Werte in einen Puffer geschrieben, der max. 576.000 Indexe enthalten kann. Das ergibt eine max. Aufzeichnungszeit von 16 Stunden. Mit jedem Aufzeichnungsschritt wird der Index um 1 erhöht. Bei Erreichen des Maximums wird der Index zurückgesetzt und der Puffer wieder von vorn überschrieben. Jeder Index enthält 6 Werte.

In den Konfigurationsmenüs am HMI ist beim Start des Funktionsgenerators die Option zum Speichern auf USB zunächst gesperrt. Erst nach Rückkehr von einem Simulationsdurchlauf kann eine Datei gespeichert werden, die x Zeilen mit je 6 Werten und einem Indexzähler enthält. Die Anzahl der Zeilen ergibt sich aus dem aktuellen Index. Im Gegensatz zur Fernsteuerung, wo man immer jeden der 576.000 Indexe anwählen und auslesen kann, orientiert sich das HMI am Indexzähler und speichert genau diese Anzahl Datensätze auf den USB-Stick. Jeder erneute Start der Simulation setzt bei manueller Bedienung am HMI den Indexzähler auf 1 zurück.

Aufbau der CSV-Datei bei Speicherung auf USB-Stick (Beispielwerte mit Einheit):

	A	B	C	D	E	F	G
1	Index	U actual	I actual	P actual	Umpp	Impp	Pmpp
2	1	0,29V	0,000A	0,0W	0,00V	0,000A	0,0W
3	2	0,29V	0,000A	0,0W	0,00V	0,000A	0,0W
4	3	0,29V	0,000A	0,0W	0,00V	0,000A	0,0W
5	4	0,29V	0,000A	0,0W	0,00V	0,000A	0,0W
6	5	0,30V	0,000A	0,0W	0,00V	0,000A	0,0W
7	6	0,28V	0,000A	0,0W	0,00V	0,000A	0,0W
8	7	0,28V	0,000A	0,0W	0,00V	0,000A	0,0W
9	8	0,28V	0,000A	0,0W	0,00V	0,000A	0,0W

Index = Aufsteigende Nummer

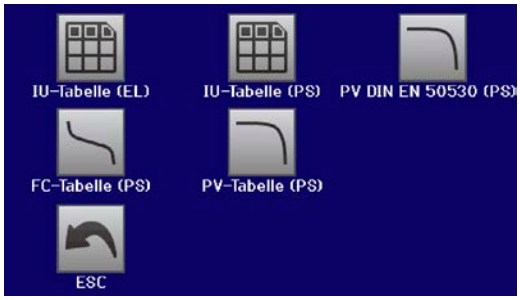
Uactual = Istwert der Spannung am DC-Ausgang

Iactual = Istwert der Strom am DC-Ausgang

Pactual = Istwert der Leistung am DC-Ausgang

Umpp / Impp / Pmpp = Spannung, Strom und Leistung im MPP laut der aktuell berechneten Kurve

3.11.15.8 Schrittweise Konfiguration



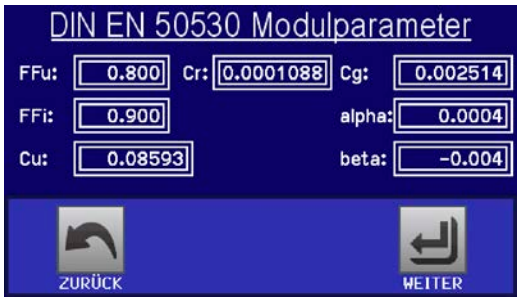
Startpunkt

Im MENU->Funktionsgenerator->2. Seite ->XY-Tabelle finden Sie die PV-Funktionen. Wählen Sie hier **PV DIN EN 50530 (PS)**.

Schritt 1: Wahl der Technologie

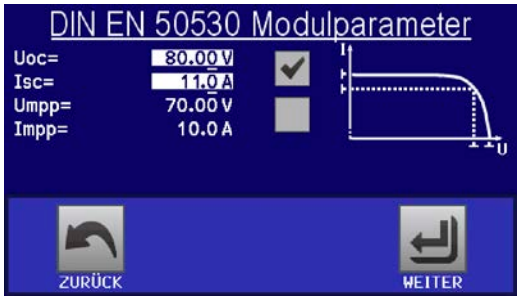
Die erweiterte PV-Funktion erzwingt die Auswahl einer zu simulierenden Panel-Technologie. Falls **cSI** oder **Dünnschicht** nicht passen bzw. Sie sich nicht sicher sind, wählen Sie **Manuell**.

Bei Wahl **Dünnschicht** oder **cSI** geht es weiter bei Schritt 2.



Schritt 1-1: Technologieparameter setzen

Bei Wahl der Technologie **Manuell** können alle angezeigten Parameter variiert werden (antippen und Wert eingeben), sind jedoch nach Rücksetzen des Gerätes auf Standardwerten, die der Technologie **cSI** entsprechen. Sie müssen also nicht unbedingt verändert werden. Siehe Übersicht in *3.11.15.3*. Bei Wahl einer anderen Technologie wird dieser Schritt nicht angezeigt und die vordefinierten Parameterwerte gesetzt. Es wird empfohlen, die Werte sorgfältig zu wählen, weil die daraus berechnete Kurve u. U. nicht wie erwartet funktioniert.



Schritt 2: Grundparameter des Solarmoduls eingeben

Die Leerlaufspannung ($\mathbf{U_{oc}}$), der Kurzschlußstrom (I_{SC}), sowie Spannung ($\mathbf{U_{MPP}}$) und Strom ($\mathbf{I_{MPP}}$) im MPP sind die Grundparameter aus denen eine PV-Kurve berechnet wird. $\mathbf{U_{oc}}$ und $\mathbf{I_{sc}}$ sind Grenzwerte die üblicherweise aus den technischen Daten des zu simulierenden Solarmoduls entnommen werden. Je zwei Parameter stehen über die Füllfaktoren im Zusammenhang:

$U_{MPP} = U_{OC} \times FFu \quad / \quad I_{MPP} = I_{SC} \times FFi$

Schritt 3: Simulationsmodus wählen

Für eine Beschreibung der verfügbaren Modi siehe *3.11.15.4*. Zusätzlich kann hier die Meßwertaufnahme aktiviert werden, deren Meßwerte später nach Ende der Simulation und Rückkehr in diesen Bildschirm mit Bedienfeld **Meßergebnisse auf USB sichern** auf einen USB-Stick als CSV-Datei gespeichert werden können. Siehe dazu Abschnitt *3.11.15.7.*

Bei Wahl **E/T** oder **U/I** geht es weiter zu **Schritt 4**.

Schritt 3-1: Tagesverlauf-Daten laden

Bei gewähltem Simulationsmodus **TAG ET** oder **TAG UI** erscheint dieser zusätzliche Bildschirm. Hier müssen hier über das Bedienfeld **Tagesverlauf von USB laden** von einem USB-Stick und aus einer CSV-Datei mit bestimmter Benamung (siehe *1.9.6.5*) und bestimmten Format (siehe *3.11.15.5*) Tagesverlauf-Stützpunkte (1-100.000) in das Gerät geladen werden.

Außerdem kann wahlweise die Interpolation (siehe *3.11.15.6*) aktiviert werden.

Schritt 4: Globale Sollwertgrenzen

In dieser Konfigurationsseite können die Ausgangsspannung und Ausgangsleistung zusätzlich begrenzt werden. Der Strom wird in dieser tabellenbasierenden Simulation aus der berechneten PV-Tabelle entnommen, die gleichzeitig eine IU-Tabelle ist.

Während die Spannung durch Eingabe der Leerlaufspannung U_{OC} (max. Ausgangsspannung des Netzgerätes während der Simulation) in Schritt 2 bereits gesetzt wird, sollte der Wert U nicht kleiner als U_{OC} eingestellt werden, weil sonst die PV-Kurve nicht richtig funktioniert. Die Leistung hingegen sollte normalerweise überhaupt nicht begrenzt sein.

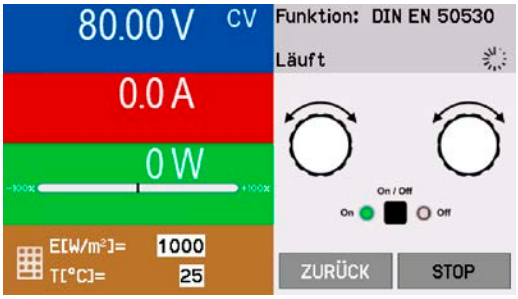
Empfehlung: beide Werte unverändert lassen

Die Konfiguration wird mit Bedienfeld

abgeschlossen. Der Funktionsgenerator wechselt dann in den Steuerungsmodus.

3.11.15.9 Steuerung der Simulation

Nach dem Laden der Funktionsparameter wechselt der FG in die Steuerungsoberfläche. Die Funktion kann dann mit Taste „On/Off“ oder Bedienfeld START gestartet werden.



Gemäß des gewählten Simulationsmodus‘ sind im orange-braun hinterlegten Feld zwei Simulationsparameter **per Direkteingabe** veränderlich und **nicht per Drehknopf**, weil das Gerät sonst für jeden Schritt des Drehknopfes die PV-Kurve neu berechnen müßte. Das Bild rechts zeigt den Bildschirm für Simulationsmodus **E/T**.

Bei einem der beiden Tagesverlauf-Modi würden keine einstellbaren Parameter angezeigt, da diese nach dem Start automatisch ablaufen und auch stoppen, wenn die Summe der Verweildauern aller aufeinanderfolgenden Stützpunkte erreicht wurde. Die Modi **E/T** und **U/I** hingegen stoppen nur durch Interaktion des Benutzers bzw. durch einen Gerätealarm.

3.11.15.10 Stopp-Kriterien

Die Simulation kann durch verschiedene Umstände ungewollt stoppen:

1. Ein Gerätealarm ist aufgetreten, der den DC-Ausgang abschaltet (PF, OVP, OCP, OPP)
2. Ein Benutzer-Ereignis ist aufgetreten, dessen gewählte Aktion den DC-Ausgang abgeschaltet hat
3. Die Simulation ist beendet, weil der Tagesverlauf-Modus abgelaufen ist

Situation 2 kann durch sorgfältige Konfiguration des Gerätes an sich, außerhalb vom Funktionsgenerator vermieden werden. Mit dem Stopp der Simulation in allen drei Situationen stoppt auch die Datenaufzeichnung.

3.11.15.11 Auswertungsmöglichkeiten

Nach Stopp der Simulation, aus welchem der genannten Gründe auch immer, können zwecks Auswertung des Tests Meßwerte auf USB-Stick gespeichert oder alternativ über digitale Schnittstelle ausgelesen werden, sofern die Meßwertaufzeichnung in der Konfiguration aktiviert wurde. Nachträgliches Starten der Aufzeichnung zur Laufzeit ist bei manueller Bedienung nicht möglich, bei Fernsteuerung hingegen schon. Beim Speichern auf USB-Stick werden immer alle aktuell vorhandenen Datensätze gespeichert, über digitale Schnittstelle hat man die Wahl, wieviele man auslesen will. Letzteres bestimmt auch die Dauer des Auslesevorgangs.

Die Daten können zur weiteren Betrachtung, Auswertung und Bestimmung von Eigenschaften des angeschlossenen (Solar-)Wechselrichters herangezogen werden. Siehe dazu die Normschrift.

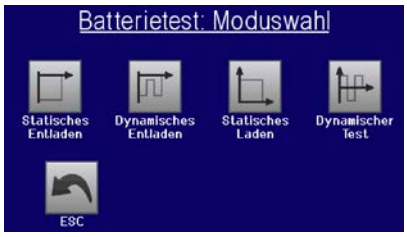
3.11.15.12 Die PV-Kurve auslesen

Die letzte in der Simulation berechnete PV-Kurve kann nach deren Stopp über dig. Schnittstelle ausgelesen oder auf USB-Stick gespeichert werden. Das kann zur Überprüfung der eingegebenen Parameter dienen. Bei den Modi TAG E/T und TAG U/I macht das Ganze weniger Sinn, weil die PV-Kurve bei jedem Stützpunkt neu berechnet wird und man immer nur die zum letzten Punkt gehörige hätte.

Man erhält durch das Auslesen bis zu 4096 Stromwerte. Die Visualisierung der Tabellendaten in einem XY-Diagramm in z. B. Excel zeigt die berechnete Form auf.

3.11.16 Batterietest-Funktion

Die Batterietest-Funktion dient zum gezielten Laden und Entladen von Batterien unterschiedlicher Art in industriellen Produkttests oder auch in Laboranwendungen. Zusätzlich zu diesen beiden Testmodi vereint der sog. dynamische Test eine Phase zum Laden und eine zum Entladen der Batterie in einem Ablauf, der beliebig konfiguriert werden kann, z. B. welche Phase zuerst startet oder auch, wieviel Pause zwischen beiden vergehen soll oder auch, wie oft der Lade-/Entladezyklus wiederholt werden soll.



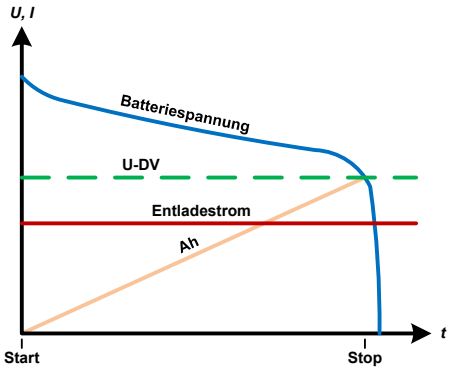
Zur Auswahl stehen die vier Testmodi „**Statisches Entladen**“ (konstanter Strom), „**Dynamisches Entladen**“ (gepulster Strom), **„Statisches Laden“** (konstanter Strom) und **„Dynamischer Test“** (Ablauf von statischer Ladung/Entladung).

Beim **statischen Entlade-Betrieb**, welcher standardmäßig mit Konstantstrom (CC) abläuft, 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 Gerätes bestimmen die gesetzten Werte, welche Regelungsart (CC, CP oder CR) sich ergibt. So sollte z. B. für CP-Betrieb der Strom auf Maximum gestellt und der Widerstandsmodus ausgeschaltet werden. Ebenso sollten dann für CR-Betrieb die Werte für Strom (I) und Leistung (P) auf ihr Maximum gestellt werden.

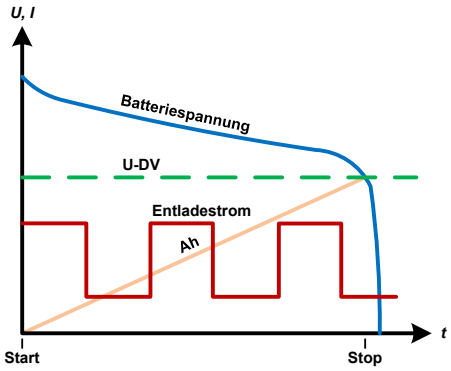
Beim **dynamischen Entlade-Modus** gibt es auch einen einstellbaren Leistungswert. Dieser kann zwar nicht genutzt werden, um den dynamischen Batterietest mit gepulster Leistung ablaufen zu lassen, jedoch könnte das Ergebnis anders aussehen als erwartet, wenn die Leistung im Test begrenzt wird. Es wird daher empfohlen, diesen Wert immer hoch genug einzustellen.

Bei Batterietests mit hohen Pulsströmen könnte es vorkommen, daß die Batteriespannung durch die pulsartige Belastung kurz unter die Schwelle U-DV (Entladeschlußspannung) gelangt und der Test sofort beendet wird. Um das zu vermeiden, sollte die U-DV entsprechend niedriger eingestellt werden.

Grafische Verdeutlichung beider Entlade-Modi:



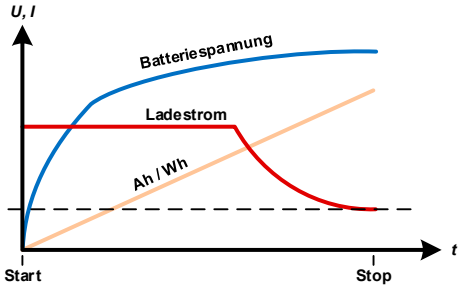
Statische Entladung



Dynamische Entladung

Die **statische Ladung** entspricht dem einfachen Ladeprofil für Bleibatterien. Die angeschlossene Batterie wird hierbei mit einem Konstantstrom geladen, bis entweder die angegebene Ladeschlußspannung oder eine bestimmte Zeit erreicht wurde bzw. der Ladestrom unter eine einstellbare Grenze gelangt ist.

Grafische Verdeutlichung der statischen Ladung:



Der vierte Modus ist der **dynamische Test**, der eine Lade- und Entladephase mit einigen zusätzlichen Einstellmöglichkeiten kombiniert. Man kann hierbei z. B. wählen, ob der ganze Test zyklisch wiederholt werden soll (1-999x oder unendlich oft) und welche Phase des Tests, Laden oder Entladen, in jedem Durchlauf zuerst startet. Außer gibt es eine einstellbare Ruhephase vor jeder Wiederholung.

3.11.16.1 Einstellwerte für den statischen Entladetest

Folgende Parameter können für das statische Entladen konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
I	0...I_{Nenn}	Maximaler Entladestrom (in Ampere)
P	0...P_{Nenn}	Maximale Entladeleistung (in Watt)
R	R_{Min}..R_{Max} | AUS	Maximaler Entladewiderstand (in Ohm)

3.11.16.2 Einstellwerte für den dynamischen Entladetest

Folgende Parameter können für das dynamische Entladen konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
I_1	0...I_{Nenn}	Unterer bzw. oberer Stromwert für gepulsten Betrieb (der höhere Einstellwert von beiden wird automatisch der obere) (in Ampere)
I_2	0...I_{Nenn}	
P	0...P_{Nenn}	Maximale Entladeleistung (in Watt)
t_1	1 s ... 36000 s	t1 = Zeit für den oberen Stromwert (Puls) t2 = Zeit für den unteren Stromwert (Pause)
t_2	1 s ... 36000 s	

3.11.16.3 Einstellwerte für den statischen Ladetest

Folgende Parameter können für das statische Laden konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
U_{Laden}	0...U_{Nenn}	Ladespannung (in Volt)
I_{Laden}	0...I_{Nenn}	Maximaler Ladestrom (in Ampere)

3.11.16.4 Einstellwerte für den dynamischen Test

Folgende Parameter können für den dynamischen Batterietest konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
$I_{Ladeschlussstrom}$	0...I_{Nenn}	Schwelle (in Ampere), bei deren Erreichen die Ladung stoppt
I_{Laden}	0...I_{Nenn}	Maximaler Ladestrom (in Ampere)
U_{Laden}	0...U_{Nenn}	Ladespannung (in Volt)
t_1	1 s ... 36000 s	Dauer der Ladephase (max. 10 h)
$U_{Entladeschlussspannung}$	0...U_{Nenn}	Schwelle (in Volt), bei deren Erreichen das Entladen stoppt (U-DV)
$I_{Entladen}$	0...I_{Nenn}	Maximaler Entladestrom (in Ampere)
t_2	1 s ... 36000 s	Dauer der Entladephase (max. 10 h)
Starte mit	Laden | Entladen	Legt fest, womit der Test beginnt, mit der Lade- oder der Entladephase
Testzyklen	1...999 | ∞	Anzahl der Durchläufe des Batterietests
Pausezeit	1 s ... 36000 s	Dauer der Pause (Ruhephase) vor dem nächsten Durchlauf

3.11.16.5 Andere Einstellwerte

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

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
Lade-schlussstrom	0...I_{Nenn}	Schwelle (in Ampere), bei deren Erreichen das Laden automatisch stoppt (Modus „Statisches Laden“)
Lade-schlussspan-nung	0...U_{Nenn}	Schwelle (in Volt), bei deren Erreichen das Entladen automatisch stoppt (Modi „Statisches Entladen“ und „Dynamisches Entladen“)
Ladezeit Entladezeit Batterietestzeit	0...10 h	Maximale Dauer, nach welcher der Test automatisch stoppen kann. Dieses Stoppkriterium ist optional, so daß ein Test auch länger als 10 h laufen kann.
Ladekapazität Entladekapa-zität Batterietestka-pazität	0...99999.99 Ah	Maximal zu entnehmende Batteriekapazität, nach deren Erreichen der Test automatisch stoppen kann. Dieses Stoppkriterium ist optional, so daß auch mehr Batteriekapazität zugeführt oder entnommen werden kann.

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
Logging-Intervall	100 ms - 1 s 5 s 10 s	Legt den Schreibzyklus für das USB-Logging fest
Aktion	KEINE SIGNAL Test-Ende	Legt für die Parameter „Ladezeit“, „Entladezeit“, Batterietestzeit“, Ladekapazität“, „Entlade-Kapazität“ und „Batterietestkapazität“ fest, was bei Erreichen der einstellbaren Grenzen geschehen soll: KEINE = Nichts passiert, Test läuft weiter Signal = Der Text „Zeit-Limit“ bzw. „Ah-Limit“ erscheint in der Anzeige, der Test läuft weiter Test-Ende = Der Test stoppt
USB-Logging aktivieren	ein/aus	Aktiviert durch Setzen des Hakens das USB-Logging, das Daten während des Batterietests aufzeichnet, falls ein korrekt formatierter USB-Stick in der frontseitigen USB-Buchse eingesteckt ist. Die Daten haben ein etwas anderes Format als die des „normalen“ USB-Logging.

3.11.16.6 Anzeigewerte

Während des Tests zeigt die Anzeige des Gerätes folgende Werte an:

- Aktuelle Batteriespannung am DC-Anschluß
- Entladeschlußspannung U_{DV} (nur im Entlademodus)
- Ladespannung (nur im Lademodus)
- Aktueller Entladestrom
- Ist-Leistung
- Gesamt-Batteriekapazität (Laden & Entladen)
- Gesamt-Batterieenergie (Laden & Entladen)
- Testzeit
- Reglerstatus (CC, CP, CR, CV

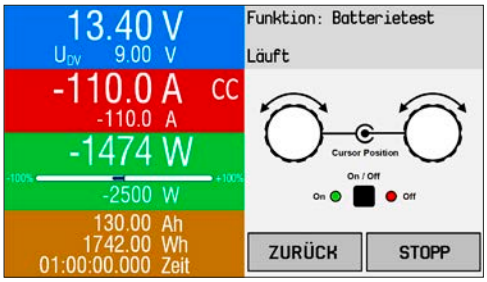


Bild 9 - Anzeigebeispiel vom statischen Entladen

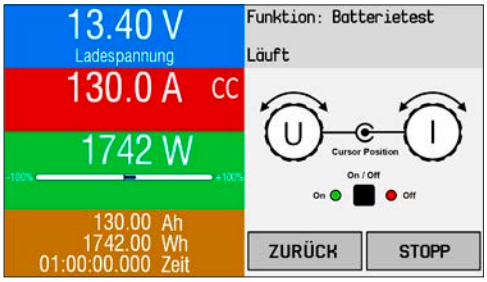


Bild 10 - Anzeigebeispiel vom statischen Laden

3.11.16.7 Datenaufzeichnung (USB-Logging)

Für alle Testmodi kann am Ende der Konfiguration das „USB-Logging“ aktiviert werden, welches standardmäßig ausgeschaltet ist. Wurde es aktiviert und ein USB-Stick mit entsprechender Formatierung (siehe *1.9.6.5*) ist 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 anhand des Beispiels des statischen Entladetests:

	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 = Stromsollwert
Pset = Leistungssollwert
Rset = Gewünschter Widerstand
DV = Entladeschlußspannung
DT = Entladezeit
DC = Entladeschlußkapazität
U/I/Pactual = Istwerte
Ah = Entnommene Kapazität
Wh = Entnommene Energie
Time = Testzeit

Unabhängig davon wie das Zeitintervall für die Aufzeichnung eingestellt wurde, berechnet das Gerät die beiden Werte „Ah“ und „Wh“ immer nur einmal pro Sekunde. Bei Intervallzeiten < 1s werden somit mehrere identische Werte in der Log-Datei erscheinen.

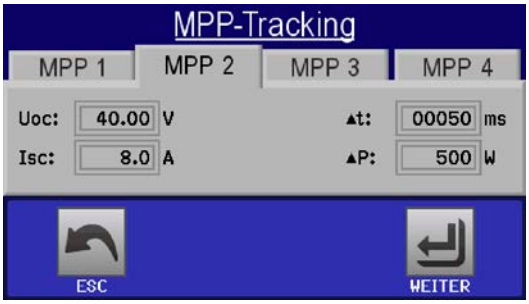
3.11.16.8 Abbruchbedingungen

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

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

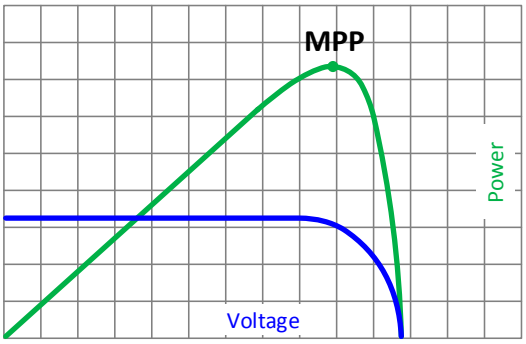
Beim dynamischen Test stoppen bestimmte der oben gelisteten Abbruchbedingungen, z. B. „Erreichen der Entladeschlußspannung U_{DV}“, den Test nicht vollständig, sondern beenden nur den aktuellen Testabschnitt, also Ladung oder Entladung. Der Test wird dann mit dem nächsten Abschnitt fortgeführt, sofern noch mindestens einer abzuarbeiten wäre.

3.11.17 MPP-Tracking-Funktion



Das MPP im Namen der Funktion steht für „maximum power point“ und bezeichnet den Punkt an dem die Leistung eines Solarmoduls am höchsten ist. Diesen MPP versuchen sog. Solarwechselrichter durch einen Suchvorgang (engl. „tracking“) zu finden und zu verfolgen.

Der Senke-Betrieb des Gerätes imitiert dieses Verhalten und kann somit dem Test von Solarpaneelen dienen, ohne einen Solarwechselrichter betreiben zu müssen, der aufgrund seines Aufbaus am AC-Ausgang wiederum eine AC-Last bräuchte. Dabei kann das Gerät 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 Senke 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.

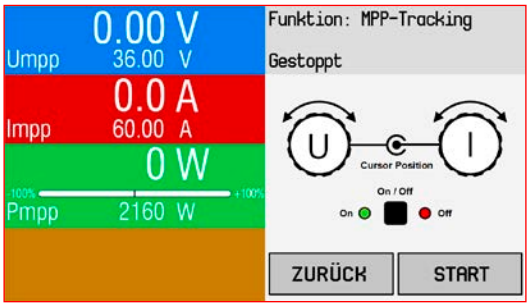
3.11.17.1 Modus MPP1

Dieser Modus wird auch „**MPP finden**“ genannt. Er ist die einfachste Möglichkeit, ein MPP-Tracking durchzuführen. Benötigt werden dazu nur drei Parameter. Der Wert U_{OC} ist erforderlich, damit das Tracking den MPP schneller finden kann als wenn das Gerät bei 0 V oder Nennspannung starten würde. Trotzdem startet es leicht oberhalb des eingegebenen U_{OC}-Wertes. I_{SC} wiederum dient als obere Grenze für den Strom, weil eine Senke 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 Solarpaneels, aus dessen Spezifikationen entnommen
I_{SC}	0...I_{Nenn}	Kurzschlußstrom des Solarpaneels, aus dessen Spezifikationen entnommen
Δt	5 ms...60000 ms	Zeit zwischen zwei Trackingversuchen während der MPP-Suche

Anwendung und Resultat:

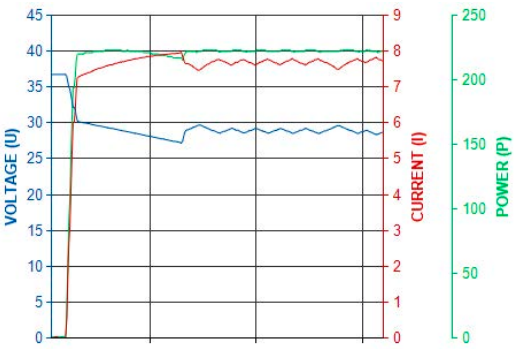


Nach Eingabe der drei Parameter kann die Funktion direkt gestartet werden. Sobald der MPP gefunden wurde, stoppt die Funktion mit ausgeschaltetem DC-Eingang und die ermittelten Werte für Strom (I_{MPP}), Spannung (U_{MPP}) und Leistung (P_{MPP}) im MPP werden auf der Anzeige ausgegeben.

Die Dauer eines Trackingvorgangs hängt dabei maßgeblich vom Parameter Δt ab. Bei den minimal setzbaren 5 ms können sich bereits mehrere Sekunden Suchzeit ergeben.

3.11.17.2 Modus MPP2

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



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

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

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
U_{OC}	0...U_{Nenn}	Leerlaufspannung des Solarpaneels, aus dessen Spezifikationen entnommen
I_{SC}	0...I_{Nenn}	Kurzschlußstrom des Solarpaneels, aus dessen Spezifikationen entnommen
Δt	5 ms...60000 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

3.11.17.3 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. Falls die MPP-Werte des zu testenden Prüflings bekannt sind, soll das helfen, die Zeit der Suche nach dem MPP in wiederholten Tests 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...U_{Nenn}	Spannung im MPP
I_{SC}	0...I_{Nenn}	Kurzschlußstrom des Solarpaneels, aus dessen Spezifikationen entnommen
P_{MPP}	0...P_{Nenn}	Leistung im MPP
Δt	5 ms...60000 ms	Meßintervall für die Erfassung von U und I während der Suche nach dem MPP
ΔP	0 W...0,5 P_{Nenn}	Regeltoleranz unterhalb des MPP

3.11.17.4 Modus MPP4

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

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

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
U_1...U_{100}	0...U_{Nenn}	Spannungwert 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...60000 ms	Zeit bis zum Anfahren des Spannungswertes des nächsten Punktes
Wdh.	0-65535	Anzahl der Wiederholungen des Durchlaufs von **Start** bis **Ende**

3.11.17.5 Kurvendaten für Modus MPP4 von USB-Stick laden

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

Definition des Dateiformats:

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

► So laden Sie Kurvendaten für MPP4

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

3.11.17.6 Ergebnisdaten vom MPP4-Durchlauf auf USB speichern

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

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

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

Legende:

- Spalte A: Spannungsistwerte der Punkte 1-100 (= U_{MPP})
- Spalte B: Stromistwerte der Punkte 1-100 (= I_{MPP})
- Spalte C: Leistungsistwerte der Punkte 1-100 (= P_{MPP})
- Zeilen 1-100:Ergebnisdatensätze aller Kurvenpunkte

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

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

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

3.11.18 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 Dokumentation „Programmieranleitung ModBus & SCPI“ erläutert die Vorgehensweise.

Folgendes gilt generell:

- Der Funktionsgenerator ist nicht über die analoge Schnittstelle fernbedienbar; der einzig effektive Einfluß kann vom Pin REM-SB kommen, wenn dieser den DC-Anschluß ausschaltet, wodurch die Funktion zunächst nur pausiert. Sie könnte später fortgeführt werden, wenn REM-SB den DC-Anschluß wieder einschaltet, außer die Funktion wurde vorher anderweitig gestoppt.
- Der Funktionsgenerator ist nicht verfügbar, wenn der sog. Widerstands-Betrieb (R-Modus) aktiviert wurde

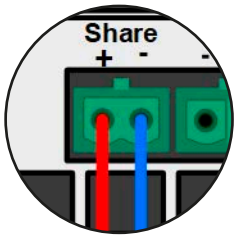
3.12 Weitere Anwendungen

3.12.1 Parallelschaltung als Master-Slave (MS)

Mehrere Geräte gleicher Art und gleichen Modells können zu einer Parallelschaltung verbunden werden, um eine höhere Gesamtleistung zu erzielen. Für die Parallelschaltung werden üblicherweise alle Einheiten an ihren DC-Anschlüssen, dem Share-Bus und dem digitalen Master-Slave-Bus verbunden. Der Geräteverbund kann dann wie ein System, wie ein größeres Gerät mit mehr Leistung betrachtet und behandelt werden.

Der Share-Bus wiederum dient zur dynamischen Ausregelung der Spannung am DC-Anschluß der Geräte, d. h. im CV-Betrieb, besonders wenn am Mastergerät der Funktionsgenerator genutzt werden soll. Es müssen zumindest die DC-Minus-Anschlüsse aller über Share-Bus verschalteten Geräte verbunden sein, damit der Share-Bus sauber regeln kann.

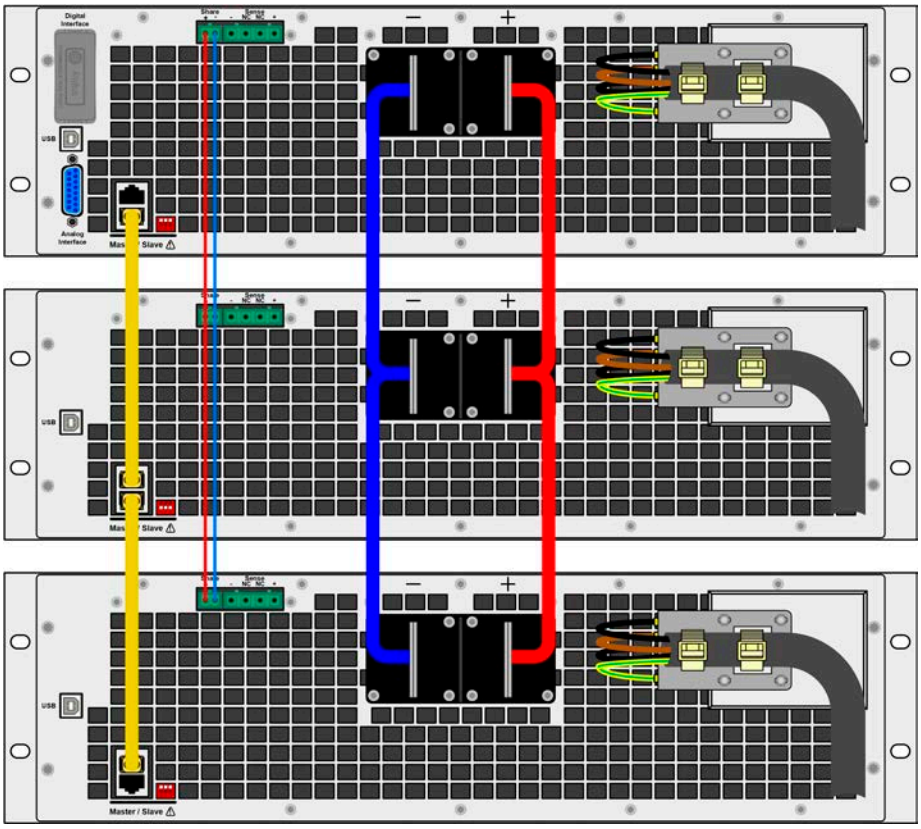
Prinzipdarstellung ohne Last bzw. externe Quelle:



Share-Bus-Verbindung

Master-Slave-Bus

Busabschluß (Terminierung)



3.12.1.1 Einschränkungen

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

- Das MS-System reagiert auf Alarmsituationen zum Teil anders (siehe unten bei *3.12.1.6*)
- Die Share-Bus-Verbindung hilft dem System, die Spannung aller beteiligter Geräte so schnell wie möglich auszuregeln, trotzdem ist eine Parallelschaltung nicht so dynamisch wie ein Einzelgerät
- Verbindung zu identischen Modellen aus anderen Serien wird nicht unterstützt

3.12.1.2 Verkabelung der DC-Anschlüsse

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

3.12.1.3 Verkabelung des Share-Bus‘

Der Share-Bus wird mittels einer zweipoligen, möglichst verdrillten Leitung von Gerät zu Gerät verbunden. Der Querschnitt ist dabei unkritisch. Wir empfehlen, 0.5 mm² bis 1 mm² zu verwenden.

- Der Share-Bus ist gepolt. Achten Sie auf polrichtige Verkabelung!
- Die Verwendung des Share-Bus‘ bedingt zumindest die Verbindung der DC-Minus-Anschlüsse der Geräte als Bezugspunkt.
- Der Share-Bus ist beim Betrieb mehrerer PSB 9000 in Parallelschaltung unerläßlich, da über ihn die untergeordneten Einheiten zwecks Quelle-/Senke-Betrieb definiert werden

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

3.12.1.4 Verkabelung und Einrichtung des digitalen Master-Slaves-Busses

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

- Maximal 16 Geräte können über den Bus zusammengeschaltet werden: 1 Master, bis zu 15 Slaves
- Nur Verbindung zu Geräten gleicher Art und gleichen Modells, also Netzgerät zu Netzgerät, wie z. B. PSB 9080-120 zu PSB 9080-120
- Geräte an den Enden des Busses sollten terminiert werden (siehe unten)

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

Für den späteren Betrieb des MS-Systems gilt dann:

- Am Master werden die Istwerte aller Geräte aufsummiert und angezeigt bzw. sind per Fernsteuerung auslesbar
- Die Einstellbereiche der Sollwerte, Einstellgrenzen (Limits), Schutzgrenzen (OVP usw.), sowie von Benutzerereignissen werden beim Master an die Anzahl der initialisierten Slaves angepaßt. Wenn also z. B. sechs Einheiten mit je 2,5 kW Leistung zu einem 15 kW-System zusammengeschaltet werden, kann am Master 0...15 kW als Leistungssollwert eingestellt werden (manuell oder bei Fernsteuerung)
- Die Slaves sind nicht bedienbar, solange wie vom Master gesteuert
- Slaves zeigen den Alarm „MSS“ in der Anzeige oder über die LED „Error“ (wo vorhanden), solange sie noch nicht durch den Master initialisiert wurden. Derselbe Alarm wird bei einem Verbindungsverlust zum Master ausgegeben
- Soll der Funktionsgenerator am Master verwendet werden, muß zusätzlich der Share-Bus verbunden werden

► So stellen Sie die digitale Master-Slave-Verbindung her

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

Stellung: nicht terminiert (Standard)

Stellung: voll terminiert

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

► Schritt 1: So konfigurieren Sie die Slave-Geräte

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

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

► Schritt 2: So konfigurieren Sie das Master-Gerät

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

► Schritt 3: Master initialisieren

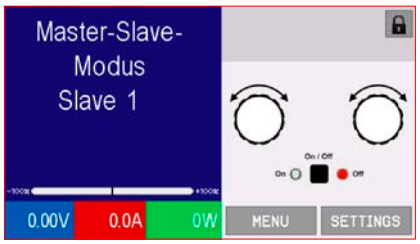
Das Master-Gerät startet nach Aktivieren des MS-Betriebes automatisch eine Initialisierungsroutine, um das MS-System zu konfigurieren. In der Hauptanzeige erscheint dann nach Verlassen des Einstellmenüs eine Meldung:

Die Betätigung von **Initialisieren** wiederholt die Initialisierung, falls nicht alle Slaves erkannt wurden, das System umkonfiguriert wurde, wenn z. B. ein Verdrahtungsfehler am digitalen MS-Bus vorliegt oder noch nicht alle Slave-Geräte als **Slave** konfiguriert wurden. Das Fenster listet auf, wieviele Slaves gefunden wurden, sowie die sich aus dem Verbund ergebende Gesamtleistung, Gesamtstrom und Gesamtwiderstand. Im Fall, daß gar kein Slave-Gerät gefunden wurde, wird das MS-System mit nur dem Master verwendet.

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

3.12.1.5 Bedienung des Master-Slave-Systems

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



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

Die Slaves sind dann nicht manuell bedienbar und auch nicht per analoger oder digitaler Schnittstelle fernsteuerbar. Sie könnten jedoch, falls nötig, überwacht werden (Monitoring), durch Auslesen der Istwerte und des Status‘.

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

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

Um alle diese Werte nach dem Verlassen des MS-Betriebs schnell wieder herstellen zu können, wird die Verwendung von Nutzerprofilen empfohlen (siehe „3.10. Nutzerprofile laden und speichern“)

- Wenn ein oder mehrere Slaves einen Gerätealarm melden, so wird dies am Master angezeigt und muß auch dort bestätigt werden, damit das System weiterarbeiten kann. Da ein Alarm immer alle DC-Anschlüsse des Systems abschaltet und der Master diese nur nach einem Alarm PF oder OT automatisch wieder einschalten kann, ist unter Umständen der Eingriff des Betreibers des Gerätes oder einer Fernsteuerungssoftware erforderlich.
- Verbindungsabbruch zu einem oder mehreren Slaves führt aus Sicherheitsgründen auch zur Abschaltung aller DC-Anschlüsse und der Master meldet diesen Zustand als „Master-Slave-Sicherheitsmodus“. Dann muß das MS-System durch Betätigung des Bedienfeldes „Initialisieren“ neu initialisiert werden, mit oder ohne den/die Slaves, die den Verbindungsabbruch verursachten. Das gilt ebenso für Fernsteuerung.
- Alle Geräte, auch die Slaves, können über den Pin „Rem-SB“ der analogen Schnittstelle DC-seitig ausgeschaltet werden. Das ist eine Art Notfallabschaltung (kein Not-Aus!), die üblicherweise über einen Kontakt gesteuert zu allen beteiligten Geräten parallel verdrahtet wird.

3.12.1.6 Alarm- und andere Problemsituationen

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

- Wenn der Master die Verbindung zu irgendeinem der Slaves verliert, wird immer ein MSS-Alarm (Master-Slave Sicherheitsmodus) ausgelöst, der zur Abschaltung des DC-Anschlusses und einem Pop-up in der Anzeige des Masters führt. Alle Slaves fallen zurück in den Einzelbetrieb und schalten auch ihren DC-Anschluß aus. Der MSS-Alarm kann gelöscht werden, indem der Master-Slave-Betrieb neu initialisiert wird. Das kann direkt im Pop-up-Fenster des MSS-Alarms oder im MENU des Masters oder per Fernsteuerung geschehen. Alternativ kann zum Löschen des Alarms auch der MS-Modus deaktiviert werden.
- Falls ein oder mehrere Slave-Geräte AC-seitig ausfallen (ausgeschaltet am Netzschalter, Stromausfall, auch bei Netzunterspannung) werden sie nach der Wiederkehr nicht automatisch wieder als Slaves eingebunden. Die Initialisierung des MS-System muß dann wiederholt werden.
- Falls das Master-Gerät AC-seitig ausfällt (ausgeschaltet am Netzschalter, Stromausfall) und später wiederkommt, initialisiert es automatisch das MS-System neu und bindet alle erkannten Slaves ein. In diesem Fall kann MS-Betrieb automatisch fortgeführt werden, wenn z. B. eine Software das Master-Gerät überwacht und steuert.
- Falls mehrere Master-Geräte definiert wurden, kann das Master-Slave-System nicht initialisiert werden.

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

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

3.12.1.7 Allgemeine Hinweise

- *Sollten ein oder mehrere Geräte im Parallelsystem nicht genutzt werden und deshalb ausgeschaltet bleiben, so kann es abhängig von der Anzahl der aktiven Einheiten und wie dynamisch das System arbeiten soll erforderlich sein, bei den inaktiven Einheiten den Share-Bus-Stecker abzuziehen, weil sie auch im ausgeschaltetem Zustand durch ihre Impedanz auf den Share-Bus wirken und ihn negativ beeinflussen könnten.*
- *Slave-Geräte mit einem Bildschirm haben direkt in der Konfigurationsseite für Master-Slave eine standardmäßig nicht aktivierte Option für das Ausschalten der Hintergrundbeleuchtung. Diese kann aktiviert werden, da die Anzeige der Slaves nach der Initialisierung des MS-Systems nicht mehr benötigt wird. Die Funktion ist identisch mit der in den HMI-Einstellungen.*

3.12.2 Reihenschaltung

Das Gerät ist neben der Funktion des Netzgerätes auch eine elektronische Last.

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

Begründung:

Reihenschaltung von elektronischen Lasten erfordert, daß sich die angelegte Spannung immer gleichmäßig auf alle Einheiten in der Reihenschaltung verteilt, damit kein Gerät eine Überspannung erfährt. Das kann nur durch eine Spannungssymmetrierung in Form einer zusätzlichen Schaltung erreicht werden, welche diese Geräte nicht mit sich bringen und die auch nicht optional verfügbar ist.

Eine ungleichmäßige Verteilung der Spannung kann z. B. jederzeit auftreten, wenn die Einheiten unterschiedlich schnell auf Benutzeraktionen reagieren, besonders nach dem möglichst gleichzeitigen Einschalten der DC-Eingänge, wenn die Geräte nicht alle genu gleichzeitig beginnen ihren Widerstand von hoch (=hoher Spannungsabfall) bis auf niedrig (=geringer Spannungsabfall) herunterzuregeln.

Außerdem müßte für den Fall, daß eine Unsymmetrie entsteht zwecks Vermeidung einer Beschädigung eine externe Spannungsüberwachung an jeder Einheit installiert werden, sowie eine Vorrichtung (Schütz o. ä.) zur Trennung von der angelegten Spannung.

3.12.3 Betrieb als Batterielader (Quelle-Betrieb)

Ein Netzgerät (hier: PSB 9000 im Quelle-Betrieb) kann mit Einschränkungen auch als Batterieladegerät betrieben werden. Es fehlt dabei die Batterieüberwachung, eine eventuelle Trennung in Form eines Relais oder Schützes, sowie eine Ladeautomatik.

Folgendes gilt es zu beachten:

- Kein Verpolungsschutz! Das Gerät wird durch eine verpolt angeschlossene Batterie beschädigt, auch wenn es nicht eingeschaltet ist.

4. Instandhaltung und Wartung

4.1 Wartung / Reinigung

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

Zwecks einer Wartung dieser Art kontaktieren Sie uns bitte.

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 den Hersteller zwecks Reparatur (mit Garantie oder ohne) einzuschicken. Im Fall, daß eine Einsendung zur Überprüfung bzw. Reparatur ansteht, stellen Sie sicher, daß...

- Sie vorher Ihren Lieferanten kontaktiert und mit ihm abgeklärt haben, wie und wohin das Gerät geschickt werden soll
- es in zusammengebautem Zustand sicher für den Transport verpackt wird, idealerweise in der Originalverpackung.
- mit dem Gerät zusammen betriebene Optionen, wie z. B. ein digitales Schnittstellen-Modul, mit dem Gerät mit eingeschickt werden, wenn sie mit dem Problemfall in Zusammenhang stehen.
- eine möglichst detaillierte Fehlerbeschreibung beiliegt.
- bei Einsendung zum Hersteller in ein anderes Land alle für den Zoll benötigten Papiere beiliegen.

4.2.1 Firmware-Aktualisierungen

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

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

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

- damit ein am Gerät bestehendes Problem direkt behoben werden kann, insbesondere wenn das von uns im Rahmen der Unterstützung zur 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 PSB 9000 bieten selbst keine Nachjustierungsfunktion. Eine Nachjustierung kann trotzdem über die mitgelieferte Software EA Power Control erfolgen. Die dazu benötigte Abgleich-App ist in der kostenlosen Basisversion enthalten. Gegebenenfalls ist eine Aktualisierung der Software nötig, sofern bereits installiert.

Nachjustierung ist eine Funktion, die im Rahmen einer Kalibrierung dazu dient, Abweichungen zwischen den Stellwerten und tatsächlichen Werten bis zu einem gewissen Grad (1-2% vom Nennwert) 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 Wert am DC-Anschluß gezogen werden.

Wenn Sie z. B. den Strom des Modells PSB 9080-120 bei den max. 120 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. Es wäre daher ein Shunt bzw. Stromwandler 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 zu kalibrierenden Gerätes nicht überschreiten.

4.3.2 Vorbereitung

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

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

Bevor es losgehen kann, sind noch einige Maßnahmen zu treffen:

- Das PSB-Gerät mit der Last verbinden und mindestens 10 Minuten lang mit 50% Leistung warmlaufen lassen
- Für das Anschließen des Fernfühlungseingangs (SENSE) ein Verbindungskabel zum DC-Anschluß vorbereiten, aber noch nicht stecken
- Jegliche Fernsteuerung beenden, Master-Slave deaktivieren, Widerstandsmodus deaktivieren
- Shunt bzw. Stromwandler zwischen Netzgerät und Last/Quelle installieren und so plazieren, daß er durch Luftbewegung oder einen Lüfter gekühlt wird
- Geeignete Meßmittel am DC-Anschluß und/oder am Shunt/Stromwandler anschließen, jenachdem ob zuerst Spannung oder Strom kalibriert werden soll

4.3.3 Abgleichvorgang

Der Abgleichvorgang erfolgt in der Softwareoberfläche von EA Power Control ab Version 2.15. Diese führt mit Anweisungen soweit wie möglich durch den Prozeß. Das Handbuch der Software enthält ergänzende Informationen.

5. Service und Support

5.1 Reparaturen

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

5.2 Kontaktmöglichkeiten

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

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

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

Helmholtzstraße 31-37
41747 Viersen

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