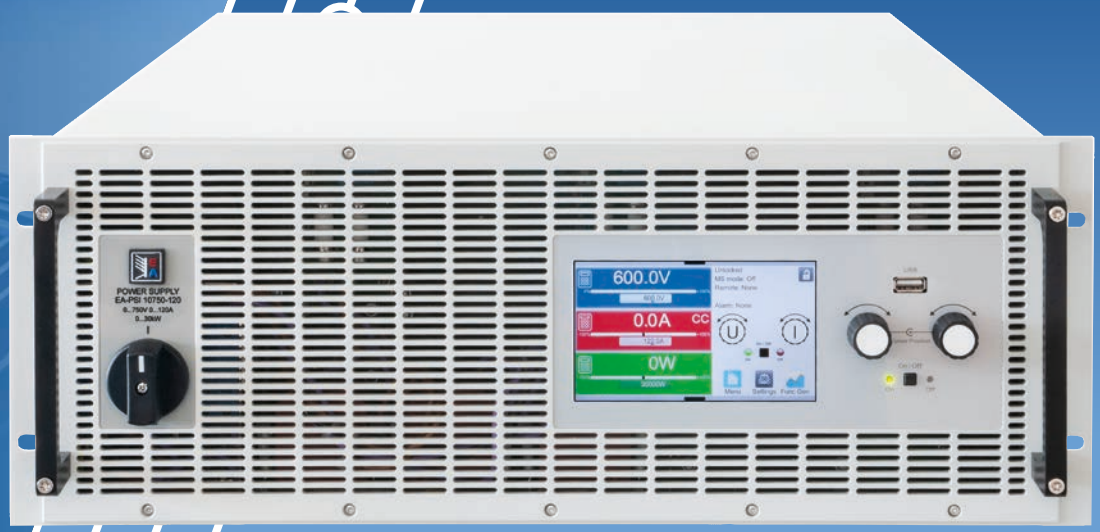
Elektro-Automatik



30 kW

HANDBUCH

EA-PSI 10000 4U

Programmierbare DC-Netzgeräte

© EA Elektro-Automatik in 2022, Irrtümer und Änderungen vorbehalten

06230800_handbuch_psi_10000_4u_30kw_de_03

INHALTSVERZEICHNIS

1. Allgemeines

1.1 Zu diesem Dokument 4
1.1.1 Aufbewahrung und Verwendung 4
1.1.2 Urheberschutz (Copyright) 4
1.1.3 Geltungsbereich 4
1.1.4 Symbole und Hinweise 4
1.2 Gewährleistung und Garantie 4
1.3 Haftungsbeschränkungen 4
1.4 Entsorgung des Gerätes 5
1.5 Produktschlüssel 5
1.6 Bestimmungsgemäße Verwendung 6
1.6.1 Symbole und Hinweise auf dem Gerät 6
1.7 Sicherheit 7
1.7.1 Sicherheitshinweise 7
1.7.2 Pflichten des Betreibers 8
1.7.3 Anforderungen an das Bedienpersonal 8
1.7.4 Verantwortung des Bedieners 8
1.7.5 Alarmsignale 9
1.7.6 Überprüfung der korrekten Funktionalität 9
1.8 Technische Daten 10
1.8.1 Zulässige Betriebsbedingungen 10
1.8.2 Allgemeine technische Daten 10
1.8.3 Spezifische technische Daten 11
1.8.4 Ansichten 15
1.8.5 Bedienelemente 20
1.9 Aufbau und Funktion 21
1.9.1 Allgemeine Beschreibung 21
1.9.2 Blockdiagramm 21
1.9.3 Lieferumfang 22
1.9.4 Zubehör 22
1.9.5 Optionen 22
1.9.6 Die Bedieneinheit (HMI) 23
1.9.7 USB-Port (Rückseite) 26
1.9.8 Steckplatz für Schnittstellen-Module 26
1.9.9 Analogschnittstelle 26
1.9.10 „Share BUS"-Anschluß 27
1.9.11 Sense-Anschluß (Fernfühlung) 27
1.9.12 Master-Slave-Bus 27
1.9.13 Ethernet-Port 28
1.9.14 Wasserkühlung 28

2. Installation & Inbetriebnahme

2.1 Transport und Lagerung 29
2.1.1 Transport 29
2.1.2 Verpackung 29
2.1.3 Lagerung 29
2.2 Auspacken und Sichtkontrolle 29
2.3 Installation 29
2.3.1 Sicherheitsmaßnahmen vor Installation und Gebrauch 29
2.3.2 Vorbereitung 29
2.3.3 Aufstellung des Gerätes 30
2.3.4 Wasserkühlung anschließen 31
2.3.5 Anschließen an das Stromnetz (AC) 33
2.3.6 Anschließen von DC-Lasten 36
2.3.7 Erdung des DC-Ausgangs 37
2.3.8 Anschließen der Fernfühlung 38
2.3.9 Installation eines Schnittstellen-Moduls 39
2.3.10 Anschließen der analogen Schnittstelle 40
2.3.11 Anschließen des Share-Busses 40
2.3.12 Anschließen des USB-Ports (Rückseite) 40
2.3.13 Erstinbetriebnahme 40
2.3.14 Erneute Inbetriebnahme nach Firmwareupdates bzw. längerer Nichtbenutzung 40

3. Bedienung und Verwendung

3.1 Personenschutz 41
3.2 Regelungsarten 41
3.2.1 Spannungsregelung / Konstantspannung 41
3.2.2 Stromregelung / Konstantstrom / Strombegrenzung 42
3.2.3 Leistungsregelung / Konstantleistung / Leistungsbegrenzung 42
3.2.4 Innenwiderstandsregelung 43
3.3 Alarmzustände 44
3.3.1 Power Fail 44
3.3.2 Übertemperatur (Overtemperature) 44
3.3.3 Überspannung (Overvoltage) 44
3.3.4 Überstrom (Overcurrent) 44
3.3.5 Überleistung (Overpower) 44
3.3.6 Safety OVP 45
3.3.7 Share-Bus-Fehler 45
3.4 Manuelle Bedienung 46
3.4.1 Einschalten des Gerätes 46
3.4.2 Ausschalten des Gerätes 46
3.4.3 Konfiguration im Menü 46
3.4.4 Einstellgrenzen (Limits) 54
3.4.5 Bedienart wechseln 54
3.4.6 Sollwerte manuell einstellen 55
3.4.7 DC-Ausgang ein- oder ausschalten 56
3.4.8 Datenaufzeichnung auf USB-Stick (Logging) 56
3.4.9 Das Schnellmenü 57
3.4.10 Der Graph 58
3.5 Fernsteuerung 59
3.5.1 Allgemeines 59
3.5.2 Bedienorte 59

3.5.3 Fernsteuerung über digitale Schnittstelle 59
3.5.4 Fernsteuerung über Analogschnittstelle 61
3.6 Alarme und Überwachung 65
3.6.1 Begriffsdefinition 65
3.6.2 Gerätealarme und Events handhaben 65
3.7 Bedieneinheit (HMI) sperren 68
3.8 Einstellgrenzen (Limits) und Benutzerprofile sperren 68
3.9 Nutzerprofile laden und speichern 69
3.10 Der Funktionsgenerator 70
3.10.1 Einleitung 70
3.10.2 Allgemeines 70
3.10.3 Arbeitsweise 71
3.10.4 Manuelle Bedienung 72
3.10.5 Sinus-Funktion 73
3.10.6 Dreieck-Funktion 73
3.10.7 Rechteck-Funktion 74
3.10.8 Trapez-Funktion 74
3.10.9 DIN 40839-Funktion 75
3.10.10 Arbiträr-Funktion 75
3.10.11 Rampen-Funktion 80
3.10.12 IU-Tabellenfunktion (XY-Tabelle) 80
3.10.13 Einfache PV-Funktion (Photovoltaik) 82
3.10.14 FC-Tabellenfunktion (Brennstoffzelle) 83
3.10.15 Erweiterte PV-Funktion nach DIN EN 50530 85
3.10.16 Fernsteuerung des Funktionsgenerators 90
3.11 Weitere Anwendungen 91
3.11.1 Parallelschaltung als Master-Slave (MS) 91
3.11.2 Reihenschaltung 95
3.11.3 SEMI F47 95

4. Instandhaltung & Wartung

4.1 Wartung / Reinigung 96
4.1.1 Batterietausch 96
4.2 Fehlersuche / Fehlerdiagnose / Reparatur 96
4.2.1 Firmware-Aktualisierungen 96
4.2.2 Vermeidung und Behandlung von Gerätefehlern 97
4.2.3 Ersatzableitstrommessung nach DIN VDE 0701-1 97

5. Service & Support

5.1 Reparaturen 98
5.2 Kontaktmöglichkeiten 98

Achtung! Der Teil dieser Anleitung der sich mit der Bedienung am Bedienteil befaßt gilt nur für Geräte mit einer Firmware ab „KE: 3.02“, „HMI: 3.02“ und „DR: 1.0.2.20“ oder höher.

1. Allgemeines

1.1 Zu diesem Dokument

1.1.1 Aufbewahrung und Verwendung

Dieses Dokument ist für den späteren Gebrauch und möglichst in der Nähe des Gerätes aufzubewahren. Es dient zur Erläuterung des Gebrauchs des Gerätes. Bei Standortveränderung und/oder Benutzerwechsel ist dieses Dokument mitzuführen.

Die jeweils aktuelle Version dieses Dokuments ist online auf unserer Webseite zu finden.

1.1.2 Urheberschutz (Copyright)

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

1.1.3 Geltungsbereich

Diese Betriebsanleitung gilt für folgende Geräte, sowie für deren Abvarianten:

Modell
EA-PSI 10060-1000 4U
EA-PSI 10080-1000 4U
EA-PSI 10200-420 4U
EA-PSI 10360-240 4U

Modell
EA-PSI 10500-180 4U
EA-PSI 10750-120 4U
EA-PSI 10920-125 4U
EA-PSI 11000-80 4U

Modell
EA-PSI 11500-60 4U
EA-PSI 12000-40 4U

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:

	Gefahrensymbol für eine lebensbedrohliche Gefahr (elektrischer Schlag)
	Hinweissymbol für ein Risiko der Beschädigung des Gerätes. Sofern am Gerät angebracht, fordert das Symbol den Benutzer auf, die Betriebsanleitung zu konsultieren.
	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:

Das Gerät enthält eine Lithiumbatterie. Deren Entsorgung erfolgt gemäß der obigen Festlegungen bzw. gemäß gesonderter, lokaler Regularien.

1.5 Produktschlüssel

Aufschlüsselung der Produktbezeichnung auf dem Typenschild anhand eines Beispiels:

EA-PSI 10 080 - 1000 4U zzz

zzz	Feld zur Kennzeichnung installierter Optionen: **WC** = Wasserkühlung installiert
4U	Ausführung/Bauweise (nur auf Typenschild angegeben): **4U** = 19" Bauform mit 4 HE
1000	Maximalstrom des Gerätes in Ampere
080	Maximalspannung des Gerätes in Volt („10080“ = 80 Volt)
10	Serienkennzeichnung: **10** = Serie 10000
EA-PSI	Typkennzeichnung: **PSI** = Power Supply Intelligent (Netzgerät)

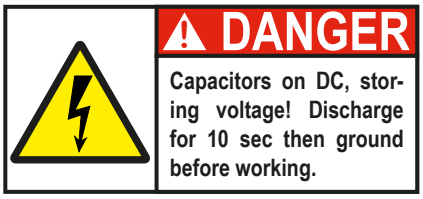
1.6 Bestimmungsgemäße Verwendung

Das Gerät ist ausschließlich für den Gebrauch als variable Spannungs- bzw. Stromquelle oder als variable Stromsenke bestimmt. Weiterhin ist es nur zum Betrieb als in entsprechende Vorrichtungen (19"-Schränke u. ä.) fest eingebautes Gerät bestimmt, zusammen mit einem Festanschluß an die AC-Versorgung.

Typisches Anwendungsgebiet für ein Netzgerät als Quelle 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

1.6.1 Symbole und Hinweise auf dem Gerät

Aufkleber	Übersetzung	Erläuterung
	Gefahr Risiko eines elektrischen Schlags. AC-Versorgung trennen bevor am Gerät hantiert wird.	Bezieht sich auf das Anschließen bzw. Umkonfiguration am DC- und/oder AC-Anschluß. Es ist immer die AC-Versorgung zu trennen (Hauptschalter),damit die AC-Zuleitung spannungsfrei wird.
	Gefahr Geladene Kondensatoren am DC! Mindesten zehn Sekunden lang entladen und danach erden, bevor am DC-Anschluß hantiert wird.	Selbst nach der Trennung des DC-Anschlusses von einer externen Quelle kann weiterhin Spannung zwischen den DC-Polen bzw. zum Gehäuse hin anliegen, für unbestimmte Zeit. Zur Sicherheit kurzschließen und erden.
	Warnung Elektrische Gefahren Nur autorisiertes Personal.	Grundsätzlich können an elektrischen Geräten mit metallischen, berührbaren Stellen Spannungspotentiale bestehen, auch wenn sie nicht lebensgefährlich sind. Es besteht trotzdem die Gefahr eines elektrischen Schlags oder Funkenbildung.
	Warnung Lesen und verstehen Sie das Handbuch bevor Sie das Gerät benutzen. Nichtbeachtung der Anweisungen im Handbuch kann zu schweren Verletzungen oder Tod führen.	Gilt für die Handbung des Gerätes in jeglicher Hinsicht.

1.7 Sicherheit

1.7.1 Sicherheitshinweise

Lebensgefahr - Gefährliche Spannung

- **Beim Betrieb elektrischer Geräte stehen zwangsweise bestimmte, am Gerät außen zugängliche Teile unter teils gefährlicher Spannung, mit Ausnahme des 60 V-Modells nach SELV. Daher sind alle spannungsführenden Teile beim Betrieb abzudecken!**
- **Der DC-Anschluß ist zum Versorgungsnetz hin isoliert und nicht im Gerät geerdet. Daher kann grundsätzlich gefährliches Potential zwischen den DC-Polen und PE bestehen, z.B. durch die Applikation. Aufgrund von geladenen, internen Kondensatoren auch dann noch, wenn der DC-Anschluß bzw. das Gerät bereits ausgeschaltet ist.**
- **Führen Sie keine mechanischen Teile, insbesondere aus Metall, durch die Lüftungsschlitze in das Gerät ein.**
- **Für jede Art von Umkonfiguration an den AC- und DC-Anschlüsse, also alle an denen eine berührungsgefährliche Spannung anliegen könnte, muß das Gerät komplett spannungsfrei sein, d. h. es muß von der AC-Versorgung getrennt werden (Hauptschalter am anderen Ende der AC-Leitung); es reicht nicht aus, den Netzschalter zu betätigen**
- **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**

- 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.
- 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 Ethernethardware verbunden sind, in die mit „Master-Slave“ gekennzeichneten Buchsen auf der Rückseite stecken!

- 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.
- 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.
- Konfigurieren Sie Schutzfunktionen gegen Überstrom, Überspannung usw., die das Gerät für die anzuschließende Last bietet, stets passend für die jeweilige Anwendung!
- Sämtliche Arten von Generatoren oder AC-USV-Stromversorgungen sind nicht als AC-Anschlußquelle für dieses Gerät zulässig. Es darf nur direkt an einem Stromnetz betrieben werden!
- Bei manueller Bedienung am HMI und sofern das Gerät über irgendeine digitale oder analoge Schnittstelle verbunden ist, könnte eine externe Steuerungseinheit (SPS, PC usw.) jederzeit die Fernsteuerung übernehmen und eine gefährliche Spannung setzen; es wird empfohlen bei Bedienung am HMI die Fernsteuerung zu sperren, indem der sog. Lokal-Modus aktiviert wird (siehe auch *«3.5 Fernsteuerung»* und *«3.5.3 Fernsteuerung über digitale Schnittstelle»*)

1.7.2 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.

1.7.3 Anforderungen an das Bedienpersonal

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

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

Verletzungsgefahr bei unzureichender Qualifikation!

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

Zusätzlich schränkt sich der zulässige Benutzerkreis auf zwei Personengruppen ein:

Unterwiesenes Personal: das sind Personen, die vom Betreiber über die ihnen übertragenen Aufgaben und möglichen Gefahren ausführlich und nachweislich unterrichtet wurden.

Fachpersonal: als ein solches 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.

1.7.4 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.

1.7.5 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 oder Status über digitale Schnittstelle) erfolgen. Alle diese Alarme bewirken die Abschaltung des DC-Ausgangs. Für Einzelheiten zu den Alarmen siehe *«3.3 Alarmzustände»*.

Bedeutung der Alarmsignale:

Signal **OT** (OverTemperature)	• Überhitzung des Gerätes • DC-Ausgang wird abgeschaltet • Unkritisch
Signal **OVP / SOVP** (OverVoltage)	• Überspannungsabschaltung des DC-Ausgangs erfolgte wegen Erreichen einer einstellbaren Schwelle • Kritisch! Gerät und/oder Last könnten beschädigt sein
Signal **OCP** (OverCurrent)	• Überstromabschaltung des DC-Ausgangs erfolgte wegen Erreichen einer einstellbaren Schwelle • Unkritisch, dient zum Schutz der Last vor zu hoher Stromaufnahme
Signal **OPP** (OverPower)	• Überlastabschaltung des DC-Ausgangs erfolgte wegen Erreichen einer einstellbaren Schwelle • Unkritisch, dient zum Schutz der Last vor zu hoher Leistungsaufnahme
Signal **PF** (Power Fail)	• Abschaltung des DC-Ausgangs wegen Netzunterspannung oder Defekt im AC-Eingangskreis • Kritisch bei Überspannung! AC-Netzeingangskreis könnte beschädigt sein
Signal **MSS** (Master-Slave-Sicherheitsmodus)	• Abschaltung des DC-Ausgangs eines Master-Slave-Systems aufgrund von Kommunikationsproblemen auf dem Master-Slave-Bus • Unkritisch
Signal **SF** (Share-Bus-Fehler)	• Abschaltung des DC-Eingangs aufgrund einer Signalstörung am Share-Bus • Unkritisch

1.7.6 Überprüfung der korrekten Funktionalität

Der Betreiber muß festlegen, ob das Gerät auf korrekte Funktion überprüft werden soll, sowie von wem, wann und wie häufig. Das kann z. B. vor jedem eigentlichen Gebrauch des Gerätes geschehen oder nach einer Umpositionierung bzw. Rekonfiguration am DC-Anschluß oder auch in regelmäßigen zeitlichen Abständen.

Falls sich die Sollwerte nicht wie unten vorgegeben einstellen lassen könnte das an den sog. Einstellgrenzen liegen. Siehe «3.4.4 Einstellgrenzen (Limits)». Das Gerät zeigt das Erreichen einer Grenze an.

Die Vorgehensweise wäre dabei stets die folgende:

1. Gerät von allen externen Anschlüssen trennen (DC, Sense, Sharebus, analoge Schnittstelle, USB)
2. Geeignetes Spannungsmeßgerät am DC-Anschluß anbringen.
3. Gerät einschalten und eine Spannung von 10% U_{Nenn} einstellen, während Strom und Leistung auf Maximum stehen, den DC-Ausgang einschalten und messen, ob am DC-Ausgang die eingestellte Spannung vorhanden ist, sowie korrekt als Istwert auf der Anzeige des Gerätes erscheint.
4. Dasselbe mit 100% U_{Nenn} wiederholen.
5. DC-Ausgang wieder ausschalten und brücken (Kabel oder Kupferschiene mit einer Stromfestigkeit von mindestens I_{Nenn}). Wenn vorhanden, ein Strommeßgerät (Stromzange, Transducer) anbringen.
6. Den Stromsollwert für Quelle-Betrieb auf 10% I_{Nenn} einstellen, DC-Ausgang einschalten und den Strom entweder mit den angebrachten Hilfsmitteln messen und mit dem auf der Anzeige befindlichen Stromistwert vergleichen bzw. wenn nicht extern meßbar, zumindest den Stromistwert auf der Anzeige mit dem Stromsollwert vergleichen.
7. Das Gleiche mit 100% I_{Nenn} wiederholen.

Nur wenn Strom und Spannung im Bereich von 0-100% einstellbar sind und wie eingestellt am DC-Ausgang ausgeregelt werden, ist das Gerät korrekt funktionierend zu betrachten.

1.8 Technische Daten

1.8.1 Zulässige Betriebsbedingungen

1.8.1.1 Umgebung

Der zulässige Umgebungstemperaturbereich während des Betriebes reicht von 0 °C bis 50 °C. Während Lagerung oder Transport ist ein erweiterter Bereich von -20 °C bis 70 °C erlaubt. Hat sich während der Lagerung oder eines Transports Kondenswasser gebildet, muß das Gerät vor Gebrauch mindestens 2 Stunden akklimatisiert bzw. durch eine geeignete Luftzirkulation getrocknet werden.

Grundsätzlich ist das Gerät zum Betrieb in trockenen Räumen bestimmt. Es darf nicht bei besonders großem Staub- bzw. Feuchtigkeitsgehalt der Luft, bei Explosionsgefahr, sowie bei aggressiver chemischer Einwirkung betrieben werden. Die Betriebslage ist nicht beliebig (siehe *«2.3.3 Aufstellung des Gerätes»*), eine ausreichende Luftzirkulation ist jedoch zu gewährleisten. Das Gerät darf bis zu einer Höhenlage von 2000 m über Normalnull betrieben werden. Nenndaten mit Toleranz gelten nach einer Anwärmzeit von mind. 30 Minuten und bei einer Umgebungstemperatur von 23 °C. Werte ohne Toleranzangabe sind Richtwerte eines durchschnittlichen Gerätes.

1.8.1.2 Kühlung

Im Gerät erzeugte Verlustleistung erhitzt die durch das Gerät zirkulierende Luft. Bei den luftgekühlten Ausführungen sitzt ein Lüfter am Ende eines Lufkanals, in dem ein Kühlkörper sitzt, und zieht die Luft durch das Gerät. Eintritt vorn, Austritt hinten. Je nach Innentemperatur des Gerätes wird die Lüfterdrehzahl herauf- oder heruntergeregelt. Dabei ist eine gewisse Mindestdrehzahl erforderlich, da interne Komponenten sich auch dann erhitzen wenn das Gerät im Leerlauf ist.

Staub in der Luft setzt sich an allen Teilen im Luftweg ab und kann den Luftdurchfluß bis zu einem gewissen Grad beeinträchtigen. Daher ist es wichtig, zumindest außerhalb des Gerätes für ungehinderten Luftfluß zu sorgen, indem genügend Platz hinter dem Gerät gelassen wird bzw. bei Einbau in einem Schrank dessen Türen Maschen haben.

Die Umgebungstemperatur sollte gleichzeitig möglichst niedrig gehalten werden, falls nötig durch externe Maßnahmen wie eine Klimaanlage. Sollte sich das Gerät dennoch intern so erhitzen, daß die Kühlkörpertemperatur über 80 °C steigt, schützt es sich selbst, indem es die Leistungsstufe selbsttätig abschaltet und erst nach einer Abkühlung wieder einschalten kann.

Bei wassergekühlten Ausführungen ist Wasser das Hauptkühlmedium, welches durch die internen Kühlkörper fließt. Die Luft innerhalb des ansonsten fast hermetisch geschlossenen Gerätes wird durch interne Lüfter zirkuliert, um die restlichen Komponenten zu kühlen, die sich durch erwärmen, aber nicht am Kühlkörper sitzen.

1.8.2 Allgemeine technische Daten

Anzeige:	Farbiger TFT-Touchscreen mit Gorillaglas, 5“, 800 x 480 Punkte, kapazitiv
Bedienelemente:	2 Drehknöpfe mit Tastfunktion, 1 Drucktaste

1.8.3 Spezifische technische Daten

Allgemeine Spezifikationen	
AC-Eingang	
Spannung, Phasen	Bereich 1: 208 V, ±10%, 3ph AC (mit Reduzierung der DC-Ausgangsleistung auf 18 kW) Bereich 2: 380 V - 480 V, ±10%, 3ph AC
Frequenz	45 - 65 Hz
Leistungsfaktor	ca. 0,99
Ableitstrom	<10 mA
Einschaltstrom / Phasenstrom	≤ 56 A
Überspannungskategorie	2
DC-Ausgang statisch	
Lastausregelung CV	≤0,05% FS (0 - 100% Last, konstante Ausgangsspannung und konstante Temperatur)
Netzausregelung CV	≤0,01% FS (208 V - 480 V AC ±10% Netzspannung, konstante Last und konstante Temperatur)
Stabilität CV	≤0,02% FS (Über 8 Stunden nach 30 Minuten Aufwärmphase, konstante Ausgangsspannung und konstante Temperatur)
Temperaturkoeffizient CV	≤30ppm/°C (Nach 30 Minuten Aufwärmphase)
Fernfühlung (Remote Sense)	≤5% U_{Nenn}
Lastausregelung CC	≤0,1% FS (0 - 100% Last, konstante Ausgangsspannung und konstante Temperatur)
Netzausregelung CC	≤0,01% FS (208 V - 480 V AC ±10% Netzspannung, konstante Last und konstante Temperatur)
Stabilität CC	≤0,02% FS (Über 8 Stunden nach 30 Minuten Aufwärmphase, konstante Ausgangsspannung und konstante Temperatur)
Temperaturkoeffizient CC	≤50ppm/°C (Nach 30 Minuten Aufwärmphase)
Lastausregelung CP	≤0,3% FS (0 - 100% Last, konstante Ausgangsspannung und konstante Temperatur)
Lastausregelung CR	≤0,3% FS + 0,1% FS Strom (0 - 100% Last, konstante Ausgangsspannung und konstante Temperatur)
Schutzfunktionen	
OVP	Überspannungschutz, einstellbar 0 - 110% U_{Nenn}
OCP	Überstromschutz, einstellbar 0 - 110% I_{Nenn}
OPP	Überleistungsschutz, einstellbar 0 - 110% P_{Nenn}
OT	Übertemperaturschutz (DC-Ausgang schaltet ab bei unzureichender Kühlung)
DC-Ausgang dynamisch	
Anstiegszeit 10 - 90% CV	≤10 ms
Abfallzeit 90 - 10% CV	≤10 ms
Anstiegszeit 10 - 90% CC	≤2 ms
Abfallzeit 90 - 10% CC	≤2 ms
Display Genauigkeit	
Spannung	≤0,05% FS
Strom	≤0,1% FS
Isolation	
AC-Eingang zum DC-Ausgang	3750 Vrms (1 Minute, Kriechstrecke >8 mm) *1
AC-Eingang zum Gehäuse (PE)	2500 Vrms
DC-Ausgang zum Gehäuse (PE)	Abhängig vom Modell, siehe Modeltabellen
DC-Ausgang zu den Schnittstellen	1000 V DC (Modelle bis 360 V Nennspannung), 1500 V DC (Modelle ab 500 V Nennspannung)
Digitale Schnittstellen	
Eingebaut, galvanisch isoliert	USB, Ethernet (100 MBit) für Kommunikation, 1x USB Host zur Datenerfassung
Optional, galvanisch isoliert	CAN, CANopen, RS232, ModBus TCP, Profinet, Profibus, EtherCAT, Ethernet
Analoge Schnittstellen	
Eingebaut, galvanisch isoliert	15-polige D-Sub
Signalbereich	0 - 10 V oder 0 - 5 V (umschaltbar)
Eingänge	U, I, P, R, Fernsteuerung ein/aus, DC-Ausgang ein/aus, Widerstandsmodus ein/aus
Ausgänge	Monitor U und I, Alarme, Referenzspannung, Status DC-Ausgang, CV/CC Regelungsart
Genauigkeit U / I / P / R	0 - 10 V: ≤0,2%, 0 - 5 V: ≤0,4%

*1 Modelle bis 80 V DC Nennspannung haben eine verstärkte Isolierung und alle Modlellle ab 200 V DC Nennspannung eine Basisisolierung

Allgemeine Spezifikationen	
Gerätekonfiguration	
Parallelbetrieb	Bis zu 64 Geräte aller Leistungsklassen der 10000 Serien, mit Master-Slave-Bus und Share-Bus
Sicherheit und EMV	
Sicherheit	EN 61010-1 IEC 61010-1 UL 61010-1 CSA C22.2 No 61010-1 BS EN 61010-1
EMV	EN 55011, class B CISPR 11, class B FCC 47 CFR part 15B, unintentional radiator, class B EN 61326-1 inklusive Tests nach: - EN 61000-4-2 - EN 61000-4-3 - EN 61000-4-4 - EN 61000-4-5 - EN 61000-4-6
Sicherheitsschutzklasse	1
Schutzart	IP20
Umweltbedingungen	
Betriebstemperatur	0 - 50 °C
Lagertemperatur	-20 - 70 °C
Luftfeuchtigkeit	≤80% relativ, nicht kondensierend
Höhe	≤2000 m
Verschmutzungsgrad	2
Mechanische Konstruktion	
Kühlung	Forcierte Luftkühlung von vorn nach hinten (temperaturgesteuerte Lüfter), optional Wasserkühlung
Abmessungen (B x H x T)	Gehäuse: 19" x 4HE x 668 mm Über alles: 19" x 4HE x mind. 785 mm
Gewicht	50 kg
Gewicht mit Wasserkühlung	56 kg

Technische Spezifikationen	PSI 10060-1000	PSI 10080-1000	PSI 10200-420	PSI 10360-240
DC-Ausgang				
Nennspannungsbereich	0 - 60 V	0 - 80 V	0 -200 V	0 - 360 V
Restwelligkeit in CV (rms)	≤25 mV (BW 300 kHz)	≤25 mV (BW 300 kHz)	≤40 mV (BW 300 kHz)	≤55 mV (BW 300 kHz)
Restwelligkeit in CV (pp)	≤320 mV (BW 20 MHz)	≤320 mV (BW 20 MHz)	≤300 mV (BW 20 MHz)	≤320 mV (BW 20 MHz)
Nennstrombereich	0 - 1000 A	0 - 1000 A	0 - 420 A	0 - 240 A
Nennleistungsbereich	0 - 30000 W	0 - 30000 W	0 - 30000 W	0 - 30000 W
Nennwiderstandsbereich	0,003 Ω - 5 Ω	0,003 Ω - 5 Ω	0,0165 Ω - 25 Ω	0,05 Ω - 90 Ω
Ausgangskapazität	25380 µF	25380 µF	5400 µF	1800 µF
Wirkungsgrad (bis zu)	95,1% *1	95,5% *1	95,3% *1	95,8% *1
Isolation				
Negativer DC-Pol <-> PE	±600 V DC	±600 V DC	±1000 V DC	±1000 V DC
Positiver DC-Pol <-> PE	+600 V DC	+600 V DC	+1000 V DC	+1000 V DC
Artikelnummern				
Standard	06230800	06230801	06230802	06230803
Standard + Wasserkühlung	06250800	06250801	06250802	06250803

*1 Bei 100% Leistung und 100% Ausgangsspannung

Technische Spezifikationen	PSI 10500-180	PSI 10750-120	PSI 10920-125	PSI 11000-80
DC-Ausgang				
Nennspannungsbereich	0 - 500 V	0 - 750 V	0 - 920 V	0 - 1000 V
Restwelligkeit in CV (rms)	≤70 mV (BW 300 kHz)	≤200 mV (BW 300 kHz)	≤250 mV (BW 300 kHz)	≤300 mV (BW 300 kHz)
Restwelligkeit in CV (pp)	≤350 mV (BW 20 MHz)	≤800 mV (BW 20 MHz)	≤1200 mV (BW 20 MHz)	≤1600 mV (BW 20 MHz)
Nennstrombereich	0 - 180 A	0 - 120 A	0 - 125 A	0 - 80 A
Nennleistungsbereich	0 - 30000 W	0 - 30000 W	0 - 30000 W	0 - 30000 W
Nennwiderstandsbereich	0,08 Ω - 170 Ω	0,2 Ω - 370 Ω	0,25 Ω - 550 Ω	0,4 Ω - 650 Ω
Ausgangskapazität	675 µF	450 µF	100 µF	200 µF
Wirkungsgrad (bis zu)	96,5% *1	96,5% *1	96,5% *1	95,8% *1
Isolation				
Negativer DC-Pol <-> PE	±1500 V DC	±1500 V DC	±1500 V DC	±1500 V DC
Positiver DC-Pol <-> PE	+2000 V DC	+2000 V DC	+2000 V DC	+2000 V DC
Artikelnummern				
Standard	06230804	06230805	06230809	06230806
Standard + Wasserkühlung	06250804	06250805	06250809	06250806

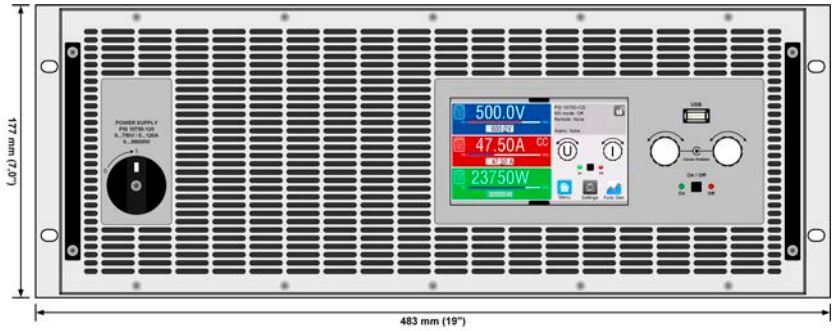
*1 Bei 100% Leistung und 100% Ausgangsspannung

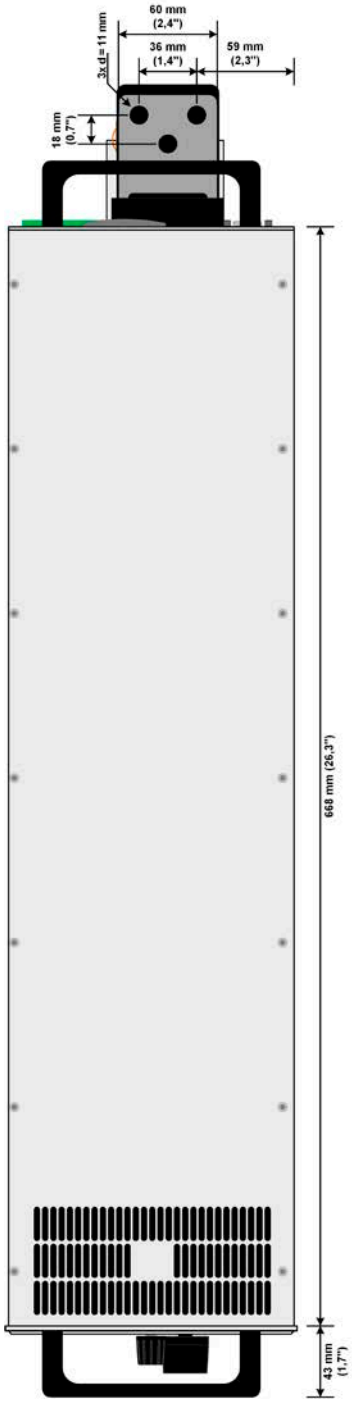
Technische Spezifikationen	PSI 11500-60	PSI 12000-40		
DC-Ausgang				
Nennspannungsbereich	0 - 1500 V	0 - 2000 V		
Restwelligkeit in CV (rms)	≤400 mV (BW 300 kHz)	≤500 mV (BW 300 kHz)		
Restwelligkeit in CV (pp)	≤2400 mV (BW 20 MHz)	≤3000 mV (BW 20 MHz)		
Nennstrombereich	0 - 60 A	0 - 40 A		
Nennleistungsbereich	0 - 30000 W	0 - 30000 W		
Nennwiderstandsbereich	0,8 Ω - 1500 Ω	1,7 Ω - 2700 Ω		
Ausgangskapazität	75 µF	50 µF		
Wirkungsgrad (bis zu)	96,5% *1	96,5% *1		
Isolation				
Negativer DC-Pol <-> PE	±1500 V DC	±1500 V DC		
Positiver DC-Pol <-> PE	+2000 V DC	+2000 V DC		
Artikelnummern				
Standard	06230807	06230808		
Standard + Wasserkühlung	06250807	06250808		

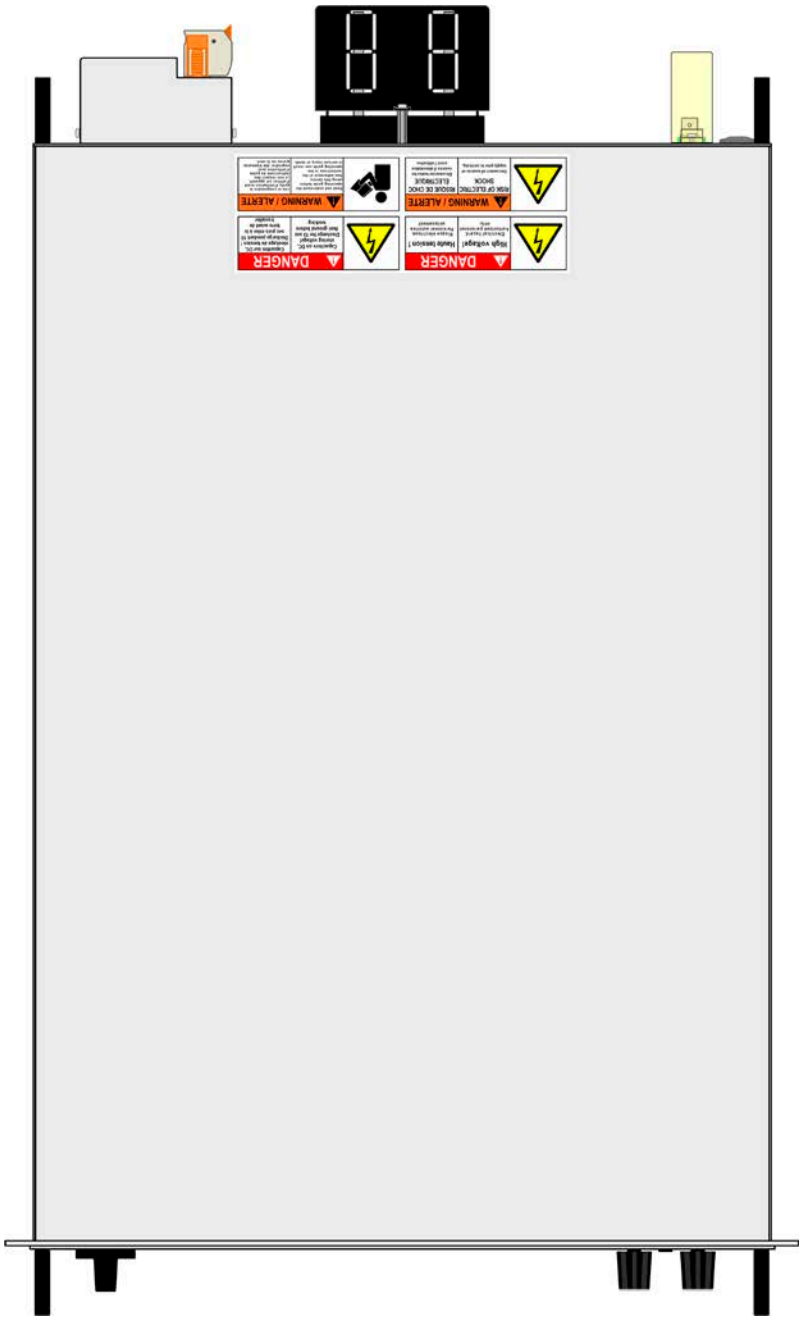
*1 Bei 100% Leistung und 100% Ausgangsspannung

1.8.4 Ansichten

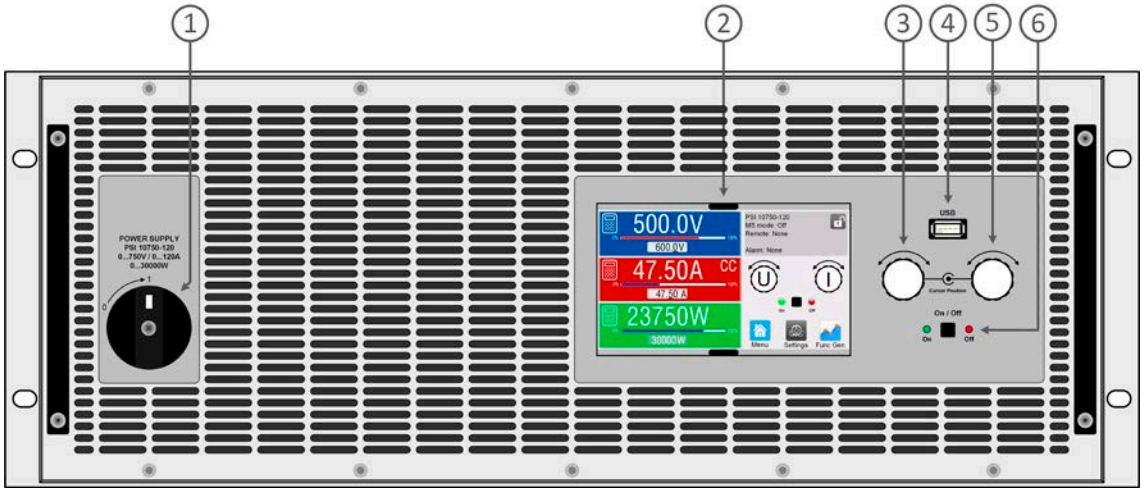
1.8.4.1 Technische Zeichnungen PSI 10000 4U ≤200 V





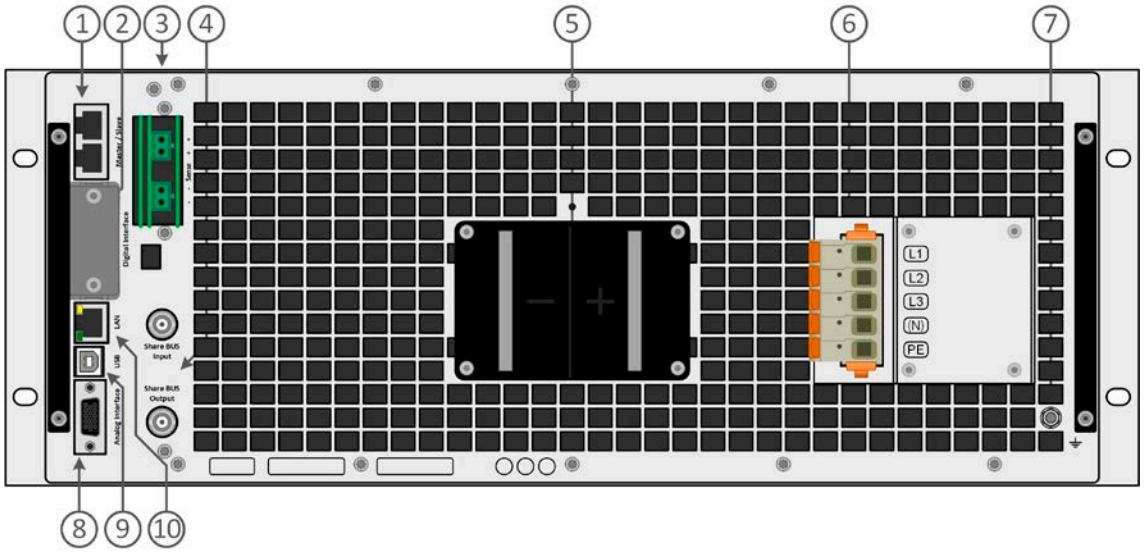


1.8.4.2 Beschreibung Frontplatte PSI 10000 4U



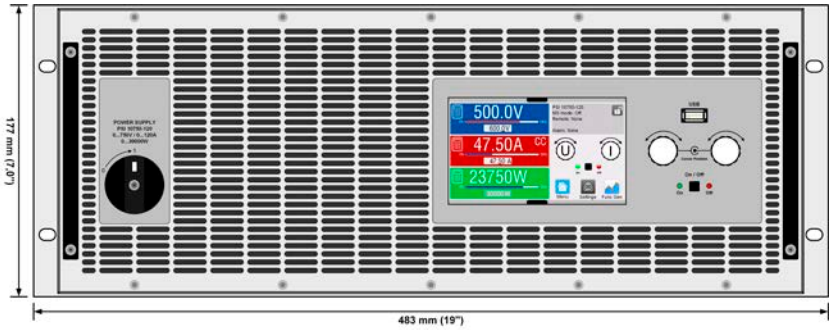
1. Netzschalter
2. TFT Display, mit berührungsempfindlicher Oberfläche (Touchsreen)
3. Drehknopf mit Tastfunktion für Einstellungen
4. USB-Host, für USB-Sticks zum Daten mitschreiben und einlesen
5. Drehknopf mit Tastfunktion für Einstellungen
6. Ein/Aus-Taster mit LED Statusanzeige

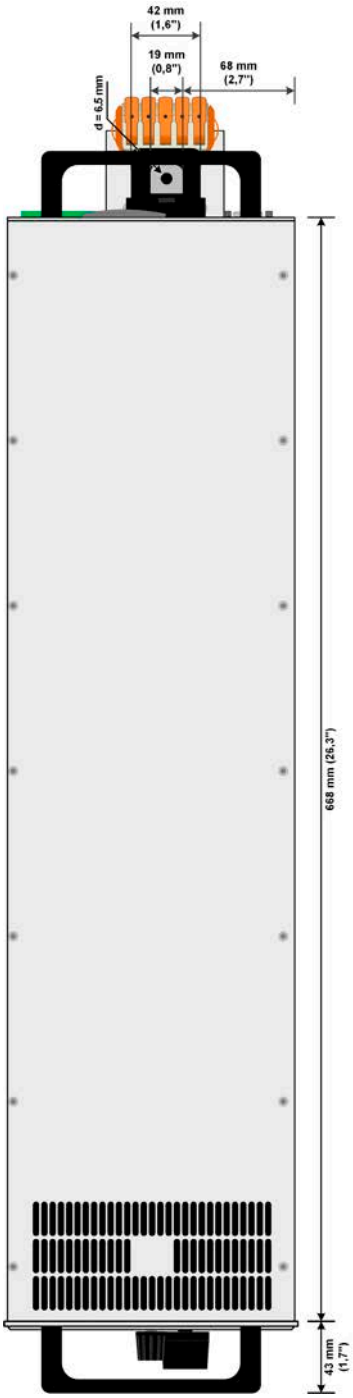
1.8.4.3 Beschreibung Rückplatte PSI 10000 4U ≤200 V

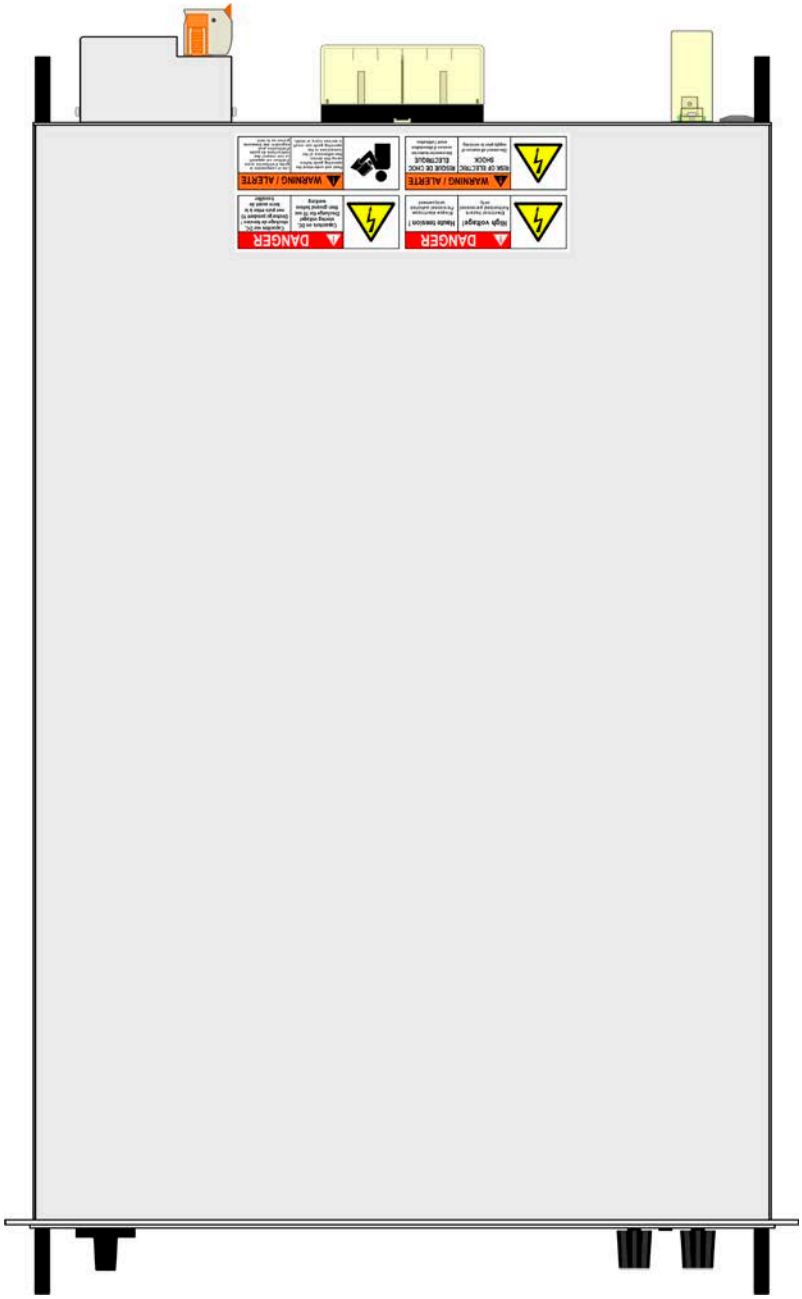


1. Master-Slave-Bus-Anschlüsse zum Einrichten eines Systems für Parallelschaltung
2. Steckplatz für optionale Schnittstellen
3. Eingangsklemmen für Fernfühlung der Ausgangsspannung (remote sense)
4. Share-Bus-Anschlüsse zum Einrichten eines Systems für Parallelschaltung
5. DC-Ausgangsklemme mit Kupfer-Anschlußschwertern
6. Netzeingangsbuchse
7. Anschlußschraube Erdverbindung (PE)
8. Anschlußstecker (DB15 Female) für isolierte Analogschnittstelle, Programmierung, Auslesen und andere Funktionen
9. USB-Schnittstelle
10. Ethernet-Schnittstelle

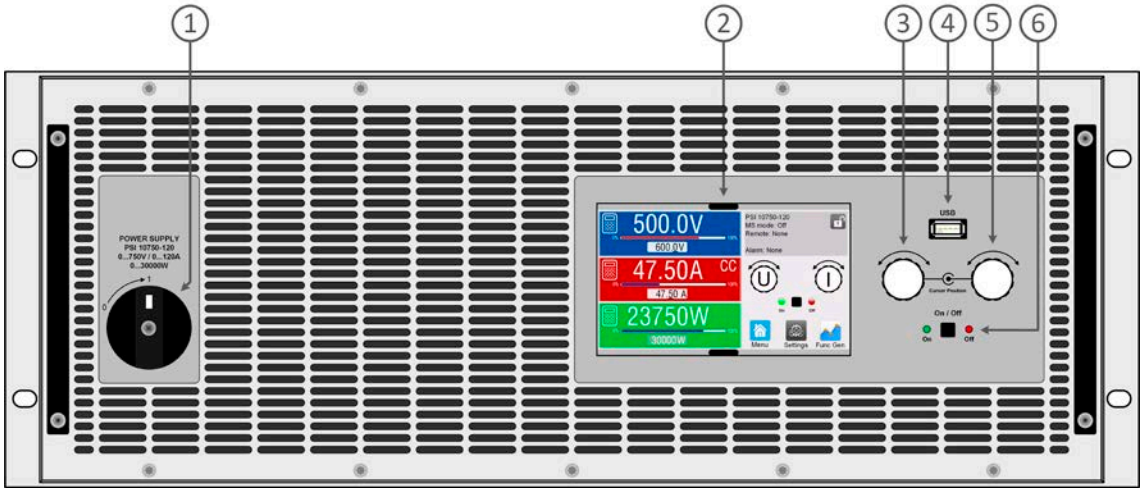
1.8.4.4 Technische Zeichnungen PSI 10000 4U ≥360 V





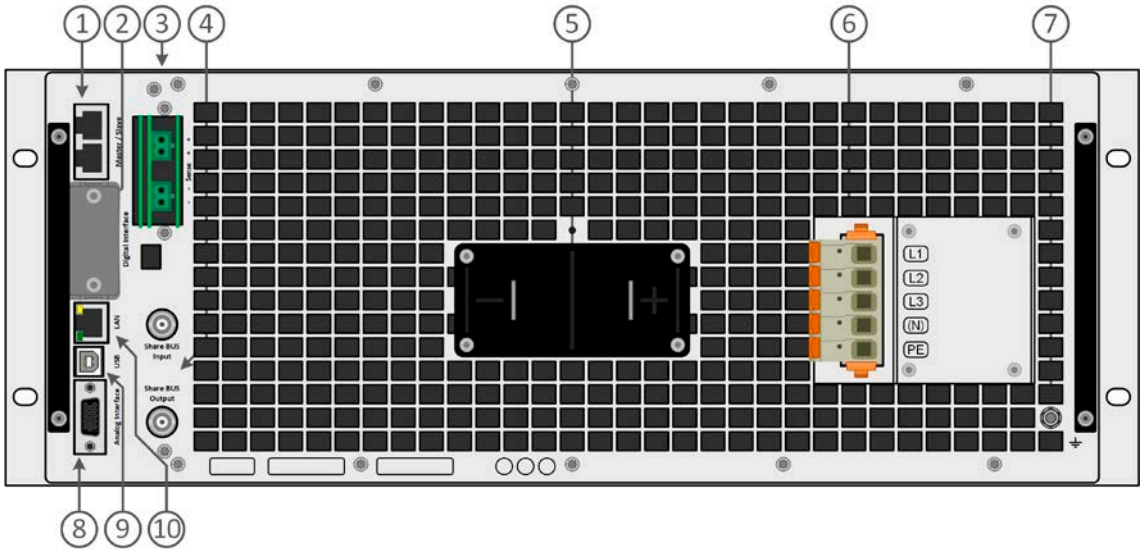


1.8.4.5 Beschreibung Frontplatte PSI 10000 4U



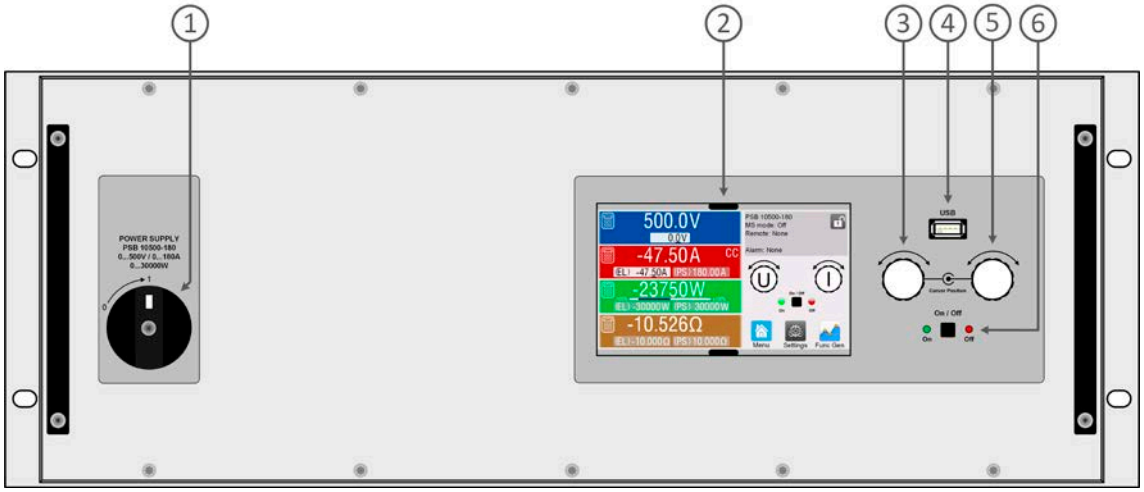
1. Netzschalter
2. TFT Display, mit berührungsempfindlicher Oberfläche (Touchsreen)
3. Drehknopf mit Tastfunktion für Einstellungen
4. USB-Host, für USB-Sticks zum Daten mitschreiben und einlesen
5. Drehknopf mit Tastfunktion für Einstellungen
6. Ein/Aus-Taster mit LED Statusanzeige

1.8.4.6 Beschreibung Rückplatte PSI 10000 4U ≥360 V



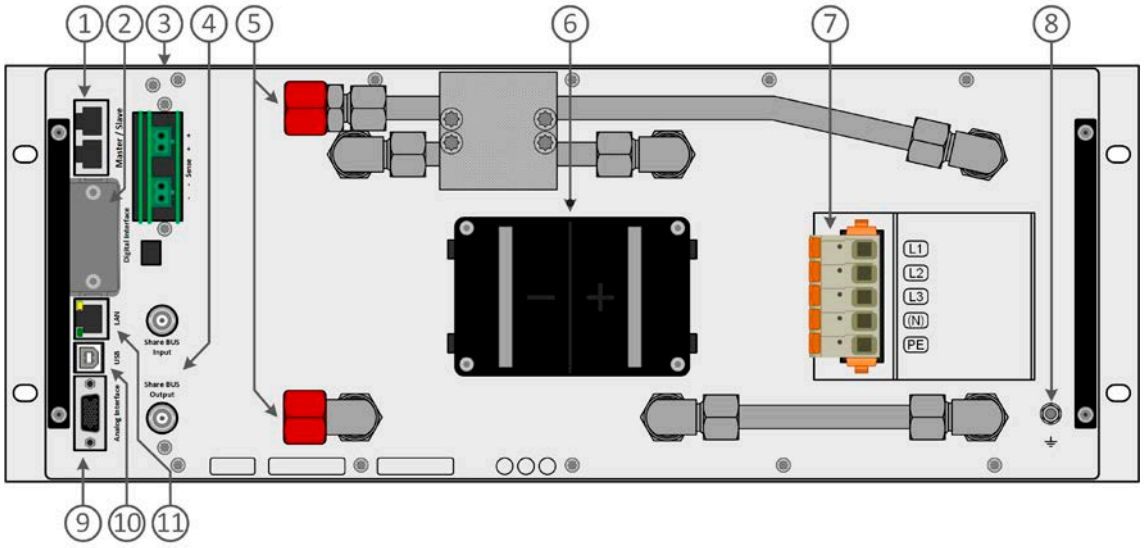
1. Master-Slave-Bus-Anschlüsse zum Einrichten eines Systems für Parallelschaltung
2. Steckplatz für optionale Schnittstellen
3. Eingangsklemmen für Fernfühlung der Ausgangsspannung (remote sense)
4. Share-Bus-Anschlüsse zum Einrichten eines Systems für Parallelschaltung
5. DC-Ausgangsklemme mit Kupfer-Anschlußschwertern
6. Netzeingangsbuchse
7. Anschlußschraube Erdverbindung (PE)
8. Anschlußstecker (DB15 Female) für isolierte Analogschnittstelle, Programmierung, Auslesen und andere Funktionen
9. USB-Schnittstelle
10. Ethernet-Schnittstelle

1.8.4.7 Beschreibung Frontplatte PSI 10000 4U Water Cooling Option



1. Netzschalter
2. TFT Display, mit berührungsempfindlicher Oberfläche (Touchsreen)
3. Drehknopf mit Tastfunktion für Einstellungen
4. USB-Host, für USB-Sticks zum Daten mitschreiben und einlesen
5. Drehknopf mit Tastfunktion für Einstellungen
6. Ein/Aus-Taster mit LED Statusanzeige

1.8.4.8 Beschreibung Rückplatte PSI 10000 4U Water Cooling Option



1. Master-Slave-Bus-Anschlüsse zum Einrichten eines Systems für Parallelschaltung
2. Steckplatz für optionale Schnittstellen
3. Eingangsklemmen für Fernfühlung der Ausgangsspannung (Remote sense)
4. Share-Bus -Anschlüsse zum Einrichten eines Systems für Parallelschaltung
5. Ein- und Auslässe für Wasserkühlung
6. DC-Ausgangsklemme mit Kupfer-Anschlußschwertern
7. Netzeingangsbuchse
8. Anschlußschraube Erdverbindung (PE)
9. Anschlußstecker (DB15 Female) für isolierte Analogschnittstelle, Programmierung, Auslesen und andere Funktionen
10. USB-Schnittstelle
11. Ethernet-Schnittstelle

1.8.5 Bedienelemente

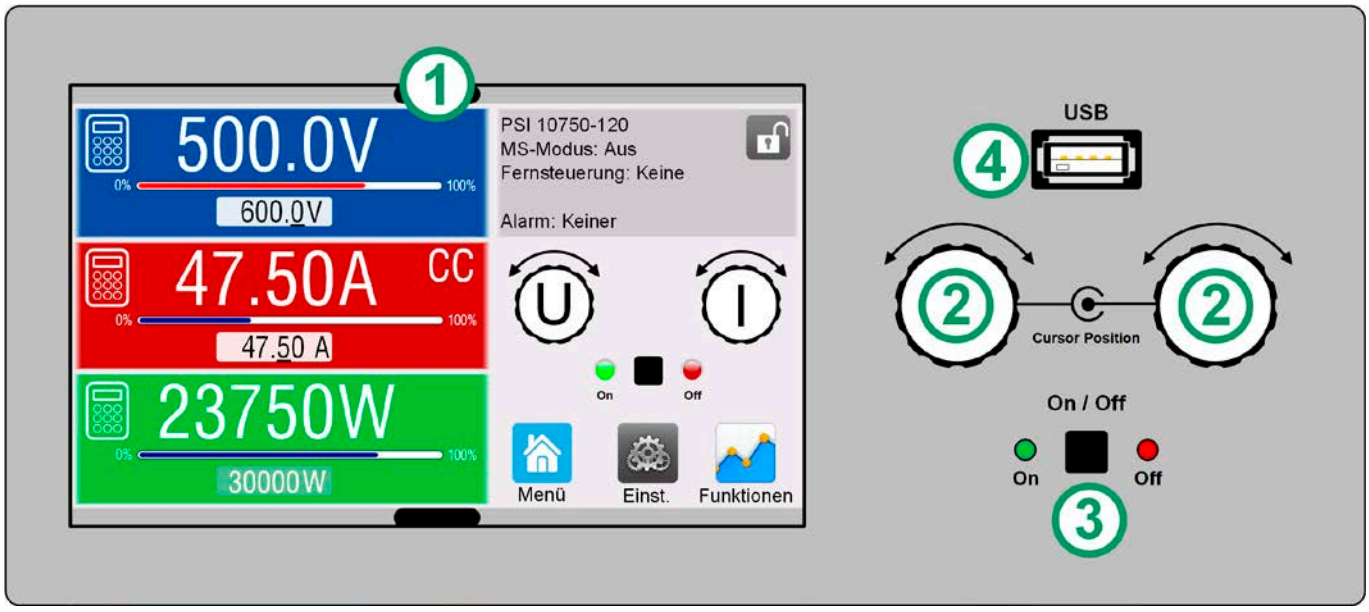


Bild 1 - Bedienfeld

Übersicht der Bedienelemente am Bedienfeld

Für eine weiterführende Erläuterung siehe Abschnitt *«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 Linker Drehknopf (Drücken): Dezimalstelle (Cursor) wechseln, um den Spannungswert einzustellen Rechter Drehknopf (Drehen): Einstellen des Strom-, Leistungs- oder Widerstandssollwertes Rechter Drehknopf (Drücken): Dezimalstelle (Cursor) wechseln, um den Wert einzustellen, der gegenwärtig dem Drehknopf zugeordnet ist
(3)	**Taster für das Ein- und Ausschalten des DC-Ausgangs** Dient zum Ein- oder Ausschalten des DC-Ausgangs bei manueller Bedienung, sowie zum Starten bzw. Stoppen einer Funktion. Die beiden LEDs „On" und „Off" zeigen stets den Zustand des DC-Ausgangs bei manueller Bedienung oder Fernsteuerung an
(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 elektronischen Hochleistungsnetzgeräte der Serie PSI 10000 4U sind durch ihre hohe Leistung von 30 kW in vier Höheneinheiten (4U) besonders für Prüfsysteme in der Industrie geeignet. Die Serie bietet Modelle mit hohen Strömen oder hohen Spannungen, um ein besonders breites Spektrum an Anwendungsgebieten abdecken zu können.

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 kann auf USB-Stick gespeichert bzw. davon geladen werden.

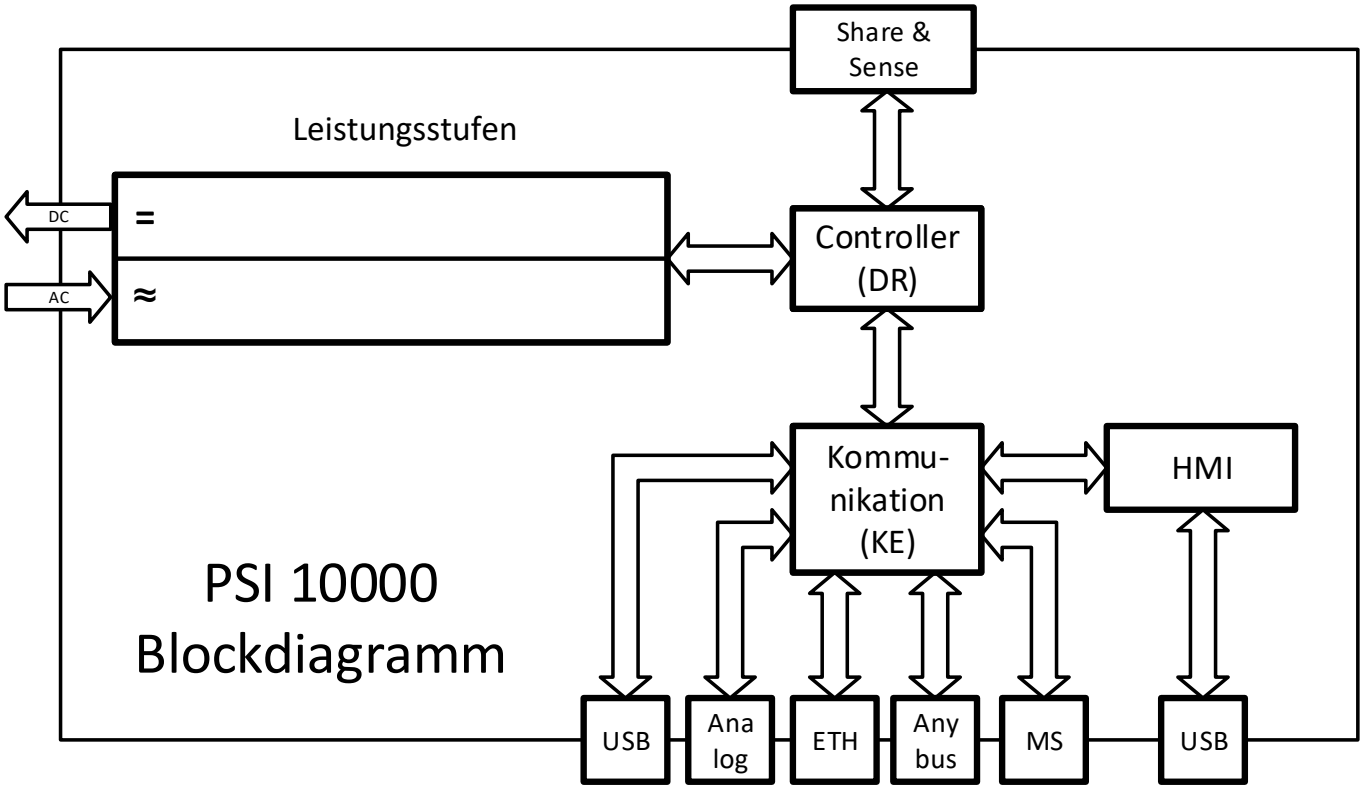
Für die Fernsteuerung verfügen die Geräte auf ihrer Rückseite serienmäßig über eine USB-, eine Ethernet-, sowie eine galvanisch getrennte Analogschnittstelle. Mittels optionalen, steck- und nachrüstbaren Schnittstellen-Modulen können weitere digitale Schnittstellen für RS232, Profibus, ModBus TCP, ProfiNet, 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 64 Geräte zu einem System verbinden, das eine erhöhte Gesamtleistung von bis zu 1920 kW bietet.

Alternativ zu den luftgekühlten Standardmodellen können wassergekühlte Modelle eingesetzt werden. Diese werden üblicherweise in 19"-Schränken mit mehreren Einheiten zu einem Schranksystem mit Wasserkühlung konfiguriert und angeboten. Einzelne Geräte, für den Selbstbau einer entsprechenden Anlage, sind auf Anfrage erhältlich.

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 Netzgerät

2 x Stecker für Fernfühlung

1 x USB-Kabel 1,8 m

1 x Set DC-Klemmenabdeckung

1 x Sense Klemmenabdeckung

1 x USB-Stick mit Dokumentation und Software

1 x AC-Anschlußstecker (Klemmtyp)

1 x Set für AC-Kabel-Zugentlastung

1.9.4 Zubehör

Für diese Geräte gibt es folgendes Zubehör:

IF-AB Digitale Schnittstellenmodule	Steck- und nachrüstbare digitale Schnittstellenmodule für RS232, CANopen, 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 unserer Webseite zur Verfügung stehen.

1.9.5 Optionen

Diese Optionen werden üblicherweise zusammen mit einem Gerät bestellt, denn sie werden ab Werk dauerhaft eingebaut bzw. vorkonfiguriert. Nachbestellung von z. B. Schränken bzw. Umbauten auf Anfrage.

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.
WC Wasserkühlung	Ersetzt die internen, lüftgekühlten Kühlblöcke der Endstufen durch drei verbundene, wassergekühlte Blöcke mit zwei hinten am Gerät herausgeführten Schraubanschlüssen. Die Wasserkühlung hilft zu vermeiden, daß sich die Umgebung durch einen gewissen, unvermeidbaren Leistungsverlust aufheizt. Als ein Nebeneffekt reduziert diese Kühlungsart auch die Geräuschentwicklung.

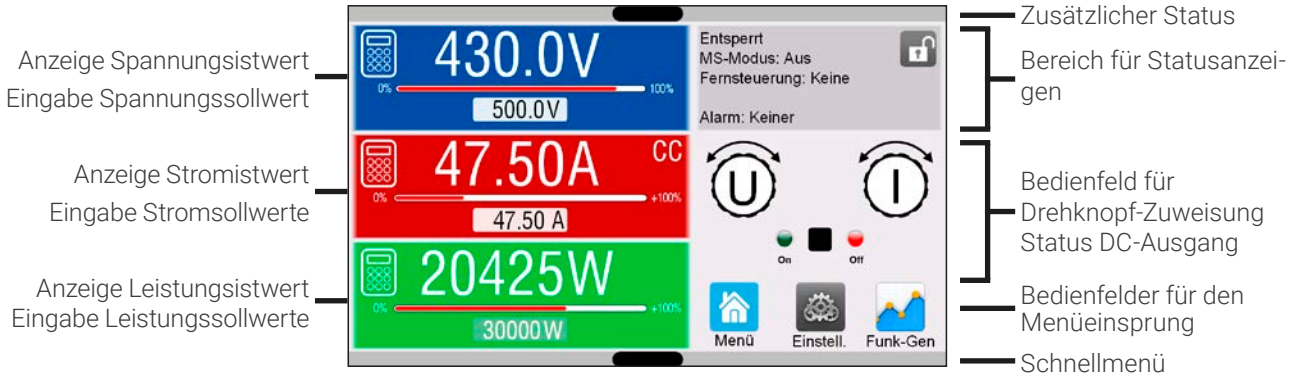
1.9.6 Die Bedieneinheit (HMI)

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

1.9.6.1 Anzeige mit Touchscreen

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

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



Bedienfelder können gesperrt oder freigegeben sein:

Text schwarz = freigegeben

Text ausgegraut = Bedienfeld momentan gesperrt

Das gilt für alle Bedienfelder. Manche können zusätzlich ein Schloßsymbol enthalten. Das Schloßsymbol bedeutet, daß die verbundene Funktion dauerhaft gesperrt ist, z. B. durch eine bestimmte Einstellung.

- **Bereich Sollwerte/Istwerte (linker Teil)**

Hier werden im Normalbetrieb die DC-Ausgangswerte (große Zahlen) und Sollwerte (kleine Zahlen) von Spannung, Strom und Leistung mit ihrer Einheit angezeigt. Der Widerstandsollwert des simulierten, variablen Innenwiderstandes und sein Istwert werden jedoch nur bei aktiviertem Widerstandsmodus eingeblendet.

Neben den jeweiligen Einheiten der Istwerte wird bei eingeschaltetem DC-Ausgang die aktuelle Regelungsart **CV**, **CC**, **CP** oder **CR** angezeigt, wie im Bild oben mit **CC** exemplarisch gezeigt.

Die Sollwerte sind mit den rechts neben der Anzeige befindlichen Drehknöpfen oder per Direkteingabe über den Touchscreen verstellbar, wobei bei Einstellung über die Drehknöpfe die Dezimalstelle durch Druck auf den jeweiligen Drehknopf verschoben werden kann. Die Einstellwerte werden beim Drehen logisch herauf- oder heruntergezählt, also bei z. B. Rechtsdrehung und Erreichen der 9 springt die gewählte Dezimalstelle auf 0 und die nächste höherwertige Dezimalstelle wird um 1 erhöht, sofern nicht der Maximalwert erreicht wurde. Linksdrehung umgekehrt genauso.

Generelle Anzeige- und Einstellbereiche:

Anzeigewert	Einheit	Bereich	Beschreibung
Istwert Spannung	V	0,2-125% U_{Nenn}	Aktueller Wert der DC-Ausgangsspannung
Sollwert Spannung [1]	V	0-102% U_{Nenn}	Einstellwert für die Begrenzung der DC-Ausgangsspg.
Istwert Strom	A	0,2-125% I_{Nenn}	Aktueller Wert des DC-Ausgangsstroms
Sollwert Strom [1]	A	0-102% I_{Nenn}	Einstellwert für die Begrenzung des DC-Ausgangsstroms
Istwert Leistung	W, kW	0,2-125% P_{Nenn}	Aktueller Wert der Ausgangsleistung nach P = U * I
Sollwert Leistung [1]	W, kW	0-102% P_{Nenn}	Einstellwert für die Begrenzung der DC-Ausgangsleistung
Istwert Widerstand	Ω	0-99999 / ∞	Aktueller Wert des Innenwiderstandes
Sollwert Innenwiderstand [1]	Ω	x[1]-102% R_{Max}	Einstellwert für den gewünschten Reihen-Innenwiderstand
Einstellgrenzen	dito	0-102% Nenn	U-max, I-min usw., immer bezogen auf eine Einstellgröße
Schutzeinstellungen	dito	0-110% Nenn	OVP, OCP usw., immer bezogen auf eine Einstellgröße

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

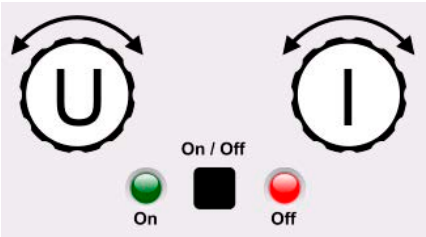
- **Statusanzeigen (oben rechts)**

Dieses Feld zeigt diverse Statustexte und -symbole an:

Anzeige	Beschreibung
🔒	Das HMI ist gesperrt
🔓	Das HMI ist nicht gesperrt
Fernsteuerung:	Das Gerät befindet sich in Fernsteuerung durch...
Analog	...die eingebaute Analogschnittstelle
ETH	...die eingebaute Ethernetschnittstelle
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 nicht bestätigt wurde
Event:	Ein benutzerdefiniertes Ereignis (Event) ist ausgelöst worden, das noch nicht bestätigt wurde
MS-Modus: Master (n Sl)	Master-Slave ist aktiviert, Gerät ist Master von n Slaves
MS-Modus: Slave	Master-Slave ist aktiviert, Gerät ist Slave
FG:	Funktionsgenerator aktiviert, Funktion geladen (nur in Fernsteuerung)
💾 / 💾 ERR	Datenaufzeichnung auf USB-Stick läuft oder fehlgeschlagen

- **Feld für Zuordnung der Drehknöpfe**

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



Die physikalischen Einheiten auf den Knöpfen zeigen die Zuordnung an. Der linke Drehknopf ist bei einem Netzgerät 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	U P	U R
Linker Drehknopf: Spannung	Linker Drehknopf: Spannung	Linker Drehknopf: Spannung
Rechter Drehknopf: Strom	Rechter Drehknopf: Leistung	Rechter Drehknopf: Widerstand

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

1.9.6.2 Drehknöpfe

Solange das Gerät manuell bedient wird, dienen die beiden Drehknöpfe zur Einstellung der Sollwerte in der Hauptanzeige. Für eine genauere Erläuterung der einzelnen Funktionen siehe *«3.4 Manuelle Bedienung»*.

1.9.6.3 Tastfunktion der Drehknöpfe

Die Drehknöpfe haben eine Tastfunktion, die bei manueller Einstellung von Werten zum Verschieben des Cursors von niederwertigen zu höherwertigen Dezimalpositionen (rotierend) dient:

47.50A → 47.50A → 47.50A

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			Strom, OCP, UCD, OCD, I-min, I-max			Leistung, OPP, OPD, P-max			Widerstand, R-max		
Nenn-wert	**Stellen**	**Min. Schritt-weite**	**Nennwert***	**Stellen**	**Min. Schritt-weite**	**Nennwert***	**Stellen**	**Min. Schritt-weite**	**Nennwert**	**Stellen**	**Min. Schritt-weite**
≤80 V	4	0,01 V	<100 A	4	0.01 A	30000 W	5	1 W	<10 Ω	5	0.0001 Ω
200 V	5	0,01 V	>100 A	4	0.1 A	MS <100 kW	4	0.01 kW	≥10 Ω ... <100 Ω	5	0.001 Ω
360 V	4	0,1 V	≥1000 A	5	0.1 A	MS >100 kW	4	0.1 kW	≥100 Ω ... <1000 Ω	5	0.01 Ω
500 V	4	0,1 V	MS ≥3000 A	4	1 A	MS >1000 kW	4	1 kW	>1000 Ω	5	0.1 Ω
750 V	4	0,1 V	MS >10000 A	5	1 A						
≥1000 V	5	0,1 V									

* MS = Master-Slave

1.9.6.5 USB-Port (Vorderseite)

Der frontseitige USB-Port oberhalb der beiden Drehknöpfe dient zur Aufnahme von handelsüblichen USB-Sticks. Mit diesen kann man u. A. eigene Sequenzen für den arbiträren Funktionsgenerator laden oder speichern, sowie im laufenden Betrieb Meßdaten aufzeichnen. Akzeptiert werden Sticks nach USB 2.0 oder USB 3.0 Standard 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
wave_u<beliebig>.csv wave_i<beliebig>.csv	Funktionsgenerator-Arbiträr-Funktion für die Spannung U bzw. Strom I. Der Name muß am Anfang *wave_u* oder *wave_i* enthalten, der Rest ist beliebig.
profile_<beliebig>.csv	Vormals gespeichertes Benutzerprofil. Beim Laden werden max. 10 Profile zur Auswahl angezeigt.
iu<beliebig>.csv	IU-Tabelle für den XY-Funktionsgenerator. Der Name muß am Anfang *iu* enthalten, der Rest ist beliebig.
pv<beliebig>.csv fc<beliebig>.csv	PV- oder FC-Tabelle für den XY-Funktionsgenerator . Der Name muß am Anfang *pv* bzw. *fc* enthalten, der Rest ist beliebig.
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. Siehe *«3.10.15.5 Tagesverlauf»* für Details.

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

Dateiname	Beschreibung
usb_log_<nr>.csv	Aufzeichnungs-Datei (Log) für die normale USB-Datenaufzeichnung in allen Betriebsarten. Der Aufbau der Logdatei ist identisch mit dem der Logging-Funktion in der Software EA Power Control. Das Feld <nr> im Dateinamen wird automatisch hochgezählt, wenn sich schon gleichnamige Dateien im Ordner befinden.
profile_<nr>.csv	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.
pv<nr>.csv	Tabellenwerte der PV-Funktion, wie vom Gerät berechnet. Die Tabelle kann wieder geladen werden.
fc<nr>.csv	Tabellenwerte der FC-Funktion, wie vom Gerät berechnet. Die Tabelle kann wieder geladen werden.
wave_u<nr>.csv wave_i<nr>.csv	Daten der 100 Stützpunkte (Sequenzen) der Arbiträr-Funktion für Spannung U oder Strom I.
pv_record_<nr>.csv	Daten der Datenaufzeichnung der erweiterten PV-Funktion nach DIN EN 50530. Siehe *«3.10.15.7 Datenaufzeichnung»* für Details

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.

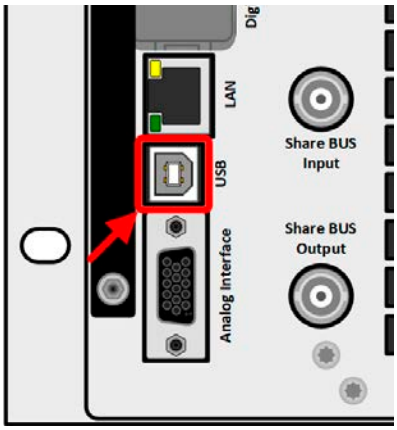


Bild 2 - USB-Port

1.9.8 Steckplatz für Schnittstellen-Module

Dieser Steckplatz auf der Rückseite des Gerätes dient zur Aufnahme diverser Schnittstellen-Module der Schnittstellen-Serie IF-AB. Es sind optional verfügbar:

Artikelnr.	Bezeichnung	Funktion
35400100	IF-AB-CANO	CANopen, 1x DB9, männlich
35400101	IF-AB-RS232	RS 232, 1x DB9, männlich (Nullmodem)
35400103	IF-AB-PBUS	Profibus DP-V1 Slave, 1x DB9, 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 DB9, männlich
35400112	IF-AB-ECT	EtherCAT, 1x RJ45

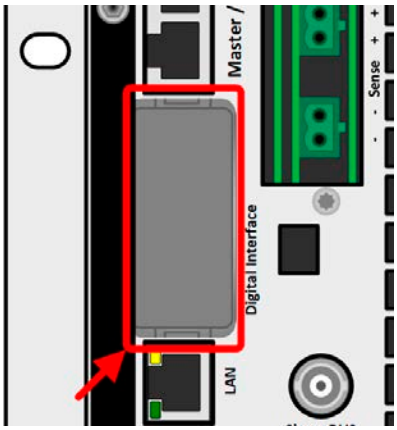


Bild 3 - Schnittstellenslot

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 einer der anderen Schnittstellen 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.

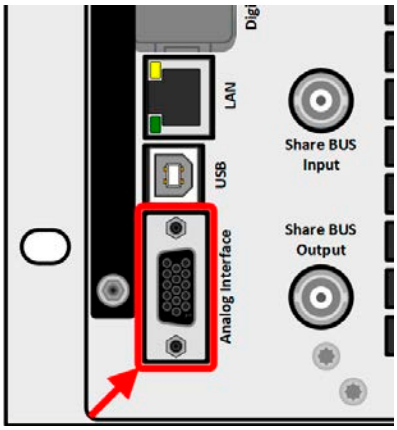


Bild 4 - Analogschnittstelle

1.9.10 „Share BUS“-Anschluß

Auf der Rückseite des Gerätes befinden sich zwei BNC-Buchsen für den digitalen Share-Bus. Dieser Share-Bus ist bidirektional und verbindet den Master über „Share BUS Output“ in der Parallelschaltung mit dem nächsten Slave an dessen „Share BUS Input“ und dann zum nächsten usw. BNC-Kabel passender Länge können im Elektronikhandel erworben werden.

Grundsätzlich sind alle 10000er Serien untereinander kompatibel an diesem Share-Bus, wobei für Master-Slave-Betrieb immer nur gleiche Gerätetypen, also Netzgerät mit Netzgerät oder elektronische Last mit elektronischer Last verbunden werden können, weil etwas anderes von den Geräten nicht unterstützt wird.

Für ein PSI 10000 können andere oder identische Modelle aus den PSI 10000 Serien als Slave-Einheiten genutzt werden. Ein PSI 10000 kann außerdem der Master von PS 10000 Geräten sein.

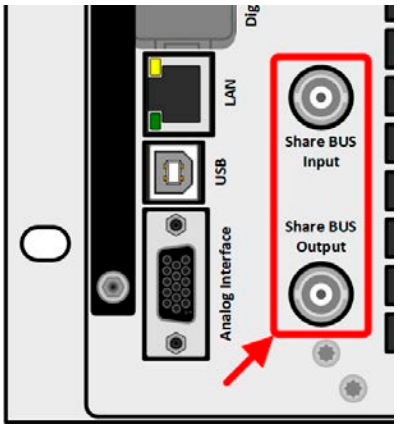


Bild 5 - Share-Bus

1.9.11 Sense-Anschluß (Fernfühlung)

Um den Spannungsabfall über die Leitungen von der Quelle oder zur Last zu kompensieren, kann der Eingang „Sense“ mit zwei Zweifachsteckern, je einer für Plus und Minus, polrichtig mit der externen Quelle oder Last verbunden werden. Die max. mögliche Spannungskompensation ist in den technischen Daten aufgeführt.

⚠	In einem Master-Slave-System ist vorgesehen, daß nur der Master die Fernfühlung verbunden bekommt und die Kompensation an die Slaves über den Share BUS weitergibt.

⚡	Die Abdeckung für die Sense-Anschlüsse muß während des Betriebes aus Sicherheitsgründen immer montiert sein, weil die Fernfühlungsleitungen lebensgefährliche hohe Spannungen führen können! Umkonfiguration an der Sense-Klemme nur bei komplett von AC und auch DC-Quellen getrenntem Gerät!

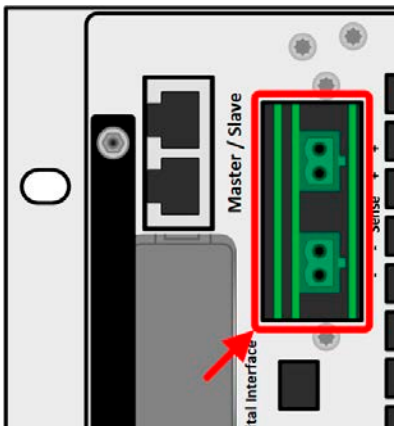


Bild 6 - Fernfühlungsanschlüsse

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.

Es wird empfohlen, immer möglichst kurze Kabel zu verwenden und den Bus nach Bedarf zu terminieren. Die Terminierung wird digital geschaltet und erfolgt in den Geräteeinstellungen in der Gruppe „Master-Slave“

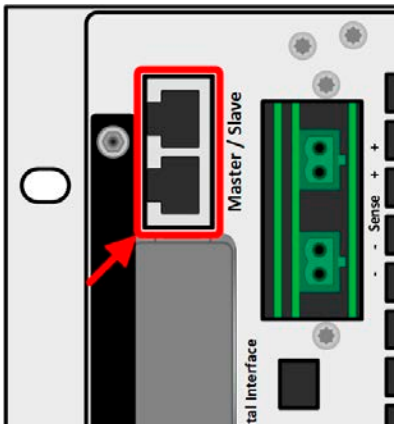


Bild 7 - Master-Slave-Busanschlüsse

1.9.13 Ethernet-Port

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

1. Eine Webseite (HTTP, Port 80), die normal in einem Browser über die IP oder den Hostnamen aufgerufen wird und die Informationen über das Gerät anzeigt, die eine Konfigurationsmöglichkeit der Netzwerkparameter bietet und eine Eingabezeile für SCPI-Befehle. Das Gerät kann somit durch die manuelle Eingabe von Befehlen fernbedient werden.

2. TCP/IP-Zugriff über einen frei wählbaren Port (außer 80 und andere reservierte Ports). Standardport für dieses Gerät ist 5025. Über TCP/IP und den gewählten Port kann über diverse Tools sowie die meisten, gängigen Programmiersprachen mit dem Gerät kommuniziert werden.

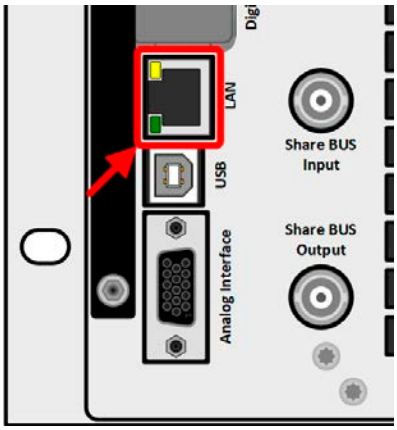


Bild 8 - LAN-Port

Das Gerät kann über diesen LAN-Port wahlweise über das international standardisierte ModBus RTU-Protokoll oder per SCPI-Sprache angesprochen werden. Es erkennt das in einer Nachricht verwendete Protokoll automatisch. ModBus TCP hingegen wird nur vom dedizierten ModBus TCP-Modul (optional erhältlich) unterstützt. Siehe *«1.9.8 Steckplatz für Schnittstellen-Module»*.

Die Konfiguration des Netzwerkparameter kann manuell oder per DHCP geschehen. Übertragungsgeschwindigkeit und Duplexmodus werden automatisch gesetzt.

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

1.9.14 Wasserkühlung

Im Gegensatz zur luftgekühlten Ausführung der Modelle dieser Serie ist die Wasserkühlung eine optionale, in der Fertigung fest installierte Kühlungsalternative, die somit nicht nachgerüstet werden kann. Die Kühlung des Gerätes mit Wasser statt Luft bringt ein paar Vorteile mit sich:

- Geringere Geräuschentwicklung, weil Lüfter entfallen
- Bessere Kühlung bei höheren Umgebungstemperaturen
- Keine direkte Wärmeabgabe in die Umgebung des Gerätes

Sie hat aber auch Nachteile gegenüber der herkömmlichen Luftkühlung:

- Ohne ständige Wasserzufuhr darf das Gerät nicht betrieben werden
- Wasser bringen eine erhöhte Gefährdung auf Schädigung der Elektronik mit sich, z. B. durch Undichtigkeit oder im Gerät durch Kondensation aus der Luftfeuchtigkeit

Der Wasseranschluß befindet auf der Rückseite des Gerätes, siehe dazu auch die Zeichnung in *1.8.4*. Näheres zum Anschluß, Vorgaben und Betrieb der Wasserkühlung finden Sie in *2.3.4*.

2. Installation & Inbetriebnahme

2.1 Transport und Lagerung

2.1.1 Transport

- Die Griffe an der Vorderseite und Rückseite des Gerätes dienen **nicht** zum Tragen!
- Das Gerät sollte aufgrund seines hohen Gewichts 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 bei einem Sturz durch das teils hohe Gewicht 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 hat ein beträchtliches Gewicht. 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.

2.3.2 Vorbereitung

2.3.2.1 Wahl der Anschlußkabel

Für alle Modelle dieser Serie ist nur Festanschluß vorgesehen, wofür auf der Geräterückseite ein 5-poliger Anschluß auf der Rückseite vorhanden ist. Ein passender Stecker ist im Lieferumfang enthalten. Für die Verkabelung des Steckers ist mindestens eine 4-polige (3x L, PE) Zuleitung mit entsprechendem Querschnitt und Länge vorzusehen. Volle Belegung mit zusätzlich N-Leiter ist zulässig.

Für Empfehlungen zum Querschnitt siehe *«2.3.5 Anschließen an das Stromnetz (AC)»*. Bei der Dimensionierung der DC-Leitungen zu einer DC-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 das zu kompensieren, muß der Querschnitt erhöht bzw. die Leitungslänge verringert werden.

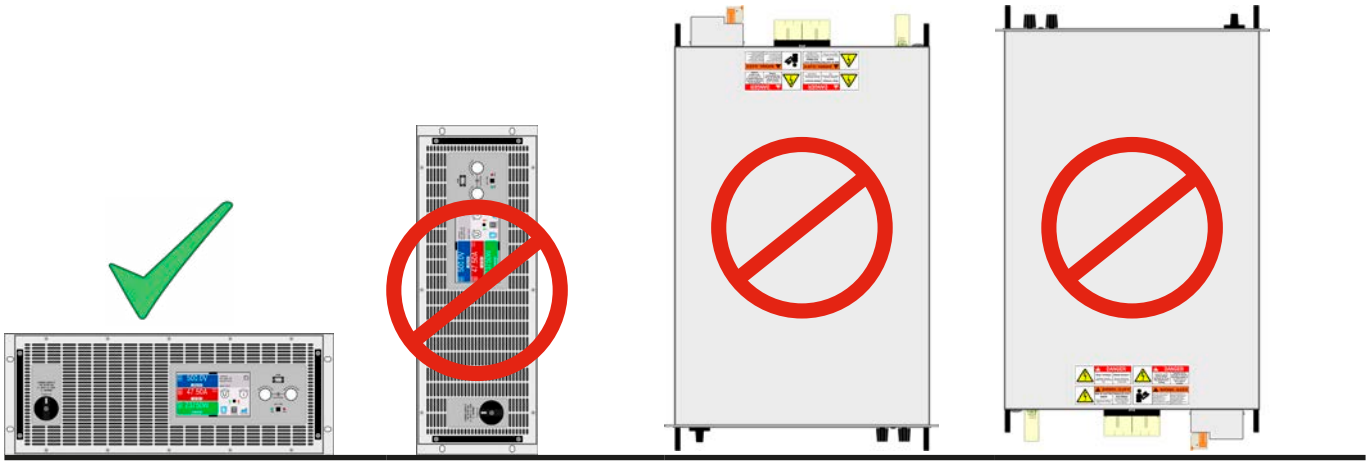
2.3.3 Aufstellung des Gerätes

- Wählen Sie den Ort der Aufstellung so, daß die Zuleitungen zur Last bzw. Quelle so kurz wie möglich gehalten werden können
- Lassen Sie hinter dem Gerät ausreichend Platz, jedoch mindestens 30 cm, für die hinten austretende Abluft (Standardausführung, luftgekühlt)
- Das Gerät darf nicht ohne ausreichenden, doppelten Berührungsschutz für die AC-Seite betrieben werden, der entweder nur durch die Installation in einem durch Türen abschließbaren Schrank erreicht werden kann oder durch die Installation zusätzlicher, nicht mitgelieferter Schutzmaßnahmen (Abdeckungen o. ä.)

Ein Gerät in 19“ Bauform wird üblicherweise auf entsprechenden Halteschienen und in 19“-Einschüben oder -Schränken installiert. Dabei muß auf die Einbautiefe des Gerätes geachtet werden, sowie auf das Gewicht. Die Griffe an der Front und Rückseite 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).

Die unten gezeigten unzulässigen Aufstellpositionen beziehen sich auch auf eine Montage an einer senkrechten Fläche, wie einer Wand oder in einem Schrank. Der nötige Luftfluß ist dann nicht gewährleistet. Bei Modellen mit Wasserkühlung wäre das zwar hinfällig, jedoch läßt die Konstruktion der Geräte diese Einbaulage nicht zu.

Zulässige und unzulässige Aufstellpositionen (mit oder ohne Wasserkühlung, gezeigt ist Luftkühlung):



Aufstellfläche

2.3.4 Wasserkühlung anschließen

Sofern vorhanden, sollten der Anschluß der Wasserkühlung und alle anderen damit verbundenen Maßnahmen erfolgen bevor das Gerät auch nur mit AC verbunden, geschweige denn eingeschaltet wird. Korrekter Anschluß, **Dichtigkeitsprüfung** und anschließender Betrieb des Gerätes mit laufender Wasserkühlung liegen in der Verantwortung des Betreibers bzw. Benutzers.

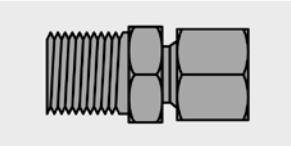
2.3.4.1 Anforderungen

Die Konstruktion des Wasserlaufs für alle Modelle ist identisch. Es gibt jedoch, in Abhängigkeit vom Nennstrom eines Modells und dadurch bedingte unterschiedlich schnelle Erwärmung der internen Kühlkörper, modellabhängige Anforderungen an das Wasser und die Umgebung, die zu erfüllen sind:

Modell	60 V / 80 V	200 V bis 2000 V
Innerer Flußweg:	Reihe	Reihe
Umgebungstemperatur:	Max. +50 °C	Max. +50 °C
Wasser-Vorlauftemperatur (min):	Siehe Taupunkttabelle unten	Siehe Taupunkttabelle unten
Wasser-Vorlauftemperatur (max):	+33 °C	+26 °C
Durchflußmenge:	Mind. 12 l/min	Mind. 7 l/min
Korrosionsschutz:	Äthylenglykol	Äthylenglykol
Wasserhärte:	Weich (Kalziumkarbonat < 2 mmol/l)	Weich (Kalziumkarbonat < 2 mmol/l)
Wasserdruck:	Mind. 1 bar, max. 4 bar	Mind. 1 bar, max. 4 bar

2.3.4.2 Anschlußpunkt

Das Gerät besitzt intern drei separate Leistungsstufen, deren Kühlkörper je eine eigene Kühlschlange haben, welche auf der Rückseite herausgeführt und außen miteinander verbunden sind. Das Wasser fließt somit parallel durch die drei Kühlschlangen. Am Ende befinden sich zwei Anschlüsse für Zulauf und Ablauf:



Anschluß: Außengewinde M16x1,5

Welcher davon Ablauf und welcher Zulauf ist kann frei gewählt werden. Wichtig sind für den Betrieb des Gerätes später nur, daß Wasser in ausreichender Menge und mit einer gewissen Einlauftemperatur durch die Kühlkörper fließt.

Der Schlauchanschluß erfolgt entweder direkt am T-Stück oder über ein Winkelstück mit Schlauchstutzen, z. B. Type Schwer Fittings SA-DKL90, welches bereits metallisch dichtend ist (24° Innenkonus). Für den Schlauch an sich ist nur der Innendurchmesser von 10 mm wichtig.

2.3.4.3 Betrieb und Überwachung

Für den späteren Betrieb gibt es speziell in Hinsicht auf die Vorlauftemperatur des Wassers etwas zu beachten, und zwar den sogenannten **Taupunkt**. Das gekühlte Wasser am Zulauf kann, zusammen mit der Luftfeuchtigkeit der Luft im Gerät, bewirken, daß im Gerät Wasser auf kondensiert, was unter allen Umständen vermieden werden muß. Das bedeutet, daß man die Vorlauftemperatur regeln können sollte, um sie der Umgebung anzupassen. Idealerweise geschieht das über eine Steuerungselektronik, die mit einem Luftfeuchtigkeitsmesser und Temperatursensoren arbeitet und die Vorlauftemperatur überwacht und regelt.

Der Taupunkt ist in Norm DIN 4108 über eine Tabelle definiert. Diese gibt die minimale Vorlauftemperatur des Wassers in °C bei einer bestimmten Luftfeuchtigkeit und Umgebungstemperatur vor:

Umge-bung	Relative Luftfeuchtigkeit in Prozent										
	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
14°C	2,2	3,76	5,1	6,4	7,58	8,67	9,7	10,71	11,64	12,55	13,36
15°C	3,12	4,65	6,07	7,36	8,52	9,63	10,7	11,69	12,62	13,52	14,42
16°C	4,07	5,59	6,98	8,29	9,47	10,61	11,68	12,66	13,63	14,58	15,54
17°C	5	6,48	7,92	9,18	10,39	11,48	12,54	13,57	14,5	15,36	16,19
18°C	5,9	7,43	8,83	10,12	11,33	12,44	13,48	14,56	15,41	16,31	17,25
19°C	6,8	8,33	9,75	11,09	12,26	13,37	14,49	15,47	16,4	17,37	18,22
20°C	7,73	9,3	10,72	12	13,22	14,4	15,48	16,46	17,44	18,36	19,18
21°C	8,6	10,22	11,59	12,92	14,21	15,36	16,4	17,44	18,41	19,27	20,19
22°C	9,54	11,16	12,52	13,89	15,19	16,27	17,41	18,42	19,39	20,28	21,22
23°C	10,44	12,02	13,47	14,87	16,04	17,29	18,37	19,37	20,37	21,34	22,23
24°C	11,34	12,93	14,44	15,73	17,06	18,21	19,22	20,33	21,37	22,32	23,18

Umge-bung	Relative Luftfeuchtigkeit in Prozent										
	45%	**50%**	**55%**	**60%**	**65%**	**70%**	**75%**	**80%**	**85%**	**90%**	**95%**
25°C	12,2	13,83	15,37	16,69	17,99	19,11	20,24	21,35	22,27	23,3	24,22
26°C	13,15	14,84	16,26	17,67	18,9	20,09	21,29	22,32	23,32	24,31	25,16
27°C	14,08	15,68	17,24	18,57	19,83	21,11	22,23	23,31	24,32	25,22	26,1
28°C	14,96	16,61	18,14	19,38	20,86	22,07	23,18	24,28	25,25	26,2	27,18
29°C	15,85	17,58	19,04	20,48	21,83	22,97	24,2	25,23	26,21	27,26	28,18
30°C	16,79	18,44	19,96	21,44	23,71	23,94	25,11	26,1	27,21	28,19	29,09
32°C	18,62	20,28	21,9	23,26	24,65	25,79	27,08	28,24	29,23	30,16	31,17
34°C	20,42	22,19	23,77	25,19	26,54	27,85	28,94	30,09	31,19	32,13	33,11
36°C	22,23	24,08	25,5	27	28,41	29,65	30,88	31,97	33,05	34,23	35,06
38°C	23,97	25,74	27,44	28,87	30,31	31,62	32,78	33,96	35,01	36,05	37,03
40°C	25,79	27,66	29,22	30,81	32,16	33,48	34,69	35,86	36,98	38,05	39,11
45°C	30,29	32,17	33,86	35,38	36,85	38,24	39,54	40,74	41,87	42,97	44,03
50°C	34,76	36,63	38,46	40,09	41,58	42,99	44,33	45,55	46,75	47,9	48,98

2.3.4.4 Hinweise

- Der Wasserfluß sollte stets vor dem Einschalten des Gerätes, jedoch spätestens vor dem Einschalten des DC-Anschlusses gestartet werden

2.3.5 Anschließen an das Stromnetz (AC)

- Das Gerät muß fest an eine AC-Verteilung angeschlossen sein. Der Anschluß darf nur durch entsprechend geschultes Personal erfolgen!
- Das Gerät darf außerdem nur direkt an einem Stromnetz betrieben werden, jedoch nicht an Generatoren oder USV-Systemen!
- AC-Anschlußleitungen müssen entsprechend des maximalen AC-Stromes des Gerätes dimensioniert werden! Siehe Tabelle unten. Es sollte AC-seitig extern abgesichert werden, unter Beachtung des AC-Maximalstromes.
- WC-Modelle: Aus Sicherheitsgründen wird die Installation eines 30 mA RCD pro wassergekühltem Gerät (Option WC) empfohlen, zumindest aber einer pro drei Geräte (wegen des möglichen Ableitstromes, siehe technische Daten), falls mehrere WC-Geräte in Parallelbetrieb laufen

Alle Modelle und Varianten dieser Serie, produziert ab ca. 01/2022, sind durch einen Weitbereichs-AC-Eingang für den Betrieb an typischen Netzspannungen wie 380 V, 400 V oder 480 V, sowie sogar für 208 V (USA- und Japan-Netz) geeignet. Bei den 30 kW-Modellen, wenn bei 208 V Netzspannung betrieben, aktiviert sich automatisch eine Leistungsreduzierung auf 18 kW, um den AC-Strom in etwa demselben Maximalbereich wie bei 400 V Versorgungsspannung und 30 kW Leistung zu halten.

2.3.5.1 AC-Anschluß

Egal, welche Variante oder Hardware-Revision vorhanden ist, die auf dem Typenschild angegebenen Nennspannungen entscheiden. Die Geräte benötigen einen dreiphasigen Drehstrom-Hauptanschluß, der ohne N-Leiter auskommt:

Nennleistung	Pin am AC-Stecker	Anschlußtyp	Schaltung
30 kW	L1, L2, L3, (N), PE	Drehstrom (3P)	Dreieck

PE ist zwingend erforderlich und muß immer am AC-Stecker angebunden werden! Der Erdungspunkt unter dem AC-Filter dient in erster Linie zur Erdung des Gehäuses bzw. in zweiter Linie der Erdung eines der DC-Pole. Er muß aus Gründen der Personensicherheit mit einer separaten Leitung fest zum PE verbunden werden.

2.3.5.2 Querschnitte

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

	L1		L2		L3		PE [1]
Nennleistung	**ø**	**I_{max}**	**ø**	**I_{max}**	**ø**	**I_{max}**	**ø**
30 kW (Nenn) bei 380/400/480 V 18 kW (reduziert) bei 208 V	≥10 mm²	56 A	≥10 mm²	56 A	≥10 mm²	56 A	≥10 mm²

2.3.5.3 Anschlußstecker & Anschlußleitung

Der mitgelieferte Anschlußstecker kann Kabelenden bis 25 mm² aufnehmen. Je länger die Anschlußleitung, desto höher der Spannungsabfall aufgrund des Leitungswiderstandes. Daher sollte die Netzzuleitung immer so kurz wie möglich gehalten werden. Es sind 4- oder 5-adrige Leitungen zulässig. Bei einem Kabel mit N-Leiter kann dieser im freien Pin des AC-Steckers fixiert werden. Nenndaten des Anschlußsteckers:

- Max. Leiterquerschnitt ohne Aderendhülse: 25 mm²
- Max. Leiterquerschnitt mit Aderendhülse: 16 mm²
- Abisolierlänge ohne Aderendhülse: 18-20 mm

1 Gilt für beide Leitungen, den PE-Leiter im AC-Anschlußkabel und den separaten PE-Leiter für die Gehäuseerdung

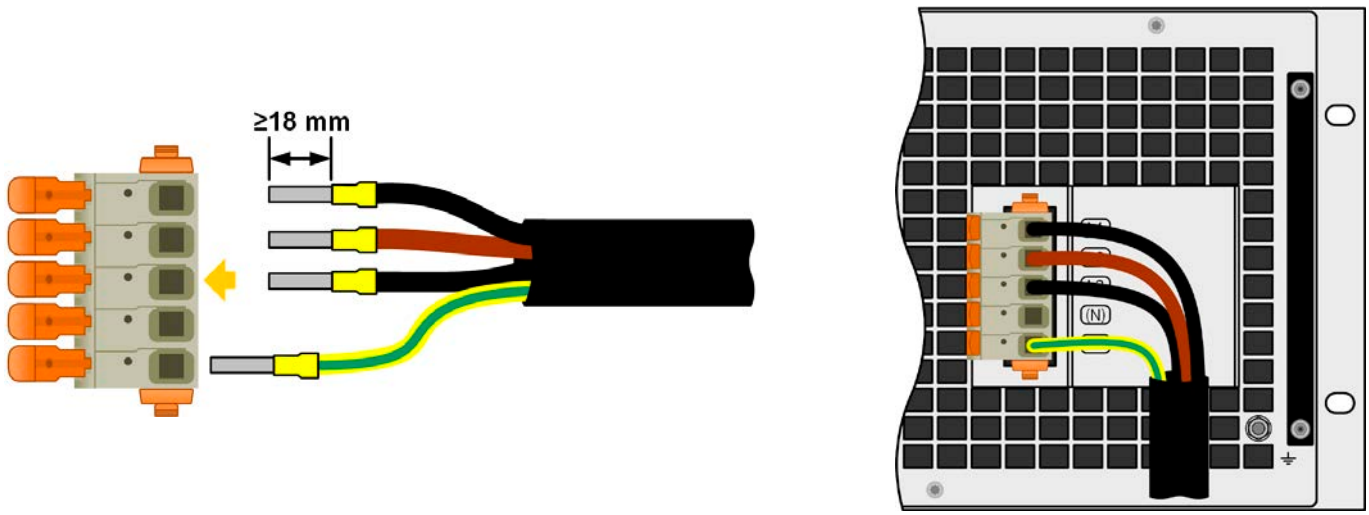


Bild 9 - Beispiel für ein Netzanschlußkabel mit 4 Adern (nicht im Lieferumfang enthalten

2.3.5.4 Zugentlastung anbringen

Ab Produktionsdatum ca. 10/2021 wird bei allen Modellen und Varianten eine mechanischen Zugentlastung für die AC-Leitung mitgeliefert, die vom Installateur des Gerätes montiert werden sollte, sofern keine anderen Maßnahmen zur Zugentlastung dieser Leitung am Installationsort vorgesehen sind. Installationsschritte:

1. Am AC-Filter die beiden rechten Schrauben lösen, wie im *Bild 10* unten markiert.
2. Den Haltewinkel anbringen und mit den mitgelieferten, längeren Schrauben (M3x8) und den Spannscheiben befestigen. Siehe *Bild 11* unten.
3. Das AC-Kabel stecken und,von hinten gesehen, vor dem Haltewinkel vorbeiführen und mit mindestens einem, besser jedoch beiden mitgelieferten Kabelbindern fixieren.

Der Haltewinkel und die Kabelbinder können dauerhaft verbunden bleiben. Der AC-Stecker hat Bewegungsspielraum, um bei Bedarf auch mal abgezogen zu werden. Sollte das Gerät einmal aus der Installation (Schrank) entfernt werden müssen, wird empfohlen, nur den AC-Stecker zu ziehen, sowie den Haltewinkel zu demontieren.

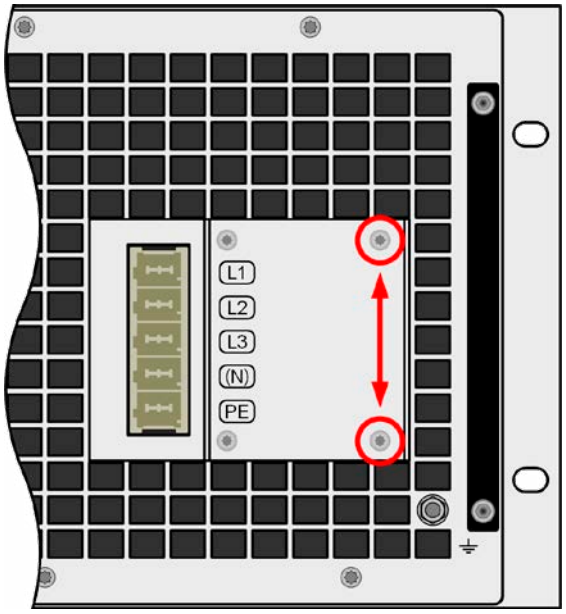


Bild 10 - Montageposition des Haltewinkels

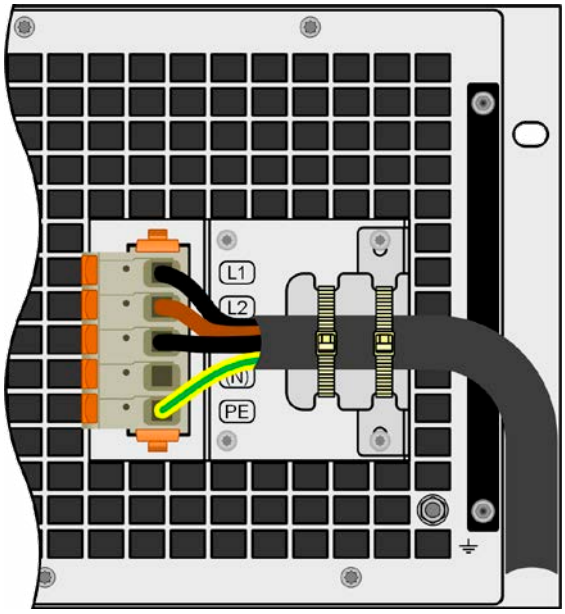


Bild 11 - Fertig montierte Zugentlastung

2.3.5.5 Gehäuseerdung

Ab Produktionsdatum von ca. 01/2022 verfügen die Geräte über einen zusätzlichen Erdungspunkt an der Gehäuserückseite, wie rechts abgebildet bzw. in Abschnitt *«1.8.4 Ansichten»* als „7“ oder „8“ gekennzeichnet.

Das Gehäuse kann, hauptsächlich um den Ableitstrom zwecks Personenschutz so gering wie möglich zu halten, separat geerdet werden. Das bedeutet, bei Bedarf kann ein getrennt verlegter Schutzleiter (PE) an dem Erdungspunkt angebunden werden. Der Querschnitt sollte mindestens der gleiche sein wie in der AC-Anschlußleitung (siehe *«2.3.5.2 Querschnitte»*).

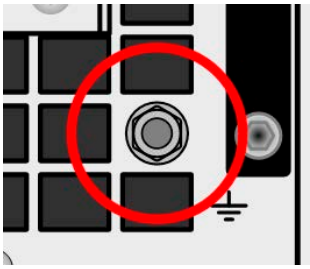


Bild 12 - Erdungspunkt

2.3.6 Anschließen von DC-Lasten

- Bei einem Gerät mit hohem DC-Nennstrom und demzufolge entsprechend dicken und schweren DC-Anschlußleitungen sind das Gewicht der Leitungen und die mechanische Belastung der DC-Anschlußklemme zu beachten und besonders bei Installation des Gerätes in einem 19"-Schrank oder ähnlich, wo die Leitungen eventuell am DC-Anschluß hängen, Zugentlastungen anzubringen.
- Es ist neben dem passenden Querschnitt der DC-Leitungen auch auf passende Spannungsfestigkeit zu achten

Kein Verpolungsschutz vorhanden! Lasten, die auch gleichzeitig eine Quelle sind, wie z. B. eine Batterie, werden das Gerät beschädigen wenn verpolt angeschlossen, auch wenn es nicht eingeschaltet ist!

Eine Last, die gleichzeitig auch eine Quelle ist, lädt die intern am DC-Anschluß vorhandenen Kapazitäten auf, auch wenn das Gerät gar nicht eingeschaltet ist. Hier kann auch nach der Trennung von der externen Quelle noch berührungsgefährliche Spannung anliegen!

Der DC-Lastausgang 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.

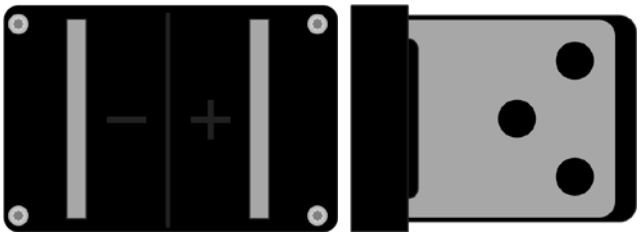
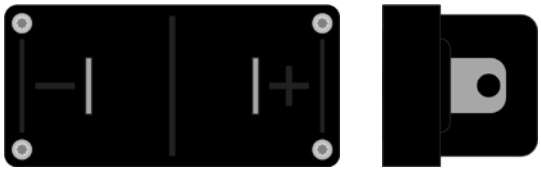
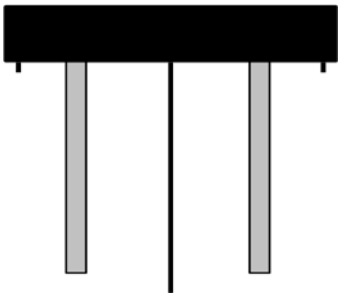
Bei Lastleitungen **bis 5 m** und durchschnittlichen Umgebungstemperaturen **bis 30°C** empfehlen wir:

bis **40 A**:	6 mm²	bis **60 A**:	16 mm²
bis **80 A**:	25 mm²	bis **120 A**:	35 mm²
bis **180 A**:	70 mm²	bis **240 A**:	2x 35 mm²
bis **420 A**:	2x 95 mm²	bis **1000 A**:	3x 185 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 oder unnötige Erhitzung zu vermeiden.

2.3.6.1 Anschlußklemmentypen

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

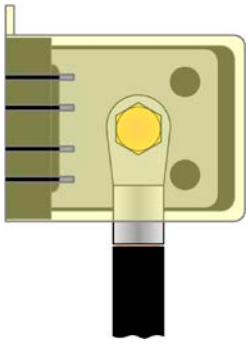
Typ 1: Modelle bis 200 V	**Typ 2: Modelle ab 360 V**
	
Schraubverbindung M10 an Metallschiene Empfehlung: Ringkabelschuhe mit 11er Loch	Schraubverbindung M6 an Metallschiene Empfehlung: Ringkabelschuhe mit 6,5er Loch
	

2.3.6.2 Kabelzuführung und Plastikabdeckung

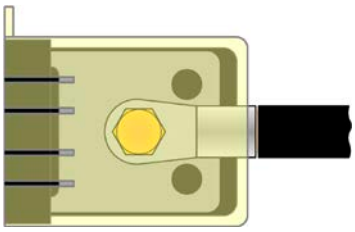
Für die DC-Anschlußklemme Typ 2 von Modellen ab 360 V Nennspannung wird eine Plastikabdeckung als Berührungsschutz mitgeliefert. Diese sollte immer installiert sein. In den Abdeckungen sind Ausbrüche (oben, unten, vorn) vorhanden, die nach Bedarf ausgebrochen werden können, um Zuleitungen aus verschiedenen 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 Aufbauten.

Beispiele anhand des Anschlußklemmentyps 1:



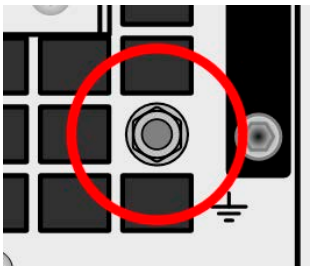
- 90° nach oben oder unten
- platzsparend in der Tiefe
- kein Knickradius



- Horizontale Zuführung
- platzsparend in der Höhe
- großer Knickradius

2.3.7 Erdung des DC-Ausgangs

Der Erdungsanschlußpunkt, bezeichnet als „7" in *1.8.4.3* bzw. „8" in *1.8.4.8* und auch rechts in der Abbildung gezeigt, dient neben der Erdung des Gehäused (siehe *«2.3.5.5 Gehäuseerdung»*) auch zur Erdung eines der beiden DC-Anschlußpole. Das ist grundsätzlich zulässig ist, dadurch entsteht jedoch immer eine Potentialverschiebung des anderen Pols gegenüber PE. Aus Isolationsgründen sind nur jedoch bestimmte, modellabhängige Potentialverschiebungen am DC-Minuspol erlaubt. Siehe *«1.8.3 Spezifische technische Daten»*.



Beide Pole des DC-Anschlusses sind zudem potentialfrei, was in puncto Berührungssicherheit von Personen einen Basisschutz darstellt. Dieser hebt sich auf, sobald ein DC-Pol geerdet wird.

Findet an dem Modell mit 60 V Nennspannung eine Potentialverschiebung statt, kann sich die Sicherheitskleinspannung (SELV) in den Bereich der Funktionskleinspannung (PELV) verlagern bzw. diesen sogar verlassen. Dann werden die DC-Klemmen berührungsgefährlich und müssen abgedeckt werden.

Im Fall, daß ein DC-Pol geerdet worden ist, muß der Anwender den Basisschutz für Berührungssicherheit für Personen selbst sicherstellen, z. B. durch Anbringung geeigneter Abdeckungen überall dort wo das Potential des DC-Ausgangs hinverbunden ist.

2.3.8 Anschließen der Fernfühlung

- *Die Fernfühlung ist nur im Konstantspannungsbetrieb (CV) wirksam und der Fernfühlungsanschluß sollte möglichst nur solange angeschlossen bleiben wie CV benutzt wird, weil die Schwingneigung eines getakteten 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, aber dafür dicht an den DC-Leitungen verlegt werden, also Sense- dicht an der DC-Minus-Leitung zur Last, um Schwingneigung zu unterdrücken. Gegebenenfalls ist zur Unterdrückung der Schwingneigung noch ein zusätzlicher Kondensator an der Last anzubringen*
- *(+) Sense darf nur am (+) der Last und (–) Sense nur am (–) der Last angeschlossen werden. Ansonsten können beide Systeme beschädigt werden. Siehe Bild 13 unten.*
- *Bei Master-Slave-Betrieb sollte die Fernfühlung nur am Master-Gerät erfolgen*
- *Es ist stets auf passende Spannungsfestigkeit der Fernfühlungsleitungen zu achten!*

Gefährliche Spannung am Sense-Anschluß! Die Klemmenabdeckung muß immer installiert sein.

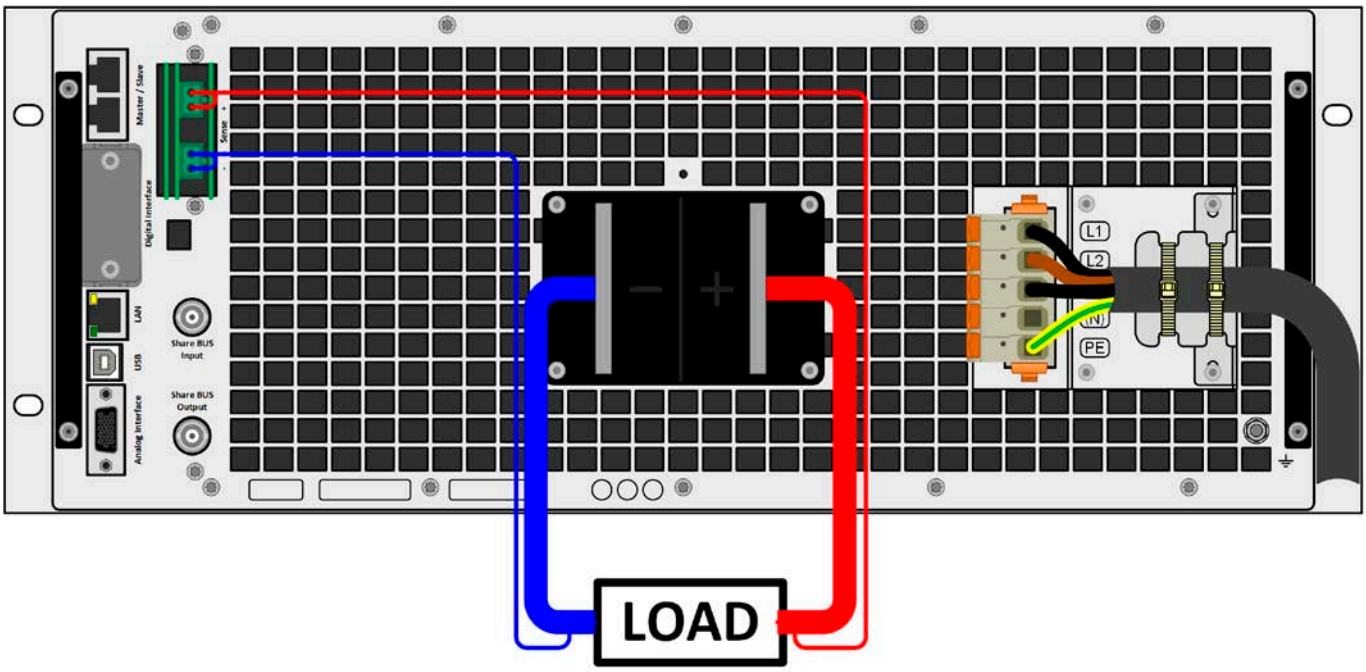
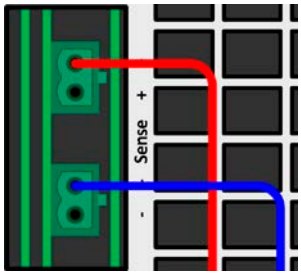
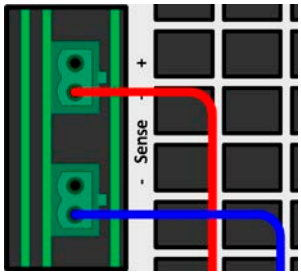
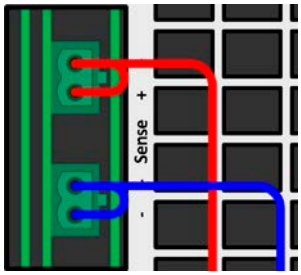


Bild 13 - Beispiel Fernfühlungsverdrahtung (DC- und Sense-Abdeckungen zu Zwecken der Veranschaulichung weggelassen)

Zulässige Anschlußformen:







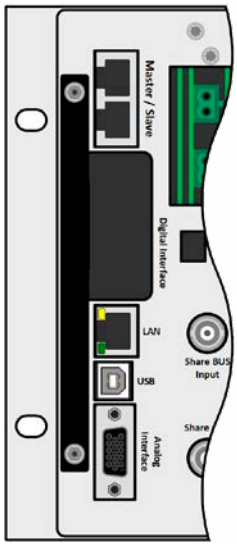
2.3.9 Installation eines Schnittstellen-Moduls

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 (Standardmodelle mit Luftkühlung) nicht zu verändern

Installationsschritte:

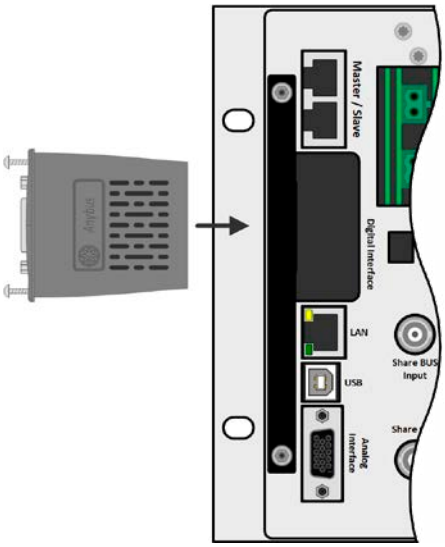
1.



Abdeckung des Schnittstellenslots entfernen. Eventuell 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.

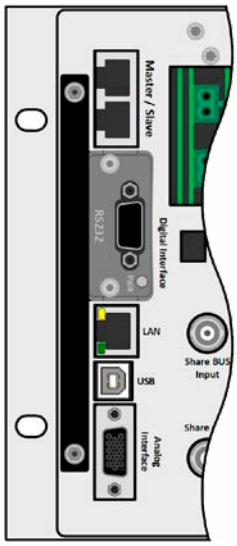


Schnittstellen-Modul paßgerecht in den Slot schieben. Es kann aufgrund der Bauform nicht falsch herum gesteckt werden.

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 der analogen Schnittstelle

Der 15-polige 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, vor Verbindung oder Trennung dieses Anschlusses das Gerät komplett auszuschalten, mindestens aber den DC-Ausgang.

2.3.11 Anschließen des Share-Busses

Die rückseitig am Gerät befindlichen Klemmen „Share BUS" (Typ BNC, 2x vorhanden) dienen zur Verbindung mit dem Share-Bus-Anschluß weiterer Geräte, um bei Parallelbetrieb eine Spannungs- und dadurch Stromsymmetrierung, sowie schnelle Ausregelung der Geräte untereinander, besonders bei Funktionsgeneratorbetrieb (Sinus usw.) zu erreichen. Informationen zum Parallelbetrieb sind im Abschnitt *«3.11.1 Parallelschaltung als Master-Slave (MS)»*.

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. 64 Einheiten

2.3.12 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.

2.3.12.1 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 Communication Device Class (CDC) und ist bei aktuellen Betriebssystemen wie Windows 7 oder 10 normalerweise integriert. Es wird jedoch empfohlen, den auf USB-Stick mitgelieferten Treiber zu installieren, um bestmögliche Kompatibilität des Gerätes zu unserer Software zu erhalten.

2.3.12.2 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.

2.3.12.3 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".

2.3.13 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

2.3.14 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 *«2.3.13 Erstinbetriebnahme»*.

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

3. Bedienung und Verwendung

3.1 Personenschutz

- Um Sicherheit bei der Benutzung des Gerätes zu gewährleisten, darf das Gerät nur von Personen bedient werden, die über die erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen im Umgang mit gefährlichen elektrischen Spannungen unterrichtet worden sind
- Bei Geräten, die eine berührungsgefährliche Spannung erzeugen können oder an diese angebunden werden, ist stets die mitgelieferte Abdeckung für den DC-Ausgang oder eine ähnliche, ausreichend sichere Abdeckung zu montieren
- Schalten Sie das Gerät bei Umkonfiguration der Last und des DC-Anschlusses immer mit dem Netzschalter aus und nicht nur mit der Funktion „Ausgang aus"!

3.2 Regelungsarten

Ein Netzgerät 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. Wichtige Hinweise:

- *Leerlauf, also Betrieb eines Netzgerätes 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*

3.2.1 Spannungsregelung / Konstantspannung

Spannungsregelung wird auch Konstantspannungsbetrieb (kurz: CV) genannt.

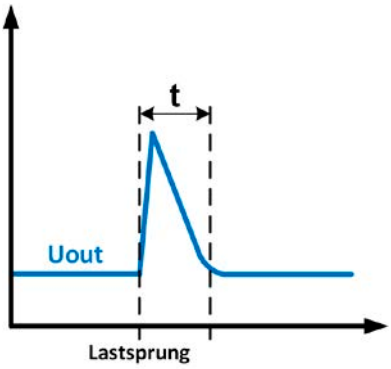
Die DC-Ausgangsspannung wird bei Netzgeräten konstant auf dem eingestellten Wert gehalten, sofern der in den Verbraucher fließende Strom den eingestellten Strommaximalwert bzw. sofern die vom Verbraucher entnommene Leistung nach $P = U_{AUS} * I_{AUS}$ nicht den eingestellten Leistungsmaximalwert erreicht. Sollte einer dieser Fälle eintreten, so wechselt das Gerät automatisch in die Strombegrenzung bzw. Leistungsbegrenzung, jenachdem was zuerst zutrifft. Dabei kann die Ausgangsspannung nicht mehr konstant gehalten werden und sinkt auf einen Wert, der sich durch das ohmsche Gesetz ergibt.

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

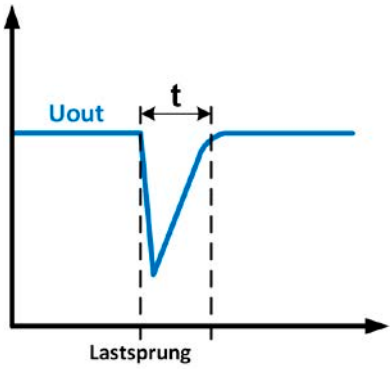
3.2.1.1 Regelungsspitzen

Der Spannungsregler des Gerätes benötigt im CV-Modus nach einem Lastwechsel etwas Zeit, um die Ausgangsspannung 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 Dauer der Ausregelung kann über eine Umschaltung der Spannungsreglergeschwindigkeit beeinflußt werden. Siehe dazu *«3.4.3.1 Untermenü „Einstellungen"»*. Gegenüber der Einstellung **Normal** (Standardwert) , verringert **Schnell** die Dauer und verkürzt den Einbruch, kann aber Überschwinger zur Folge haben. **Langsam** hingegen hat den gegenteiligen Effekt.

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

3.2.2 Stromregelung / Konstantstrom / Strombegrenzung

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

Der DC-Ausgangsstrom wird bei Netzgeräten konstant auf dem eingestellten Wert gehalten, wenn der in den Verbraucher fließende Strom den eingestellten Stromsollwert erreicht. Der aus einem Netzgerät fließende Strom ergibt sich 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 die Maximalleistung des Gerätes oder den eingestellten Leistungssollwert erreicht, wechselt das Gerät automatisch in Leistungsbegrenzung und stellt Ausgangsspannung und Ausgangsstrom nach P = U * I ein.

Solange der DC-Ausgang 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.

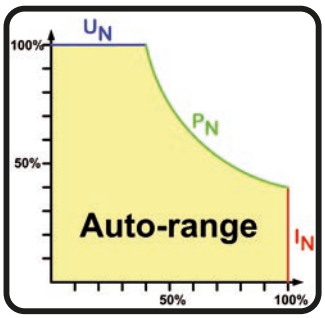
3.2.2.1 Spannungsüberschwinger

In bestimmten Situationen können Spannungsüberschwinger auftreten, z. B. wenn das Gerät in der Strombegrenzung ist und die Spannung sich ungeregelt unter dem Sollwert befindet und wenn es dann schlagartig entlastet wird. Das kann durch ein sprunghaftes Heraufsetzen des Stromsollwertes bedingt sein, wodurch das Gerät CC verläßt, oder auch das Wegschalten der Last durch eine externe Trenneinheit. In beiden Fällen schwingt die Spannung über den gesetzten Sollwert für eine unbestimmte Zeit über. Die Höhe des Überschwingers sollte 1-2% vom Spannungsnennwert des Gerätes nicht überschreiten, die Dauer ist bestimmt von der Größe der Ausgangskapazität und deren momentanen Ladezustand.

3.2.3 Leistungsregelung / Konstantleistung / Leistungsbegrenzung

Leistungsregelung, auch Leistungsbegrenzung oder Konstantleistung (kurz: CP) genannt, hält die DC-Ausgangsleistung bei Netzgeräten konstant auf dem eingestellten Wert, wenn der in den Verbraucher fließende Strom in Zusammenhang mit der eingestellten Ausgangsspannung und dem Widerstand des Verbrauchers nach P = U * I bzw. P = U^2 / R die Maximalleistung erreicht. Die Leistungsbegrenzung regelt dann den Ausgangsstrom nach I = SQR(P / R (R = Widerstand des Verbrauchers)bei der eingestellten Ausgangsspannung ein.

Die Leistungsbegrenzung arbeitet nach dem Auto-range-Prinzip, so daß bei geringer Ausgangsspannung hoher Strom oder bei hoher Ausgangsspannung 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 der DC-Ausgang 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.

3.2.3.1 Leistungsreduktion (Derating)

Die Modelle in dieser Serie sind in erster Linie für 400 V AC-Versorgung konzipiert, können aber auch an 208 V Drehspannung (USA, Japan) betrieben werden. Das bedingt jedoch eine automatische Reduktion der verfügbaren DC-Leistung, damit der AC-Strom bei niedriger Versorgungsspannung nicht zu hoch wird. Konkret reduzieren alle Modelle hierbei auf 18 kW.

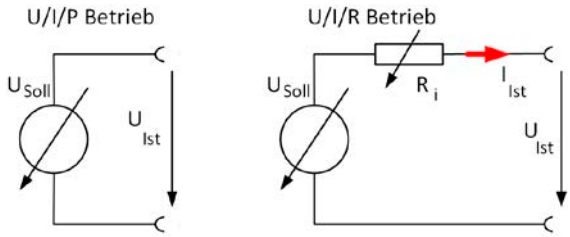
Die Umschaltung in den „Derating-Modus" erfolgt einmal nach dem Einschalten und durch Erkennung der gegenwärtig anliegenden AC-Spannung. Das heißt, das Gerät bleibt danach so lange leistungsreduziert, wie es eingeschaltet ist, denn die Umschaltung erfolgt nicht dynamisch mitten im Betrieb. Die volle Nennleistung ist daher nur verfügbar bei Netzspannungen ab 380 V.

Sobald ein Gerät im Derating arbeitet, wird dauerhaft ein Hinweis in der Anzeige eingeblendet. Dann sind alle auf die Leistung bezogenen Einstellwerte angepaßt auf die reduzierte Leistung. Das gilt auch für Master-Slave-Betrieb von leistungsreduzierten Geräten.

3.2.4 Innenwiderstandsregelung

Innenwiderstandsregelung (kurz: CR) bei Netzgeräten 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. Das funktioniert in den Modi CC und CP genauso, jedoch weicht hier die tatsächliche Ausgangsspannung noch mehr von der eingestellten ab, weil diese beiden Modi die Spannung zusätzlich begrenzen. CR-Modus läuft eigentlich als CV-Modus, wird aber mit „CR" angezeigt, sobald der eingestellte Widerstand erreicht wurde.

Der einstellbare Widerstandsbereich des Gerätes ist in den technischen Daten angegeben. Die Regelung der Ausgangsspannung anhand des Ausgangsstromes erfolgt rechnerisch durch einen schneller ARM-Controller und ist dabei nur unmerklich langsamer als andere Regler im Gerät. Verdeutlichung:



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

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

!	*Bei aktivierter Innenwiderstandsregelung (R-Modus) ist der Funktionsgenerator deaktiviert und der angezeigte Leistungsistwert exkludiert die simulierte Verlustleistung an Ri.*

3.3 Alarmzustände

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

Grundsätzlich werden alle Alarmzustände optisch (Text + Meldung in der Anzeige), akustisch (wenn Alarmton aktiviert) und als auslesbarer Status, sowie Alarmzähler über digitale Schnittstelle signalisiert. Die Alarmzustände OT 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.

3.3.1 Power Fail

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

- AC-Eingangsspannung zu niedrig (Netzunterspannung, Netzausfall)
- Defekt im Eingangskreis (PFC)

Bei einem Power Fail stoppt das Gerät die Leistungsabgabe bzw. -aufnahme und schaltet den DC-Ausgang aus. War der PF-Alarm nur eine zeitweilige Netzunterspannung, kann das Gerät seine Arbeit weiterführen, sprich den DC-Ausgang automatisch wieder einschalten. Das Verhalten wird über die Einstellung **DC-Ausgang -> Zustand nach PF-Alarm** bestimmt, wobei die Standardeinstellung „aus" vorgibt.

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.

3.3.2 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, je nach dem was im Setup bei **DC-Ausgang -> Zustand nach OT-Alarm** gewählt wurde. Mehr dazu in *3.4.3.1*. Der Alarm bleibt zwecks Kenntnisnahme in der Anzeige stehen, bis er bestätigt wird.

3.3.3 Überspannung (Overvoltage)

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

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

Diese Funktion dient dazu, dem Betreiber des Netzgerätes akustisch oder optisch mitzuteilen, daß es möglicherweise eine überhöhte Spannung erzeugt 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 zum Überschwingen der Spannung führen

3.3.4 Überstrom (Overcurrent)

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

- der aus dem DC-Ausgang fließende Ausgangsstrom die eingestellte OCP-Schwelle erreicht

Diese Schutzfunktion dient nicht dem Schutz des Netzgerätes, sondern dem Schutz der angeschlossenen Last, damit diese nicht durch zu hohen Strom beschädigt oder bei einem Defekt, der überhöhten Strom zur Folge hat, nicht irreparabel zerstört wird.

3.3.5 Überleistung (Overpower)

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

- das Produkt aus der am DC-Ausgang vorhandenen Ausgangsspannung und dem Ausgangsstrom die eingestellte OPP-Schwelle erreicht

Diese Schutzfunktion dient nicht dem Schutz des Gerätes, sondern dem Schutz der angeschlossenen Last, falls diese durch zu hohe Leistungsaufnahme beschädigt werden könnte.

3.3.6 Safety OVP

Dieser Extraschutz ist nur im **60 V-Modell** verbaut. Ähnlich wie beim normalen Überspannungsalarm OVP (siehe *3.3.3)* schaltet der „Sicherheits-OVP" den DC-Ausgang zum Schutz der Applikation bzw. von Personen ab. Dieser Alarm soll verhindern, daß das Gerät eine Ausgangsspannung von mehr als 60 V (Schutzgrenze nach SELV) ausgibt. Der Alarm kann allerdings auch durch externe Quellen ausgelöst werden, wenn diese mehr als diesen Grenzwert auf den DC-Ausgang geben.

Ein Sicherheits-OVP-Alarm tritt auf wenn

- die Spannung am DC-Ausgang des Gerätes die feste Schwelle 60,6 V erreicht.
- wenn von außen eine Spannung größer als ca. 60,6 V angelegt wird.

Tritt der Alarm auf, wird der DC-Ausgang abgeschaltet und der Alarm **Safety OVP** erscheint in der Anzeige. 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 die Ausgangsspannung um den Betrag der Ausregelung höher als der Sollwert. Daher greift der Safety OVP ggf. schon früher.

3.3.7 Share-Bus-Fehler

Ein Share-Bus-Fehler (kurz: SF) führt zur Abschaltung der DC-Leistungsstufen und kann auftreten, wenn

- der Share-Bus von mindestens zwei Geräten bereits verbunden ist, während wenigstens eins davon noch nicht in den Master-Slave-Betriebsmodus versetzt wurde
- ein Kurzschluß am Share-Bus durch z. B. ein defektes BNC-Kabel entstanden ist.

Diese Schutzfunktion soll verhindern, daß Slave-Einheiten irreguläre Stellwerte über den Share-Bus erhalten bzw. sich unterschiedlich verhalten. Der Alarm muß quittiert werden, nachdem die Fehlerursache beseitigt wurde.

Sollte das Gerät weder Master noch Slave sein, sollte das Share-Bus-Kabel für ungestörten Betrieb entfernt werden.

3.4 Manuelle Bedienung

3.4.1 Einschalten des Gerätes

Das Gerät sollte möglichst immer am Netzschalter (Drehschalter, Vorderseite) eingeschaltet werden, indem dieser auf Position 1 gesetzt wird. 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 (siehe Abschnitt *«3.4.3 Konfiguration im Menü»*) befindet sich im Untermenü **Einstellungen** bei **DC-Ausgang** eine Option **Zustand nach Power ON**, mit welcher der Anwender bestimmen kann, wie der Zustand des DC-Ausgangs nach dem Einschalten des Gerätes ist. **Wiederherstellen** merkt sich den letzten Zustand beim Ausschalten und stellt ihn wieder her, im Gegensatz zu **Aus**. Sämtliche Sollwerte, sowie ein vorher aktivierter Master-Slave-Betriebsmodus, werden immer 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.

Bei manueller Bedienung und falls das Gerät über mindesten eine der vorhandenen Schnittstellen zu einer steuernden Einheit (z. B. PC) verbunden ist, könnte jederzeit ohne Vorwarnung oder eine Bestätigungsabfrage die steuernde Einheit die Kontrolle übernehmen. Aus Sicherheitsgründen wird empfohlen die Fernsteuerung zu sperren, indem Modus ‚Lokal' aktiviert wird, zumindest für die Dauer der manuellen Bedienung.

3.4.2 Ausschalten des Gerätes

Das Gerät wird ausgeschaltet, indem der Netzschalter auf Position 0 gedreht wird. Das löst zwei Aktionen aus: a) der Zustand des DC-Ausgangs und die zuletzt eingestellten Sollwerte werden gespeichert und b) es wird ein **Alarm: PF** gemeldet, welcher in dieser Situation ignoriert werden kann. Der DC-Ausgang wird außerdem sofort ausgeschaltet und nach einer gewissen Nachlaufzeit (bis zu 30 Sekunden) stoppen die Lüfter und die Anzeige. Das Gerät ist danach komplett aus.

Der frontseitige Netzschalter trennt in Stellung 0 das Gerät physikalisch vom Netz. Er qualifiziert sich damit als Trennvorrichtung. Stellung 1 bedeutet, das Gerät ist eingeschaltet.

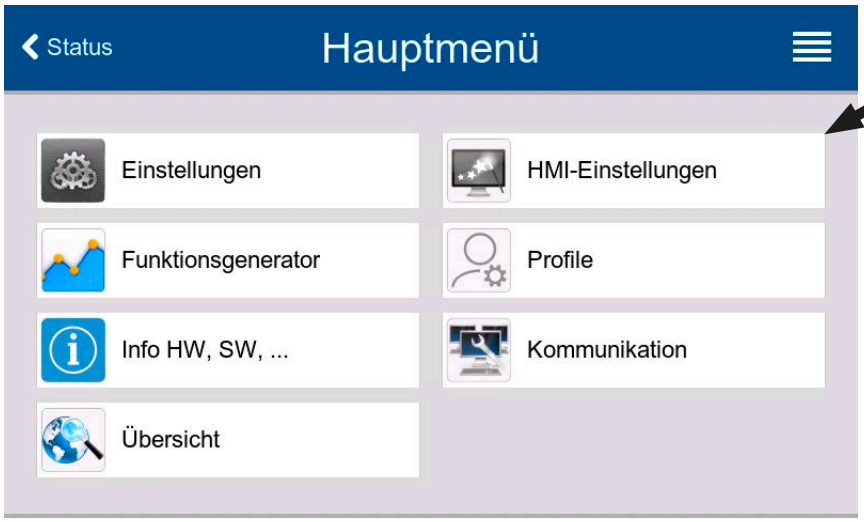
3.4.3 Konfiguration im Menü

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

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

Die Navigation erfolgt in den Untermenüs mittels Fingerberührung, Werte werden mit einer eingeblendeten Zehnertastatur eingestellt.

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



3.4.3.1 Untermenü „Einstellungen“

Das Untermenü kann man auch direkt erreichen, wenn man in der Hauptanzeige „Einstell.“ antippt.

Gruppe	Einstellung & Beschreibung
Sollwerte	**U, I, P, R**
	Einstellung aller Sollwerte über Zehnertastatur
Schutz	**OVP, OCP, OPP**
	Schutzgrenzen setzen
Limits	**U-min, U-max** usw.
	Einstellgrenzen setzen (mehr dazu in *«3.4.4 Einstellgrenzen (Limits)»*)
Nutzer-Events	**UVD, OVD** usw.
	Überwachungsgrenzen setzen, die benutzerdefinierte Ereignisse auslösen (mehr dazu in *«3.6.2.1 Benutzerdefinierbare Ereignisse (Events)»*)
Allgemein	**Fernsteuerung erlauben**
	Ist die Fernsteuerung nicht erlaubt 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.*
	R-Modus aktivieren
	Aktiviert bzw. deaktiviert die Innenwiderstandsregelung. Bei aktiviertem R-Modus wird der Innenwiderstandswert in der Normalanzeige eingeblendet. Mehr dazu siehe *«3.2.4 Innenwiderstandsregelung» und «3.4.6 Sollwerte manuell einstellen».*
	Spannungsreglergeschwindigkeit
	(Die Umschaltung funktioniert nur bei Geräten, die bereits mit Firmware KE/HMI 3.02 oder höher ausgeliefert wurden) Kann den internen Spannungsregler zwischen drei Geschwindigkeiten umschalten, welche die Ausregelung der Spannung beeinflußen. Siehe auch *«3.2.1.1 Regelungsspitzen».* • **Langsam** = der Spannungsregler wird etwas langsamer, die Überschwinger geringer aber breiter • **Normal** = der Spannungsregler ist normal schnell (Standardeinstellung) • **Schnell** = der Spannungsregler wird etwas schneller, die Überschwinger größer aber schmaler
	SEMI F47
	(Wird nur angezeigt, wenn das Gerät bereits mit Firmware KE 3.02 oder höher ausgeliefert wurde) Aktiviert bzw. deaktiviert eine Funktionalität namens SEMI F47, nach dem gleichnamigen Standard. Siehe *«3.11.3 SEMI F47»* für mehr Informationen.
Analogschnittstelle	**Bereich**
	Wählt den Spannungsbereich für die analogen Sollwerteingänge, Istwertausgänge und den Referenzspannungsausgang. • **0...5 V** = Bereich entspricht 0...100% Sollwert/Istwert, Referenzspannung 5 V • **0...10 V** = Bereich entspricht 0...100% Sollwert/Istwert, Referenzspannung 10 V Siehe auch Abschnitt *«3.5.4 Fernsteuerung über Analogschnittstelle».*
	REM-SB Pegel
	Legt fest, wie der Eingang REM-SB an der eingebauten Analogschnittstelle logisch funktionieren soll, gemäß der in *«3.5.4.3 Spezifikation der Analogschnittstelle»* angegebenen Pegel. Siehe auch *«3.5.4.7 Anwendungsbeispiele».* • **Normal** = Pegel und Funktion wie in der Tabelle in *3.5.4.3* gelistet • **Invertiert** = Pegel und Funktion invertiert

Gruppe	Einstellung & Beschreibung
Analogschnittstelle	**REM-SB Verhalten**
	Legt fest, wie der Eingang REM-SB an der eingebauten Analogschnittstelle außerhalb einer analogen Fernsteuerung auf den Zustand des DC-Anschlusses wirken soll: • **DC Aus** = Der DC-Ausgang kann über den Pin nur ausgeschaltet werden • **DC Ein/Aus** = Der DC-Ausgang kann über den Pin aus- und wieder eingeschaltet werden
	Pin 6
	Pin 6 der Analogschnittstelle (siehe Abschnitt *3.5.4.3*) signalisiert standardmäßig die Gerätealarme OT oder PF. Dieser Parameter erlaubt es, auch nur einen von beiden auf dem Pin auszugeben (3 mögliche Auswahlmöglichkeiten): • **Alarm OT** = Pin 6 signalisiert ausschließlich OT • **Alarm PF** = Pin 6 signalisiert ausschließlich PF • **Alarm OT+PF** = Standardeinstellung, Pin 6 signalisiert PF oder OT
	Pin 14
	Pin 14 der Analogschnittstelle (siehe Abschnitt *3.5.4.3)* signalisiert standardmäßig nur den Gerätealarm OVP. Dieser Parameter erlaubt es, auch die Gerätealarme OCP und OPP auf dem Pin auszugeben (7 mögliche Kombinationen): • **Alarm OVP** = Pin 14 signalisiert ausschließlich OVP • **Alarm OCP** = Pin 14 signalisiert ausschließlich OCP • **Alarm OPP** = Pin 14 signalisiert ausschließlich OPP • **Alarm OVP+OCP** = Pin 14 signalisiert OVP oder OCP • **Alarm OVP+OPP** = Pin 14 signalisiert OVP oder OPP • **Alarm OCP+OPP** = Pin 14 signalisiert OCP oder OPP • **Alarm OVP+OCP+OPP** = Pin 14 signalisiert einen der drei
	Pin 15
	Pin 15 der Analogschnittstelle (siehe Abschnitt *3.5.4.3*) signalisiert standardmäßig nur die Regelungsart CV. Dieser Parameter erlaubt es, einen anderen Gerätestatus auf dem Pin 15 auszugeben: • **Regelungsart** = Signalisierung der Regelungsart CV • **DC-Status** = Signalisierung des Zustandes des DC-Ausgangs
DC-Ausgang	**Zustand nach Power ON**
	Bestimmt, wie der Zustand des DC-Ausgang nach dem Einschalten des Gerätes sein soll. • **Aus** = DC-Ausgang ist nach dem Einschalten des Gerätes immer aus • **Wiederherstellen** = Zustand des DC-Ausgangs wird wiederhergestellt, so wie er beim letzten Ausschalten des Gerätes war ⚠ Diese Option ist gemäß Werkszustand oder nach Rücksetzen des Gerätes auf „Aus“. Aktivierung auf eigene Gefahr und Risiko. Das Gerät schaltet den DC-Anschluß nach dem Hochfahren ggf. automatisch ein!
	Zustand nach PF-Alarm
	Bestimmt, wie der Zustand des DC-Ausgangs nach einem Power fail-Alarm verhalten soll: • **Aus** = DC-Ausgang bleibt aus • **Auto** = DC-Ausgang schaltet automatisch wieder ein, wenn er vor dem Auftreten des Alarm auch eingeschaltet war
	Zustand nach Remote
	Bestimmt, wie der Zustand des DC-Ausgangs nach manuellem oder per Befehl veranlaßtem Beenden der Fernsteuerung sein soll. • **Aus** = Nach dem Verlassen der Fernsteuerung immer aus • **Auto** = Zustand wird beibehalten

Gruppe	Einstellung & Beschreibung
DC-Ausgang	**Zustand nach OT-Alarm**
	Bestimmt, wie der Zustand des DC-Ausgangs nach einem Übertemperatur-Alarm und erfolgter Abkühlung sein soll: • **Aus** = DC-Ausgang bleibt aus • **Auto** = DC-Ausgang schaltet automatisch wieder ein, wenn er vor dem Auftreten des Alarm auch eingeschaltet war
Master-Slave	**Modus**
	Mit Option **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 *«3.11.1 Parallelschaltung als Master-Slave (MS)»*.
	Abschlusswiderstand
	Aktiviert/deaktiviert den sog. Busabschluß (Terminierung) des digitalen Master-Slave-Busses über einen schaltbaren Widerstand. Terminierung sollte auf Bedarf erfolgen, z. b. wenn Probleme mit dem Bus auftreten.
	Biaswiderstände
	Zusätzlich zum Abschlußwiderstand (TERM) können noch Biaswiderstände eingeschaltet werden, die helfen den Bus zusätzlich zu stabilisieren, falls nötig. Tippen Sie auf das Informationssymbol auf dem Bildschirm für eine grafische Darstellung.
	Beleuchtung aus nach 60s
	Wenn aktiviert, schaltet sich die Hintergrundbeleuchtung aus, wenn 60 Sekunden lang keine Berührung des Bildschirms oder Tastenbetätigung oder Drehknopfbetätigung erfolgte. Diese Einstellung ist hauptsächlich für Slave-Einheiten gedacht, wenn deren Bildschirm nicht ständig an sein soll. Sie ist identisch zu der im Menü **HMI-Einstellungen**
	System initialisieren
	Das Bedienfeld initialisiert das Master-Slave-System erneut, auch für den Fall, daß die automatische Erkennung aller Slave-Einheiten durch den Master einmal nicht funktionieren sollte und somit weniger Gesamtleistung zur Verfügung stehen würde.
USB-Logging	**Trennzeichen-Format**
	Legt das Trennzeichen-Format der CSV-Datei beim USB-Logging (siehe auch *1.9.6.5* und *3.4.8*) bzw. für das Einlesen bzw. Speichern 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 deaktiviert werden.
	USB-Logging
	Aktiviert/deaktiviert die Datenaufzeichnung (Logging) auf USB-Stick. Mehr siehe *«3.4.8 Datenaufzeichnung auf USB-Stick (Logging)»*.
	Logging-Intervall
	Legt den zeitlichen Abstand zwischen zwei aufgezeichneten Datensätzen fest. Auswahl: **500 ms**, **1 s**, **2 s**, **5 s**

Gruppe	Einstellung & Beschreibung
USB-Logging	**Start/Stopp**
	Definiert, wann das Logging starten bzw. stoppen soll. • **Manuell** = Logging wird manuell über Bedienfeld im Schnellmenü gestartet • **Bei DC ein/aus** = Logging startet und stoppt bei jedem Zustandswechsel am DC-Anschluß, egal wodurch verursacht und solange Logging aktiviert ist. Achtung: Es wird bei jedem Logging-Start eine neue Logdatei auf dem Stick erzeugt.
Reset / Neustart	**Gerät zurücksetzen**
	Setzt alle Einstellungen (HMI, Profile usw.) auf Standardwerte, sowie alle Sollwerte auf 0 zurück.
	Gerät neustarten
	Bewirkt einen Warmstart des Gerätes

3.4.3.2 Untermenü „Profile“

Siehe *«3.9 Nutzerprofile laden und speichern».*

3.4.3.3 Untermenü „Übersicht“

Dieses Untermenü zeigt eine Übersicht der aktuellen Sollwerte (U, I, P bzw. U, I, P, R), Gerätealarmschwellen, Event-Einstellungen, Einstellgrenzen, sowie eine Alarmhistorie (Anzahl aufgetretener Gerätealarme seit Einschalten des Gerätes) an.

3.4.3.4 Untermenü „Info HW, SW...“

Dieses Untermenü zeigt eine Übersicht gerätebezogener Daten wie Seriennummer, Artikelnummer usw.

3.4.3.5 Untermenü „Funkt.Generator“

Siehe *«3.10 Der Funktionsgenerator».*

3.4.3.6 Untermenü „Kommunikation“

Hier werden Einstellungen zur digitalen Kommunikation über die eingebauten digitalen Schnittstellen (USB, Ethernet) bzw. die diversen, optional erhältlichen Schnittstellen-Module (Interfaces, kurz: IF) der IF-AB-Serie getroffen. 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“. In der Gruppe **Protokolle** kann eins der beiden unterstützten Kommunikationsprotokolle deaktiviert werden.

Der USB-Port benötigt keine Einstellungen. Das Gerät hat bei Auslieferung oder nach einer Zurücksetzung folgende **Standard-Netzwerkparameter** für den eingebauten Ethernetport in der Gruppe **Ethernet (intern)**:

IF	Einstellung	Beschreibung
Ethernet (intern)	**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 aufgelisteten Netzwerkparameter gesetzt.
	IP-Adresse	Hier kann die IP-Adresse des Gerätes manuell festgelegt werden.
	Subnetzmake	Hier kann eine Subnetzmaske manuell festgelegt werden.
	Gateway	Hier kann eine Gateway-Adresse manuell festgelegt werden, falls benötigt.
	DNS-Adresse	Hier kann die Adresse eines Domain Name Servers festgelegt werden, falls benötigt.
	Port	Port im Bereich 0...65535 wählen. Standardport: **5025** Reservierte Ports: 503 (ModBus TCP), 537
	Hostname	Beliebig wählbarer Hostname
	Domäne	Beliebig wählbare Domäne

Einstellungen zu den optionalen Schnittstellenmodulen (IF-AB-xxx)

IF	Einstellung	Beschreibung
Ethernet / ModBus-TCP (1 & 2 Port)	**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 aufgelisteten Netzwerkparameter gesetzt.
	IP-Adresse	Diese Option ist standardmäßig aktiviert. Hier kann die IP-Adresse des Gerätes manuell festgelegt werden.
	Subnetzmake	Hier kann eine Subnetzmaske festgelegt werden, falls die Standardsubnetzmaske nicht paßt
	Gateway	Hier kann eine Gateway-Adresse festgelegt werden, falls benötigt.
	DNS-Adresse	Hier kann die Adresse eines Domain Name Servers festgelegt werden, falls benötigt.
	Port	Port im Bereich 0...65535 wählen. Standardport: **5025** Reservierte Ports: 503 (ModBus TCP), 537
	Hostname	Beliebig wählbarer Hostname (Standard: **Client**)
	Domäne	Beliebig wählbare Domäne (Standard: **Workgroup**)
	Geschwindigkeit / Duplex Port 1	Manuelle Wahl der Übertragungsgeschwindigkeit (**10MBit** o. **100MBit**) und Duplexmodus. Es wird empfohlen, Option **Auto** zu belassen und nur im Problemfall eine andere Einstellung zu wählen.
	Geschwindigkeit / Duplex Port 2	Unterschiedliche Einstellungen bei 2-Port-Modulen sind möglich, da diese einen Switch beinhalten.

IF	Einstellung	Beschreibung
Profinet/IO (1 & 2 Port)	**Hostname**	Beliebig wählbarer Hostname (Standard: **Client**)
	Domäne	Beliebig wählbare Domäne (Standard: **Workgroup**)
	Funktionsbeschreibung	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zum Profinet-Tag „Funktionsbeschreibung“ (Function tag). Max. Länge: 32 Zeichen
	Standortbeschreibung	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zum Profinet-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
	Beschreibung	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zur Beschreibung des Profibus-Slaves. Max. Länge: 54 Zeichen
	Stationsname	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zur Beschreibung des Profinet-Stationsnamens. Max. Länge: 200 Zeichen

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

IF	Einstellung	Beschreibung
Profibus	**Knoten-Adresse**	Einstellung der Profibus- oder Knotenadresse im Bereich von 1...125 per Direkteingabe des Wertes
	Funktions-Beschreibung	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
	Hersteller-ID	Bei der internationalen Profibus-Organisation registrierte Herstellernummer
	Produkt-ID	Produkt-Kennnummer, wie z. B. auch im GSD zu finden

IF	Einstellung	Beschreibung
CAN	**Baudrate**	Einstellung der CAN-Busgeschwindigkeit in den typischen Werten zwischen 10 kbps und 1Mbps. Standardwert: **500 kbps**
	ID-Format	Wahl des CAN-ID-Formates zwischen **Standard** (11 Bit IDs, 0h...7ffh) oder **Extended** (29 Bit IDs, 0h...1fffffffh)
	Busabschluß	Ein- oder Ausschalten des elektronisch geschalteten, im Modul befindlichen Busabschluß-Widerstandes. Standardeinstellung: aus
	Datenlänge	Festlegung der Nachrichtenlänge aller 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
	Basis-ID	Einstellung der CAN-Basis-ID (11 Bit oder 29 Bit, Hexadezimalformat). Standardwert: **0h**
	Broadcast ID	Einstellung der CAN-Broadcast-ID (11 Bit oder 29 Bit, Hexadezimalformat). Standardwert: **7ffh**
	Basis-ID Zyklisches Lesen	Einstellung der CAN-Basis-ID (11 Bit oder 29 Bit, Hexadezimalformat) für das zyklische Lesen mehrerer Objektgrupen. Das Gerät sendet über diese IDs die Inhalte der Objektgruppen automatisch in dem festgelegten Intervall, solange aktiviert. Mehr dazu in der Programmieranleitung. Standardwert: **100h**
	Basis-ID Zyklisches 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. Mehr dazu in der Programmieranleitung. Standardwert: **200h**
	Lese-Timing: Status	Aktivierung/Deaktivierung und Zeiteinstellung zum automatischen Lesen des Status' über die eingestellte **Basis-ID Zyklisches Lesen**. Einstellbereich: 20...5000 ms. Standardwert: **0 ms** (deaktiviert).
	Lese-Timing: Sollwerte	Aktivierung/Deaktivierung und Zeiteinstellung zum automatischen Lesen der Sollwerte über die eingestellte **Basis-ID Zyklisches Lesen + 2**. Einstellbereich: 20...5000 ms. Standardwert: **0 ms** (deaktiviert).
	Lese-Timing: Limits 1	Aktivierung/Deaktivierung und Zeiteinstellung zum automatischen Lesen der „Limits 1" (U, I) über die eingestellte **Basis-ID Zyklisches Lesen + 3**. Einstellbereich: 20...5000 ms. Standardwert: **0 ms** (deaktiviert)
	Lese-Timing: Limits 2	Aktivierung/Deaktivierung und Zeiteinstellung zum automatischen Lesen der „Limits 2" (P, R) über die eingestellte **Basis-ID Zyklisches Lesen + 4**. Einstellbereich: 20...5000 ms. Standardwert: **0 ms** (deaktiviert)
	Lese-Timing: Istwerte	Aktivierung/Deaktivierung und Zeiteinstellung zum automatischen Lesen der Istwerte über die eingestellte **Basis-ID Zylisches Lesen + 1**. Einstellbereich: 20...5000 ms. Standardwert: **0 ms** (deaktiviert).
	Modulfirmware	Anzeige der Firmware des CAN-Moduls

IF	Einstellung	Beschreibung
CANopen	**Baudrate**	Einstellung der Busgeschwindigkeit für die CANopen-Schnittstelle. **Auto** = Automatische Erkennung der Busgeschwindigkeit **LSS** = Setzt die Bus-Baudrate und die Knotenadresse automatisch Feste Baudraten: **10 kbps**, **20 kbps**, **50 kbps**, **100 kbps**, **125 kbps**, **250 kbps**, **500 kbps**, **800 kbps**, **1Mbps**
	Knoten-Adresse	Einstellung der CANopen-Knotenadresse im Bereich von **1**...**127**

Gruppe	Einstellung & Beschreibung
Timeouts	**TCP Keep-Alive**
	Aktiviert die Netzwerkfunktionalität TCP keep-alive für den Ethernet-Port und nutzt diese zur Aufrechterhaltung der Socketverbindung. Sofern keep-alive im Netzwerk unterstützt wird, deaktiviert das Gerät das einstellbare Ethernet-Timeout. Siehe „Timeout ETH“.
	Timeout USB/RS232
	Stellt die Zeit (in Millisekunden) ein, die max. bei zwischen der Übertragung von zwei Bytes oder Blöcken von Bytes ablaufen darf. Mehr dazu in der externen Dokumentation „Programmieranleitung ModBus & SCPI“. Standardwert: **5 ms**, Bereich: 5...65535
	Timeout ETH
	Findet während der eingestellten Zeit (in Sekunden) keine Befehls-Kommunikation mit dem Gerät statt, schließt sich die Socketverbindung von seitens des Gerätes. Das Timeout wird unwirksam, solange die zur jeweiligen Schnittstelle gehörige Option **TCP Keep-Alive** aktiviert ist und vom Netzwerk aktiv unterstützt wird. Einstellwert 0 deaktiviert das Timeout dauerhaft. Standardwert: **5 s**, Bereich: 0 / 5...65535 (0 = Timeout deaktiviert)
	Schnittstellenüberwachung / Timeout Schnittstellenüberwachung
	Aktiviert/deaktiviert die Schnittstellenüberwachung (siehe Abschnitt *«3.5.3.3 Schnittstellenüberwachung»*). Standardwerte: aus, **5 s** / Bereich: 5...65535 s
Protokolle	**Kommunikationsprotokolle**
	Aktivieren / Deaktivieren der Kommunikationsprotokolle SCPI oder ModBus. Jeweils eins von beiden kann deaktiviert werden, wenn nicht benötigt.
	Einhaltung der ModBus Spezifikation
	Kann von **Limitiert** (Standardeinstellung) auf **Voll** umgeschaltet werden, damit das Gerät Nachrichten im ModBus RTU- oder ModBus TCP-Format sendet, die zu auf dem Markt erhältlichen Softwarebibliotheken kompatibel sind. Bei **Limitiert** wird das frühere, teils nicht kompatible Nachrichtenformat (siehe Programmieranleitung) verwendet.

3.4.3.7 Menü „HMI Einstellungen“

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

Gruppe	Einstellung & Beschreibung
Sprache	Umschaltung der Sprache in der Anzeige (Standard: Englisch)
Ton	**Tastenton**
	Aktiviert bzw. deaktiviert die Tonausgabe bei Betätigung einer Taste oder eines Bedienfeldes in der Anzeige.
	Alarmton
	Aktiviert bzw. deaktiviert die zusätzliche akustische Signalisierung eines Gerätealarms oder benutzerdefinierten Ereignisses (Event), das auf **Aktion = Alarm** eingestellt wurde. Siehe auch *«3.6 Alarme und Überwachung»*.
Uhrzeit	Einstellen des Datums und Uhrzeit der internen, batteriegepufferten Uhr
Beleuchtung	**Beleuchtung aus nach 60s**
	Definiert, ob sich die Hintergrundbeleuchtung abschalten soll, 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.
Sperre	Siehe *«3.8 Einstellgrenzen (Limits) und Benutzerprofile sperren»* und *«3.9 Nutzerprofile laden und speichern»*

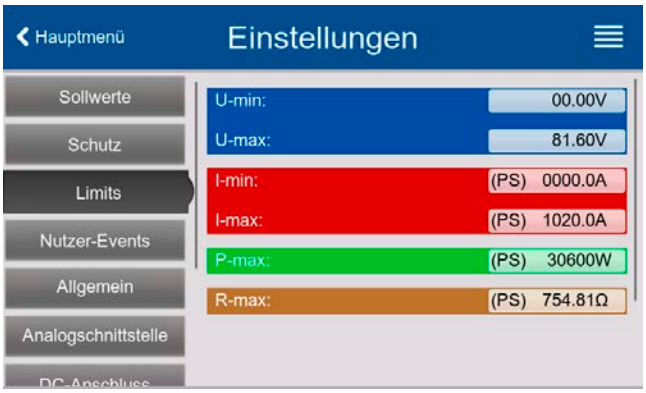
3.4.4 Einstellgrenzen (Limits)

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

Standardmäßig sind alle Sollwerte (U, I, P, R) von 0...102% 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. Bei ausgeschaltetem DC-Ausgang auf

tippen.
2. Tippen Sie links auf die Gruppe **Limits**. Zusammengehörige Werte sind hier gruppiert und farblich getrennt. Diese werden durch Antippen eines Wertes zum Einstellen ausgewählt. Weiter unten noch versteckte Werte sind durch vertikales Wischen mit dem Finger zu erreichen.
3. Einstellen über die eingeblendete Zehnertastatur und Übernahme mit

.

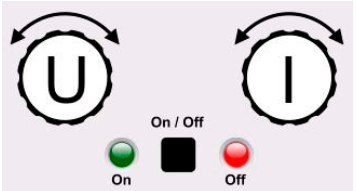
> *Die Einstellgrenzen sind an die Sollwerte gekoppelt. Das bedeutet, daß die obere Einstellgrenze (-max) des Sollwertes nicht kleiner bzw. die untere Einstellgrenze (-min) nicht höher eingestellt werden kann als der Sollwert momentan ist.*
>
> *Beispiel: Wenn man die Einstellgrenze der Leistung (P-max) auf 6000 W einstellen möchte und der Leistungssollwert ist noch auf 8000 W eingestellt, dann müßte man den Leistungssollwert zuerst auf 6000 W oder geringer einstellen, um P-max auf 6000 W setzen zu können.*

3.4.5 Bedienart wechseln

Generell wird bei manueller Bedienung des Gerätes 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

1. Sofern das Gerät nicht in Fernsteuerung oder das Bedienfeld gesperrt ist, gibt es zwei Möglichkeiten. Entweder Sie tippen auf die Abbildung des rechten Drehknopfes (siehe auch Bild rechts), dann wechselt die Zuordnung des Drehknopfes zwischen I, P und R (angezeigt auf dem Drehknopf), oder



2. Sie tippen auf die farblich hinterlegten Felder mit den Soll-/Istwerten, wie rechts gezeigt. Wenn die Einheit des gewählten Sollwertes invertiert dargestellt wird, ist der Wert dem Drehknopf zugeordnet.

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, die Leistung auch durch Direkteingabe stellen. Siehe dazu auch 3.4.6.*

Was das Gerät bei eingeschaltetem Ausgang dann als aktuelle Regelungsart einstellt, hängt nur von den Sollwerten ab. Mehr Informationen dazu finden Sie in *«3.2 Regelungsarten»*.

3.4.6 Sollwerte manuell einstellen

Die Einstellung der Sollwerte von Spannung, Strom 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.

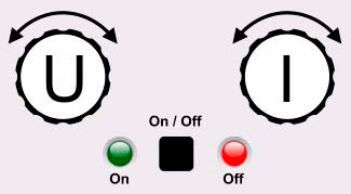
Als vierten Sollwert gibt es den einstellbaren Innenwiderstand R, für den der sogenannte R-Modus separat aktiviert werden muß, z. B. im Schnellmenü. Siehe dazu *«3.4.3 Konfiguration im Menü»* **und** *«3.2.4 Innenwiderstandsregelung»*.

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, ob per Knopf oder Touchscreen, setzt den Sollwert immer sofort, egal ob der Ausgang ein- oder ausgeschaltet ist.

Die Einstellung der Sollwerte kann nach oben oder unten hin begrenzt sein durch die Einstellgrenzen. Siehe auch „3.4.4 Einstellgrenzen (Limits)“ auf Seite 54. Bei Erreichen einer der Grenzen wird neben dem Anzeigewert für 1,5 Sekunden ein Hinweis „Limit: U-max“ usw. eingeblendet.

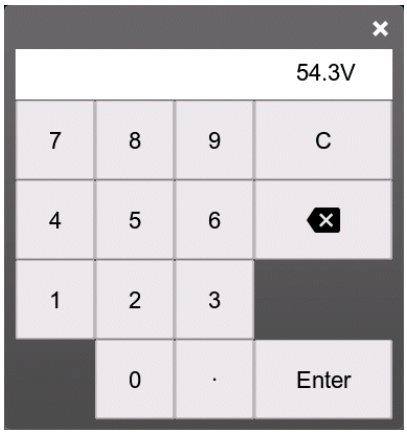
► So können Sie manuell Sollwerte mit den Drehknöpfen einstellen



1. Prüfen Sie zunächst, ob der Sollwert (U, I, P, R), den Sie einstellen wollen, bereits einem der Drehknöpfe zugeordnet ist. 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 der Buchstabe „I“ für Strom auf dem Knopf angezeigt wird.
3. Nach erfolgter Auswahl kann der gewünschte Sollwert innerhalb der festgelegten Grenzen eingestellt werden. Zum Wechsel der Stelle drücken Sie auf den jeweiligen Drehknopf. Das verschiebt den Cursor (unterstrichene Stelle) im Uhrzeigersinn:

47.50A → 47.50A → 47.50A

► 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 Sollwert/Istwert-Anzeigefelder tippen. Also z. B. auf das oberste Feld, um die Spannung einzustellen usw.
2. Geben Sie den gewünschten Wert per Zehnertastatur ein. Ähnlich wie bei einem Taschenrechner, löscht Bedienfeld [C] die Eingabe. Nachkommastellen können durch Antippen des Komma-Bedienfeldes eingegeben werden. Wenn Sie also z. B. 54,3 V eingeben wollten, dann tippen Sie [5] [4] [·] [3] und [Enter].
3. Die Anzeige springt zurück auf die Hauptseite und der Sollwert wird übernommen und gesetzt.

Wird ein Wert eingeben, der die obere/untere Einstellgrenze überschreitet, erscheint ein Hinweis und der eingegebene Wert wird nicht übernommen.

3.4.7 DC-Ausgang ein- oder ausschalten

Der DC-Ausgang des Gerätes kann manuell oder ferngesteuert aus- oder eingeschaltet werden.

> *Das manuelle oder ferngesteuerte (digital) Einschalten des DC-Ausgangs kann durch den Eingangspin REM-SB der eingebauten Analogschnittstelle gesperrt sein. Siehe dazu auch 3.4.3.1 und Beispiel a) in 3.5.4.7.*

► So schalten Sie den DC-Ausgang 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 **Fernsteuerung:** verhindert.

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

1. Siehe Abschnitt *«3.5.4 Fernsteuerung über Analogschnittstelle»*.

► So schalten Sie den DC-Ausgang 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 von vom Hersteller zur Verfügung gestellter Software.

3.4.8 Datenaufzeichnung auf USB-Stick (Logging)

Mittels eines handelsüblichen USB-Sticks (USB 3.0 geht, aber nicht alle Speichergrößen) können Daten vom Gerät aufgezeichnet werden. Für nähere Spezifikationen zum Stick und zu den Dateien lesen Sie bitte Abschnitt *«1.9.6.5 USB-Port (Vorderseite)»*.

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

3.4.8.1 Einschränkungen

Das Logging in dieser Form ist nicht verfügbar, wenn die Funktion **EN50530** geladen und benutzt wird.

3.4.8.2 Konfiguration

Siehe auch Abschnitt *3.4.3.6*. Nach der Aktivierung der Funktion USB-Logging und Setzen des **Logging-Intervall** sowie des **Start/Stopp**-Verhaltens kann das Logging nach Verlassen des Einstellungsmenüs gestartet werden.

Weiterhin siehe auch Abschnitt *3.4.3.1*. Für die durch das Logging erzeugte CSV-Dateien 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.

3.4.8.3 Bedienung (Start/Stopp)

Wenn Einstellung **Start/Stopp** auf **Bei DC ein/aus** gesetzt ist startet das Logging beim Einschalten des DC-Ausgangs, was entweder durch manuelles Betätigen der Taste **On/Off** auf der Vorderseite des Gerätes oder Steuerung derselben Funktion über digitale oder analoge Schnittstelle erfolgen kann. Bei Einstellung **Manuell** kann das Logging nur im Schnellmenü (siehe Bild rechts) gestartet und gestoppt werden.

Das Bedienfeld startet die Aufzeichnung und wird dann zu , womit die Aufzeichnung wieder gestoppt werden kann. 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.

3.4.8.4 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
1	U set	U actual	I set	I actual	P set	P actual	R set	R actual	R mode	Output/Input	Device mode	Error	Time
2	2,00V	11,92V	1,20A	1,20A	7344W	15W	N/A	N/A	OFF	ON	CC	NONE	00:00:00,942
3	2,00V	11,90V	1,20A	1,20A	7344W	15W	N/A	N/A	OFF	ON	CC	NONE	00:00:01,942
4	2,00V	11,89V	1,20A	1,20A	7344W	15W	N/A	N/A	OFF	ON	CC	NONE	00:00:02,942
5	2,00V	11,87V	1,20A	1,20A	7344W	15W	N/A	N/A	OFF	ON	CC	NONE	00:00:03,942

Legende:

U set / **I set / P set / R set**: Sollwerte U, I, P und R

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

R mode: Widerstandsregelung (auch genannt ‚UIR-Modus') ein-/ausgeschaltet

Output/Input: Status DC-Ausgang

Device mode: Aktuelle Regelungsart (siehe auch *«3.2 Regelungsarten»*)

Error: Gerätealarme

Time: Zeit ab Start des Logging

Hinweise:

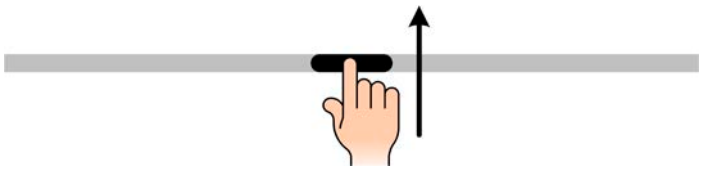
- R set und R actual werden nur aufgezeichnet, wenn der UIR-Modus aktiv ist (siehe dazu Abschnitt *3.4.5*)
- Im Unterschied zum Logging am PC erzeugt jeder neue Log-Vorgang beim USB-Logging eine weitere Datei, die am Ende des Dateinamens eine hochgezählte Nummer erhält; dabei werden bereits existierende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

3.4.8.5 Besondere Hinweise und Einschränkungen

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

3.4.9 Das Schnellmenü

Das Gerät bietet ein Schnellmenü für den direkten Zugriff zu den wichtigsten Einstellungen. Es ist in der Hauptanzeige jederzeit durch Fingerwischen vom unteren Bildschirmrand nach oben oder Antippen der Leiste erreichbar:



Übersicht:

Durch Antippen wird die zugehörige Funktion aktiviert oder deaktiviert. Symbole mit Schwarz auf Weiß zeigen eine momentan aktivierte Funktion an:

Symbol	Gehört zu	Bedeutung
	USB-Logging	USB-Logging läuft (Symbol ist nur verfügbar, wenn USB-Logging im Menü **Einstellungen** aktiviert wurde)
M	Master-Slave	Master-Slave aktiviert, Gerät ist Master
S	Master-Slave	Master-Slave aktiviert, Gerät ist Slave
Aus	Master-Slave	Master-Slave nicht aktiviert
Ω	Widerstandsmodus	Widerstandsmodus = ein
	HMI	Alarmton = ein
	HMI	Tastenton = ein
	HMI	Öffnet den Graphen
	Betriebsarten	Umschaltung der Spannungsreglergeschwindigkeit zwischen **Langsam**, **Normal** (Standard) und **Schnell** (siehe *3.2.2.1*)
	HMI	Helligkeit der Hintergrundbeleuchtung einstellen
Menü	HMI	Öffnet das Hauptmenü

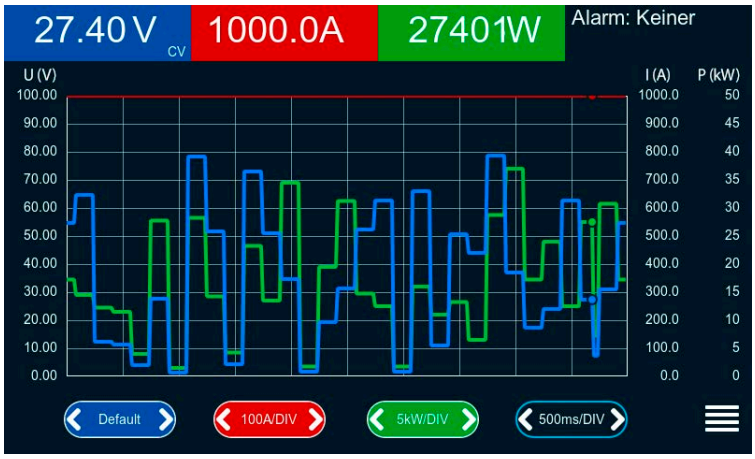
3.4.10 Der Graph

Ab HMI-Firmware 2.02 verfügt das Gerät über eine nur bei Bedienung am HMI aufrufbare, visuelle Darstellung des Verlaufs von Spannung, Strom und Leistung, genannt Graph. Dieser stellt keine Aufzeichnungsfunktion dar. Zur Datenaufzeichnung im Hintergrund dient weiterhin das USB-Logging (siehe *3.4.8*).

Der Graph kann im Normalbetrieb (keine Funktion läuft) per Schnellmenü gestartet werden, im Funktionsgeneratorbetrieb über einen das gleiche Bedienfeld. Nach dem Aufruf wird der Graph vollflächig dargestellt.

⚠	Nur eingeschränkter Status und Bedienmöglichkeiten im Graph-Bildschirm! Aus Sicherheitsgründen ist es jedoch jederzeit möglich, den DC-Ausgang per Taste On/Off auszuschalten.

Übersicht:



Bedienmöglichkeiten:

- Tippen auf die Graphfläche pausiert den Graphen bzw. erneutes Tippen startet ihn wieder
- Tippen auf die **Mitte** der drei rot/grün/blauen Bedienflächen deaktiviert bzw. aktiviert den zugehörigen Plot
- Tippen auf **die Seiten** (Pfeile link/rechts) der drei rot/grün/blauen Bedienflächen ändert die vertikale Auflösung
- Tippen auf **die Seiten** (Pfeile link/rechts) der schwarzen Bedienfläche ändert die zeitliche Auflösung
- Wischen auf den drei Skalen (Y-Achse) verschiebt diese
- Tippen auf das Menüsymbol ( ) verläßt den Graphen jederzeit

3.5 Fernsteuerung

3.5.1 Allgemeines

Fernsteuerung ist grundsätzlich über eine der eingebauten Schnittstellen (analog, USB, Ethernet) oder über eins der optional erhältlichen digitalen Schnittstellen-Module möglich. Wichtig ist dabei, daß entweder nur die analoge oder eine der digitalen 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' oder Auslesen von Werten immer möglich.

3.5.2 Bedienorte

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

Bedienort laut Anzeige	Erläuterung
Fernsteuerung: Keine	Wird keiner der anderen Bedienorte im Statusfeld angezeigt, ist manuelle Bedienung aktiv und der Zugriff von der analogen bzw. digitalen Schnittstelle ist freigegeben.
Fernsteuerung: <interface_name>	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 *«3.4.3.1 Untermenü „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 manueller Einstellung oder auch im Notfall daran 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 (z. B. **Fernsteuerung: USB**), wird die Fernsteuerung sofort beendet und muß später auf der PC-Seite, sobald **Lokal** nicht mehr aktiv ist, erneut übernommen werden
- Falls Fernsteuerung über analoge Schnittstelle aktiv ist (**Fernsteuerung: Analog**), wird die Fernsteuerung nur solange unterbrochen bis **Lokal** wieder beendet, sprich die Fernsteuerung wieder erlaubt wird, weil der Pin REMOTE an der Analogschnittstelle weiterhin das Signal „Fernsteuerung = ein" vorgibt, es sei denn dies wird während der Phase mit **Lokal** geändert

3.5.3 Fernsteuerung über digitale Schnittstelle

3.5.3.1 Schnittstellenwahl

Alle Modelle der Serie PSI 10000 unterstützen zusätzlich zur serienmäßig eingebauten USB- und Ethernetschnittstelle folgende optional erhältliche Schnittstellen-Module:

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-PNET1P	ProfiNet	1	Profinet DP-V1 Slave
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 CANopen over Ethernet (CoE)
IF-AB-MBUS	ModBus TCP	1	ModBus TCP Protokoll über Ethernet
IF-AB-MBUS2P	ModBus TCP	2	ModBus TCP Protokoll über Ethernet

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

3.5.3.2 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.

3.5.3.3 Schnittstellenüberwachung

Die ab Firmware KE 2.06 verfügbare und ab Firmware HMI 2.08 auch am Bedienteil konfigurierbare Funktionalität „Schnittstellenüberwachung“ dient zur Überwachung der Kommunikationsverbindung zwischen einer steuernden Einheit (PC, SPS usw.) und dem Gerät. Ziel der Überwachung ist es sicherzustellen, daß das Gerät bei einem Abbruch der Kommunikationsverbindung nicht undefiniert weiterarbeitet. Ein Abbruch kann entstehen, wenn eine Datenleitung physikalisch getrennt wird (Defekt, schlechter Kontakt, Kabel entfernt) oder die Schnittstelle im Gerät nicht mehr erwartungsgemäß funktioniert.

Überwacht wird dabei immer nur die digitale Schnittstelle, über die das Gerät gesteuert wird. Das bedeutet auch, daß diese Überwachung inaktiv wird, solange ein Gerät sich nicht in Fernsteuerung befindet. Die Überwachung kann nur funktionieren, wenn innerhalb einer definierbaren Zeitspanne mindestens einmal mit dem Gerät kommuniziert wird. Dazu wird vom Anwender ein Timeout eingestellt, das vom Gerät jedesmal zurückgesetzt wird, wenn eine Nachricht eingeht. Läuft das Zeitfenster jedoch ab, ist als Reaktion des Gerätes folgendes definiert:

- Die Fernsteuerung wird beendet
- Der DC-Ausgang, sofern eingeschaltet, wird entweder ausgeschaltet oder bleibt eingeschaltet, wie mit der Einstellung **DC-Ausgang -> Zustand nach Remote** festgelegt (siehe *3.4.3.1*)

Hinweise zur Benutzung:

- Das Timeout der Schnittstellenüberwachung kann jederzeit geändert werden; der geänderte Wert wird erst wirksam, nachdem die Zeit des aktuellen Timeouts abgelaufen ist
- Die Schnittstellenüberwachung deaktiviert nicht das Ethernet-Timeout (siehe *3.4.3.6*) , somit können sich beide Timeouts überschneiden

3.5.4 Fernsteuerung über Analogschnittstelle

3.5.4.1 Allgemeines

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

- Fernsteuerung von Strom, Spannung, Leistung und Innenwiderstand
- Fernüberwachung Status (CC/CP, CV, DC-Ausgang)
- Fernüberwachung Alarme (OT, OVP, OCP, OPP, PF)
- Fernüberwachung der Istwerte
- Ferngesteuertes Ein-/Ausschalten des DC-Ausganges

Das Stellen der Sollwerte über analoge Schnittstelle geschieht **immer zusammen**. Das heißt, man kann nicht z. B. die Spannung über die AS vorgeben und Strom und Leistung am Gerät mittels Drehknopf einstellen oder umgekehrt. Der OVP-Sollwert, sowie weitere Überwachungsgrenzen und Alarmschwellen können über die AS nicht ferngestellt werden und sind daher vor Gebrauch der AS am Gerät auf die gegebene Situation anzupassen. Die analogen Sollwerte können über eine externe Spannung eingespeist oder durch am Pin 3 ausgegebene Referenzspannung erzeugt werden. Sobald die Fernsteuerung über analoge Schnittstelle aktiviert wurde, zeigt die Anzeige vorn am Gerät die Sollwerte an, die hinten über die analoge Schnittstelle vorgegeben werden.

Die AS kann mit den gängigen Spannungsbereichen 0...5 V oder 0...10 V betrieben werden. Die Wahl des Spannungsbereiches findet im Geräte-Setup statt, siehe Abschnitt *«3.4.3 Konfiguration im Menü»*. Die am Pin 3 (VREF) herausgegebene Referenzspannung wird mit angepaßt. Es gilt somit folgendes:

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

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

Die Vorgabe von Sollwerten wird außerdem stets auf die jeweilig zugehörige Einstellgrenze (Limit) U-max, I-max usw. begrenzt, was die Vorgabe von zu hohen Stellwerten an den DC-Ausgang verhindern soll. Siehe dazu auch *«3.4.4 Einstellgrenzen (Limits)»*.

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 (Tabelle in *3.5.4.3*) auf die Pins geben kann
- Die Sollwerteingänge VSEL, CSEL, PSEL bzw. RSEL, falls der R-Modus aktiviert ist, dürfen bei Fernsteuerung über die analoge Schnittstelle nicht unbeschaltet bleiben, da sonst schwebend (floating). Sollwerte, die nicht variabel sein müssen, können auf einen festen Stellwert gelegt werden (Brücke nach VREF oder anders)

3.5.4.2 Quittieren von Alarmmeldungen

Tritt während der Fernsteuerung über analoge Schnittstelle ein Gerätealarm auf, schaltet der DC-Ausgang genauso aus wie bei manueller Bedienung. Daraufhin vom Gerät ausgegebene Alarmmeldungen (siehe *3.6.2*) 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 *«3.4.3.1 Untermenü „Einstellungen"»*) konfigurierbar.

Die Alarme MSS, OVP, OCP und OPP gelten als zu quittierende Fehler (siehe auch *«3.6.2 Gerätealarme und Events handhaben»*). Sie können durch Aus- und Wiedereinschalten des DC-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 REM-SB.

Dasselbe wird bei den Alarmen PF und OT erforderlich, wenn die zugehörigen Einstellungen **Zustand nach OT-Alarm** bzw. **Zustand nach PF-Alarm** in der Gruppe **DC-Ausgang** des Einstellungsmenüs auf **Aus** gestellt ist. Dann soll der DC-Ausgang zunächst aus bleiben, auch wenn Pin REM-SB seinen Pegel beibehalten hat und weiterhin „ein" anfordert.

Ein **Sonderfall** ist der nur 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.

3.5.4.3 Spezifikation der Analogschnittstelle

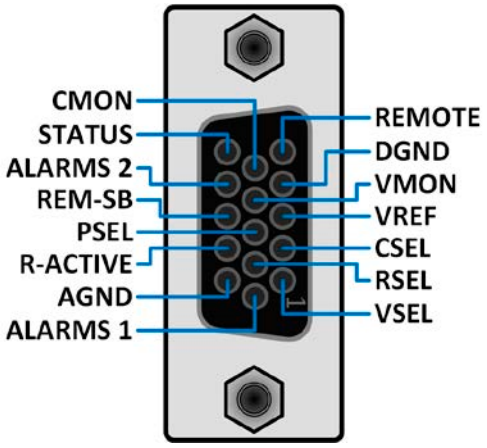
Pin	Name	Typ (1	Bezeichnung	Standardpegel	Elektrische Eigenschaften
1	VSEL	AI	Sollwert Spannung	0…10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0..100% von U_{Nenn}	Genauigkeit 0-5 V Bereich: < 0,4% (5 Genauigkeit 0-10 V Bereich: < 0,2% (5 Eingangsimpedanz R_i >40 k...100 k
2	CSEL	AI	Sollwert Strom	0…10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0..100% von I_{Nenn}	
3	VREF	AO	Referenzspannung	10 V oder 5 V	Genauigkeit < 0,2% bei I_{max} = +5 mA Kurzschlussfest gegen AGND
4	DGND	POT	Digitale Masse		Für Steuer- und Meldesignale
5	REMOTE	DI	Umschaltung zwischen manueller und externer Steuerung	Extern = LOW, U_{Low} <1 V Manuell = HIGH, U_{High} >4 V Manuell, wenn Pin unbeschaltet	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 (2 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	0…10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0..100% von R_{Max}	Genauigkeit 0-5 V Bereich: < 0,4% (5 Genauigkeit 0-10 V Bereich: < 0,2% (5 Eingangsimpedanz R_i >40 k...100 k
8	PSEL	AI	Sollwert Leistung	0…10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0..100% von P_{Nenn}	
9	VMON	AO	Istwert Spannung	0…10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0..100% von U_{Nenn}	Genauigkeit 0-5 V Bereich: < 0,4% (5 Genauigkeit 0-10 V Bereich: < 0,2% (5 bei 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	Analoge Masse		Für xSEL, xMON und VREF
12	R-ACTIVE	DI	Widerstandsregelung ein / aus	Aus = LOW, U_{Low} <1 V Ein = HIGH, U_{High} >4 V Ein, wenn Pin unbeschaltet	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-Ausgang aus (DC-Ausgang ein) (Alarm quittieren (4)	Aus = LOW, U_{Low} <1 V Ein = HIGH, U_{High} >4 V Ein, wenn Pin unbeschaltet	Spannungsbereich = 0…30 V I_{Max} = +1 mA bei 5 V Empf. Sender: Open-Collector gegen DGND
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 (2 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 (3	DO	Spannungsregelung aktiv	CV = LOW, U_{Low} <1 V CC/CP/CR = HIGH, U_{High} >4 V	
			DC-Ausgang	Aus = LOW, U_{Low} <1 V Ein = HIGH, U_{High} >4 V	

(1 AI = Analoger Eingang, AO = Analoger Ausgang, DI = Digitaler Eingang, DO = Digitaler Ausgang, POT = Potential
(2 Interne Vcc ca. 10 V
(3 Nur eins von beiden Signalen möglich, siehe *3.4.3.1*
(4 Nur während Fernsteuerung
(5 Der Fehler eines analogen Pins addiert sich zum allgemeinen Fehler des zugehörigen Wertes am DC-Ausgang des Gerätes

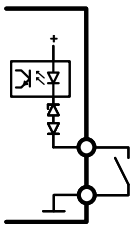
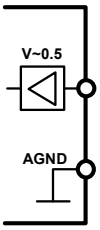
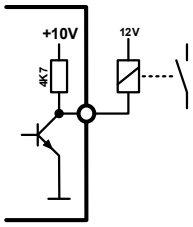
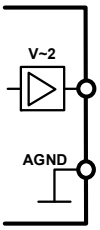
3.5.4.4 Auflösung

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

3.5.4.5 Übersicht Sub-D-Buchse

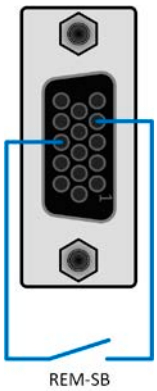


3.5.4.6 Prinzipschaltbilder der Pins

	**Digitaler Eingang (DI)** Der DI ist intern vorgespannt und erfordert daher einen möglichst niederohmigen Kontakt (Relais, Schalter, Schütz usw.) um das Signal sauber nach DGND zu schalten.		**Analoger Eingang (AI)** Hochohmiger Eingang (Impedanz: >40 k...100 kΩ) einer OP-Schaltung.
	**Digitaler Ausgang (DO)** Ein Quasi-Open-Collector, weil mit hochohmigem Pullup-Widerstand. Ist im geschalteten Zustand LOW und kann keine Lasten treiben, sondern nur schalten (schwache Stromsenke).		**Analoger Ausgang (AO)** Ausgang einer OP-Schaltung, nicht oder nur sehr gering belastbar. Siehe Tabelle oben.

3.5.4.7 Anwendungsbeispiele

a) DC-Ausgang 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.*

Pin REM-SB wird bei Fernsteuerung zum Ein- und Ausschalten des DC-Ausgangs des Gerätes genutzt. Er funktioniert aber auch ohne aktivierte Fernsteuerung. Dann kann er zum Einen das manuelle oder digital ferngesteuerte Einschalten des DC-Ausgangs blockieren und zum Anderen ein- oder ausschalten, jedoch nicht allein. Siehe unten bei „**Fernsteuerung wurde nicht aktiviert**".

> Pin REM-SB kann nicht im Sinne eines Not-Aus' verwendet werden, um im Gefahrenfall den DC-Ausgang sicher abzuschalten! Dafür wäre ein externes Not-Aus-System erforderlich.

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-Ausgangs des Gerätes gemäß der Tabelle in *3.5.4.3* vor. Die logische Funktion und somit die Standardpegel können durch eine Einstellung im Setup-Menü des Gerät invertiert werden. Siehe *3.4.3.1*.

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

DC-Ausgang	+	Pegel an Pin REM-SB	+	Parameter „REM-SB Pegel“	→	Verhalten
ist aus	+	HIGH	+	**Normal**	→	Der DC-Ausgang ist nicht gesperrt. Er kann mit Taste On/Off oder Befehl (dig. Fernsteuerung) eingeschaltet werden.
		LOW	+	**Invertiert**		
	+	HIGH	+	**Invertiert**	→	Der DC-Ausgang ist gesperrt. Er kann nicht mit Taste On/Off oder Befehl (dig. Fernsteuerung) eingeschaltet werden. Bei Versuch wird eine Fehlermeldung (Schnittstelle oder Anzeige) ausgegeben.
		LOW	+	**Normal**		

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

DC-Ausgang	+	Pegel an Pin REM-SB	+	Parameter „REM-SB Pegel“	→	Verhalten
ist ein	+	HIGH	+	**Normal**	→	Der DC-Ausgang 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-Ausgang wird ausgeschaltet und bleibt gesperrt, solange der Pin den Zustand behält. Erneutes Einschalten durch Wechsel des Zustandes des Pins.
		LOW	+	**Normal**		

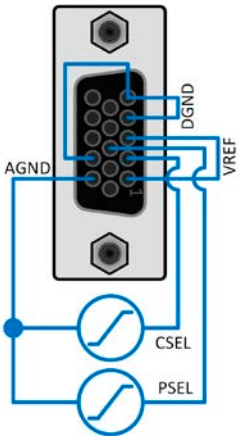
b) Fernsteuerung von Strom und Leistung

Erfordert aktivierte Fernsteuerung (Pin REMOTE = LOW).

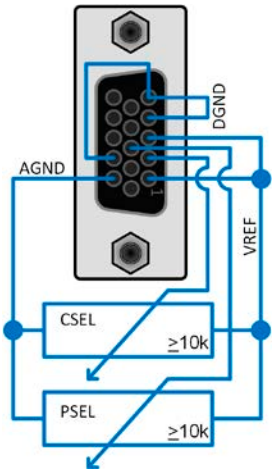
Über je ein Potentiometer werden die Sollwerte PSEL und CSEL aus beispielsweise der Referenzspannung VREF erzeugt. Das Netzgerät kann somit wahlweise in Strombegrenzung oder Leistungsbegrenzung arbeiten. Gemäß der Vorgabe von max. 5 mA Belastung für den Ausgang VREF sollten hier Potentiometer von mindestens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

Der Spannungssollwert wird hier fest auf VREF (≙100%) gelegt und beeinflußt somit Konstantstrom- oder Konstantleistungsbetrieb nicht.

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



Beispiel mit ext. Spannungsquelle

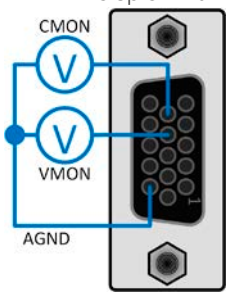


Beispiel mit Potis

!	*Bei Benutzung des 0...5 V Bereiches für 0...100% Sollwert halbiert sich die effektive Auflösung.*

c) Istwerte erfassen

Über die AS werden die Istwerte des DC-Ausgangs mittels 0...10 V oder 0...5 V als Strom- bzw. Spannungsmonitor abgebildet. Zur Erfassung dienen handelsübliche Multimeter oder ein analoger Eingang einer SPS.



3.6 Alarme und Überwachung

3.6.1 Begriffsdefinition

Grundsätzlich wird zwischen Gerätealarmen (siehe *«3.3 Alarmzustände»)* wie Überspannung (**OVP**) oder Übertemperatur (**OT**), sowie benutzerdefinierten Ereignissen wie z. B. **OVD** (Überspannungsüberwachung) unterschieden. Während Gerätealarme, bei denen immer der DC-Ausgang zunächst ausgeschaltet wird, zum Schutz des Gerätes und der angeschlossenen Last dienen, können benutzerdefinierte Ereignisse den DC-Ausgang abschalten (bei **Aktion = Alarm**), aber auch nur als akustisches Signal ausgegeben werden, das den Anwender auf etwas aufmerksam macht. Bei **benutzerdefinierten Ereignissen** kann die Aktion ausgewählt werden:

Aktion	Verhalten	Beispiel
Keine	Benutzerereignis ist deaktiviert	
Signal	Bei Erreichen der Bedingung, die ein Ereignis mit Aktion **Signal** auslöst, wird nur in der Anzeige (Statusfeld) des Gerätes ein Text ausgegeben.	Event: UVD
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, die von größerer Entfernung aus wahrnehmbar ist	Warnung Ereignis erkannt Event: OCD Im Fall einer Warnung wird der DC-Anschluss nicht ausgeschaltet, aber die Warnung ist zu bestätigen. Bestätigen
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 zusätzlich eine Meldung eingeblendet, sowie ein akustisches Signal ausgegeben (falls der Alarmton aktiviert ist). Weiterhin wird der DC-Ausgang ausgeschaltet. Die meisten Gerätealarme werden zusätzlich über die analoge Schnittstelle signalisiert, außerdem können alle auch über die digitalen Schnittstellen abgefragt werden.	Alarm Ereignis erkannt Event: OCD Im Fall eines Alarms wird der DC-Anschluss ausgeschaltet und Sie müssen den Alarm bestätigen. Bestätigen

3.6.2 Gerätealarme und Events handhaben

Bei Auftreten eines Gerätealarms wird üblicherweise zunächst der DC-Ausgang 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. Falls in der Anzeige ein Alarm als überlagernde Meldung angezeigt wird, auf **Bestätigen** tippen.
2. Falls der Alarm bereits einmal mit OK bestätigt wurde, aber noch angezeigt wird im Statusfeld, dann zuerst auf das Statusfeld tippen, damit die überlagernde Meldung erneut eingeblendet wird und dann mit **Bestätigen.**

Zum Bestätigen von Alarmen während analoger Fernsteuerung siehe *«3.5.4.2 Quittieren von Alarmmeldungen»* bzw. bei digitaler Fernsteuerung siehe externe Dokumentation „Programmieranleitung ModBus & SCPI".

Manche Gerätealarme können konfiguriert werden:

Kurz	Lang	Beschreibung	Einstellbereich	Meldeorte
OVP	**O**ver**V**oltage **P**rotection	Überspannungsschutz. Löst einen Alarm aus, wenn die Spannung am DC-Ausgang die eingestellte OVP-Schwelle erreicht. Außerdem wird der DC-Ausgang ausgeschaltet.	0 V...1,1*U_{Nenn}	Anzeige, analoge & digitale Schnittstellen
OCP	**O**ver**C**urrent **P**rotection	Überstromschutz. Löst einen Alarm aus, wenn der Strom am DC-Ausgang die eingestellte OCP-Schwelle erreicht. Außerdem wird der DC-Ausgang ausgeschaltet.	0 A...1,1*I_{Nenn}	
OPP	**O**ver**P**ower **P**rotection	Überleistungsschutz. Löst einen Alarm aus, wenn die Leistung am DC-Ausgang die eingestellte OPP-Schwelle erreicht. Außerdem wird der DC-Ausgang ausgeschaltet.	0 W...1,1*P_{Nenn}	

Diese Gerätealarme können nicht konfiguriert werden, da hardwaremäßig bedingt:

Kurz	Lang	Beschreibung	Meldeorte
PF	**P**ower **F**ail	Netzfehler. 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. Der Zustand des DC-Anschlusses nach Verschwinden eines zeitweiligen PF-Alarms kann mit der Einstellung **DC-Ausgang -> Zustand nach PF-Alarm** festgelegt werden.	Anzeige, analoge & digitale Schnittstellen
		Die Bestätigung und somit Löschung eines PF-Alarms zur Laufzeit kann erst ca. 15 Sekunden nach Abklingen der Alarmursache erfolgen, sowie das erneute Einschalten des DC-Ausgangs nach weiteren 5 Sekunden.	
OT	**O**ver**T**emperature	Übertemperatur. Löst einen Alarm aus, wenn die Innentemperatur des Gerätes eine bestimmte Schwelle erreicht (Überhitzung). Außerdem wird der DC-Ausgang ausgeschaltet, was in Abhängigkeit von der Einstellung **DC-Ausgang -> Zustand nach OT-Alarm** (siehe *3.4.3.1*) nur ein temporärer Zustand sein könnte.	Anzeige, analoge & 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-Ausgang aller Geräte ausgeschaltet. Der Alarm kann durch erneute Initialisierung des MS-System oder Deaktivierung von MS gelöscht werden.	Anzeige, digitale Schnittstellen
Safety OVP	**Safety 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-Ausgang die Schwelle von 101% Nennspannung überschreiten sollte und schaltet den DC-Ausgang ab. Für Details siehe Abschnitt *3.3.6.*	Anzeige, analoge & digitale Schnittstellen
SF	**S**hare Bus **F**ail	Share-Bus-Fehler. Tritt auf, wenn das Signal am Share-Bus durch Kurzschluß oder zu starke Dämpfung gestört ist. Tritt auch auf, wenn einer der Share-Bus-Anschlüsse zu einem anderen Gerät verbunden ist, während das betroffene Gerät (noch) nicht für Master-Slave konfiguriert wurde. Der Alarm führt zum Ausschalten der DC-Anschlüsse aller Einheiten in einem Master-Slave-System. Für Details siehe Abschnitt *3.3.7.*	Anzeige, digitale Schnittstellen

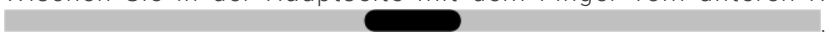
► So konfigurieren Sie die Schwellen der einstellbaren Gerätealarme

1. Bei ausgeschaltetem DC-Ausgang tippen Sie in der Hauptseite auf das Bedienfeld

.
2. Tippen Sie auf der linken Seite auf das Feld **Schutz**. Auf der rechten Seite werden alle einstellbaren Gerätealarme und deren Schwellwerte eingeblendet. Diese Schwellen vergleicht das Gerät ständig mit den Istwerten von Strom, Spannung und Leistung am DC-Ausgang.
3. Stellen Sie hier die Schwellenwerte für die Gerätealarme gemäß Ihrer Anwendung ein, falls die Standardwerte von 110% nicht passen.

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

► So konfigurieren Sie den Alarmton (siehe auch ***«3.4.3 Konfiguration im Menü»)***

1. Wischen Sie in der Hauptseite mit dem Finger vom unteren Rand nach oben oder tippen Sie auf  .
2. Es öffnet sich ein Schnellmenü. Dort auf das Feld um den Alarmton einzuschalten bzw. auf um ihn auszuschalten.
3. Schnellmenü verlassen.

3.6.2.1 Benutzerdefinierbare Ereignisse (Events)

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

Folgende Events können unabhängig voneinander konfiguriert werden:

Kurz	Lang	Beschreibung	Einstellbereich
UVD	**U**nder**V**oltage **D**etection	Unterspannungserkennung. Löst das Ereignis aus, wenn die Ausgangsspannung am DC-Ausgang die eingestellte Schwelle unterschreitet.	0 V...U_{Nenn}
OVD	**O**ver**V**oltage **D**etection	Überspannungserkennung. Löst das Ereignis aus, wenn die Ausgangsspannung am DC-Ausgang die eingestellte Schwelle überschreitet.	0 V...U_{Nenn}
UCD	**U**nder**C**urrent **D**etection	Unterstromerkennung. Löst das Ereignis aus, wenn der Ausgangsstrom am DC-Ausgang die eingestellte Schwelle unterschreitet.	0 A...I_{Nenn}
OCD	**O**ver**C**urrent **D**etection	Überstromerkennung. Löst das Ereignis aus, wenn der Ausgangsstrom am DC-Ausgang die eingestellte Schwelle überschreitet.	0 A...I_{Nenn}
OPD	**O**ver**P**ower **D**etection	Überleistungserkennung. Löst das Ereignis aus, wenn die Ausgangsleistung am DC-Ausgang 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-Ausgang ausschalten und somit die Last schützen.

► So konfigurieren Sie die Events

1. Bei ausgeschaltetem DC-Ausgang tippen Sie in der Hauptseite auf das Bedienfeld

.
2. Tippen Sie auf der linken Seite auf das Feld **Nutzer-Events**. Auf der rechten Seite werden alle einstellbaren Werte und Aktionen eingeblendet. Die Werte stellen Überwachungsschwellen dar, die ständig mit den Istwerten von Strom, Spannung und Leistung am DC-Ausgang verglichen werden.
3. Tippen Sie auf die Werte, um diese mittels einer daraufhin angezeigten Zehnertastatur zu verändern. Der Einstellbereich dieser Werte ist nicht durch die **Limits** begrenzt. Die jedem Event zugehörige **Aktion** ist über eine Rollauswahl einzustellen. Für die Bedeutung der auswählbaren Aktionen siehe *3.6.1*.

1.

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.

3.7 Bedieneinheit (HMI) sperren

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

► So sperren Sie das HMI

1. Tippen Sie auf der Hauptseite oben rechts auf das Schloßsymbol .
2. Es erscheint die Menüseite **Sperre**, wo Sie festlegen können, ob Sie das HMI komplett sperren möchten oder mit Ausnahme der Taste **On/Off** (Einstellung: **Ein/ Aus zulassen während HMI-Sperre**) bzw. ob die Sperre zusätzlich mit einer PIN belegt werden soll (**PIN für HMI-Sperre**). Diese PIN muß später beim Entsperren immer wieder eingegeben werden, solange sie aktiviert ist.
3. Aktivieren Sie die Sperre mit **Start**. Das Gerät spring zurück in den Hauptbildschirm und dimmt dessen Beleuchtung.

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 Gruppe **Sperre**) aktiviert worden sein, erscheint eine weitere Abfrage zur Eingabe der PIN. Sofern diese richtig eingegeben wurde, wird das HMI entsperrt werden.

3.8 Einstellgrenzen (Limits) und Benutzerprofile sperren

Um zu verhindern, daß die mit dem Gerät arbeitende Person durch versehentliches oder absichtliches Verstellen falsche Sollwerte setzt, können Einstellgrenzen definiert (siehe auch *«3.4.4 Einstellgrenzen (Limits)»*) und mittels einer PIN gegen Veränderung gesperrt werden. Dadurch wird die Gruppe **Limits** im Menü **Einstellungen**, sowie das Menü **Profile** gesperrt. Die Sperre läßt sich nur durch Eingabe der korrekten PIN oder Zurücksetzen des Gerätes wieder entfernen.

► So sperren Sie die Limits und Profile

1. Tippen Sie auf der Hauptseite auf das Bedienfeld . Sofern das HMI gesperrt ist, muß dieses erst durch Tippen auf irgendeine Stelle im Touchscreen entsperrt werden, ggf. mit Eingabe der PIN. Danach erscheint die Menüseite **Sperre**.
2. Aktivieren Sie den Schalter neben **Limits/Profile mit Benutzer-PIN sperren**. Die Sperre wird sofort aktiv.
3. Verlassen Sie die Menüseite **Sperre**.

Für die Limits- und Profile-Sperre wird dieselbe Benutzer-PIN wie für die HMI-Sperre verwendet. Siehe dazu «3.8 Einstellgrenzen (Limits) und Benutzerprofile sperren»

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 Sperre gesetzt werden.

► So entsperren Sie die Limits und Profile

1. Bei ausgeschaltetem DC-Ausgang tippen Sie auf der Hauptseite auf das Bedienfeld Menü.
2. Tippen Sie im Menü auf **HMI-Einstellungen**, danach auf Gruppe **Sperre**.
3. In der Gruppe tippen Sie rechts auf **Limits u. Profile entsperren**. Sie werden dann aufgefordert, die vierstellige PIN einzugeben.
4. Deaktivieren Sie die Sperre nach der Eingabe der korrekten PIN.

3.9 Nutzerprofile laden und speichern

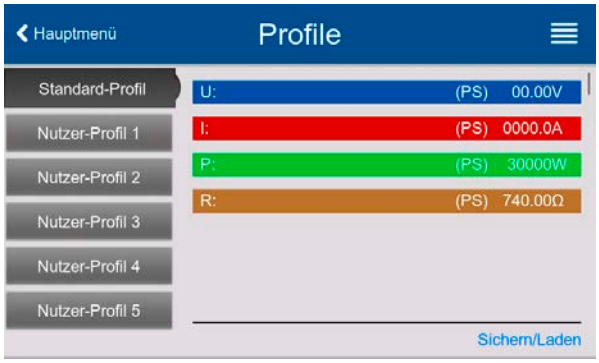
Das Menü Profile dient zur Auswahl eines Profils zum Laden bzw. zum Wechsel zwischen einem Standard-Profil und 5 Nutzer-Profilen. Ein Profil ist eine Sammlung aller Einstellungen und aller Sollwerte. Bei Auslieferung des Gerätes bzw. nach einem Zurücksetzungsvorgang haben alle sechs Profile dieselben Einstellungen und die meisten 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 Menüseite Profile und Auswahl eines Profils können dessen wichtigsten Einstellungen, wie Sollwerte, Einstellgrenzen usw. betrachtet und auch verstellt werden.

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

1. Bei ausgeschaltetem DC-Ausgang tippen Sie in der Hauptseite auf das Bedienfeld Menü.
2. In der Hauptmenüseite tippen Sie auf **Profile**.
3. In der nun erscheinenden Auswahl (Beispiel siehe rechts) wählen Sie zwischen Nutzer-Profil 1-5 aus, in welches Sie speichern wollen. Das gewählte Nutzerprofil wird daraufhin angezeigt. Sie können hier die Einstellungen und Werte noch einmal überprüfen.
4. Betätigen Sie Bedienfeld **Sichern/Laden** und speichern Sie in der darauf folgenden Abfrage **Profil sichern?** mit **Sichern**.



> *Wird in einem Nutzer-Profil irgendeine Änderung vorgenommen, wird kann das Profil zunächst nicht geladen oder gesichert. Der Anwender muß die Änderung entweder mit Änderungen sichern übernehmen oder verwerfen Abbrechen.*

Das Laden eines Nutzer-Profils geht auf demselben Weg, nur daß man am Ende auf **Laden** unter **Profil laden?** tippen muß.

Die Nutzer-Profile können auch auf einem USB-Stick gespeichert bzw. vom diesem geladen werden. Das geschieht über **USB Import/Export**.

3.10 Der Funktionsgenerator

3.10.1 Einleitung

Der eingebaute **Funktionsgenerator** (kurz: **FG**) ist in der Lage, verschiedenförmige Kurven zu erzeugen und diese auf entweder die Spannung (U) oder den Strom (I) anzuwenden.

Die Standard-Funktionen basieren auf einem variablen **Arbiträrgenerator.** Bei manueller Bedienung können die Funktionen einzeln ausgewählt, konfiguriert und bedient werden. Bei Fernsteuerung werden diese dann durch mehrere Sequenzpunkten mit jeweils 8 Parametern konfiguriert und umgesetzt.

Andere Funktionen, wie Photovoltaiksimulation, basieren auf einem **XY-Generator**, der mit einer in das Gerät geladenen oder durch das Gerät berechneten Tabelle (4096 Werte) 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 (Sequenzpunkte) 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 Dauer
Rampe	Generierung einer linear ansteigenden oder abfallenden Rampe mit Startwert, Endwert, Zeit vor und nach der Rampe
XY-Tabelle	XY-Generator, von USB-Stick ladbare Stromkurve (Tabelle, CSV)
PV-Tabelle (PS) PV EN50530 FC-Tabelle (PS)	Funktionen zur Simulation von Solarpaneelen (PV-Funktion) oder Brennstoffzellen (FC-Funktion), mit Berechnung anhand von Parametern (auch nach DIN EN 50530)

Bei aktiviertem Widerstandsmodus (CR) ist der Zugang zum Funktionsgenerator gesperrt.

3.10.2 Allgemeines

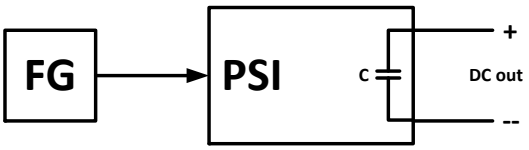
3.10.2.1 Einschränkungen

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

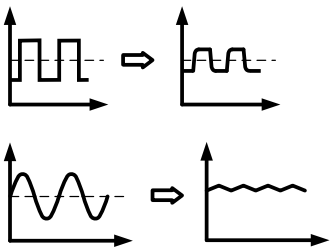
3.10.2.2 Aufbau

Das Netzgerät an sich ist kein Funktionsgenerator und darf daher nicht als solcher betrachtet werden. Seine Leistungsstufen sind dem Generator nur nachgeschaltet. Dabei bleiben die typischen Eigenschaften einer Quelle von Spannung und Strom in Bezug auf Anstiegszeiten und Kondensatorentladung erhalten. Während der FG bei einer Sinusfunktion in der Lage ist 1000 Hz oder mehr zu generieren, wird das Netzgerät dem niemals folgen können.

Verdeutlichung:



Wirkung des Netzgerätes auf Funktionen:



Der am DC-Ausgang resultierende Kurvenverlauf hängt dabei stark von Frequenz bzw. Periode, generierter Signalform, Amplitude und der Ausgangskapazität ab. Die Auswirkungen der Leistungsstufen können nur teilweise kompensiert werden. So kann eine zusätzliche Last (fest & ohmsch oder elektronisch & variabel) zu der eigentlichen am DC-Ausgang die Abfallzeit beim Signalverlauf signifikant verbessern.

3.10.2.3 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.

3.10.2.4 Mögliche technische Komplikationen

Der Betrieb von Schaltnetzteilen als Spannungsquelle kann bei Anwendung einer Funktion auf den Sollwert der Spannung zur Beschädigung des Gerätes führen, da die dort am Ausgang befindlichen Kapazitäten ständig umgeladen werden, was bei Dauerbetrieb zu starker Erhitzung führt.

3.10.2.5 Minimale Steigung / Max. Zeit für Rampen

Mit der Release der Firmwares KE 3.02 und DR 1.0.2 (neue Geräte ab 03/2022) bzw. DR 1.0.9 (ältere Geräte vor 01/2022) sind diese beiden Einschränkungen hinfällig.

Rampen oder gemischte AC/DC-Funktionen mit einem sich ändernden DC-Offset können nun den vollen Zeitbereich von 36000 Sekunden pro Sequenzpunkt nutzen.

3.10.3 Arbeitsweise

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

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

Auf einen der beiden Sollwerte U und I kann die gewählte Funktion angewendet werden, die anderen beiden Sollwerte sind dann konstant und wirken begrenzend. Das bedeutet, wenn man beispielsweise eine Spannung von 30 V am DC-Ausgang einstellt, eine Last anschließt und die Sinus-Funktion auf den Strom anwenden will und als Amplitude 300 A festgelegt hat mit Offset 400 A, so daß der Funktionsgenerator einen Sinusverlauf der Stromes zwischen 100 A (min.) und 700 A (max.) erzeugt, daß das eine Ausgangsleistung zwischen 3000 W (min.) und 21000 W (max.) zur Folge hätte. Die Leistung wird aber stets auf den eingestellten Wert begrenzt. Würde sie nun beispielsweise auf 18000 W begrenzt, würde der Strom rechnerisch auf 600 A begrenzt sein und würde man ihn über eine Stromzange auf einem Oszilloskop darstellen, würde er bei 600 A gekappt werden und nie die gewollten 700 A erreichen.

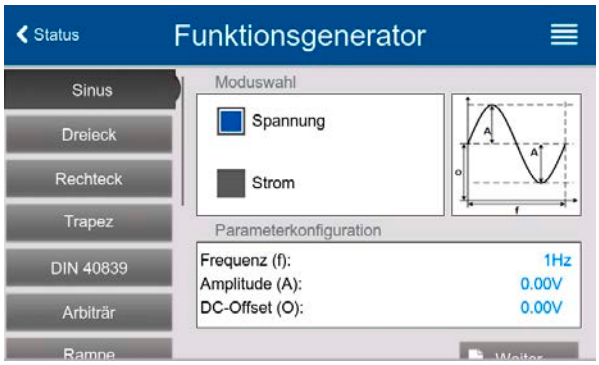
Master-Slave-Systeme haben zusätzliche Gegebenheiten:

⚠	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.

3.10.4 Manuelle Bedienung

3.10.4.1 Auswahl und Steuerung einer Funktion

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



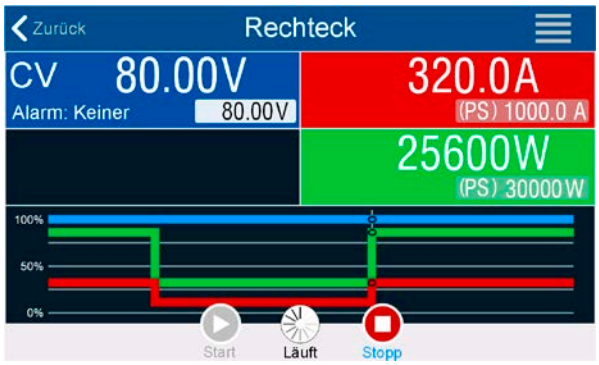
► So konfigurieren Sie eine Funktion

1. Bei ausgeschaltetem DC-Ausgang tippen Sie auf das Bedienfeld Funk-Gen. Hinweis: Dieses Bedienfeld ist bei aktiviertem R-Modus gesperrt.
2. Im Menü wählen Sie links die gewünschte Funktion.
3. Zuerst muß gewählt werden, auf welche Sollwert man die Funktion anwenden möchte: **Spannung** oder **Strom**.
4. Stellen Sie nun die Werte wie gewünscht ein und gehen Sie Weiter.
5. Als nächster Schritt ist es noch erforderlich, die sogenannten statischen Sollwerte für Spannung und Leistung bzw. Strom und Leistung einzustellen. Die ist besonders für den Master-Slave-Betrieb wichtig, weil die Slaves diese Grenzwerte übermittelt bekommen. Diese Werte sind vor dem Start und nach dem Stopp der Funktion wirksam.

> *Die Grenzwerte für U, I und P wirken nach dem Erreichen des Hauptbildschirms sofort auf die Last bzw. externe Quelle, weil der DC-Ausgang automatisch eingeschaltet wird, um die Startsituation herzustellen. Das ist hilfreich, wenn eine Funktion nicht bei 0 V bzw. 0 A starten soll. Ist jedoch gewünscht, daß die Funktion bei 0 startet, so muß der statische Sollwerte auf 0 gesetzt werden.*

6. Verlassen der Konfiguration und Wechsel in den Funktionsgenerator-Bildschirm mit Weiter.

Die einzelnen Parameter der Funktionen sind weiter unten beschrieben. Nachdem die Einstellungen getroffen sind wird die Funktion geladen, der DC-Ausgang eingeschaltet und dann kann gestartet werden. Bevor und während die Funktion läuft, sind die globalen Grenzwerte sowie funktionsbezogene Werte einstellbar.



► So starten und stoppen Sie eine Funktion

1. Sie können die Funktion **starten**, indem Sie entweder auf das Bedienfeld tippen oder, sofern der DC-Ausgang momentan aus ist, die Taste **On/Off** betätigen.
2. **Stoppen** können Sie den Funktion entweder mit dem Bedienfeld oder der Taste **On/Off**, jedoch gibt es hier unterschiedliches Verhalten:

   a) Bedienfeld : Funktion stoppt lediglich, der DC-Ausgang bleibt an, mit statischen Werten.

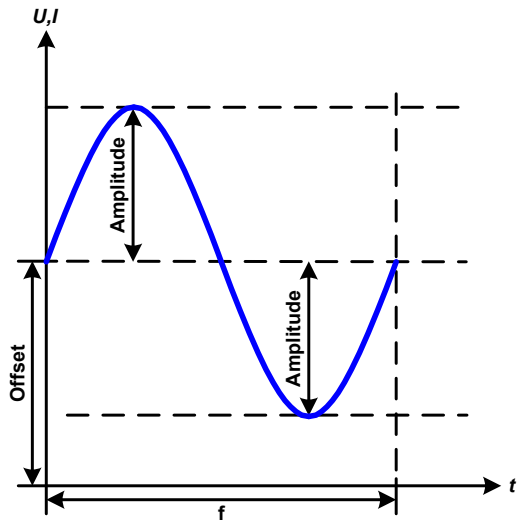
   b) Taste **On/Off**: Funktion stoppt und der DC-Ausgang wird ausgeschaltet.

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

3.10.5 Sinus-Funktion

Folgende Parameter können für die Sinus-Funktion konfiguriert werden:

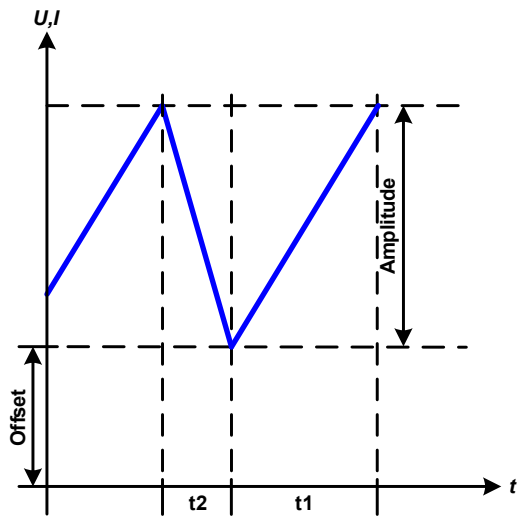
Parameter	Einstellbereich	Erläuterung
Frequenz (f)	1...10000 Hz	Statische Frequenz des zu generierenden Sinussignals
Amplitude (A)	0...(Nennwert - O) von U, I	Amplitude des zu generierenden Signals
Offset (O)	A...(Nennwert - (A) von U, I	Offset, bezogen auf den Nulldurchgang der mathematischen Sinuskurve,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

Bildliche Darstellung:	Anwendung und Resultat:
	Es wird ein sinusförmiges Signal erzeugt und auf z. B. die Ausgangsspannung angewendet. Bei konstanter Last würden die Ausgangsspannung und somit auch der Ausgangsstrom des Netzgerätes sinusförmig verlaufen. Für die Berechnung der sich aus dem Verlauf maximal ergebenden Leistung muß die eingestellte Stromamplitude zunächst mit dem Offset addiert werden. Beispiel: Sie stellen bei einer Ausgangsspannung von 100 V und sin(I) die Amplitude auf 30 A ein, bei einem Offset von 50 A. Die sich ergebende max. Leistung bei Erreichen des höchsten Punktes der Sinuskurve wäre dann (30 A + 50 A) * 100 V = 8000 W. Das Gerät müßte demnach mindestens auf 8000 W Leistung eingestellt werden, damit die Kurve sauber läuft.

3.10.6 Dreieck-Funktion

Folgende Parameter können für die Dreieck-Funktion konfiguriert werden:

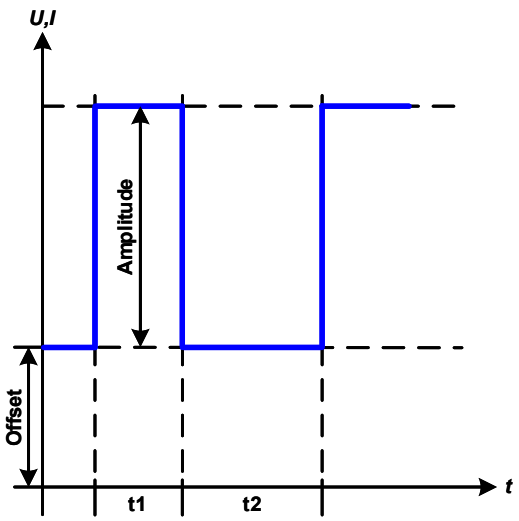
Parameter	Einstellbereich	Erläuterung
Amplitude (A)	0...(Nennwert - O) von U, I	Amplitude des zu generierenden Signals
Offset (O)	0...(Nennwert - A) von U, I	Offset, bezogen auf den Fußpunkt des Dreiecks
Zeit t1	0,1 ms...36.000.000 ms	Anstiegszeit Δt der ansteigenden Flanke des Dreiecksignals
Zeit t2	0,1 ms...36.000.000 ms	Abfallzeit Δt der abfallenden Flanke des Dreiecksignals

Bildliche Darstellung:	Anwendung und Resultat:
	Es wird ein dreieckförmiges Signal mit dem Ausgangsstrom oder der Ausgangsspannung 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).

3.10.7 Rechteck-Funktion

Folgende Parameter können für die Rechteck-Funktion konfiguriert werden:

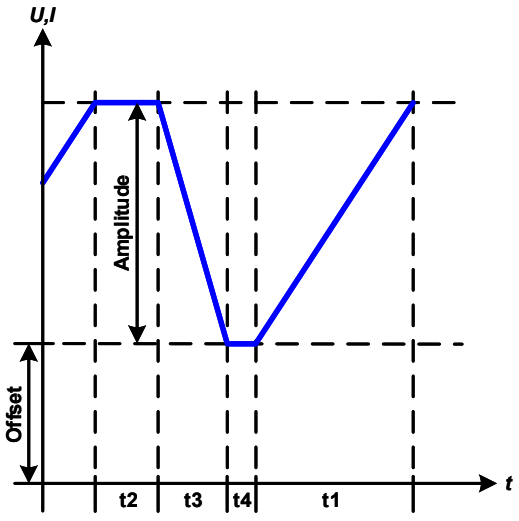
Parameter	Einstellbereich	Erläuterung
Amplitude (A)	0...(Nennwert - O) von U, I	Amplitude des zu generierenden Signals
Offset (O)	0...(Nennwert - A) von U, I	Offset, bezogen auf den Fußpunkt des Rechtecks
Zeit t1	0,1 ms...36.000.000 ms	Zeit (Puls) des oberen Wertes (Amplitude) des Rechtecksignals
Zeit t2	0,1 ms...36.000.000 ms	Zeit (Pause) des unteren Wertes (Offset) des Rechtecksignals

Bildliche Darstellung:	Anwendung und Resultat:
	Es wird ein rechteckförmiges Signal für den Ausgangsstrom oder die Ausgangsspannung erzeugt. Die Zeiten t1 und t2 bestimmen dabei, wie lange 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.

3.10.8 Trapez-Funktion

Folgende Parameter können für die Trapez-Funktion konfiguriert werden:

Parameter	Einstellbereich	Erläuterung
Amplitude (A)	0...(Nennwert - O) von U, I	Amplitude des zu generierenden Signals
Offset (O)	0...(Nennwert - A) von U, I	Offset, bezogen auf den Fußpunkt des Trapezes
Zeit t1	0,1 ms...36.000.000 ms	Zeit der ansteigenden Flanke des Trapezsignals
Zeit t2	0,1 ms...36.000.000 ms	Zeit des High-Wertes (Haltezeit) des Trapezsignals
Zeit t3	0,1 ms...36.000.000 ms	Zeit der abfallenden Flanke des Trapezsignals
Zeit t4	0,1 ms...36.000.000 ms	Zeit des Low-Wertes (Offset) des Trapezsignals

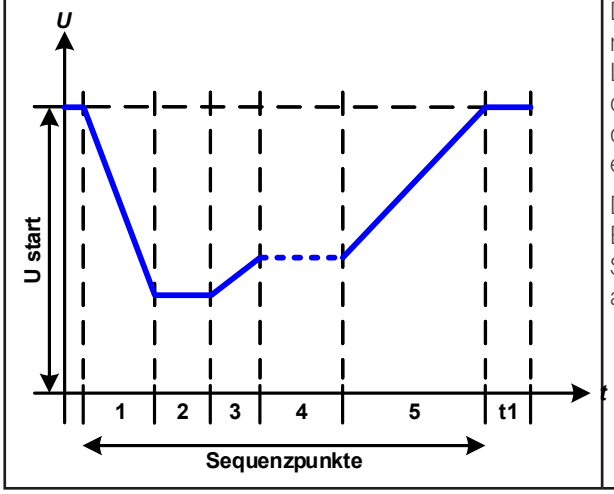
Bildliche Darstellung:	Anwendung und Resultat:
	Hiermit kann ein trapezförmiges Signal auf Spannung oder Strom angewendet werden. Bei dem Trapez können die Winkel unterschiedlich sein durch die getrennt einstellbaren Anstiegs- und Abfallzeiten. Hier bilden sich die Periodendauer und die Wiederholfrequenz aus vier Zeiten. Bei entsprechenden Einstellungen ergeben sich statt eines Trapezes zwei Dreieck- oder zwei Rechteckimpulse. Diese Funktion ist somit recht universal.

3.10.9 DIN 40839-Funktion

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

Folgende Parameter können für die DIN40839-Funktion konfiguriert werden:

Parameter	Einstellbereich	Seq.	Erläuterung
Start	0...Nennwert von U	1-5	Anfangsspannungswert des Teilabschnitts (Sequenzpunkt) der Kurve
Ende	0...Nennwert von U	1-5	Endspannungswert des Teilabschnitts (Sequenzpunkt) der Kurve
Zeit	0,1 ms...36.000.000 ms	1-5	Zeit für die abfallende oder ansteigende Rampe
Sequenzzyklen	0...999	-	Anzahl der Abläufe der Kurve (0 = ∞)
Zeit t1	0,1 ms...36.000.000 ms	-	Zeit nach Ablauf der Kurve, bevor wiederholt wird (Zyklen <> 1)
U(Start/Ende)	0...U_{Nenn}	-	Spannungswert am DC-Ausgang bevor die Kurve gestartet wird und danach
I/P	0...I_{Nenn}/P_{Nenn}	-	Globale Sollwerte für Strom und Leistung

Bildliche Darstellung:	Anwendung und Resultat:
	Die Funktion eignet sich nicht für den alleinigen Betrieb des Netzgerätes, sondern nur im Verbund mit einer kompatiblen elektronischen Last, z. B. aus der Serie ELR 9000. Dabei sorgt die Last als Senke für den schnellen Abfall der Ausgangsspannung des Netzgeräts, damit der Ausgangsspannungsverlauf dem durch die DIN-Kurve geforderten entspricht. Die Kurve entspricht dem Prüfimpuls 4 der Norm. Bei entsprechender Einstellung können auch andere Prüfimpulse nachgebildet werden. Soll die Kurve in Sequenzpunkt 4 einen Sinus enthalten, so müßte sie alternativ mit dem Arbiträrgenerator erzeugt werden.

3.10.10 Arbiträr-Funktion

Die Arbiträr-Funktion (arbiträr = beliebig) bietet dem Anwender einen erweiterten Spielraum. Es sind je 99 Kurvenabschnitte (hier: Sequenzpunkte) für die Zuordnung zum Strom oder zur Spannung verfügbar, die alle dieselben Parameter haben, aber beliebig konfiguriert werden können, um 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. Das der Ablauf der Funktion entweder die Spannung oder dem Strom zugewiesen wird, ist eine gemischte Zuordnung zu beiden 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:

Parameter	Einstellbereich	Erläuterung
AC-Start **AC-Ende**	0...50% Nennwert von I oder U	Start- bzw. Endamplitude des sinusförmigen AC-Anteils
DC-Start	AC-Start...((Nennwert U oder I) - (AC-Start))	Startpunkt des DC-Anteils
DC-Ende	AC-Ende...((Nennwert U oder I) - (AC-Ende))	Endpunkt des DC-Anteils
Startfrequenz **Endfrequenz**	0 Hz...10000 Hz	Anfangsfrequenz des sinusförmigen Anteils
Winkel	0°...359°	Anfangswinkel des sinusförmigen Anteils
Zeit	0,1 ms...36.000.000 ms	Zeit für die gewählte Sequenzpunkt

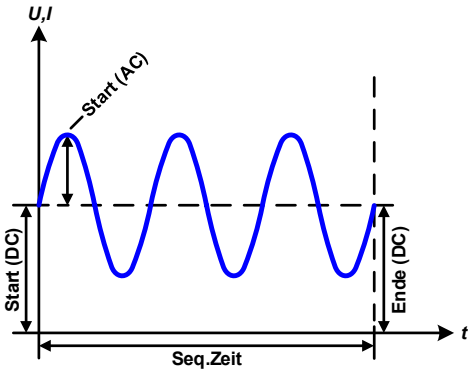
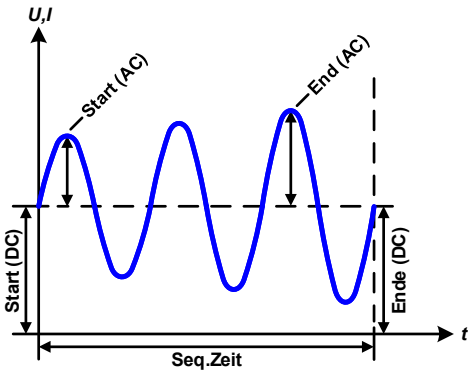
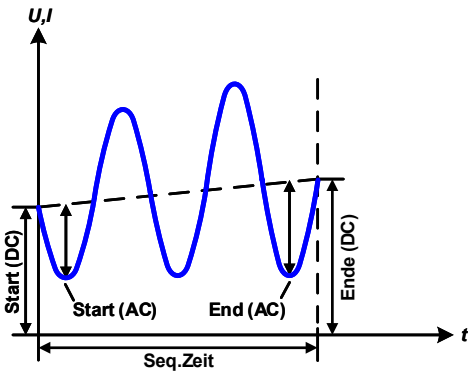
Die Sequenzpunktzeit („Zeit") und die Startfrequenz/Endfrequenz stehen in einem Zusammenhang. Es besteht ein Minimum Δf/s von 9,3. Also würde z. B. eine Einstellung mit Startfrequenz = 1 Hz, Endfrequenz = 11 Hz und Zeit = 5 s nicht akzeptiert, weil das Δf/s dann nur 2 wäre. Bei Zeit = 1 s paßt es wieder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

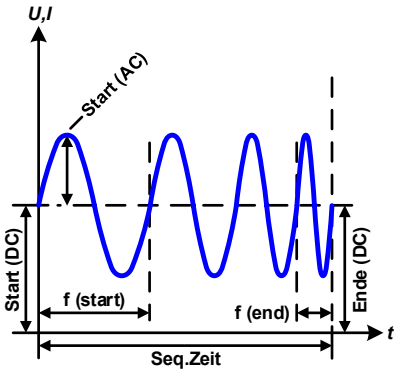
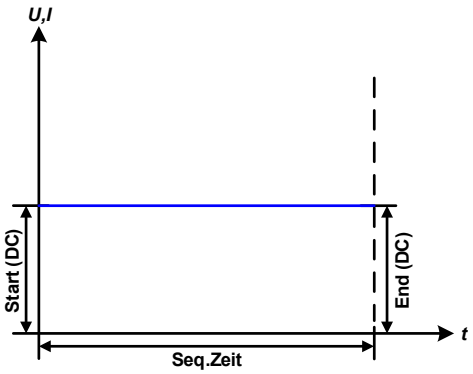
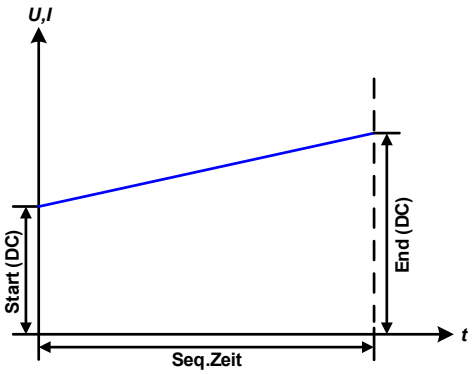
Die Amplitudenänderung zwischen Start und Ende steht im Zusammenhang mit der Sequenzpunktzeit. Man kann nicht eine beliebig kleine Änderung über eine beliebig große Zeit hinweg erzeugen. In so einem Fall lehnt das Gerät unpassende Einstellungen mit einer Meldung ab.

Wenn diese Einstellungen für den gerade gewählten Sequenzpunkt gesetzt wurden, können noch weitere konfiguriert werden. Weiter unten sind noch globale Einstellungen für den Gesamt-Ablauf der Arbiträr-Funktion:

Parameter	Einstellbereich	Erläuterung
Sequenzzyklen	0 / 1...999	Anzahl der Abläufe des Sequenzpunktblocks (0 = unendlich)
Startsequenz	1...**Endsequenz**	Erster Sequenzpunkt des Blocks
Endsequenz	**Startsequenz**...99	Letzter Sequenzpunkt des Blocks

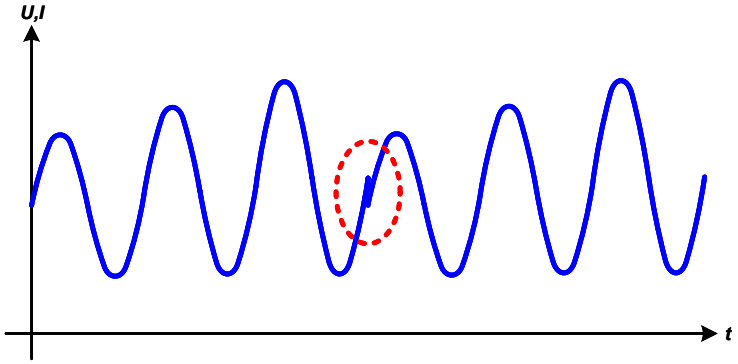
Nach Betätigung von Weiter müssen noch globale Sollwerte (U/I/P-Limits) für den Funktionsablauf definiert werden.

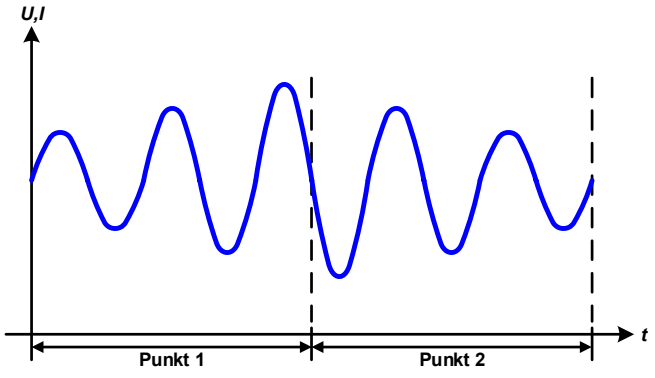
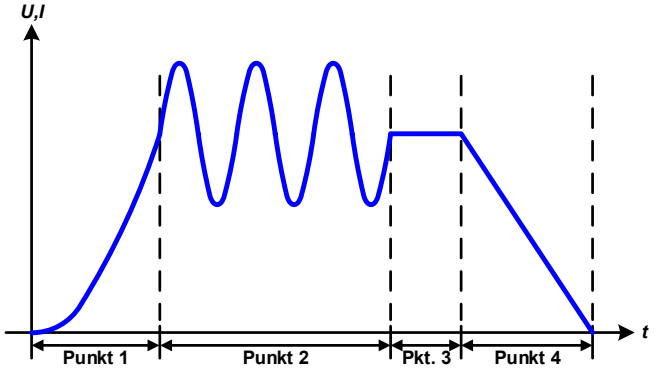
Bildliche Darstellungen:	Anwendungen und Resultate:
	**Beispiel 1:** Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunktes: Die Werte von DC-Start und DC-Ende sind gleich, die AC-Werte (Amplitude) auch. Mit einer Frequenz ungleich Null, wobei Startfrequenz = Endfrequenz, ergibt sich ein sinusförmiger Verlauf des Sollwertes mit einer bestimmten Amplitude, Frequenz und Y-Verschiebung, auch Offset genannt. Die Anzahl der Sinusperioden pro Sequenzpunktablauf hängt von der Zeit und der Frequenz ab. Wäre die Sequenzpunktzeit beispielsweise 1 s und die Frequenz 1 Hz, entstünde genau 1 Sinuswelle. Wäre bei gleicher Frequenz die Zeit nur 0,5 s, entstünde nur eine Sinushalbwelle.
	**Beispiel 2:** Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunktes: Die Werte von DC-Start und DC-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 Sequenzzeit 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 Werte von DC-Start und DC-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.

Bildliche Darstellungen:	Anwendungen und Resultate:
	**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 Sequenzzeit x.
	**Beispiel 5:** Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunktes: Ähnlich Beispiel 1, jedoch mit einer Start- und Endfrequenz von 0 Hz. Ohne einen Frequenzwert wird kein Sinusanteil (AC) erzeugt und ist es wirkt nur die Einstellung der DC-Werte. Erzeugt wird eine Rampe mit horizontalem Verlauf.
	**Beispiel 6:** Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunktes: Ähnlich Beispiel 3, jedoch mit einer Start- und Endfrequenz von 0 Hz. Ohne einen Frequenzwert wird kein Sinusanteil (AC) erzeugt und es wirkt nur die Einstellung der DC-Werte. Diese sind hier bei Start 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.

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

Bildliche Darstellungen:	Anwendungen und Resultate:
	**Beispiel 7** Betrachtung 2er Abläufe 1 Sequenzpunktes: Ein Sequenzpunkt, konfiguriert wie in Beispiel 3, läuft ab. Da die Einstellungen vorgeben, daß der End-Offset (DC) größer ist als der Start-Offset, springt der Anfangswert des zweiten Ablaufs auf denselben Anfangswert zurück wie beim ersten Ablauf, 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.

Bildliche Darstellungen:	Anwendungen und Resultate:
	**Beispiel 8** Betrachtung 1 Ablaufs von 2 Sequenzpunkten: Zwei Sequenzen 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) der zweiten Sequenz nicht gleich der End-Amplitude (AC) der ersten Sequenz sein oder die erste Sequenz müßte mit der positiven Halbwelle enden sowie die zweite Sequenz mit der negativen beginnen, wie links gezeigt.
	**Beispiel 9** Betrachtung 1 Ablaufs von 4 Sequenzpunkten: Punkt 1: 1/4 Sinuswelle (Winkel = 270°) Punkt 2: Drei Sinuswellen (Verhältnis Frequenz zu Sequenzpunktzeit 1:3) Punkt 3: Horizontale Rampe (f = 0) Punkt 4: Abfallende Rampe (f = 0)

3.10.10.1 Laden und Speichern von Arbiträr-Funktionen

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

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

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

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

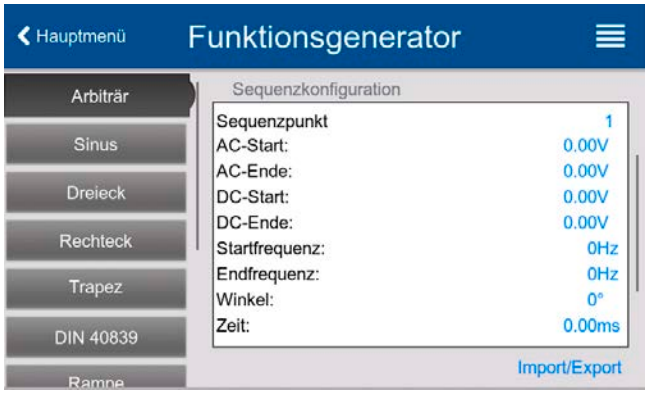
Spalte	Entspricht HMI-Parameter	Wertebereich
A	AC-Start	Siehe Tabelle in *«3.10.10 Arbiträr-Funktion»*
B	AC-Ende	Siehe Tabelle in *«3.10.10 Arbiträr-Funktion»*
C	Startfrequenz	0...10000 Hz
D	Endfrequenz	0...10000 Hz
E	Winkel	0...359°
F	DC-Start	Siehe Tabelle in *«3.10.10 Arbiträr-Funktion»*
G	DC-Ende	Siehe Tabelle in *«3.10.10 Arbiträr-Funktion»*
H	Zeit	100...36.000.000.000 (36 Mrd. µs)

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 PSI 10500-180 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 Sequenzpunkttabelle von einem USB-Stick:



1. Stecken Sie den USB-Stick noch nicht ein bzw. ziehen Sie ihn zunächst heraus.
2. Bei ausgeschaltetem DC-Ausgang öffnen Sie das Menü des Funktionsgenerators aus der Hauptanzeige heraus mit Funk-Gen und wählen Sie Gruppe **Arbiträr**. Es erscheint die Anzeige wie rechts abgebildet.
3. Wischen Sie herunter bis zu **Sequenzkonfiguration** und tippen Sie auf **Import/Export**, dann auf **Laden** und folgen Sie den Anweisungen. Sofern für den aktuellen Vorgang mindestens eine gültige Datei gefunden wurde, wird eine Liste zur Auswahl angezeigt, aus der die zu ladende Datei 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.

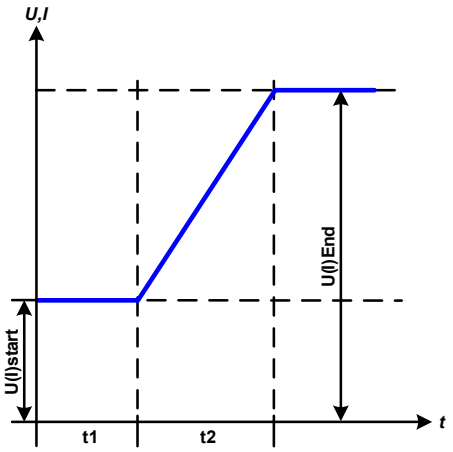
► So speichern Sie die Sequenzpunkttabelle vom Gerät auf einen USB-Stick:

1. Stecken Sie den USB-Stick noch nicht ein bzw. ziehen Sie ihn zunächst heraus.
2. Öffnen Sie das Funktionsauswahlmenü des Funktionsgenerators aus der Hauptanzeige heraus mit Funk-Gen und wählen Sie Gruppe **Arbiträr**.
3. Wischen Sie herunter bis zu **Sequenzkonfiguration** und tippen Sie auf **Import/Export**, dann auf **Sichern**. Sie werden aufgefordert, den USB-Stick einzustecken. Das Gerät sucht daraufhin nach dem Ordner HMI_FILES auf dem Speicherstick und nach eventuell schon vorhandenen WAVE_U- bzw. WAVE_I-Dateien und listet gefundene auf. Soll eine vorhandene Datei mit den zu speichernden Daten überschrieben werden, wählen Sie diese aus, ansonsten wählen Sie keine aus. Es wird dann eine erzeugt.
4. Speichern, egal ob neu oder überschreibend, erfolgt dann mit .

3.10.11 Rampen-Funktion

Folgende Parameter können für die Rampen-Funktion konfiguriert werden:

Parameter	Einstellbereich	Erläuterung
Start / Ende	0...Nennwert von U, I	Start- und Endwert der Rampe
Zeit t1	0,1 ms...36.000.000 ms	Zeit vor der ansteigenden bzw. abfallenden Flanke der Rampe
Zeit t2	0,1 ms...36.000.000 ms	Anstiegs-/Abfallzeit der Rampe

Bildliche Darstellung:	Anwendung und Resultat:
	Diese Funktion generiert eine ansteigende oder abfallende Rampe zwischen Startwert und Endwert über die Zeit t2. Die andere Zeit t1 dient zur Festlegung einer Verzögerung, bevor die Rampe startet. Die Funktion läuft einmal ab und bleibt dann am Endwert stehen. Um eine sich wiederholende Rampe zu erreichen, müßte die Trapezfunktion benutzt werden (siehe *3.10.8*). Wichtig ist hier noch die Betrachtung des statischen Sollwertes von I bzw. U, der den Startwert vor der Erzeugung der Rampe definiert. Es wird empfohlen, den statischen Wert gleich dem Wert **Start** einzustellen, es sei denn die Last soll vor dem Beginn der Rampenzeit Zeit (t1) noch nicht mit Spannung bzw. Strom versorgt werden. Hier müßte man dann den statischen Wert auf 0 einstellen.

3.10.12 IU-Tabellenfunktion (XY-Tabelle)

Die IU-Funktion bietet dem Anwender die Möglichkeit, in Abhängigkeit von der DC-Ausgangsspannung einen bestimmten DC-Strom zu setzen. Dazu muß eine Tabelle geladen werden, die genau 4096 Werte enthält, welche sich auf den gemessenen Ausgangsstrom oder die gemessene Ausgangsspannung im Bereich 0...125% Nennwert aufteilen, wenngleich durch die obere Grenze von 102% Stromnennwert nur ca. 3342 Werte aus der Tabelle effektiv werden können.

Die XY-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:

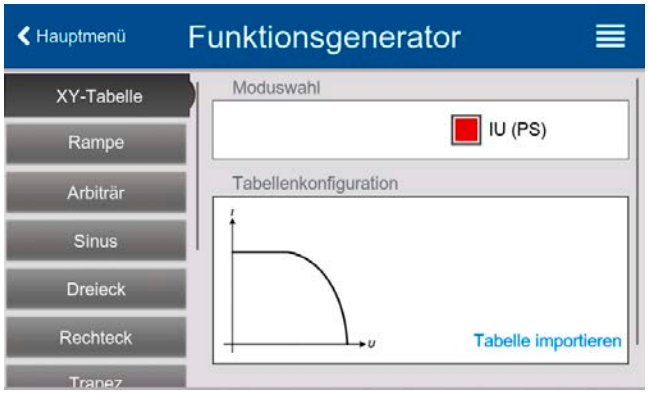
IU-Funktion: I = f(U) -> das Gerät arbeitet im CC-Modus mit einer Last, die im CV-Modus arbeitet

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

3.10.12.1 Laden von IU-Tabellen über USB

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



- Der Dateiname startet immer mit IU (Groß-/Kleinschreibung egal)
- Die Datei muß eine Textdatei vom Typ CSV sein und darf nur eine Spalte mit genau 4096 realen Werten (ohne Lücken) enthalten
- Keiner der 4096 Werte darf den Nennwert überschreiten, also wenn es z. B. ein 420 A-Modell ist und es wird eine IU-Tabelle geladen, darf darin kein Wert größer als 420 sein (Einstellgrenzen gelten hier nicht)
- Werte mit Nachkommastellen müssen ein Dezimaltrennzeichen haben, das der Auswahl **Trennzeichen-Format** im Menü **USB-Logging** 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 U-Tabellen enthalten, aus denen eine ausgewählt werden kann.

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

1. Bei ausgeschaltetem DC-Ausgang öffnen Sie das Funktionsauswahlmenü aus der Hauptanzeige heraus durch Tippen auf

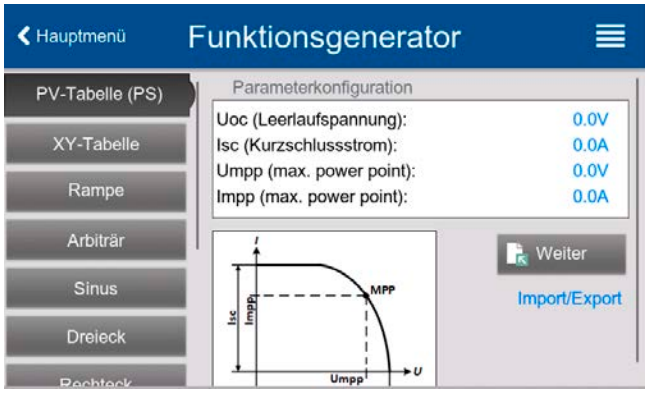
und wählen Sie Gruppe **XY-Tabelle**.
2. Stecken Sie den USB-Stick ein, falls noch nicht geschehen, dann betätigen Sie **Tabelle importieren** und sobald die Auswahl erscheint, wählen Sie eine der gelisteten Dateien und laden Sie sie mit . Falls die Datei nicht akzeptiert wird, entspricht sie nicht den Anforderungen. Dann korrigieren und wiederholen.
3. Im nächsten Fenster, das Sie mit

erreichen, können Sie noch die globalen Sollwerte anpassen.
4. Laden Sie die Funktion mit

, um Sie danach zu starten und zu bedienen wie gewohnt. Siehe dazu auch *«3.10.4.1 Auswahl und Steuerung einer Funktion»).*

3.10.13 Einfache PV-Funktion (Photovoltaik)

3.10.13.1 Einleitung



Diese Funktion nutzt den internen XY-Generator, um mit einer aus vier Einstellwerten berechneten IU-Tabelle das Netzgerät dazu zu bringen, ein Solarpanel mit bestimmten Eigenschaften zu simulieren. Dem sind natürliche Grenzen gesetzt. Das bedeutet, nicht jede Eigenschaft des Panels kann nachgebildet werden, wie z. B. die weiche Kennlinie.

Während die Funktion läuft, kann ein Wert **Einstrahlung** variiert werden, um verschiedene Lichtverhältnisse zu simulieren.

Die wichtigsten Charakteristiken einer Solarzelle sind:

- der Kurzschlußstrom (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 5% unter I_{SC}. Falls keine genauen Werte vorhanden sind, können U_{MPP} und I_{MPP} dementsprechend 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}.

3.10.13.2 Sicherheitshinweise

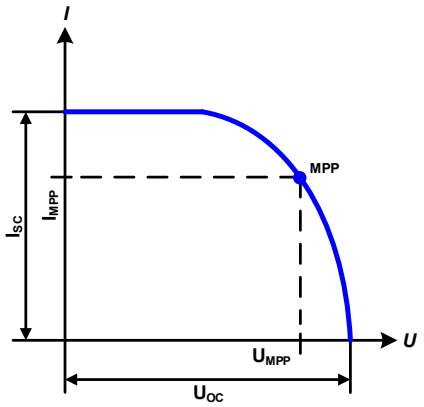
⚠	Aufgrund von unterschiedlich hohen Kapazitäten am DC-Ausgang der Modelle dieser Netzgeräteserie kann der Betrieb mit manchen Solarwechselrichtern vielleicht nicht funktionieren. Prüfen Sie dazu die technischen Daten des Wechselrichters und kontaktieren Sie ggf. dessen Hersteller.

3.10.13.3 Anwendung

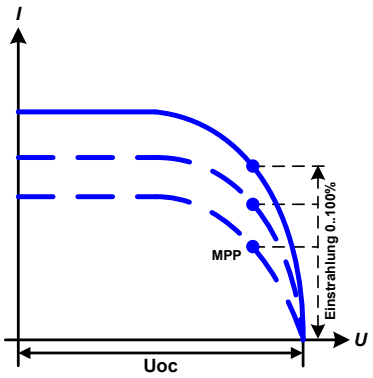
Der MPP (maximum power point) wird in der PV-Funktion, die auf einem XY-Generator mit IU-Charakteristik beruht, durch die beiden Einstellwerte **Umpp** und **Impp** definiert (siehe bildliche Darstellung unten), die man aus dem Datenblatt des zu simulierenden Solarpanels entnehmen kann und hier angeben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

Folgende Parameter können für die PV-Funktion konfiguriert werden:

Parameter	Einstellbereich	Erläuterung
Uoc	**Umpp**...Nennwert U	Leerlaufspannung (open circuit voltage)
Isc	**Impp**...Nennwert I	Kurzschlußstrom (short-circuit current)
Umpp	0 V...Uoc	DC-Ausgangsspannung im MPP
Impp	0 A...Isc	DC-Ausgangsstrom im MPP

Bildliche Darstellung:	Anwendung und Resultat:
	Stellen Sie die vier Parameter auf gewünschte Werte ein. Ob die IU-Kurve bzw. die Leistungskurve des Panels sinnvoll resultieren, kann z. B. mit EA Power Control (nur bei freigeschalteter Funktionsgenerator-App) überprüft werden, indem man die gleichenParameter dort eingibt und sich die berechnete Kurve anzeigen läßt. 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 **Einstrahlung** (siehe Bild weiter unten) zwischen 0% und 100% in 1%-Schritten eingestellt werden, der die Lichtsituation in der Umgebung 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 **Einstrahlung** ist dabei ein Faktor für I_{MPP}. Die Kurve an sich wird dabei nicht verändert oder neu berechnet.



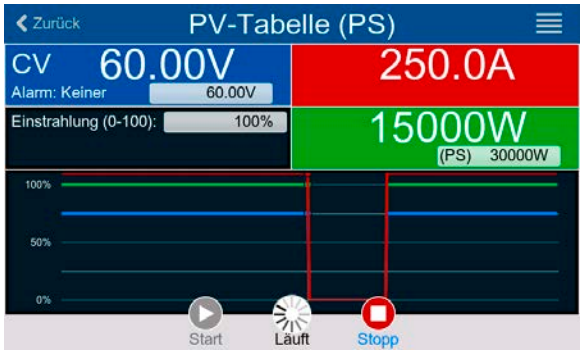
► So konfigurieren Sie die PV-Tabelle

1. Im Funktionsgenerator-Auswahlmenü wischen Sie die Auswahl links hoch bis **PV-Tabelle** erscheint und tippen dieses an.
2. Stellen Sie die vier Parameter gemäß den zu simulierenden Daten ein.
3. Legen Sie unbedingt noch die globalen Grenzwerte für Spannung und Strom im Bildschirm fest, den Sie mit erreichen. Die Spannung (U) sollte mindestens so hoch wie U_{oc} eingestellt sein.
4. Nachdem Sie die Werte für das zu generierende Signal eingestellt haben tippen Sie auf Weiter, um die Funktion zu laden.

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

Man kann nach der Berechnung und Laden der Funktion auch wieder auf die PV-Konfigurationsseite zurückgehen und die berechnete Tabelle mit **Import/Export** auf USB-Stick speichern. Ein in der daraufhin erscheinenden Abfrage befindliches Bedienfeld ist nun nicht mehr gesperrt. Die so gespeicherte PV-Tabelle kann z. B. zu Zwecken der Analyse oder Visualisierung in Excel o. ä. verwendet werden.

► So arbeiten Sie mit der PV-Tabellenfunktion

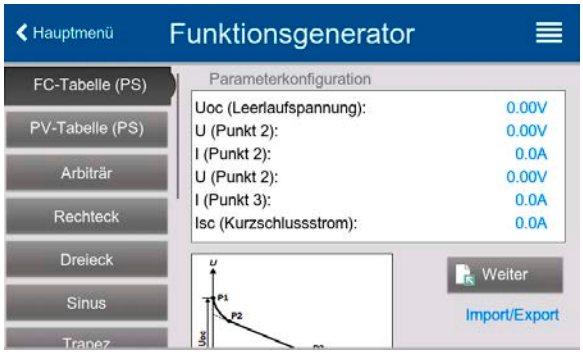


1. Mit angeschlossenem Verbraucher, z. B. einem Solar-Wechselrichter, starten Sie die Funktion, indem der DC-Ausgang eingeschaltet wird.
2. Verändern Sie den Wert **Einstrahlung** mit einem der beiden Drehknopf oder per Direkteingabe zwischen 100% (Standardwert) und 0%, um verschiedene Lichtverhältnisse zu simulieren. Die Istwerte auf dem Bildschirm zeigen an, wo sich der Arbeitspunkt befindet.
3. Stoppen Sie jederzeit mit dem Stopp-Bedienfeld oder durch Ausschalten des DC-Ausgangs.

3.10.14 FC-Tabellenfunktion (Brennstoffzelle)

3.10.14.1 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. Diese bilden sich aus drei Spannungs- und drei Stromwerten. Daraus wird die Kennlinie berechnet.

Generell gelten folgende Regeln während der Eingabe:

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

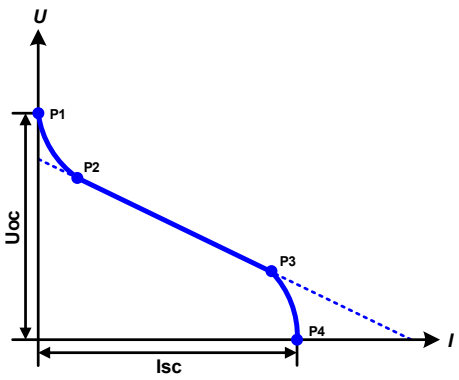
Das bedeutet, daß die Spannung von Uoc bis U_{Punkt4} abnehmen und der Strom hingegen ansteigen muß. Sollten die genannten Regeln nicht eingehalten werden, erscheint eine Fehlermeldung und die eingegebenen Werte werden auf 0 zurückgesetzt.

3.10.14.2 Anwendung

Folgende Parameter können für die FC-Tabellenfunktion konfiguriert werden:

Parameter	Einstellbereich	Erläuterung
Punkt 1: Uoc	0 V...U_{Nenn}	Leerlaufspannung (open circuit voltage)
Punkte 2+3: U	0 V...U_{Nenn}	Spannung und Strom der beiden Punkte P2 und P3 im U-I-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}	DC-Ausgangsstrom bei Kurzschluß
U	0 V...U_{Nenn}	Globale Spannungsgrenze, sollte ≥Uoc sein
P	0 W...P_{Nenn}	Globales Leistungslimit, darf nicht 0 sein, damit die Funktion ablaufen kann

Durch die frei einstellbaren Parameter kann es vorkommen, daß die Kurve nicht korrekt berechnet werden kann. Das würde durch eine Fehlermeldung angezeigt. In dem Fall wären die eingegebenen Parameter zu prüfen und zu korrigieren.

Bildliche Darstellung:	Anwendung und Resultat:
	Nach Eingabe der Parameter der vier Stützpunkte P1 bis P4, wobei P1 bei Uoc und 0 A sowie P4 bei Isc und 0 V definiert sind, berechnet das Gerät eine Kurve, die an den XY-Generator übergeben wird. In Abhängigkeit von der Belastung des Netzgerätes mit einem Strom zwischen 0 A und Isc erzeugt das Gerät eine veränderliche Ausgangsspannung, deren Verlauf zwischen 0 V und Uoc in etwa der links abgebildeten Kurve entspricht. Die Steigung zwischen P2 und P3 ist abhängig von den eingegebenen Werten und kann beliebig variiert werden, solange P3 spannungsmäßig unterhalb und strommäßig oberhalb P2 liegt.

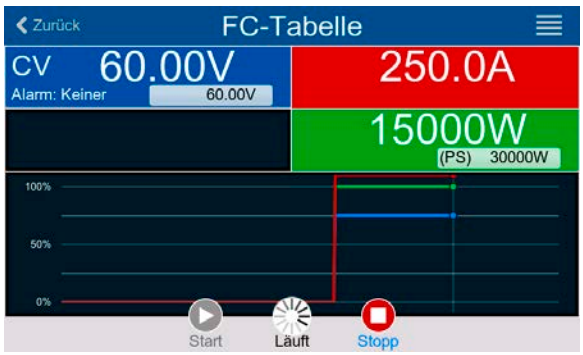
► So konfigurieren Sie die FC-Tabelle

1. Im Funktionsgenerator-Auswahlmenü tippen Sie auf **FC-Tabelle**.
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 in nächsten Bildschirm fest, den Sie durch Berühren von Weiter erreichen.
4. Nachdem Sie die Werte eingestellt haben, tippen Sie auf Weiter.

Man kann nach der Berechnung und Laden der Funktion auch wieder auf die FC-Konfigurationsseite zurückgehen und die berechnete Tabelle auf USB-Stick speichern über **Import/Export**. Ein in der daraufhin erscheinenden Abfrage befindliches Bedienfeld ist nun nicht mehr gesperrt. Die so gespeicherte FC-Tabelle kann z. B. zu Zwecken der Analyse oder Visualisierung in Excel o.ä. verwendet werden.

► So arbeiten Sie mit der FC-Tabellenfunktion

1. Mit angeschlossenem Verbraucher, z. B. einem DC-DC-Wandler als typische Last für eine Brennstoffzelle, starten Sie die Funktion indem der DC-Ausgang eingeschaltet wird.
2. Die Ausgangsspannung stellt sich in Abhängigkeit vom Ausgangsstrom ein, der durch die angelegte Last definiert wird, und nimmt mit steigendem Strom ab. Ohne Last geht die Spannung auf den Wert Uoc.
3. Stoppen Sie jederzeit mit dem Stopp-Bedienfeld oder durch Ausschalten des DC-Ausgangs.



3.10.15 Erweiterte PV-Funktion nach DIN EN 50530

3.10.15.1 Einleitung

Die manuell bedien- sowie fernsteuerbare, erweiterte PV-Tabellenfunktion nach DIN EN 50530 basiert ebenso auf dem XY-Generator wie die einfache PV-Funktion aus *3.10.13.* 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.

3.10.15.2 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

3.10.15.3 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

3.10.15.4 Simulationsmodus

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

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.
E/T	Steuerbare Simulation. Zur Laufzeit sind die Bestrahlungsstärke (E, in W/m²) und die Ober-flächentemperatur (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.
TAG U/I	Automatisch ablaufende Simulation. Ein Tagesverlauf aus bis zu 100.000 Stützpunkten, bestehend aus Vorgaben für U_{MPP} , I_{MPP} und Zeit.
TAG E/T	Automatisch ablaufende Simulation. Ein Tagesverlauf aus bis zu 100.000 Stützpunkten, bestehend aus Vorgaben für Bestrahlungsstärke, Temperatur und Zeit.

3.10.15.5 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 = **Einstrahlung** (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

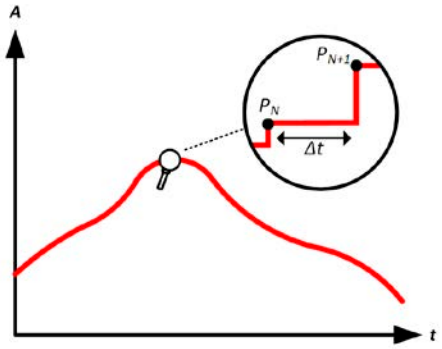
> ! *Die Darstellung der gebrochenen Zahlen hinsichtlich des Dezimaltrennzeichens ist abhängig von der Software, mit welcher die Tabelle erstellt wird und muß zu der Einstellung „USB Trennzeichen-Format" in den allgemeinen Einstellungen des Gerätes passen, ansonsten würde das Laden der Datei abgelehnt.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

3.10.15.6 Interpolation

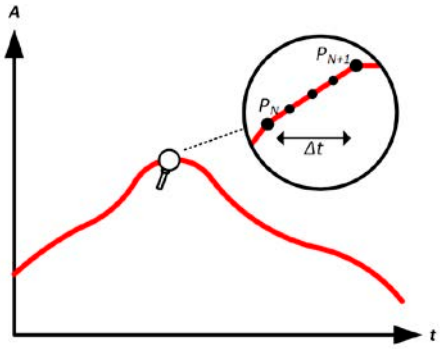
Die Interpolation oder Berechnung von Zwischenwerten ist eine aktivierbare Option für die Simulationsmodi **TAG U/I** und **TAG E/T**. Die Berechnung wirkt immer auf den zeitlichen Abstand von zwei aufeinanderfolgenden Stützpunkten der Tagesverlaufkurve. Die Verweildauer jedes Stützpunktes ist definierbar 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.

3.10.15.7 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 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

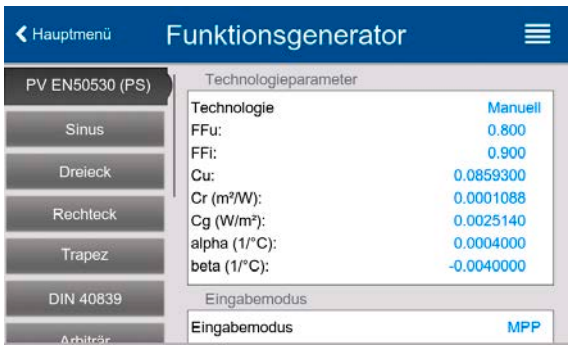
Iactual = Istwert der Strom am DC-Ausgang

Pactual = Istwert der Leistung am DC-Ausgang

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

Ob die Werte mit oder ohne phys. Einheit aufgezeichnet werden sollen, kann über den globalen Parameter „Logging mit Einheit (V, A, W)“ in den allgemeinen Einstellungen im MENU gewählt werden, sowie über Parameter „USB Trennzeichen-Format“ auch das Trennzeichen- und Dezimalzeichenformat der CSV-Datei.

3.10.15.8 Schrittweise Konfiguration



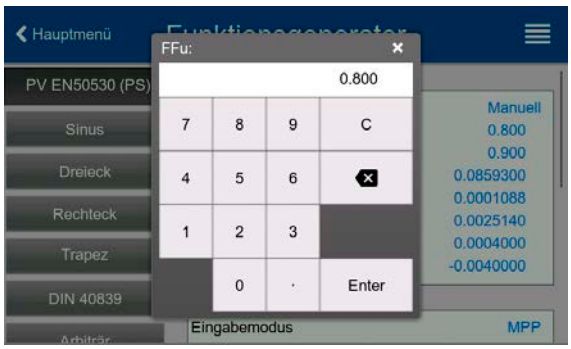
Startpunkt

Im Menü **Funktionsgenerator** finden Sie die PV-Funktionen. Wählen Sie hier Gruppe **PV EN50530**.

Schritt 1: Wahl der Technologie

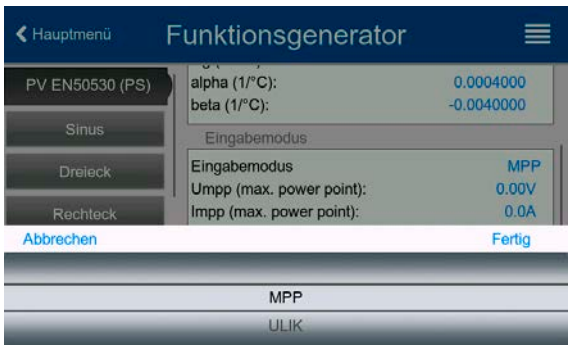
Die erweiterte PV-Funktion erzwingt die Auswahl einer zu simulierenden Panel-Technologie. Falls **cSI** oder **Dünnschicht** nicht passen bzw. Sie sich nicht sicher sind, wählen Sie **Manuell**.

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



Schritt 1-1: Technologieparameter setzen

Bei gewählter 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 *3.10.15.3*. Bei Wahl einer anderen Technologie werden die vordefinierten Parameterwerte angezeigt und auch gesetzt, sind aber dann nicht veränderlich. Es wird empfohlen, die Werte sorgfältig zu wählen, weil die daraus berechnete Kurve u. U. nicht wie erwartet funktionieren könnte.



Schritt 2: Eingabemodus und Grundparameter des Solarmoduls

Die Wahl des Eingabemodus zwischen **MPP** (U_{MPP} und I_{MPP} sind einstellbar) und **ULIK** (U_{OC} und I_{SC} sind einstellbar) entscheidet, welche zwei Parameter vorgegeben werden müssen. Die jeweils anderen beiden werden durch Faktoren errechnet.

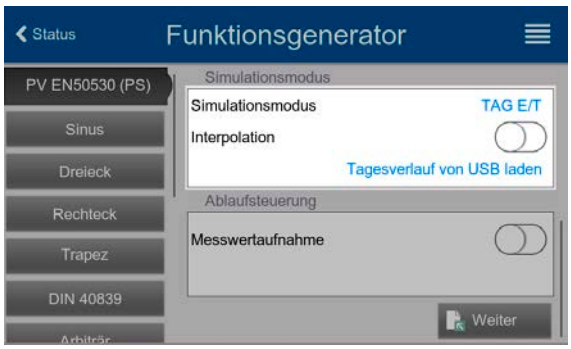
U_{OC} und **I_{SC}** sind Grenzwerte die üblicherweise aus den technischen Daten des zu simulierenden Solarmoduls entnommen werden. Je zwei Parameter stehen über die Füllfaktoren im Zusammenhang:

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

Schritt 3: Simulationsmodus wählen

Für eine Beschreibung der verfügbaren Modi siehe *3.10.15.4*.

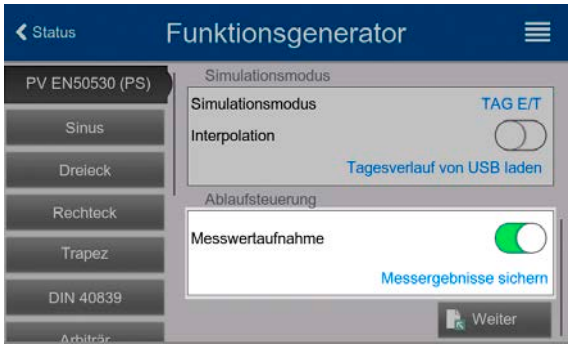
Bei Wahl **E/T** oder **U/I** geht es weiter zu **Schritt 4**, bei einem Tagestrend-Modus ist ein Zwischenschritt nötig.



Schritt 3-1: Tagesverlauf-Daten laden

Bei gewähltem Simulationsmodus **TAG ET** oder **TAG UI** müssen über das Bedienfeld **Tagesverlauf von USB laden** (siehe Bild links) von einem USB-Stick und aus einer CSV-Datei mit bestimmter Benamung (siehe *1.9.6.5*) und bestimmten Format (siehe *3.10.15.5*) Tagesverlauf-Stützpunkte (1-100.000) in das Gerät geladen werden.

Außerdem kann wahlweise die Interpolation (siehe *3.10.15.6*) aktiviert werden.



Schritt 4: Rest

Hier kann als vorletztes noch 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 *3.10.15.7.*

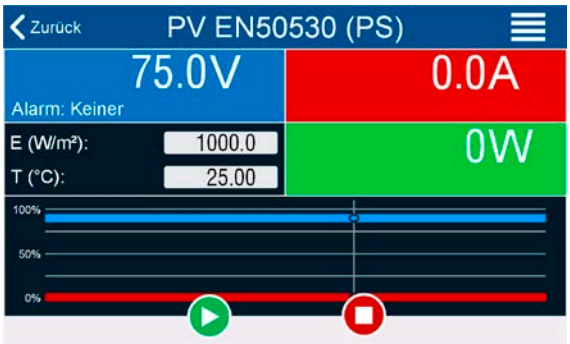
Gehen Sie danach mit Weiter in den nächsten Bildschirm, wo globale Grenzwerte für Spannung und Strom angepaßt werden können. Die bereits gesetzten Werte sind schon passend für die Simulation.

Die Konfiguration wird mit Bedienfeld Weiter abgeschlossen. Der Funktionsgenerator wechselt dann in den Steuerungsmodus.

3.10.15.9 Steuerung der Simulation

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

Gemäß des gewählten Simulationsmodus' sind im schwarz hinterlegten Feld zwei Simulationsparameter **per Direkteingabe** veränderlich. Dies geht **nicht per Drehknopf**, weil das Gerät sonst für jeden Schritt des Drehknopfes die PV-Kurve neu berechnen müßte. Das Beispielbild rechts zeigt den Bildschirm für Simulationsmodus **E/T**.



Bei einem der beiden Tagesverlauf-Modi würden hingegen keine einstellbaren Parameter angezeigt, da diese Modi 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.

3.10.15.10 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

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.

3.10.15.11 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.

3.10.15.12 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.

3.10.16 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 bzw. nur bedingt über die analoge Schnittstelle fernbedienbar; der einzige effektive Einfluß kann vom Pin REM-SB kommen, wenn dieser den DC-Ausgang aus- oder einschaltet, wodurch die Funktion dann auch stoppt oder neu startet.
- Der Funktionsgenerator ist nicht verfügbar, solange der sog. Widerstands-Betrieb (R-Modus) aktiviert ist

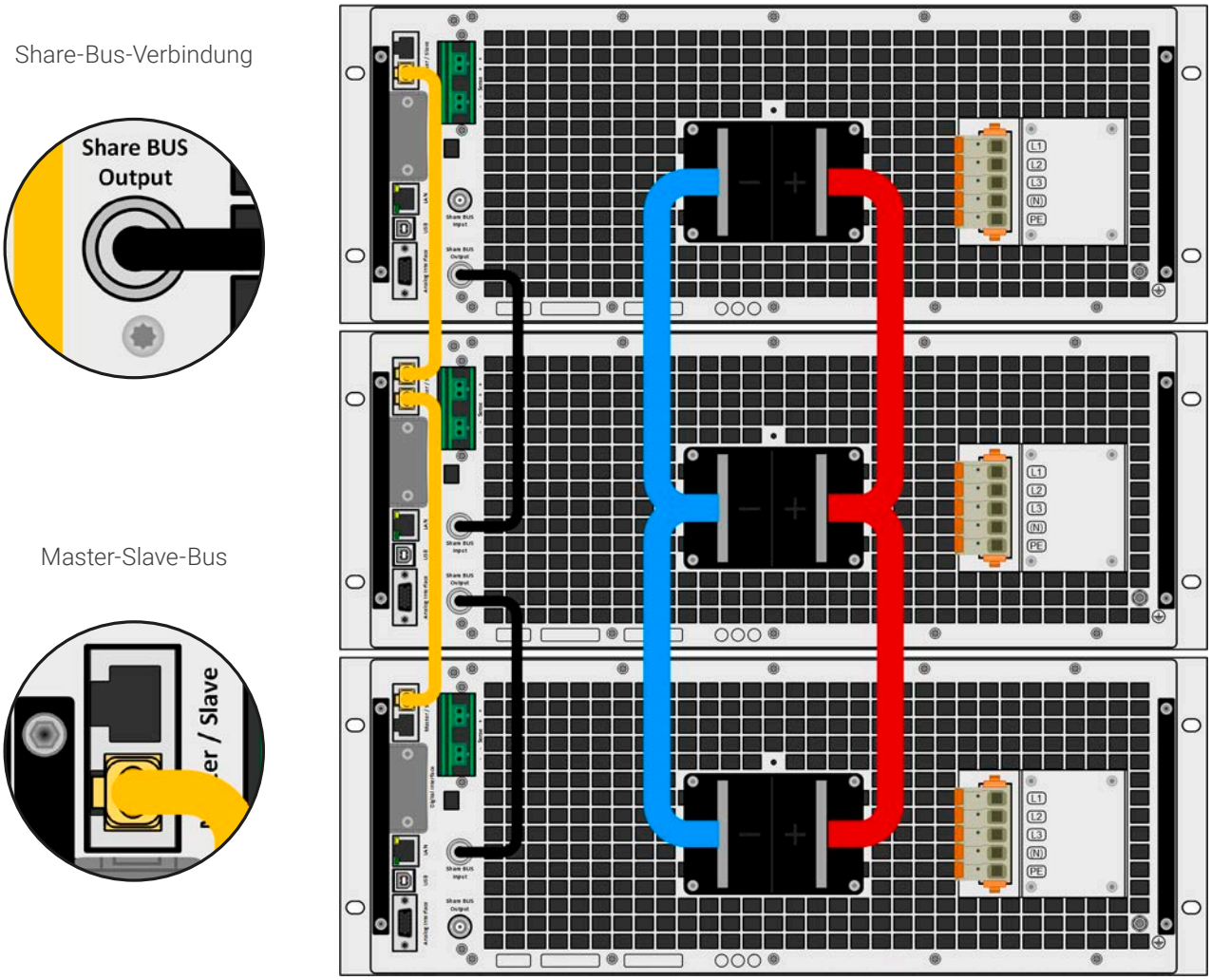
3.11 Weitere Anwendungen

3.11.1 Parallelschaltung als Master-Slave (MS)

Mehrere Geräte gleicher Art können zu einer Parallelschaltung verbunden werden, um eine höhere Gesamtleistung zu erzielen. Für die Parallelschaltung werden üblicherweise alle Einheiten an ihren DC-Ausgängen, dem Share-Bus und dem 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-Ausgang 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:



3.11.1.1 Einschränkungen

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

- Das MS-System reagiert auf Alarmsituationen zum Teil anders (siehe unten bei *3.11.1.8*)
- 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 unterstützt, ist aber beschränkt auf die Serien PS 10000, deren Modelle als kostengünstigere Slave-Einheiten dienen können

3.11.1.2 Verkabelung der DC-Ausgänge

Der DC-Ausgang jedes beteiligten Gerätes wird mit dem des nächsten Gerätes polrichtig verbunden usw. Dabei sind möglichst kurze Kabel oder Kupferschienen mit ausreichendem Querschnitt (=niederinduktiv) zu benutzen. Der Querschnitt richtet sich nach dem Gesamtstrom der Parallelschaltung. Das gilt genauso bei Verwendung von mehreren Geräteblöcken, also z. B. einem Block aus Netzgeräten und einem aus elektronischen Lasten, wenn diese später mal zu einem Zwei-Quadranten-Betrieb zusammengeschaltet werden sollen. Die Blöcke sollten dann möglichst dicht bei einander stehen.

3.11.1.3 Verkabelung des Share-Bus‘

Der Share-Bus wird über handelsübliche BNC-Leitungen (koaxiales Kabel, Typ 50 Ω) mit z. B. 0,5 m Länge von Gerät zu Gerät verbunden. Die beiden Anschlüsse sind durchverbunden und stellen keinen dedizierten Eingang und Ausgang dar. Die Beschriftung dient lediglich der Orientierung.

Es dürfen max. 64 Geräte über den Share-Bus verbunden werden.

3.11.1.4 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 (empfohlen) oder per Fernsteuerung konfiguriert werden. Folgendes ist dabei gegeben:

- Maximal 64 Geräte können über den Bus zusammengeschaltet werden: 1 Master, bis zu 63 Slaves
- Nur Verbindung zu Geräten gleicher Art, also Netzgerät zu Netzgerät; unterschiedliche Leistungsklassen sind zulässig und unterstützt, z. B. ein 15 kW 3U mit einem 30 kW 4U um auf 45 kW zu kommen, setzt aber auf allen Geräten die Mindestfirmwareversion KE/HMI 3.02 voraus
- Eine Verknüpfung von unterschiedlichen Serien innerhalb eines MS-Systems ist bedingt möglich. Es gilt:
  - Es können Modelle der PS 10000 Serien als Slave in Verbindung mit Modellen der PSI 10000 Serie als Master verwendet werden, umgekehrt nicht
- Geräte an den Enden des Busses sollten bei Bedarf terminiert werden (siehe unten)

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

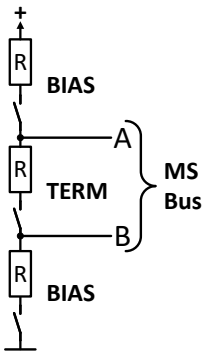
Für den späteren Betrieb des MS-Systems gilt dann:

- 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. fünf Einheiten mit je 30 kW Leistung zu einem 150 kW-System zusammengeschaltet werden, kann am Master 0...150 kW als Leistungssollwert eingestellt werden (manuell oder bei Fernsteuerung)
- Die Slaves sind nicht bedienbar, solange wie vom Master gesteuert
- Slaves, die nach noch nicht durch den Master initialisiert wurden, melden den Alarm **MSS** in der Anzeige. Derselbe Alarm wird bei Fehlern auf dem MS-Bus ausgegeben

► 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, welcher 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 des Busses müssen immer terminiert werden, der Master benötigt eine separate Einstellung, siehe die Tabelle unten.

   Die Terminierung erfolgt mittels elektronischer Schalter, die im Einstellungsmenü des Gerätes in Gruppe **Master-Slave** zugänglich sind. Das kann als Teil der Konfiguration der einzelnen Geräte und Wahl von Master- oder Slave-Modus erfolgen, sollte aber vorher schon erledigt werden, da beim Master durch Setzen des Modus‘ **Master** sofort eine Businitialisierung erfolgt. In der Menügruppe **Master-Slave** können die beiden BIAS-Widerstände (siehe Grafik rechts) und der Abschlußwiderstand je Gerät separat geschaltet werden.



   Übersichtsmatrix, was bei welchem Gerät am Bus zu setzen wäre:

Position des Gerätes	Terminierungseinstellung(en)
Master (am Ende des Buses)	BIAS + TERM
Master (mittig im Bus)	BIAS
Slave (am Ende des Buses)	TERM
Slave (mittig im Bus)	-

3.11.1.5 Gemischte Systeme

Unter gemischten Systemen wird hier folgendes verstanden:

- Unterschiedliche Leistungsklassen, wie z. B. 5 kW, 15 kW und 30 kW in einem Verbund (erfordert mind. Firmware KE 3.02)
- Unterschiedliche Serien wie, hier konkret, PS 10000 mit PSI 10000 im Verbund (erfordert mind. Firmware KE 3.02)

Die Kombinationen beider Mischsysteme ist zulässig und unterstützt. Die Verwendung eines „PS" als Slave für ein „PSI"-Master war früher nicht möglich, weil ein PS keinen Widerstandsmodus hatte, ein PSI schon. Heutzutage wird das umgangen, indem ein PS auch ganz normal den Widerstandsmodus nutzen kann. Andersherum kann ein PS nicht Master eines PSI sein.

Empfehlung: wenn man Geräte mit unterschiedlicher Ausstattung im Master-Slave-Verbund nutzen möchte, macht es Sinn, immer eins mit der höchstens Ausstattung als Master zu verwenden.

Bei der Kombination unterschiedlicher Leistungsklassen ist noch zu beachten daß, je nach dem welches Gerät der Master ist, die sich ergebende Gesamtleistung, wie am Master nach der Initialisierung des Busses angezeigt, geringer als erwartet sein kann. In so einem Fall gilt, daß möglichst immer eins von den Geräten mit der höchsten Nennleistung als Master definiert werden sollte.

Beispiel: ein 3 kW-Modell als Master eines 30 kW-Modells ergibt bei Firmware KE 3.02 nur 28 kW Systemleistung, also weniger als ein Einzelgerät. Wechselt man auf das 30 kW als Master ergeben sich 33 kW Gesamtleistung.

3.11.1.6 Konfiguration des Master-Slave-Betriebs

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. Bei ausgeschaltetem DC-Ausgang tippen Sie in der Hauptanzeige auf

und wischen dann in der Gruppenauswahl links hoch bis Gruppe **Master-Slave** erscheint. Antippen.
2. Durch Tippen auf die Einstellung **Modus** rechts erscheint eine Auswahl. Durch Wahl von **Slave**, sofern nicht bereits gesetzt, aktivieren Sie den Master-Slave-Modus und legen gleichzeitig das Gerät als Slave-Gerät fest. Zusätzlich kann hier noch die Terminierung erfolgen, sofern für das gerade konfigurierte Gerät nötig.
3. 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. Bei ausgeschaltetem DC-Ausgang tippen Sie in der Hauptanzeige auf

und rollen dann in der Auswahl links runter bis zu **Master-Slave**.
2. Durch Tippen auf die Einstellung **Modus** rechts erscheint eine Auswahl. Durch Wahl von **Master**, sofern nicht bereits gesetzt, aktivieren Sie den Master-Slave-Modus und legen gleichzeitig das Gerät als Master-Gerät fest und aktiviert die Terminierung durch die BIAS-Widerstände, wie für den Master erforderlich.

► Schritt 3: Master initialisieren

Durch den Wechsel auf Modus **Master** wird sofort eine Initialisierung des MS-Systems gestartet und das Ergebnis im selben Fenster angezeigt. Sollte die Initialisierung nicht erfolgreich sein, was sich an der Anzahl der Slaves bzw. an der Gesamtleistung erkennen läßt, kann man die Initialisierung hier auch wiederholen:

Initialization state	Initialisiert
Anzahl der Slaves:	1
Systemspannung	80.00V
Systemstrom	2000.0A
Systemleistung	60.00kW
Systemwiderstand	5.0000Ω
	System Initialisieren

Betätigung von **System 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 der Master-Slave-Modus aktiviert ist, nach dem Netzeinschalten des Mastergerätes jedesmal automatisch ausgeführt. Die Initialisierung kann über das Menü „Einstellungen" des Mastergerätes, in Gruppe „Master-Slave" jederzeit wiederholt werden.

3.11.1.7 Bedienung des Master-Slave-Systems

Nach erfolgreicher Initialisierung des Masters und aller Slaves zeigen diese ihren Status in der Anzeige an. Der Master zeigt „**MS-Modus: Master**“ im Statusfeld, die Slaves entsprechend „**MS-Modus: Slave**“, sowie „**Fern: Master-Slave**“, so lange wie sie vom Master ferngesteuert werden.

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

Nach der Initialisierung und Rückkehr aus dem Menü zeigt der Master nun die Ist- und Sollwerte des Gesamtsystems an. Je nach Anzahl der Geräte vervielfacht sich der Einstellbereich für Strom und Leistung, wogegen sich der Widerstandsbereich verkleinert. Es gilt dann:

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

Um alle diese Werte nach dem Verlassen des MS-Betriebs schnell wieder herstellen zu können, wird die Verwendung von Nutzerprofilen empfohlen (siehe «3.9 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-Ausgänge des Systems abschaltet und der Master diese nur nach einem Alarm PF oder OT automatisch wieder einschalten kann, was zudem abhängig von Einstellparametern ist, kann unter Umständen der Eingriff des Betreibers des Gerätes oder einer Fernsteuerungssoftware erforderlich werden.
- Verbindungsabbruch zu einem oder mehreren Slaves führt aus Sicherheitsgründen auch zur Abschaltung aller DC-Ausgänge 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 kann als eine Art Notfallabschaltung (kein Not-Aus!) dienen, die üblicherweise über einen Kontakt gesteuert zu allen beteiligten Geräten parallel verdrahtet wird.

3.11.1.8 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 würden. 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-Ausgangs des Masters und einem Pop-up in der Anzeige führt. Alle Slaves fallen zurück in den Einzelbetrieb und schalten auch ihren DC-Ausgang aus. Der MSS-Alarm kann gelöscht werden, indem der Master-Slave-Betrieb erneut initialisiert wird. Das kann direkt im Pop-up-Fenster des MSS-Alarms oder im Menü 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 vom Anwender explizit 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 der MS-Betrieb automatisch fortgeführt werden, wenn z. B. eine Software das Master-Gerät überwacht und steuert.
- Falls mehrere Master-Geräte oder gar keines definiert wurde, kann das Master-Slave-System nicht initialisiert werden.

In Situationen, wo ein oder mehrere Geräte einen Gerätealarm wie OVP o. ä. 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 selbst erfaßt werden, z. B. durch das Auslesen der Alarmhistorie über eine Software.
- 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-Systems noch gar nicht erreicht wurde. Das Gleiche gilt für OPP.

3.11.2 Reihenschaltung

Reihenschaltung zweier oder mehrerer Geräte ist grundsätzlich zulässig. Es sind aus Sicherheits- und Isolationsgründen jedoch folgende Dinge zu beachten:

- Beide Ausgangspole (DC- und DC+) sind über X-Kondensatoren an PE (Gehäuse) gekoppelt. Daher darf aus Isolationsgründen der DC-Ausgangspol von keinem Geräte in der Reihenschaltung auf ein höheres Potential gegenüber Erde (PE) als in den technischen Daten angegeben angehoben werden!
- Fernfühlung darf nicht verdrahtet werden!
- Reihenschaltung darf nur mit Geräten gleichen Typs, also z. B. Netzgerät mit Netzgerät und möglichst identischen Nennwerten, vor Allem aber gleichem Stromnennwert hergestellt werden

Die Reihenschaltung im Master-Slave-Modus wird nicht unterstützt. Das bedeutet, die Geräte müssen alle einzeln eingestellt und bedient werden. Dies geschieht entweder manuell oder per Fernsteuerung (digital bzw).

Gemäß der Begrenzung der Potentialverschiebung (siehe technische Daten, Punkt „Isolation") des DC-Ausgangs dürfen bestimmte Modelle gar nicht erst in Reihe geschaltet werden.

Die analogen Schnittstellen der Geräte in Reihenschaltung dürfen dabei zwecks gleichzeitiger Bedienung parallel verdrahtet werden, weil die analoge Schnittstelle galvanisch getrennt ist zum Gerät. Dabei darf wiederum die Masse (GND) der analogen Schnittstellen geerdet werden, wie das bei Ansteuerung über einen PC automatisch geschehen kann, sobald verbunden.

3.11.3 SEMI F47

SEMI F47, wobei das SEMI von semiconductor, dem englischen Wort für Halbleiter kommt, ist eine Spezifikation die es erfordert, daß das Gerät bei einer bestimmten Netzspannungsschwankung von max. 1,7 s Dauer und einer Unterspannung von max. -50% Nenn-AC-Spannung ohne Unterbrechung weiterarbeiten kann. Ab Firmware KE 3.02 und HMI 3.02 ist diese Funktionalität in allen 10000er Geräteserien implementiert, kann jedoch nicht durch ein Update installiert werden. Der nach SEMI F47 definierte Spannungseinbruch erfolgt in ansteigenden Stufen:

Stufe	Dauer bei 50 Hz	Dauer bei 60 Hz	Dauer
50%	10 Perioden	12 Perioden	0,2 s
70%	25 Perioden	30 Perioden	0,5 s
80%	50 Perioden	60 Perioden	1 s

3.11.3.1 Einschränkungen

- Die Funktionalität wird automatisch deaktiviert und gleichzeitig gesperrt, sollte das Gerät bei ohnehin niedriger Netzspannung starten, z. B. 208 V statt 400 V (L-L), wodurch es die geforderten 1,7 s nicht mehr überbrücken könnte. SEMI F47 funktioniert daher nicht im sog. Derating-Betrieb.
- Die Funktionalität bedingt zwecks Aufrechterhaltung der eingestellten Werte eine gewisse Maximalleistung, die geringer als die Nennleistung des Gerätes; es ist somit auch eine Art von Leistungsreduktion, die aber durch Ein-/Ausschalten von SEMI F47 mit aktiviert bzw. deaktiviert wird und nicht netzspannungsabhängig ist

3.11.3.2 Einstellmöglichkeiten

SEMI F47 kann manuell am HMI (siehe *3.4.3.1*) oder per Fernsteuerung über digitale Schnittstelle ein- oder ausgeschaltet werden, sofern nicht durch einen bestimmten Umstand blockiert.

3.11.3.3 Anwendung

SEMI F47 kann jederzeit aktiviert werden, sofern nicht durch die netzspannungsbedingte Leistungsreduzierung (siehe *3.2.3.1*) blockiert. Geschieht die Aktivierung irgendwann mitten im Betrieb, erscheint nach dem Verlassen des Menüs auf der Anzeige eine Meldung und die für SEMI F47 definierte Maximalleistung wird sofort übernommen, sowie die aktuell gesetzten Leistungssollwerte, sollten Sie höher sein als die neue Maximalleistung, entsprechend heruntergesetzt. Umgekehrt erfolgt die Anpassung der maximal einstellbaren Leistung ebenso, nur die Sollwerte bleiben in dieser Situation unverändert. Da die Einstellung für SEMI F47 über das Ausschalten des Gerätes hinaus gespeichert wird, kann das Gerät direkt im Modus SEMI F47 hochfahren und würde dann die o. g. Meldung einmal nach jedem Hochfahren anzeigen, was deaktiviert werden kann.

Tritt später Netzunterspannung auf, entscheidet deren Dauer oder momentaner AC-Spannungswert darüber, ob das Gerät ohne Ausschalten des DC-Ausgangs weiterarbeitet oder ob es den DC-Ausgang abschaltet und Alarm **PF** meldet. Ohne aktiviertes SEMI F47 kommt der **PF**-Alarm sofort, mit aktiviertem SEMI F47 frühestens nach 2 Sekunden. Ist die Netzunterspannung von einer geringeren Dauer und ausreichender Spannungshöhe erfolgt keine Reaktion des Gerätes. Das Auftreten wird dann auch nicht anderweitig registriert.

4. Instandhaltung & Wartung

4.1 Wartung / Reinigung

Die Geräte erfordern keine 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-Ausgangs wegen Überhitzung bzw. zu vorzeitigen Defekten.

Zwecks einer Wartung dieser Art kontaktieren Sie uns bitte.

4.1.1 Batterietausch

Das Gerät enthält eine Lithium-Knopfzelle vom Typ CR2032, die sich auf der sog. KE-Platine befindet, die hinten rechts im Gerät (von vorn betrachtet) an der Seitenwand befestigt ist. Die Batterie puffert die Echtzeituhr und ist für mindestens 5 Jahre Lebensdauer ausgelegt. Die Lebensdauer wird jedoch auch durch äußere Einflüsse wie Temperatur bestimmt und kann geringer sein. Sollte es nötig sein, die Batterie zu tauschen, so kann das unter Berücksichtigung von ESD-Schutzmaßnahmen durch eine geeignete Person vor Ort selbst vorgenommen werden. Dazu wäre die KE-Platine zu lösen und mit angesteckten Kabeln vorsichtig etwas heraus zu ziehen.

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) einzuschikken. 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

4.2.2 Vermeidung und Behandlung von Gerätefehlern

Fehlerfall	Mögliche Gefahr	Wahrscheinlichkeit	Sicherheitsmaßnahmen seitens des Anwenders	Restrisiko
Eine Spannung mit umgekehrter Polarität wurde am DC-Anschluß angelegt	Zerstörung der sekundären Leistungsstufe(n)	Gering	Bei allen Anwendungen, wo eine externe Quelle an das Gerät angeschlossen wird, besonders im Fall von Batterien, einen Warnhinweis am Gerät anbringen, daß besonders auf korrekte Polarität geachtet werden muß bzw. zusätzlich die DC-Leitung mit Sicherungen versehen, welche die Beschädigung mildern oder ganz verhindern könnten.	Gering

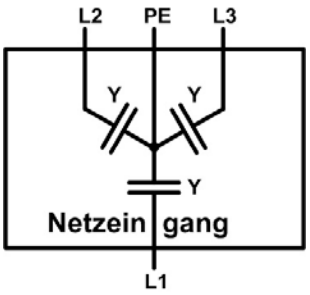
4.2.3 Ersatzableitstrommessung nach DIN VDE 0701-1

Die nach DIN VDE 0701-1 durchgeführte Ersatzableitstrommessung führt unter Umständen zu Ergebnissen, die außerhalb der Norm liegen. Grund: die Messung wird in erster Linie an sogenannten Netzfiltern am Wechselspannungseingang der Geräte durchgeführt. Diese Filter sind **symmetrisch** aufgebaut, das heißt, es ist unter Anderem jeweils ein Y-Kondensator von L1/2/3 nach PE geführt. Da bei der Messung L1, L2 und L3 verbunden werden und der nach PE abfließende Strom gemessen wird, liegen somit **zwei oder drei** Kondensatoren parallel, was den gemessenen Ableitstrom **verdoppelt oder verdreifacht**. Dies ist nach geltender Norm zulässig.

Zitat aus der Norm von 2008, Anhang D:

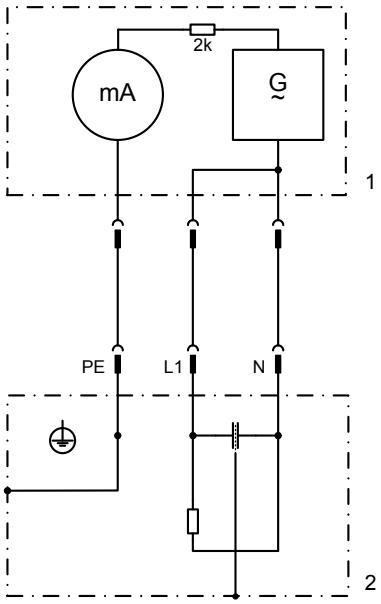
„Es ist zu beachten, daß bei Geräten mit Schutzleiter und symmetrischen Beschaltungen der mit dem Ersatzableitstromverfahren gemessene Schutzleiterstrom infolge der Beschaltung 3-mal bis 4-mal so hoch sein kann wie der Ableitstrom der Beschaltung einer Phase.“

Grafische Verdeutlichung der symmetrischen Schaltung:



Beispieldarstellung aus der Norm, Bild C.3c, Schutzleiterstrommessung, Ersatzableitstrommeßverfahren:

Hinweis: Das Bild unten zeigt das Meßverfahren für zweiphasige Netzanschlüsse. Bei einem Drehstromgerät wird Phase N dann durch L2 und/oder L3 ersetzt.



5. Service & 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.

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

EA Elektro-Automatik GmbH & Co. KG
Helmholtzstr. 31-37
41747 Viersen

Telefon: +49 (0) 2162 3785 - 0
Fax: +49 (0) 2162 16230
ea1974@elektroautomatik.com

www.elektroautomatik.com

© EA Elektro-Automatik in 2022, Irrtümer und Änderungen vorbehalten