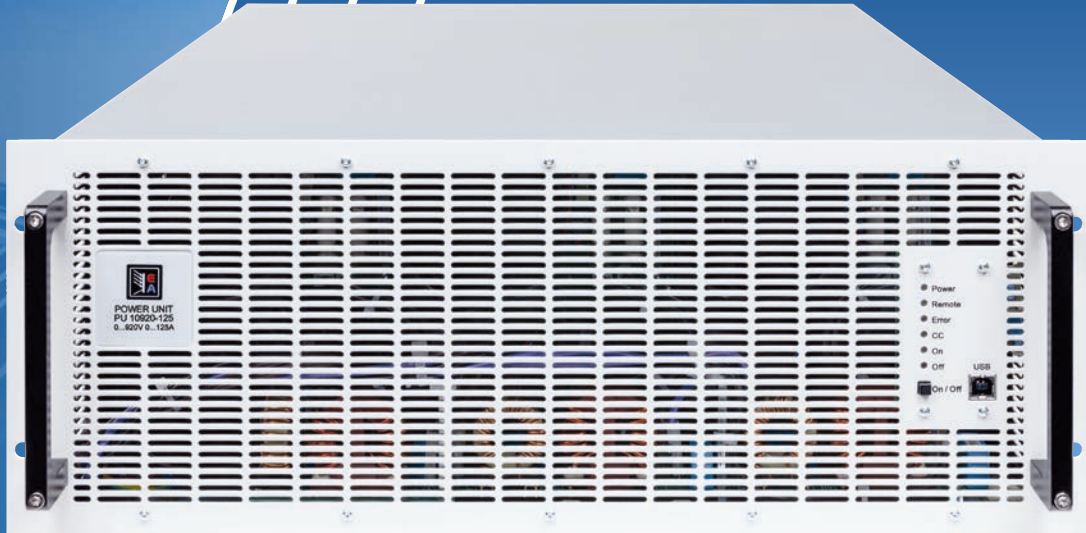




Elektro-Automatik



HANDBUCH

EA-PU 10000 4U

Programmierbare
DC-Stromversorgung

INHALTSVERZEICHNIS

1. Allgemeines

1.1	Zu diesem Dokument	4
1.1.1	Aufbewahrung und Verwendung	4
1.1.2	Urberschutz (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	14
1.8.5	Bedienelemente	19
1.9	Aufbau und Funktion	20
1.9.1	Allgemeine Beschreibung	20
1.9.2	Blockdiagramm	20
1.9.3	Lieferumfang	21
1.9.4	Zubehör	21
1.9.5	Optionen	21
1.9.6	Die Bedieneinheit (HMI)	22
1.9.7	USB-Port (Rückseite)	23
1.9.8	Steckplatz für Schnittstellen-Module	23
1.9.9	Analogschnittstelle	23
1.9.10	„Share BUS“-Anschluß	24
1.9.11	Sense-Anschluß (Fernfühlung)	24
1.9.12	Master-Slave-Bus	24
1.9.13	Ethernet-Port	25
1.9.14	Wasserkühlung	25

2. Installation & Inbetriebnahme

2.1	Transport und Lagerung	26
2.1.1	Transport	26
2.1.2	Verpackung	26
2.1.3	Lagerung	26
2.2	Auspacken und Sichtkontrolle	26
2.3	Installation	26

2.3.1	Sicherheitsmaßnahmen vor Installation und Gebrauch	26
2.3.2	Vorbereitung	26
2.3.3	Aufstellung des Gerätes	28
2.3.4	Wasserkühlung anschließen	29
2.3.5	Anschließen an das Stromnetz (AC)	31
2.3.6	Anschließen von DC-Lasten	34
2.3.7	Erdung des DC-Anschlusses	35
2.3.8	Anschließen der Fernfühlung	36
2.3.9	Installation eines Schnittstellen-Moduls	37
2.3.10	Anschließen der analogen Schnittstelle	38
2.3.11	Anschließen des Share-Busses	38
2.3.12	Anschließen eines der beiden USB-Ports	38
2.3.13	Erstinbetriebnahme	38
2.3.14	Erneute Inbetriebnahme nach Firmwareupdates bzw. längerer Nichtbenutzung	38

3. Bedienung und Verwendung

3.1	Personenschutz	39
3.2	Regelungsarten	39
3.2.1	Spannungsregelung / Konstantspannung	39
3.2.2	Stromregelung / Konstantstrom / Strombegrenzung	40
3.2.3	Leistungsregelung / Konstantleistung / Leistungsbegrenzung	40
3.2.4	Innenwiderstandsregelung	41
3.3	Alarmzustände	42
3.3.1	Power Fail	42
3.3.2	Übertemperatur (Overtemperature)	42
3.3.3	Überspannung (Overvoltage)	42
3.3.4	Überstrom (Overcurrent)	42
3.3.5	Überleistung (Overpower)	42
3.3.6	Safety OVP	43
3.3.7	Share-Bus-Fehler	43
3.4	Manuelle Bedienung	44
3.4.1	Einschalten des Gerätes	44
3.4.2	Ausschalten des Gerätes	44
3.4.3	DC-Ausgang ein- oder ausschalten	44
3.5	Fernsteuerung	45
3.5.1	Allgemeines	45
3.5.2	Fernsteuerung über digitale Schnittstelle	45
3.5.3	Schnittstellenüberwachung	46
3.5.4	Fernsteuerung über Anlogschnittstelle	47
3.6	Gerätealarme handhaben	51
3.7	Weitere Anwendungen	52
3.7.1	Parallelschaltung als Master-Slave (MS)	52
3.7.2	Reihenschaltung	56
3.7.3	SEMI F47	56

4.	Instandhaltung & Wartung	
4.1	Wartung / Reinigung	57
4.1.1	Batterietausch	57
4.2	Fehlersuche / Fehlerdiagnose / Reparatur	57
4.2.1	Firmware-Aktualisierungen	57
4.2.2	Vermeidung und Behandlung von Gerätefehlern	58
4.2.3	Ersatzableitstrommessung nach DIN VDE 0701-1	58
5.	Kontakt und Support	
5.1	Reparaturen/Technischer Support	59
5.2	Kontaktmöglichkeiten	59

Achtung! Der Teil dieser Anleitung der sich mit der Bedienung am Bedienteil befaßt gilt nur für Geräte mit einer Firmware ab „KE: 3.06“, „HMI: 3.04“ 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 Urheberrecht (Copyright)

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





1.1.3 Geltungsbereich

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

Modell	Modell	Modell
EA-PU 10060-1000 4U	EA-PU 10500-180 4U	EA-PU 11500-60 4U
EA-PU 10080-1000 4U	EA-PU 10750-120 4U	EA-PU 12000-40 4U
EA-PU 10200-420 4U	EA-PU 10920-125 4U	
EA-PU 10360-240 4U	EA-PU 11000-80 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-PU 10 080 - 1000 4U zzz

	Feld zur Kennzeichnung installierter Optionen: WC = Wasserkühlung installiert
	Ausführung/Bauweise (nur auf Typenschild angegeben): 4U = 19" Bauform mit 4 HE
	Maximalstrom des Gerätes in Ampere
	Maximalspannung des Gerätes in Volt („10080“ = 80 Volt)
	Serienkennzeichnung: 10 = Serie 10000
	Typkennzeichnung: PU = Power Unit (Leistungseinheit)

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
 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>! DANGER RISK OF ELECTRIC SHOCK Disconnect all sources of supply prior to servicing.</p> </div>	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.
 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>! DANGER Capacitors on DC, storing voltage! Discharge for 10 sec then ground before working.</p> </div>	Gefahr Geladene Kondensatoren am DC! Mindestens 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.
 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>! WARNING ELECTRICAL HAZARDS Authorized personnel only.</p> </div>	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.
 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>! WARNING Read and understand the operating guide before using this device. Non-adherence of the instructions in the operating guide can result in serious injury or death.</p> </div>	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 Handhabung des Gerätes in jeglicher Hinsicht.

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.
- Luftgekühlte Modelle: führen Sie keine mechanischen Teile, insbesondere aus Metall, durch die Lüftungsschlitze in das Gerät ein.
- Für jede Art von Umkonfiguration am AC- oder DC-Anschluß, also da wo 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 (physikalische 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 Netzkabel, die mit anderer 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!

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!

Unschlaggemäßes 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 erfolgt optisch (am Bedienteil über eine LED) oder elektronisch (Pin/Meldeausgang an einer analogen Schnittstelle und Status über digitale Schnittstelle). Alle diese Alarme bewirken die Abschaltung des DC-Ausgangs. Für Einzelheiten zu den Alarmen siehe «3.3 Alarmzustände».

Bedeutung der Alarmsignale:

Signal OT (OverTemperature)	<ul style="list-style-type: none"> • Überhitzung des Gerätes • DC-Ausgang wird abgeschaltet • Unkritisch
Signal OVP / SOVP (OverVoltage)	<ul style="list-style-type: none"> • Überspannungsabschaltung des DC-Ausgangs erfolgte wegen Erreichen einer einstellbaren Schwelle • Kritisch! Gerät und/oder Last könnten beschädigt sein
Signal OCP (OverCurrent)	<ul style="list-style-type: none"> • Überstromabschaltung des DC-Ausgangs erfolgte wegen Erreichen einer einstellbaren Schwelle • Unkritisch, dient zum Schutz der Last vor zu hoher Stromaufnahme
Signal OPP (OverPower)	<ul style="list-style-type: none"> • Überlastabschaltung des DC-Ausgangs erfolgte wegen Erreichen einer einstellbaren Schwelle • Unkritisch, dient zum Schutz der Last vor zu hoher Leistungsaufnahme
Signal PF (Power Fail)	<ul style="list-style-type: none"> • Abschaltung des DC-Ausgangs wegen Netzunterspannung oder Defekt im AC-Eingangskreis • Kritisch bei Überspannung! AC-Netzeingangskreis könnte beschädigt sein
Signal MSS (Master-Slave-Sicherheitsmodus)	<ul style="list-style-type: none"> • Abschaltung des DC-Ausgangs eines Master-Slave-Systems aufgrund von Kommunikationsproblemen auf dem Master-Slave-Bus • Unkritisch
Signal SF (Share-Bus-Fehler)	<ul style="list-style-type: none"> • Abschaltung des DC-Ausgangs 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. Einstellungsgrenzen liegen. Das Gerät kann das Erreichen einer Grenze nicht signalisieren. In Fernsteuerung würde ein unzulässiger Sollwert mit einer Fehlermeldung abgelehnt.

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 per Fernsteuerung, z. B. über den vorder- oder rückseitigen USB-Anschluß, eine Spannung von 10% U_{Nenn} einstellen, während Strom und Leistung auf Maximum stehen. Dann den DC-Ausgang einschalten und messen, ob am DC-Ausgang die eingestellte Spannung vorhanden ist, sowie korrekt als Istwert per Fernabfrage zurückgegeben wird.
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 auf 10% I_{Nenn} einstellen, DC-Ausgang einschalten und den Strom entweder mit den angebrachten Hilfsmitteln messen und mit dem per Fernabfrage auslesbaren Stromistwert vergleichen bzw. wenn nicht extern meßbar, zumindest den abgefragten Stromistwert 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 als 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 mindestens 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 strömende Luft. Die Strömungsrichtung ist von vorn (Einlaß) nach hinten (Austritt). 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 Gehäuses wird durch interne Lüfter zirkuliert, um die restlichen Komponenten zu kühlen, die sich auch erwärmen, aber nicht am Kühlkörper sitzen.

1.8.2 Allgemeine technische Daten

Anzeige: 6 farbige LEDs

Bedienelemente: 1 Drucktaste

1.8.3 Spezifische technische Daten

Allgemeine Spezifikationen	
AC-Eingang	
Spannung, Phasen	380 V - 480 V \pm 10%, 3ph AC (208 V - 240 V \pm 10%, 3ph AC with derating to 18 kW)
Frequenz	45 - 65 Hz
Leistungsfaktor	ca. 0,99
Ableitstrom	<10 mA
Phasenstrom	\leq 56 A @ 400 V AC
Überspannungskategorie	2
DC-Ausgang statisch	
Lastausregelung CV	\leq 0,05% FS (0 - 100% Last, konstante AC-Eingangsspannung und konstante Temperatur)
Netzausregelung CV	\leq 0,01% FS (208 V - 480 V AC \pm 10% Netzspannung, konstante Last und konstante Temperatur)
Stabilität CV	\leq 0,02% FS (Über 8 Stunden nach 30 Minuten Aufwärmphase, konstante AC-Eingangsspannung und konstante Temperatur)
Temperaturkoeffizient CV	\leq 30ppm/ $^{\circ}$ C (Nach 30 Minuten Aufwärmphase)
Fernföhlung (Remote Sense)	\leq 5% U_{Nenn}
Lastausregelung CC	\leq 0,1% FS (0 - 100% Last, konstante AC-Eingangsspannung und konstante Temperatur)
Netzausregelung CC	\leq 0,01% FS (208 V - 480 V AC \pm 10% Netzspannung, konstante Last und konstante Temperatur)
Stabilität CC	\leq 0,02% FS (Über 8 Stunden nach 30 Minuten Aufwärmphase, konstante AC-Eingangsspannung und konstante Temperatur)
Temperaturkoeffizient CC	\leq 50ppm/ $^{\circ}$ C (Nach 30 Minuten Aufwärmphase)
Lastausregelung CP	\leq 0,3% FS (0 - 100% Last, konstante AC-Eingangsspannung und konstante Temperatur)
Lastausregelung CR	\leq 0,3% FS + 0,1% FS Strom (0 - 100% Last, konstante AC-Eingangsspannung und konstante Temperatur)
Schutzfunktionen	
OVP	Überspannungsschutz, 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	\leq 10 ms
Abfallzeit 90 - 10% CV	\leq 10 ms
Anstiegszeit 10 - 90% CC	\leq 2 ms
Abfallzeit 90 - 10% CC	\leq 2 ms
Isolation	
AC-Eingang zum DC-Ausgang	3750 Vrms (1 Minute, Kriechstrecke >8 mm)
AC-Eingang zum Gehäuse (PE)	2500 Vrms
DC-Ausgang zum Gehäuse (PE)	Abhängig vom Modell, siehe Modelstabellen
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), USB Frontplatte, alle für Kommunikation
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: \leq 0,2%, 0 - 5 V: \leq 0,4%
Gerätekonfiguration	
Parallelbetrieb	Bis zu 64 Geräte aller Leistungsklassen der 10000 Serie ab 5 kW, mit Master-Slave-Bus und Share-Bus

Allgemeine Spezifikationen	
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 A CISPR 11, class A FCC 47 CFR part 15B, unintentional radiator, class A 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
Feuchtigkeit	≤80% relativ, nicht kondensierend
Höhe	≤2000 m
Verschmutzungsgrad	2
Mechanische Konstruktion	
Kühlung	Forcierte Lüftung von vorn nach hinten (temperaturgesteuerte Lüfter), Option Wasserkühlung
Abmessungen (B x H x T)	Gehäuse: 19" x 4HE x 668 mm
Gewicht	50 kg
Gewicht mit Wasserkühlung	56 kg

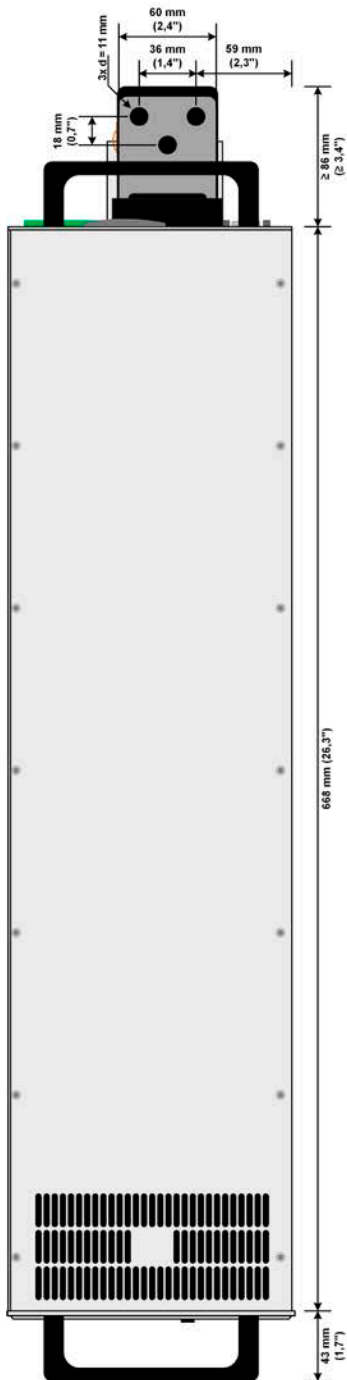
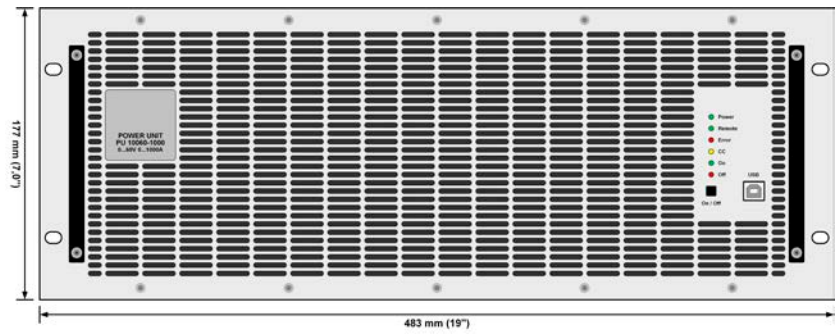
Technische Spezifikationen	PU 10060-1000	PU 10080-1000	PU 10200-420	PU 10360-240	PU 10500-180
DC-Ausgang					
Nennspannungsbereich	0 - 60 V	0 - 80 V	0 - 200 V	0 - 360 V	0 - 500 V
Restwelligkeit in CV (rms)	≤25 mV (BWL 300 kHz)	≤25 mV (BWL 300 kHz)	≤40 mV (BWL 300 kHz)	≤55 mV (BWL 300 kHz)	≤70 mV (BWL 300 kHz)
Restwelligkeit in CV (pp)	≤320 mV (BWL 20 MHz)	≤320 mV (BWL 20 MHz)	≤300 mV (BWL 20 MHz)	≤320 mV (BWL 20 MHz)	≤350 mV (BWL 20 MHz)
Nennstrombereich	0 - 1000 A	0 - 1000 A	0 - 420 A	0 - 240 A	0 - 180 A
Nennleistungsbereich	0 - 30000 W	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	0,08 Ω - 170 Ω
Ausgangskapazität	25380 µF	25380 µF	5400 µF	1800 µF	675 µF
Wirkungsgrad Quelle/Senke (bis zu)	95,1% *1	95,5% *1	95,3% *1	95,8% *1	96,5% *1
Isolation					
Negativer DC-Pol <-> PE	±600 V DC	±600 V DC	±1000 V DC	±1000 V DC	±1500 V DC
Positiver DC-Pol <-> PE	+600 V DC	+600 V DC	+1000 V DC	+1000 V DC	+2000 V DC
Artikelnummern					
Standard	01113000	01113001	01113002	01113003	01113004
Standard + Wasserkühlung	01443001	01443002	01443003	01443004	01443005

*1 Bei 100% Leistung und 100% Ausgangsspannung
BWL = Bandbreitenbegrenzung

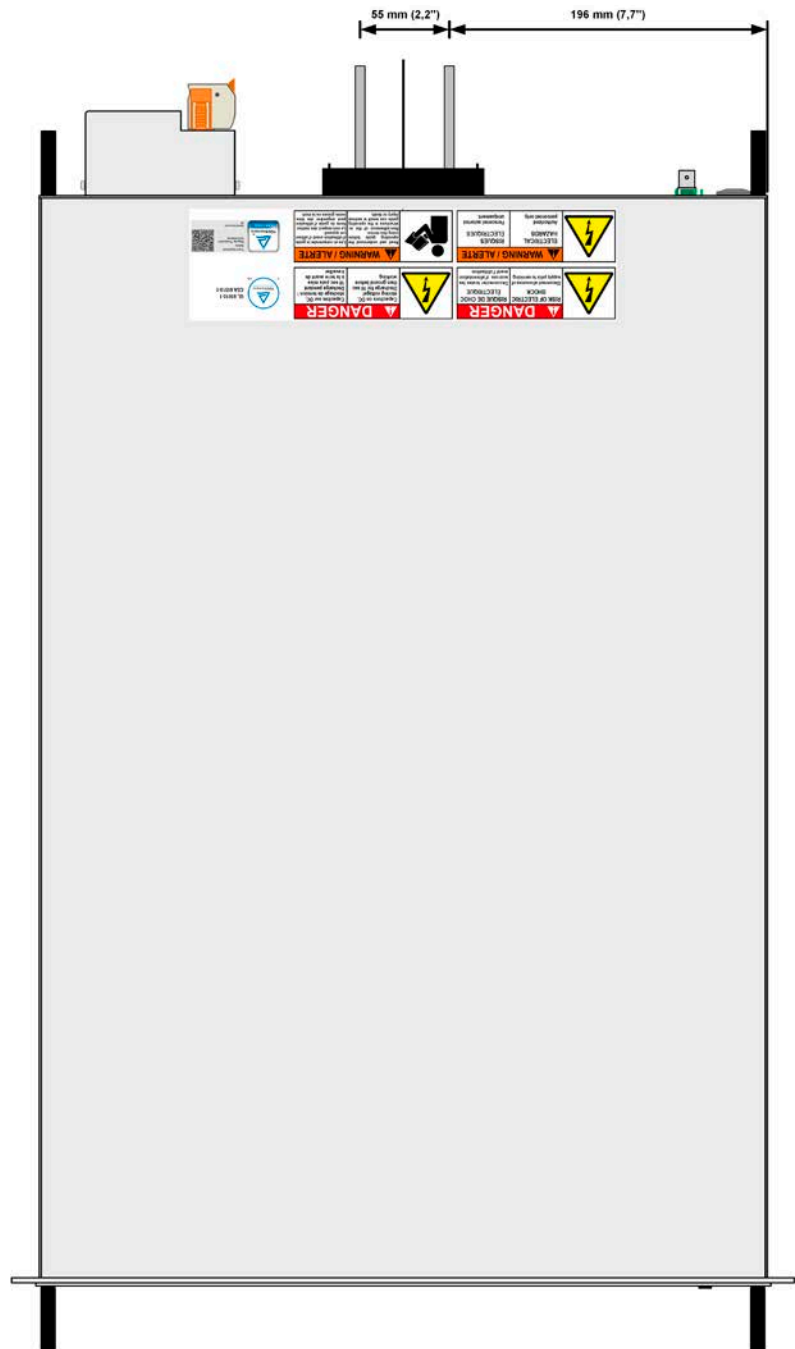
Technische Spezifikationen	PU 10750-120	PU 10920-125	PU 11000-80	PU 11500-60	PU 12000-40
DC-Ausgang					
Nennspannungsbereich	0 - 750 V	0 - 920 V	0 - 1000 V	0 - 1500 V	0 - 2000 V
Restwelligkeit in CV (rms)	≤200 mV (BWL 300 kHz)	≤250 mV (BWL 300 kHz)	≤300 mV (BWL 300 kHz)	≤400 mV (BWL 300 kHz)	≤500 mV (BWL 300 kHz)
Restwelligkeit in CV (pp)	≤800 mV (BWL 20 MHz)	≤1200 mV (BWL 20 MHz)	≤1600 mV (BWL 20 MHz)	≤2400 mV (BWL 20 MHz)	≤3000 mV (BWL 20 MHz)
Nennstrombereich	0 - 120 A	0 - 125 A	0 - 80 A	0 - 60 A	0 - 40 A
Nennleistungsbereich	0 - 30000 W	0 - 30000 W	0 - 30000 W	0 - 30000 W	0 - 30000 W
Nennwiderstandsbereich	0,2 Ω - 370 Ω	0,25 Ω - 550 Ω	0,4 Ω - 650 Ω	0,8 Ω - 1500 Ω	1,7 Ω - 2700 Ω
Ausgangskapazität	450 µF	100 µF	200 µF	75 µF	50 µF
Wirkungsgrad Quelle/Senke (bis zu)	96,5% *1	96,5% *1	95,8% *1	96,5% *1	96,5% *1
Isolation					
Negativer DC-Pol <-> PE	±1500 V DC	±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	+2000 V DC
Artikelnummern					
Standard	01113005	01113006	01113007	01113008	01113009
Standard + Wasserkühlung	01443006	01443007	01443008	01443009	01443010

*1 Bei 100% Leistung und 100% Ausgangsspannung
BWL = Bandbreitenbegrenzung

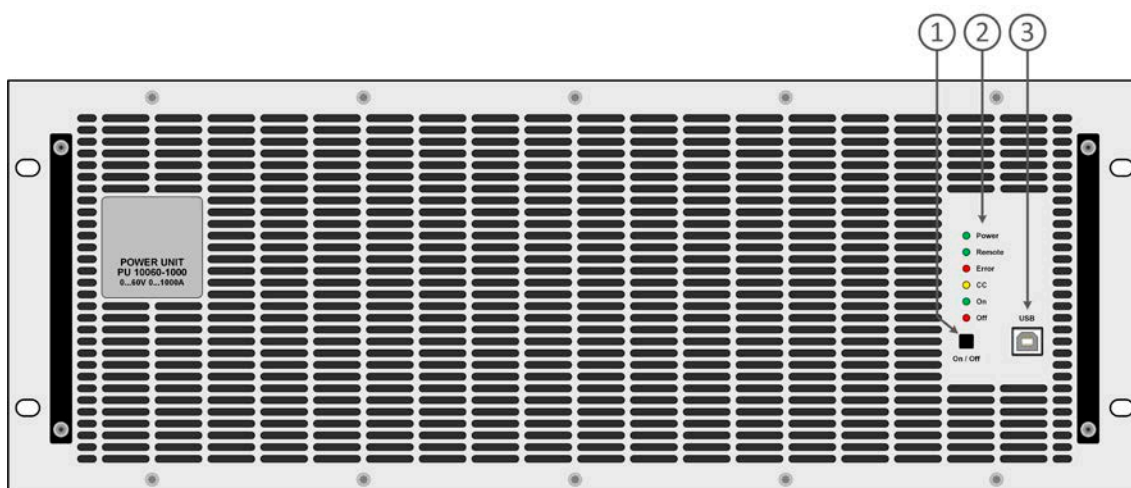
1.8.4 Ansichten
 1.8.4.1 Technische Zeichnungen PU 10000 4U ≤200 V



Seitenansicht der luftgekühlten Version

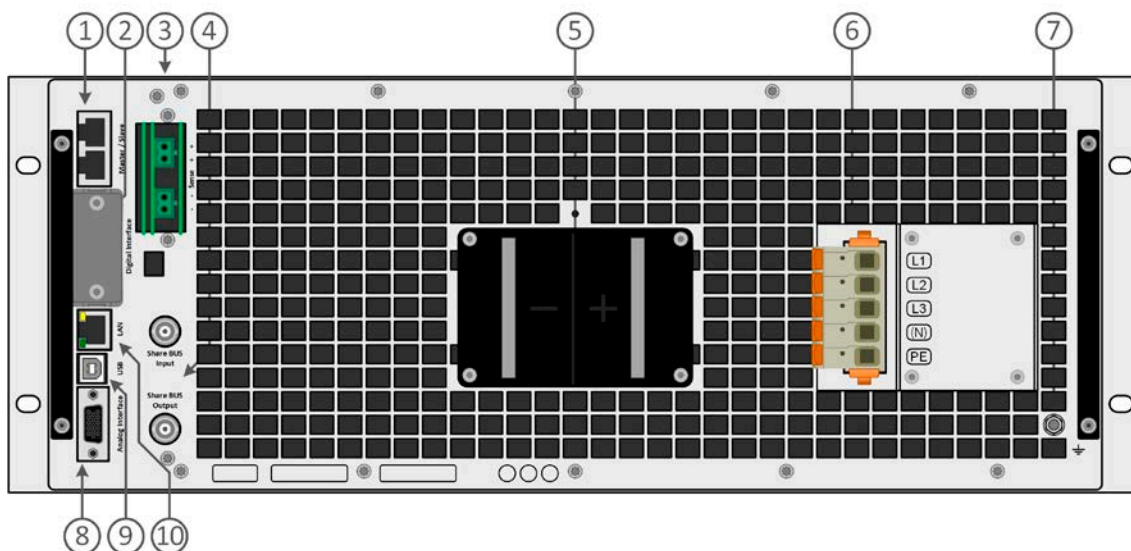


1.8.4.2 Beschreibung Frontplatte PU 10000 4U



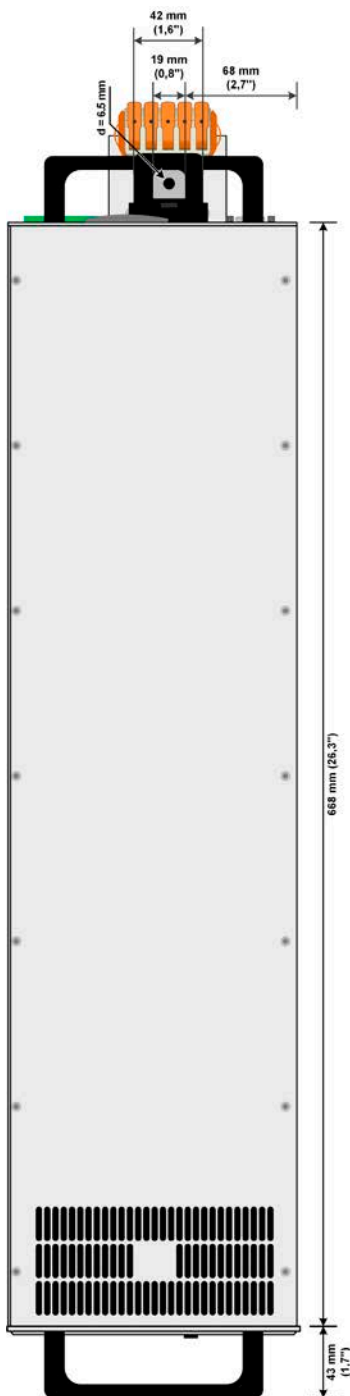
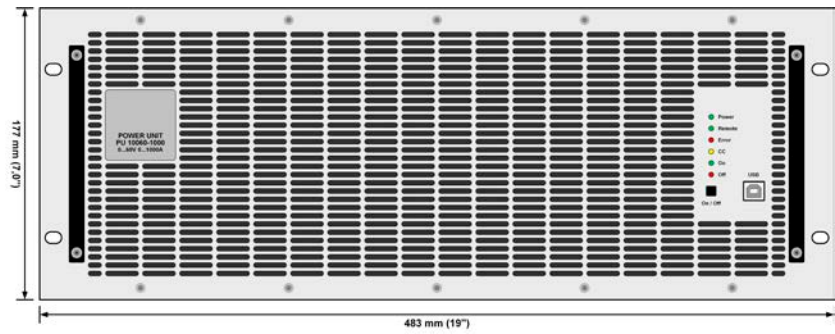
1. DC ein/aus Taster
2. LED-Statusanzeigen
3. USB-Schnittstelle

1.8.4.3 Beschreibung Rückplatte PU 10000 4U $\leq 200\text{ V}$

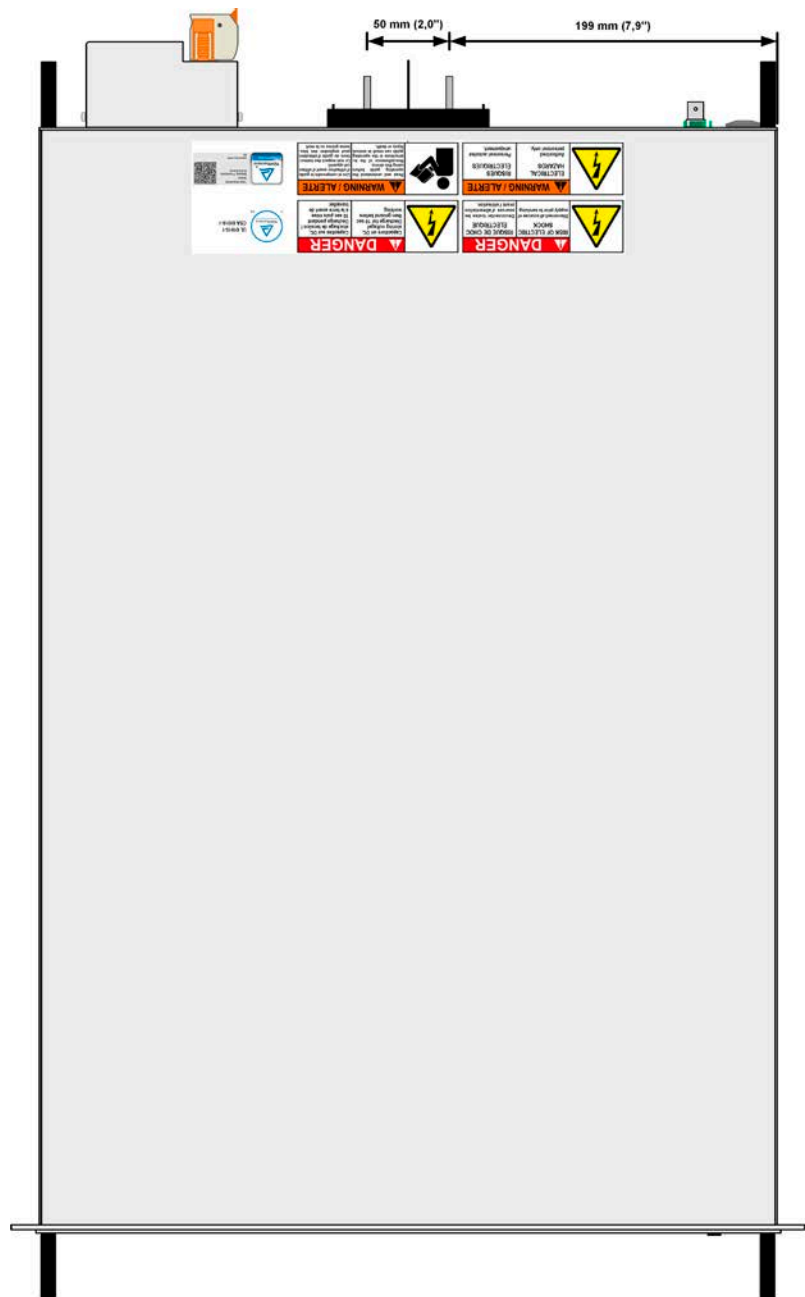


1. Master-Slave-Bus-Anschlüsse zum Einrichten eines Systems für Parallelschaltung
2. Steckplatz für optionale Schnittstellen
3. Eingangsklemmen für Fernfühlung der Ausgangsspannung (remote sense)
4. Share-Bus-Anschlüsse zum Einrichten eines Systems für Parallelschaltung
5. DC-Ausgangsklemme mit Kupfer-Anschlußschwertern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

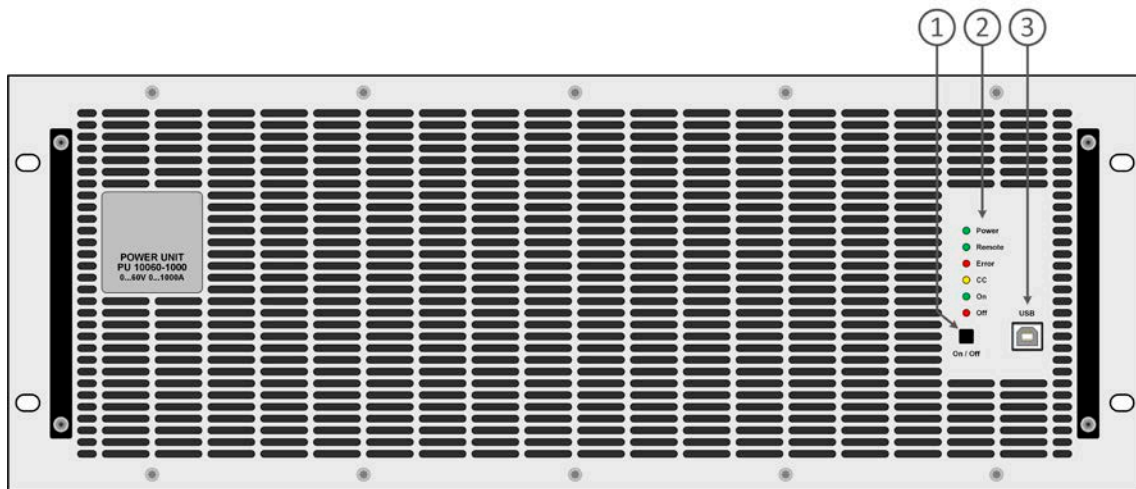
1.8.4.4 Technische Zeichnungen PU 10000 4U ≥ 360 V



Seitenansicht der luftgekühlten Version

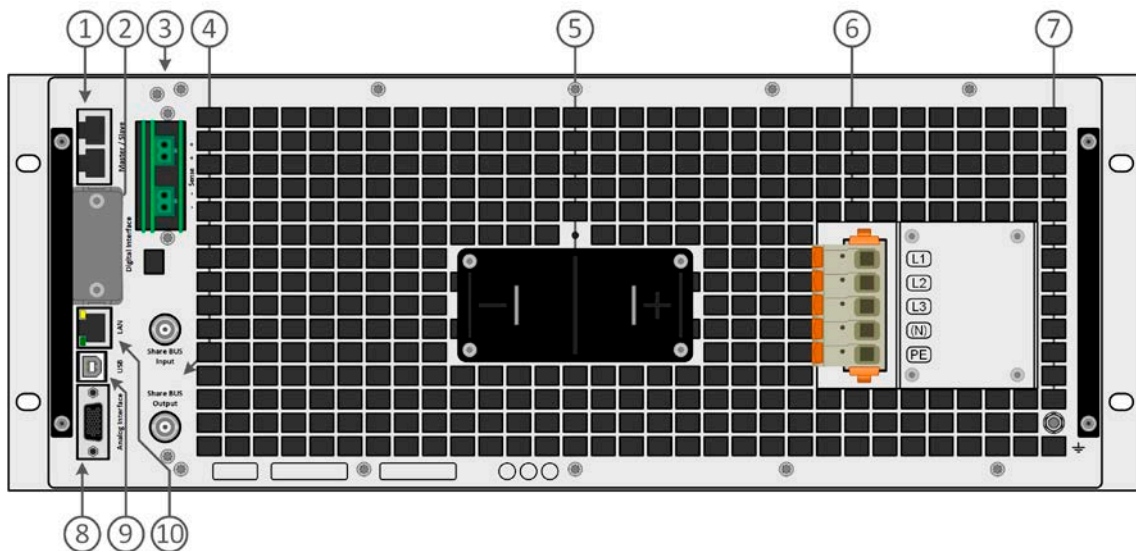


1.8.4.5 Beschreibung Frontplatte PU 10000 4U



1. DC ein/aus Taster
2. LED-Statusanzeigen
3. USB-Schnittstelle

1.8.4.6 Beschreibung Rückplatte PU 10000 4U ≥ 360 V



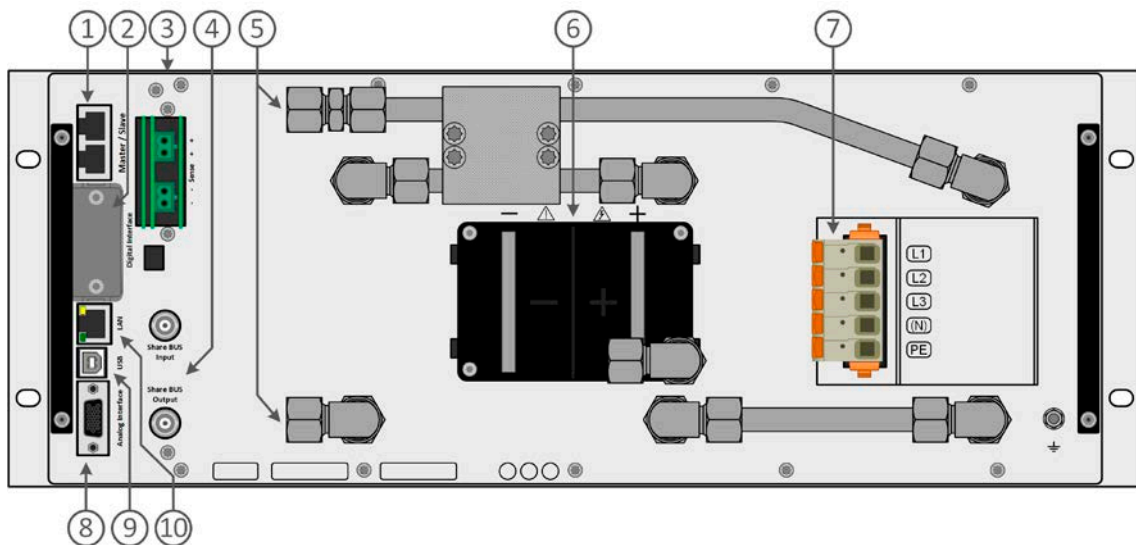
1. Master-Slave-Bus-Anschlüsse zum Einrichten eines Systems für Parallelschaltung
2. Steckplatz für optionale Schnittstellen
3. Eingangsklemmen für Fernfühlung der Ausgangsspannung (remote sense)
4. Share-Bus-Anschlüsse zum Einrichten eines Systems für Parallelschaltung
5. DC-Ausgangsklemme mit Kupfer-Anschlußschwertern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

1.8.4.7 Beschreibung Frontplatte PU 10000 4U Water Cooling Option



1. DC ein/aus Taster
2. LED-Statusanzeigen
3. USB-Schnittstelle

1.8.4.8 Beschreibung Rückplatte PU 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 weiblich) für isolierte Analoogschnittstelle mit Programmierung, Auslesen und anderen Funktionen
10. USB-Schnittstelle
11. Ethernet-Schnittstelle

1.8.5 Bedienelemente

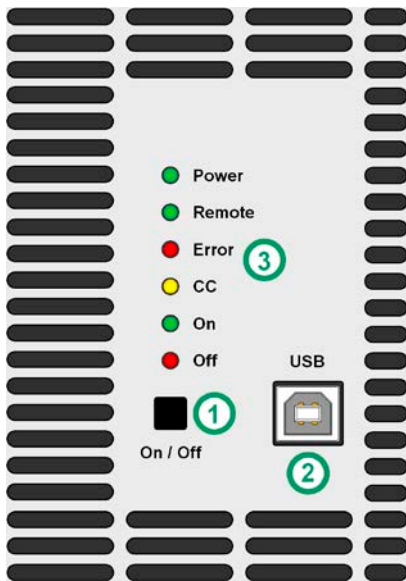



Bild 1 - Bedienfeld

Übersicht der Bedienelemente am Bedienfeld

Für eine weiterführende Erläuterung siehe Abschnitt «1.9.6 Die Bedieneinheit (HMI)».

(1)	<p>Ein/Aus-Taster</p> <p>Dient zum Ein- bzw. Ausschalten des DC-Ausgangs bei manueller Bedienung (wenn LED „Remote“ = aus)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;">  <p><i>Pin REM-SB an der analogen Schnittstelle, wenn auf einen logischen Pegel gesetzt der „DC aus“ anfordern würde, kann das Einschalten des DC-Ausgangs blockieren.</i></p> </div>
(2)	<p>USB-Anschluß</p> <p>Dient zum schnellen und einfachen Zugriff auf die Einstellwerte des DC-Ausgangs bei Betrieb außerhalb von Master-Slave. Der frontseitige Port hat einen reduzierten Funktionsumfang gegenüber dem rückseitigen.</p>
(3)	<p>Statusanzeigen (LEDs)</p> <p>Diese sechs farbigen LEDs zeigen jederzeit den Gerätestatus an.</p>

1.9 Aufbau und Funktion

1.9.1 Allgemeine Beschreibung

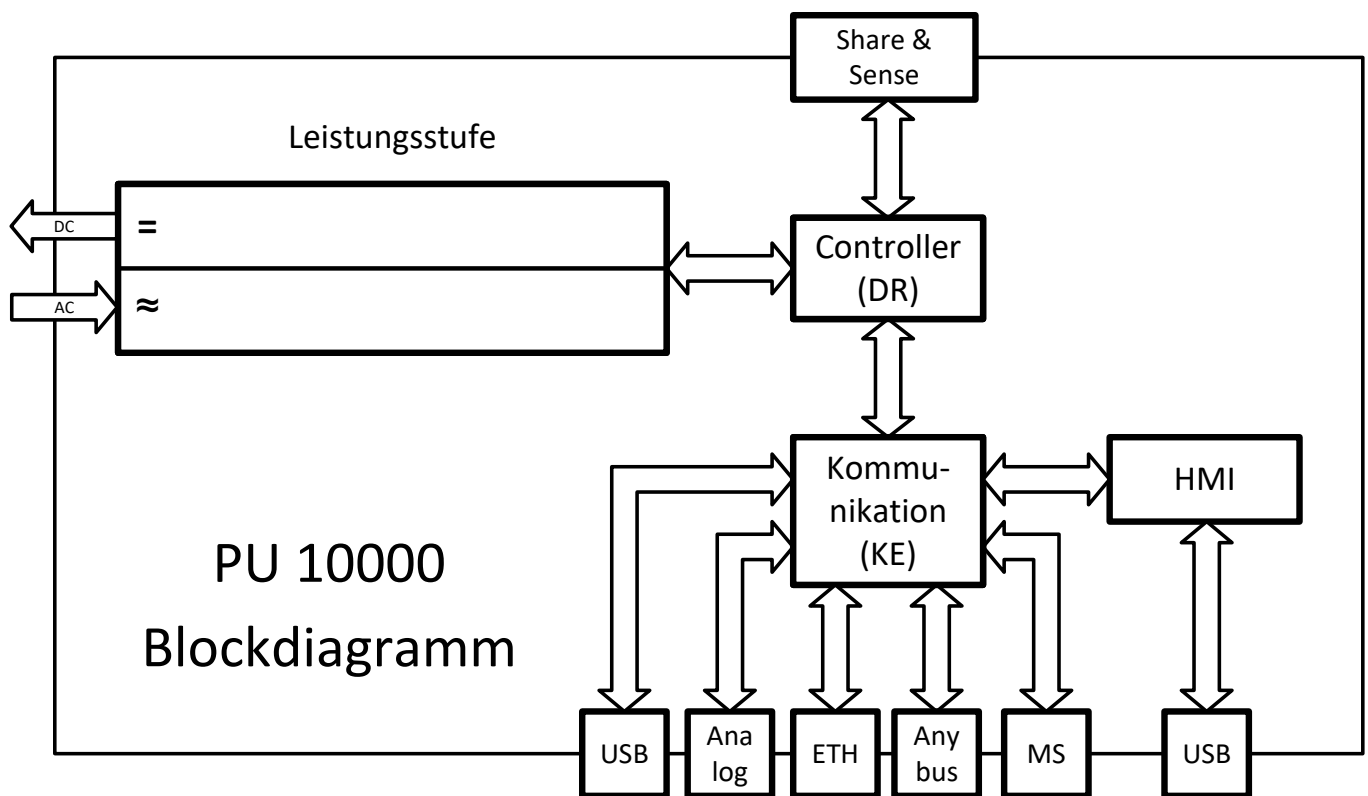
Die Geräte der Serie PU 10000 4U sind zu den Serien PS 10000 4U oder PSI 10000 4U passende Leistungseinheiten zwecks Erweiterung der Systemleistung. Für den Aufbau eines Master-Slave-Systems kann ein PSI 10000 4U oder PS 10000 4U, welche beide eine Bedieneinheit mit farbiger Anzeige haben, als Master verwendet. Die Leistungseinheiten der Serie PU 10000 4U, mit ihrer im Funktionsumfang reduzierten Bedieneinheit, sind kostensparende Erweiterungs- bzw. Zusatzmodule, die als Slaves zum Master ergänzt werden. Sie können aber, bei reiner Fernsteuerung, auch selbst Master für bestimmte andere 10000er Geräte sein.

Für die Fernsteuerung verfügen die Geräte auf ihrer Rückseite serienmäßig über eine USB-, eine Ethernet-, sowie eine galvanisch getrennte Anlogschnittstelle. Mittels optionalen, steck- und nachrüstbaren Schnittstellen-Modulen kann eine weitere digitale Schnittstelle 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.

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 Fernföhlung
- 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, das optional beim Kauf des Gerätes oder nachträglich erworben werden kann:

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.
LIZENZFG Funktionsgeneratorlizenz	Erweiterung des Gerätes durch einen Funktionsgenerator, der die gleiche Funktionalität wie bei der Serie PSI 10000 bietet. Die Erweiterung wird durch ein Firmware-Update installiert, das der Käufer nach Erwerb der Lizenz zusammen mit einer erweiterten Dokumentation (ModBus-Registerliste als Referenz zur Anwendungsprogrammierung) zugeschickt bekommt.
LIZENZ Software-Lizenzen	<p>Das Gerät wird immer mit einer Standardversion der Fernsteuerungs-Software EA Power Control ausgeliefert. Diese enthält neben frei nutzbaren Apps auch weitere wie Multi Control, den Graph und den Funktionsgenerator, welche kostenpflichtig über eine Lizenz pro PC freigeschaltet werden können. Diese drei Apps werden unter der Lizenz „Multi Control“ zusammengefaßt. Sie ist als Einzelplatzlizenz oder 5-fach-Lizenz verfügbar. Auf Anfrage ist eine Testlizenz erhältlich, um die Apps vor dem Kauf 14 Tage testen zu können.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;">  <p><i>Bei dieser Serie PU 10000, wo die Geräte von Hause aus keinen Funktionsgenerator integriert haben, erfordert die Nutzung der Funktionsgenerator-App in EA Power Control die vorherige Freischaltung des Funktionsgenerators im Gerät selbst, siehe LIZENZFG oben.</i></p> </div>

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 unsere Webseite oder auf Anfrage.
WC Wasserköhlung	Ersetzt die internen, löftgeköhlten Köhlblöcke der Endstufen durch drei verbundene, wassergeköhlte Blöcke mit zwei hinten am Gerät herausgeführten Schraubanschlüssen. Die Wasserköhlung hilft zu vermeiden, daß sich die Umgebung durch einen gewissen, unvermeidbaren Leistungsverlust aufheizt. Als ein Nebeneffekt reduziert diese Köhlungsart auch die Geräusentwicklung.

1.9.6 Die Bedieneinheit (HMI)

HMI steht für **H**uman **M**achine **I**nterface, auf Deutsch Mensch-Maschine-Schnittstelle, und besteht hier aus 6 farbigen LEDs, einem Taster und einem USB-Port.

1.9.6.1 Statusanzeigen

Die sechs farbigen LEDs zeigen diverse Zustände des Gerätes wie folgt an:

LED	Farbe	Zeigt was an, wenn leuchtend?
Power	orange / grün	Orange = Startphase des Gerätes aktiv oder interner Fehler aufgetreten Grün = Gerät ist betriebsbereit
Remote	grün	Fernsteuerung durch Master-Slave oder eine der Fernsteuerungsschnittstellen ist aktiv. Die manuelle Bedienung über Taste On/Off ist dann gesperrt.
Error	rot	Mindestens ein nicht bestätigter Gerätealarm liegt an. Die LED signalisiert alle in «3.6 Gerätealarme handhaben» genannten Gerätealarme.
CC	gelb	Strombegrenzung (CC) ist aktiv. Das heißt, wenn die LED nicht leuchtet, ist das Gerät entweder in CV, CP oder CR. Siehe auch «3.2 Regelungsarten»
On	grün	DC-Ausgang ist eingeschaltet
Off	rot	DC-Ausgang ist ausgeschaltet

1.9.6.2 Vorderer USB-Port

Der frontseitige USB-Port dient zwecks einfacherem Zugang, verglichen mit dem hinten am Gerät befindlichen, zum häufigen Einstellen aller auf den DC-Ausgang bezogenen Einstellwerte und Parameter. Das ist nur in zwei Situationen nötig und auch nur dann zugänglich:

1. Das PU 10000 4U soll als einzelnes Gerät arbeiten, das nicht von einem Master-Gerät ferngesteuert wird.
2. Das PU 10000 4U soll zwecks Mangel eines PSI 10000 4U oder PS 10000 4U der Master von anderen PU 10000 4U sein.

Beide Situation sind untergeordnet, weil das PU 10000 4U in der normalen Funktion als Slave in einem Master-Slave-System alle ausgangsrelevanten Werte vom Master zugewiesen bekommt.

Für den Betrieb in einer der oben genannten Situationen gilt folgendes für den Gebrauch des vorderen USB-Ports:



- Reduzierter Befehlssatz für Master-Slave-Konfiguration, Ausgangswerte (U, I, P, R) und Schutzwerte (OVP, OCP, OPP). Für den Befehlssatz siehe «3.5 Fernsteuerung».
- Übernahme der Fernsteuerung zwecks Änderung der Konfiguration nur möglich, wenn nicht online mit dem Master. Das bedeutet, Master-Slave muß dann ggf. am Master zeitweise deaktiviert oder das Master-Gerät ausgeschaltet werden

1.9.6.3 Taster „On / Off“

Dieser Taster dient zum manuellen Ein- oder Ausschalten des DC-Ausgangs, aber nur wenn

- sich das Gerät nicht in Fernsteuerung befindet (LED „Remote“ = aus)
- das Gerät nicht von einem Master als Slave eingebunden wurde
- Pin REM-SB (analoge Schnittstelle) nicht blockiert



Das Netzgerät würde bei Betätigung zum Einschalten des DC-Ausgangs die zuletzt gesetzten Werte ausregeln. Da diese nicht angezeigt werden ist bei Verwendung dieser Taste Vorsicht geboten.

Der Taster kann außerdem dazu benutzt werden, das Gerät schnell und ohne Hilfe eines PCs in den Slave-Modus zu versetzen. Dazu muß der Taster mindestens 10 Sekunden lang gedrückt gehalten werden. Daß das Gerät in den Slave-Modus gewechselt hat ist durch Aufleuchten der LED „Error“ erkennbar, die einen MSS-Alarm (mehr zu dem Alarm siehe Abschnitt «3.6 Gerätealarme handhaben») signalisiert, wie er bei noch nicht initialisierten Slaves normal ist.

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 Analoogschnittstelle und kann daher nur abwechselnd zu diesem benutzt werden. Jedoch ist Überwachung (Monitoring) immer möglich.

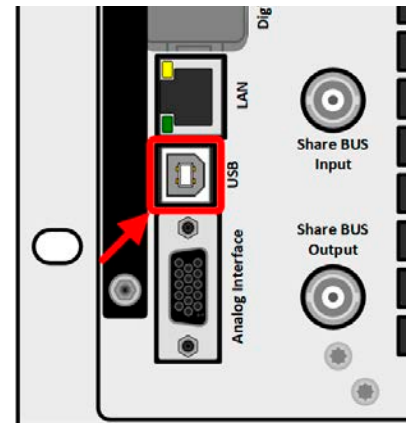


Bild 2 - USB-Port

1.9.8 Steckplatz für Schnittstellen-Module

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

Artikelnr.	Bezeichnung	Funktion/Anschlüsse
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, 2x RJ45

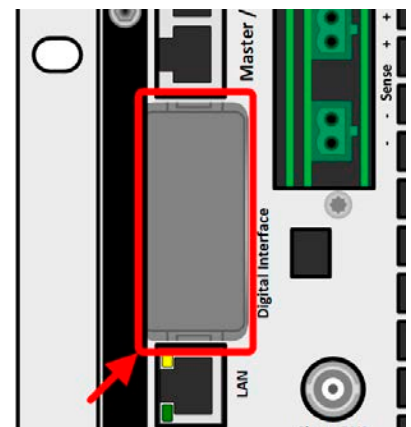


Bild 3 - Schnittstellenslot

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 Analoogschnittstelle

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 über eine Einstellung zwischen 0...5 V und 0...10 V für jeweils 0...100% umgeschaltet werden.

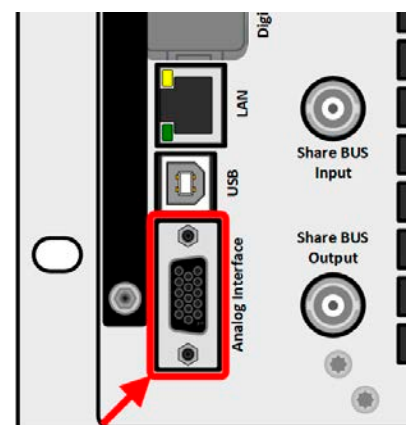


Bild 4 - Analoogschnittstelle

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 1000er 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 PU 10000 können andere PU 10000 als Slave-Einheiten dienen. Ein PU 10000 kann außerdem der Slave oder Master von PSI 10000 oder PS 10000 Geräten sein.

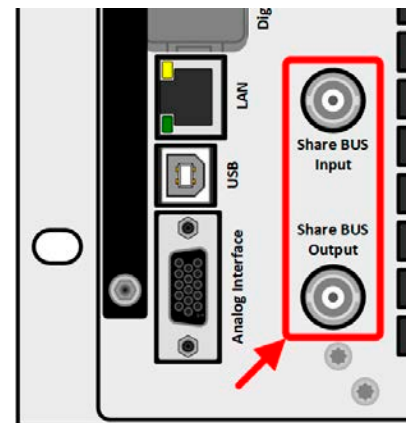


Bild 5 - Share-Bus

1.9.11 Sense-Anschluß (Fernfühlung)

Um den Spannungsabfall über die Leitungen zur Last zu kompensieren, kann der Eingang „Sense“ mit zwei Zweifachsteckern, je einer für Plus und Minus, polrichtig mit der externen Last an dessen DC-Anschluß 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!

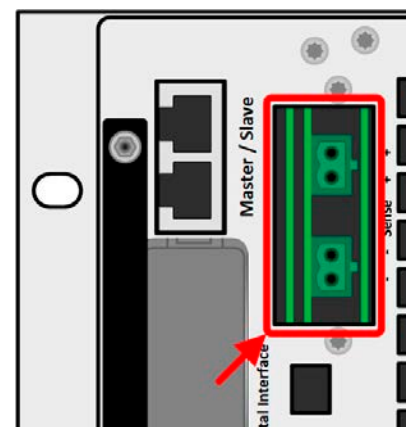


Bild 6 - Fernfühlungsanschlüsse

1.9.12 Master-Slave-Bus

Auf der Rückseite des Gerätes ist eine weitere Schnittstelle vorhanden, die über zwei RJ45-Buchsen mehrere kompatible 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. Das erfolgt über Fernsteuerung per SCPI- oder ModBus-Befehl, sowie alternativ in der Settings-App von **EA Power Control**.

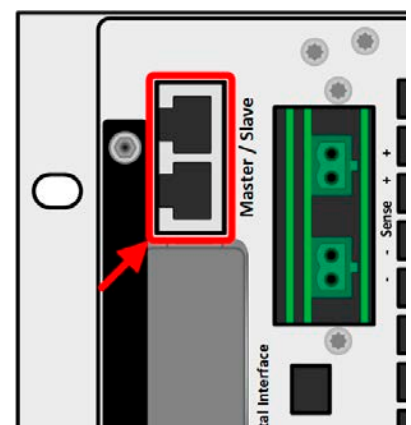


Bild 7 - Master-Slave-Busanschlüsse

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.

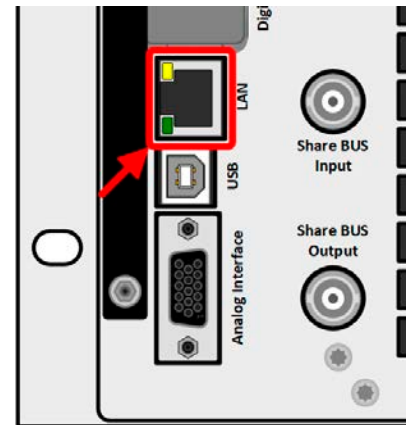


Bild 8 - LAN-Port

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 durch ein geschlossenes Gehäuse
- 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 bringt 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, den 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 waagrecht 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 Erstinbetriebnahme ist das Gerät auf sichtbare Beschädigungen und Vollständigkeit der Lieferung hin zu untersuchen. Vergleichen Sie hierzu auch mit dem Lieferschein und dem Lieferumfang (siehe Abschnitt 1.9.3). Ein offensichtlich beschädigtes Gerät (z. B. lose Teile im Inneren, äußerer Schaden) darf unter keinen Umständen in Betrieb genommen werden.

2.3 Installation

2.3.1 Sicherheitsmaßnahmen vor Installation und Gebrauch



- 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.

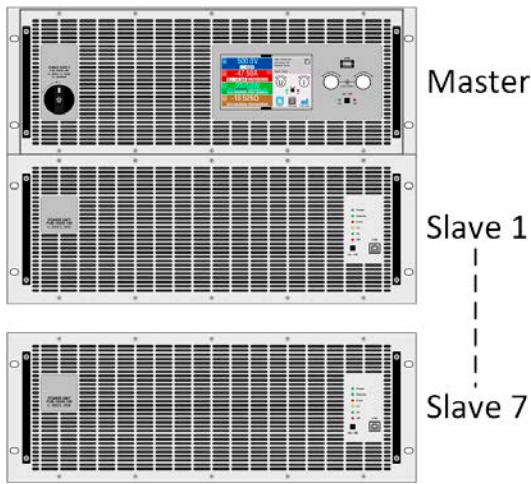
2.3.2 Vorbereitung

2.3.2.1 Planung eines Master-Slave-Systems

Da die Geräte der Serie PU 10000 in erster Linie als Slave-Geräte Gebrauch finden, sollte vor allen anderen Vorbereitungen zur Installation und Verkabelung entschieden werden, wie das Master-Slave-System aufgebaut sein soll. Die kleinste Variante wäre ein System aus zwei Geräten und zwar entweder 1x PSI 10000 oder PS 10000 und 1x PU 10000, wenn ein Master mit Anzeigeinheit verwendet werden soll, oder 2x PU 10000.

Beide müssen jeweils dasselbe Modell hinsichtlich der Spannung sein, idealerweise auch bei Strom und Leistung.

Es gibt mehrere mögliche Kombinationen aus den sog. Standardgeräten und den „Power units“:



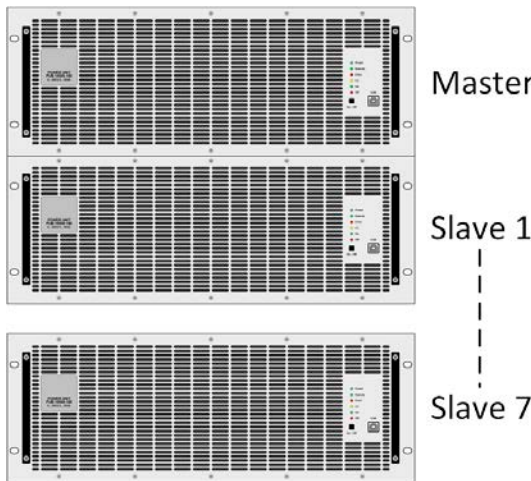
Kombination 1:

Ein Master mit Anzeige mit einem oder mehreren PU 10000 als Slaves

Das ist die für die Serie PU 10000 vorgesehene Normalkonfiguration. Sie ermöglicht die Nutzung eines geeigneten Masters mit Anzeige, der alle Werte des Systems aufsummiert und falls dieser ein PSI 10000 ist sogar einen Funktionsgenerator haben kann, während die Slaves keinen brauchen.

Vorteil dieser Kombination: geringere Kosten als wenn alle Einheiten welche mit Anzeige wären.

Nachteil dieser Kombination: sollte der Master ausfallen, ist zunächst das ganze System nicht funktionsfähig oder zumindest der Funktionsgenerator. Nach Umkonfiguration eines Slaves zum Master kann das System mit reduzierter Funktionalität weiterarbeiten, hat aber keinerlei direkte Anzeige von Werten mehr. Es ist jedoch natürlich per Fernsteuerung und Software bedienbar.



Kombination 2:

Mehrere PU 10000

Ein vielleicht bereits bestehendes MS-System aus PU 10000 wird durch ein oder mehrere PU 10000 Geräte ergänzt oder ein neues System wird aufgebaut. Eins der üblicherweise identischen Geräte wird als Master gewählt und entsprechend konfiguriert. Diese Kombination hat das höchste Potential bei der Kosteneinsparung und bietet sich an, wenn das System als Teil einer größeren Anlage rein ferngesteuert betrieben werden soll.


Vorteil dieser Kombination: fällt der Master aus, kann ein anderes PU 10000 schnell als dessen Ersatz konfiguriert werden

Nachteil dieser Kombination: sofern das System nur aus Modellen der Serie PU 10000 besteht, sind die Features des Gesamtsystems beschränkt auf das, was für ein Einzelgerät definiert ist.

2.3.2.2 Wahl der Anschlußkabel

Für alle Modelle dieser Serie ist nur Festanschluß vorgesehen, wofür auf der Geräterückseite ein 5-poliger Anschluß 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

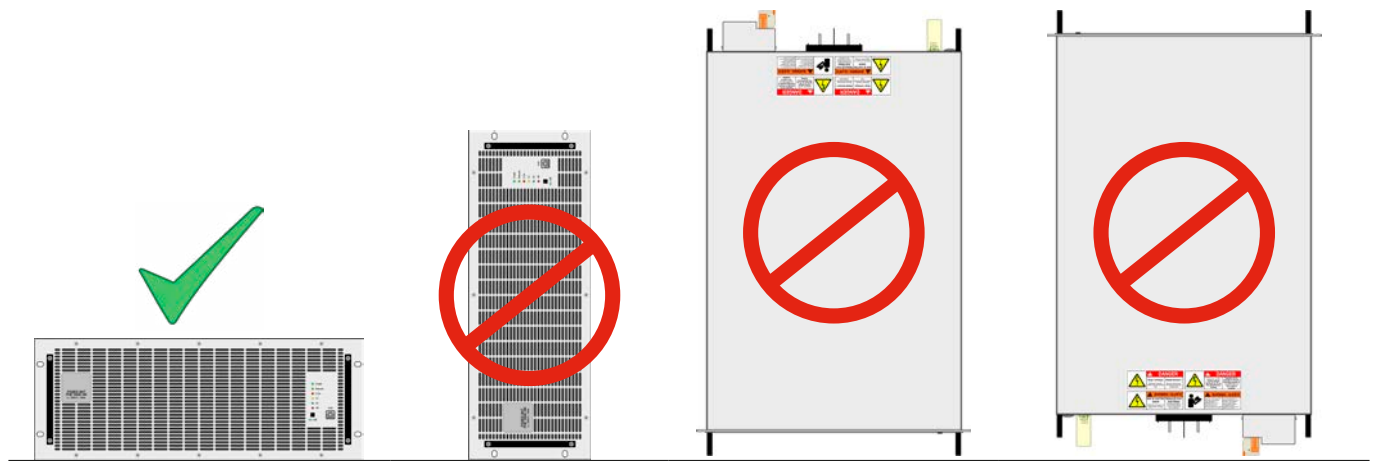


- Wählen Sie den Ort der Aufstellung so, daß die Zuleitungen zur Last bzw. Quelle so kurz wie möglich gehalten werden können
- Lassen Sie hinter dem Gerät ausreichend Platz, jedoch mindestens 30 cm, für die hinten austretende Abluft (Standardausführung, luftgekühlt)
- Das Gerät darf nicht ohne ausreichenden, 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.

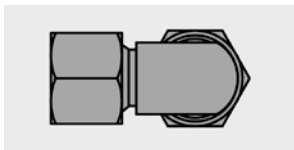
2.3.4.1 Anforderungen

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 Taupunktabelle unten	Siehe Taupunktabelle 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: 10 mm
Schlauch, M19 Mutter

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 Außendurchmesser von 9 bis max. 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:

Umgebung	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

Umgebung	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!
- 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
- Das Gerät hat keinen AC-Netz- bzw. Hauptschalter, daher muß es extern geschaltet werden, was über verschiedene Mittel erfolgen kann, wie z. B. mit einem Schütz, einem Hauptschalter oder direkt am 3-phasigen externen Sicherungsautomaten
- Bei einem Schranksystem mit 2- 8 Einheiten und gleichzeitiger externer AC-Zuschaltung aller Einheiten im Schrank kann ein sehr hoher Einschaltstrom entstehen. Die jeweilig verwendete Schalteinheit muß dafür ausgelegt sein!

Alle Modelle und Varianten dieser Serie sind durch einen Weitbereichs-AC-Eingang für den Betrieb an typischen Netzspannungen wie 380 V, 400 V oder 480 V geeignet. 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:

Nennleistung	L1		L2		L3		PE ⁽¹⁾
	∅	I _{max}	∅	I _{max}	∅	I _{max}	∅
30 kW (Nenn) bei 380/400/480 V	≥10 mm ²	56 A	≥10 mm ²	56 A	≥10 mm ²	56 A	≥10 mm ²
18 kW (reduziert) bei 208 V							

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

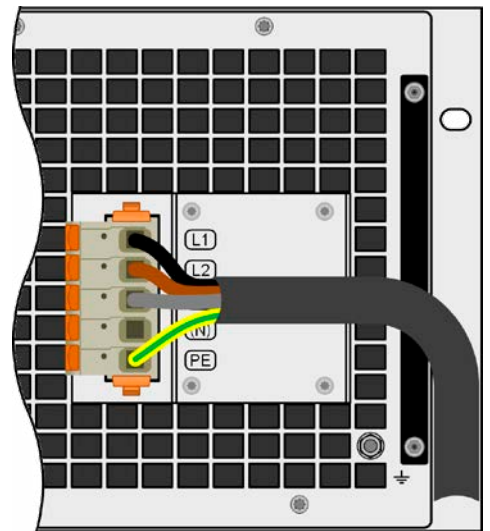
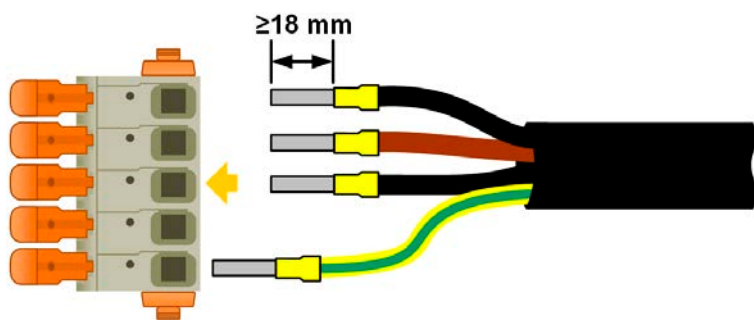


Bild 9 - Beispiel für ein Netzanschlußkabel mit 4 Adern (nicht im Lieferumfang enthalten)

2.3.5.4 Zugentlastung anbringen

Bei allen Modellen und Varianten wird eine mechanische 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 Spanscheiben 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, den AC-Stecker zu ziehen und den Haltewinkel zu demontieren.

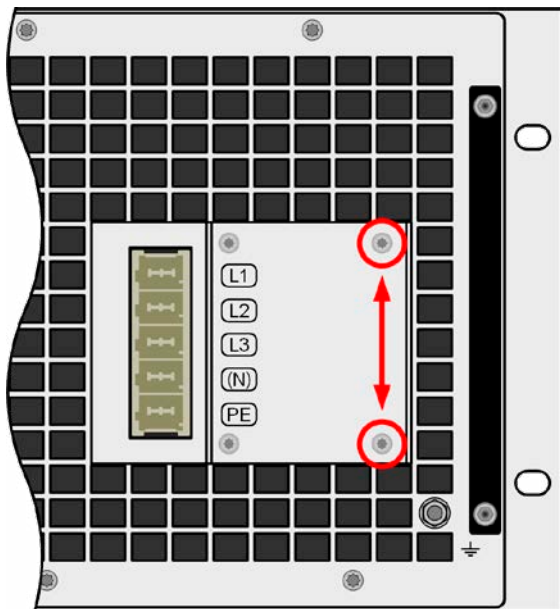


Bild 10 - Montageposition des Haltewinkels

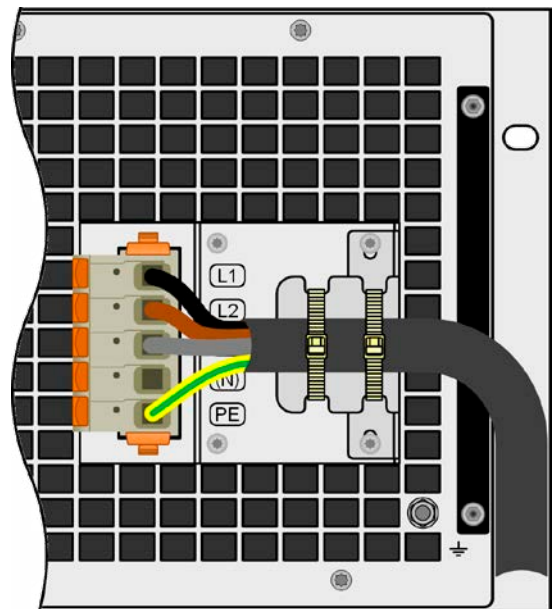


Bild 11 - Fertig montierte Zugentlastung

2.3.5.5 Gehäuseerdung

Die Geräte haben einen Erdungspunkt an der Gehäuserückseite, wie rechts abgebildet.

Das Gehäuse kann, hauptsächlich um den Ableitstrom zwecks Personenschutz so gering wie möglich zu halten, separat geerdet werden. Das bedeutet, es muß ein getrennt verlegter Schutzleiter (PE) an dem Erdungspunkt angebunden werden. Der Querschnitt muß 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 DC-Kabel 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 mm ²	bis 60 A :	16 mm ²
bis 80 A :	25 mm ²	bis 120 A :	35 mm ²
bis 180 A :	70 mm ²	bis 240 A :	2x 35 mm ²
bis 420 A :	2x 95 mm ²	bis 1000 A :	3x 185 mm ²

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

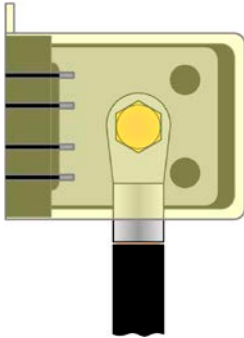
2.3.6.2 Kabelzuführung und Plastikabdeckung

Als Teil des Lieferumfangs beinhalten alle Modelle eine Plastikabdeckung als Berührungsschutz. 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.

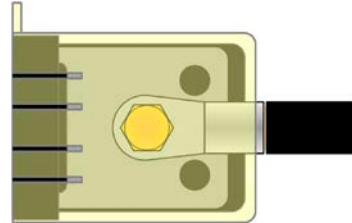


Der Anschlußwinkel und der erforderliche Knickradius für die DC-Zuleitungen sind zu berücksichtigen, wenn die Gesamttiefe des Gerätes geplant werden soll, besonders beim Einbau in 19"-Schränke und ähnlichen Aufbauten.

Beispiele anhand des Anschlußklemmentyps 1:



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

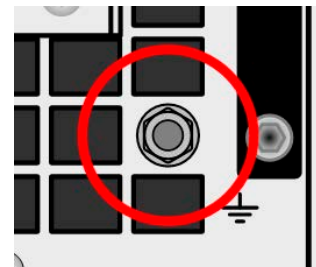


- Horizontale Zuführung
- platzsparend in der Höhe
- großer Knickradius

2.3.7 Erdung des DC-Anschlusses

Der Erdungsanschlußpunkt, wie rechts in der Abbildung markiert, dient zur Erdung eines der beiden DC-Anschlußpole. Das ist grundsätzlich zulässig, dadurch entsteht jedoch immer eine Potentialverschiebung des anderen Pols gegenüber PE. Aus Isolationsgründen ist speziell am DC-Minuspol die Potentialverschiebung begrenzt. Sie ist zudem modellabhängig. Siehe «1.8.3 Spezifische technische Daten».

Beide Pole des DC-Ausgangs 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 verdreht 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.

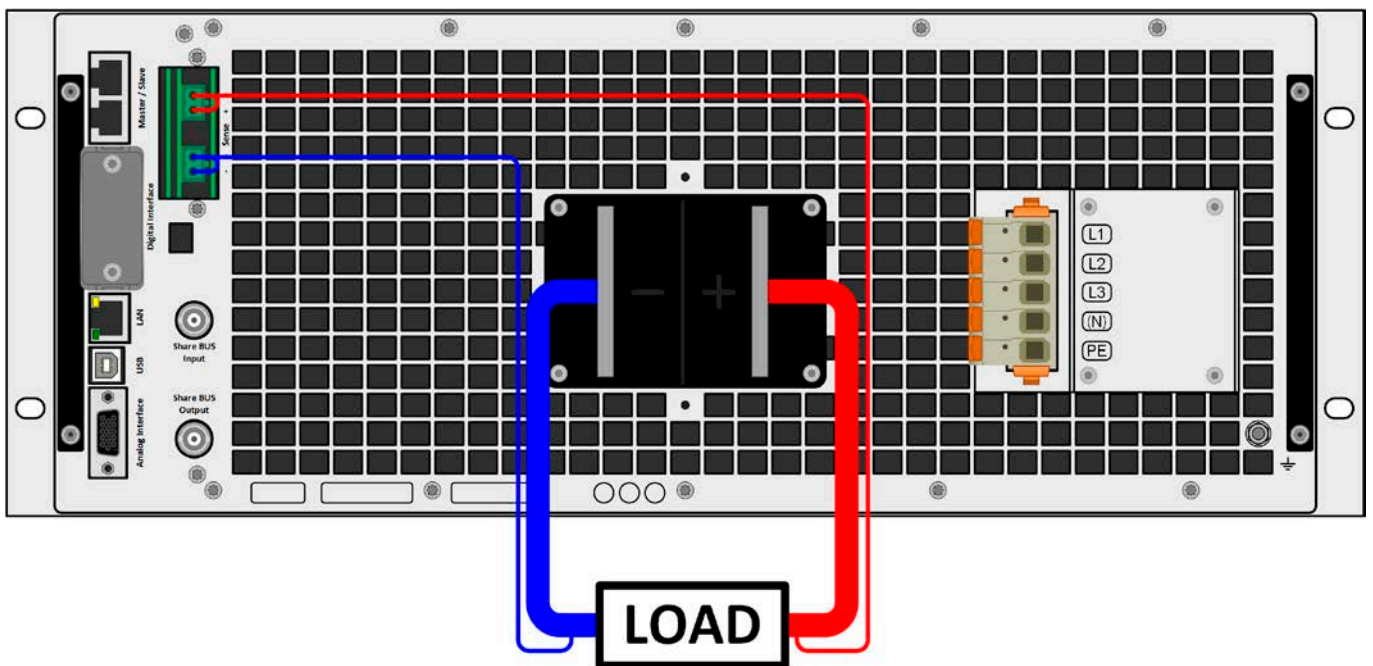
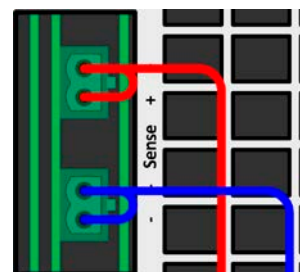
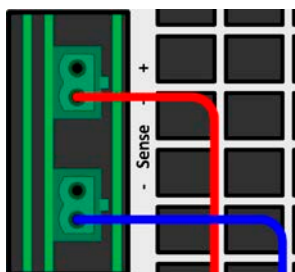
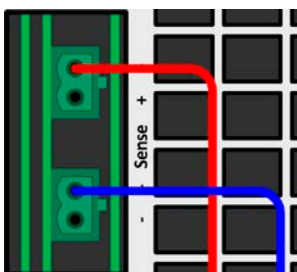


Bild 13 - Beispiel Fernfühlungsverdrahtung (DC- und Sense-Abdeckungen zu Zwecken der Veranschaulichung weggelassen)

Zulässige Anschlußformen:



2.3.9 Installation eines Schnittstellen-Moduls

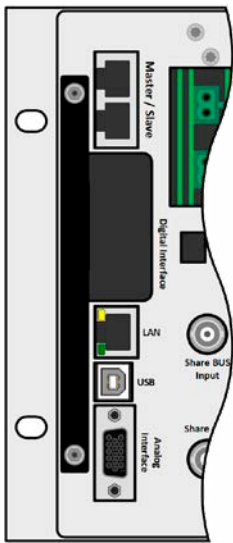
Die optional erhältlichen Schnittstellen-Module können durch den Anwender nachgerüstet werden und sind durch andere Module austauschbar. Die Einstellungen zum momentan installierten Modul variieren und sollten nach der Erstinstallation bzw. nach Wechsel des Modultyps überprüft und ggf. neu eingestellt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

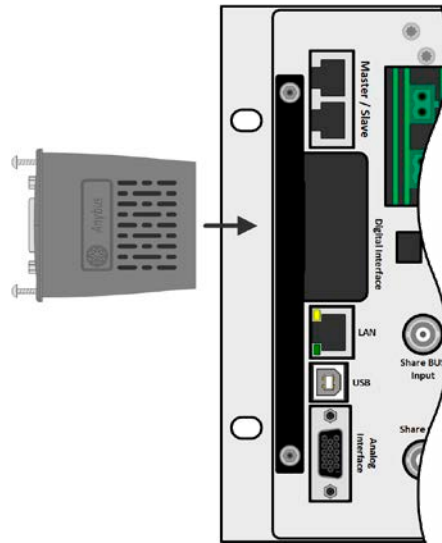
1.



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.

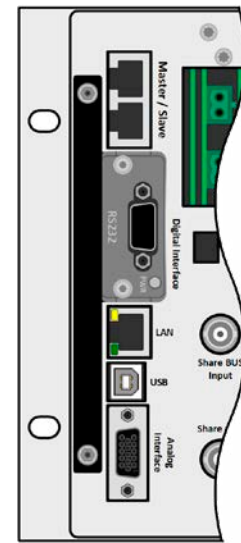


Schnittstellen-Modul paßgerecht in den Slot schieben. Es kann aufgrund der Bauform nicht falsch herum gesteckt werden.

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 zu erreichen. Informationen zum Parallelbetrieb sind im Abschnitt «3.7.1 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 eines der beiden USB-Ports

Um das Gerät über einen der beiden USB-Anschlüsse (vorn oder hinten) 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 berührunggefährliche 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
- Trennen Sie das Gerät bei Umkonfiguration der Last und des DC-Ausgangs immer vom Netz und schalten nicht nur den DC-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 technische Daten wie Ripple und Ausregelungszeiten eingehalten werden können*

3.2.1 Spannungsregelung / Konstantspannung

Spannungsregelung wird auch Konstantspannungsbetrieb (kurz: CV) genannt.

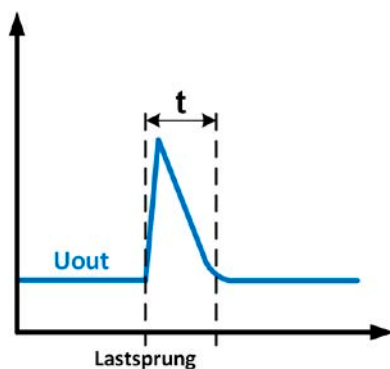
Die DC-Ausgangsspannung wird bei Netzgeräten konstant auf dem eingestellten Wert gehalten, sofern der in den Verbraucher fließende Strom den eingestellten Strommaximalwert bzw. sofern die vom Verbraucher entnommene Leistung nach $P = U_{\text{AUS}} \cdot I_{\text{AUS}}$ nicht den eingestellten Leistungsmaximalwert erreicht. Sollte einer dieser Fälle eintreten, so wechselt das Gerät automatisch in die Strombegrenzung bzw. Leistungsbegrenzung, je nach dem 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 Signal auf der analogen Schnittstelle ausgegeben, kann aber auch als Status über die digitalen Schnittstellen ausgelesen werden.

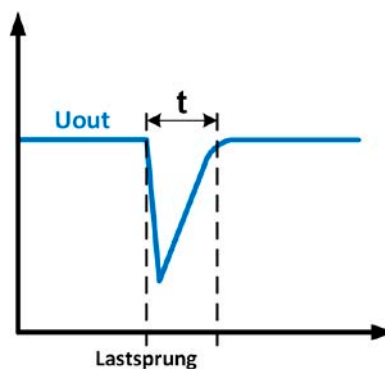
3.2.1.1 Regelungsspitzen

Der Spannungsregler des Gerätes benötigt im CV-Modus nach einem Lastwechsel etwas Zeit, um die Ausgangsspannung wieder auf den eingestellten Wert auszuregulieren. 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. 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. Die Regelungsgeschwindigkeit kann über die **Settings**-App von **EA Power Control** gesetzt werden.

Verdeutlichungen:



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



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

3.2.2 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 den eingestellten Leistungsmaximalwert erreicht, wechselt das Gerät automatisch in Leistungsbegrenzung und stellt Ausgangsspannung und Ausgangsstrom nach $P = U \cdot I$ ein.

Solange der DC-Ausgang eingeschaltet und Konstantstrombetrieb aktiv ist, wird der Zustand „CC-Betrieb aktiv“ per LED „CC“ am vorderseitigen Bedienteil angezeigt, kann aber auch als Status über die digitalen Schnittstellen ausgelesen werden.

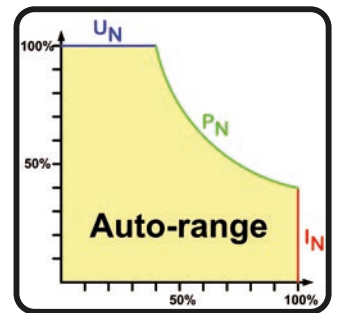
3.2.2.1 Spannungsüberschwinger

In bestimmten Situationen können Spannungsüberschwinger auftreten, z. B. wenn das Gerät in der Strombegrenzung ist und die Spannung sich unregelmäßig 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 $P = U \cdot I$ bzw. $P = U^2 / R$ den eingestellten Leistungsmaximalwert erreicht. Die Leistungsbegrenzung regelt dann den Ausgangsstrom nach $I = \sqrt{P / R}$ ($R =$ 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.

Solange der DC-Ausgang eingeschaltet und Konstantleistungsbetrieb aktiv ist, kann der Zustand „CP-Betrieb aktiv“ nur 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 Maximalleistung.

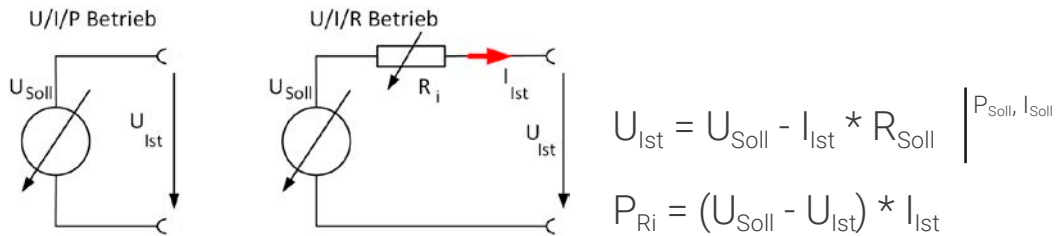
Die Umschaltung in den sogenannten „Derating-Modus“ erfolgt einmal nach dem Einschalten des Gerätes, wobei eine Erkennung der gegenwärtig anliegenden AC-Spannung erfolgt. Das heißt, wenn geringe Spannung erkannt wurde, bleibt das Gerät so lange leistungsreduziert, wie es eingeschaltet ist, auch wenn die Spannung zwischenzeitlich wieder hochgesetzt würde, denn die Umschaltung erfolgt nicht dynamisch mitten im Betrieb. Die volle Nennleistung ist daher nur verfügbar wenn beim Start eine Netzspannung ab 380 V anliegt.

Daß ein PU 10000 Gerät im Derating arbeitet, ist äußerlich nicht erkennbar. Der Zustand kann nur per digitaler Schnittstelle erfaßt werden. In diesem Modus 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“-Status über die digitalen Schnittstellen auslesbar, 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 schnellen FPGA-Controller und ist dabei nur unmerklich langsamer als andere Regler im Gerät. Verdeutlichung:



3.3 Alarmzustände



Dieser Abschnitt gibt nur eine Übersicht über mögliche Alarmzustände. Was zu tun ist im Fall, daß das Gerät einen Alarm anzeigt, wird in Abschnitt «3.6 Gerätealarme handhaben» erläutert.

Alarmzustände sind Alarme aus der Hardware des Gerätes. Grundsätzlich werden diese optisch (LED am Bedienteil, Sammelfehler) und als über digitale Schnittstelle auslesbarer Status, sowie zusätzlich über die analoge Schnittstelle signalisiert. Die Signalisierung an der analogen Schnittstelle ist standardmäßig nur für OT und OVP konfiguriert, kann aber angepaßt werden. Hier können allerdings keine einzelnen Alarme erfaßt werden. Nach Auftreten eines Alarms, der per Sammelfehler erfaßt wurde, kann der spezifische nur über eine digitale Schnittstelle ausgelesen werden. Zwecks nachträglicher Erfassung und Statistik bereits wieder gegangener Alarme kann ein Alarmzähler über eine der digitalen Schnittstelle ausgelesen werden.

3.3.1 Power Fail

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

- AC-Eingangsspannung während der Laufzeit zu niedrig geworden (Netzunterspannung, Netzausfall)
- Defekt im Eingangskreis (PFC)

Bei einem Power Fail stoppt das Gerät die Leistungsabgabe und schaltet die Leistungsstufen aus. War der PF-Alarm nur eine zeitweilige Netzunterspannung, kann das Gerät seine Arbeit weiterführen, sprich den DC-Ausgang automatisch wieder einschalten. Das Verhalten kann in z. B. **EA Power Control** über die Einstellung bei **Andere -> Zustand DC-Eingang/Ausgang nach PF Alarm** oder per ModBus/SCPI-Befehl bestimmt werden, wobei die Standardeinstellung „Aus“ vorgibt. Dabei würde der Ausgang aus bleiben und die LED „Error“ weiterhin den Alarm anzeigen.



Das Trennen des Gerätes von der Stromversorgung wird wie ein Netzausfall interpretiert. Daher tritt beim Ausschalten jedesmal ein PF-Alarm auf.

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. Das wird bestimmt über eine Einstellung, die entweder in der Settings-App von **EA Power Control** bei **Andere -> Zustand DC-Eingang/Ausgang nach OT Alarm** oder per ModBus/SCPI-Befehl gewählt werden kann.

3.3.3 Überspannung (Overvoltage)

Ein Überspannungsalarm (kurz: OVP) führt zur Abschaltung der Leistungsstufen 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, Bereich: 0...110% U_{Nenn}) festgelegt
- der OVP-Schwellwert zu nah über den Spannungssollwert gesetzt wurde und das Gerät beim Wechsel von CC- in CV-Betrieb durch schlagartige Entlastung einen Spannungssprung macht, der zu einem Spannungsüberschwinger führt, welcher zwar kurze Zeit danach ausgeregelt wird, aber unter Umständen den OV-Alarm auslöst

Diese Funktion dient dazu, dem Betreiber des Netzgerätes u. A. optisch (per LED „Error“) 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 der Leistungsstufen 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 der Leistungsstufen 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 eine feste Schwelle leicht oberhalb von 60 V erreicht, egal ob durch das Gerät selbst erzeugt oder von außen auf das Gerät gelangend.

Tritt der Alarm auf wird der DC-Ausgang sofort abgeschaltet, falls gerade eingeschaltet, und ein Alarm über eine Sammelfehler-LED am frontseitigen Bedienteil signalisiert. 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 gesetzter Spannung an oder nahe 60 V verläßt.



Bei angeschlossener Fernföhlung 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

Der Share-Bus-Fehler (kurz: SF) ist verküpf mit dem physikalisch hinten am Gerät vorhandenen Share-Bus und dem Umstand, wenn mindestens zwei Geräte an diesem verbunden sind. Außerdem ist er verknüpf mit dem gesetzten Zustand des Master-Slave-Modus.

Je nach dem welcher Modus gesetzt, muß der Share-Bus mehrerer Geräte entweder verbunden oder getrennt sein, weil sonst der Alarm auftritt und normalen Betrieb behindern kann. Der Alarm führt auch zur Abschaltung der DC-Leistungstufen, sofern er mitten im Betrieb auftritt. Mögliche Ursachen für einen SF-Alarm:

- Nach dem Hochfahren bzw. vor der Initialisierung des Master-Slave-Systems: siehe Tabelle unten
- Nach Initialisierung bzw. im Betrieb: ein Defekt am Share-Buskabel (Kurzschluß, Kabelbruch)

Mögliche Situationen nach dem Hochfahren oder nach Änderung der Konfiguration:

Master-Slave-Modus	Share-Buskabel	Resultat	Erforderliche Aktion
aus	nicht gesteckt	Normalzustand außerhalb vom Master-Slave. Betrieb ungehindert möglich	keine
aus	gesteckt	SF-Alarm tritt bei jedem verbundenen Gerät auf	Share-Buskabel entfernen und Alarm löschen
Master	nicht gesteckt	Es tritt kein SF-Alarm am Master auf. Der Master initialisiert das MS-System und sofern mindestens ein Slave mit SF-Alarm erkannt wurde, wird dessen Alarm am Master angezeigt und man kann den DC-Ausgang nicht einschalten	Share-Bus zwischen allen Geräten verbinden, die im MS-Verbund beteiligt sein sollen und Master-Slave neu initialisieren.
Master	gesteckt	Es sollte kein SF-Alarm auftreten, davon ausgehend, im System sind nur 1 Master und x Slaves und alle haben identische Firmwareversionen installiert.	keine
Slave	nicht gesteckt	SF-Alarm tritt auf und kann nicht gelöscht werden. Der Master initialisiert zwar das MS-System, man kann aber den DC-Ausgang nicht einschalten, weil der Slave seinen SF-Alarm an den Master meldet.	Share-Bus per Share-Buskabel zwischen allen Geräten verbinden, die im MS-Verbund beteiligt sein sollen, und Master-Slave neu initialisieren.
Slave	gesteckt	Beim Hochfahren und anschließender automatischer Initialisierung des Master-Slave-Systems durch den Master sollte kein SF-Alarm bei allen beteiligten Geräten auftreten, davon ausgehend, im System sind nur 1 Master und x Slaves und alle haben identische Firmwareversionen installiert. Wird das System später initialisiert, zeigt der Slave bis dahin SF an.	keine

Der Alarm muß quittiert werden, nachdem die Fehlerursache beseitigt wurde.

3.4 Manuelle Bedienung

3.4.1 Einschalten des Gerätes

Das Gerät besitzt keinen eigenen Netzschalter oder eine ähnliche Vorrichtung am Gehäuse. Es ist für die Installation in einem Rack oder Schrank gedacht, der dann per manuellem Hauptschalter oder eine andere Art von Schalter (Schütz oder ähnlich) eingeschaltet wird. Das bedeutet, egal ob Einzelbetrieb oder nicht, es muß eine externe Schaltvorrichtung vorhanden sein.

Ist das Gerät Teil eines Master-Slave-Systems, üblicherweise in einem Schrank, werden die beteiligten Einheiten über den Schrank alle zugleich eingeschaltet. Sofern das machbar ist (Thema: Einschaltstrom), kann der Master die Slaves erst dann korrekt initialisieren, wenn diese fertig gestartet sind. Dazu wartet er nach dem Hochfahren eine gewisse Zeit. Sollten trotzdem nicht alle Slaves initialisiert worden sein, kann die Initialisierung am Master per Fernsteuerung wiederholt werden, sowie bei Master-Geräten mit einer Anzeigeeinheit auch direkt am HMI.

Nach dem Einschalten zeigt das Gerät seinen Startvorgang mit der LED „Power“ in Orange an. Nach dem Erreichen der Betriebsbereitschaft wechselt die LED „Power“ auf Grün.

Es gibt eine über Software konfigurierbare Option mit welcher der Anwender bestimmen kann, wie der Zustand des DC-Ausgangs nach dem Einschalten des Gerätes sein soll. Werkseitig ist diese Option auf „Aus“ gesetzt. Die Änderung auf „Wiederherstellen“ bewirkt, daß der Zustand des DC-Ausgangs vor dem letzten Ausschalten wiederhergestellt wird, also entweder ein oder aus.

Wird das Gerät als Slave im Master-Slave betrieben, so wie für Geräte dieser Serie standardmäßig vorgesehen, dann speichert das Master-Gerät Werte und Zustände und stellt diese wieder her bzw. überschreibt die in den Slaves gespeicherten bei der Initialisierung des Systems.



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

3.4.2 Ausschalten des Gerätes

Beim Ausschalten des Gerätes werden der Zustand des DC-Ausgangs und die zuletzt eingestellten Sollwerte gespeichert. Weiterhin wird ein Power Fail Alarm über LED „Error“ gemeldet. Dieser kann ignoriert werden. Die Leistungsstufen werden sofort ausgeschaltet und nach kurzer Zeit die Lüfter, das Gerät ist nach einigen Sekunden dann komplett aus.

3.4.3 DC-Ausgang ein- oder ausschalten

Solange das Gerät kein Slave ist oder sich durch eine der am Gerät befindlichen Schnittstellen in Fernsteuerung befindet, kann die Taste „On / Off“ an der Vorderseite benutzt werden, um den DC-Ausgang ein- oder auszuschalten, sowie Gerätealarme zu bestätigen. Das ermöglicht gleichzeitig den Zugriff auf alle auf den DC-Ausgang bezogenen Stellwerte über den vorderen USB-Port.

Die Konfiguration von Parametern über einen USB-Port gehört zur Fernsteuerung und ist daher in 3.5 beschrieben.

3.5 Fernsteuerung

3.5.1 Allgemeines

Fernsteuerung ist bei Geräten dieser Serie essentiell, z. B. bei Master-Slave. Grundsätzlich ist Fernsteuerung über alle eingebauten Schnittstellen möglich. Wichtig ist dabei, daß entweder nur eine der nach außen nutzbaren Schnittstellen oder ein Master-Gerät im Eingriff sein kann. Das bedeutet, wenn man zum Beispiel versuchen würde bei aktivem Master-Slave-Betrieb auf Fernsteuerung per digitaler Schnittstelle umzuschalten, würde das Gerät auf der digitalen Schnittstelle einen Fehler zurückmelden. Im umgekehrten Fall würde das Master-Gerät das bereits ferngesteuerte Slave-Gerät nicht einbinden können. In beiden Fällen ist jedoch Monitoring, also das Überwachen des Status' bzw. das Auslesen von Werten, über beide USB-Ports immer möglich.

3.5.2 Fernsteuerung über digitale Schnittstelle

3.5.2.1 Hinterer USB-Port

Der hintere USB-Port bietet Zugang zu allen Funktionalitäten des Gerätes, genauso wie bei einem Gerät aus der Serie PS 10000, das mit seiner Anzeige und seinen Drehknöpfen quasi das Standardgerät zum PU 10000 ist. Daher gilt für diese Schnittstelle dieselbe Programmierdokumentation „Programmieranleitung ModBus & SCPI“, sowie die ModBus-Registerliste „Modbus_Register_PU10000_KEx.xx+_DE.pdf“. Sollte die optionale Freischaltung des Funktionsgenerator (LIZENZFG, siehe Abschnitt) mit dem Gerät oder nachträglich gekauft worden sein, erhält der Käufer eine erweiterte, anders benannte Registerliste zugeschickt.

3.5.2.2 Vorderer USB-Port

Der vordere USB-Port dient in erster Linie der Einstellung von auf den DC-Ausgang bezogenen Sollwerten und Schutzfunktionen, wenn das Gerät wahlweise einzeln ferngesteuert oder als Master betrieben werden soll.

Die Steuerung über diesen Port kann auch über die Software EA Power Control erfolgen, aber ebenso in eigene Applikationen eingebunden werden. Um dies zu tun, ist eine Programmier-Dokumentation verfügbar, die dem Gerät auf USB-Stick beiliegt.

Die Anzahl der über den vorderen USB-Port verfügbaren Funktionen ist gegenüber dem rückseitigen USB-Port reduziert. Trotzdem werden beide Kommunikationsprotokolle, SCPI und ModBus RTU, unterstützt. Es gibt, als Teil der Programmier-Dokumentation, für den vorderen USB-Port eine separate ModBus-Registerliste namens Modbus_Register_PUx10000_Front_HMIx.xx+_DE.pdf).

Für SCPI gibt es in der Programmieranleitung einen extra Abschnitt der die verfügbaren SCPI-Befehle aller Serien behandelt, wie nutzbar über den rückseitigen Port. Unten ist eine Übersicht der konkret am vorderen USB-Port unterstützten SCPI-Befehle. Die Erläuterung der Befehle finden Sie in der Programmieranleitung.

*IDN?	[SOURCE:]POWER:PROTECTION[:LEVEL]
*CLS	[SOURCE:]POWER:PROTECTION[:LEVEL]?
*RST	[SOURCE:]RESISTANCE
*ESE	[SOURCE:]RESISTANCE?
*ESE?	[SOURCE:]RESISTANCE:LIMIT:HIGH
*ESR	[SOURCE:]RESISTANCE:LIMIT:HIGH?
*STB?	[SOURCE:]VOLTAGE
MEASURE[:SCALAR:]CURRENT[:DC]?	[SOURCE:]VOLTAGE?
MEASURE[:SCALAR:]POWER[:DC]?	[SOURCE:]VOLTAGE:LIMIT:HIGH
MEASURE[:SCALAR:]VOLTAGE[:DC]?	[SOURCE:]VOLTAGE:LIMIT:HIGH?
OUTPUT[:STATE]	[SOURCE:]VOLTAGE:LIMIT:LOW
OUTPUT[:STATE]?	[SOURCE:]VOLTAGE:LIMIT:LOW?
[SOURCE:]CURRENT	[SOURCE:]VOLTAGE:PROTECTION[:LEVEL]
[SOURCE:]CURRENT?	[SOURCE:]VOLTAGE:PROTECTION[:LEVEL]?
[SOURCE:]CURRENT:LIMIT:HIGH	STATUS:OPERATION?
[SOURCE:]CURRENT:LIMIT:HIGH?	STATUS:QUESTIONABLE?
[SOURCE:]CURRENT:LIMIT:LOW	SYSTEM:ALARM:ACTION:PFAIL
[SOURCE:]CURRENT:LIMIT:LOW?	SYSTEM:ALARM:ACTION:PFAIL?
[SOURCE:]CURRENT:PROTECTION[:LEVEL]	SYSTEM:ALARM:COUNT:OCURRENT?
[SOURCE:]CURRENT:PROTECTION[:LEVEL]?	SYSTEM:ALARM:COUNT:OPOWER?
[SOURCE:]POWER	SYSTEM:ALARM:COUNT:OTEMPERATURE?
[SOURCE:]POWER?	SYSTEM:ALARM:COUNT:OVOLTAGE?
[SOURCE:]POWER:LIMIT:HIGH	SYSTEM:ALARM:COUNT:PFAIL?

[SOURce:]POWER:LIMit:HIGH?	SYSTem:COMMUnicate:TIMEout?
SYSTem:CONFIg:MODE	SYSTem:CONFIg:UCD:ACTIon?
SYSTem:CONFIg:MODE?	SYSTem:CONFIg:USER:TEXT
SYSTem:CONFIg:OCD	SYSTem:CONFIg:USER:TEXT?
SYSTem:CONFIg:OCD?	SYSTem:CONFIg:UVD?
SYSTem:CONFIg:OCD:ACTIon	SYSTem:CONFIg:UVD:ACTIon
SYSTem:CONFIg:OCD:ACTIon?	SYSTem:CONFIg:UVD:ACTIon?
SYSTem:CONFIg:OPD	SYSTem:DEVIce:CLAss?
SYSTem:CONFIg:OPD?	SYSTem:ERRor:ALL?
SYSTem:CONFIg:OPD:ACTIon	SYSTem:ERRor:NEXT?
SYSTem:CONFIg:OPD:ACTIon?	SYSTem:ERRor?
SYSTem:CONFIg:OUTPut:REStore	SYSTem:LOCK
SYSTem:CONFIg:OUTPut:REStore?	SYSTem:LOCK?
SYSTem:CONFIg:OVD	SYSTem:LOCK:OWNer?
SYSTem:CONFIg:OVD?	SYSTem:NOMInal:CURRent?
SYSTem:CONFIg:OVD:ACTIon	SYSTem:NOMInal:POWer?
SYSTem:CONFIg:OVD:ACTIon?	SYSTem:NOMInal:RESistance:MAXimum?
SYSTem:CONFIg:UCD	SYSTem:NOMInal:RESistance:MINimum?
SYSTem:CONFIg:UCD?	SYSTem:NOMInal:VOLTagE?
SYSTem:CONFIg:UCD:ACTIon	

3.5.2.3 Programmierung

Details zur Programmierung mit den Kommunikationsprotokollen und verschiedenen Schnittstellen 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 Schnittstellenüberwachung

Die Funktionalität „Schnittstellenüberwachung“ dient zur Überwachung der digitalen 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 einfach 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. Die Funktion ist konfigurierbar, aber nur über die Settings-App in **EA Power Control**.

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 **Andere -> Zustand DC-Eingang/Ausgang nach Remote** in **EA Power Control** festlegbar

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, somit können sich beide Timeouts überschneiden

3.5.4 Fernsteuerung über Analogschnittstelle

3.5.4.1 Allgemeines

Die fest eingebaute, galvanisch 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 per digitaler Schnittstelle setzen oder umgekehrt. Der OVP-Sollwert, sowie weitere 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 die am Pin 3 ausgegebene Referenzspannung erzeugt werden.

Die AS kann mit den gängigen Spannungsbereichen 0...5 V oder 0...10 V betrieben werden. Die Wahl des Spannungsbereiches und weiterer zur Analogschnittstelle gehöriger Einstellungen kann über ModBus-Register, SCPI-Befehle oder in der Settings-App von **EA Power Control** erfolgen. Die am Pin 3 (VREF) herausgegebene Referenzspannung wird mit angepaßt. Es gilt somit folgendes:

Einstellung **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).

Einstellung **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.

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 digitaler Fernsteuerung. Daraufhin vom Gerät ausgegebene Alarmmeldungen (siehe «3.6 Gerätealarme handhaben») erscheinen immer am vorderseitigen Bedienteil (LED „Error“), die meisten davon können aber auch als Signal auf der analogen Schnittstelle ausgegeben werden (siehe Tabelle unten). Welche genau, das ist konfigurierbar.

Die Alarme MSS, OVP, OCP und OPP gelten als zu quittierende Fehler (siehe auch 3.6). Sie können durch Aus- und Wiedereinschalten des DC-Ausgangs 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 in **EA Power Control** in der Settings-App **Andere -> Zustand DC-Eingang/Ausgang nach OT-Alarm** bzw. **Andere -> Zustand DC-Eingang/Ausgang nach PF-Alarm** auf **Aus** gestellt sind. 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 $R_i > 40\text{ k} \dots 100\text{ k}$
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 $I_{max} = +5\text{ mA}$ Kurzschlussfest gegen AGND
4	DGND	POT	Digitale Masse		Für Steuer- und Meldesignale
5	REMOTE	DI	Umschaltung zwischen manueller und externer Steuerung	Extern = LOW, $U_{Low} < 1\text{ V}$ Manuell = HIGH, $U_{High} > 4\text{ V}$ Manuell, wenn Pin unbeschaltet	Spannungsbereich = 0...30 V $I_{Max} = -1\text{ mA}$ bei 5 V U_{LOW} nach HIGH typ. = 3 V Empf. Sender: Open collector gegen DGND
6	ALARMS 1	DO	Übertemperaturalarm / Power fail	Alarm = HIGH, $U_{High} > 4\text{ V}$ Kein Alarm = LOW, $U_{Low} < 1\text{ V}$	Quasi-Open-Collector mit Pull-up gegen Vcc ⁽²⁾ Bei 5 V am Pin fließen max. +1 mA $I_{Max} = -10\text{ mA}$ bei $U_{CE} = 0,3\text{ V}$ $U_{Max} = 30\text{ V}$ Kurzschlussfest gegen DGND
7	RSEL	AI	Sollwert Widerstand	0...10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0..100% von R_{Max}	Genauigkeit 0-5 V Bereich: < 0,4% ⁽⁵⁾ Genauigkeit 0-10 V Bereich: < 0,2% ⁽⁵⁾ Eingangsimpedanz $R_i > 40\text{ k} \dots 100\text{ k}$
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⁾
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, $U_{Low} < 1\text{ V}$ Ein = HIGH, $U_{High} > 4\text{ V}$ Ein, wenn Pin unbeschaltet	Spannungsbereich = 0...30 V $I_{Max} = -1\text{ mA}$ bei 5 V U_{LOW} nach HIGH typ. = 3 V Empf. Sender: Open collector gegen DGND
13	REM-SB	DI	DC-Ausgang aus (DC-Ausgang ein) (Alarm quittieren ⁽⁴⁾)	Aus = LOW, $U_{Low} < 1\text{ V}$ Ein = HIGH, $U_{High} > 4\text{ V}$ Ein, wenn Pin unbeschaltet	Spannungsbereich = 0...30 V $I_{Max} = +1\text{ mA}$ bei 5 V Empf. Sender: Open-Collector gegen DGND
14	ALARMS 2	DO	Überspannung Überstrom Überleistung	Alarm = HIGH, $U_{High} > 4\text{ V}$ Kein Alarm = LOW, $U_{Low} < 1\text{ V}$	Quasi-Open-Collector mit Pull-up gegen Vcc ⁽²⁾ Bei 5 V am Pin fließen max. +1 mA $I_{max} = -10\text{ mA}$ bei $U_{ce} = 0,3\text{ V}$, $U_{max} = 0 \dots 30\text{ V}$ Kurzschlussfest gegen DGND
15	STATUS⁽³⁾	DO	Spannungsregelung aktiv DC-Ausgang	CV = LOW, $U_{Low} < 1\text{ V}$ CC/CP/CR = HIGH, $U_{High} > 4\text{ V}$ Aus = LOW, $U_{Low} < 1\text{ V}$ Ein = HIGH, $U_{High} > 4\text{ V}$	

(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

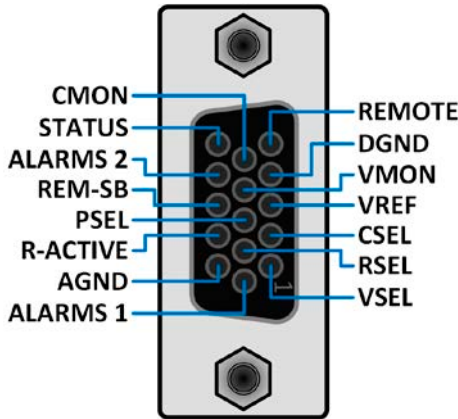
(4 Nur während Fernsteuerung

(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 für 0...100%, 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

	<p>Digitaler Eingang (DI)</p> <p>Es ist ein möglichst niederohmiger Schalter zu verwenden (Relaiskontakt, Schalter, Schütz o.ä.), um das Signal sauber nach DGND zu schalten.</p> <p>Ein digitaler Ausgang einer Schaltung oder SPS könnte nicht ausreichend sein, wenn nicht vom Typ „open collector“.</p>		<p>Analoger Eingang (AI)</p> <p>Hochohmiger Eingang (Impedanz: >40 kΩ) einer OP-Schaltung.</p>
	<p>Digitaler Ausgang (DO)</p> <p>Ein Quasi-Open-Collector, weil mit hochohmigem Pullup-Widerstand. Ist im geschalteten Zustand LOW und kann keine Lasten treiben, sondern nur schalten (schwache Stromsenke).</p>		<p>Analoger Ausgang (AO)</p> <p>Ausgang einer OP-Schaltung, nicht oder nur sehr gering belastbar. Siehe Tabelle oben.</p>

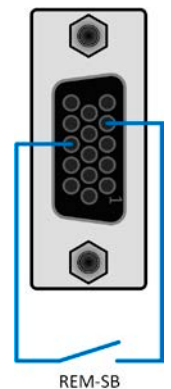
3.5.4.7 Anwendungsbeispiele

a) DC-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 **Anlogschnittstelle -> REM-SB Pegel** in der Settings-App von **EA Power Control** oder per ModBus-Register bzw- SCPI-Befehl angepasst werden.

Wird der Pin nicht beschaltet bzw. der angeschlossene Kontakt ist offen, ist der Pin auf HIGH. Bei Einstellung „Anlogschnittstelle -> 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 das Gerät nicht reagieren.
		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 von Pin REM-SB.
		LOW	+	Normal	

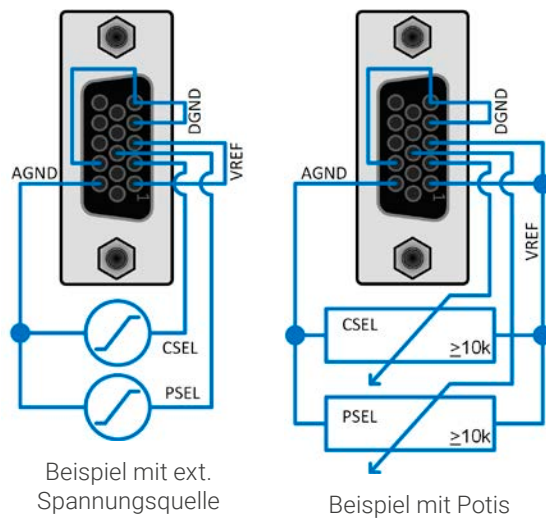
b) Fernsteuerung von Strom und Leistung

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 ($\pm 100\%$) gelegt und beeinflusst somit Konstantstrom- oder Konstantleistungsbetrieb nicht. R-ACTIVE wird auf DGND gelegt, damit der Widerstandsmodus aus ist.

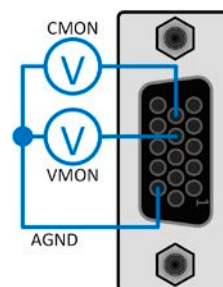
Bei Einspeisung der Steuerspannungen von einer externen Spannungsquelle wäre die Wahl des Eingangsspannungsbereiches für Sollwerte (0...5 V oder 0...10 V) zu beachten.



! Bei Benutzung des 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 Gerätealarme handhaben

Bei Auftreten eines Gerätealarms wird üblicherweise zunächst der DC-Ausgang ausgeschaltet und die LED „Error“ am vorderseitigen Bedienteil geht an, um den Anwender auf den Alarm aufmerksam zu machen. Der Alarm muß zwecks Kenntnisnahme bestätigt werden.

► **So bestätigen Sie einen Alarm am Bedienteil (während manueller Bedienung)**

1. Wenn der DC-Ausgang ausgeschaltet ist und LED „Error“ leuchtet, betätigen Sie einmal die Taste „On / Off“.
2. Die LED sollte ausgehen und mit einer weiteren Betätigung der Taste kann der DC-Ausgang wieder eingeschaltet werden. Sollte das nicht möglich sein, könnte der Alarm noch anliegen.

► **So bestätigen Sie einen Alarm während digitaler Fernsteuerung**

1. Beim Verwendung des ModBus-Protokolls über die Steuerung einer Coil, hier Register 411. Bei SCPI durch normale Fehlerabfrage per SYST:ERR:ALL?.


► **So bestätigen Sie einen Alarm während analoger Fernsteuerung**

1. Siehe «3.5.4.2 Quittieren von Alarmmeldungen».

Manche Gerätealarme können per ModBus-Register, SCPI-Befehl oder in der Settings-App von **EA Power Control** konfiguriert werden:

Kurz	Lang	Beschreibung	Einstellbereich
OVP	OverVoltage Protection	Überspannungsschutz. Löst einen Alarm aus, wenn die Spannung am DC-Ausgang die eingestellte OVP-Schwelle erreicht. Außerdem wird der DC-Ausgang ausgeschaltet.	$0 \text{ V} \dots 1,1 * U_{\text{Nenn}}$
OCP	OverCurrent Protection	Überstromschutz. Löst einen Alarm aus, wenn der Strom am DC-Ausgang die eingestellte OCP-Schwelle erreicht. Außerdem wird der DC-Ausgang ausgeschaltet.	$0 \text{ A} \dots 1,1 * I_{\text{Nenn}}$
OPP	OverPower Protection	Überleistungsschutz. Löst einen Alarm aus, wenn die Leistung am DC-Ausgang die eingestellte OPP-Schwelle erreicht. Außerdem wird der DC-Ausgang ausgeschaltet.	$0 \text{ W} \dots 1,1 * P_{\text{Nenn}}$

Diese Gerätealarme können nicht konfiguriert werden, da hardwaremäßig bedingt:

Kurz	Lang	Beschreibung
PF	Power Fail	<p>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. Außerdem wird der DC-Ausgang ausgeschaltet. Der Zustand des DC-Ausgangs nach Verschwinden eines zeitweiligen PF-Alarms kann mit der Einstellung Andere -> Zustand DC-Eingang/Ausgang nach PF-Alarm in EA Power Control (auch als ModBus-Register und SCPI-Befehl verfügbar) festgelegt werden.</p> <p> 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.</p>
OT	OverTemperature	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 Andere -> Zustand DC-Eingang/Ausgang nach OT-Alarm in EA Power Control (auch als ModBus-Register und SCPI-Befehl verfügbar) nur ein temporärer Zustand sein könnte.
MSS	Master-Slave Sicherheitsmodus	Wird ausgelöst, wenn das Gerät ein Master in einem initialisierten Master-Slave-Verbund ist und den Kontakt zu mindestens einem Slaves verliert bzw. ein Slave ist und noch nicht initialisiert wurde. Außerdem wird der DC-Ausgang ausgeschaltet. Der Alarm kann durch erneute Initialisierung des MS-Systems oder Deaktivierung von MS gelöscht werden.
Safety OVP	Safety OverVoltage Protection	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.
SF	Share Bus Fail	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.

3.7 Weitere Anwendungen

3.7.1 Parallelschaltung als Master-Slave (MS)

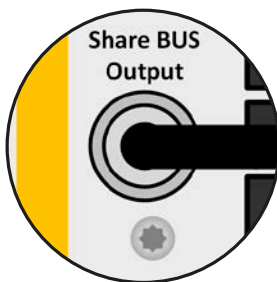
Der vorrangige und angedachte Gebrauch eines PU 10000 Gerätes ist als Slave in einem Master-Slave-System.

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.

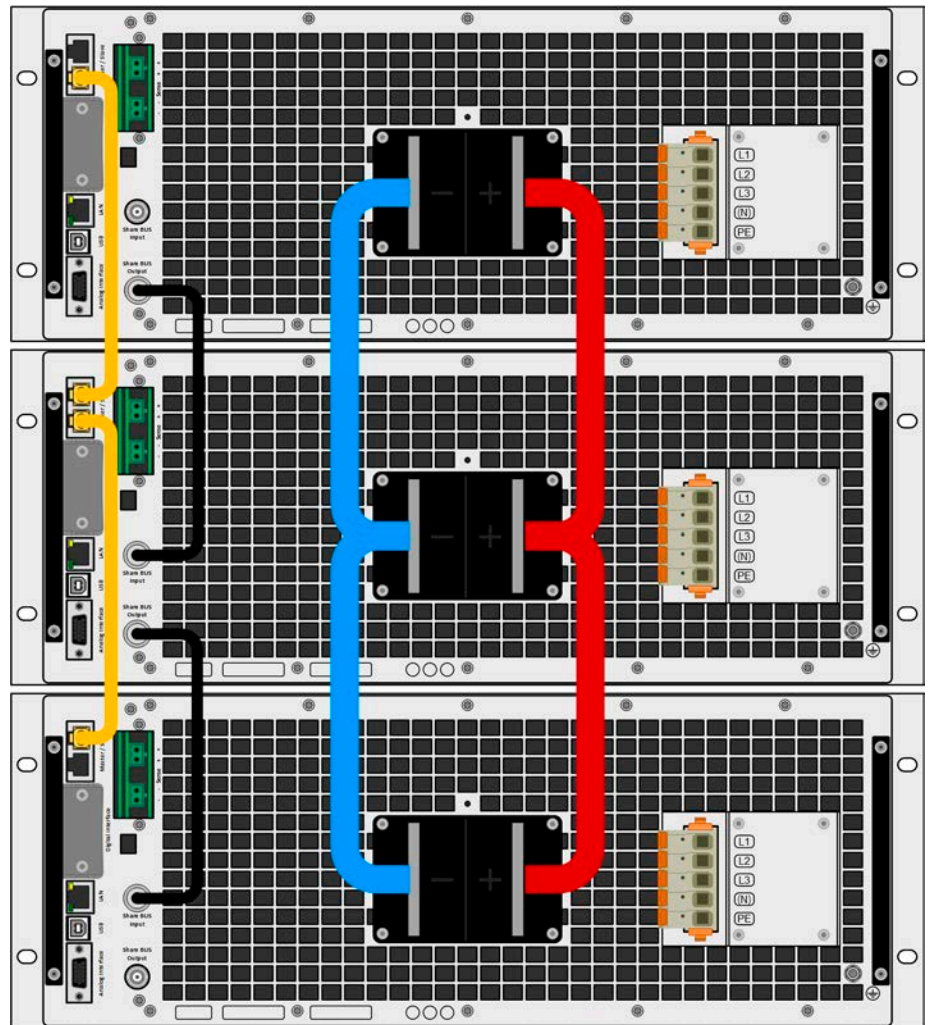
Der Share-Bus wiederum dient zur dynamischen Ausregelung der Spannung am DC-Ausgang der Geräte, d. h. im CV-Betrieb, besonders wenn am Mastergerät der Funktionsgenerator genutzt werden soll, sofern dort vorhanden. Es müssen zumindest die DC-Minus-Anschlüsse aller über Share-Bus verschalteten Geräte verbunden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

Prinzipdarstellung ohne Last:

Share-Bus-Verbindung



Master-Slave-Bus



3.7.1.1 Einschränkungen & Erfordernisse

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

- Das MS-System reagiert auf Alarmsituationen zum Teil anders (siehe unten bei 3.7.1.8)
- 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 Modellen aus anderen Serien wird zwar unterstützt, ist aber begrenzt auf die Serien PSI 10000 und PS 10000, deren Modelle dann als Master- oder Slave-Einheiten dienen können

3.7.1.2 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.

3.7.1.3 Verkabelung des Share-Bus'

Der Share-Bus ist für den Master-Slave-Betrieb essentiell. Er 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 können max. 64 Geräte über den Share-Bus verbunden werden.
- In Abhängigkeit davon, ob der Share-Bus verbunden ist oder nicht bzw. wie der Master-Slave-Modus konfiguriert ist, kann am Gerät ein SF-Alarm auftreten (für mehr siehe «3.3.7 Share-Bus-Fehler»)

3.7.1.4 Verkabelung und Einrichtung des digitalen Master-Slaves-Busses

Der Master-Slave-Bus ist fest im Gerät integriert und muß vor der Benutzung per Netzkabel (≥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, wenn auch mit ein paar Einschränkungen, siehe unten in 3.7.1.5
- Geräte an den Enden des Busses müssen terminiert werden (mehr siehe unten), ansonsten schlägt die Initialisierung des Master-Slave-Systems fehl



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

Für den späteren Betrieb des MS-Systems gilt dann:

- Der Master liefert aufsummierte Istwerte und Status für das Gesamtsystem per Fernabfrage, aber aufsummierte Werte nicht über alle Schnittstellen. Beispiel: in einem 300 kW System kann man nur bei Verwendung von SCPI direkt Sollwerte senden oder Istwerte abfragen, die 300 kW als „300.0kW“ repräsentieren, bei anderen Schnittstellen muß durch die steuernde Software umgerechnet werden.
- Die Einstellbereiche der Sollwerte, Einstellungsgrenzen (Limits), Schutzgrenzen (OVP usw.) 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). Das ist in dieser Form des Wertes wiederum nur bei SCPI so anwendbar.
- Die Slaves sind nicht bedienbar, solange wie vom Master gesteuert
- Slaves, die nach noch nicht durch den Master initialisiert wurden, melden den Alarm MSS über die LED „Error“. Derselbe Alarm wird bei Fehlern auf dem MS-Bus ausgegeben

3.7.1.5 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, PU 10000 mit PS 10000 im Verbund (erfordert mind. Firmware KE 3.02)

Die Kombinationen beider Mischsysteme ist zulässig und unterstützt. Bei Modellen mit unterschiedlicher Nennleistung, egal ob aus derselben Serie oder unterschiedlichen kann es vorkommen, daß die resultierende Gesamtleistung nach Initialisierung niedriger ist als erwartet. Daher gilt: 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 nur 28 kW Systemleistung, also weniger als das größere Einzelgerät. Wechselt man auf das 30 kW als Master ergeben sich 33 kW Gesamtleistung.

Übersicht der Kompatibilität der 10000er Serien untereinander (Stand 03/2023):

	PS	PSI	PU	ELR	PUL	PSB	PSBE	PUB
PS	X	X	X (*)	-	-	-	-	-
PSI	X	X	X (*)	-	-	-	-	-
PU	X (*)	X (*)	X (*)	-	-	-	-	-
ELR	-	-	-	X	X (*)	-	-	-
PUL	-	-	-	X (*)	X (*)	-	-	-
PSB	-	-	-	-	-	X	X	X (*)
PSBE	-	-	-	-	-	X	X	X (*)
PUB	-	-	-	-	-	X (*)	X (*)	X (*)

(* Erfordert auf allen beteiligten Geräten mindestens Firmware KE 3.06)

3.7.1.6 Konfiguration des Master-Slave-Betriebs

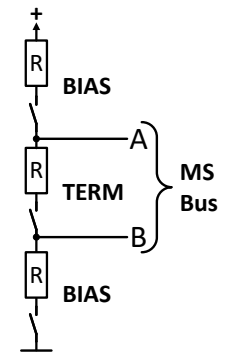
Nun muß das Master-Slave-System noch auf jedem Gerät für Master bzw. Slave konfiguriert werden. Als Reihenfolge empfiehlt es sich, zuerst alle Slave-Geräte zu konfigurieren und dann das Master-Gerät.

► So konfigurieren Sie ein Gerät als Master oder Slave in EA Power Control

1. Verbinden Sie das Gerät über entweder den vorderen oder den hinteren USB-Anschluß zu einem PC, auf dem **EA Power Control** installiert ist.
2. Starten Sie **EA Power Control** und lassen Sie das Gerät suchen und finden. Sollten mehrere Geräte zum PC verbunden sein, wählen Sie das richtige aus und ziehen dessen Symbol auf das der **Settings**-App.
3. In der Settings-App navigieren Sie zur Gruppe **Master-Slave** und setzen zuerst den **Master-Slave-Modus** auf **Master** oder **Slave**, wie für das Gerät vorgesehen.
4. Korrekte Terminierung setzen. Die Terminierung des Busses an sich erfolgt mittels elektronischer Schalter. Das kann als Teil der Konfiguration der einzelnen Geräte und Wahl von Master- oder Slave-Modus erfolgen, sollte bei Slaves zuerst aber erledigt werden, da beim Master durch Setzen des Modus **Master** sofort eine Businitialisierung erfolgt. In der Gruppe **Master-Slave** der Settings-App können die beiden BIAS-Widerstände (siehe Grafik rechts) und der Abschlußwiderstand (TERM) je Gerät separat gesetzt werden.

Was bei welchem Gerät zu setzen wäre:

Position des Gerätes	Terminierungseinstellung(en)
Master (am Ende des Buses)	Biaswiderstände = Ein + Abschlußwiderstand = Ein
Master (mittig im Bus)	Biaswiderstände = Ein
Slave (am Ende des Buses)	Abschlußwiderstand = Ein
Slave (mittig im Bus)	Biaswiderstände = Aus + Abschlußwiderstand = Aus



5. Einstellungen speichern und Settings-App verlassen.



Die Initialisierung des Master-Slave-Systems wird, solange der Master-Slave-Modus aktiviert ist, nach dem Netzeinschalten des Mastergerätes jedesmal automatisch ausgeführt. Die Initialisierung kann ansonsten in EA Power Control in der Settings-App oder eigenen Tools jederzeit wiederholt werden.

3.7.1.7 Bedienung des Master-Slave-Systems

Nach erfolgreicher Initialisierung des Masters und aller Slaves liegt der Fokus auf dem Master. Sollte dieser ein Modell aus dieser Serie sein, kann er keinen Status zum Master-Slave-Betrieb am Bedienteil anzeigen. Allerdings kann über die Software **EA Power Control** oder eigene Tools der Zustand jederzeit abgefragt und somit überwacht werden. Master-Modelle mit Anzeige können jeden Status zusätzlich direkt ablesbar auf ihrer Anzeige darstellen.

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 rekonfiguriert sich der Master und setzt alle Sollwerte zurück. Gegenüber einer steuernden Einheit (PC, SPS usw.) kann sich der Master mit auf das Gesamtsystem angepaßten Werten repräsentieren, was jedoch nur bei Verwendung von SCPI bzw. auch LabVIEW so wäre und dabei die Wahl der nutzbaren Schnittstellen auf LAN und USB einschränkt. Je nach Anzahl der Geräte vervielfacht sich der Einstellbereich für Strom und Leistung, wogegen sich der Widerstandsbe- reich verkleinert. Bei Steuerung über die anderen verfügbaren Schnittstellen muß die Gegenseite alle Werte entsprechend umrechnen. Folgendes gilt generell:

- Das Master-Slave-System 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.) auf Standardwerte zurückgesetzt, damit diese nicht die Steuerung durch den Master stören. Werden diese Grenzen am Master angepaßt, werden sie 1:1 an die Slaves übertragen. Beim späteren Betrieb können Slaves daher - durch ungleichmäßige Lastverteilung und unterschiedlich schnelle Reaktion - anstelle des Masters Alarme wie OCP, OVP auslösen
- Wenn ein oder mehrere Slaves einen Gerätealarm melden, so wird dies auch am Master über die LED „Error“ angezeigt und muß am Master bestätigt werden, egal über welchen der möglichen Wege, 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 die Geräte melden diesen Zustand über ihre LED „Error“ im Allgemeinen, sowie der Master außerdem als auslesbaren Status MSS („Master-Slave-Sicherheitsmodus“). Dann muß das MS-System neu initialisiert werden, mit oder ohne den/die Slaves, die den Verbindungsabbruch verursachten.
- Alle Geräte, auch die Slaves, können über den Pin REM-SB der analogen Schnittstelle DC-seitig ausgeschaltet werden. Das kann als eine Art Notfallabschaltung (kein Not-Aus!) dienen, die üblicherweise über einen Kontakt gesteuert zu allen beteiligten Geräten parallel verdrahtet wird.

3.7.1.8 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, sofern der Master ein Modell mit Anzeige ist. 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 (wenn Master mit Anzeige) 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 (Stromausfall, auch bei Netzunterspannung) werden sie nach der Wiederkehr nicht automatisch wieder als Slaves eingebunden. Die Initialisierung des MS-Systems muß dann vom Anwender explizit wiederholt werden.
- Falls das Master-Gerät AC-seitig ausfällt (von extern ausgeschaltet, Sicherung löst aus, 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.
- Sollte die Initialisierung durch den Master mit der Meldung „Unterschiedliche Modell/Firmware erkannt“ (bei einem Master-Modell mit Anzeige) fehlschlagen, so liegt das entweder daran, daß mindestens ein Gerät mindestens eine unterschiedliche Firmware installiert hat oder daß mindestens ein Gerät älteren Hardwarestandes ist („Rev. 01“, siehe Typenschild). Das erstere kann durch Angleichung der Firmwarestände gefixt 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.

3.7.2 Reihenschaltung

Reihenschaltung zweier oder mehrerer Quellen, was diese Netzgeräte technisch gesehen sind, 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!
- Fernführung darf nicht verdrahtet werden!
- Reihenschaltung darf nur mit Geräten gleichen Typs erfolgen, also z. B. Netzgerät mit Netzgerät und sollte möglichst mit Modellen identischer Nennwerte, 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 oder analog). 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, weil dessen Gehäuse und Masse typischerweise mit PE verbunden sind.

3.7.3 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. Alle PU 10000 4U haben diese Funktionalität von Hause aus, jedoch könnte ein älteres Mastergerät mit Anzeige, z. B. ein PSI 10000, das Feature noch nicht haben. Es kann jedoch nicht nachgerüstet 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

3.7.3.1 Einschränkungen

- Die Funktionalität wird automatisch deaktiviert und gleichzeitig gesperrt, sollte das Gerät bei ohnehin niedriger Netzspannung starten, z. B. 208 V (L-L) statt 400 V (L-L), wodurch es die geforderten 1,7 s nicht mehr überbrücken könnte. SEMI F47 funktioniert daher nicht im sogenannten Derating-Betrieb.
- Die Funktionalität bedingt zwecks Aufrechterhaltung der eingestellten Werte eine auf 21000 W (70%) reduzierte 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 durch Erfassung der Netzspannung beim Start

3.7.3.2 Einstellmöglichkeiten

SEMI F47 kann nur per Fernsteuerung über digitale Schnittstelle und nur in **EA Power Control** ein- oder ausgeschaltet werden, sofern nicht durch einen bestimmten Umstand blockiert.

3.7.3.3 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, wird die für SEMI F47 definierte Maximalleistung sofort übernommen, sowie der aktuelle Leistungswert, sollte er höher sein als die neue Maximalleistung, entsprechend heruntergesetzt. Umgekehrt erfolgt die Anpassung der maximal einstellbaren Leistung ebenso, nur deren Sollwert bleibt in dieser Situation unverändert. Da die Aktivierung des Modus SEMI F47 über das Ausschalten des Gerätes hinaus gespeichert wird, würde das Gerät direkt im Modus SEMI F47 hochfahren, kann diesen Zustand als PU 10000 aber nicht direkt am Bedienteil anzeigen, so daß es aussieht, als würde es normal hochgefahren. Der Status kann jedoch über eine digitale Schnittstelle erfaßt werden.

Tritt später Netzunterspannung auf, entscheidet deren Dauer oder momentaner AC-Spannungswert darüber, ob das Gerät ohne Ausschalten des DC-Ausgangs weiterarbeitet oder ob es einen Alarm **PF** über LED „Error“ 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, je nach dem 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) einzuschicken. Im Fall, daß eine Einsendung zur Überprüfung bzw. Reparatur ansteht, stellen Sie sicher, daß...

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

4.2.1 Firmware-Aktualisierungen



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

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

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

- damit ein am Gerät bestehendes Problem direkt behoben werden kann, insbesondere wenn das von uns im Rahmen der Unterstützung zur Problembeseitigung 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

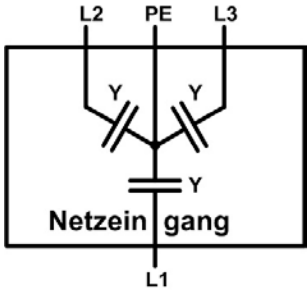
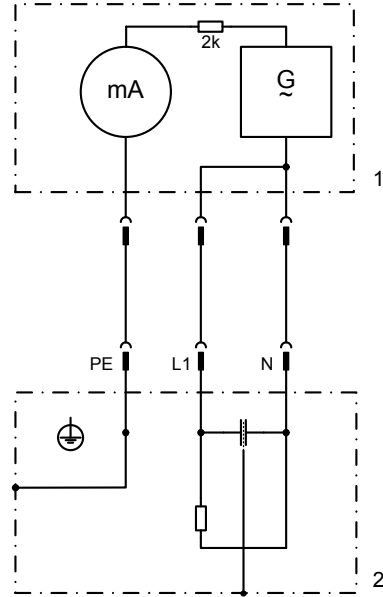
Fehlerfall	Mögliche Gefahr	Wahrscheinlichkeit	Sicherheitsmaßnahmen seitens des Anwenders	Restrisiko
Eine Spannung mit umgekehrter Polarität wurde am DC-Anschluß angelegt	Zerstörung der sekundären Leistungsstufe(n)	Gering	Bei allen Anwendungen, wo eine externe Quelle an das Gerät angeschlossen wird, besonders 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.“

<p>Grafische Verdeutlichung der symmetrischen Schaltung:</p> 	<p>Beispieldarstellung aus der Norm, Bild C.3c, Schutzleiterstrommessung, Ersatzableitstrommeßverfahren:</p> <p>Hinweis: Das Bild unten zeigt das Meßverfahren für zweiphasige Netzanschlüsse. Bei einem Drehstromgerät wird Phase N dann durch L2 und/oder L3 ersetzt.</p> 
---	--

5. Kontakt und Support

5.1 Reparaturen/Technischer Support

Reparaturen, falls nicht anders zwischen Anwender und Lieferant ausgemacht, werden durch den Hersteller durchgeführt. Dazu muss das Gerät an den Hersteller eingeschickt werden. Um eine möglichst zügige und reibungslose Abwicklung eines Support-Auftrags oder einer Reparatur zu gewährleisten, bitten wir Sie, im ersten Schritt den Support-Bereich unserer Website unter **www.elektroautomatik.com/service** zu besuchen und Ihre Support- oder Reparaturanfrage durch das Ausfüllen des jeweiligen Formularfelds („Support Request“ oder „Repair Request“) abzusenden. Ohne diese Dateneingabe kann kein Service-Auftrag generiert werden.

5.2 Kontaktmöglichkeiten

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

Hauptsitz	E-Mailadressen	Telefonnummern
EA Elektro-Automatik GmbH Helmholtzstr. 31-37 41747 Viersen Deutschland	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

