



**Betriebsanleitung**

# **EL 9000 B Slave**

**Elektronische DC-Last**





## INHALT

**1 ALLGEMEINES**

1.1	Zu diesem Dokument .....	4
1.1.1	Aufbewahrung und Verwendung .....	4
1.1.2	Urheberschutz (Copyright) .....	4
1.1.3	Geltungsbereich .....	4
1.1.4	Symbole und Hinweise .....	4
1.2	Gewährleistung und Garantie .....	4
1.3	Haftungsbeschränkungen .....	4
1.4	Entsorgung des Gerätes .....	5
1.5	Produktschlüssel .....	5
1.6	Bestimmungsgemäße Verwendung .....	5
1.7	Sicherheit .....	6
1.7.1	Sicherheitshinweise .....	6
1.7.2	Verantwortung des Bedieners .....	7
1.7.3	Pflichten des Betreibers .....	7
1.7.4	Anforderungen an das Bedienpersonal .....	7
1.7.5	Alarmsignale .....	8
1.8	Technische Daten .....	8
1.8.1	Zulässige Betriebsbedingungen .....	8
1.8.2	Allgemeine technische Daten .....	8
1.8.3	Spezifische technische Daten .....	9
1.8.4	Ansichten (3U-Modelle) .....	11
1.8.5	Bedienelemente .....	14
1.9	Aufbau und Funktion .....	15
1.9.1	Allgemeine Beschreibung .....	15
1.9.2	Blockdiagramm .....	15
1.9.3	Lieferumfang .....	15
1.9.4	Die Bedieneinheit (HMI) .....	16
1.9.5	USB-Port Typ B (Rückseite) .....	16
1.9.6	Share-Bus-Anschluß .....	17
1.9.7	Sense-Anschluß (Fernföhlung) .....	17
1.9.8	Master-Slave-Bus .....	17

**2 INSTALLATION & INBETRIEBNAHME**

2.1	Transport und Lagerung .....	18
2.1.1	Transport .....	18
2.1.2	Verpackung .....	18
2.1.3	Lagerung .....	18
2.2	Auspacken und Sichtkontrolle .....	18
2.3	Installation .....	18
2.3.1	Sicherheitsmaßnahmen vor Installation und Gebrauch .....	18
2.3.2	Vorbereitung .....	18
2.3.3	Aufstellung des Gerätes .....	20
2.3.4	Anschließen von DC-Quellen .....	21
2.3.5	Erdung des DC-Eingangs .....	22
2.3.6	Anschließen des „Share-Bus“ .....	22
2.3.7	Anschließen der Fernföhlung .....	23
2.3.8	Anschließen der USB-Ports .....	23
2.3.9	Erstinbetriebnahme .....	24
2.3.10	Erneute Inbetriebnahme nach Firmwareupdates bzw. längerer Nichtbenutzung .....	24

**3 BEDIENUNG UND VERWENDUNG**

3.1	Personenschutz .....	25
3.2	Regelungsarten .....	25
3.2.1	Spannungsregelung / Konstantspannung .....	25
3.2.2	Stromregelung / Konstantstrom / Strombegrenzung .....	26
3.2.3	Widerstandsregelung/Konstantwiderstand .....	26
3.2.4	Leistungsregelung / Konstantleistung / Leistungsbegrenzung .....	26
3.2.5	Regelverhalten und Stabilitätskriterium .....	27
3.3	Alarmzustände .....	28
3.3.1	Power Fail .....	28
3.3.2	Übertemperatur (Overtemperature) .....	28
3.3.3	Überspannung (Overvoltage) .....	28
3.3.4	Überstrom (Overcurrent) .....	28
3.3.5	Überleistung (Overpower) .....	28
3.4	Manuelle Bedienung .....	29
3.4.1	Einschalten des Gerätes .....	29
3.4.2	Ausschalten des Gerätes .....	29
3.4.3	DC-Eingang ein- oder ausschalten .....	29
3.5	Fernsteuerung .....	30
3.5.1	Allgemeines .....	30
3.5.2	Fernsteuerung über den hinteren USB-Port .....	30
3.5.3	Fernsteuerung über den vorderen USB-Port .....	30
3.5.4	Programmierung .....	31
3.6	Alarmer und Überwachung .....	32
3.6.1	Begriffsdefinition .....	32
3.6.2	Gerätealarmer und Events handhaben .....	32
3.7	Weitere Anwendungen .....	34
3.7.1	Reihenschaltung .....	34
3.7.2	Parallelschaltung als Master-Slave (MS) .....	34
3.7.3	Zwei-Quadranten-Betrieb (2QB) .....	37

**4 INSTANDHALTUNG & WARTUNG**

4.1	Wartung / Reinigung .....	38
4.2	Fehlersuche / Fehlerdiagnose / Reparatur .....	38
4.2.1	Defekte Netzsicherung tauschen .....	38
4.2.2	Firmware-Aktualisierungen .....	38

**5 SERVICE & SUPPORT**

5.1	Reparaturen .....	39
5.2	Kontaktmöglichkeiten .....	39

## 1. Allgemeines

### 1.1 Zu diesem Dokument

#### 1.1.1 Aufbewahrung und Verwendung

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

#### 1.1.2 Urheberschutz (Copyright)

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

#### 1.1.3 Geltungsbereich

Diese Betriebsanleitung gilt für folgende Geräte:

Model	Artikelnr.
EL 9080-510 B Slave	33 290 270
EL 9250-210 B Slave	33 290 271
EL 9360-120 B Slave	33 290 272
EL 9500-90 B Slave	33 290 273
EL 9750-60 B Slave	33 290 274

#### 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:

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

## 1.2 Gewährleistung und Garantie

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

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

## 1.3 Haftungsbeschränkungen

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

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

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

## 1.4 Entsorgung des Gerätes

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



## 1.5 Produktschlüssel

Aufschlüsselung der Produktbezeichnung auf dem Typenschild anhand eines Beispiels:

### **EL 9360 - 40 B Slave**

	Ausführung: <b>Slave</b> = Untergeordnetes Modul für Master-Slave-Betrieb
	Maximalstrom des Gerätes in Ampere
	Maximalspannung des Gerätes in Volt
	Serienkennzeichnung: <b>9</b> = Serie 9000
	Typkennzeichnung: <b>EL</b> = Electronic Load (Elektronische Last), immer programmierbar

## 1.6 Bestimmungsgemäße Verwendung

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

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



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

## 1.7 Sicherheit

### 1.7.1 Sicherheitshinweise

#### Lebensgefahr - Gefährliche Spannung



- Beim Betrieb elektrischer Geräte stehen zwangsweise bestimmte Teile unter teils gefährlicher Spannung. Daher sind alle spannungsführenden Teile abzudecken!
- Alle Arbeiten an den Anschlussklemmen müssen im spannungslosen Zustand des Gerätes erfolgen (Eingang nicht verbunden mit Spannungsquellen) und dürfen nur von Personen durchgeführt werden, die mit den Gefahren des elektrischen Stroms vertraut sind oder unterrichtet wurden! Unsachgemäßer Umgang mit diesen Geräten kann zu tödlichen Verletzungen, sowie erheblichen Sachschäden führen.
- Berühren Sie die Kontakte am Netzkabel oder der Netzanschlußbuchse nie direkt nach dem Entfernen des Kabels aus der Steckdose oder dem Hauptanschluß, da die Gefahr eines Stromschlags besteht!
- Es kann aufgrund von geladenen X-Kondensatoren gefährliches Potential zwischen DC-Minus und PE bzw. DC-Plus und PE bestehen bzw. entstehen, auch wenn das Gerät nicht mehr eingeschaltet und von der Quelle getrennt wurde. Das Potential baut sich nur langsam oder gar nicht ab



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

## 1.7.2 Verantwortung des Bedieners

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

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

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

## 1.7.3 Pflichten des Betreibers

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

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

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

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

## 1.7.4 Anforderungen an das Bedienpersonal

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

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



### Verletzungsgefahr bei unzureichender Qualifikation!

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

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

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

## 1.7.5 Alarmsignale

Alarmsituationen, jedoch nicht Gefahrensituationen, werden an diesem Slave-Gerät durch eine rote LED „**Error**“ auf der Vorderseite signalisiert. Siehe dazu auch die Vorderansicht in 1.8.4. Da diese Geräte üblicherweise in einem Master-Slave-Verbund arbeiten, übernimmt das Master-Gerät die Signalisierung über seine verschiedenen Signalisierungs-Möglichkeiten. Siehe dazu das Handbuch des Master-Gerätes aus der Serie EL 9000 B.

Die LED „Error“ ist eine Sammelfehlermeldung der nachfolgend gelisteten Alarmsignale. Bei Überwachung des Slaves über eine der beiden USB-Schnittstellen können die einzelnen Alarme durch Abfrage eines Statuswertes aufgeschlüsselt werden.

Bedeutung der möglichen Alarmsignale:

Signal <b>OT</b> (OverTemperature)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überhitzung des Gerätes</li> <li>• DC-Eingang wird abgeschaltet</li> <li>• Unkritisch</li> </ul>
Signal <b>OVP</b> (OverVoltage)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überspannungsabschaltung des DC-Eingangs erfolgt, wenn überhöhte Spannung auf den DC-Eingang des Gerätes gelangt</li> <li>• Kritisch! Gerät und/oder Quelle könnten beschädigt sein</li> </ul>
Signal <b>OCP</b> (OverCurrent)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abschaltung des DC-Eingangs erfolgte wegen Überschreiten einer einstellbaren Schwelle</li> <li>• Unkritisch. Dient zum Schutz der Quelle vor Überbelastung durch zu hohen Strom</li> </ul>
Signal <b>OPP</b> (OverPower)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abschaltung des DC-Eingangs erfolgte wegen Überschreiten einer einstellbaren Schwelle</li> <li>• Unkritisch. Dient zum Schutz der Quelle vor Überbelastung durch zu hohe Leistung</li> </ul>
Signal <b>PF</b> (Power Fail)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abschaltung des DC-Eingangs wegen Netzunterspannung oder interner Defekt</li> <li>• Kritisch bei Netzüberspannung! AC-Netzeingangskreis könnte beschädigt sein</li> </ul>

## 1.8 Technische Daten

### 1.8.1 Zulässige Betriebsbedingungen

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

### 1.8.2 Allgemeine technische Daten

Anzeigeart: 6x farbige LEDs

Bedienelemente: 1 Drucktaste

Die Nennwerte des Gerätes bestimmen den maximal einstellbaren Bereich.

## 1.8.3 Spezifische technische Daten

Bis 7200 W	Modell Slave				
	EL 9080-510 B	EL 9200-210 B	EL 9360-120 B	EL 9500-90 B	EL 9750-60 B
<b>Netzversorgung</b>					
Netzspannung	90...264 V AC	90...264 V AC	90...264 V AC	90...264 V AC	90...264 V AC
Netzanschluß	Steckdose	Steckdose	Steckdose	Steckdose	Steckdose
Netzfrequenz	45...65 Hz	45...65 Hz	45...65 Hz	45...65 Hz	45...65 Hz
Netzsicherung	T 6,3 A	T 6,3 A	T 6,3 A	T 6,3 A	T 6,3 A
Leerlauf-Leistungsaufnahme	max. 130 W	max. 130 W	max. 130 W	max. 130 W	max. 130 W
Ableitstrom	< 3,5 mA	< 3,5 mA	< 3,5 mA	< 3,5 mA	< 3,5 mA
<b>DC-Eingang</b>					
Eingangsspannung $U_{Nenn}$	80 V	200 V	360 V	500 V	750 V
Eingangsleistung Spitze $P_{Spitze}$	7200 W	6000 W	5400 W	3600 W	3600 W
Eingangsleistung Dauer $P_{Dauer}^{(2)}$	4500 W	4500 W	4500 W	3600 W	3600 W
Eingangsstrom $I_{Nenn}$	510 A	210 A	120 A	90 A	60 A
Überspannungsschutzbereich	$0...1,03 * U_{Nenn}$	$0...1,03 * U_{Nenn}$	$0...1,03 * U_{Nenn}$	$0...1,03 * U_{Nenn}$	$0...1,03 * U_{Nenn}$
Überstromschutzbereich	$0...1,1 * I_{Nenn}$	$0...1,1 * I_{Nenn}$	$0...1,1 * I_{Nenn}$	$0...1,1 * I_{Nenn}$	$0...1,1 * I_{Nenn}$
Überleistungsschutzbereich	$0...1,1 * P_{Spitze}$	$0...1,1 * P_{Spitze}$	$0...1,1 * P_{Spitze}$	$0...1,1 * P_{Spitze}$	$0...1,1 * P_{Spitze}$
Maximal zulässige Eingangsspg.	88 V	220 V	396 V	550 V	825 V
Min. Eingangsspg. für $I_{Max}$	ca. 2,2 V	ca. 2 V	ca. 2 V	ca. 6,5 V	ca. 5,5 V
Temperaturkoeffizient der Einstellwerte $\Delta / K$	Strom / Spannung: 30 ppm				
<b>Spannungsregelung</b>					
Einstellbereich	0...80 V	0...200 V	0...360 V	0...500 V	0...750 V
Stabilität bei $\Delta I$	< 0,05% $U_{Nenn}$	< 0,05% $U_{Nenn}$	< 0,05% $U_{Nenn}$	< 0,05% $U_{Nenn}$	< 0,05% $U_{Nenn}$
Genauigkeit <sup>(1)</sup> (bei $23 \pm 5^\circ C$ )	$\leq 0,1\% U_{Nenn}$	$\leq 0,1\% U_{Nenn}$	$\leq 0,1\% U_{Nenn}$	$\leq 0,1\% U_{Nenn}$	$\leq 0,1\% U_{Nenn}$
Kompensation Fernföhlung	max. 5% $U_{Nenn}$				
<b>Stromregelung</b>					
Einstellbereich	0...510 A	0...210 A	0...120 A	0...90 A	0...60 A
Stabilität bei $\Delta U$	< 0,1% $I_{Nenn}$	< 0,1% $I_{Nenn}$	< 0,1% $I_{Nenn}$	< 0,1% $I_{Nenn}$	< 0,1% $I_{Nenn}$
Genauigkeit <sup>(1)</sup> (bei $23 \pm 5^\circ C$ )	$\leq 0,2\% I_{Nenn}$	$\leq 0,2\% I_{Nenn}$	$\leq 0,2\% I_{Nenn}$	$\leq 0,2\% I_{Nenn}$	$\leq 0,2\% I_{Nenn}$
Anstiegszeit 10...90% $I_{Nenn}$	< 23 $\mu s$	< 40 $\mu s$	< 24 $\mu s$	< 22 $\mu s$	< 18 $\mu s$
Abfallzeit 90...10% $I_{Nenn}$	< 46 $\mu s$	< 42 $\mu s$	< 38 $\mu s$	< 29 $\mu s$	< 40 $\mu s$
<b>Leistungsregelung</b>					
Einstellbereich	0... $P_{Spitze}$	0... $P_{Spitze}$	0... $P_{Spitze}$	0... $P_{Spitze}$	0... $P_{Spitze}$
Genauigkeit <sup>(1)</sup> (bei $23 \pm 5^\circ C$ )	< 0,5% $P_{Dauer}$	< 0,5% $P_{Dauer}$	< 0,5% $P_{Dauer}$	< 0,5% $P_{Dauer}$	< 0,5% $P_{Dauer}$
<b>Widerstandsregelung</b>					
Einstellbereich	0,015...5 $\Omega$	0,08...28 $\Omega$	0,27...90 $\Omega$	0,5...167 $\Omega$	1,2...360 $\Omega$
Genauigkeit (bei $23 \pm 5^\circ C$ )	$\leq 1\%$ vom Widerstands-Endwert + 0,3% von $I_{Nenn}$				

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

Beispiel: das 170 A-Modell hat min. 0,1% Stromgenauigkeit, das ergibt 170 mA max. zulässige Abweichung. Bei einem Sollwert von 10 A dürfte der Istwert also 9,83 A...10,17 A betragen.

(2 Bei 21°C Umgebungstemperatur

Bis 7200 W	Modell Slave				
	EL 9080-510 B	EL 9200-210 B	EL 9360-120 B	EL 9500-90 B	EL 9750-60 B
<b>Isolation</b>					
Eingang (DC) zum Gehäuse	DC-Minus: dauerhaft max. $\pm 400$ V DC-Plus: dauerhaft max. $\pm 400$ V + max. Eingangsspannung				
Eingang (AC) to Eingang (DC)	Max. 2500 V, kurzzeitig				
<b>Klima</b>					
Kühlungsart	Temperaturgeregelter Lüfter				
Umgebungstemperatur	0..50 °C				
Lagertemperatur	-20...70 °C				
<b>Digitale Schnittstellen</b>					
Eingebaut	1x USB (Vorderseite) für Werteeinstellung 1x USB (Rückseite) für Kommunikation und Service				
Galvanische Trennung zum Gerät	max. 1500 V DC				
<b>Anschlüsse</b>					
Rückseite	Share-Bus, DC-Eingang, AC-Eingang, Sense, USB, Master-Slave-Bus				
Vorderseite	USB				
<b>Maße</b>					
Gehäuse (BxHxT)	19" x 3 HE x 461 mm				
Total (BxHxT)	483 mm x 133 mm x 568 mm				
<b>Normen</b>	EN 60950				
<b>Gewicht</b>	~ 17 kg	~ 17 kg	~ 17 kg	~ 17 kg	~ 17 kg
<b>Artikelnummer</b>	33290270	33290271	33290272	33290273	33290274

1.8.4 Ansichten (3U-Modelle)

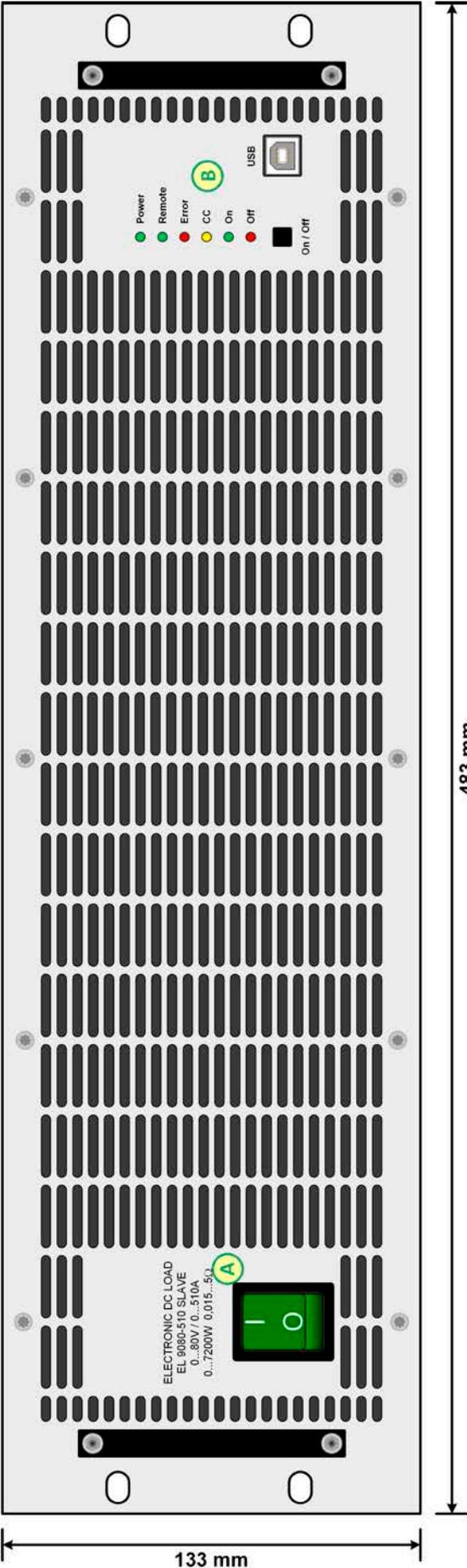


Bild 1 - Vorderansicht

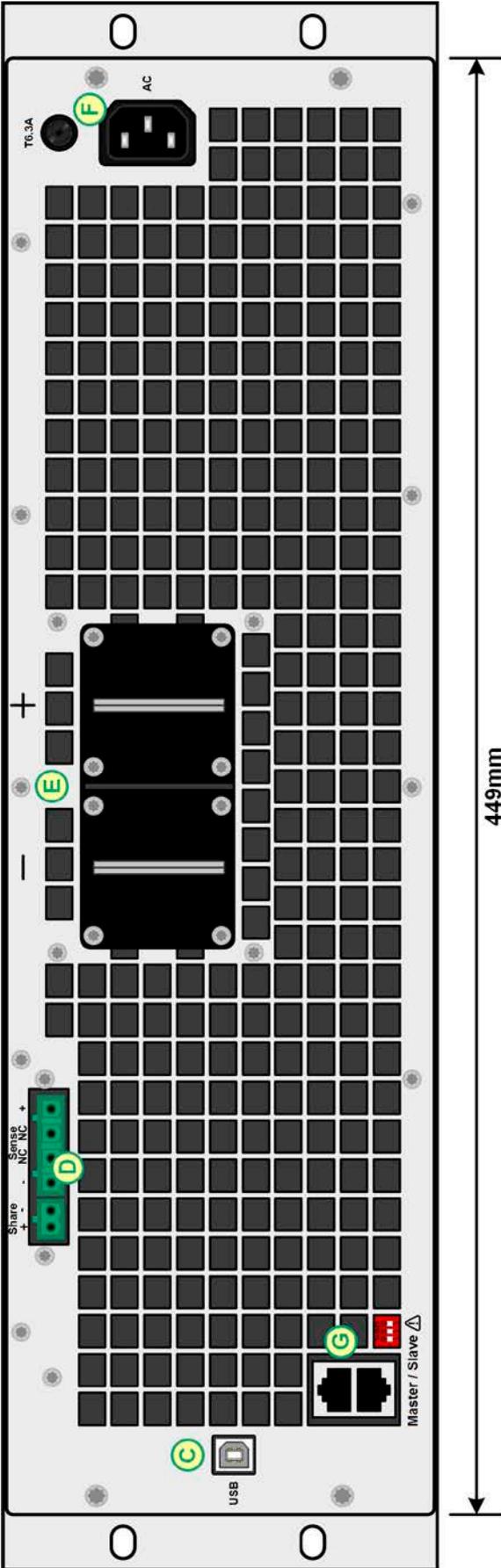


Bild 2 - Rückansicht

- A - Netzschalter
- B - Bedienteil
- C - Hinterer USB-Port
- D - Share-Bus- und Fernführungsanschlüsse
- E - DC-Eingang
- F - Netzanschluß
- G - Master-Slave-Anschlüsse

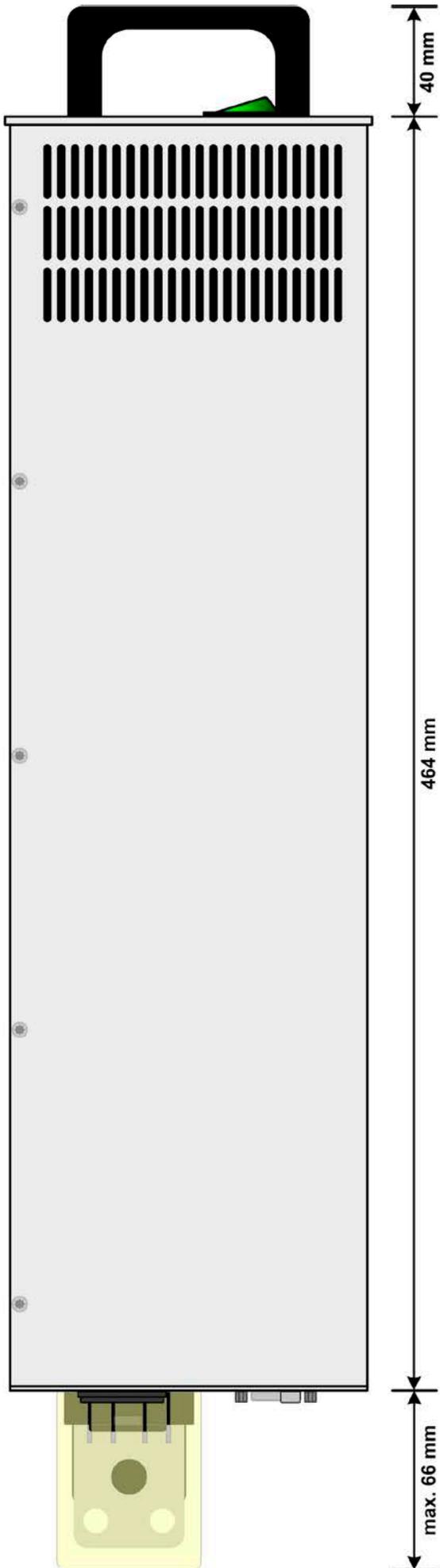


Bild 3 - Seitenansicht von links, mit DC-Abdeckung

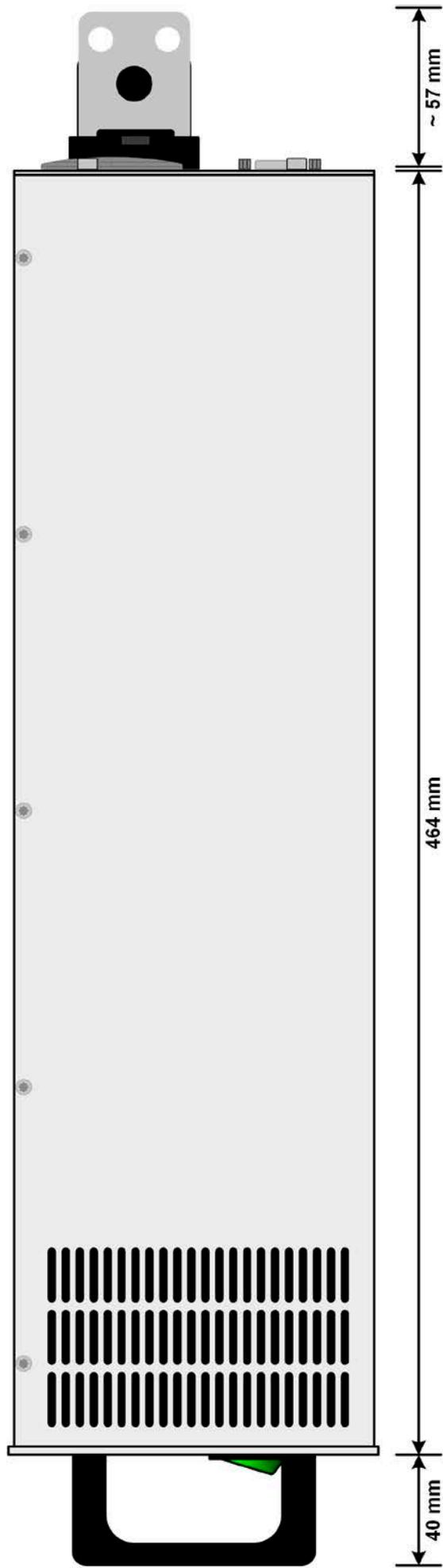


Bild 4 - Seitenansicht von rechts, ohne DC-Abdeckung

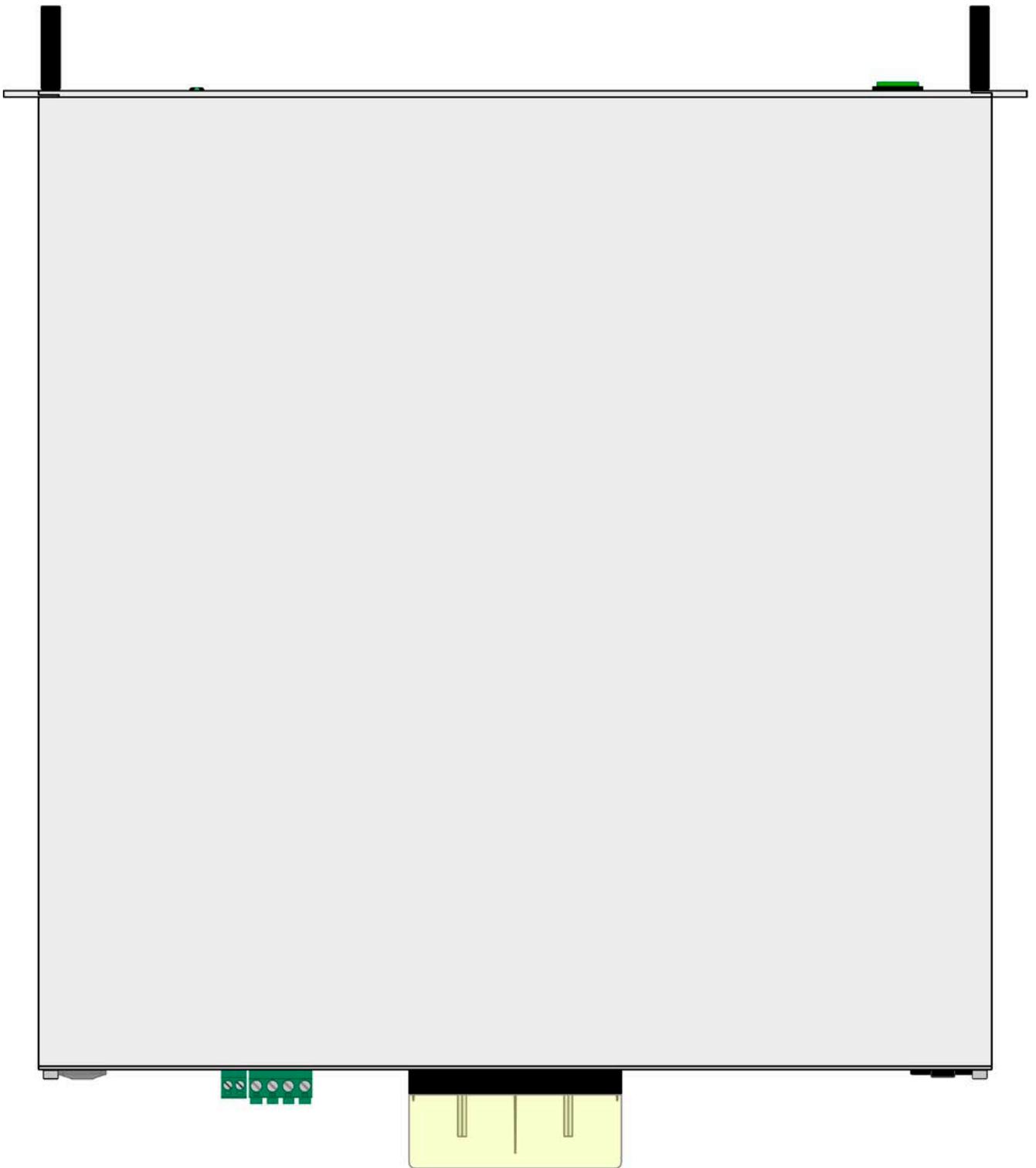


Bild 5 - Ansicht von oben

## 1.8.5 Bedienelemente

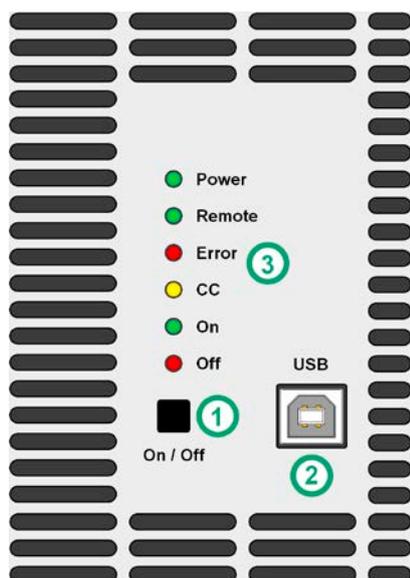


Bild 6- Bedienfeld

**Übersicht der Bedienelemente am Bedienfeld**

Für eine genaue Erläuterung siehe Abschnitte „1.9.4. Die Bedieneinheit (HMI)“.

(1)	<b>Ein/Aus-Taster</b> Dient zum Ein- bzw. Ausschalten des DC-Eingangs bei manueller Bedienung (LED „Remote“ = aus)
(2)	<b>USB-Anschluß</b> Dient zum schnellen und einfacheren Zugriff auf die Einstellwerte des DC-Eingangs bei allen Betriebsarten, außer Master-Slave. Der frontseitige Port hat einen reduzierten Funktionsumfang gegenüber dem rückseitigen.
(3)	<b>Statusanzeigen (LEDs)</b> Diese sechs farbigen LEDs zeigen jederzeit den Gerätestatus an. Mehr dazu in 1.9.4.

## 1.9 Aufbau und Funktion

### 1.9.1 Allgemeine Beschreibung

Die elektronischen DC-Lasten der Serie EL 9000 B Slave dienen zur Leistungserweiterung kompatibler Modelle der Serie EL 9000 B. Die Geräte sind auf grundlegende Funktionen reduziert und werden üblicherweise im Master-Slave-Betrieb ferngesteuert. Sie können zu vorhandenen EL 9000 B hinzugefügt und verbunden werden.

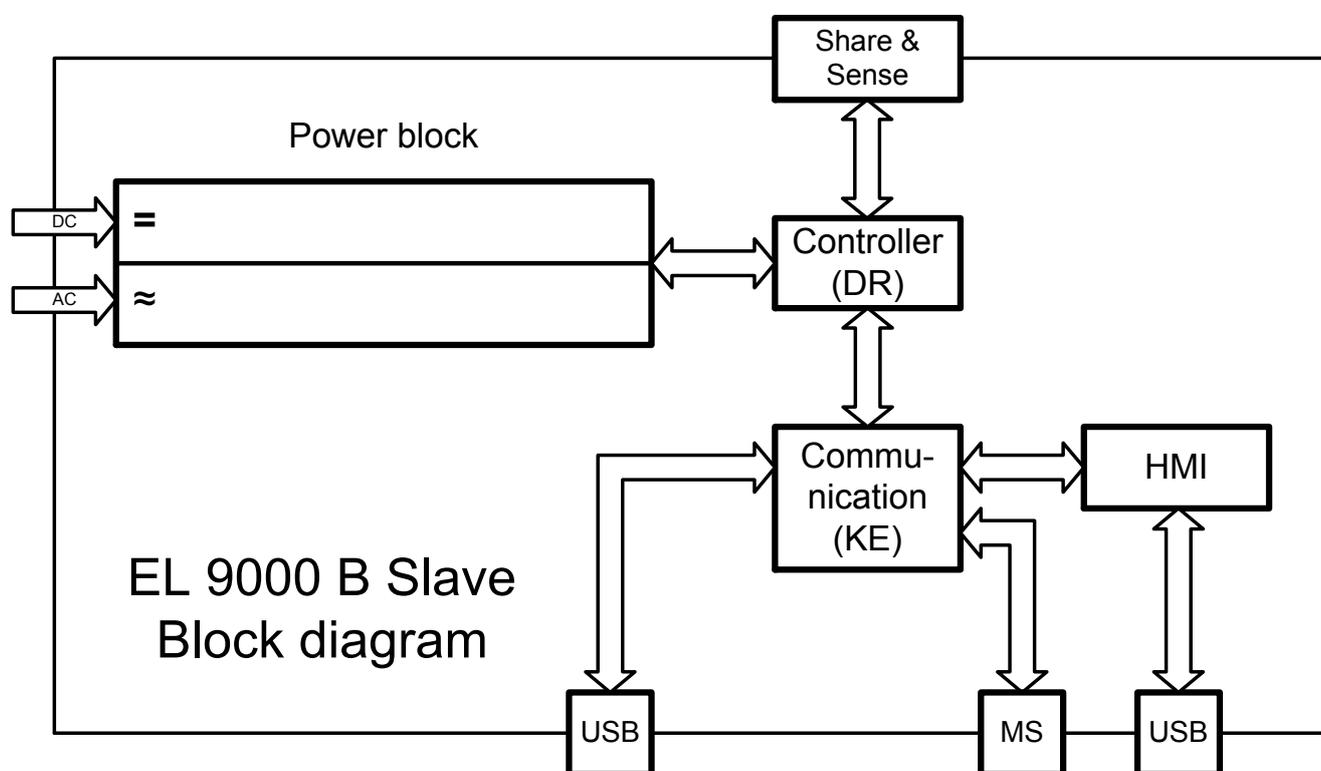
Jede Einheit verfügt über einen rückseitigen USB-Anschluß zu Servicezwecken (Firmware-Aktualisierungen), sowie Überwachung während des Master-Slave-Betriebs, als auch Fernsteuerung bei Einzelbetrieb.

Der zusätzliche vordere USB-Anschluß dient zur Einstellung aller wichtigen auf den DC-Eingang bezogenen Parameter. Zur Konfiguration des Gerätes und aller Einstellwerte über den USB-Port dient die auf USB-Stick mitgelieferte Software **EA Power Control** oder eine durch den Anwender erstellte Steuerungs-Applikation.

Die Geräte bieten standardmäßig die Möglichkeit der Parallelschaltung mit einer echten Master-Slave-Verbindung, die Aufsummierung der Slave-Geräte dieser Serie an einem Master-Gerät aus der Serie EL 9000 B beinhaltet. Über diese Betriebsart lassen sich bis zu 16 Geräte zu einem System verbinden, das eine erhöhte Gesamtleistung von bis zu 115 kW bietet.

### 1.9.2 Blockdiagramm

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



### 1.9.3 Lieferumfang

- 1 x Elektronische Last
- 1 x Stecker für Share-Bus
- 1 x Stecker für Fernföhlung
- 1 x USB-Kabel 1,8 m
- 1 x Set DC-Klemmenabdeckung
- 1 x USB-Stick mit Dokumentation und Software
- 1 x Netzkabel

## 1.9.4 Die Bedieneinheit (HMI)

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

### 1.9.4.1 Statusanzeigen

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

LED	Farbe	Zeigt was an, wenn leuchtend?
<b>Power</b>	orange / grün	Orange = Startphase des Gerätes aktiv oder interner Fehler aufgetreten Grün = Gerät ist betriebsbereit
<b>Remote</b>	grün	Fernsteuerung durch den Master oder einen der beiden USB-Ports ist aktiv. Die manuelle Bedienung über Taste On/Off ist dann gesperrt.
<b>Error</b>	rot	Mindestens ein nicht bestätigter Gerätealarm liegt an. Die LED kann alle in „3.6. Alar-me und Überwachung“ genannten Gerätealarme signalisieren.
<b>CC</b>	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“
<b>On</b>	grün	DC-Eingang ist eingeschaltet
<b>Off</b>	rot	DC-Eingang ist ausgeschaltet

### 1.9.4.2 USB-Port

Der frontseitige USB-Port ist, verglichen mit dem hinten am Gerät befindlichen, einfacher zugänglich und dient daher zum häufigen Einstellen aller auf den DC-Eingang bezogenen Einstellwerte und Parameter. Nötig ist die korrekte Einstellung dieser Werte beim normalen Zwei-Quadranten-Betrieb. Bei Master-Slave-Betrieb, wo die EL 9000 B Slave dann üblicherweise als Slave fungiert, werden die Einstellwerte vom Master überschrieben und das Gerät kann dann über diesen Port nicht mehr ferngesteuert und konfiguriert, sondern nur noch überwacht werden.

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



- Reduzierter Befehlssatz für Master-Slave-Konfiguration, Eingangswerte (U, I, P, R) und Schutz-werte (OVP, OCP, OPP). Für den Befehlssatz siehe „3.5. Fernsteuerung“.
- Übernahme der Fernsteuerung zwecks Änderung der Konfiguration nur möglich, wenn das Gerät sich nicht gerade in Master-Slave-Betrieb befindet und online mit dem Master ist. In dem Fall müsste Master-Slave ggf. am Master zeitweise deaktiviert oder das Master-Gerät ausgeschaltet werden

### 1.9.4.3 Taster „On / Off“



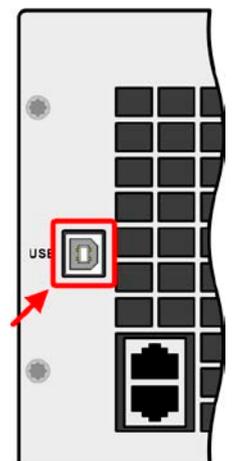
Dieser Taster dient zum manuellen Ein- oder Ausschalten des DC-Eingangs, aber nur wenn sich das Gerät nicht in Fernsteuerung befindet (LED „Remote“ leuchtet), z. B. wenn vom Master als Slave eingebunden. Die elektronische Last würde bei Betätigung zum Einschalten des DC-Eingangs die zuletzt gesetzten Werte ausregeln. Da diese nicht angezeigt werden ist bei Verwendung dieser Taste Vorsicht geboten.

## 1.9.5 USB-Port Typ B (Rückseite)

Der USB-Port Typ B auf der Rückseite des Gerätes dient zur Kommunikation mit dem Gerät zwecks Überwachung (während Master-Slave-Betrieb) oder Fernsteuerung (während Einzelbetrieb), sowie zur Firmware-Aktualisierung. 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 Dokumentati-on auf der Webseite des Geräteherstellers bzw. auf dem mitgelieferten USB-Stick zu finden.

Das Gerät kann über diesen Port wahlweise über das international standardisierte ModBus-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 der anderen USB-Schnittstelle auf der Vorderseite oder der Fernsteuerung durch ein Master-Gerät und kann daher nur abwechselnd zu diesen zur Fernsteuerung benutzt werden. Jedoch ist Überwachung (Monitoring) immer möglich.

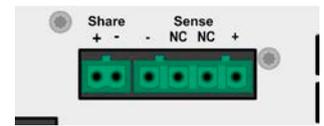


## 1.9.6 Share-Bus-Anschluß

Diese auf der Rückseite des Gerätes befindliche, 2polige WAGO-Buchse („Share“) dient zur Verbindung mit der gleichnamigen Buchse an kompatiblen Lasten, um bei Parallelschaltung eine gleichmäßigen Laststromaufteilung zu erreichen. Sie dient auch zur Verbindung mit dem Share-Anschluß kompatibler Netzgeräte, um einen Zwei-Quadranten-Betrieb herzustellen. Folgende Netzgeräteserien und elektronische Lastserien sind am sog. „Share-Bus“ kompatibel:

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

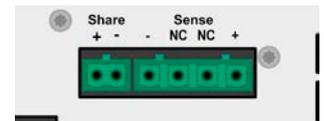
\* Die Revision (der Hardware) ist auf dem Typenschild angegeben. Sollte das Typenschild dafür keine Angabe aufweisen, ist immer von Revision 1 auszugehen.



## 1.9.7 Sense-Anschluß (Fernfühlung)

Die Geräte der Serie EL 9000 B Slave werden in erster Linie als Slaves in einem Master-Slave-System betrieben wo die Fernfühlung immer nur am Master angebunden wird. Für Einzelbetrieb des Slave-Gerätes außerhalb des Master-Slave-System kann die Fernfühlungsfunktion jedoch verwendet werden.

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



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

## 1.9.8 Master-Slave-Bus

Auf der Rückseite des Gerätes ist eine weitere Schnittstelle vorhanden, die über zwei RJ45-Buchsen mehrere Geräte gleichen Modells über einen digitalen Bus (RS485) zu einem Master-Slave-System verbinden kann. Für den Betrieb eines EL 9000 B Slave Gerätes ist diese Schnittstelle essentiell, da es darüber vom Master konfiguriert, sowie werte- und zustandsmäßig gesteuert wird.

Die Verbindung erfolgt mit handelsüblichen CAT5-Kabeln. Durch den verwendeten Standard RS485 sind theoretisch Kabellängen bis 1200 m verwendbar. Es wird jedoch empfohlen, immer möglichst kurze Kabel zu verwenden.



## 2. Installation & Inbetriebnahme

### 2.1 Transport und Lagerung

#### 2.1.1 Transport



- Die Griffe an der Vorderseite des Gerätes dienen **nicht** zum Tragen!
- Das Gerät sollte aufgrund seines 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-Eingangsklemme, Drehknöpfe) gehalten werden
- Transport des Gerätes nicht im eingeschalteten oder angeschlossenen Zustand!
- Bei Verlagerung des Gerätes an einen anderen Standort wird die Verwendung der originalen Transportverpackung empfohlen
- Das Gerät sollte stets waagrecht aufgestellt oder getragen werden
- Benutzen Sie möglichst geeignete Schutzkleidung, vor allem Sicherheitsschuhe, beim Tragen des Gerätes, da durch das teils hohe Gewicht bei einem Sturz erhebliche Verletzungen entstehen können

#### 2.1.2 Verpackung

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

#### 2.1.3 Lagerung

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

## 2.2 Auspacken und Sichtkontrolle

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

## 2.3 Installation

### 2.3.1 Sicherheitsmaßnahmen vor Installation und Gebrauch



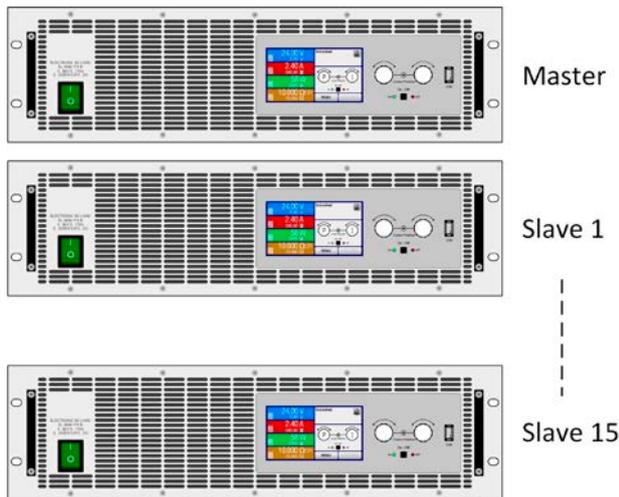
- Das Gerät kann, je nach Modell, ein beträchtliches Gewicht haben. Stellen Sie daher vor der Aufstellung sicher, daß der Aufstellungsort (Tisch, Schrank, Regal, 19"-Rack) das Gewicht des Gerätes ohne Einschränkungen tragen kann.
- Bei Installation in einem 19"-Schrank sind Halteschienen zu montieren, die für die Gehäusebreite und das Gewicht (siehe „1.8.3. Spezifische technische Daten“) geeignet sind.
- Stellen Sie vor Anschluß einer Spannungsquelle sicher, daß diese keine höhere DC-Spannung erzeugt als die elektronische Last am Eingang vertragen kann bzw. treffen Sie geeignete Maßnahmen, die verhindern, daß die Spannungsquelle die Last durch zu hohe Spannung beschädigen kann.

### 2.3.2 Vorbereitung

#### 2.3.2.1 Planung des Master-Slave-Systems

Vor allen anderen Vorbereitungen zur Installation und Verkabelung sollte entschieden werden, wie das Master-Slave-System aufgebaut sein soll. Die kleinste Variante wäre ein System aus zwei Geräten, und zwar 1x EL 9000 B und 1x EL 9000 B Slave. Beide müssen jeweils dasselbe Modell hinsichtlich Strom, Spannung und Leistung sein. Die fünf Modelle der Serie EL 9000 B stellen die Gegenstücke zu den passenden, gleichwertigen Modellen mit der höchsten Leistung aus der Serie EL 9000 B dar. Das „passend“ bezieht sich dabei auf den Master-Slave-Bus, der andere Modelle nicht akzeptiert. So wäre eine Parallelschaltung einer EL 9080-170 B mit einer EL 9080-510 B Slave zwar technisch möglich, weil zumindest die Eingangsspannungen zueinander passen, würde aber vom Master-Gerät nicht unterstützt.

Es gibt mehrere mögliche Kombinationen aus Geräten der beiden Serien:



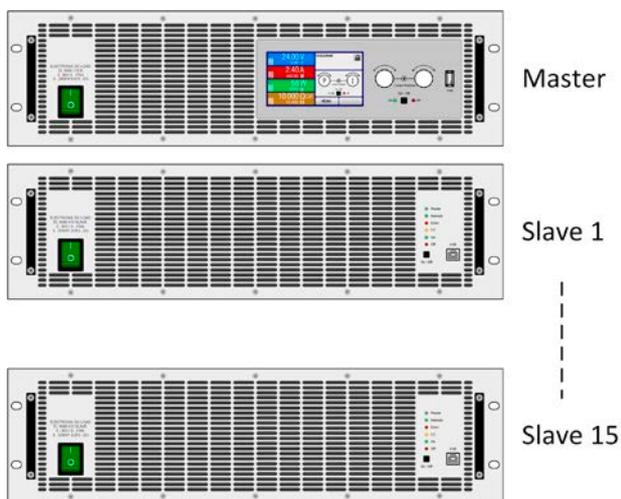
## Kombination 1:

### Mehrere EL 9000 B (mit Anzeige)

Alle diese Modelle können unter sich zu einem Master-Slave-System kombiniert werden (bis zu 16 Geräte pro Master-Slave-Bus).

Vorteil dieser Kombination: jede Einheit kann Master oder Slave sein, die Slaves zeigen Istwerte an, das System kann auch komplett per Hand bedient werden

Nachteil dieser Kombination: höhere Kosten als wenn EL 9000 B Slave-Modelle als Slaves verwendet würden.



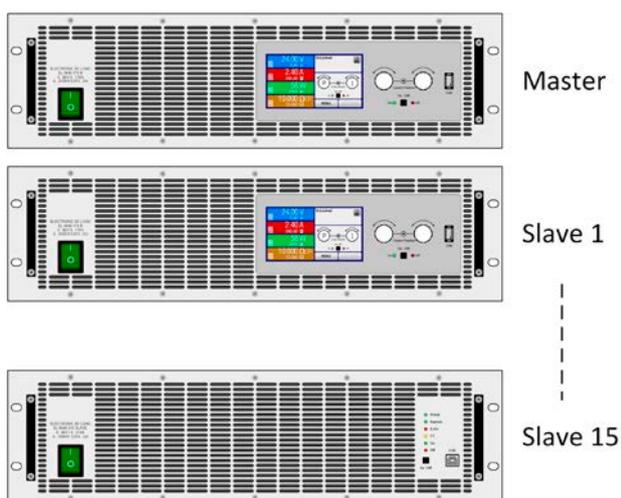
## Kombination 2:

### Eine EL 9000 B mit ein oder mehreren EL 9000 B Slave

Das ist die für die Serie EL 9000 B Slave vorgesehene Normalkonfiguration, wie vorzufinden in den Schränken der Serien EL 9000 B 15U und EL 9000 B 24U.

Vorteil dieser Kombination: geringere Kosten

Nachteil dieser Kombination: sollte der Master ausfallen, ist zunächst das ganze System nicht funktionsfähig. Nach Umkonfiguration eines Slaves zum Master kann das System mit reduzierter Leistung weiterarbeiten, hat aber keinerlei Anzeige von Werten, ist aber per Fernsteuerung und Software bedienbar. Es können nur bestimmte Modelle beider Serien verwendet werden.



## Kombination 3:

### Mehrere EL 9000 B mit ein oder mehreren EL 9000 B Slave

Ein bereits bestehendes MS-System aus EL 9000 B wird durch ein oder mehrere EL 9000 B Slave-Modelle ergänzt.

Vorteil dieser Kombination: fällt der Master aus, kann ein anderes EL 9000 B schnell als dessen Ersatz konfiguriert werden

Nachteil dieser Kombination: höherer Kostenaufwand, weil auch Slaves hier eine Anzeige haben, die eigentlich nicht benötigt wird. Es können nur bestimmte Modelle beider Serien verwendet werden.

### 2.3.2.2 Netzanschluß

Für den netzseitigen Anschluß der elektronischen Lasten der Serie EL 9000 B Slave ist eine typische Wandsteckdose ausreichend. Das dazu benötigte Netzkabel ist im Lieferumfang enthalten. Durch die relativ geringe Stromaufnahme, selbst bei Betrieb unter Vollast, sind keine weiteren Maßnahmen nötig. Die Geräte können daher auch zusammen mit andersartigen Geräten an einer Verteilersteckdose betrieben werden.

## 2.3.3 Aufstellung des Gerätes

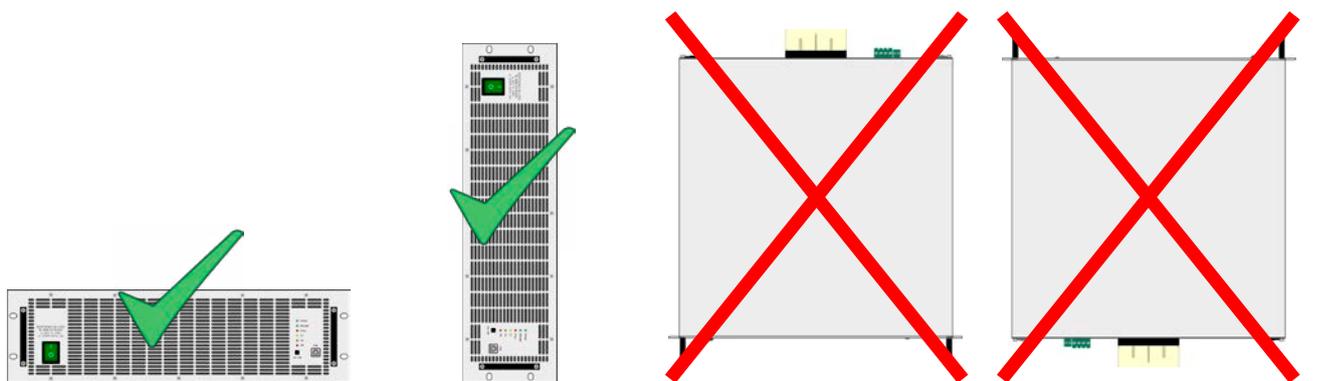


- Wählen Sie den Ort der Aufstellung so, daß die Zuleitungen zum Gerät so kurz wie möglich gehalten werden können
- Lassen Sie hinter dem Gerät ausreichend Platz, jedoch mindestens 30 cm, für die hinten austretende, warme Abluft

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

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

Zulässige und unzulässige Aufstellpositionen:



Aufstellfläche

## 2.3.4 Anschließen von DC-Quellen



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

Der DC-Lasteingang befindet sich auf der Rückseite des Gerätes und ist **nicht** über eine Sicherung abgesichert. Weil die Modelle dieser Serie dafür ausgelegt sind immer im Verbund mit mindestens einem anderen gleichen Modell zu arbeiten, ändert sich der Gesamtstrom auf 2-fach bis 16-fach. Demnach können Gesamtströme zwischen **120 A** und **8160 A** entstehen. Ab einem gewissen Strom sind Kabel nicht mehr zu handhaben und bei der Parallelschaltung der Einheiten am DC-Eingang muß auf Kupferschienen ausgewichen werden. Der Querschnitt der Zuleitungen bzw. Kuperschienen richtet sich nach dem Maximalstrom, der Leitungslänge und der Umgebungstemperatur.

Empfehlung für Querschnitte bei einer Parallelschaltung von **2** Geräten unter Verwendung einer flexiblen DC-Leitung bis **5 m** und einer durchschnittlichen Umgebungstemperatur bis **50°C**. Bei Gesamtstrom wie folgt empfohlen wir

<b>120 A:</b>	35 mm <sup>2</sup>	<b>180 A:</b>	70 mm <sup>2</sup>
<b>240 A:</b>	95 mm <sup>2</sup>	<b>420 A:</b>	2x 70 mm <sup>2</sup>
<b>1020 A:</b>	4x 95 mm <sup>2</sup>		

**pro Anschlußpol** (mehradrig, isoliert, frei verlegt) mindestens zu verwenden. Einzelleitungen, wie z. B. 70 mm<sup>2</sup>, können durch 2x 25 mm<sup>2</sup> ersetzt werden usw. Bei längeren Lastleitungen ist der Querschnitt entsprechend zu erhöhen, um Spannungsabfall über die Leitungen und unnötige Erhitzung zu vermeiden.

### 2.3.4.1 Anschlußklemmentypen

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

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

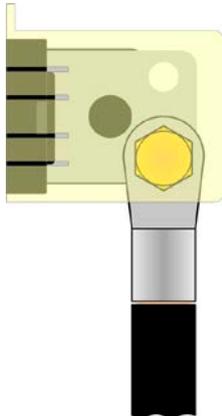
### 2.3.4.2 Kabelzuführung und Plastikabdeckung

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

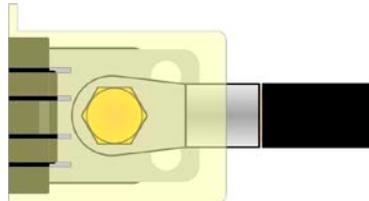


Der Anschlußwinkel und der erforderliche Knickradius für die DC-Zuleitungen sind zu berücksichtigen, wenn die Gesamttiefe des Gerätes geplant werden soll, besonders beim Einbau in 19"-Schränke o.ä. Bei Anschlußklemme Typ 2 ist z. B. nur das horizontale Zuführen der DC-Leitungen möglich, damit die Abdeckung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

Beispiele anhand des Anschlußklemmentyps 1:



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



- Horizontale Zuführung
- platzsparend in der Höhe
- großer Knickradius

## 2.3.5 Erdung des DC-Eingangs

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

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



- Keine Erdung des DC-Pluspols bei Modellen mit >400 V Nennspannung
- Bei Erdung einer der Eingangspole muß beachtet werden, ob an der Quelle (z. B. Netzgerät) ein Ausgangspol geerdet ist. Dies kann zu einem Kurzschluß führen!

## 2.3.6 Anschließen des „Share-Bus“

Die rückseitig am Gerät befindliche Klemme „Share-Bus“ dient bei der elektronischen Last entweder zur Verbindung mit dem Share-Bus eines kompatiblen Netzgerätes (z. B. PSI 9000 3U), um Zwei-Quadranten-Betrieb zu fahren, oder bei Parallelbetrieb mehrerer Lasten zur Stromsymmetrierung und Ausregelung bei Funktionsgeneratorbetrieb (Sinus usw.). Der Share-Bus sollte daher verbunden werden. Weitere Information siehe auch „3.7.3 Zwei-Quadranten-Betrieb (2QB)“ auf Seite 37. Für die Verschaltung des Share-Bus' gilt es folgendes zu beachten:



- Verbindung nur zwischen kompatiblen Geräten (siehe „1.9.6. Share-Bus-Anschluß“) und nur bis max. 16 Einheiten
- Werden für Zwei-Quadranten-Betrieb mehrere Netzgeräte parallelgeschaltet und dann mit einer elektronischen Last bzw. einem Lastenblock verbunden, sollten alle Einheiten über den Share-Bus verbunden werden. Eins der Netzgeräte wird dann als Master konfiguriert, ähnlich wie bei Master-Slave.
- Sollten in einem konfigurierten System ein oder mehrere Einheiten nicht betrieben werden, weil weniger Leistung benötigt wird, dann sollte deren Share-Bus-Anschluß vom Share-Bus getrennt werden, weil sie aufgrund ihrer Impedanz auch im ausgeschalteten Zustand negativ auf den Share-Bus und dessen Regelsignal einwirken können. Die Trennung kann durch Abziehen der Stecker oder durch Schalter erfolgen.
- Der Share-Bus ist auf den DC-Minus bezogen. Bei Erdung des Pluspols und die dadurch folgende Potentialverschiebung am Minuspol verschiebt sich auch das Potential des Share-Bus

### 2.3.7 Anschließen der Fernföhlung

Wichtig, unbedingt zur Kenntnis nehmen: Fernföhlung soll nur in Situationen verwendet werden, wo das Gerät auöerhalb vom Master-Slave arbeitet oder ausnahmsweise selbst Master ist, weil im Master-Slave-Betrieb nur der Master das Signal der Fernföhlung empfängt und die Slaves über den Share-Bus entsprechend ausregelt.



- Die beiden Pins „NC“ am Sense-Anschluß dürfen nicht verbunden werden!
- Die Serie bietet Modelle bis 750 V DC Nennspannung, daher ist auch bei den Fernföhlungsleitungen auf entsprechende Spannungsfestigkeit zu achten!



- Die Fernföhlung ist nur im Konstantspannungsbetrieb (CV) wirksam und der Fernföhlungsanschluß sollte möglichst nur solange angeschlossen bleiben, wie CV benutzt wird, weil die Schwingneigung des Systems durch Verbinden der Fernföhlung generell erhöht wird.
- Der Querschnitt von Föhrerleitungen ist unkritisch. Empfehlung für Leitungslängen bis 5 m: 0,5 mm<sup>2</sup>
- Föhrerleitungen sollten verdreht sein und dicht an den DC-Leitungen verlegt werden, um Schwingneigung zu unterdröcken. Gegebenenfalls ist zur Unterdröckung der Schwingneigung noch ein zusätzlich Kondensator an der Quelle anzubringen
- (+) Sense darf nur am (+) der Quelle und (-) Sense nur am (-) der Quelle angeschlossen werden. Ansonsten könnte die elektronische Last beschädigt werden.

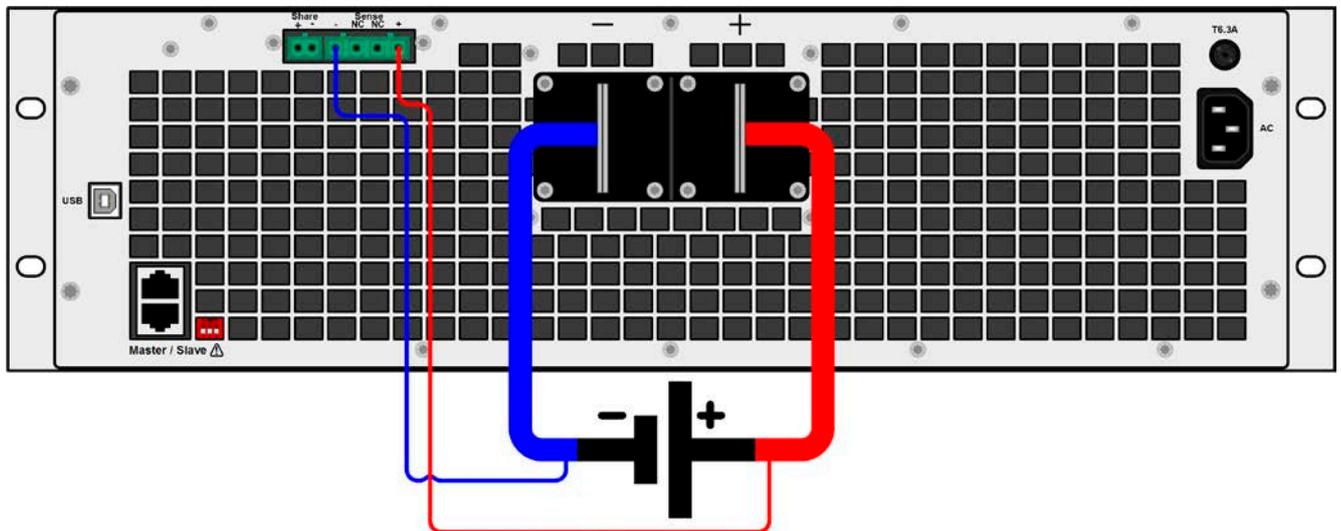


Bild 7 - Beispiel Fernföhlungsverdrahtung

### 2.3.8 Anschließen der USB-Ports

Um das Gerät über einen der beiden Ports fernsteuern zu können, verbinden Sie Gerät und PC über das mitgelieferte USB-Kabel und schalten Sie das Gerät ein, falls noch ausgeschaltet.

#### 2.3.8.1 Treiberinstallation (Windows)

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

#### 2.3.8.2 Treiberinstallation (Linux, MacOS)

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

#### 2.3.8.3 Treiberalternativen

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

## 2.3.9 Erstinbetriebnahme

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

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

## 2.3.10 Erneute Inbetriebnahme nach Firmwareupdates bzw. längerer Nichtbenutzung

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

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

### 3. Bedienung und Verwendung

#### 3.1 Personenschutz



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

#### 3.2 Regelungsarten

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

##### 3.2.1 Spannungsregelung / Konstantspannung

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

Solange der DC-Eingang eingeschaltet und Konstantspannungs-Betrieb aktiv ist, wird der Zustand "CV-Betrieb aktiv" nicht explizit angezeigt, kann aber als Status „Reglerzustand“ über die USB-Ports ausgelesen werden.

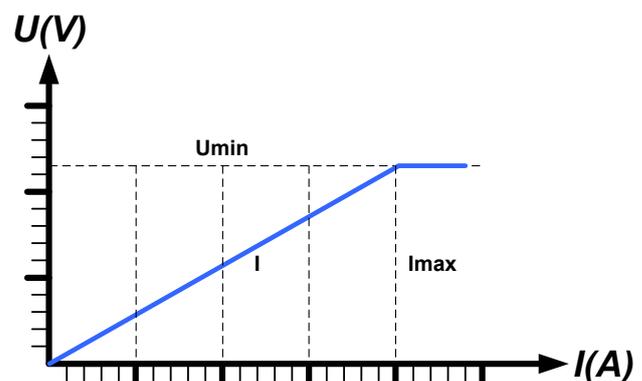
##### 3.2.1.1 Geschwindigkeit des Spannungsreglers

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

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

##### 3.2.1.2 Mindesteingangs-Spannung für maximalen Strom

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



### 3.2.2 Stromregelung / Konstantstrom / Strombegrenzung

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

Solange der DC-Eingang eingeschaltet und Konstantstrom-Betrieb aktiv ist, wird der Zustand „CC-Betrieb aktiv“ über die LED „CC“ am Bedienteil ausgegeben, kann aber auch als Status „Reglerzustand“ über die USB-Ports ausgelesen werden.

### 3.2.3 Widerstandsregelung/Konstantwiderstand

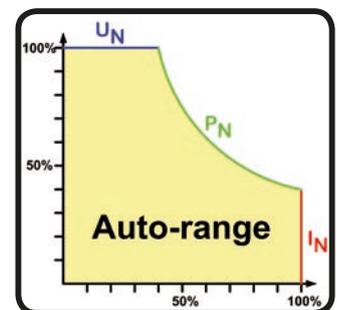
Bei einer elektronischen Last, deren Wirkungsprinzip auf einem variablen Innenwiderstand beruht, ist Widerstandsregelung bzw. Konstantwiderstand-Betrieb (kurz: CR) ein fast natürlicher Vorgang. Die Last versucht dabei, ihren eigenen tatsächlichen Innenwiderstand auf den vom Anwender eingestellten Wert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

Solange der DC-Eingang eingeschaltet und Konstantwiderstands-Betrieb aktiv ist, wird der Zustand „CR-Betrieb aktiv“ nicht explizit angezeigt, kann aber als Status „Reglerzustand“ über die USB-Ports ausgelesen werden.

### 3.2.4 Leistungsregelung / Konstantleistung / Leistungsbegrenzung

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

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



Solange der DC-Eingang eingeschaltet und Konstantleistungs-Betrieb aktiv ist, wird der Zustand „CP-Betrieb aktiv“ nicht explizit angezeigt, kann aber als Status „Reglerzustand“ über die USB-Ports ausgelesen werden.

Konstantleistungsbetrieb wirkt auf den internen Stromsollwert ein. Das bedeutet, der als maximal eingestellte Strom kann unter Umständen nicht erreicht werden, wenn der Leistungssollwert nach  $I = P / U$  einen geringeren Strom ergibt und auf diesen begrenzt. Der vom Anwender eingestellte Stromsollwert ist stets nur eine obere Grenze.

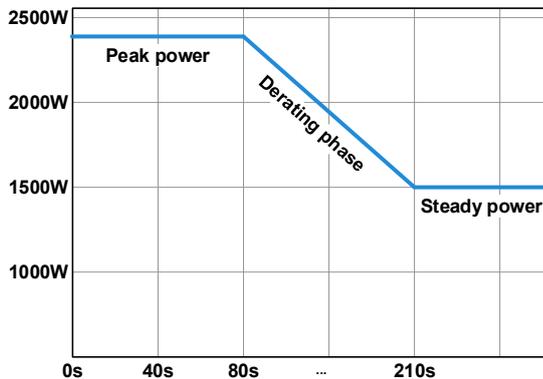
#### 3.2.4.1 Temperaturabhängige Leistungsreduktion

Die elektronischen Lasten dieser Serie wandeln die aufgenommene elektrische Energie in Wärme um. Um die Leistungsstufen vor Überhitzung zu schützen, begrenzt das Gerät ab einer gewissen Erwärmung automatisch die max. Eingangsleistung. Diese Leistungsreduktion (*engl.* derating) ist abhängig von der Umgebungstemperatur. Das bedeutet, daß ein Gerät bei 10°C Umgebungstemperatur die Spitzenleistung (siehe technische Daten) für eine längere Zeit aufnehmen kann als bei 25°C oder höher. Trotzdem wird dann durch weitere Erwärmung die maximal aufgenommene Leistung intern mit einer gewissen Leistungsänderung pro Grad Kelvin (x W/K) konstant reduziert bis runter auf eine typische Dauerleistung (siehe technische Daten), die für 21°C Umgebungstemperatur definiert ist.

Die Zeit, die das Gerät benötigt, um die typische Dauerleistung bei Derating zu erreichen, liegt zwischen 150 und 200 Sekunden. Diese Zeit beinhaltet die Zeit, die das Gerät bei 21°C oder weniger Außentemperatur die Spitzenleistung aufnehmen kann.

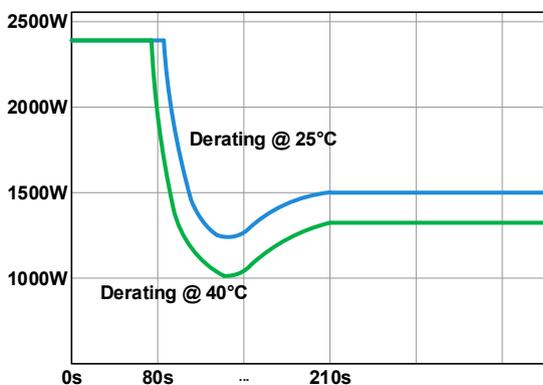
Wenn das Gerät bei weniger Leistung als die genannte Dauerleistung betrieben wird, beeinflusst das Derating den Betrieb nicht merklich. Die interne Begrenzung ist trotzdem immer vorhanden. Wenn man z. B. bei einem Modell mit 4500 W Dauerleistung mit konstant 4000 W Ist-Leistung arbeiten würde, bei 7200 W Soll-Leistung gesetzt, und würde einen Stromsprung oder Spannungssprung nach oben machen, könnte das Gerät trotzdem keine Ist-Leistung von 7200 W erreichen.

Verdeutlichungen:



Prinzipielle Darstellung des Derating-Verlaufs anhand eines 2400 W-Leistungsmoduls aus dem Modell EL 9080-510 B Slave. Alle Modelle dieser Geräteserie haben drei Leistungsmodulen, die nicht unbedingt alle gleichzeitig mit dem Derating anfangen.

Die Spitzenleistung (Peak power) wird für eine Zeit  $x$  aufgenommen, bis das Derating einsetzt. Danach pendelt sich die max. Eingangsleistung auf etwa den Wert der Dauerleistung ein (Steady power). Wie hoch Eingangsleistung tatsächlich ist, kann an deren Istwert erkannt werden. Bei weiterem Anstieg der Umgebungstemperatur wird die Dauerleistung noch etwas sinken.



Verlauf des Deratings bei Kaltstart des Gerätes bei 25°C (blau) und bei 40°C (grün) Umgebungstemperatur.

Der zeitliche Darstellung ergibt, daß die Spitzenleistung bei 40°C nur kurz verfügbar ist, bevor Derating beginnt. Bei dieser Umgebungstemperatur pendelt sich die Dauerleistung direkt auf einen etwas niedrigeren Wert ein.

### 3.2.5 Regelverhalten und Stabilitätskriterium

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

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

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

80 V-Modelle: 1000  $\mu$ F...4700  $\mu$ F

200 V-Modelle: 100  $\mu$ F...470  $\mu$ F

360 V-Modelle: 68  $\mu$ F...220  $\mu$ F

500 V-Modelle: 47  $\mu$ F...150  $\mu$ F

750 V-Modelle: 22  $\mu$ F...100  $\mu$ F

### 3.3 Alarmzustände



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

Grundsätzlich werden alle Alarmzustände optisch, als Sammelfehler-Meldung über LED „Error“ auf der Vorderseite, und über digitale Schnittstelle signalisiert. Zwecks nachträglicher Erfassung der Alarmer kann ein Alarmzähler per digitaler Schnittstelle ausgelesen werden. Einige Alarmer werden auch auf der analogen Schnittstelle gemeldet.

Manche Alarmer müssen bestätigt werden, bevor der DC-Eingang nach einer durch einen Alarm verursachten Abschaltung wieder eingeschaltet werden kann. Im normalen Master-Slave-Betrieb erfolgt die Bestätigung am Master. In anderen Situationen, wie manueller Betrieb, erfolgt die Bestätigung durch den Taster „On / Off“ auf der Vorderseite des Gerätes oder über digitale Schnittstelle durch Senden eines bestimmten Befehls.

#### 3.3.1 Power Fail

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

- AC-Eingangsspannung zu niedrig (Netzunterspannung, Netzausfall)
- Defekt in der internen Hilfsversorgung (PFC)

Bei einem Power Fail stoppt das Gerät die Leistungsaufnahme und schaltet den DC-Eingang aus. War der PF-Alarm nur eine zeitweilige Netzunterspannung, verschwindet der Alarm sobald die Unterspannung weg ist.



*Das Ausschalten des Gerätes am Netzschalter oder einer externen Trenneinheit ist wie ein Netzausfall und wird auch so interpretiert. Daher tritt beim Ausschalten jedesmal ein „Alarm: PF“ auf, der in dem Fall ignoriert werden kann.*



*Das Verhalten des DC-Eingangs nach einem PF-Alarm, der im laufenden Betrieb z.B. bei Netzunterspannung auftritt, ist über einen Konfigurationsbefehl einstellbar.*

#### 3.3.2 Übertemperatur (Overtemperature)

Ein Übertemperaturalarm (kurz: OT) tritt auf, wenn ein Gerät durch zu hohe Innentemperatur selbständig die Leistungsstufen abschaltet. Dies kann durch einen Defekt der eingebauten Lüfter oder durch zu hohe Umgebungstemperatur zustandekommen. Trotz hohem Wirkungsgrad und Rückspeisung der aufgenommenen Energie benötigt das System ausreichend Kühlung.

Nach dem Abkühlen startet das Gerät die Leistungsaufnahme automatisch wieder, der Alarm braucht nicht bestätigt zu werden.

#### 3.3.3 Überspannung (Overvoltage)

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

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

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



*Die elektronische Last ist nicht mit Schutzmaßnahmen gegen Überspannung von außen ausgestattet und kann dadurch selbst im ausgeschalteten Zustand beschädigt werden.*

#### 3.3.4 Überstrom (Overcurrent)

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

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

Diese Schutzfunktion dient nicht dem Schutz des Gerätes, sondern dem Schutz der speisenden Spannungs- bzw. Stromquelle, damit diese nicht mit zu hohem Strom belastet und möglicherweise beschädigt wird.

#### 3.3.5 Überleistung (Overpower)

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

- das Produkt aus der am DC-Eingang anliegenden Eingangsspannung und dem Eingangsstrom die eingestellte OPP-Schwelle überschreitet

Diese Schutzfunktion dient nicht dem Schutz des Gerätes, sondern dem Schutz der speisenden Spannungs- bzw. Stromquelle, falls diese durch zu hohe Belastung beschädigt werden könnte.

## 3.4 Manuelle Bedienung

### 3.4.1 Einschalten des Gerätes

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

Nach dem Einschalten zeigt das Gerät den 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-Eingangs nach dem Einschalten des Gerätes sein soll. Werkseitig ist diese Option auf „**Aus**“ gesetzt. Die Änderung auf „**Wiederherstellen**“ bewirkt, daß der Zustand des DC-Eingangs vor dem letzten Ausschalten wiederhergestellt wird, also entweder ein oder aus.

Wird das Gerät als Slave im Master-Slave betrieben, dann speichert das Master-Gerät Werte und Zustände und stellt diese wieder her bzw. überschreibt die von den Slaves gespeicherten.

### 3.4.2 Ausschalten des Gerätes

Beim Ausschalten des Gerätes werden der Zustand des DC-Einganges und die zuletzt eingestellten Sollwerte gespeichert. Weiterhin wird ein Alarm (hier: Power fail) über LED „Error“ gemeldet. Dieser kann ignoriert werden. Der DC-Eingang wird sofort ausgeschaltet. Das Gerät ist kurz danach komplett aus.

### 3.4.3 DC-Eingang ein- oder ausschalten

Solange sich das Gerät nicht durch ein Master-Gerät oder über digitale Schnittstelle in Fernsteuerung befindet, kann die Taste „**On / Off**“ an der Vorderseite benutzt werden, um für den normalen Zwei-Quadranten-Betrieb den DC-Eingang ein- oder auszuschalten, sowie Gerätealarme zu bestätigen. Die Taste dient auch zur manuellen Bedienung in Situationen wo das Gerät einmal einzeln betrieben werden muß oder als Master, wenn kein Master-Gerät mit Anzeige verfügbar ist. Dann können über den vorderen USB-Port die wichtigsten Parameter per schnellem Zugriff über eine Software eingestellt werden.

Für die Konfiguration von Parametern siehe Abschnitt 3.5 bzw. die mitgelieferte Programmieranleitung. Über die mitgelieferte Software EA Power Control können auch einige Parameter konfiguriert werden.

## 3.5 Fernsteuerung

### 3.5.1 Allgemeines

Fernsteuerung ist bei Geräten dieser Serie essentiell, z. B. bei Master-Slave. Grundsätzlich ist Fernsteuerung aber auch über die beiden eingebauten USB-Schnittstellen möglich. Wichtig ist dabei, daß entweder nur eine der beiden USB-Ports 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 den hinteren USB-Port

Die hintere USB-Schnittstelle bietet dieselben Steuerungsmöglichkeiten wie bei einer „normalen“ EL 9000 B, allerdings auch nur dann, wenn sich das Slave-Gerät nicht in Fernsteuerung über einen Master befindet. Daher gilt für diese Schnittstelle dieselbe Programmierdokumentation „Programming ModBus & SCPI“, sowie die ModBus-Registerliste „Modbus\_Register\_EL9000B\_KEx.xx+\_DE.pdf“.

Die Bedienung über die Software EA Power Control ist ebenso möglich und uneingeschränkt über diesen Port.

### 3.5.3 Fernsteuerung über den vorderen USB-Port

Der vordere USB-Port dient in erster Linie der Einstellung von auf den DC-Eingang bezogenen Sollwerten und Schutzfunktionen, wenn das Gerät im Normalfall als Share-Bus-Slave im Zwei-Quadranten-Betrieb oder auch mal einzeln oder als Slave eines Master-Slave-Systems betrieben werden soll. Sofern eine Fernsteuerung nicht möglich ist, wie z. B. bei aktivem Master-Slave, ist lesender Zugriff zwecks Überwachung (Monitoring) immer möglich.

Die Steuerung über diesen Port kann 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 diesen USB-Port verfügbaren Funktionen ist gegenüber den rückseitigen Schnittstellen reduziert. Trotzdem werden beide Kommunikationsprotokolle, SCPI und ModBus RTU, unterstützt. Es gibt, als Teil der Programmier-Dokumentation, **eine separate ModBus-Registerliste** (Modbus\_Register\_EL9000B\_2Q\_Front\_HMIx.xx+\_DE.pdf) für den vorderen USB-Port. Die Funktionalität ist hier identisch mit der am vorderen USB-Port der Serie EL 9000 B 2Q.

Für **SCPI** gibt es in der **Programmieranleitung** zwar einen extra Abschnitt, da dieser aber alle verfügbaren Befehle behandelt, wie nutzbar über den rückseitigen Port, hier eine **Übersicht**, welche SCPI-Befehle konkret am vorderen USB-Port unterstützt werden. Die Erläuterung der Befehle finden Sie jedoch nur in der Programmieranleitung.

*IDN?	[SOURce:]POWer?
*CLS	[SOURce:]POWer:LIMit:HIGH?
*RST	[SOURce:]POWer:PROTection[:LEVel]
*ESE	[SOURce:]POWer:PROTection[:LEVel]?
*ESE?	[SOURce:]RESistance
*ESR	[SOURce:]RESistance?
*STB?	[SOURce:]RESistance:LIMit:HIGH?
INPut[:STATe]	[SOURce:]VOLTage
INPut[:STATe]?	[SOURce:]VOLTage?
MEASure:[SCALar:]CURRent[:DC]?	[SOURce:]VOLTage:LIMit:HIGH?
MEASure:[SCALar:]POWer[:DC]?	[SOURce:]VOLTage:LIMit:LOW?
MEASure:[SCALar:]VOLTage[:DC]?	[SOURce:]VOLTage:PROTection[:LEVel]
[SOURce:]CURRent	[SOURce:]VOLTage:PROTection[:LEVel]?
[SOURce:]CURRent?	STATus:OPERation?
[SOURce:]CURRent:LIMit:HIGH?	STATus:QUEStionable?
[SOURce:]CURRent:LIMit:LOW?	SYSTem:ALARm:ACTion:PFAil
[SOURce:]CURRent:PROTection[:LEVel]	SYSTem:ALARm:ACTion:PFAil?
[SOURce:]CURRent:PROTection[:LEVel]?	SYSTem:ALARm:COUNt:OCURrent?
[SOURce:]IRRAdiation	SYSTem:ALARm:COUNt:OPOWer?
[SOURce:]IRRAdiation?	SYSTem:ALARm:COUNt:OTEMperature?
[SOURce:]POWer	SYSTem:ALARm:COUNt:OVOLTage?

SYSTem:ALARm:COUNT:PFaiL?	SYSTem:CONFIg:UCD:ACTIon
SYSTem:COMMunicate:TIMEout?	SYSTem:CONFIg:UCD:ACTIon?
SYSTem:CONFIg:INPut:REStore	SYSTem:CONFIg:USER:TEXT
SYSTem:CONFIg:INPut:REStore?	SYSTem:CONFIg:USER:TEXT?
SYSTem:CONFIg:MODE	SYSTem:CONFIg:UVD
SYSTem:CONFIg:MODE?	SYSTem:CONFIg:UVD?
SYSTem:CONFIg:OCD	SYSTem:CONFIg:UVD:ACTIon
SYSTem:CONFIg:OCD?	SYSTem:CONFIg:UVD:ACTIon?
SYSTem:CONFIg:OCD:ACTIon	SYSTem:DEVIce:CLAss?
SYSTem:CONFIg:OCD:ACTIon?	SYSTem:ERRor?
SYSTem:CONFIg:OPD	SYSTem:ERRor:ALL?
SYSTem:CONFIg:OPD?	SYSTem:ERRor:NEXt?
SYSTem:CONFIg:OPD:ACTIon	SYSTem:LOCK
SYSTem:CONFIg:OPD:ACTIon?	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?

### 3.5.4 Programmierung

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

## 3.6 Alarme und Überwachung

### 3.6.1 Begriffsdefinition

Das Gerät signalisiert Gerätealarme (siehe „3.3. Alarmzustände“) über die LED „Error“ (Vorderseite) oder als auslesbaren Status über digitale Schnittstelle. Bei Betrieb als Slave in einem Master-Slave-System werden Gerätealarme außerdem an dem Master gemeldet und, sofern dieser eine Anzeige hat, dort ausgegeben. Generell wird bei einem Alarm der DC-Eingang zunächst ausgeschaltet, in erster Linie zum Schutz der angeschlossenen Quelle und in zweiter Linie zum Schutz des Gerätes.

Überwachung in Form von sogenannten benutzerdefinierbaren Ereignissen („Events“) ist außerdem verfügbar. Konfiguration von Alarmen und Events kann nur über eine digitale Schnittstelle erfolgen.

### 3.6.2 Gerätealarme und Events handhaben

#### Wichtig zu wissen:



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

Bei Auftreten eines Gerätealarms wird üblicherweise zunächst der DC-Eingang ausgeschaltet und die LED „Error“ auf der Front geht an, um den Anwender auf den Alarm aufmerksam zu machen. Manche Alarme müssen zwecks Kenntnisnahme bestätigt werden. Solange sich das Gerät als Teil eines Master-Slave-System in Fernsteuerung durch einen Master befindet, werden Alarme immer am Master bestätigt und die LED „Error“ des alarmverursachenden Slaves sollte erlöschen.

In allen anderen Situation erfolgt die Bestätigung der Kenntnisnahme entweder am Gerät mit dem Taster „On / Off“ oder mit einem bestimmten Befehl über eine digitale Schnittstelle in Fernsteuerung.

#### ► So bestätigen Sie einen Alarm (während manueller Bedienung)

1. Wenn der DC-Eingang 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-Eingang wieder eingeschaltet werden. Sollte das nicht möglich sein, könnte der Alarm noch anliegen.

Manche Gerätealarme, konkret deren Auslöseschwellen, können über die USB-Ports per Software **EA Power Control** oder eigene Software konfiguriert werden:

Alarm	Bedeutung	Beschreibung	Einstellbereich
<b>OVP</b>	<b>OverVoltage Protection</b>	Überspannungsschutz. Löst einen Alarm aus, wenn die Eingangsspannung am DC-Eingang die eingestellte Schwelle erreicht. Außerdem wird der DC-Eingang ausgeschaltet.	$0 \text{ V} \dots 1,03 \cdot U_{\text{Nenn}}$
<b>OCP</b>	<b>OverCurrent Protection</b>	Überstromschutz. Löst einen Alarm aus, wenn der Eingangsstrom am DC-Eingang die eingestellte Schwelle erreicht. Außerdem wird der DC-Eingang ausgeschaltet.	$0 \text{ A} \dots 1,1 \cdot I_{\text{Nenn}}$
<b>OPP</b>	<b>OverPower Protection</b>	Überleistungsschutz. Löst einen Alarm aus, wenn die Eingangsleistung am DC-Eingang die eingestellte Schwelle erreicht. Außerdem wird der DC-Eingang ausgeschaltet.	$0 \text{ W} \dots 1,1 \cdot P_{\text{Nenn}}$

Diese Gerätealarme können nicht konfiguriert werden, da hardwaremäßig bedingt:

Alarm	Bedeutung	Beschreibung
PF	Power Fail	Netzunter- oder überspannung. Löst einen Alarm aus, wenn die AC-Versorgung außerhalb der Spezifikationen des Gerätes arbeiten sollte (Spannung/Frequenz) oder wenn das Gerät von der AC-Versorgung getrennt wird, z. B. durch Ausschalten am Netzschalter. Außerdem wird der DC-Eingang ausgeschaltet.
OT	OverTemperature	Übertemperatur. Löst einen Alarm aus, wenn die Innentemperatur des Gerätes eine bestimmte Schwelle überschreitet. Außerdem wird der DC-Eingang ausgeschaltet.
MSS	Master-Slave Sicherheitsmodus	Wird ausgelöst, wenn der Master in einem initialisierten Master-Slave-Verbund den Kontakt zu einem oder mehreren Slaves verliert bzw. ein Slave noch nicht initialisiert wurde. Außerdem wird der DC-Eingang aller Geräte ausgeschaltet. Der Alarm kann durch erneute Initialisierung des MS-System oder Deaktivierung von MS gelöscht werden.

### 3.6.2.1 Benutzerdefinierbare Ereignisse (Events)

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

Folgende Events können unabhängig voneinander und jeweils mit Aktion KEINE, SIGNAL, WARNUNG oder ALARM konfiguriert werden:

Aktion	Verhalten
KEINE	Benutzerereignis ist deaktiviert
SIGNAL/WARNUNG	Bei Erreichen der Bedingung, die ein Ereignis mit Aktion <b>Signal</b> oder <b>Warnung</b> auslöst, wird ein Bit im Statusregister des Gerätes gesetzt, das ausgelesen werden kann. Bei dieser Serie sind Signal und Warnung gleichbedeutend.
ALARM	Bei Erreichen der Bedingung, die ein Ereignis mit Aktion <b>Alarm</b> auslöst, wird ein Bit im Statusregister des Gerätes gesetzt und der DC-Eingang ausgeschaltet. Beide Zustände können über digitale Schnittstelle ausgelesen werden.

Kurz	Lang	Beschreibung	Einstellbereich
UVD	UnderVoltage Detection	Unterspannungserkennung. Löst das Ereignis aus, wenn die Eingangsspannung am DC-Eingang die eingestellte Schwelle unterschreitet.	0 V...U <sub>Nenn</sub>
OVD	OverVoltage Detection	Überspannungserkennung. Löst das Ereignis aus, wenn die Eingangsspannung am DC-Eingang die eingestellte Schwelle überschreitet.	0 V...U <sub>Nenn</sub>
UCD	UnderCurrent Detection	Unterstromerkennung. Löst das Ereignis aus, wenn der Eingangsstrom am DC-Eingang die eingestellte Schwelle unterschreitet.	0 A...I <sub>Nenn</sub>
OCD	OverCurrent Detection	Überstromerkennung. Löst das Ereignis aus, wenn der Eingangsstrom am DC-Eingang die eingestellte Schwelle überschreitet.	0 A...I <sub>Nenn</sub>
OPD	OverPower Detection	Überleistungserkennung. Löst das Ereignis aus, wenn die Eingangsleistung am DC-Eingang die eingestellte Schwelle überschreitet.	0 W...P <sub>Nenn</sub>

Sobald ein Event durch Setzen der Aktion auf eine Einstellung anders als KEINE konfiguriert wurde, könnte es ausgelöst werden, wenn der DC-Eingang momentan eingeschaltet ist. Es wird daher empfohlen, Events nur bei ausgeschaltetem DC-Eingang zu konfigurieren.

## 3.7 Weitere Anwendungen

### 3.7.1 Reihenschaltung



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

### 3.7.2 Parallelschaltung als Master-Slave (MS)

Für ein Slave-Modell der Serie EL 9000 B Slave ist Master-Slave-Betrieb die Standard-Betriebsart. Es arbeitet üblicherweise als Slave und wird vom Master-Gerät eingebunden und konfiguriert. Die Konfiguration des Master-Gerätes ist in dessen Handbuch zu finden, für ein Modell aus der Serie EL 9000 B.

Dieser Abschnitt behandelt eine andere Situation, nämlich wenn das Slave-Gerät mangels eines passenden Master-Gerätes selbst zum Master werden soll. Das ist grundsätzlich möglich, jedoch können Konfiguration und Bedienung des Master-Slave-Betriebs ausschließlich über die USB-Ports stattfinden. Dabei unterstützt der frontseitige Port keine Konfiguration. Es wird daher empfohlen, die komplette Bedienung über den hinteren USB-Port zu fahren.

#### 3.7.2.1 Einleitung

Mehrere Geräte mit identischen Nennwerten können zu einer Parallelschaltung verbunden werden, um eine höhere Gesamtleistung zu erzielen. Dabei können sowohl die Standardmodelle mit Anzeige- und Bedieneinheit, als auch die ab Anfang 2017 erhältlichen „EL 9000 B Slave“-Modelle verwendet werden. Einziger Nachteil: die Slave-Modelle gibt es nur in fünf Varianten, die nur zu entsprechenden Standardmodellen passen.

Für die Parallelschaltung werden üblicherweise alle Netzgeräte an ihren DC-Eingängen verbunden, sowie zusätzlich der Share-Bus und der digitale Master-Slave-Bus aller Einheiten. Letzterer dient zur Aufsummierung der Istwerte am Mastergerät, sowie zur zentralen Erfassung des Gerätestatus. Der Geräteverbund kann dann wie ein System, wie ein größeres Gerät mit mehr Leistung betrachtet und behandelt werden.

Der Share-Bus wiederum dient zur dynamischen Ausregelung der Geräte untereinander und ist besonders hilfreich, wenn am Mastergerät der Funktionsgenerator genutzt werden soll. Er sollte immer verbunden werden, weil ohne ihn kann eine ungleichmäßige Lastverteilung entstehen. Dazu kommt, daß zumindest die DC-Minus-Eingänge aller über Share-Bus verschalteten Geräte verbunden sein müssen, damit das Referenzpotential vorhanden ist und der Share-Bus sauber regeln kann.

#### 3.7.2.2 Einschränkungen

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

- Das MS-System reagiert zum Teil anders auf Alarmsituationen (siehe unten bei 3.7.2.7)
- Die Share-Bus-Verbindung hilft dem System, den Strom aller beteiligter Geräte so schnell wie möglich auszuregulieren, trotzdem ist eine Parallelschaltung nicht so dynamisch wie ein Einzelgerät

#### 3.7.2.3 Verkabelung der DC-Eingänge

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

#### 3.7.2.4 Verkabelung des Share-Bus'

Der Share-Bus wird mittels einer zweipoligen, möglichst verdrehten Leitung von Gerät zu Gerät verbunden. Der Querschnitt ist dabei unkritisch. Wir empfehlen, 0.5 mm<sup>2</sup> bis 1 mm<sup>2</sup> zu verwenden.



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



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

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



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

Für den späteren Betrieb des MS-Systems gilt dann:

- Am Master werden Istwerte aller Geräte aufsummiert und angezeigt bzw. sind per Fernsteuerung auslesbar
- Die Einstellbereiche der Sollwerte des Masters werden an die Anzahl der Geräte angepaßt, also wenn z. B. fünf Einheiten mit je 7,2 kW Leistung zu einem 36 kW-System zusammengeschaltet werden, kann am Master 0...36 kW eingestellt werden
- Slave-Geräte im Master-Slave-Modus „Slave“ sind nicht bedienbar, solange wie vom Master gesteuert
- Slaves melden den Alarm „MSS“ über die LED „Error“ am Bedienteil, solange sie noch nicht durch den Master initialisiert wurden. Derselbe Alarm wird ausgegeben, wenn Verbindungsverlust zum Master auftritt
- Soll der Funktionsgenerator am Master verwendet werden, muß zusätzlich der Share-Bus verbunden werden

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

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



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

Die Konfiguration an sich kann mittels der Software **EA Power Control** oder eigenen Applikationen erfolgen. Für letztere erläutert die mitgelieferte Programmieranleitung die Master-Slave-Einstellung über Fernsteuerung.

### 3.7.2.6 Bedienung des Master-Slave-Systems

Nach der Konfiguration und ersten Initialisierung des MS-System kann der Master ganz normal ferngesteuert bedient werden. Die Software **EA Power Control** erkennt den Systemzustand und paßt sich entsprechend der geänderten Nennwerte automatisch an. In eigenen Applikationen muß berücksichtigt werden, daß der Master die Nennwerte, die sich nach jeder Initialisierung neu ergeben können - je nach Anzahl der initialisierten Slaves -, über separate Register bzw. SCPI-Befehle auslesbar zur Verfügung stellt.

Es gilt dann:

- Der Master ist bedienbar wie ein Einzelgerät
- Der Master teilt den eingestellten Sollwert auf die Slaves auf und steuert diese
- Der Master ist über analoge oder digitale Schnittstelle fernsteuerbar
- Sämtliche Einstellungen zu den Sollwerten U, I und P (Überwachung, Einstellgrenzen usw.) werden an die neuen Gesamtwerte angepaßt
- Bei allen initialisierten Slave werden Einstellgrenzen ( $U_{Min}$ ,  $I_{Max}$  etc.), Überwachungsgrenzen (OVP, OPP ect.) und Event-Einstellungen (UCD, OVD) auf Standardwerte zurückgesetzt, damit diese nicht die Steuerung durch den Master stören. Werden diese Grenzen am Master angepaßt, werden sie 1:1 an die Slaves übertragen. Beim Betrieb später können daher Slaves - durch ungleichmäßige Lastverteilung und unterschiedlich schnelle Reaktion - anstelle des Masters Alarme wie OCP, OVP oder Events usw. auslösen
- Wenn ein oder mehrere Slaves einen Gerätealarm melden, so wird dies am Master angezeigt und muß, wie bei Einzelgeräten, auch dort bestätigt werden, damit der Slave weiterarbeiten kann. Im Fall, daß der Alarm den DC-Eingang ausgeschaltet hat, wird dieser durch das Master-Gerät automatisch wieder eingeschaltet, sobald der Alarm bestätigt wurde.

- Verbindungsabbruch zu einem oder mehreren Slaves führt aus Sicherheitsgründen zur Abschaltung aller DC-Eingänge und der Master meldet diesen Zustand als Master-Slave-Sicherheitsmodus. Dann muß das MS-System durch Betätigung des Bedienfeldes „Initialisieren“ neu initialisiert werden, mit oder ohne den/die Slaves, die den Verbindungsabbruch verursachten.

### 3.7.2.7 Alarm- und andere Problemsituationen

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

- Falls ein oder mehrere Slave-Geräte DC-seitig ausfallen (Defekt, Überhitzung) schaltet der Master die Leistungsausgänge des Systems aus. Dann ist Interaktion durch Bedienpersonal am Master oder per Software erforderlich
- Falls ein oder mehrere Slave-Geräte AC-seitig ausfallen (ausgeschaltet am Netzschalter, auch bei Netzunterspannung) und der Master noch läuft werden sie nach der Wiederanlauf nicht automatisch wieder als Slaves eingebunden. Die Initialisierung des MS-System muß dann wiederholt werden.
- Falls das Master-Gerät ausfällt oder wegen eines Defekts bzw. Überhitzung den DC-Eingang abschaltet, nimmt das gesamte Master-Slave-System keine Leistung mehr auf und die DC-Eingänge aller Slaves schalten sich automatisch aus.
- Falls das Master-Gerät AC-seitig ausfällt (ausgeschaltet am Netzschalter, Stromausfall) und später wiederkommt, initialisiert es automatisch das MS-System neu und bindet alle erkannten Slaves ein. In diesem Fall kann MS-Betrieb automatisch fortgeführt werden, wenn z. B. eine Software das Master-Gerät überwacht und steuert.
- Falls mehrere Master-Geräte oder gar keines definiert wurde, kann das Master-Slave-System nicht initialisiert werden.

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

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

### 3.7.2.8 Allgemeine Hinweise



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

## 3.7.3 Zwei-Quadranten-Betrieb (2QB)

### 3.7.3.1 Übersicht

Der sogenannte Zwei-Quadrantenbetrieb, auch Quelle-Senke-Prinzip genannt, wo Netzgeräte und elektronische Lasten über ein Regelsignal gekoppelt werden, das den automatischen Wechsel zwischen aktivem Betrieb der Quelle und der Senke möglich macht, ist auch für Geräte im Master-Slave-Verbund zulässig. Dabei wird das Master-Slave-System aus Lasten als eine einzelne Senke betrachtet und auch so bedient bzw. gesteuert. Bei den Netzgeräten ist derselbe Aufbau als Quelle machbar. Mehr Information zur Einrichtung und Verwendung des 2QB sind in den Handbüchern zu den Master-Lasten der Serie EL 9000 B und auch in den Handbüchern kompatibler Netzgeräte-Serien wie PSI 9000 3U zu finden.

Für den Betrieb von zwei Master-Slave-Systemen aus jeweils Netzgeräten und Lasten im 2QB, wo zwischen den Systemen der Share-Bus verbunden wird, gilt genauso die Einschränkung, daß nur max. 16 Einheiten am Share-Bus zulässig sind.

## 4. Instandhaltung & Wartung

### 4.1 Wartung / Reinigung

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

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

### 4.2 Fehlersuche / Fehlerdiagnose / Reparatur

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

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

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

#### 4.2.1 Defekte Netzsicherung tauschen

Die Absicherung des Gerätes erfolgt über eine Schmelzsicherung, die sich in einem Sicherungshalter auf der Geräte rückseite befindet. Wert siehe Aufdruck neben dem Sicherungshalter. Zum Austausch der Sicherung muß das Gerät zuerst von der AC-Versorgung getrennt werden. Ersetzen Sie die Sicherung stets nur durch eine gleicher Größe und gleichen Wertes.

#### 4.2.2 Firmware-Aktualisierungen



Firmware-Updates sollten nur 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 kann 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.

## 5. Service & Support

### 5.1 Reparaturen

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

### 5.2 Kontaktmöglichkeiten

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

Adressen	E-Mailadressen	Telefonnummern
EA Elektro-Automatik GmbH Helmholtzstr. 31-33 41747 Viersen Deutschland	Technische Hilfe: support@elektroautomatik.de Alle anderen Themen: ea1974@elektroautomatik.de	Zentrale: 02162 / 37850 Support: 02162 / 378566







**Elektro-Automatik**

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

Helmholtzstraße 31-37  
**41747 Viersen**

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



## Operating Manual

# EL 9000 B Slave

## Electronic DC Load



TABLE OF CONTENTS

**1 GENERAL**

1.1 About this document .....4  
 1.1.1 Retention and use.....4  
 1.1.2 Copyright.....4  
 1.1.3 Validity .....4  
 1.1.4 Symbols and warnings .....4  
 1.2 Warranty .....4  
 1.3 Limit of liability .....4  
 1.4 Disposal of equipment .....5  
 1.5 Product key .....5  
 1.6 Intended usage .....5  
 1.7 Safety .....6  
 1.7.1 Safety notices.....6  
 1.7.2 Responsibility of the user.....6  
 1.7.3 Responsibility of the operator .....7  
 1.7.4 User requirements .....7  
 1.7.5 Alarm signals.....8  
 1.8 Technical data .....8  
 1.8.1 Approved operating conditions.....8  
 1.8.2 General technical data.....8  
 1.8.3 Specific technical data .....9  
 1.8.4 Views (3U models).....11  
 1.8.5 Control elements.....14  
 1.9 Construction and function .....15  
 1.9.1 General description.....15  
 1.9.2 Block diagram .....15  
 1.9.3 Scope of delivery .....15  
 1.9.4 The control panel (HMI).....16  
 1.9.5 USB-Port Type B (Back side).....16  
 1.9.6 “Share” connector .....17  
 1.9.7 “Sense” connector (remote sensing).....17  
 1.9.8 Master-Slave bus .....17

**2 INSTALLATION & COMMISSIONING**

2.1 Transport and storage .....18  
 2.1.1 Transport .....18  
 2.1.2 Packaging .....18  
 2.1.3 Storage.....18  
 2.2 Unpacking and visual check.....18  
 2.3 Installation .....18  
 2.3.1 Safety procedures before installation and use.....18  
 2.3.2 Preparation.....18  
 2.3.3 Installing the device .....20  
 2.3.4 Connection to DC sources .....21  
 2.3.5 Grounding of the DC input.....22  
 2.3.6 Connecting the “Share” bus .....22  
 2.3.7 Connection of remote sensing .....23  
 2.3.8 Connecting the USB ports.....23  
 2.3.9 Initial commission.....24  
 2.3.10 Commission after a firmware update or a long period of non use .....24

**3 OPERATION AND APPLICATION**

3.1 Personal safety .....25  
 3.2 Operating modes .....25  
 3.2.1 Voltage regulation / Constant voltage .....25  
 3.2.2 Current regulation / constant current / current limitation .....26  
 3.2.3 Resistance regulation / constant resistance26  
 3.2.4 Power regulation / constant power / power limitation .....26  
 3.2.5 Dynamic characteristics and stability criteria.....27  
 3.3 Alarm conditions .....28  
 3.3.1 Power Fail .....28  
 3.3.2 Overtemperature.....28  
 3.3.3 Overvoltage.....28  
 3.3.4 Overcurrent .....28  
 3.3.5 Overpower.....28  
 3.4 Manual operation .....29  
 3.4.1 Powering the device .....29  
 3.4.2 Switching the device off .....29  
 3.4.3 Switching the DC input on or off.....29  
 3.5 Remote control.....30  
 3.5.1 General.....30  
 3.5.2 Remote control via the rear USB .....30  
 3.5.3 Remote control via the front USB.....30  
 3.5.4 Programming .....31  
 3.6 Alarms and monitoring.....32  
 3.6.1 Definition of terms.....32  
 3.6.2 Device alarm and event handling.....32  
 3.7 Other applications .....34  
 3.7.1 Series connection .....34  
 3.7.2 Parallel operation in master-slave (MS).....34  
 3.7.3 Two quadrants operation (2QO).....37

**4 SERVICE AND MAINTENANCE**

4.1 Maintenance / cleaning.....38  
 4.2 Fault finding / diagnosis / repair.....38  
 4.2.1 Replacing a defect mains fuse .....38  
 4.2.2 Firmware updates .....38

**5 CONTACT AND SUPPORT**

5.1 Repairs .....39  
 5.2 Contact options .....39

## 1. General

### 1.1 About this document

#### 1.1.1 Retention and use

This document is to be kept in the vicinity of the equipment for future reference and explanation of the operation of the device. This document is to be delivered and kept with the equipment in case of change of location and/or user.

#### 1.1.2 Copyright

Reprinting, copying, also partially, usage for other purposes as foreseen of this manual are forbidden and breach may lead to legal process.

#### 1.1.3 Validity

This manual is valid for the following equipment, including derived variants.

Model	Article nr.
EL 9080-510 B Slave	33 290 270
EL 9250-210 B Slave	33 290 271
EL 9360-120 B Slave	33 290 272
EL 9500-90 B Slave	33 290 273
EL 9750-60 B Slave	33 290 274

#### 1.1.4 Symbols and warnings

Warning and safety notices as well as general notices in this document are shown in a box with a symbol as follows:

	<b>Symbol for a life threatening danger</b>
	Symbol for general safety notices (instructions and damage protection bans)
	<i>Symbol for general notices</i>

## 1.2 Warranty

EA Elektro-Automatik guarantees the functional competence of the device within the stated performance parameters. The warranty period begins with the delivery of free from defects equipment.

Terms of guarantee are included in the general terms and conditions of EA Elektro-Automatik.

## 1.3 Limit of liability

All statements and instructions in this manual are based on current norms and regulations, up-to-date technology and our long term knowledge and experience. EA Elektro-Automatik accepts no liability for losses due to:

- Usage for purposes other than defined
- Use by untrained personnel
- Rebuilding by the customer
- Technical changes
- Use of non authorized spare parts

The actual delivered device(s) may differ from the explanations and diagrams given here due to latest technical changes or due to customized models with the inclusion of additionally ordered options.

## 1.4 Disposal of equipment

A piece of equipment which is intended for disposal must, according to European laws and regulations (ElektroG, WEEE) be returned to EA Elektro-Automatik for scrapping, unless the person operating the piece of equipment or another, delegated person is conducting the disposal. Our equipment falls under these regulations and is accordingly marked with the following symbol:



## 1.5 Product key

Decoding of the product description on the label, using an example:

### **EL 9360 - 40 B Slave**

	Construction:
	<b>Slave</b> = Ancillary unit for master-slave operation
	Maximum current of the device in Ampere
	Maximum voltage of the device in Volt
	Series : <b>9</b> = Series 9000
	Type identification:
	<b>EL</b> = Electronic Load, always programmable

## 1.6 Intended usage

The equipment is intended to be used, if a power supply or battery charger, only as a variable voltage and current source, or, if an electronic load, only as a variable current sink.

Typical application for a power supply is DC supply to any relevant user, for a battery charger the charging of various battery types and for electronic loads the replacement of Ohm resistance by an adjustable DC current sink in order to load relevant voltage and current sources of any type.



- Claims of any sort due to damage caused by non-intended usage will not be accepted.
- All damage caused by non-intended usage is solely the responsibility of the operator.

## 1.7 Safety

### 1.7.1 Safety notices

#### Mortal danger - Hazardous voltage



- **Electrical equipment operation means that some parts will be under dangerous voltage. Therefore all parts under voltage must be covered!**
- **All work on connections must be carried out under zero voltage (input not connected to voltage sources) and may only be performed by qualified and informed persons. Improper actions can cause fatal injury as well as serious material damage.**
- **Never touch cables or connectors directly after unplugging from mains supply as the danger of electric shock remains.**
- **There can be dangerous potential between DC minus to PE or DC plus to PE due to charged X capacitors, even if the device is switched off and disconnected from an external source. The potential either only discharges very slowly or not at all.**



- The equipment must only be used as intended
- The equipment is only approved for use within the connection limits stated on the product label.
- Do not insert any object, particularly metallic, through the ventilator slots
- Avoid any use of liquids near the equipment. Protect the device from wet, damp and condensation.
- For power supplies and battery chargers: do not connect users, particularly low resistance, to devices under power; sparking may occur which can cause burns as well as damage to the equipment and to the user.
- For electronic loads: do not connect power sources to equipment under power, sparking may occur which can cause burns as well as damage to the equipment and to the source.
- ESD regulations must be applied when plugging interface cards or modules into the relative slot
- Interface cards or modules may only be attached or removed after the device is switched off. It is not necessary to open the device.
- Do not connect external power sources with reversed polarity to DC input or outputs! The equipment will be damaged.
- For power supply devices: avoid where possible connecting external power sources to the DC output, and never those that can generate a higher voltage than the nominal voltage of the device.
- For electronic loads: do not connect a power source to the DC input which can generate a voltage more than 120% of the nominal input voltage of the load. The equipment is not protected against over voltage and may be irreparably damaged.
- Never insert a network cable which is connected to Ethernet or its components into the master-slave socket on the back side of the device!
- Always configure the various protecting features against overcurrent, overpower etc. for sensitive sources to what the currently used application requires

### 1.7.2 Responsibility of the user

The equipment is in industrial operation. Therefore the operators are governed by the legal safety regulations. Alongside the warning and safety notices in this manual the relevant safety, accident prevention and environmental regulations must also be applied. In particular the users of the equipment:

- must be informed of the relevant job safety requirements
- must work to the defined responsibilities for operation, maintenance and cleaning of the equipment
- before starting work must have read and understood the operating manual
- must use the designated and recommended safety equipment.

Furthermore, anyone working with the equipment is responsible for ensuring that the device is at all times technically fit for use.

## 1.7.3 Responsibility of the operator

Operator is any natural or legal person who uses the equipment or delegates the usage to a third party, and is responsible during its usage for the safety of the user, other personnel or third parties.

The equipment is in industrial operation. Therefore the operators are governed by the legal safety regulations. Alongside the warning and safety notices in this manual the relevant safety, accident prevention and environmental regulations must also be applied. In particular the operator has to

- be acquainted with the relevant job safety requirements
  - identify other possible dangers arising from the specific usage conditions at the work station via a risk assessment
  - introduce the necessary steps in the operating procedures for the local conditions
  - regularly check that the operating procedures are current
  - update the operating procedures where necessary to reflect changes in regulation, standards or operating conditions.
  - define clearly and unambiguously the responsibilities for operation, maintenance and cleaning of the equipment.
  - ensure that all employees who use the equipment have read and understood the manual. Furthermore the users are to be regularly schooled in working with the equipment and the possible dangers.
  - provide all personnel who work with the equipment with the designated and recommended safety equipment
- Furthermore, the operator is responsible for ensuring that the device is at all times technically fit for use.

## 1.7.4 User requirements

Any activity with equipment of this type may only be performed by persons who are able to work correctly and reliably and satisfy the requirements of the job.

- Persons whose reaction capability is negatively influenced by e.g. drugs, alcohol or medication may not operate the equipment.
- Age or job related regulations valid at the operating site must always be applied.



### **Danger for unqualified users**

Improper operation can cause person or object damage. Only persons who have the necessary training, knowledge and experience may use the equipment.

**Delegated persons** are those who have been properly and demonstrably instructed in their tasks and the attendant dangers.

**Qualified persons** are those who are able through training, knowledge and experience as well as knowledge of the specific details to carry out all the required tasks, identify dangers and avoid personal and other risks.

## 1.7.5 Alarm signals

Alarm conditions, not danger situations, are signalled on the front of this slave device in form of a red LED “**Error**” (also see section 1.8.4.). Because the models of this series are designed to run as slave units in a master-slave system, the master unit will indicate alarms in its own available ways. Refer to the manual of series EL 9000 B for more information about this matter.

The LED collects all of the below listed alarm situations. If there is supervision of the slave units being used, alarms can be decoded by querying a status from the device via any of the two USB ports.

Global meaning of alarm situations as indicated by LED “Error”:

Signal <b>OT</b> (OverTemperature)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Overheating of the device</li> <li>• DC input will be switched off</li> <li>• Non-critical</li> </ul>
Signal <b>OVP</b> (OverVoltage)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Overvoltage shutdown of the DC input occurs due to high voltage entering the device</li> <li>• Critical! The device and/or the source could be damaged</li> </ul>
Signal <b>OCP</b> (OverCurrent)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Shutdown of the DC input due to excess of the preset limit</li> <li>• Non-critical, protects the source from excessive current drain</li> </ul>
Signal <b>OPP</b> (OverPower)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Shutdown of the DC input due to excess of the preset limit</li> <li>• Non-critical, protects the source from excessive power drain</li> </ul>
Signal <b>PF</b> (Power Fail)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DC input shutdown due to AC undervoltage or internal auxiliary supply defect</li> <li>• Critical on AC overvoltage! AC mains input circuit could be damaged</li> </ul>

## 1.8 Technical data

### 1.8.1 Approved operating conditions

- Use only inside dry buildings
- Ambient temperature 0-50 °C
- Operational altitude: max. 2000 m above sea level
- Maximum 80% humidity, not condensing

### 1.8.2 General technical data

Indication: 6x colour LEDs

Controls: 1 pushbutton

The nominal values for the device determine the maximum adjustable ranges.

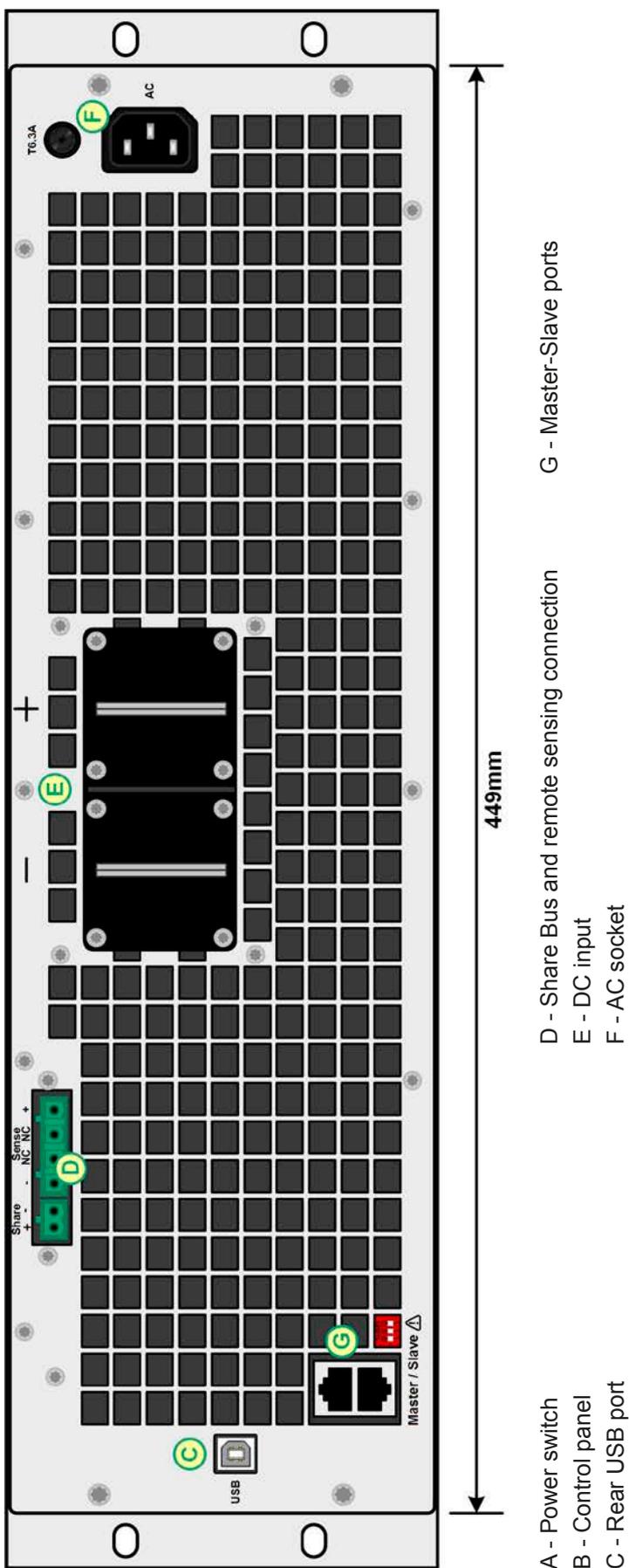
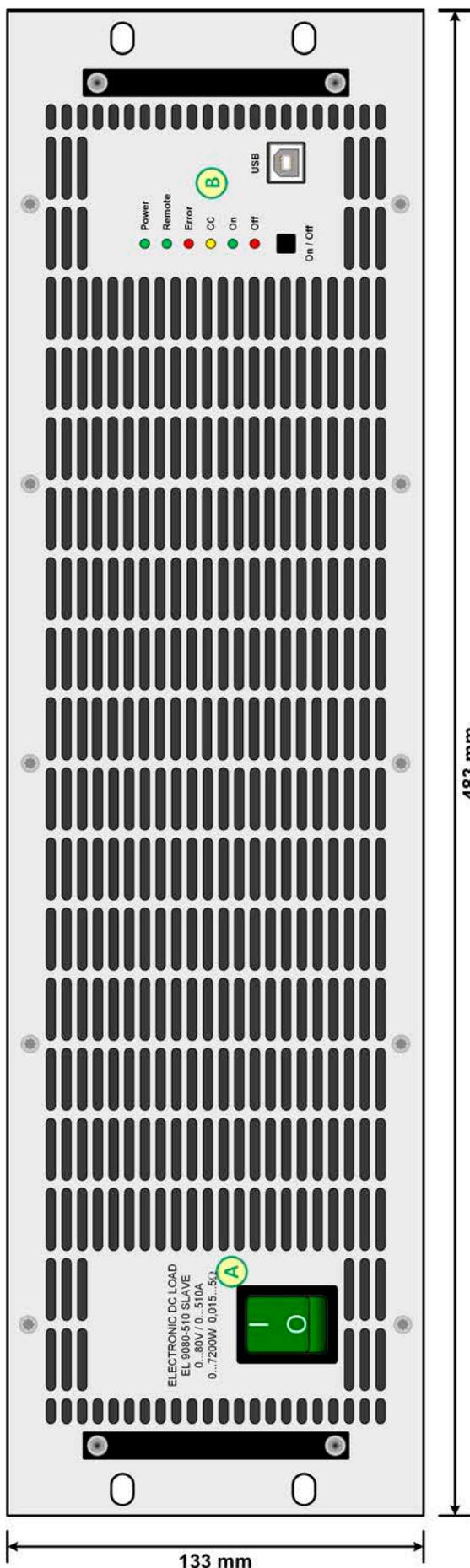
## 1.8.3 Specific technical data

Up to 7200 W	Model Slave				
	EL 9080-510 B	EL 9200-210 B	EL 9360-120 B	EL 9500-90 B	EL 9750-60 B
<b>AC mains supply</b>					
Supply voltage	90...264 V AC	90...264 V AC	90...264 V AC	90...264 V AC	90...264 V AC
Connection type	Wall socket	Wall socket	Wall socket	Wall socket	Wall socket
Frequency	45...65 Hz	45...65 Hz	45...65 Hz	45...65 Hz	45...65 Hz
Fuse	T 6.3 A	T 6.3 A	T 6.3 A	T 6.3 A	T 6.3 A
Power consumption	max. 130 W	max. 130 W	max. 130 W	max. 130 W	max. 130 W
Leak current	< 3.5 mA	< 3.5 mA	< 3.5 mA	< 3.5 mA	< 3.5 mA
<b>DC Input</b>					
Max. input voltage $U_{Max}$	80 V	200 V	360 V	500 V	750 V
Peak input power $P_{Max}$	7200 W	6000 W	5400 W	3600 W	3600 W
Steady input power $P_{Steady}^{(2)}$	4500 W	4500 W	4500 W	3600 W	3600 W
Max. input current $I_{Max}$	510 A	210 A	120 A	90 A	60 A
Overvoltage protection range	$0...1.03 * U_{Max}$	$0...1.03 * U_{Max}$	$0...1.03 * U_{Max}$	$0...1.03 * U_{Max}$	$0...1.03 * U_{Max}$
Overcurrent protection range	$0...1.1 * I_{Max}$	$0...1.1 * I_{Max}$	$0...1.1 * I_{Max}$	$0...1.1 * I_{Max}$	$0...1.1 * I_{Max}$
Overpower protection range	$0...1.1 * P_{Peak}$	$0...1.1 * P_{Peak}$	$0...1.1 * P_{Peak}$	$0...1.1 * P_{Peak}$	$0...1.1 * P_{Peak}$
Max. allowed input voltage	88 V	220 V	396 V	550 V	825 V
Min. input voltage for $I_{Max}$	approx. 2.2 V	approx. 2 V	approx. 2 V	approx. 6.5 V	approx. 5.5 V
Temperature coefficient for set values $\Delta / K$	Voltage / current: 30 ppm				
<b>Voltage regulation</b>					
Adjustment range	0...80 V	0...200 V	0...360 V	0...500 V	0...750 V
Stability at $\Delta I$	< 0.05% $U_{Max}$	< 0.05% $U_{Max}$	< 0.05% $U_{Max}$	< 0.05% $U_{Max}$	< 0.05% $U_{Max}$
Accuracy <sup>(1)</sup> (at $23 \pm 5^\circ C$ )	$\leq 0.1\% U_{Max}$	$\leq 0.1\% U_{Max}$	$\leq 0.1\% U_{Max}$	$\leq 0.1\% U_{Max}$	$\leq 0.1\% U_{Max}$
Remote sensing compensation	max. 5% $U_{Max}$				
<b>Current regulation</b>					
Adjustment range	0...510 A	0...210 A	0...120 A	0...90 A	0...60 A
Stability at $\Delta U$	< 0.1% $I_{Max}$	< 0.1% $I_{Max}$	< 0.1% $I_{Max}$	< 0.1% $I_{Max}$	< 0.1% $I_{Max}$
Accuracy <sup>(1)</sup> (at $23 \pm 5^\circ C$ )	$\leq 0.2\% I_{Max}$	$\leq 0.2\% I_{Max}$	$\leq 0.2\% I_{Max}$	$\leq 0.2\% I_{Max}$	$\leq 0.2\% I_{Max}$
Rise time 10...90% $I_{Nom}$	< 23 $\mu s$	< 40 $\mu s$	< 24 $\mu s$	< 22 $\mu s$	< 18 $\mu s$
Fall time 90...10% $I_{Nom}$	< 46 $\mu s$	< 42 $\mu s$	< 38 $\mu s$	< 29 $\mu s$	< 40 $\mu s$
<b>Power regulation</b>					
Adjustment range	$0...P_{Peak}$	$0...P_{Peak}$	$0...P_{Peak}$	$0...P_{Peak}$	$0...P_{Peak}$
Accuracy <sup>(1)</sup> (at $23 \pm 5^\circ C$ )	< 0.5% $P_{Steady}$	< 0.5% $P_{Steady}$	< 0.5% $P_{Steady}$	< 0.5% $P_{Steady}$	< 0.5% $P_{Steady}$
<b>Resistance regulation</b>					
Adjustment range	0.015...5 $\Omega$	0.08...28 $\Omega$	0.27...90 $\Omega$	0.5...167 $\Omega$	1.2...360 $\Omega$
Accuracy (at $23 \pm 5^\circ C$ )	$\leq 1\%$ of maximum resistance + 0.3% of maximum current				

(1 In relation to a rated values, the accuracy defines the maximum deviation between a set value and the corresponding actual value  
 Example: the 170 A model has min. 0.1% current accuracy, that is 170 mA. When adjusting the current to 10 A, the actual value is allowed to differ max. 170 mA, which means it is allowed to be between 9.83 A and 10.17 A.  
 (2 At 21°C ambient temperature)

Up to 7200 W	Model Slave				
	EL 9080-510 B	EL 9200-210 B	EL 9360-120 B	EL 9500-90 B	EL 9750-60 B
<b>Insulation</b>					
Input (DC) to enclosure	DC minus: permanent max. $\pm 400$ V DC plus: permanent max. $\pm 400$ V + max. input voltage				
Input (AC) to input (DC)	Max. 2500 V, short-term				
<b>Environment</b>					
Cooling	Temperature controlled fans				
Ambient temperature	0..50 °C				
Storage temperature	-20...70 °C				
<b>Digital interfaces</b>					
Featured	1x USB (front side) for quick value setup 1x USB (rear side) for communication and service				
Galvanic isolation to the device	max. 1500 V DC				
<b>Terminals</b>					
Rear side	Share Bus, DC input, AC input, remote sensing, USB, master-slave bus				
Front side	USB				
<b>Dimensions</b>					
Enclosure (WxHxD)	19" x 3U x 461 mm				
Total (WxHxD)	483 mm x 133 mm x 568 mm				
<b>Standards</b>	EN 60950				
<b>Weight</b>	~ 17 kg	~ 17 kg	~ 17 kg	~ 17 kg	~ 17 kg
<b>Article number</b>	33290270	33290271	33290272	33290273	33290274

1.8.4 Views (3U models)



- A - Power switch
- B - Control panel
- C - Rear USB port
- D - Share Bus and remote sensing connection
- E - DC input
- F - AC socket
- G - Master-Slave ports

Figure 1 - Front view

Figure 2 - Rear view

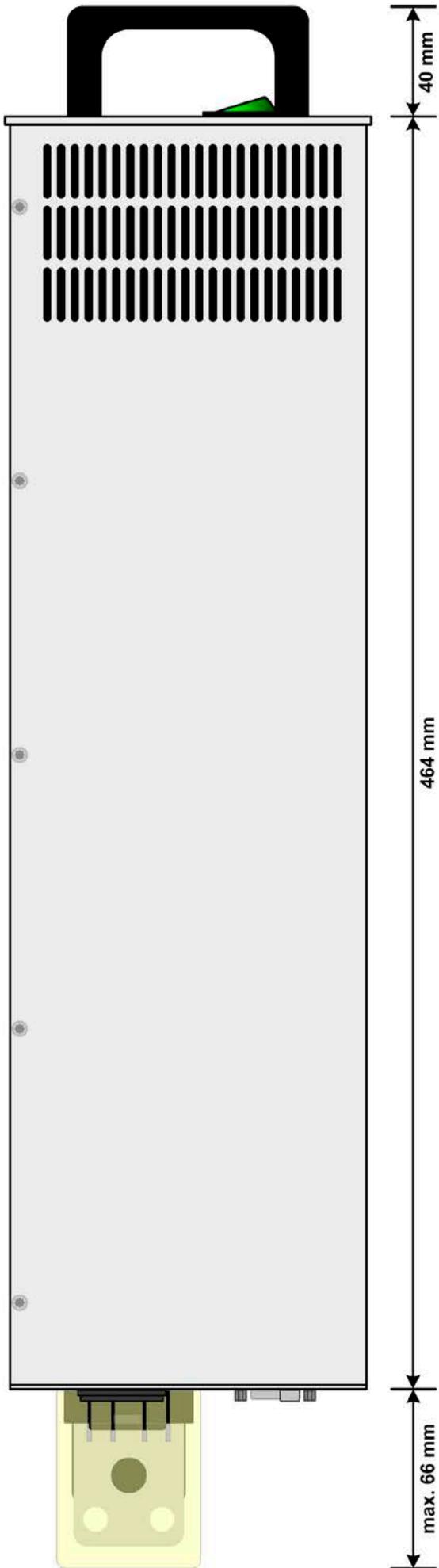


Figure 3 - Left hand side, with DC cover

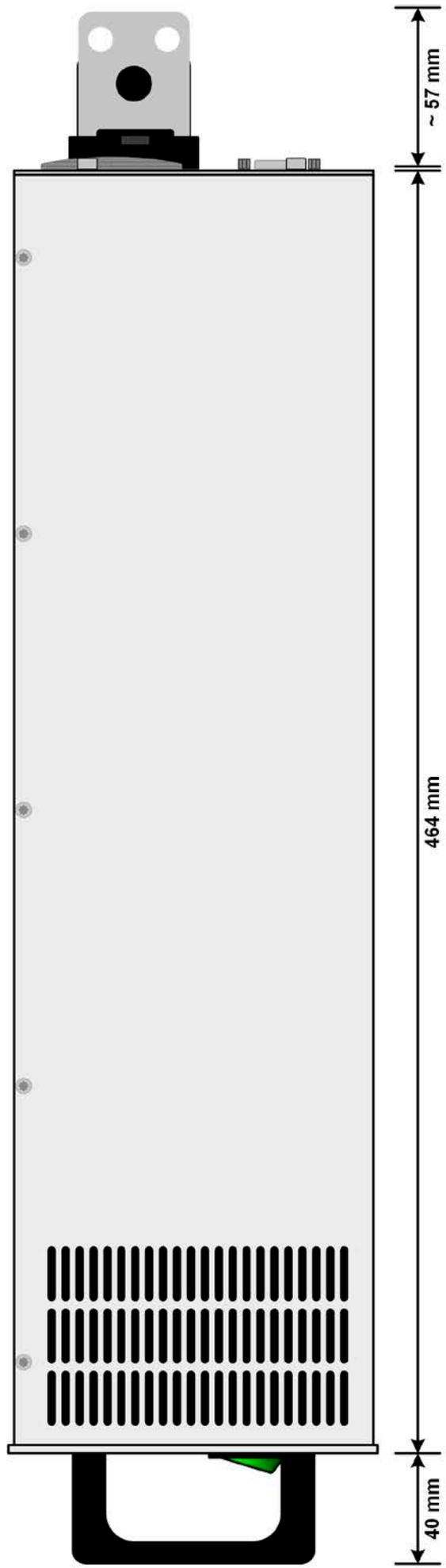


Figure 4 - Right hand side, without DC cover

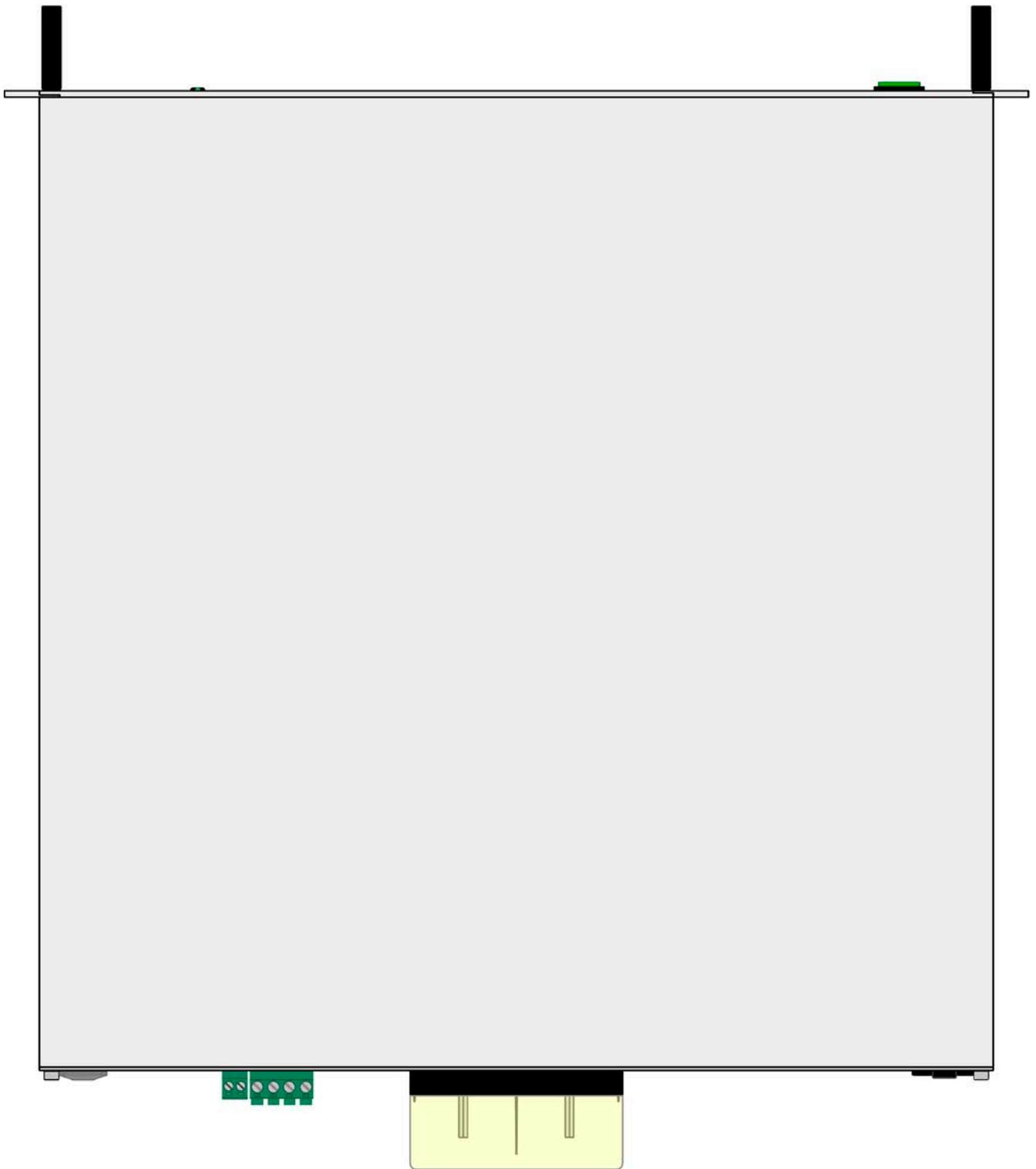


Figure 5 - View from above

## 1.8.5 Control elements

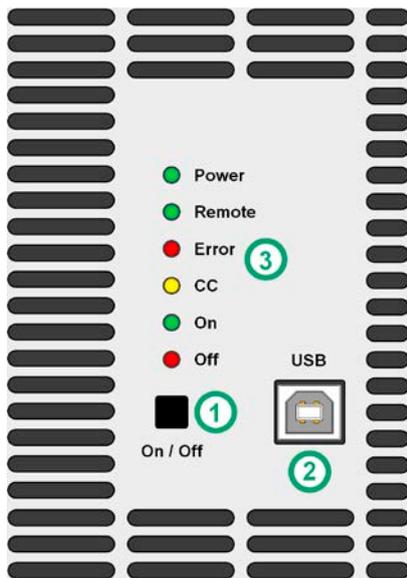


Figure 6 - Control Panel

### Overview of the elements of the operating panel

For a detailed description see section „1.9.4. The control panel (HMI)“.

(1)	<p><b>On/Off button</b></p> <p>Can be used to switch the DC input on or off during manual operation, while LED “Remote” = off</p>
(2)	<p><b>USB port</b></p> <p>For quick and easy access to the most important DC input related values when the device is not in master-slave mode. This port has reduced functionality compared to the rear port.</p>
(3)	<p><b>Status indicators (LED)</b></p> <p>These six colour LEDs show the device status. For details refer to 1.9.4.</p>

## 1.9 Construction and function

### 1.9.1 General description

The electronic DC loads of the EL 9000 B Slave series are designed to extend the power of compatible models from series EL 9000 B. The slave models are reduced to basic functions and will usually run in remote control from a master of a master-slave system. They can be added and connected to existing devices of series EL 9000 B.

By default, the devices have an USB port on the rear side which serves various purposes, such as servicing (firmware updates), monitoring during master-slave operation or even remote control when the unit is being used in stand-alone operation.

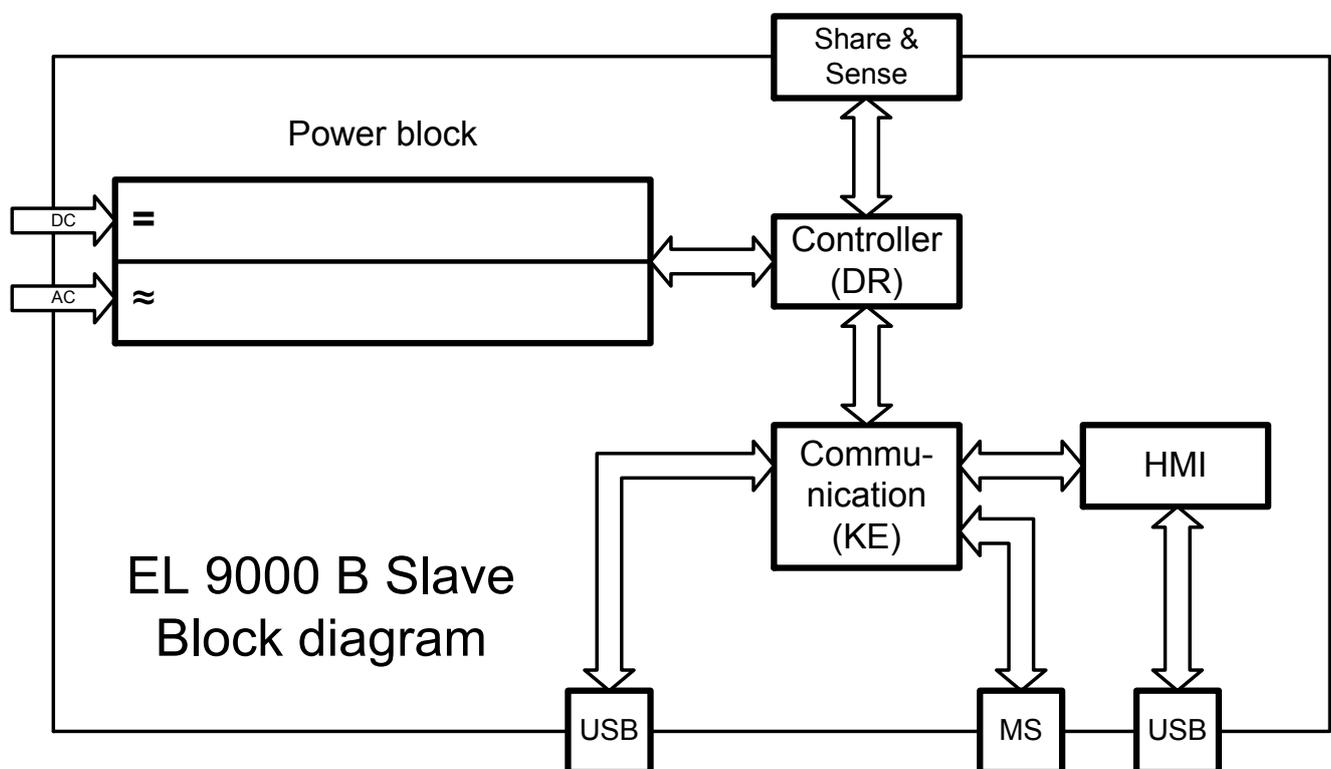
The additional USB port on the front side is used for quick access to all the DC input related parameters and settings. The configuration via this port can be done with the included software **EA Power Control** (on USB stick) or via any custom made control application.

The devices offer as standard the possibility for parallel connection with genuine master-slave with totalling of the slave units' values. This kind of operation allows for up to 16 units to be combined to a single system with a total power of up to 115 kW.

### 1.9.2 Block diagram

The block diagram illustrates the main components inside the device and their relationships.

There are digital, microprocessor controlled components (KE, DR, BE), which can be target of firmware updates.



### 1.9.3 Scope of delivery

- 1 x Electronic load device
- 1 x Share Bus plug
- 1 x Remote sensing plug
- 1 x 1.8 m USB cable
- 1 x Set of DC terminal cover(s)
- 1 x USB stick with documentation and software
- 1 x Mains cord
- 1 x UK wall socket adapter (only included in delivery to the UK)

## 1.9.4 The control panel (HMI)

The HMI (Human Machine Interface) consists of six coloured LEDs, a pushbutton and an USB-B port.

### 1.9.4.1 Status indicators (LED)

The six coloured LEDs on the front indicate various statuses of the device:

LED	Colour	Indicates what when lit?
<b>Power</b>	orange / green	Orange = device is in boot phase or internal error occurred Green = device is ready for operation
<b>Remote</b>	green	Remote control by master or any of the USB ports is active. In this situation, manual control with button On/Off is locked.
<b>Error</b>	red	At least one unacknowledged device alarm is active. The LED can signalise all alarms as listed in „3.6. Alarms and monitoring“.
<b>CC</b>	yellow	Constant current regulation (CC) is active. It means, if the LED is not lit it indicates either CV, CP or CR mode. Also see „3.2. Operating modes“.
<b>On</b>	green	DC input is switched on
<b>Off</b>	red	DC input is switched off

### 1.9.4.2 USB port

The front USB port is easier to access than the one on the rear side and intended for quick setup of DC input related values and settings. Doing so is necessary for normal two-quadrants operation, because it requires correct setup. In another situation, when master-slave operation is run and the EL 9000 B Slave usually will be a slave unit, the configuration is overwritten by the master unit and the slave can only be monitored via this port.

When running any of the above listed situations following applies for the USB port:



- Reduced instruction set for master-slave configuration, input values (U, I, P, R) and protections (OVP, OCP, OPP). For details about the instruction set see „3.5. Remote control“.
- Taking over remote control in order to change the configuration is only possible while the unit is not under control from a master in master-slave operation, so it would either require to temporarily deactivate master-slave on the master or to switch the master off

### 1.9.4.3 Pushbutton “On / Off”



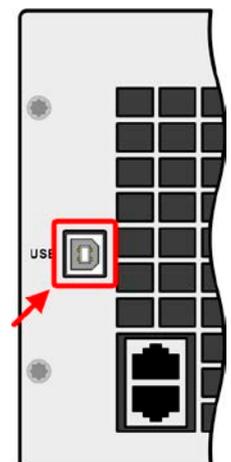
This button can be used to switch the DC input on or off during manual control, i.e. the device is not in remote control, by a master in master-slave or via any of the USB ports (LED “Remote” = off). Once pushed to switch the DC input on, the device would regulate the input to the last values it has stored. Since all the input related values are not displayed, operating that button has to be done with caution.

## 1.9.5 USB-Port Type B (Back side)

The USB-B port on the rear side of the device is provided for communication with the device, i.e. monitoring during master-slave operation or full remote control in stand-alone operation, as well as for firmware updates. The included USB cable can be used to connect the device to a PC (USB 2.0 or 3.0). The driver is delivered with the device and installs a virtual COM port. Details for remote control can be found on the web site of the manufacturer or on the included USB stick.

The device can be addressed via this port either using the international standard ModBus protocol or by SCPI language. The device recognises the message protocol automatically.

This USB port has no priority over either the other USB port on the front or remote control from a master unit and can, therefore, only be used for remote control alternatively to these. However, monitoring is always available.

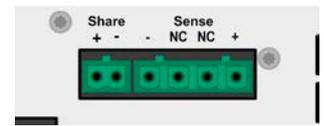


## 1.9.6 “Share” connector

The 2 pole socket (“Share”) on the back side of the device is provided for connection to equally named sockets on compatible electronic loads when establishing parallel connection where symmetric current distribution is required, as well as compatible power supplies to build a two-quadrants operation setup. Following power supply and electronic load series are compatible:

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

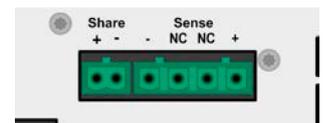
\* The revision (of hardware) is stated on the type plate. In case the type plate does not state the revision, the device always has hardware revision 1.



## 1.9.7 “Sense” connector (remote sensing)

The devices of series EL 9000 B Slave are supposed to run as slave units in a master-slave system where the remote sensing feature is only used and connected to the master unit. For stand-alone operation outside of a master-slave setup this feature can be wired and used on the Slave mode as well.

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

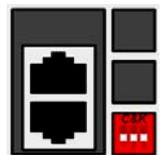


In order to ensure safety and to comply to international directives, insulation of high voltage models, i. e. such with a nominal voltage of 500 V or higher, is ensured by using only the two outer pins of the 4-pole terminal. The inner two pins, marked with NC, must remain unconnected.

## 1.9.8 Master-Slave bus

A further port is provided on the back side of the device, comprising two RJ45 sockets, which enables multiple devices of the same model to be connected via a digital bus (RS485) to create a master-slave system. For an EL 9000 B Slave device this interface is essential, because it is configured and controlled regarding values and status via this port by a master unit.

Connection is made using standard CAT5 cables. It can theoretically have a length of up to 1200 m, but it is recommended to keep the connections as short as possible.



## 2. Installation & commissioning

### 2.1 Transport and storage

#### 2.1.1 Transport



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

#### 2.1.2 Packaging

It is recommended to keep the complete transport packaging for the lifetime of the device for relocation or return to Elektro-Automatik for repair. Otherwise the packaging should be disposed of in an environmentally friendly way.

#### 2.1.3 Storage

In case of long term storage of the equipment it is recommended to use the original packaging or similar. Storage must be in dry rooms, if possible in sealed packaging, to avoid corrosion, especially internal, through humidity.

## 2.2 Unpacking and visual check

After every transport, with or without packaging, or before commissioning, the equipment should be visually inspected for damage and completeness using the delivery note and/or parts list (see section „1.9.3. Scope of delivery“). An obviously damaged device (e.g. loose parts inside, damage outside) must under no circumstances be put in operation.

## 2.3 Installation

### 2.3.1 Safety procedures before installation and use



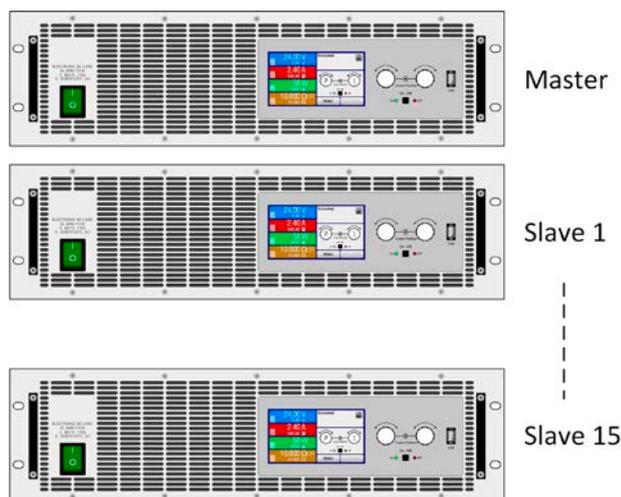
- The device may, depending on the model, have a considerable weight. Therefore the proposed location of the equipment (table, cabinet, shelf, 19" rack) must be able to support the weight without restriction.
- When using a 19" rack, rails suitable for the width of the housing and the weight of the device are to be used. (see „1.8.3. Specific technical data“)
- Before connecting to the mains ensure that the connection is as shown on the product label. Overvoltage on the AC supply can cause equipment damage.
- Before connecting a voltage source to the DC input make sure, that the source can not generate a voltage higher than specified for a particular model or install measures which can prevent damaging the device by overvoltage input

### 2.3.2 Preparation

#### 2.3.2.1 Planning the master-slave system

Before any further planning of installation and wiring it's recommend to decide how the master-slave system shall be configured. The smallest setup would consist of 1x EL 9000 B and 1x EL 9000 B Slave. Both, master and slave unit, must be of same rating regarding voltage, current and power. The five models of EL 9000 B Slave series are the counterparts of matching models with the highest power rating of EL 9000 B series. "Matching" is here related to master-slave operation, which would not work with different models. It means, that paralleling an EL 9080-170 B with an EL 9080-510 B Slave is technically possible and acceptable (due to the same voltage rating), but not supported for master-slave.

There are several possible combinations of standard models and Slave models:



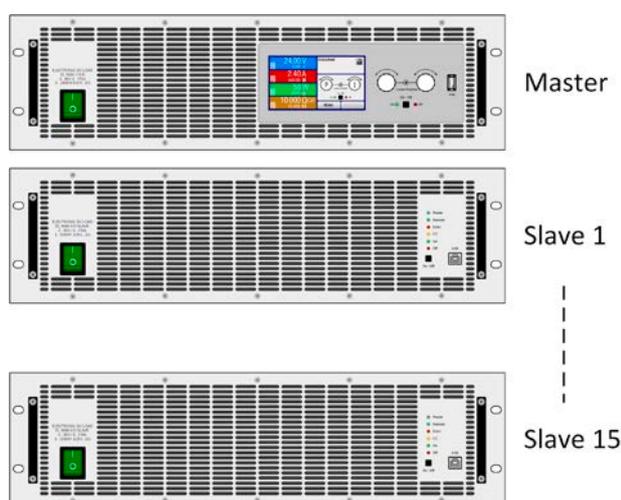
## Combination 1:

### Multiple EL 9000 B (with display)

All models of the standard series can be combined to themselves in master-slave (up to 16 units on one bus)

Advantage of this combination: every unit could be master or slave; the slave show their own actual values and the entire system can also be controlled manually.

Disadvantage of this combination: higher costs compared to a system with EL 9000 B Slave models



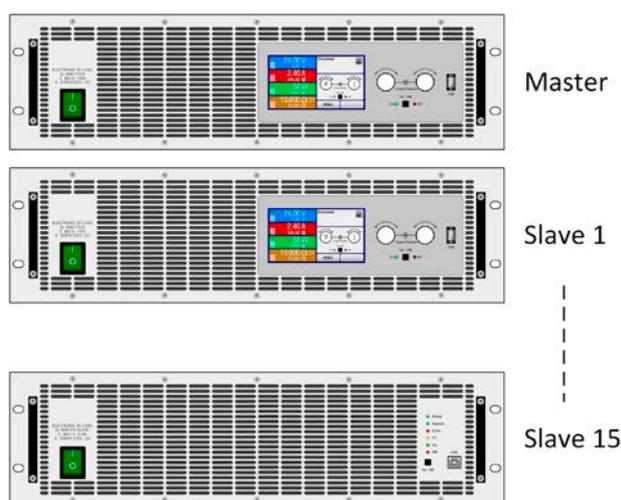
## Combination 2:

### One EL 9000 B with one or multiple EL 9000 B Slave

This is the intended combination for models of EL 9000 B Slave series, as it can be found in the cabinets of series EL 9000 B 15U and EL 9000 B 24U, for example.

Advantage of this combination: lower costs

Disadvantages of this combination: in case the master fails, the entire system cannot work. After reconfiguring any Slave unit to be master, which can be done via software and remote control, the system can continue to operate. Other: only specific models of both series can be used.



## Combination 3:

### Multiple EL 9000 B with one or multiple EL 9000 B Slave

An already existing MS system with only EL 9000 B is going to be extended by one or multiple EL 9000 B Slave units.

Advantage of this combination: in case of a failing master, any other EL 9000 B unit can be quickly reconfigured to be master.

Disadvantages of this combination: higher costs, because even some of the slave units may have a display and control panel which they actually don't need. Other: only specific models of both series can be used.

### 2.3.2.2 AC supply

Connection to mains of electronic loads of EL 9000 B Slave only requires a standard wall socket. The mains cord is included in the scope of delivery. The devices only consume little power, so there are no further installation or safety measures required. The loads can also be operated together with different devices on the same distribution box.

## 2.3.3 Installing the device

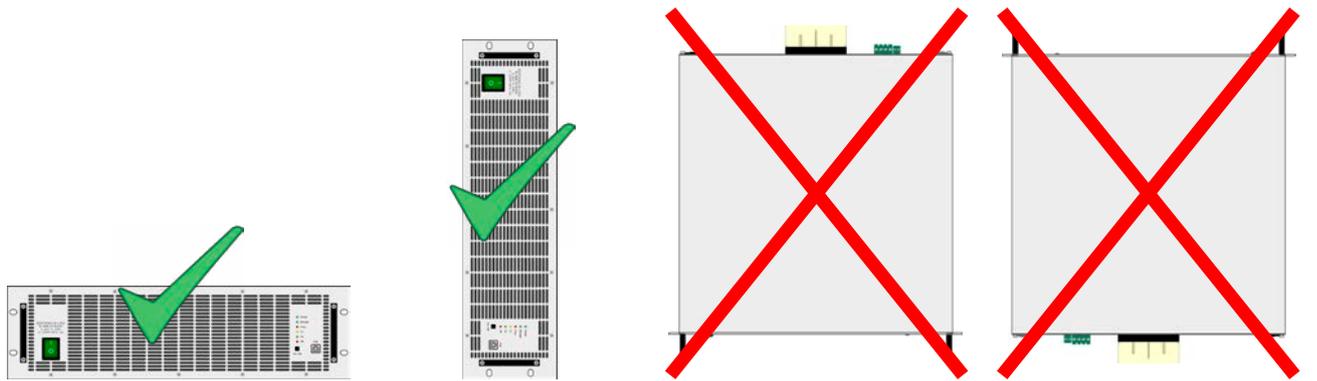


- Select the location for the device so that the connection to the source is as short as possible.
- Leave sufficient space behind the equipment, minimum 30 cm, for ventilation of warm air that will be exhausted.

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

On some models the mounting brackets provided to fix the device in a 19" cabinet can be removed so that the device can be operated on any flat surface as a desk top device.

Acceptable and unacceptable installation positions:



Standing surface

## 2.3.4 Connection to DC sources



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

The DC input is located on the rear side of the device and is **not** protected by a fuse. All models in this series are designed to operate in parallel connection to at least another device of same rating, so the total current of the parallel connection can be between **120 A** (two units) and **8160 A** (16 units). From a certain current the handling of cables matching the current becomes impractical and the use of copper bars is required. The cross section of the connection cables or copper bar is determined by the maximum current, cable length and ambient temperature.

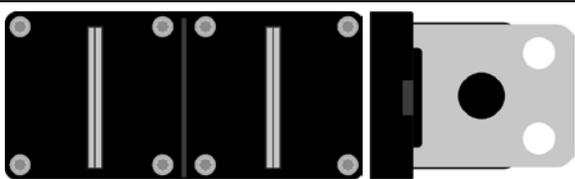
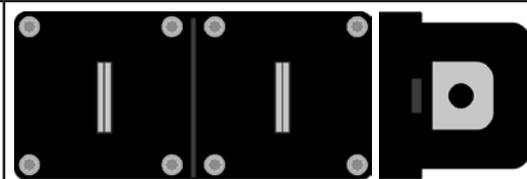
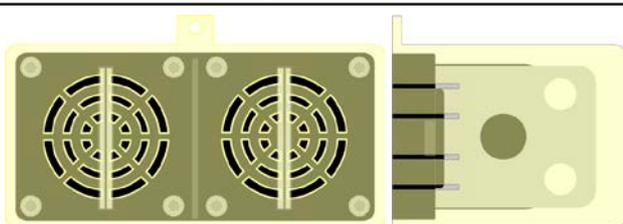
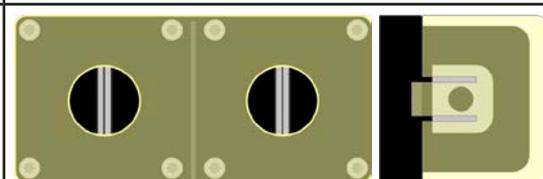
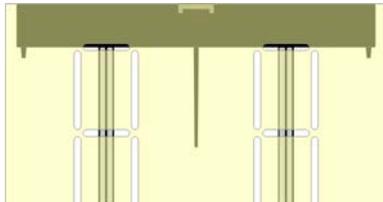
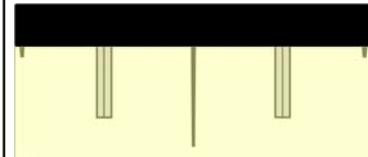
For a parallel connection of **2** units, using flexible cables of up to **5 m** length and an average ambient temperature of up to **50°C** we recommend following cross sections for a total current of:

<b>120 A:</b>	35 mm <sup>2</sup>	<b>180 A:</b>	70 mm <sup>2</sup>
<b>240 A:</b>	95 mm <sup>2</sup>	<b>420 A:</b>	2x 70 mm <sup>2</sup>
<b>1020 A:</b>	4x 95 mm <sup>2</sup>		

**per lead** (multi-conductor, insulated, openly suspended). Single leads with, for example, 70 mm<sup>2</sup> cross section can also be replaced by 2x 25 mm<sup>2</sup> etc. For even longer cables the cross section must be increased to avoid voltage loss and overheating.

### 2.3.4.1 DC terminal types

The table below shows an overview of the various DC terminals. It is recommended that cables are always connected using ring lugs.

Type 1: Models with up to 360 V nominal voltage	Type 2: Models from 500 V nominal voltage
	
M8 bolt on a metal rail Recommendation: ring connector with a 8 mm hole	M6 bolt on a metal rail Recommendation: ring connector with a 6 mm hole
	
	

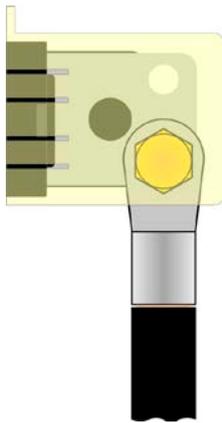
### 2.3.4.2 Cable lead and plastic cover

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

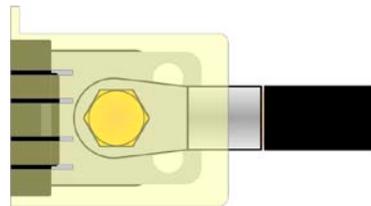


*The connection angle and the required bending radius for the DC cable must be taken into account when planning the depth of the complete device, especially when installing in a 19" cabinet or similar. For type 2 connectors only a horizontal lead can be used to allow for installation of the cover.*

Examples of the type 1 terminal:



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



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

## 2.3.5 Grounding of the DC input

The device can always be grounded on the DC minus pole, i.e. can be directly connected to PE. The DC plus pole, however, if it is to be grounded, may only be so for input voltages up to 400 V, because the potential of the minus pole is shifted into negative direction by the value of the input voltage. Also see technical specification sheets in 1.8.2, item "Insulation".

For this reason, for all models which can support an input voltage higher than 400 V grounding of the DC plus pole is not allowed.



- Do not ground the DC plus pole on any model with >400 V nominal voltage
- If grounding one of the input poles ensure that no output pole of the source (e.g. power supply) is grounded. This could lead to a short-circuit!

## 2.3.6 Connecting the "Share" bus

The "Share" bus connector on the back side is intended to balance the current of multiple units in parallel operation, especially when using the integrated function generator of the master unit. Alternatively, it can be connected to a compatible power supply, like from series PSI 9000 3U, in order to run a two-quadrants operation. For further information about this mode of operation can be found in section „3.7.3. *Two quadrants operation (2QO)*“ .

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



- Connection is only permitted between up to 16 units and only between compatible devices as listed in section „1.9.6. *"Share" connector*“
- If a two-quadrants operation system has to be set up where multiple power supplies are connected to one electronic load unit or a group of electronic loads, all units should be connected via Share bus.
- When not using one or several units of a system configured with Share bus, because less power is required for an application, it is recommended to disconnect the unit's from the Share bus, because even when not powered they can have a negative impact on the control signal on the bus due to their impedance. Disconnection can be done by simply unplugging them from the bus or using switches.
- The Share bus is referenced to DC minus. When grounding DC plus, the DC minus will shift its potential and so will the Share bus

## 2.3.7 Connection of remote sensing

Important, you must note: Remote sensing is only for situations when the device is operated stand-alone. Being a slave in a master-slave system, only the master receives the remote sense signal and regulates the slave accordingly via the Share bus.



- Both pins “NC” on the “Sense” terminal must not be connected!
- This series features models with up to 750 V DC rated voltage, so it is required to only use remote sensing leads with proper electric strength



- *Remote sensing is only effective during constant voltage operation (CV) and for other regulation modes the sense input should be disconnected, if possible, because connecting it generally increases the oscillation tendency.*
- *The cross section of the sensing cables is noncritical. Recommendation for cables up to 5 m: use at least 0.5 mm<sup>2</sup>*
- *Sensing cables should be twisted and laid close to the DC cables to damp oscillation. If necessary, an additional capacitor should be installed at the source to eliminate oscillation*
- *Sensing cables must be connected + to + and - to - at the source, otherwise the sense input of the electronic load can be damaged.*

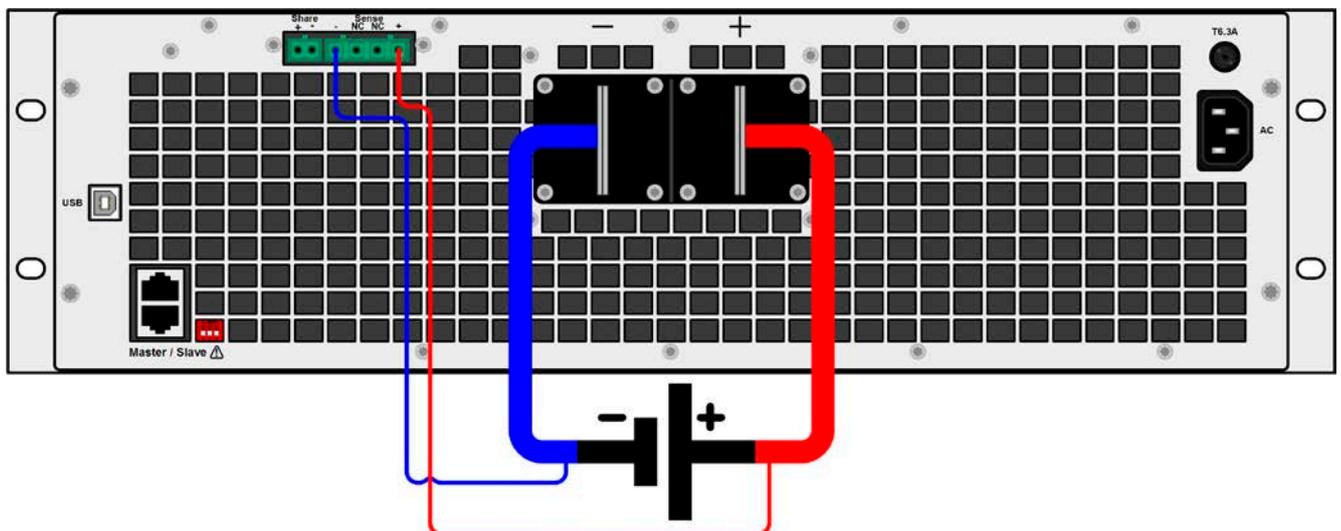


Figure 7 - Example for remote sensing wiring

## 2.3.8 Connecting the USB ports

In order to remotely control the device via any of these port, connect the device with a PC using the included USB cable and switch the device on.

### 2.3.8.1 Driver installation (Windows)

On the initial connection with a PC the operating system will identify the device as new hardware and will try to install a driver. The required driver is for a Communications Device Class (CDC) device and is usually integrated in current operating systems such as Windows 7 or 10. But it is strongly recommended to use and install the included driver installer (on USB stick) to gain maximum compatibility of the device to our softwares.

### 2.3.8.2 Driver installation (Linux, MacOS)

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

### 2.3.8.3 Alternative drivers

In case the CDC drivers described above are not available on your system, or for some reason do not function correctly, commercial suppliers can help. Search the Internet for suppliers using the keywords “cdc driver windows“ or “cdc driver linux“ or “cdc driver macos“.

## 2.3.9 Initial commission

For the first start-up after purchasing and installing the device, the following procedures have to be executed:

- Confirm that the connection cables to be used are of a satisfactory cross section!
- Check if the factory settings of set values, safety and monitoring functions and communication are suitable for your intended application of the device and adjust them if required, as described in the manual!
- In case of remote control via PC, read the additional documentation for interfaces and software!
- In case of remote control via the analog interface, read the section in this manual concerning analog interfaces!

## 2.3.10 Commission after a firmware update or a long period of non use

In case of a firmware update, return of the equipment following repair or a location or configuration change, similar measures should be taken to those of initial start up. Refer to „2.3.9. *Initial commission*“.

Only after successful checking of the device as listed may it be operated as usual.

### 3. Operation and application

#### 3.1 Personal safety



- In order to guarantee safety when using the device, it is essential that only persons operate the device who are fully acquainted and trained in the required safety measures to be taken when working with dangerous electrical voltages
- For models which accept dangerous voltages, the included DC terminal cover, or an equivalent, must always be used
- Whenever the DC input is being re-configured, the device should be disconnected from the mains, not only switched off on the DC input! Also switch off or even disconnect the source!

#### 3.2 Operating modes

An electronic load is internally controlled by different control or regulation circuits, which shall bring voltage, current and power to the adjusted values and hold them constant, if possible. These circuits follow typical laws of control systems engineering, resulting in different operating modes. Every operating mode has its own characteristics which is explained below in short form.

##### 3.2.1 Voltage regulation / Constant voltage

Constant voltage operation (CV) or voltage regulation is a subordinate operating mode of electronic loads. In normal operation, a voltage source is connected to electronic load, which represents a certain input voltage for the load. If the set value for the voltage in constant voltage operation is higher than the actual voltage of the source, the value cannot be reached. The load will then take no current from the source. If the voltage set value is lower than the input voltage then the load will attempt to drain enough current from the source to achieve the desired voltage level. If the resulting current exceeds the maximum possible or adjusted current value or the total power according to  $P = U_{IN} \cdot I_{IN}$  is reached, the load will automatically switch to constant current or constant power operation, whatever comes first. Then the adjusted input voltage can no longer be achieved.

While the DC input is switched on and constant voltage mode is active, the condition "CV mode active" won't be indicated, but can be read as status via the USB ports.

##### 3.2.1.1 Speed of the voltage controller

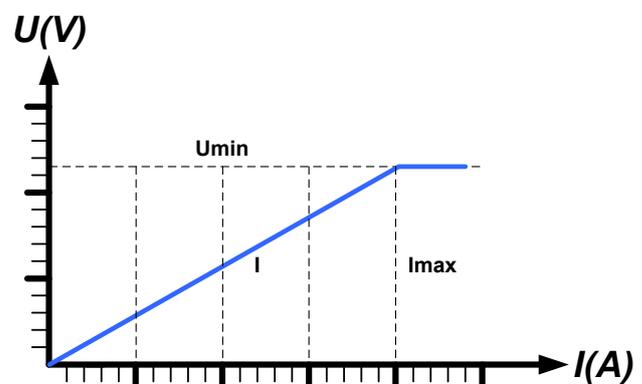
The internal voltage controller can be switched between "Slow" and "Fast" via software configuration. Factory default is "Slow". Which setting to select depends on the actual situation in which the device is going to be operated, but primarily it depends of the type of voltage source. An active, regulated source such as a switching mode power supply has its own voltage control circuit which works concurrently to the load's circuit. Both might work against each other and lead to oscillation. If this occurs it is recommended to set the controller speed to "Slow".

In other situations, e.g. operating the function generator and applying various functions to the load's input voltage and setting of small time increments, it might be necessary to set the voltage controller to "Fast" in order to achieve the expected results.

##### 3.2.1.2 Minimum voltage for maximum current

Due to technical reasons, all models in this series have a minimum internal resistance that makes the unit to be supplied with a minimum input voltage ( $U_{MIN}$ ) in order to be able to draw the full current ( $I_{MAX}$ ). This minimum input voltage varies from model to model and is listed in the technical specifications. If less voltage than  $U_{MIN}$  is supplied, the load proportionally draws less current, which can be calculated easily.

See principle view to the right.



## 3.2.2 Current regulation / constant current / current limitation

Current regulation is also known as current limitation or constant current mode (CC) and is fundamental to the normal operation of an electronic load. The DC input current is held at a predetermined level by varying the internal resistance according to Ohm's law  $R = U / I$  such that, based on the input voltage, a constant current flows. Once the current has reached the adjusted value, the device automatically switches to constant current mode. However, if the power consumption reaches the adjusted power level, the device will automatically switch to power limitation and adjust the input current according to  $I_{MAX} = P_{SET} / U_{IN}$ , even if the maximum current set value is higher. The current set value, as determined by the user, is always and only an upper limit.

While the DC input is switched on and constant current mode is active, the condition "CC mode active" will be indicated on the control panel by LED "CC" and can also be read as a status via the USB ports.

## 3.2.3 Resistance regulation / constant resistance

Inside electronic loads, whose operating principle is based on a variable internal resistance, constant resistance mode (CR) is almost a natural characteristic. The load attempts to set the internal resistance to the user defined value by determining the input current depending on the input voltage according to Ohm's law  $I_{IN} = U_{IN} / R_{SET}$ . The internal resistance is naturally limited between almost zero and maximum (resolution of current regulation too inaccurate). As the internal resistance cannot have a value of zero, the lower limit is defined to an achievable minimum. This ensures that the electronic load, at very low input voltages, can consume a high input current from the source, up to the maximum.

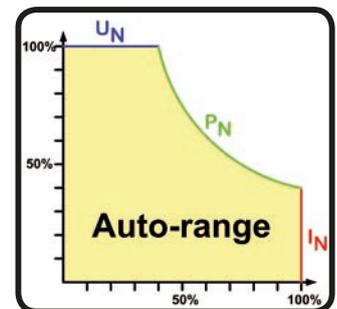
While the DC input is switched on and constant resistance mode is active, the condition "CR mode active" won't be indicated on the device, but can be read as status via the USB ports.

## 3.2.4 Power regulation / constant power / power limitation

Power regulation, also known as power limitation or constant power (CP), keeps the DC input power of the device at the adjusted value, so that the current flowing from the source, together with the input voltage, achieves the desired value. Power limitation then limits the input current according to  $I_{IN} = P_{SET} / U_{IN}$  as long as the power source is able to provide this power.

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

While the DC input is switched on and constant power mode is active, the condition "CP mode active" won't be indicated on the device, but can be read as status via the USB ports.



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

### 3.2.4.1 Temperature dependent derating

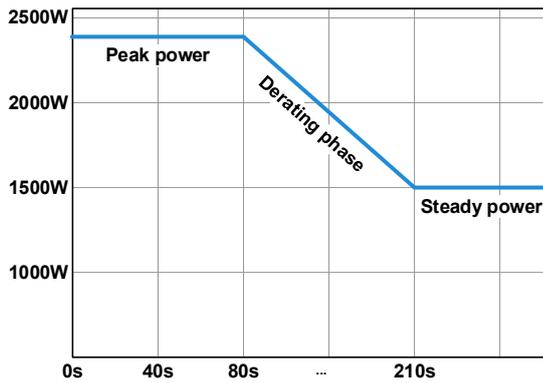
This series consists of conventional electronic loads which convert the consumed electrical energy into heat and dissipate it. In order to avoid overheating, the device will automatically reduce, i.e. derate the actual input power when heating up. It means, at a cold start it can take the peak power (see technical specs) for a certain time before it starts reducing.

This derating is depending on the ambient temperature. It means, that at 10°C the load can take the peak power for a much longer time than at 20°C ambient temperature or higher. Disregarding the ambient temperature, the derating will be constant at a certain power per degree Kelvin ( $\times W/K$ , see technical specifications), down to the steady power which is rated at an ambient temperature of 21°C (70°F) and further down.

The time which elapses during the derating phase, is typically between 150 and 200 seconds. It includes the peak power time.

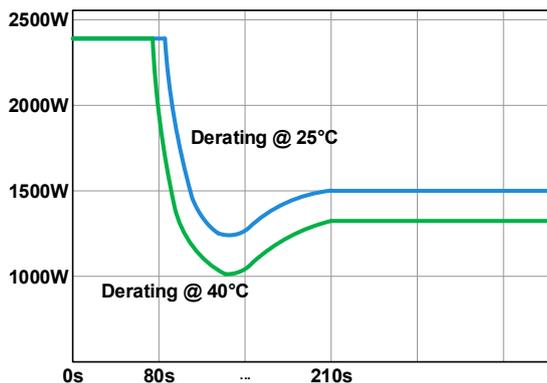
However, if the device is supplied with less power than the corresponding steady power for the ambient temperature of the device's location, the derating won't impact the operation. Though the internal power reduction is always imminent. For example, if you would run a model with 4500 W steady power at 4000 W constant actual power, while the power limit is set to 7200 W, and your source would make a voltage step or the load a current step, the power limit of 7200 W could still not be achieved.

See the diagrams below for clarification.



Principle derating progression, depicted on the example of a 2400 W power stage from model EL 9080-510 B Slave. All models of this series have three power stages, which not necessarily start derating at the same time.

The peak power is absorbed by the load device for a time x, until derating starts. After the start of derating, the max. power of the load will settle around the point of steady power. The momentary true value of steady power can only be read from the device's actual power value (via interface). In case the ambient temperature rises, the derating will continue.



Derating progression after a cold start of the device at 25°C (blue) and 40°C (green) ambient temperature.

The temporal progression shows that the peak power at 40°C is only available for a short time before derating starts. At this ambient temperature, the steady power will settle at a lower value than with 25°C.

### 3.2.5 Dynamic characteristics and stability criteria

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

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

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

- 80 V models: 1000 µF...4700 µF
- 200 V models: 100 µF...470 µF
- 360 V models: 68 µF...220 µF
- 500 V models: 47 µF...150 µF
- 750 V models: 22 µF...100 µF

### 3.3 Alarm conditions



*This section only gives an overview about device alarms. What to do in case your device indicates an alarm condition is described in section „3.6 Alarms and monitoring“ on page 32.*

As a basic principle, all alarm conditions are signalled optically (by LED “Error” on the front) and via the digital interface ports. For later acquisition, an alarm counter can be read via digital interface.

Some alarms require acknowledgement before the DC input can be switched on again, in those cases where the alarm caused to switch it off. Acknowledgement in normal master-slave operation is done on the master unit. In other situations, like during manual operation it can be done with the pushbutton “On / Off” on the front or else by sending a specific command via digital interface.

#### 3.3.1 Power Fail

Power Fail (PF) indicates an alarm condition which may have various causes:

- AC input voltage too low (mains undervoltage, mains failure)

As soon as a power fail occurs, the device will stop to sink power and switch off the DC input. In case the power fail was an undervoltage and is gone later on, the alarm will vanish from and doesn't require to be acknowledged.



*Switching off the device with the power switch can not be distinguished from a mains blackout and thus the device will signalise a PF alarm every time it is switched off. This can be ignored.*



*The condition of the DC input after a PF alarm during operation when the device remains powered, i.e. like after a temporary blackout, can be set up via a specific command.*

#### 3.3.2 Overtemperature

An overtemperature alarm (OT) can occur due to an excess temperature inside the device and causes it to stop sinking power temporarily. After cooling down, the device will automatically continue to supply power, while the condition of the DC input remains and the alarm doesn't require to be acknowledged.

#### 3.3.3 Overvoltage

An overvoltage alarm (OVP) will switch off the DC input and can occur if:

- the connected voltage source provides a higher voltage to the DC input than set in the overvoltage alarm threshold (OVP, 0...103%  $U_{NOM}$ )

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



*The device is not fitted with protection from external overvoltage and may even be damaged when not powered.*

#### 3.3.4 Overcurrent

An overcurrent alarm (OCP) will switch off the DC input and can occur if:

- The input current in the DC input exceeds the adjusted OCP limit.

This function serves to protect the voltage and current source so that this is not overloaded and possibly damaged, rather than offering protection to the electronic load.

#### 3.3.5 Overpower

An overpower alarm (OPP) will switch off the DC input and can occur if:

- the product of the input voltage and input current in the DC input exceeds the adjusted OPP limit.

This function serves to protect the voltage and current source so that this is not overloaded and possibly damaged, rather than offering protection to the electronic load.

## 3.4 Manual operation

### 3.4.1 Powering the device

The device should, as far as possible, always be switched on using the toggle switch on the front of the device. Alternatively this can take place using an external cutout (contactor, circuit breaker) of suitable current capacity.

After switching on, the device indicates the boot phase with LED "Power" on the front being **orange**. Once it has finished starting and is ready for operation, LED "Power" changes to **green**.

There is a configurable option which determines the condition of the DC input after power-up. Factory setting here is "OFF". Changing it to "Restore" will cause the device to restore the last DC input condition, either on or off.

In master-slave operation and when the device is being slave, all values and conditions are stored and restored by the master, overwriting the slaves' settings.

### 3.4.2 Switching the device off

On switch-off, the last input condition and the most recent set values and input status, as well as activated master-slave operation are saved. Furthermore, a alarm (power failure) will be indicated by LED "Error", but has to be ignored here.

The DC input is immediately switched off. The device will be completely powered off shortly after that.

### 3.4.3 Switching the DC input on or off

As long as the device is not in remote control by a master unit or by a software via USB interface, the DC input can be manually switched on or off with the pushbutton "On / Off". This is for situations where the device needs to be operated stand-alone or as substitute of a failed or missing master. The same situation also allows for access to all DC input related parameters via the front USB port. The button can also be used to acknowledge device alarms signalled by LED "Error".

For the configuration of parameters see section 3.5 and the included programming guide. The software EA Power Control can also be used to configure a few of the parameters.

## 3.5 Remote control

### 3.5.1 General

Remote control is essential when operating devices of this series, for example during master-slave. It is furthermore possible to take over remote via one of the built-in USB ports. Important here is that only one of the digital interfaces or a master unit can be in control. It means that if, for example, an attempt were to be made to switch to remote control via the digital interface whilst master-slave mode is running the device would report an error via the digital interface. In the opposite direction, the master unit could not initialise a Slave unit being in USB remote control. In both cases, however, status **monitoring** and reading of values via any of the USB ports is always possible.

### 3.5.2 Remote control via the rear USB

The rear USB port offers the same set of commands as with a “normal” EL 9000 B device, but only while the Slave device is not in control by a master device or currently not in status “Slave”. Then the same programming documentation “Programming SCPI & ModBus” is valid for the user, as well as the ModBus register list “Modbus\_Register\_EL9000B\_KEx.xx+\_EN.pdf”.

Control via software EA Power Control is also possible via this port and unrestricted.

### 3.5.3 Remote control via the front USB

The main purpose of the front USB port is quick access to the most important DC input related parameters, such as set values and protections. Reading values and status is always possible, setting them only while the device is not in control by a master device while running in master-slave operation.

Outside of master-slave, the device could be controlled remotely with software **EA Power Control**, but also from custom applications. In order to do so, a programming documentation is delivered with the device on USB stick.

The number of available commands is restricted on this USB port, but it supports both, SCPI and ModBus RTU communication protocols. As part of the programming documentation, there is an **extra ModBus register list** (Modbus\_Register\_EL9000B\_2Q\_Front\_HMI.xx+\_EN.pdf) for the front USB port. The functionality here is identical to the one of the front USB port of EL 9000 B 2Q series.

In the **programming guide** “Programming SCPI & ModBus” is a separate section SCPI, but because this addresses all SCPI commands available here is an overview what commands are available with the front port. Details about all the commands can be found, however, in the programming guide.

*CLS	[SOURce:]POWer:PROTection[:LEVel]?
*ESE	[SOURce:]RESistance
*ESE?	[SOURce:]RESistance?
*ESR	[SOURce:]RESistance:LIMit:HIGH?
*IDN?	[SOURce:]VOLTage
*RST	[SOURce:]VOLTage?
*STB?	[SOURce:]VOLTage:LIMit:HIGH?
INPut[::STATe]	[SOURce:]VOLTage:LIMit:LOW?
INPut[::STATe]?	[SOURce:]VOLTage:PROTection[:LEVel]
MEASure:[SCALar:]CURRent[:DC]?	[SOURce:]VOLTage:PROTection[:LEVel]?
MEASure:[SCALar:]POWer[:DC]?	STATus:OPERation?
MEASure:[SCALar:]VOLTage[:DC]?	STATus:QUEStionable?
[SOURce:]CURRent	SYSTem:ALARm:ACTion:PFail
[SOURce:]CURRent?	SYSTem:ALARm:ACTion:PFail?
[SOURce:]CURRent:LIMit:HIGH?	SYSTem:ALARm:COUNt:OCURrent?
[SOURce:]CURRent:LIMit:LOW?	SYSTem:ALARm:COUNt:OPOWer?
[SOURce:]CURRent:PROTection[:LEVel]	SYSTem:ALARm:COUNt:OTEMperature?
[SOURce:]CURRent:PROTection[:LEVel]?	SYSTem:ALARm:COUNt:OVOLTage?
[SOURce:]IRRAdiation	SYSTem:ALARm:COUNt:PFail?
[SOURce:]IRRAdiation?	SYSTem:COMMunicate:TIMEout?
[SOURce:]POWer	SYSTem:CONFig:INPut:RESToRe
[SOURce:]POWer?	SYSTem:CONFig:INPut:RESToRe?
[SOURce:]POWer:LIMit:HIGH?	SYSTem:CONFig:MODE
[SOURce:]POWer:PROTection[:LEVel]	SYSTem:CONFig:MODE?

SYSTem:CONFIg:OCD	SYSTem:CONFIg:USER:TEXT?
SYSTem:CONFIg:OCD?	SYSTem:CONFIg:UVD
SYSTem:CONFIg:OCD:ACTIon	SYSTem:CONFIg:UVD?
SYSTem:CONFIg:OCD:ACTIon?	SYSTem:CONFIg:UVD:ACTIon
SYSTem:CONFIg:OPD	SYSTem:CONFIg:UVD:ACTIon?
SYSTem:CONFIg:OPD?	SYSTem:DEVIce:CLAss?
SYSTem:CONFIg:OPD:ACTIon	SYSTem:ERRor?
SYSTem:CONFIg:OPD:ACTIon?	SYSTem:ERRor:ALL?
SYSTem:CONFIg:OVD	SYSTem:ERRor:NEXt?
SYSTem:CONFIg:OVD?	SYSTem:LOCK
SYSTem:CONFIg:OVD:ACTIon	SYSTem:LOCK?
SYSTem:CONFIg:OVD:ACTIon?	SYSTem:LOCK:OWNer?
SYSTem:CONFIg:UCD	SYSTem:NOMInal:CURRent?
SYSTem:CONFIg:UCD?	SYSTem:NOMInal:POWer?
SYSTem:CONFIg:UCD:ACTIon	SYSTem:NOMInal:RESistance:MAXimum?
SYSTem:CONFIg:UCD:ACTIon?	SYSTem:NOMInal:RESistance:MINimum?
SYSTem:CONFIg:USER:TEXT	SYSTem:NOMInal:VOLTage?

### 3.5.4 Programming

Programming details about the communication protocols etc. are to be found in the documentation "Programming Guide ModBus & SCPI" which is supplied on the included USB stick or which is available as download from the manufacturer's website.

## 3.6 Alarms and monitoring

### 3.6.1 Definition of terms

The device signals alarms (see „3.3. Alarm conditions“) via the front LED “Error” and as readable status via digital interface. When running the device as Slave as part of a master-slave system, the alarm is also reported to the master and if the master is a model with display (different series), the alarm is indicated there as well. Basically, device alarms will switch off the DC input, primarily in order to protect the connected source and secondarily to protect the device itself.

Monitoring or supervision is also available in form of user-defineable events. Configuration of alarm thresholds and events can only be done via any of the digital interfaces.

### 3.6.2 Device alarm and event handling

#### Important to know:



- The current drained from a switching power supply or similar sources can be much higher than expected due to capacities on the source’s output, even if the source is current limited, and might thus trigger the overcurrent shutdown OCP or the overcurrent event OCD of the electronic load, in case these supervision thresholds are adjusted to too sensitive levels
- When switching off the DC input of the electronic load while a current limited source still supplies energy, the output voltage of the source will rise immediately and due to response and settling times in effect, the output voltage can have an overshoot of unknown level which might trigger the overvoltage shutdown OVP or overvoltage supervision event OVD, in case these thresholds are adjusted to too sensitive levels

A device alarm incident will usually lead to DC input switch-off and the front LED “Error” is lit to make the user aware. Some alarms must be acknowledged. While the device is in control of a master device, all alarms are acknowledged on the master unit. After acknowledging the alarm on the master, the LED “Error” on the alarm causing slave unit should be off.

For all other situations, the front button “On / Off” or a specific command sent via digital interface in remote control is used to acknowledge alarms.

#### ► How to acknowledge an alarm (during manual control)

1. In case the DC input is switched off and the LED “Error” is lit, use button “On / Off”.
2. The LED should go off and with another push on “On / Off”, the DC input could be switched on again. If the LED remains lit, the alarm cause could still be present.

Some device alarms, specifically their thresholds, are configurable via **EA Power Control** software or custom tools:

Short	Long	Description	Range
OVP	OverVoltage Protection	Triggers an alarm if the DC input voltage reaches the defined threshold. The DC input will be switched off..	0 V...1.03*U <sub>Nom</sub>
OCP	OverCurrent Protection	Triggers an alarm if the DC input current reaches the defined threshold. The DC input will be switched off..	0 A...1.1*I <sub>Nom</sub>
OPP	OverPower Protection	Triggers an alarm if the DC input power reaches the defined threshold, The DC input will be switched off..	0 W...1.1*P <sub>Nom</sub>

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

Short	Long	Description
PF	Power Fail	AC supply over- or undervoltage. Triggers an alarm if the AC supply is out of specification or when the device is cut from supply, for example when switching it off with the power switch. The DC input will be switched off.
OT	OverTemperature	Triggers an alarm if the internal temperature exceeds a certain limit. The DC input will be switched off.
MSP	Master-Slave Protection	Triggers an alarm if the master of an initialised master-slave system loses contact to any slave unit or if a slave has not yet been initialised by the master. The DC input will be switched off. The alarm can be cleared by either deactivating master-slave mode or reinitialising the MS system.

## 3.6.2.1 User defined events

The monitoring functions of the device can be configured for user defined events. By default, events are deactivated (action = NONE). Contrary to device alarms, the events only work while the DC input is switched on. It means, for instance, that you cannot detect undervoltage (UVD) anymore after switching the DC input off and the voltage is still sinking.

The following events can be configured independently and can in each case trigger the actions NONE, SIGNAL, WARNING or ALARM.

Action	Impact
NONE	User defined event is disabled.
SIGNAL/WARNING	On reaching the condition which triggers the event with action <b>SIGNAL</b> or <b>WARNING</b> a bit in the status register of the device will be set. That register can be read via USB. With this series, actions <b>SIGNAL</b> and <b>WARNING</b> are equal.
ALARM	On reaching the condition which triggers the event with action <b>ALARM</b> a bit in the status register of the device will be set and the DC input will be switched off. Both conditions can be read via USB from the status register.

Short	Long	Description	Range
UVD	UnderVoltage Detection	Triggers an event if the input voltage falls below the defined threshold.	0 V...U <sub>Nom</sub>
OVD	OverVoltage Detection	Triggers an event if the input voltage exceeds the defined threshold.	0 V...U <sub>Nom</sub>
UCD	UnderCurrent Detection	Triggers an event if the input current falls below the defined threshold.	0 A...I <sub>Nom</sub>
OCD	OverCurrent Detection	Triggers an event if the input current exceeds the defined threshold.	0 A...I <sub>Nom</sub>
OPD	OverPower Detection	Triggers an event if the input power exceeds the defined threshold.	0 W...P <sub>Nom</sub>

As soon as an event is set up with an action other than "NONE" while the DC input is still switched on, it can immediately occur and switch the DC input off. It is thus recommended to configure events only while the DC input is switched off.

## 3.7 Other applications

### 3.7.1 Series connection



Series connection is not a permissible operating method for electronic loads and must not be installed or operated under any circumstances!

### 3.7.2 Parallel operation in master-slave (MS)

Running the Slave models of series EL 9000 B Slave in master-slave operation is the primary function. The devices usually work as slave units which are enumerated and controlled by a master device. Instructions for configuration and use of a master device where, which normally is a standard model with display from series EL 9000 B, can be found in the user manual of EL 9000 B series.

This section is about a different situation where a Slave model is supposed to be the master unit as substitute of a missing or not matching master model. Running the Slave as master is basically possible, though all setup and control is only done via the USB ports and by software. Since the front USB port is restricted in its functions and does not support master-slave configuration, we recommend to use the rear USB port for all communication.

#### 3.7.2.1 Introduction

Multiple devices with identical ratings can be connected in parallel in order to create a system with higher total current and hence higher power. This can be done using the standard models with display or the new slave models (EL 9000 B Slave, available since August 2017). Disadvantage: there are only five slave models available, so they only match the corresponding standard models.

For parallel operation in master-slave mode the units are usually connected with their DC inputs, their Share bus and their master-slave bus. The master-slave bus is a digital bus which makes the system work as one big unit regarding adjusted values, actual values and status.

The Share bus is intended to balance the units dynamically in their power, especially if the master unit runs a function. In order for this bus to work correctly, at least the DC minus poles of all units have to be connected, because DC minus is the reference for the Share bus.

#### 3.7.2.2 Restrictions

Compared to normal operation of a single device, master-slave operation has some limitations:

- The MS system reacts differently to alarm situations (see below in 3.7.2.7)
- Using the Share bus makes the system reacts as dynamically as possible, but it is still not as dynamic as single unit operation

#### 3.7.2.3 Wiring the DC inputs

The DC input of every unit in the parallel operation is simply connected to the next unit using cables with cross section according to the maximum current and with short as possible length.

#### 3.7.2.4 Wiring the Share bus

The Share bus is wired from unit to unit with an ideally twisted pair of cables with non-critical cross section. We recommend to use 0.5 mm<sup>2</sup> to 1 mm<sup>2</sup>.



- The Share bus is poled. Take care for correct polarity of the wiring!
- In order for the Share bus to work correctly it requires at least to connect all DC minus inputs of the devices



*A max. of 16 units can be connected via Share bus.*

#### 3.7.2.5 Wiring and set-up of the master-slave bus

The master-slave connectors are built-in and must first be connected via network cables (≥CAT3, patch cable) and then MS can be configured manually (recommended) or by remote control. The following applies:

- A maximum 16 units can be connected via the bus: 1 master and up to 15 slaves.
- Only devices of same kind, i.e. electronic load to electronic load, and of the same model, such as EL 9080-170 B to EL 9080-170 B or EL 9080-170 B Slave.
- Units at the end of the bus must be terminated (see below)



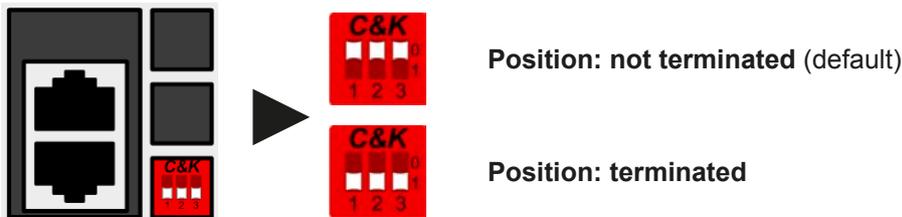
The master-slave bus must not be wired using crossover cables!

Later operation of the MS system implies:

- the master unit displays, or makes available to be read by the remote controller, the sum of the actual values of all the units
- the range for setting the values of the master is adapted to the total number of units, thus, if e.g. 5 units each with a power of 7.2 kW are connected together to a 36 kW system, then the master can be set in the range 0...36 kW.
- Slave units with master-slave mode setting “Slave” are not operable as long as being controlled by the master
- Slave units will indicate the alarm “MSP” via LED “Error” on their control panel, as long as they not have been initialised by the master. The same alarm is signalled after a connection drop to the master unit occurred.
- In case the function generator of the master unit is going to be used, the Share bus must be connected as well

## ► How to connect the master-slave bus

1. Switch off all units that are to be connected and connect them together with a network cable (CAT3 or better, not included). It doesn't matter which of the two master-slave connection sockets (RJ45, backside) is connected to the next unit.
2. Also connect all units at the DC side.
3. The two units at the beginning and end of the chain should be terminated, if long connection cables are used. This is achieved using a 3-pole DIP switch which is positioned on the back side of the unit next to the MS connectors.



Now the master-slave system must be configured on each unit. It is recommended to configure first all the slave units and then the master unit.

The configuration itself can be done with **EA Power Control** or custom software. The programming guide, as included in the delivery on USB stick, explains remote configuration for master-slave in custom applications.

### 3.7.2.6 Operating the master-slave system

After the first initialisation after any reconfiguration of the system the master can be operated and controlled like a single stand-alone unit. While software **EA Power Control** automatically detects MS mode and adapts the rated values to what the MS system represents, this has to be considered in custom applications. The master will offer a set of system ratings, readable with extra registers resp. SCPI commands. These ratings could change every time the system is initialised for master-slave, depending on the number of slaves.

The following applies:

- The master can be treated as a standalone unit
- The master shares the set values across the slaves and controls them
- The master is remotely controllable via the analog or digital interfaces
- All settings for the set values U, I and P (monitoring, settings limits etc.) will be adapted to the new total values
- All initialised slaves will reset any limits ( $U_{\min}$ ,  $I_{\max}$  etc.), supervision thresholds (OVP, OPP etc.) and event settings (UCD, OVD etc.) to default values, so these don't interfere the control by the master. As soon as these values are modified on the master, they are transferred 1:1 to the slaves. Later, during operation, it might occur that a slave causes an alarm or event rather than the master, due to imbalanced current or slightly faster reaction.
- If one or more slaves report an device alarm, this will be displayed on the master and must be acknowledged there so that the slave(s) can continue operation. If the alarm had caused the DC input to be switched off then this will be reinstated automatically by the master unit once the alarm has been acknowledged
- Loss of connection to any slave will result in shutdown of all DC inputs, as a safety measure, and the master will report this situation in the display with a pop-up “Master-slave safety mode”. Then the MS system has to be re-initialised, either with or without re-establishing connection to the disconnected unit(s) before.

## 3.7.2.7 Alarms and other problem situations

Master-slave operation, due to the connection of multiple units and their interaction, can cause additional problem situations which do not occur when operating individual units. For such occurrences the following regulations have been defined:

- If the DC part of one or more slave units is switched off due to defect, overheating etc., the whole MS system shuts down the power input and human interaction is required
- If one or more slave units are cut from AC supply (power switch, blackout, supply undervoltage) while the master is still running and they come back later, they're not automatically initialised and included again in the MS system. Then the initialisation has to be repeated.
- If the DC input of the master unit is switched off due to a defect or overheating, then the total master-slave system can take no input power and the DC input of all slaves is automatically switched off, too.
- If the master unit is switched off on the AC side (power switch, supply undervoltage) and comes back later, it will automatically initialise the MS system again, finding and integrating all active slaves. In this case, MS can be restored automatically.
- If accidentally multiple or no units are defined as master the master-slave system cannot be initialised.

In situations where one or multiple units generate a device alarm like OV, PF or OT following applies:

- Any alarm of a slave is indicated on the slave's control panel (LED "Error") and on the master's display
- If multiple alarms happen simultaneously, the master only indicates the most recent one. In this case, the particular alarms can be read from the slave units via USB port. This also applies to remote control or remote supervision, because the master can only report the most recent alarm.
- All units in the MS system supervise their own values regarding overvoltage, overcurrent and overpower and in case of alarm they report the alarm to the master. In situations where the current is probably not balanced between the units, it can occur that one unit generates an OC alarm though the global OC limit of the MS system was not reached. The same can occur with the OP alarm.

## 3.7.2.8 Important to know



*In case one or several units of a parallel system are not going to be used and remain switched off, depending on the number of active units and the dynamics of the operation it may become necessary to disconnect the inactive units from the Share bus, because even when not powered the units can have a negative impact on the Share bus due to their impedance.*

## 3.7.3 Two quadrants operation (2QO)

### 3.7.3.1 Overview

The so-called two-quadrants operation, which is based on the source-sink principle, couples a power supply and an electronic load via a control signal. It enables the automatic switchover between either the source or the sink being active. 2QO is also allowed for master-slave systems. A master-slave system built from electronic loads is then considered as one big sink and will be handled and controlled as such. The same configuration is doable with several power supplies building a big source. More information about setup, configuration and use of a 2QO system can be found in the user manual of the master load series EL 9000 B or in the manuals of compatible power supply series such as PSI 9000 3U.

For the operation of two master-slave system in 2QO, being connected via Share bus, the same restriction as with master-slave operation applies: the max. number of 16 units on the Share bus.

## 4. Service and maintenance

### 4.1 Maintenance / cleaning

The device needs no maintenance. Cleaning may be needed for the internal fans, the frequency of cleanse is depending on the ambient conditions. The fans serve to cool the components which are heated by the inherent minimal power loss. Heavily dirt filled fans can lead to insufficient airflow and therefore the DC input would switch off too early due to overheating or possibly lead to defects.

Cleaning the internal fans can be performed with a vacuum cleaner or similar. For this the device needs to be opened.

### 4.2 Fault finding / diagnosis / repair

If the equipment suddenly performs in an unexpected way, which indicates a fault, or it has an obvious defect, this can not and must not be repaired by the user. Contact the supplier in case of suspicion and elicit the steps to be taken.

It will then usually be necessary to return the device to Elektro-Automatik (with or without warranty). If a return for checking or repair is to be carried out, ensure that:

- the supplier has been contacted and it is clarified how and where the equipment should be sent.
- the device is in fully assembled state and in suitable transport packaging, ideally the original packaging.
- optional extras such as an interface module is included if this is in any way connected to the problem.
- a fault description in as much detail as possible is attached.
- if shipping destination is abroad, the necessary customs papers are attached.

#### 4.2.1 Replacing a defect mains fuse

The device is protected by a fusible which is inside a fuse holder on the rear of the device. The fuse rating is printed next to the fuse holder. Replace the fuse only with one of same size and rating.

#### 4.2.2 Firmware updates



Firmware updates should only be installed when they can eliminate existing bugs in the firmware in the device or contain new features.

The firmware of the control panel (HMI), of the communication unit (KE) and the digital controller (DR), if necessary, is updated via the rear side USB port. For this the software "EA Power Control" is needed which is included with the device or available as download from our website, together with the firmware update, or upon request.

## 5. Contact and support

### 5.1 Repairs

Repairs, if not otherwise arranged between supplier and customer, will be carried out by EA Elektro-Automatik. For this the equipment must generally be returned to the manufacturer. No RMA number is needed. It is sufficient to package the equipment adequately and send it, together with a detailed description of the fault and, if still under guarantee, a copy of the invoice, to the following address.

### 5.2 Contact options

Questions or problems with operation of the device, use of optional components, with the documentation or software, can be addressed to technical support either by telephone or e-Mail.

Address	e-Mail	Telephone
EA Elektro-Automatik Helmholtzstr. 31-33 41747 Viersen Germany	Technical support: support@elektroautomatik.de All other topics: ea1974@elektroautomatik.de	Switchboard: +49 2162 / 37850 Support: +49 2162 / 378566







**Elektro-Automatik**

**EA Elektro-Automatik GmbH & Co. KG**  
Development - Production - Sales

Helmholtzstraße 31-37  
**41747 Viersen**  
**Germany**

Fon: 02162 / 37 85-0  
[ea1974@elektroautomatik.de](mailto:ea1974@elektroautomatik.de)  
[www.elektroautomatik.de](http://www.elektroautomatik.de)