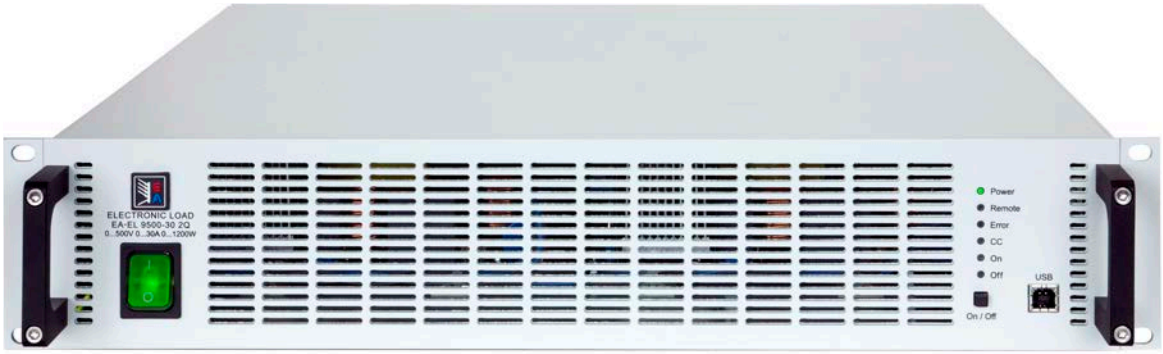
Elektro-Automatik

Betriebsanleitung

EL 9000 B 2Q

Elektronische DC-Last



Doc ID: EL9QDE
Revision: 01
Date: 05/2017

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 6
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 13
1.8.5 Bedienelemente 16
1.9 Aufbau und Funktion 17
1.9.1 Allgemeine Beschreibung 17
1.9.2 Blockdiagramm 17
1.9.3 Lieferumfang 18
1.9.4 Zubehör 18
1.9.5 Die Bedieneinheit (HMI) 19
1.9.6 USB-Port Typ B (Rückseite) 19
1.9.7 Steckplatz für Schnittstellenmodule 20
1.9.8 Analogschnittstelle 20
1.9.9 Share-Bus-Anschluß 20
1.9.10 Sense-Anschluß (Fernfühlung) 21
1.9.11 Master-Slave-Bus 21

2 INSTALLATION & INBETRIEBNAHME

2.1 Transport und Lagerung 22
2.1.1 Transport 22
2.1.2 Verpackung 22
2.1.3 Lagerung 22
2.2 Auspacken und Sichtkontrolle 22
2.3 Installation 22
2.3.1 Sicherheitsmaßnahmen vor Installation und Gebrauch 22
2.3.2 Vorbereitung 23
2.3.3 Aufstellung des Gerätes 23
2.3.4 Anschließen von DC-Quellen 24
2.3.5 Erdung des DC-Eingangs 25
2.3.6 Anschließen des „Share-Bus“ 25
2.3.7 Anschließen der Fernfühlung 25
2.3.8 Anschließen der USB-Ports 26
2.3.9 Installation eines Schnittstellenmoduls 26
2.3.10 Anschließen der analogen Schnittstelle 27
2.3.11 Erstinbetriebnahme 27
2.3.12 Erneute Inbetriebnahme nach Firmwareupdates bzw. längerer Nichtbenutzung 27

3 BEDIENUNG UND VERWENDUNG

3.1 Personenschutz 28
3.2 Regelungsarten 28
3.2.1 Spannungsregelung / Konstantspannung 28
3.2.2 Stromregelung / Konstantstrom / Strombegrenzung 29
3.2.3 Widerstandsregelung/Konstantwiderstand 29
3.2.4 Leistungsregelung / Konstantleistung / Leistungsbegrenzung 29
3.2.5 Regelverhalten und Stabilitätskriterium 30
3.3 Alarmzustände 31
3.3.1 Power Fail 31
3.3.2 Übertemperatur (Overtemperature) 31
3.3.3 Überspannung (Overvoltage) 31
3.3.4 Überstrom (Overcurrent) 31
3.3.5 Überleistung (Overpower) 31
3.4 Manuelle Bedienung 32
3.4.1 Einschalten des Gerätes 32
3.4.2 Ausschalten des Gerätes 32
3.4.3 DC-Eingang ein- oder ausschalten 32
3.5 Fernsteuerung 33
3.5.1 Allgemeines 33
3.5.2 Fernsteuerung über den hinteren USB-Port oder ein Schnittstellen-Modul 33
3.5.3 Fernsteuerung über den vorderen USB-Port 34
3.5.4 Fernsteuerung über Analogschnittstelle (AS) 35
3.6 Alarme und Überwachung 39
3.6.1 Begriffsdefinition 39
3.6.2 Gerätealarme und Events handhaben 39
3.7 Anwendungen 41
3.7.1 Zwei-Quadranten-Betrieb (2QB) 41
3.7.2 Reihenschaltung 44
3.7.3 Parallelschaltung als Master-Slave (MS) 44

4 INSTANDHALTUNG & WARTUNG

4.1 Wartung / Reinigung 48
4.2 Fehlersuche / Fehlerdiagnose / Reparatur 48
4.2.1 Defekte Netzsicherung tauschen 48
4.2.2 Firmware-Aktualisierungen 48

5 SERVICE & SUPPORT

5.1 Reparaturen 49
5.2 Kontaktmöglichkeiten 49

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, sowie für deren Varianten:

Model	Artikelnr.
EL 9080-85 B 2Q	33 200 710
EL 9200-35 B 2Q	33 200 711
EL 9360-20 B 2Q	33 200 712
EL 9500-15 B 2Q	33 200 713
EL 9750-10 B 2Q	33 200 714

Model	Artikelnr.
EL 9080-170 B 2Q	33 200 715
EL 9200-70 B 2Q	33 200 716
EL 9360-40 B 2Q	33 200 717
EL 9500-30 B 2Q	33 200 718
EL 9750-20 B 2Q	33 200 719

1.1.4 Symbole und Hinweise

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

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

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 9 080 - 85 B 2Q zzz

zzz	Feld zur Kennzeichnung installierter Optionen und/oder Sondermodelle
2Q	Extraspezifikation: **2Q** = Zwei-Quadranten (designt für den Betrieb als Lastmodul im Zwei-Quadranten-Betrieb mit einem kompatiblen Netzgerät)
B	Ausführung/Bauweise: **B** = Zweite Generation
85	Maximalstrom des Gerätes in Ampere
080	Maximalspannung des Gerätes in Volt
9	Serienkennzeichnung: **9** = Serie 9000
EL	Typkennzeichnung: **EL** = Electronic Load (Elektronische Last), immer programmierbar **ELR** = Electronic Load Recovery (Elektronische Last mit Rückspeisung)

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!**

- 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 bestükken, 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 Netzwerkkabel, die mit dem Ethernet oder dessen Komponenten verbunden sind, in die Master-Slave-Buchsen auf der Rückseite stecken!
- Konfigurieren Sie Schutzfunktionen gegen Überstrom usw., die das Gerät für die anzuschließende 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 Gerät durch eine rote LED „**Error**“ auf der Vorderseite signalisiert. Siehe dazu auch die Vorderansicht in *1.8.4*. Die LED „Error“ ist eine Sammelfehlermeldung der nachfolgend gelisteten Alarmsignale. Bei Überwachung des Gerätes über eine der digitalen Schnittstellen können die einzelnen Alarme durch Abfrage eines Statuswertes aufgeschlüsselt werden. Bei Überwachung über die analoge Schnittstelle ist die Aufschlüsselung eingeschränkt. Siehe dazu *3.5.4.4*.

Bedeutung der möglichen Alarmsignale:

Signal **OT** (OverTemperature)	• Überhitzung des Gerätes • DC-Eingang wird abgeschaltet • Unkritisch
Signal **OVP** (OverVoltage)	• Überspannungsabschaltung des DC-Eingangs erfolgt, wenn überhöhte Spannung auf den DC-Eingang des Gerätes gelangt • Kritisch! Gerät und/oder Quelle könnten beschädigt sein
Signal **OCP** (OverCurrent)	• Abschaltung des DC-Eingangs erfolgte wegen Überschreiten einer einstellbaren Schwelle • Unkritisch. Dient zum Schutz der Quelle vor Überbelastung durch zu hohen Strom
Signal **OPP** (OverPower)	• Abschaltung des DC-Eingangs erfolgte wegen Überschreiten einer einstellbaren Schwelle • Unkritisch. Dient zum Schutz der Quelle vor Überbelastung durch zu hohe Leistung
Signal **PF** (Power Fail)	• Abschaltung des DC-Eingangs wegen Netzunterspannung oder interner Defekt • Kritisch bei Netzüberspannung! AC-Netzeingangskreis könnte beschädigt sein

1.8 Technische Daten

1.8.1 Zulässige Betriebsbedingungen

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

1.8.2 Allgemeine technische Daten

Anzeigeart: 6x farbige LEDs

Bedienelemente: 1 Drucktaste

Die Nennwerte des Gerätes bestimmen den maximal einstellbaren Bereich.

1.8.3 Spezifische technische Daten

Bis 1200 W	Modell 2Q				
	EL 9080-85 B	*EL 9200-35 B*	*EL 9360-20 B*	*EL 9500-15 B*	*EL 9750-10 B*
Netzversorgung					
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
Leistungsaufnahme	max. 45 W	max. 45 W	max. 45 W	max. 45 W	max. 45 W
Ableitstrom	< 3,5 mA	< 3,5 mA	< 3,5 mA	< 3,5 mA	< 3,5 mA
DC-Eingang					
Eingangsspannung U_{Nenn}	80 V	200 V	360 V	500 V	750 V
Eingangsleistung P_{Max} (2	1200 W	1000 W	900 W	600 W	600 W
Eingangsstrom I_{Nenn}	85 A	35 A	20 A	15 A	10 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 Δ / K	Strom / Spannung: 30 ppm				
Spannungsregelung					
Einstellbereich	0...80 V	0...200 V	0...360 V	0...500 V	0...750 V
Stabilität bei ΔI	< 0,05% U_{Nenn}	< 0,05% U_{Nenn}	< 0,05% U_{Nenn}	< 0,05% U_{Nenn}	< 0,05% U_{Nenn}
Genauigkeit (1 (bei 23 ± 5°C)	≤ 0,1% U_{Nenn}	≤ 0,1% U_{Nenn}	≤ 0,1% U_{Nenn}	≤ 0,1% U_{Nenn}	≤ 0,1% U_{Nenn}
Kompensation Fernfühlung	max. 5% U_{Nenn}				
Stromregelung					
Einstellbereich	0...85 A	0...35 A	0...20 A	0...15 A	0...10 A
Stabilität bei ΔU	< 0,1% I_{Nenn}	< 0,1% I_{Nenn}	< 0,1% I_{Nenn}	< 0,1% I_{Nenn}	< 0,1% I_{Nenn}
Genauigkeit (1 (bei 23 ± 5°C)	≤ 0,2% I_{Nenn}	≤ 0,2% I_{Nenn}	≤ 0,2% I_{Nenn}	≤ 0,2% I_{Nenn}	≤ 0,2% I_{Nenn}
Anstiegszeit 10...90% I_{Nenn}	< 23 µs	< 40 µs	< 24 µs	< 22 µs	< 18 µs
Abfallzeit 90...10% I_{Nenn}	< 46 µs	< 42 µs	< 38 µs	< 29 µs	< 40 µs
Leistungsregelung					
Einstellbereich	0…P_{Max}	0…P_{Max}	0…P_{Max}	0…P_{Max}	0…P_{Max}
Genauigkeit (1 (bei 23 ± 5°C)	< 0,5% P_{Max}	< 0,5% P_{Max}	< 0,5% P_{Max}	< 0,5% P_{Max}	< 0,5% P_{Max}
Widerstandsregelung					
Einstellbereich	0,08…30 Ω	0,44…200 Ω	1,4…600 Ω	2,5…1200 Ω	6…2500 Ω
Genauigkeit (bei 23 ± 5°C)	≤1% vom Widerstands-Endwert + 0,3% von I_{Nenn}				
Analoge Schnittstelle (3					
Sollwerteingänge	U, I, P, R				
Istwertausgänge	U, I				
Steuersignale	DC ein/aus, Fernsteuerung ein/aus, R-Modus ein/aus				
Meldesignale	CV, OVP, OT				
Galvanische Trennung zum Gerät	max. 1500 V DC				
Abtastrate Sollwerteingänge	500 Hz				

(1 Bezogen auf den Nennwert definiert die Genauigkeit die maximale Abweichung zwischen Sollwert und Istwert.
Beispiel: das 85 A-Modell hat min. 0,2% 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 Bis zu 30°C Umgebungstemperatur, darüber hinaus konstantes Derating
(3 Technische Daten der Analogschnittstelle siehe *„3.5.4.4 Spezifikation der Analogschnittstelle“ auf Seite 36*

Bis 1200 W	Modell 2Q				
	EL 9080-85 B	*EL 9200-35 B*	*EL 9360-20 B*	*EL 9500-15 B*	*EL 9750-10 B*
Isolation					
Eingang (DC) zum Gehäuse	DC-Minus: dauerhaft max. ±400 V DC-Plus: dauerhaft max. ±400 V + max. Eingangsspannung				
Eingang (AC) to Eingang (DC)	Max. 2500 V, kurzzeitig				
Klima					
Kühlungsart	Temperaturgeregelte Lüfter				
Umgebungstemperatur	0..50 °C				
Lagertemperatur	-20...70 °C				
Digitale Schnittstellen					
Eingebaut	2x USB-B für Kommunikation und Service, 1x Master-Slave-Bus				
Steckplatz für digitale Module	CAN, CANopen, Profibus, Profinet, RS232, Ethernet, ModBus TCP, EtherCAT				
Galvanische Trennung zum Gerät	max. 1500 V DC				
Anschlüsse					
Rückseite	Share-Bus, DC-Eingang, AC-Eingang, Sense, Analogschnittstelle, USB-B, Master-Slave-Bus, Schnittstellen-Modul-Steckplatz				
Vorderseite	USB-B				
Maße					
Gehäuse (BxHxT)	19“ x 2 HE x 464 mm				
Total (BxHxT)	483 mm x 88 mm x 538 mm				
Normen	EN 60950				
Gewicht	~ 9 kg	~ 9 kg	~ 9 kg	~ 9 kg	~ 9 kg
Artikelnummer	33200710	33200711	33200712	33200713	33200714

Bis 2400 W	Modell 2Q				
	EL 9080-170 B	EL 9200-70 B	EL 9360-40 B	EL 9500-30 B	EL 9750-20 B
Netzversorgung					
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
Leistungsaufnahme	max. 45 W	max. 45 W	max. 45 W	max. 45 W	max. 45 W
Ableitstrom	< 3,5 mA	< 3,5 mA	< 3,5 mA	< 3,5 mA	< 3,5 mA
DC-Eingang					
Eingangsspannung U_{Nenn}	80 V	200 V	360 V	500 V	750 V
Eingangsleistung P_{Max} (2	2400 W	2000 W	1800 W	1200 W	1200 W
Eingangsstrom I_{Nenn}	170 A	70 A	40 A	30 A	20 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_{Max}	0...1,1 * P_{Max}	0...1,1 * P_{Max}	0...1,1 * P_{Max}	0...1,1 * P_{Max}
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 Δ / K	Strom / Spannung: 30 ppm				
Spannungsregelung					
Einstellbereich	0...80 V	0...200 V	0...360 V	0...500 V	0...750 V
Stabilität bei ΔI	< 0,05% U_{Nenn}	< 0,05% U_{Nenn}	< 0,05% U_{Nenn}	< 0,05% U_{Nenn}	< 0,05% U_{Nenn}
Genauigkeit (1 (bei 23 ± 5°C)	≤ 0,1% U_{Nenn}	≤ 0,1% U_{Nenn}	≤ 0,1% U_{Nenn}	≤ 0,1% U_{Nenn}	≤ 0,1% U_{Nenn}
Kompensation Fernfühlung	max. 5% U_{Nenn}				
Stromregelung					
Einstellbereich	0...170 A	0...70 A	0...40 A	0...30 A	0...20 A
Stabilität bei ΔU	< 0,1% I_{Nenn}	< 0,1% I_{Nenn}	< 0,1% I_{Nenn}	< 0,1% I_{Nenn}	< 0,1% I_{Nenn}
Genauigkeit (1 (bei 23 ± 5°C)	≤ 0,2% I_{Nenn}	≤ 0,2% I_{Nenn}	≤ 0,2% I_{Nenn}	≤ 0,2% I_{Nenn}	≤ 0,2% I_{Nenn}
Anstiegszeit 10...90% I_{Nenn}	< 23 µs	< 40 µs	< 24 µs	< 22 µs	< 18 µs
Abfallzeit 90...10% I_{Nenn}	< 46 µs	< 42 µs	< 38 µs	< 29 µs	< 40 µs
Leistungsregelung					
Einstellbereich	0…P_{Max}	0…P_{Max}	0…P_{Max}	0…P_{Max}	0…P_{Max}
Genauigkeit (1 (bei 23 ± 5°C)	< 0,5% P_{Max}	< 0,5% P_{Max}	< 0,5% P_{Max}	< 0,5% P_{Max}	< 0,5% P_{Max}
Widerstandsregelung					
Einstellbereich	0,04…15 Ω	0,22…100 Ω	0,7…300 Ω	1,25…600 Ω	3…1250 Ω
Genauigkeit (bei 23 ± 5°C)	≤1% vom Widerstands-Endwert + 0,3% von I_{Nenn}				
Analoge Schnittstelle (3					
Sollwerteingänge	U, I, P, R				
Istwertausgänge	U, I				
Steuersignale	DC ein/aus, Fernsteuerung ein/aus, R-Modus ein/aus				
Meldesignale	CV, OVP, OT				
Galvanische Trennung zum Gerät	max. 1500 V DC				
Abtastrate Sollwerteingänge	500 Hz				

(1 Bezogen auf den Nennwert definiert die Genauigkeit die maximale Abweichung zwischen Sollwert und Istwert.
Beispiel: das 85 A-Modell hat min. 0,2% 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 Bis zu 30°C Umgebungstemperatur, darüber hinaus konstantes Derating
(3 Technische Daten der Analogschnittstelle siehe *„3.5.4.4 Spezifikation der Analogschnittstelle“ auf Seite 36*

Bis 2400 W	Modell 2Q				
	EL 9080-170 B	*EL 9200-70 B*	*EL 9360-40 B*	*EL 9500-30 B*	*EL 9750-20 B*
Isolation					
Eingang (DC) zum Gehäuse	DC-Minus: dauerhaft max. ±400 V DC-Plus: dauerhaft max. ±400 V + max. Eingangsspannung				
Eingang (AC) to Eingang (DC)	Max. 2500 V, kurzzeitig				
Klima					
Kühlungsart	Temperaturgeregelte Lüfter				
Umgebungstemperatur	0..50 °C				
Lagertemperatur	-20...70 °C				
Digitale Schnittstellen					
Eingebaut	2x USB-B für Kommunikation und Service, 1x Master-Slave-Bus				
Steckplatz für digitale Module	CAN, CANopen, Profibus, Profinet, RS232, Ethernet, ModBus TCP, EtherCAT				
Galvanische Trennung zum Gerät	max. 1500 V DC				
Anschlüsse					
Rückseite	Share-Bus, DC-Eingang, AC-Eingang, Sense, Analogschnittstelle, USB-B, Master-Slave-Bus, Schnittstellen-Modul-Steckplatz				
Vorderseite	USB-A				
Maße					
Gehäuse (BxHxT)	19“ x 2 HE x 464 mm				
Total (BxHxT)	483 mm x 88 mm x 538 mm				
Normen	EN 60950				
Gewicht	~ 11 kg	~ 11 kg	~ 11 kg	~ 11 kg	~ 11 kg
Artikelnummer	33200715	33200716	33200717	33200718	33200719

1.8.4 Ansichten

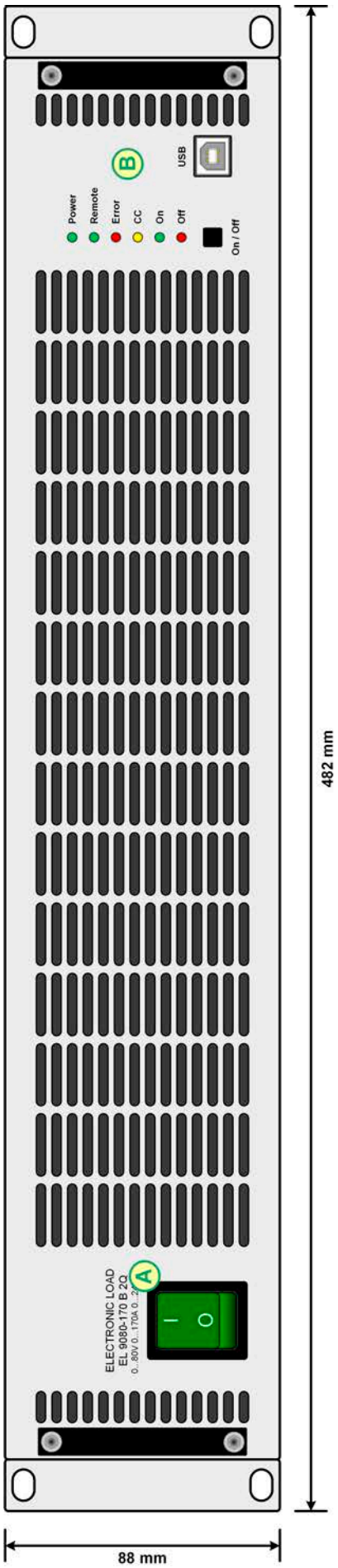


Bild 1 - Vorderansicht

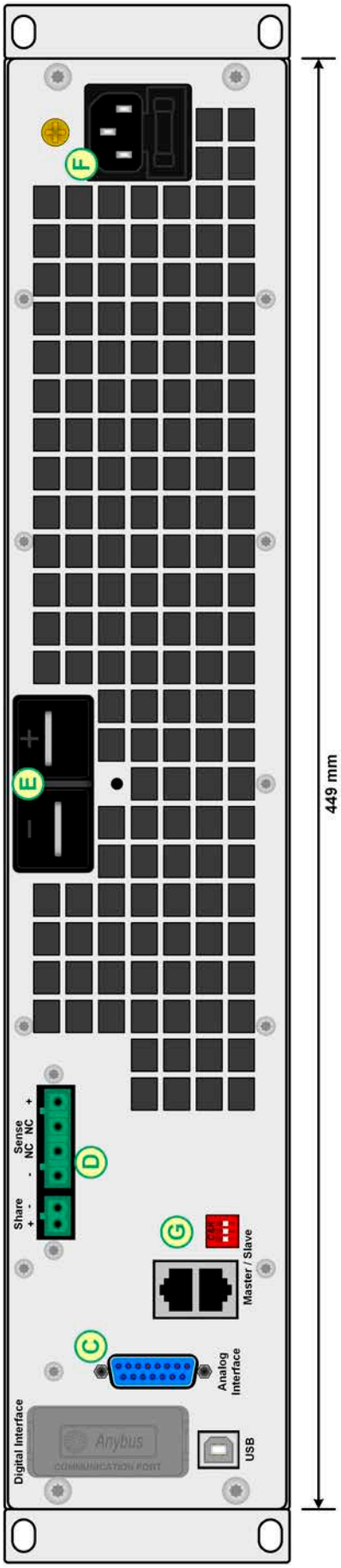


Bild 2 - Rückansicht

A - Netzschalter
B - Bedienteil
C - Steuerungsschnittstellen (digital, analog)
D - Share-Bus- und Fernfühlungsanschlüsse
E - DC-Eingang (Schraubanschluß für M6-Schrauben)
F - Netzanschluß
G - Master-Slave-Anschlüsse

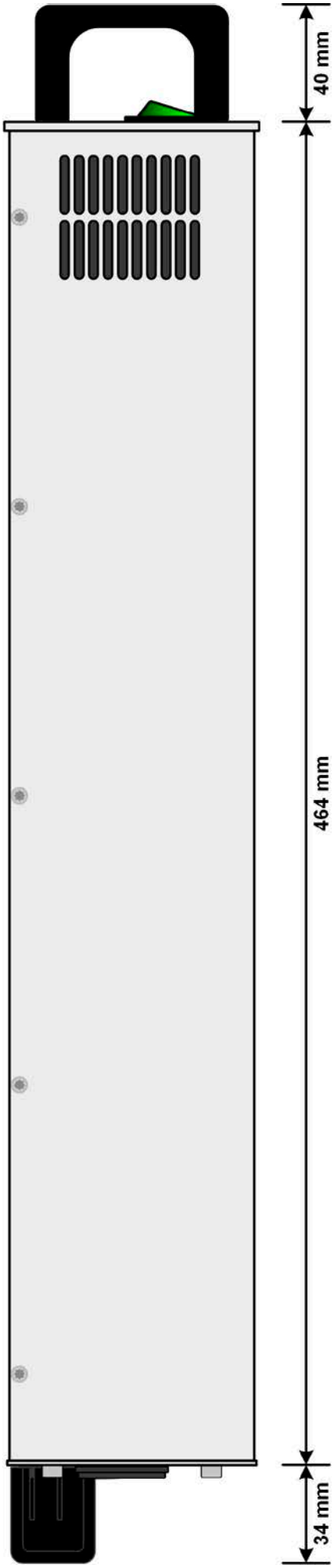


Bild 3 - Seitenansicht von links, mit DC-Abdeckung

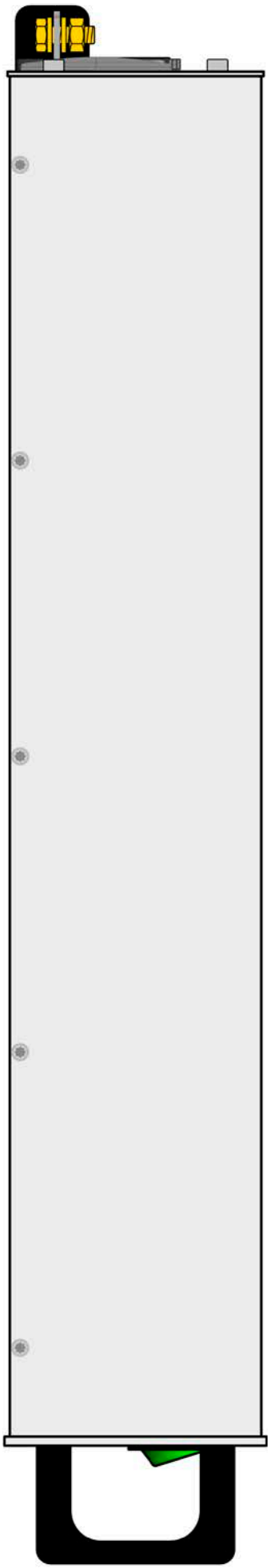


Bild 4 - Seitenansicht von rechts, ohne DC-Abdeckung

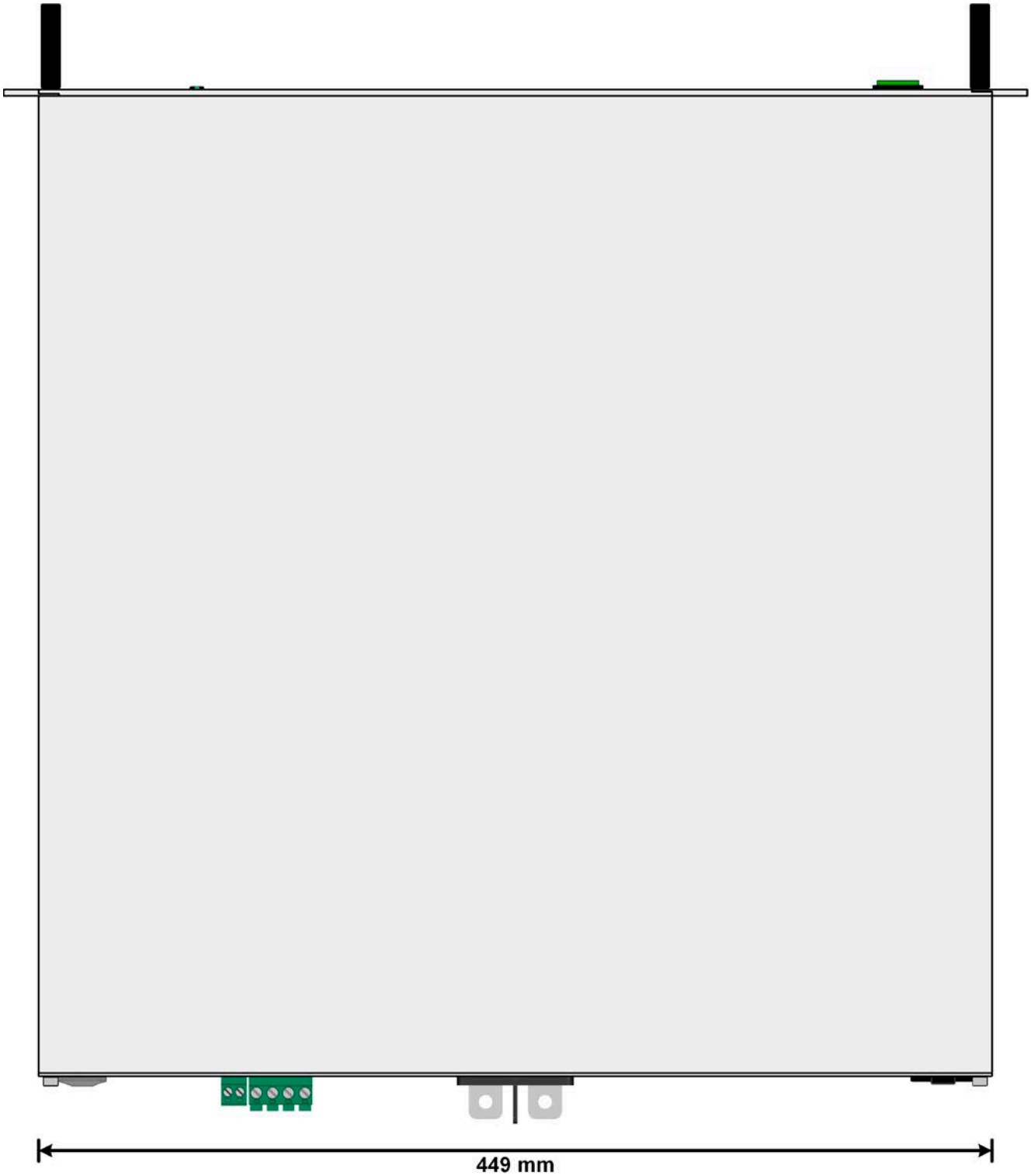


Bild 5 - Ansicht von oben

1.8.5 Bedienelemente

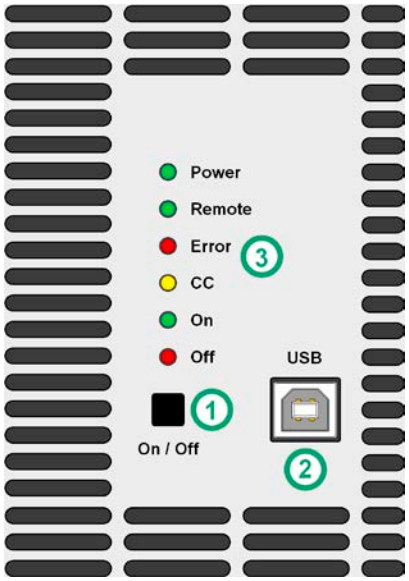


Bild 6 - Bedienfeld

Übersicht der Bedienelemente am Bedienfeld

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

(1)	**Ein/Aus-Taster** Dient zum Ein- bzw. Ausschalten des DC-Eingangs bei manueller Bedienung (LED „Remote“ = aus)
(2)	**USB-Anschluß** Dient zum schnellen und einfacheren Zugriff auf die Einstellwerte des DC-Eingangs bei allen Betriebarten, außer Master-Slave. Der frontseitige Port hat einen reduzierten Funktionsumfang gegenüber dem rückseitigen.
(3)	**Statusanzeigen (LEDs)** 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

Das „2Q“ in der Serienbezeichnung EL 9000 B 2Q steht für „Zwei-Quadranten“ und weist auf die Hauptfunktion der Geräte als elektronische Lasten in einem sogenannten Zwei-Quadranten-System hin, das außer der Last noch aus einem das Systemverhalten bestimmende Netzgerät besteht. Das Netzgerät muß kompatibel sein, um über den integrierten Share-Bus auf die Last einwirken zu können. Der Zwei-Quadranten-Betrieb, als eine Anwendung des Quelle-Senke-Prinzips, dient hauptsächlich zur Prüfung von elektrischen und elektronischen Komponenten und Geräten, die neben der Funktion als Last (hier: Senke) selbst auch eine Quelle sein können, wie z. B. Batterien oder Motoren.

In zweiter Linie eignen sich alle Modelle der Serie auch als Slave-Geräte für die Serie EL 9000 B HP, um mit deren gleichwertigen Modellen im Master-Slave-Verbund ein System mit erhöhter Leistung (bis 24 kW) aufbauen zu können. Hier können, je nach Bedarf, bis zu 9 Stück EL 9000 B 2Q-Einheiten als Slaves von einem Master-Modell der Serie EL 9000 B HP gesteuert werden.

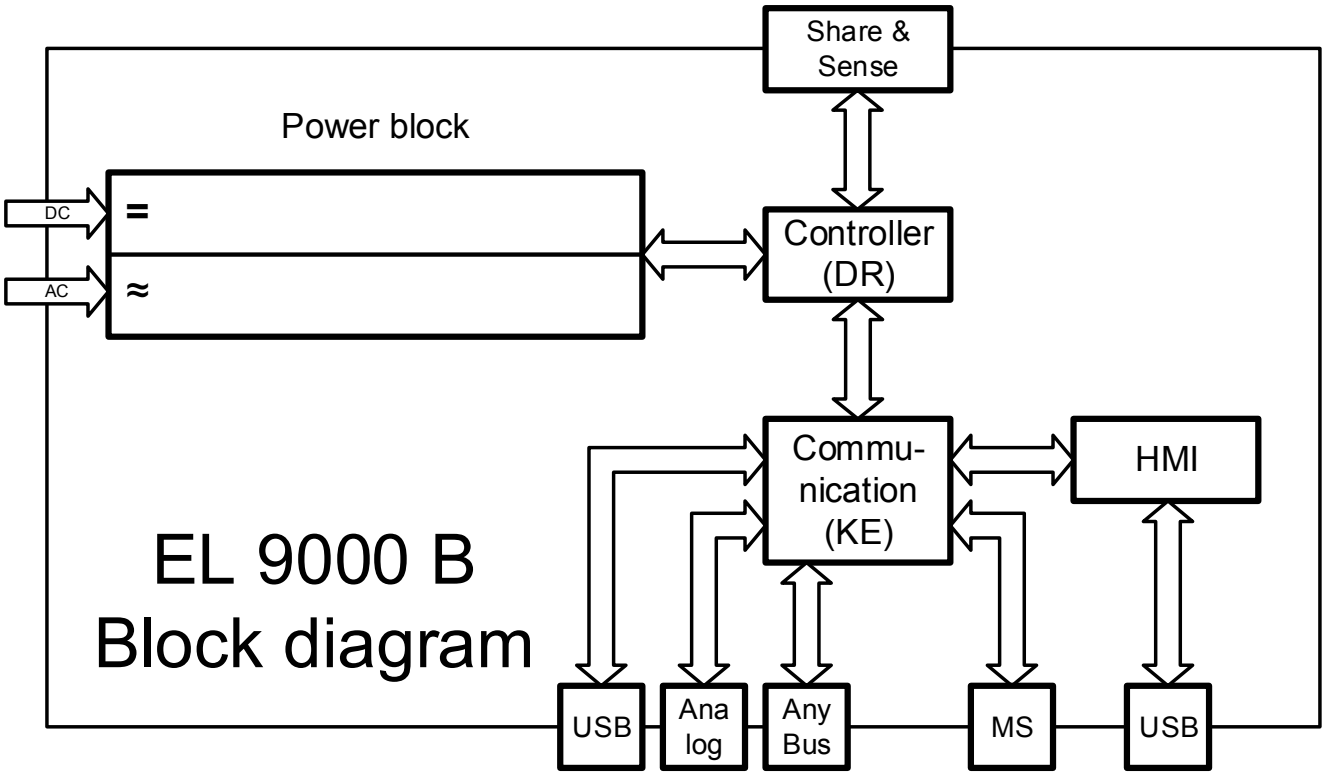
Für die Fernsteuerung per PC oder SPS verfügen die Geräte serienmäßig über eine rückwärtige USB-B-Schnittstelle, sowie eine schnelle, galvanisch getrennte Analogschnittstelle. Die zusätzliche USB-Schnittstelle auf der Vorderseite dient zum schnellen Zugriff auf Einstellwerte und Parameter.

Mittels optionaler, steck- und nachrüstbarer Schnittstellenmodule können weitere digitale Schnittstellen wie Profibus, ProfiNet, ModBus TCP, CANopen, CAN, RS 232 oder andere hinzugefügt werden. Dies ermöglicht die Anbindung der Geräte an gängige industrielle Busse allein durch Wechsel oder Hinzufügen eines kleinen Moduls. Die Konfiguration kann nur per Software von einem PC aus erledigt werden, sofern überhaupt nötig. Die Lasten können so z. B. über die digitale Schnittstelle im Verbund mit anderen Lasten oder gar anderen Gerätetypen betrieben bzw. von einem PC oder einer SPS gesteuert werden.

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

1.9.2 Blockdiagramm

Das Blockdiagramm soll die einzelnen Hauptkomponenten und deren Zusammenspiel verdeutlichen. Es gibt drei digitale, microcontrollergesteuerte Elemente (KE, DR, 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 Fernfühlung

2 x Füllstreifen (Verwendung siehe *2.3.3.1*)

1 x USB-Kabel 1,8 m

1 x Set DC-Klemmenabdeckung

1 x USB-Stick mit Dokumentation und Software

1 x Netzkabel (IEC, Schuko, 10 A)

1.9.4 Zubehör

Für diese Geräte gibt es folgendes Zubehör:

Digitale Schnittstellenmodule **IF-AB**	Steck- und nachrüstbare Schnittstellenmodule für RS232, CANopen, Ethernet, Profibus, ProfiNet, ModBus TCP oder CAN sind erhältlich. Details zu den Schnittstellenmodulen und der Programmierung des Gerätes über diese Schnittstellen sind in weiteren Handbüchern zu finden, die auf einem dem Gerät beiliegenden USB-Stick bzw. als PDF-Download auf der Elektro-Automatik-Webseite zu finden sind.

1.9.5 Die Bedieneinheit (HMI)

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

1.9.5.1 Statusanzeigen

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

LED	Farbe	Zeigt was an, wenn leuchtend?
Power	orange / grün	Orange = Startphase des Gerätes aktiv oder interner Fehler aufgetreten Grün = Gerät ist betriebsbereit
Remote	grün	Fernsteuerung durch den Master oder einen der beiden USB-Ports ist aktiv. Die manuelle Bedienung über Taste On/Off ist dann gesperrt.
Error	rot	Mindestens ein nicht bestätigter Gerätealarm liegt an. Die LED kann alle in *„3.6. Alarme und Überwachung“* genannten Gerätealarme signalisieren.
CC	gelb	Strombegrenzung (CC) ist aktiv. Das heißt, wenn die LED nicht leuchtet, ist das Gerät entweder in CV, CP oder CR. Siehe auch *„3.2. Regelungsarten“*
On	grün	DC-Eingang ist eingeschaltet
Off	rot	DC-Eingang ist ausgeschaltet

1.9.5.2 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 2Q 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:

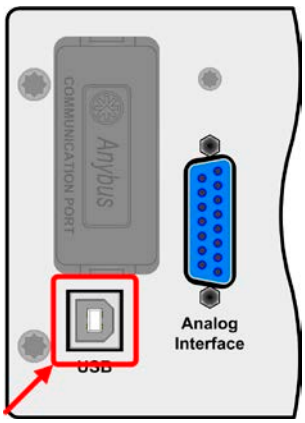
- Reduzierter Befehlssatz für Master-Slave-Konfiguration, Eingangswerte (U, I, P, R) und Schutzwerte (OVP, OCP, OPP). Für den Befehlssatz siehe *„3.5. Fernsteuerung“.*
- Übernahme der Fernsteuerung zwecks Änderung der Konfiguration nur möglich, wenn das Gerät sich nicht gerade in Master-Slave-Betrieb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

1.9.5.3 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.

1.9.6 USB-Port Typ B (Rückseite)

Der USB-Port Typ B auf der Rückseite des Gerätes dient zur Kommunikation mit dem Gerät, sowie zur Firmwareaktualisierung. Über das mitgelieferte USB-Kabel kann das Gerät mit einem PC verbunden werden (USB 2.0, USB 3.0). Der Treiber wird auf USB-Stick mitgeliefert und installiert einen virtuellen COM-Port.

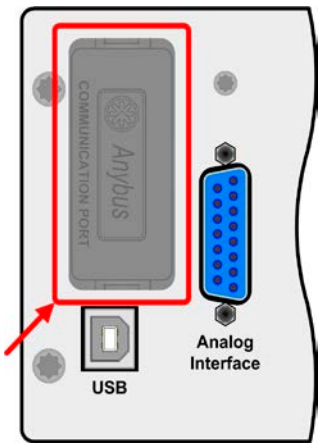


Das Gerät kann über diesen Port wahlweise über das international standardisierte ModBus-Protokoll oder per SCPI-Sprache angesprochen werden. Es erkennt das in einer Nachricht verwendete Protokoll automatisch. Details zur Fernsteuerung sind in weiterer Dokumentation auf der Webseite von Elektro-Automatik bzw. auf dem mitgelieferten USB-Stick zu finden.

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

1.9.7 Steckplatz für Schnittstellenmodule

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



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

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

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

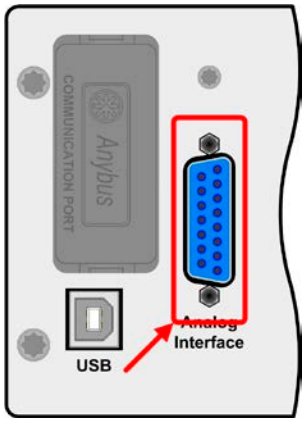
Entnahme oder Bestückung des Moduls nur bei ausgeschaltetem Gerät!

1.9.8 Analogschnittstelle

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

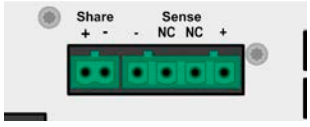
Wenn ferngesteuert werden soll, kann diese analoge Schnittstelle nur abwechselnd zu einer von den digitalen benutzt werden. Überwachung (Monitoring) ist jedoch jederzeit möglich.

Der Eingangsspannungsbereich der Sollwerte bzw. der Ausgangsspannungsbereich der Monitorwerte und der Referenzspannung kann mittels Fernsteuerung über z. B. EA Power Control oder anderer Software per Konfigurationsbefehle zwischen 0...5 V und 0...10 V für jeweils 0...100% umgeschaltet werden.



1.9.9 Share-Bus-Anschluß

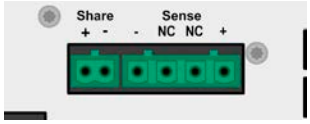
Die auf der Rückseite des Gerätes befindliche, 2polige Buchse („Share“) dient zur Verbindung mit der gleichnamigen Buchse an kompatiblen elektronischen Lasten zwecks Parallelschaltung und Stromsymmetrierung, sowie an kompatiblen Netzgeräten zwecks Herstellung eines Zwei-Quadranten-Betriebs. Mehr dazu siehe *„3.7.1. Zwei-Quadranten-Betrieb (2QB)“* und *„3.7.3. Parallelschaltung als Master-Slave (MS)“*. Folgende Netzgeräte- und elektronische Lastserien sind 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 *

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

1.9.10 Sense-Anschluß (Fernfühlung)



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. Für Weiteres siehe *„2.3.7. Anschließen der Fernfühlung“*.

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

1.9.11 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 zu einem Master-Slave-System verbinden kann. Die Verbindung erfolgt mit handelsüblichen CAT5-Kabeln. Durch den verwendeten Standard RS485 sind theoretisch Kabellängen bis 1200 m verwendbar. Es wird jedoch empfohlen, immer möglichst kurze Kabel zu verwenden. Für Weiteres siehe *„3.7.3. Parallelschaltung als Master-Slave (MS)“*.

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 waagerecht aufgestellt oder getragen werden
- Benutzen Sie möglichst geeignete Schutzkleidung, vor allem Sicherheitsschuhe, beim Tragen des Gerätes, da durch das teils hohe Gewicht bei einem Sturz erhebliche Verletzungen entstehen können!

2.1.2 Verpackung

Es wird empfohlen, die komplette Transportverpackung (Lieferverpackung) für die Lebensdauer des Gerätes aufzubewahren, um sie für den späteren Transport des Gerätes an einen anderen Standort oder Einsendung des Gerätes an 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

- Stellen Sie 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“*) des Gerätes geeignet sind.
- Stellen Sie vor dem Anschluß des Gerätes an die AC-Stromzufuhr sicher, daß die auf dem Typenschild angegebenen Anschlußdaten eingehalten werden. Eine Überspannung am AC-Anschluß kann das Gerät beschädigen.
- Stellen Sie vor Anschluß einer Spannungsquelle sicher, daß diese keine höhere DC-Spannung erzeugt als 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

Für den netzseitigen Anschluß der elektronischen Lasten der Serie EL 9000 B 2Q 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 bis heiße 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).

Zulässige und unzulässige Aufstellpositionen:

Aufstellfläche

2.3.3.1 Umbau zum Tischgerät

Das Gerät ist in erster Linie ein 19“-Einschub-Gerät für entsprechende Racks und Schränke. Es kann aber auch als Tischgerät betrieben werden. Dabei könnten die sog. 19“-Haltewinkel links und rechts an der Frontplatte störend sein.

Um diese zu demontieren und das Gerät zum „Tischgerät“ umzurüsten, führen Sie folgende Schritte aus:

1. Die schwarzen Griffe an der Front abschrauben (Inbus) und beiseite legen.
2. Die Haltestreifen links und rechts herausnehmen.
3. Die mitgelieferten Leisten ( ) so einsetzen, daß die Bohrungen mit den in der Frontplatte befindlichen übereinstimmen.
4. Die Griffe wieder anschrauben.

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. Der Querschnitt der Zuleitungen richtet sich nach der Stromaufnahme, der Leitungslänge und der Umgebungstemperatur.

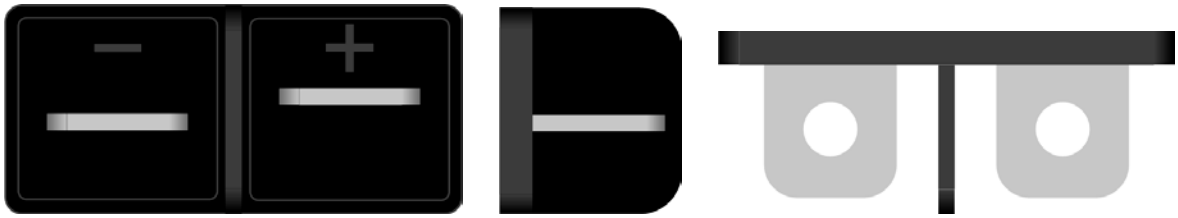
Bei Zuleitungen **bis 5 m** und durchschnittlichen Umgebungstemperaturen bis 50 °C empfehlen wir:

bis **20 A**:	4 mm²	bis **40 A**:	6 mm²
bis **70 A**:	16 mm²	bis **85 A**:	25 mm²
bis **170 A**:	70 mm²		

pro Anschlußpol (mehradrig, isoliert, frei verlegt) mindestens zu verwenden. Einzelleitungen, wie z. B. 70 mm², können durch 2x 25 mm² ersetzt werden usw. Bei längeren Lastleitungen ist der Querschnitt entsprechend zu erhöhen, um Spannungsabfall über die Leitungen und unnötige Erhitzung zu vermeiden.

2.3.4.1 Anschlußklemme

In dieser Geräteserie haben alle Modelle den gleichen Typ Anschlußklemme. Zum Anschließen von Lastleitungen werden grundsätzlich flexible Leitungen mit Ringkabelschuhen empfohlen.



Schraubverbindung M6 an vernickelte Kupferschiene

Empfehlung: Ringkabelschuhe mit 6er Loch

2.3.4.2 Kabelzuführung und Plastikabdeckung

Für die DC-Anschlußklemme wird eine Plastikabdeckung (siehe oben) als Berührungsschutz mitgeliefert. Diese sollte immer installiert sein.

Der Anschlußwinkel und der erforderliche Knickradius für die DC-Zuleitungen sind zu berücksichtigen, wenn die Gesamttiefe des Gerätes geplant werden soll, besonders beim Einbau in 19“-Schränke und ähnlichen. Wird die Abdeckung der DC-Klemme montiert, ist nur das horizontale Zuführen der DC-Leitungen möglich.

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 2U), 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 *„3.7.1 Zwei-Quadranten-Betrieb (2QB)“ auf Seite 41*. Für die Verschaltung des Share-Bus‘ gilt es folgendes zu beachten:

- Verbindung nur zwischen kompatiblen Geräten (siehe *„1.9.9. Share-Bus-Anschluß“*) und nur bis max. 10 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. Das Master-Slave über den Master-Slave-Bus kann für den Block aus Netzgeräten optional verbunden und verwendet werden, jedoch darf innerhalb eines Blocks aus Lasten dann kein Master-Slave-Betrieb gefahren werden, weil sonst zwei Share-Bus-Master am Bus wären.

2.3.7 Anschließen der Fernfühlung

- 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 Fernfühlungsleitungen auf entsprechende Spannungsfestigkeit zu achten!

- *Die Fernfühlung ist nur im Konstantspannungsbetrieb (CV) wirksam und der Fernfühlungsanschluß sollte möglichst nur solange angeschlossen bleiben, wie CV benutzt wird, weil die Schwingneigung des Systems durch Verbinden der Fernfühlung generell erhöht wird.*
- *Der Querschnitt von Fühlerleitungen ist unkritisch. Empfehlung für Leitungslängen bis 5 m: 0,75 mm²*
- *Fühlerleitungen sollten verdrillt sein und dicht an den DC-Leitungen verlegt werden, um Schwingneigung zu unterdrücken. Gegebenenfalls ist zur Unterdrückung der Schwingneigung noch ein zusätzlicher Kondensator an der Quelle anzubringen*
- *(+) Sense darf nur am (+) der Quelle und (–) Sense nur am (–) der Quelle angeschlossen werden. Ansonsten könnte die elektronische Last beschädigt werden. Siehe auch Bild 7.*
- *Bei Master-Slave-Betrieb sollte die Fernfühlung nur am Master-Gerät erfolgen*

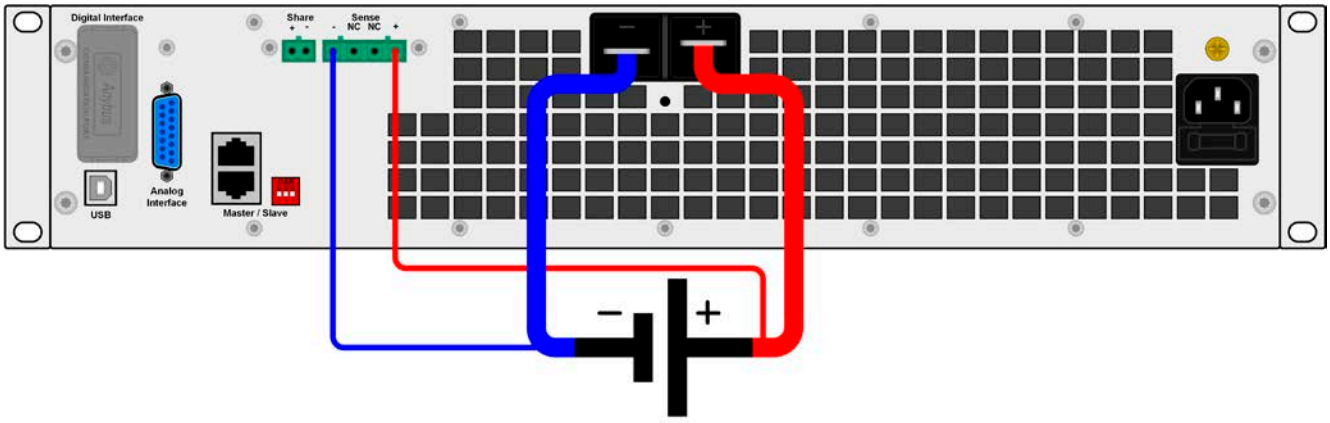


Bild 7 - Prinzip der Fernfühlungsverdrahtung

2.3.8 Anschließen der USB-Ports

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

2.3.8.1 Treiberinstallation (Windows)

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

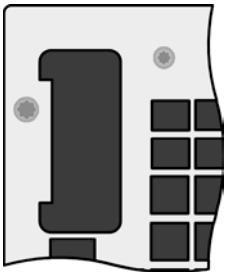
2.3.9 Installation eines Schnittstellenmoduls

Die diversen Schnittstellenmodule können durch den Anwender nachgerüstet werden und sind durch andere Module austauschbar. Die Einstellungen zum momentan installierten Modul variieren und sollte nach der Erstinstallation bzw. nach Wechsel des Modultyps überprüft und ggf. neu eingestellt werden.

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

Installationsschritte:

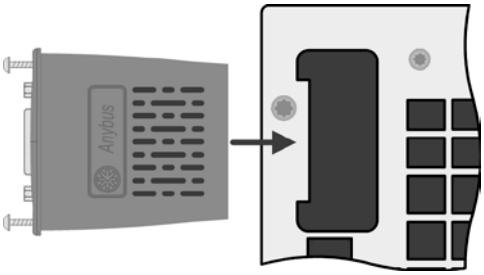
1.



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

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

2.

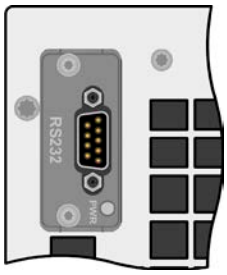


Schnittstellenmodul paßgerecht in den Slot schieben. Es kann aufgrund der Bauform nicht falsch herum gesteckt werden.

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

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

3.



Modul bis zum Anschlag einschieben.

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

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

2.3.10 Anschließen der analogen Schnittstelle

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

⚠	Die analoge Schnittstelle ist intern, zum Gerät hin, galvanisch getrennt. Verbinden Sie daher möglichst niemals eine Masse der analogen Schnittstelle (AGND) mit dem DC-Minus-Eingang, weil das die galvanische Trennung aufhebt.

2.3.11 Erstinbetriebnahme

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

- Überprüfen Sie die von Ihnen verwendeten Anschlußkabel für AC und DC auf ausreichenden Querschnitt!
- Überprüfen Sie die 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!

2.3.12 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 *„2.3.11. 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 $P = U_{EIN} * I_{EIN}$ 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" als Kürzel CV auf der grafischen Anzeige und auch als Signal auf der analogen Schnittstelle ausgegeben, kann aber auch als Status über die digitalen Schnittstellen ausgelesen werden.

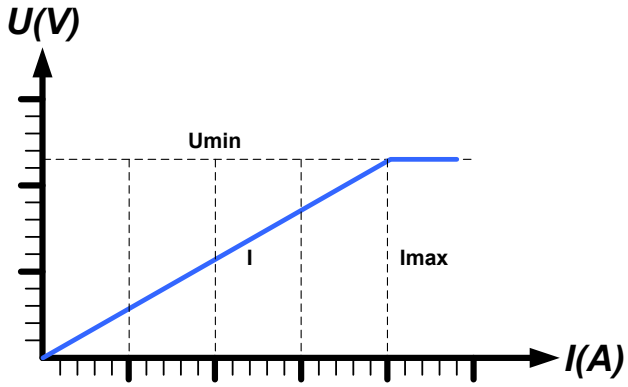
3.2.1.1 Geschwindigkeit des Spannungsreglers

Der interne Spannungsregler kann zwischen „Langsam“ und „Schnell“ umgeschaltet werden, 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_{MIN}), der bedingt, daß man eine bestimmte Eingangsspannung (U_{MIN}) mindestens anlegen muß, damit die Last den für Sie definierten max. Strom (I_{MAX}) aufnehmen kann. Diese U_{MIN} ist in den technischen Daten für jedes Modell angegeben. Wird weniger Spannung an den Eingang angelegt, kann das Gerät entsprechend weniger Strom aufnehmen, dabei sogar weniger als einstellbar. Der Verlauf ist linear, der maximal aufnehmbare Strom bei einer Eingangsspannung unterhalb U_{MIN} kann daher einfach berechnet werden. Rechts ist eine Prinzipdarstellung zu sehen.



3.2.2 Stromregelung / Konstantstrom / Strombegrenzung

Stromregelung wird auch Strombegrenzung oder Konstantstrom-Betrieb (kurz: CC) genannt und spielt eine wichtige Rolle im Normalbetrieb einer elektronischen Last. Der DC-Eingangsstrom wird durch 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 und auf dem Display angezeigte Strommaximalwert ist stets nur eine obere Grenze.

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

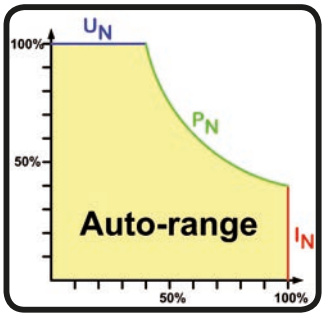
3.2.3 Widerstandsregelung/Konstantwiderstand

Bei einer elektronischen Last, deren Wirkungsprinzip auf einem variablen Innenwiderstand beruht, ist Widerstandsregelung bzw. Konstantwiderstand-Betrieb (kurz: CR) ein fast natürlicher Vorgang. Die Last versucht dabei, ihren eigenen tatsächlichen Innenwiderstand auf den vom Anwender eingestellten Wert zu bringen und den Eingangsstrom nach dem ohmschen Gesetz $I_{EIN} = U_{EIN} / R_{SOLL}$ 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 Konstantwiderstand-Betrieb aktiv ist, wird der Zustand „CR-Betrieb aktiv“ als Kürzel CR auf der grafischen Anzeige ausgegeben, kann aber auch als Status über die digitalen Schnittstellen ausgelesen werden.

3.2.4 Leistungsregelung / Konstantleistung / Leistungsbegrenzung

Leistungsregelung, auch Leistungsbegrenzung oder Konstantleistung (kurz: CP) genannt, hält die DC-Eingangsleistung des Gerätes konstant auf dem eingestellten Wert, damit der aus der Quelle fließende Strom in Zusammenhang mit der Spannung der Quelle nach P = U * 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 Konstantleistungsbetrieb aktiv ist, wird der Zustand „CP-Betrieb aktiv“ als Kürzel CP auf der grafischen Anzeige ausgegeben, kann aber auch als Status über die digitalen Schnittstellen ausgelesen werden.

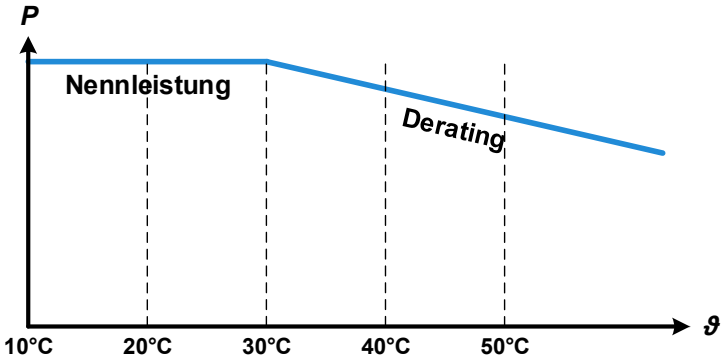
Konstantleistungsbetrieb wirkt auf den internen Stromsollwert ein. Das bedeutet, der als maximal eingestellte Strom kann unter Umständen nicht erreicht werden, wenn der Leistungssollwert nach I = P / U einen geringeren Strom ergibt und auf diesen begrenzt. Der vom Anwender eingestellte und auf dem Display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

3.2.4.1 Temperaturabhängige Leistungsreduktion

Die elektronischen Lasten dieser Serie wandeln die aufgenommene elektrische Energie in Wärme um. Um nicht wegen Überhitzung den DC-Eingang abschalten zu müssen, begrenzt das Gerät ab einer gewissen Erwärmung automatisch die max. Eingangsleistung. Diese Leistungsreduktion (*engl.* derating) ist abhängig von der Umgebungstemperatur. Bis 30°C Umgebungstemperatur können alle Modelle dieser Serie die in den technischen Daten angegebene Nennleistung aufnehmen. Darüber hinaus wird konstant reduziert.

In Situationen wo das Gerät bei weniger Leistung als die genannte Nennleistung betrieben wird, beeinflußt das Derating den Betrieb nicht merklich, jedoch ist die interne Begrenzung immer wirksam. Bei erhöhter Umgebungstemperatur über 30°C und wenn man z. B. bei einem Modell mit 2400 W Leistung mit konstant 1600 W arbeiten würde, bei 2400 W gesetzt, und würde einen Stromsprung oder Spannungssprung nach oben machen, könnte das Gerät trotzdem keine Ist-Leistung von 2400 W erreichen.

Prinzipdarstellung des Derating-Verlaufs:



Ab ca. 30°C Umgebungstemperatur startet das temperaturabhängige Derating mit kontinuierlicher Absenkung der aufnehmbaren Leistung. Der Arbeitstemperaturbereich der Lasten ist bis 50°C Umgebung definiert. Oberhalb dieses Punktes kann jederzeit eine Übertemperaturabschaltung (OT) stattfinden, was jedoch aufgrund des kontinuierlichen Deratings erst oberhalb von 80°C auftreten sollte, wenn überhaupt.

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

3.3 Alarmzustände

Dieser Abschnitt gibt nur eine Übersicht über mögliche Alarmzustände. Was zu tun ist im Fall, daß Ihr Gerät Ihnen einen Alarm anzeigt, wird in Abschnitt „3.6. Alarme 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 Alarme kann ein Alarmzähler per digitaler Schnittstelle ausgelesen werden. Einige Alarme werden auch auf der analogen Schnittstelle gemeldet.

Manche Alarme 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)

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 Trennen des Gerätes von der Stromversorgung wird wie ein Netzausfall interpretiert. Daher tritt beim Ausschalten jedesmal ein Alarm auf der, über LED „Error“ gemeldet, 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 akustisch oder optisch mitzuteilen, daß die angeschlossene Spannungsquelle eine überhöhte Spannung erzeugt hat und damit sehr wahrscheinlich den Eingangskreis und weitere Teile des Gerätes beschädigen oder sogar zerstören könnte.

Das Gerät ist nicht mit Schutzmaßnahmen gegen Überspannung von außen ausgestattet.

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 durch zu hohen Strom belastet und möglicherweise beschädigt wird.

3.3.5 Überleistung (Overpower)

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

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

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

3.4 Manuelle Bedienung

3.4.1 Einschalten des Gerätes

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

Nach dem Einschalten zeigt das Gerät 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 grundsätzlich über die eingebaute analoge oder eine der digitalen Schnittstellen möglich. Zu den digitalen zählen die beiden USB-Schnittstellen, die optional erhältlichen digitalen Schnittstellenmodule und auch der nach außen hin nicht zugängliche Master-Slave-Bus, über den das Gerät im Master-Slave-Betrieb als Slave vom einem Master ferngesteuert sein könnte.

Wichtig ist dabei, daß entweder nur die analoge oder eine digitale Schnittstelle im Eingriff sein kann. Wenn man zum Beispiel versuchen würde bei aktiver analoger Fernsteuerung (Pin Remote = LOW) auf Fernsteuerung per digitaler Schnittstelle umzuschalten, würde das Gerät auf der digitalen Schnittstelle einen Fehler zurückmelden. Im umgekehrten Fall würde die Umschaltung per Pin **Remote** einfach ignoriert. In allen Fällen ist jedoch Monitoring, also das Überwachen des Status‘ bzw. das Auslesen von Werten, immer möglich.

3.5.2 Fernsteuerung über den hinteren USB-Port oder ein Schnittstellen-Modul

3.5.2.1 Schnittstellenwahl

Alle Modell der Serie EL 9000 B 2Q unterstützen zusätzlich zur serienmäßig eingebauten hinteren USB-Schnittstelle folgende optional erhältliche Schnittstellenmodule, unter denen der Anwender wählen kann:

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

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

3.5.2.2 Allgemeines zu den Schnittstellenmodulen

Zur Installation siehe *„2.3.9. Installation eines Schnittstellenmoduls“*.

Die Schnittstellenmodule benötigen nur wenige oder keine Einstellungen für den Betrieb bzw. können bereits mit den Standardeinstellungen direkt verwendet werden. Die modulspezifischen Einstellungen werden dauerhaft gespeichert und müssen nach Wechsel zwischen verschiedenen Modulen nicht jedesmal neu konfiguriert werden. Die Einstellung erfolgt per Fernsteuerung und mittels spezifischer Konfigurationsbefehle. Diese können auf verschiedenartigen Wegen übertragen werden. Siehe dazu die auf USB-Stick mitgelieferte Programmieranleitung.

3.5.2.3 Programmierung

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

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.

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?	SYSTem:ALARm:ACTion:PFAil
*CLS	SYSTem:ALARm:ACTion:PFAil?
*RST	SYSTem:ALARm:COUNt:OCURrent?
*ESE	SYSTem:ALARm:COUNt:OPOWer?
*ESE?	SYSTem:ALARm:COUNt:OTEMperature?
*ESR	SYSTem:ALARm:COUNt:OVOLtage?
*STB?	SYSTem:ALARm:COUNt:PFAil?
[SOURce:]CURRent	SYSTem:COMMunicate:TIMeout?
[SOURce:]CURRent?	SYSTem:CONFig:MODE
[SOURce:]CURRent:LIMit:HIGH?	SYSTem:CONFig:MODE?
[SOURce:]CURRent:LIMit:LOW?	SYSTem:CONFig:OCD
[SOURce:]CURRent:PROTection[:LEVel]	SYSTem:CONFig:OCD?
[SOURce:]CURRent:PROTection[:LEVel]?	SYSTem:CONFig:OCD:ACTion
[SOURce:]IRRAdiation	SYSTem:CONFig:OCD:ACTion?
[SOURce:]IRRAdiation?	SYSTem:CONFig:OPD
[SOURce:]POWer	SYSTem:CONFig:OPD?
[SOURce:]POWer?	SYSTem:CONFig:OPD:ACTion
[SOURce:]POWer:LIMit:HIGH?	SYSTem:CONFig:OPD:ACTion?
[SOURce:]POWer:PROTection[:LEVel]	SYSTem:CONFig:INPut:RESTore
[SOURce:]POWer:PROTection[:LEVel]?	SYSTem:CONFig:INPut:RESTore?
[SOURce:]RESistance	SYSTem:CONFig:OVD
[SOURce:]RESistance?	SYSTem:CONFig:OVD?
[SOURce:]RESistance:LIMit:HIGH?	SYSTem:CONFig:OVD:ACTion
[SOURce:]VOLTage	SYSTem:CONFig:OVD:ACTion?
[SOURce:]VOLTage?	SYSTem:CONFig:UCD
[SOURce:]VOLTage:LIMit:HIGH?	SYSTem:CONFig:UCD?
[SOURce:]VOLTage:LIMit:LOW?	SYSTem:CONFig:UCD:ACTion
[SOURce:]VOLTage:PROTection[:LEVel]	SYSTem:CONFig:UCD:ACTion?
[SOURce:]VOLTage:PROTection[:LEVel]?	SYSTem:CONFig:USER:TEXT
MEASure:[SCALar:]CURRent[:DC]?	SYSTem:CONFig:USER:TEXT?
MEASure:[SCALar:]POWer[:DC]?	SYSTem:CONFig:UVD
MEASure:[SCALar:]VOLTage[:DC]?	SYSTem:CONFig:UVD?
INPut[:STATe]	SYSTem:CONFig:UVD:ACTion
INPut[:STATe]?	SYSTem:CONFig:UVD:ACTion?
STATus:OPERation?	SYSTem:DEVice:CLAss?
STATus:QUEStionable?	SYSTem:ERRor:ALL?

SYSTem:ERRor:NEXT?	SYSTem:NOMinal:CURRent?
SYSTem:ERRor?	SYSTem:NOMinal:POWer?
SYSTem:LOCK	SYSTem:NOMinal:RESistance:MAXimum?
SYSTem:LOCK?	SYSTem:NOMinal:RESistance:MINimum?
SYSTem:LOCK:OWNer?	SYSTem:NOMinal:VOLTage?

3.5.4 Fernsteuerung über Analogschnittstelle (AS)

3.5.4.1 Allgemeines

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

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

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

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

Die AS kann mit den gängigen Spannungsbereichen 0...5 V oder 0...10 V für jeweils 0...100% Nennwert betrieben werden. Die Wahl des Spannungsbereiches findet über die Konfiguration per Software statt, z. B. mit EA Power Control. Die am Pin 3 (VREF) herausgegebene Referenzspannung wird dabei angepaßt. Es gilt dann folgendes:

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

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

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

Bevor Sie beginnen: Unbedingt lesen, wichtig!

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

⚠	Die Analogschnittstelle ist zum DC-Eingang hin galvanisch getrennt. Daher: Niemals eine der Massen der Analogschnittstelle mit DC- oder DC+ Eingang verbinden, wenn nicht unbedingt nötig!

3.5.4.2 Quittieren von Alarmmeldungen

Alarmmeldungen des Gerätes (siehe *3.6.2*) erscheinen immer als Meldung über LED „Error“ auf dem Bedienteil, einige davon auch als Signal auf der analogen Schnittstelle (siehe Tabelle unten).

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

Die Alarme OV, OC und OP gelten als zu quittierende Fehler (siehe auch *„3.6.2. Gerätealarme und Events handhaben“*). Sie können durch Aus- und Wiedereinschalten des DC-Eingangs per Pin REM-SB quittiert werden, also eine HIGH-LOW-HIGH-Flanke (mind. 50 ms für LOW), bei gewählter Standardeinstellung für den logischen Pegel des Pins.

3.5.4.3 Auflösung und Abtastrate

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

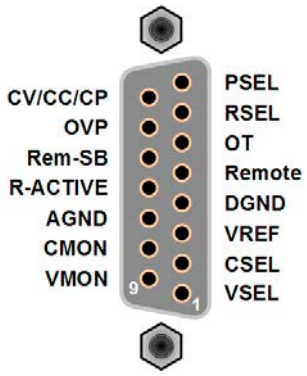
Zum Anderen wird eine maximale Abtastrate von 500 Hz bedingt. Das bedeutet, die analoge Schnittstelle kann 500 mal pro Sekunde Sollwerte und deren Änderungen, sowie Zustände an den digitalen Pins verarbeiten.

3.5.4.4 Spezifikation der Analogschnittstelle

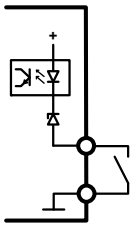
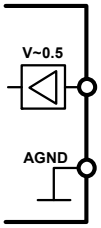
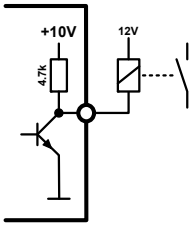
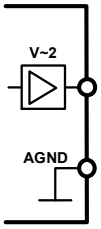
Pin	Name	Typ*	Bezeichnung	Standardpegel	Elektrische Eigenschaften
1	VSEL	AI	Sollwert Spannung	0…10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0..100% von U_{Nenn}	Genauigkeit 0-5 V Bereich: < 0,4% **** Genauigkeit 0-10 V Bereich: < 0,2% **** Eingangsimpedanz R_i >40 kΩ...100 kΩ
2	CSEL	AI	Sollwert Strom	0…10 V bzw. 0...5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

* AI = Analoger Eingang, AO = Analoger Ausgang, DI = Digitaler Eingang, DO = Digitaler Ausgang, POT = Potential
** Interne Vcc ca. 10 V *** Nur während Fernsteuerung
**** Der Fehler eines Sollwerteinganges addiert sich zum allgemeinen Fehler des zugehörigen Wertes am DC-Eingang des Gerätes

3.5.4.5 Übersicht Sub-D-Buchse

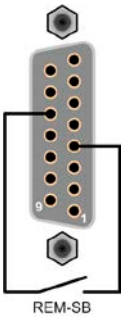


3.5.4.6 Prinzipschaltbilder der Pins

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

3.5.4.7 Anwendungsbeispiele

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



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

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

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

Folgende Situationen können auftreten:

- **Fernsteuerung wurde aktiviert**

Wenn Fernsteuerung über Pin „REMOTE“ aktiviert ist, gibt nur „REM-SB“ den Zustand des DC-Eingangs des Gerätes gemäß der Tabelle in *3.5.4.4* vor. Die logische Funktion und somit die Standardpegel können durch eine Einstellung über Software-Konfiguration angepaßt werden. Siehe Software EA Power Control bzw. die Befehlsliste in der mitgelieferten Programmieranleitung auf USB-Stick.

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

- **Fernsteuerung wurde nicht aktiviert**

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

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

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

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

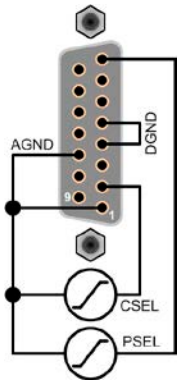
b) Fernsteuerung von Strom und Leistung

Erfordert aktivierte Fernsteuerung (Pin „REMOTE“ = LOW).

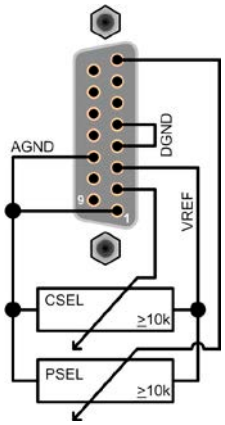
Über je ein Potentiometer werden die Sollwerte PSEL und CSEL von beispielsweise der Referenzspannung VREF erzeugt. Die E-Last kann somit wahlweise in Strombegrenzung oder Leistungsbegrenzung arbeiten. Gemäß der Vorgabe von max. 5 mA für den Ausgang VREF sollten hier Potentiometer von mindestens 10 kΩ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

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

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



Beispiel mit ext. Spannungsquelle

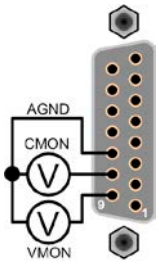


Beispiel mit Potis

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

c) Istwerte erfassen

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



3.6 Alarme und Überwachung

3.6.1 Begriffsdefinition

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.

Zum Bestätigen von Alarmen während analoger Fernsteuerung siehe *„3.5.4.2. Quittieren von Alarmmeldungen“* bzw. bei digitaler Fernsteuerung siehe externe Dokumentation „Programming ModBus & SCPI“.

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

Alarm	Bedeutung	Beschreibung	Einstellbereich	Meldeorte
OVP	**O**ver**V**oltage **P**rotection	Überspannungsschutz. Löst einen Alarm aus, wenn die Eingangsspannung am DC-Eingang die eingestellte Schwelle erreicht. Außerdem wird der DC-Eingang ausgeschaltet.	0 V...1,03*U_{Nenn}	LED „Error“, Analogschnittst., digitale Schnittstellen
OCP	**O**ver**C**urrent **P**rotection	Überstromschutz. Löst einen Alarm aus, wenn der Eingangsstrom am DC-Eingang die eingestellte Schwelle erreicht. Außerdem wird der DC-Eingang ausgeschaltet.	0 A...1,1*I_{Nenn}	LED „Error“, digitale Schnittstellen
OPP	**O**ver**P**ower **P**rotection	Überleistungsschutz. Löst einen Alarm aus, wenn die Eingangsleistung am DC-Eingang die eingestellte Schwelle erreicht. Außerdem wird der DC-Eingang ausgeschaltet.	0 W...1,1*P_{Nenn}	LED „Error“, digitale Schnittstellen

Diese Gerätealarme können nicht konfiguriert werden, da hardwaremäßig bedingt:

Alarm	Bedeutung	Beschreibung	Meldeorte
PF	**P**ower **F**ail	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.	LED „Error“, Analogschnittst., digitale Schnitt-stellen
OT	**O**ver**T**empe-rature	Übertemperatur. Löst einen Alarm aus, wenn die Innentemperatur des Gerätes eine bestimmte Schwelle überschreitet. Außerdem wird der DC-Eingang ausgeschaltet.	LED „Error“, Analogschnittst., digitale Schnitt-stellen
MSS	**M**aster-**S**lave **S**icherheits-modus	Wird ausgelöst, wenn der Master in einem initialisierten Master-Slave-Verbund den Kontakt zu einem oder mehreren Slaves verliert bzw. ein Slave noch nicht initialisiert wurde. Außerdem wird der DC-Eingang aller Geräte ausgeschaltet. Der Alarm kann durch erneute Initialisierung des MS-System oder Deaktivierung von MS gelöscht werden.	LED „Error“, digitale Schnitt-stellen

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 Unter-spannung 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 **Signal** oder **Warnung** 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 **Alarm** auslöst, wird ein Bit im Statusregister des Gerätes gesetzt und der DC-Eingang ausgeschaltet. Beide Zustände können über digitale Schnittstelle ausgelesen werden.

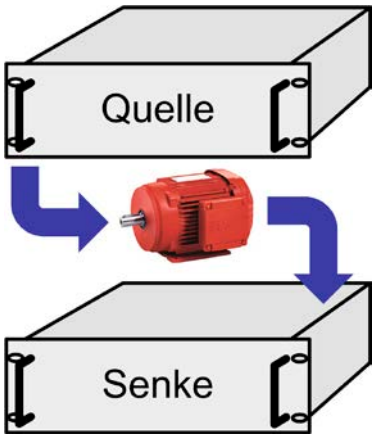
Ereignis	Bedeutung	Beschreibung	Einstellbereich
UVD	**U**nder**V**oltage **D**etection	Unterspannungserkennung. Löst das Ereignis aus, wenn die Eingangsspannung am DC-Eingang die eingestellte Schwelle unterschreitet.	0 V...U_{Nenn}
OVD	**O**ver**V**oltage **D**etection	Überspannungserkennung. Löst das Ereignis aus, wenn die Eingangsspannung am DC-Eingang die eingestellte Schwelle überschreitet.	0 V...U_{Nenn}
UCD	**U**nder**C**urrent **D**etection	Unterstromerkennung. Löst das Ereignis aus, wenn der Eingangsstrom am DC-Eingang die eingestellte Schwel-le unterschreitet.	0 A...I_{Nenn}
OCD	**O**ver**C**urrent **D**etection	Überstromerkennung. Löst das Ereignis aus, wenn der Eingangsstrom am DC-Eingang die eingestellte Schwel-le überschreitet.	0 A...I_{Nenn}
OPD	**O**ver**P**ower **D**etection	Überleistungserkennung. Löst das Ereignis aus, wenn die Eingangsleistung am DC-Eingang die eingestellte Schwelle überschreitet.	0 W...P_{Nenn}

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 Anwendungen

3.7.1 Zwei-Quadranten-Betrieb (2QB)

3.7.1.1 Einleitung



Diese Betriebsart bezieht sich auf die Verwendung einer Quelle, in dem Fall ein Netzgerät aus einer kompatiblen Serie (siehe *„1.9.9. Share-Bus-Anschluß“*) und einer Senke, hier eine elektronische Last der Serie EL 9000 B 2Q. Das „2Q“ in der Serienbezeichnung deutet auf die vorrangige Funktion der Modelle dieser Serie hin, den Zwei-Quadranten-Betrieb. Dabei nehmen sie typischerweise eine untergeordnete Rolle ein, weil sie über den sogenannten Share-Bus von einem Netzgerät gesteuert werden. Der Share-Bus ist eine rein analoge Steuerungsverbindung, die lediglich das Verhalten der elektronischen Last in Bezug auf die Eingangsspannung und davon abhängig den Eingangsstrom bestimmt. Andere zum Betrieb notwendige Parameter müssen vom Anwender separat über eine der digitalen Schnittstellen konfiguriert werden.

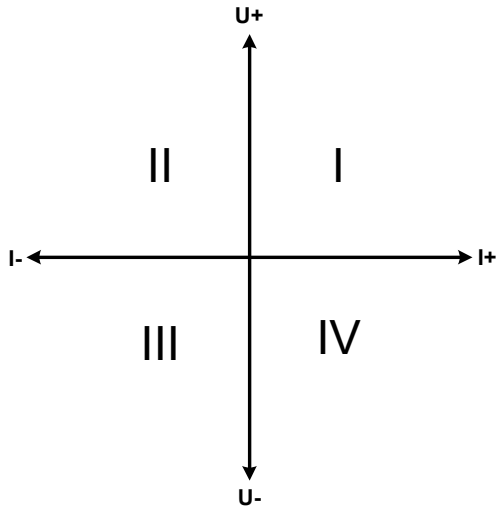
Bei bestehender Share-Bus-Verbindung arbeiten die Quelle und die Senke im Verbund und treten abwechselnd in Funktion. Dabei gibt es eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten, wie z. B. im Rahmen eines Funktions- oder Endtests eine Batterie gezielt zu laden und zu entladen oder die typischen Ausgangskapazitäten von Schaltnetzteilen schnell zu entladen, so daß eine bessere Spannungsdynamik bei der Quelle entsteht.

Soll die elektronische Last dagegen dauerhaft und ohne Beeinflussung durch den Share-Bus aktiv am DC-Ausgang des Netzgerätes wirken können, so kann das geschehen, indem die Share-Bus-Verbindung getrennt wird. In dieser Betriebsart sind Quelle und Senke nur noch DC-seitig verbunden. Die Senke würde dann erst ab einer gewissen Spannungsschwelle aktiv und kann somit das Netzgerät gegen eine z. B. durch einen bremsenden Motor generierte, möglicherweise überhöhte Gegenspannung schützen, indem sie die Energiequelle (hier: der Motor) so stark belastet, daß sich die hohe Spannung gar nicht erst aufbaut.

Der Anwender kann jederzeit entscheiden, ob er das System manuell bedient, nur das Netzgerät als über Share-Bus bestimmende Einheit per PC fernsteuert oder beide Geräte. Wir empfehlen die Bedienung des Netzgerätes allein. Der Zwei-Quadranten-Betrieb ist nur für Spannungskonstantbetrieb (CV) geeignet.

Sollten ein Netzgerät und eine Last nicht ausreichend Leistung bieten, können beide durch entsprechend passende Einheiten in Parallelschaltung und Master-Slave-Betrieb erweitert werden.

Verdeutlichung:



Mit einer Kombination Quelle-Senke können nur die Quadranten I + II abgebildet werden, daher der Name „Zwei-Quadranten-Betrieb“. Dabei ist die Quelle (Netzgerät) dem Quadrant „I“ zugeordnet und die Senke (Last) dem Quadrant „II“. Dies bedeutet, nur positive Spannungen sind möglich.

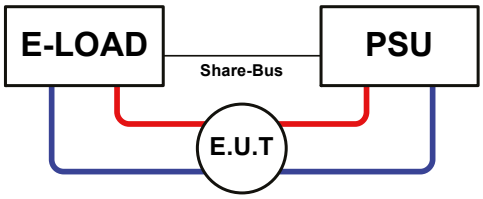
Die Betrachtung des Systems erfolgt in Sicht auf den Prüfling, der sich quasi in der Mitte zwischen Quelle und Senke befindet. Der positive Strom wird von der Quelle generiert und wirkt in positiver Richtung auf den Prüfling. Der negative Strom fließt vom Prüfling in die Last.

Typische Anwendungen:

- Brennstoffzellen
- Kondensatortests
- motorisch betriebene Anwendungen
- Elektroniktests, wo eine höhere Dynamik für Entladevorgänge erforderlich ist

3.7.1.2 Verbindung der Geräte zum 2QB

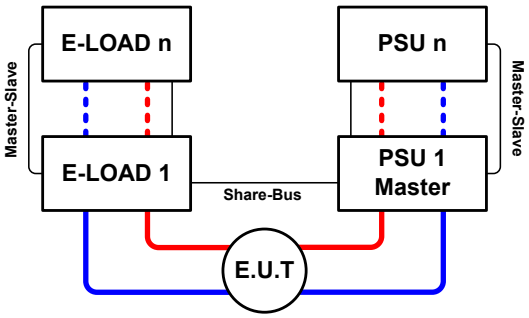
Es gibt verschiedene Möglichkeiten, Quelle(n) und Senke(n) zum 2QB zu verbinden:



Konfiguration A:

1x E-Last und 1x Netzgerät, plus 1x Prüfling (E.U.T *).

Dies ist Ausgangs-Konfiguration für 2QB. Die Nennwerte von Spannung und Strom beider Geräte sollten zueinander passen, also z. B. EL 9080-170 B 2Q und PSI 9080-170 3U, mindestens aber die Spannung. Das System wird vom Netzgerät gesteuert, welches dazu im Setup-Menü als „Master“ gesetzt werden muß, auch wenn kein Master-Slave-Betrieb stattfindet.



Konfiguration B:

Mehrere E-Lasten und mehrere Netzgeräte zur Aufstockung für höhere Gesamtleistung, plus ein Prüfling.

Der Lastenverbund und der Netzgeräteverbund bilden jeder für sich ein Gesamtsystem mit einer bestimmten Leistung. Auch hier gilt: die Nennwerte der beiden Systeme müssen zueinander passen.

Grundsätzlich werden alle Quellen und Senken über den Share-Bus verbunden, wobei sich die Anzahl auf max. 10 Geräte begrenzt. Im Bezug auf den Share-Bus müssen alle Lasten Slaves sein, sowie eins der PSUs Master.

* E.U.T = equipment under test

3.7.1.3 Einschränkungen

Wichtig zu wissen:

- Solange elektronische Lasten über den Share-Bus mit einem bestimmenden Netzgerät verbunden sind können sie ihre eigene Spannung nach unten hin nicht mehr begrenzen. Diese oft nötige Begrenzung muß daher durch korrekte Einstellung des Netzgerätes erfolgen.
- Der Share-Bus arbeitet nicht korrekt, wenn das treibende Netzgerät entweder komplett ausgeschaltet wurde oder ausfällt. Die abhängige Last arbeitet dann zwar noch, wird aber durch das Netzgerät nicht mehr geregelt. In so einem Fall können nur Überwachungsfunktionen wie UVD (siehe *„3.6.2.1. Benutzerdefinierbare Ereignisse (Events)“*) davor schützen, daß z. B. eine Batterie tiefentladen wird.
- Die Regelung einer Last über den Share-Bus durch Vorgabe von Spannungssollwerten am Netzgerät funktioniert nicht mehr, wenn der DC-Ausgang des Netzgerätes ausgeschaltet wird, was gleichbedeutend mit der Vorgabe „0 V“ ist

3.7.1.4 Einstellungen an den Geräten

Einstellungen für den Master-Slave-Betrieb wirken sich auch auf die Funktion des Share-Bus‘ aus, auch bei Einzelgeräten. Für den korrekten Betrieb des 2QB muß an den beteiligten Lasten sichergestellt sein, daß sie auf den Share-Bus nicht bestimmend einwirken. Das geschieht bei Slave-Lasten automatisch mit der Master-Slave-Einstellung SLAVE bzw. wenn kein Master-Slave-Betrieb gefahren wird, mit Einstellung OFF. Bei einer eventuell vorhandenen Master-Last (Einstellung: MASTER) muß zusätzlich der Parameter „PSI/EL System“ aktiviert sein, falls ein EL 9000 B HP-Modell als Master verwendet wird bzw. muß bei Verwendung eines EL 9000 B 2Q-Modells als Master über ModBus-Register 652 bzw. dem entsprechenden SCPI-Befehl die Konfiguration per Fernsteuerung vorgenommen werden.

Bei einem der Netzgeräte hingegen muß die Master-Slave-Einstellung MASTER definiert werden, wenn nicht ohnehin schon eins Master auf dem digitalen MS-Bus ist.

Zur Sicherheit der Gesamtanwendung und hauptsächlich des Prüflings wird empfohlen, die Überwachungsgrenzen wie OVD/OVP bei Netzgeräten bzw. UVD bei Lasten auf passende Werte zu setzen, damit im Fehlerfall der DC-Ausgang der Quelle bzw. DC-Eingang der Senke abgeschaltet wird und der Prüfling keinen Schaden nimmt.

3.7.1.5 Anwendungsbeispiel

Konstantstromladung und -entladung einer Batterie 24 V/400 Ah, gemäß Konfiguration A (siehe oben):

- Netzgerät PSI 9080-120 2U mit: I_{Soll} = 40 A Ladestrom (typisch 1/10 der Kapazität), P_{Soll} = 3000 W
- Elektronische Last EL 9080-170 B 2Q, eingestellt auf: I_{Soll} = max. Entladestrom der Batterie (z. B. 100 A), P_{Soll} = max., UVD = 20 V (oder anders) mit Event-Typ „Alarm“, um Tiefentladung zu vermeiden
- Annahme: die Batterie hat zu Beginn eine Spannung von 26 V
- Bei allen Geräten ist der DC-Eingang bzw. DC-Ausgang ausgeschaltet

Bei dieser Kombination von Geräten wird empfohlen, stets zuerst den DC-Ausgang der Quelle einzuschalten und dann erst den DC-Eingang der Senke.

Teil 1: Entladung der Batterie auf 24 V

Vorgabe: Spannung am Netzgerät auf 24 V eingestellt, DC-Ausgang Netzgerät und DC-Eingang Last eingeschaltet

Reaktion: Die Last wird die Batterie mit dem eingestellten Strom belasten, um die Spannung von 24 V durch Entladung zu erreichen. Das Netzgerät liefert in diesem Fall keinen Strom, weil die Batteriespannung noch höher ist als die am Netzgerät eingestellte. Die Last wird sukzessive den Strom reduzieren, um die Spannung konstant bei 24 V zu halten. Hat die Batteriespannung bei ca. 0 A Entladestrom die 24 V erreicht, wird diese Spannung konstant gehalten, ggf. durch Nachladen der Batterie vom Netzgerät.

Das Netzgerät bestimmt die Spannungsvorgabe der Last. Damit durch versehentliches Verstellen des Spannungssollwertes am Netzgerät, z. B. auf 0 V, die Batterie nicht tiefentladen wird, empfehlen wir, bei der Last die sog. Unterspannungsüberwachung (UVD) zu konfigurieren, damit bei Erreichen der minimal zulässigen Entladeschlußspannung der DC-Eingang abgeschaltet wird. Der über den Share-Bus vorgegebene Sollwert ist nicht auf der Anzeige der Last ablesbar.

Teil 2: Laden der Batterie auf 27 V

Vorgabe: Spannung am Netzgerät auf 27 V einstellen

Reaktion: Das Netzgerät wird nun die Batterie mit max. 40 A Ladestrom aufladen, welcher sich mit sukzessive steigender Batteriespannung verringert, als Reaktion auf den sich ändernden Innenwiderstand der Batterie. Die Last nimmt während der Aufladephase keinen Strom auf, weil sie über die Share-Bus-Verbindung einen Sollwert übermittelt bekommt der höher liegt als die momentane Batteriespannung. Bei Erreichen von 27 V wird das Netzgerät nur noch den Erhaltungsladestrom für die Batterie liefern.

3.7.2 Reihenschaltung

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

3.7.3 Parallelschaltung als Master-Slave (MS)

Neben der Hauptfunktion der Modelle dieser Serie, in einem Zwei-Quadranten-Betrieb mit einem Netzgerät zu arbeiten, können sie auch als Slave-Gerät eines Master-Slave-Systems aus mehreren Lasten dienen. Da die 2Q-Modelle nur ferngesteuert konfiguriert werden können, bietet sich an, ein passendes Modell aus der Serie EL 9000 B HP als Master zu wählen. Alle Modelle der 2Q-Serie haben ein passendes Gegenstück in der HP-Serie. Damit lassen sich Master-Slave-Systeme mit bis zu 10 Lasten und bis zu 24 kW Gesamtleistung aufbauen.

Alle Lasten werden dabei an ihren DC-Eingängen zu einer Parallelschaltung verbunden, sowie zusätzlich über den digitalen Master-Slave-Bus und den Share-Bus.

Der digitale Master-Slave-Bus dient hierbei zur Aufsummierung der Istwerte am Mastergerät, sowie zur zentralen Erfassung der 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 des Eingangsstromes, besonders wenn am Mastergerät der Funktionsgenerator genutzt werden soll. Er muß immer verbunden werden, weil ohne ihn würden die Einheiten möglicherweise eine ungleichmäßige Lastverteilung erfahren. Dazu kommt, daß zumindest die DC-Minus-Eingänge aller über Share-Bus verschalteten Geräte verbunden sein müssen, damit das Referenzpotential stimmt und der Share-Bus sauber regeln kann.

3.7.3.1 Einschränkungen

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

- Das MS-System reagiert zum Teil anders auf Alarmsituationen (siehe unten bei *3.7.3.6*)
- Die Share-Bus-Verbindung hilft dem System, den Strom aller beteiligter Geräte so schnell wie möglich auszuregeln, trotzdem ist eine Parallelschaltung nicht so dynamisch wie ein Einzelgerät

3.7.3.2 Verkabelung der DC-Eingänge

Der DC-Eingang jedes beteiligten Gerätes wird mit dem des nächsten Gerätes verbunden usw. Dabei sind möglichst kurze Kabel mit ausreichend Querschnitt zu benutzen. Der Querschnitt richtet sich nach dem Gesamtstrom der Parallelschaltung. Alternativ können auch u-förmig gebogene Kupferschienen montiert werden.

3.7.3.3 Verkabelung des Share-Bus‘

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

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

Es können max. 10 Geräte über den Share-Bus verbunden werden.

3.7.3.4 Verkabelung und Einrichtung des Master-Slaves-Busses

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

- Maximal 10 Geräte können über den Bus zusammengeschaltet werden: 1 Master, bis zu 9 Slaves
- Nur Verbindung zu Geräten gleicher Art und gleichen Modells, also elektronische Last zu elektronischer Last wie z. B. EL 9080-170 B 2Q mit EL 9080-170 B 2Q oder mit EL 9080-170 B HP
- Geräte an den Enden des Busses sollten terminiert werden (siehe unten)

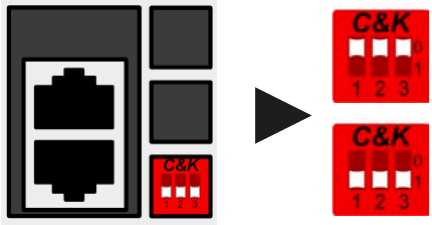
Der Master-Slave-Bus darf nicht über Crossover-Kabel verbunden werden!

Für den späteren Betrieb des MS-Systems gilt dann:

- Am Master werden die Istwerte aller Geräte aufsummiert und angezeigt, falls der Master ein Modell mit Anzeige ist, 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 2,4 kW Leistung zu einem 12 kW-System zusammengeschaltet werden, kann am Master 0...12 kW eingestellt werden
- Slaves sind nicht konfigurierbar, solange vom Master gesteuert

► 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 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 (> 0,5 m) terminiert werden. Dies erfolgt mittels eines dreipoligen DIP-Schalters, der auf der Rückseite des Gerätes zugänglich ist (neben den Master-Slave-Anschlüssen).



Stellung: nicht terminiert (Standard)

Stellung: voll terminiert (alle drei Schalter)

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 Modelle der Serie 2Q als Slaves können nur per Fernsteuerung und Software konfiguriert werden. Werkseitig sind sie jedoch bereits als Slaves vorkonfiguriert. In den erläuterten Schritten unten wird dazu die mitgelieferte Software EA Power Control (nur für Windows) verwendet. Die Konfiguration ist aber auch über anwenderspezifische Software machbar. **Weiterhin wird davon ausgegangen, daß das Master-Gerät eins mit Anzeige ist**, z. B. aus der Serie EL 9000 B HP. Die 2Q-Modelle sind trotzdem in der Lage, auch als Master zu fungieren, aber dann müßte die gesamte Konfiguration und Initialisierung des Master-Slave-Systems über Fernsteuerung abgewickelt werden.

► Schritt 1: So konfigurieren Sie die 2Q-Slave-Geräte über EA Power Control

1. Verbinden Sie das Gerät über den USB-Port auf der **Rückseite** und installieren Sie ggf. den Treiber.
2. Starten Sie die Software. Ziehen Sie das Symbol des gefundenen Gerätes auf die App „Settings“.
3. Wechseln sie in den Tab „Master-Slave“ und wählen Sie in der Dropdown-Leiste „Slave“ aus. Die Adresse braucht nicht eingestellt zu werden, weil diese Serie automatische Adressvergabe nutzt.

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

► Schritt 2: So konfigurieren Sie das Master-Gerät

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

► Schritt 3: Master initialisieren

Das Master-Gerät startet nach Aktivierung des MS-Modus‘ automatisch eine Initialisierungsroutine, um das MS-System zu konfigurieren. In der Hauptanzeige erscheint dann nach Verlassen des Einstellmenüs eine Meldung mit dem Ergebnis der Initialisierung:

Bei Betätigung des Bedienfeldes INITIALISIEREN kann die Initialisierungsroutine wiederholt werden, falls im vorherigen Durchlauf nicht alle Slaves erkannt wurden. Das ist normalerweise nur nötig, wenn ein Verdrahtungsfehler am digitalen MS-Bus vorliegen sollte oder vergessen wurde, ein oder mehrere Geräte als Slave zu konfigurieren. Das Ergebnisfenster listet auf, wieviele Slaves erkannt wurden, sowie die aus dem Verbund resultierende Gesamtleistung und Gesamtstrom. Im Fall, daß kein Slavegerät gefunden wurde oder die Anzahl gefundener Slave anders als erwartet ist, sollten die Einstellungen sowie die Verkabelung überprüft werden.

Die Initialisierung des Masters und des Master-Slave-Systems wird, solange wie der Master-Slave-Modus aktiviert ist, nach dem Einschalten des Mastergerätes jedesmal erneut ausgeführt. Die Initialisierung kann über das MENU des Mastergerätes in ALLG. EINSTELLUNGEN und SEITE: 10 jederzeit wiederholt werden.

3.7.3.5 Bedienung des Master-Slave-Systems

2Q-Modelle zeigen ihren Status als „Slave“ oder „Master“ nicht explizit an. Am Bedienteil leuchtet bei Status „Slave“ die LED „Remote“, bei „Master“ nicht. Als Slaves sind sie dann nicht manuell bedienbar und auch nicht per analoger oder digitaler Schnittstelle fernsteuerbar. Sie könnten jedoch, falls nötig, überwacht werden (Monitoring), also durch Auslesen der Istwerte und des Status‘.

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

- Der Master ist bedienbar wie ein Einzelgerät
- Der Master 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 Slaves werden Einstellgrenzen (U_{Min}, I_{Max} etc.), Überwachungsgrenzen (OVP, OPP ect.) und Event-Einstellungen (UCD, OVD) auf Standardwerte zurückgesetzt, damit diese nicht die Steuerung durch den Master stören. Paßt man diese Grenzen später am Master noch an, 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, kann dieser am Master-Gerät wieder eingeschaltet werden, 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.
- Alle Geräte, auch die Slaves, können über den Pin „Rem-SB“ der analogen Schnittstelle DC-seitig ausgeschaltet werden. Das ist eine Art Notfallabschaltung (kein Not-Aus!), die üblicherweise über einen Kontakt gesteuert zu allen beteiligten Geräten parallel verdrahtet wird.

3.7.3.6 Alarm- und andere Problemsituationen

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

- Wenn der Master die Verbindung zu irgendeinem der Slaves verliert, wird immer ein MSS-Alarm (Master-Slave Sicherheitsmodus) ausgelöst, der zur Abschaltung des DC-Eingangs und einem Pop-up in der Anzeige des Masters führt. Alle Slaves fallen zurück in den Einzelbetrieb und schalten auch ihren DC-Eingang aus. Der MSS-Alarm kann gelöscht werden, in dem der Master-Slave-Betrieb neu initialisiert wird. Das kann direkt im Pop-up-Fenster des MSS-Alarm oder im MENU des Masters oder per Fernsteuerung geschehen. Alternativ kann zum Löschen des Alarms auch der MS-Modus deaktiviert werden.
- Falls ein oder mehrere Slave-Geräte DC-seitig ausfallen (Defekt, Überhitzung) schaltet der Master die Leistungseingänge des Systems aus. Dann ist Interaktion durch Bedienpersonal 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 auf der Vorderseite mittels LED „Error“ und auf der Anzeige des Masters angezeigt.
- Bei gleichzeitig auftretenden Alarmen mehrerer Slaves zeigt der Master nur den zuletzt aufgetretenen Alarm an. Hier könnten die konkret anliegenden Alarme dann bei den Slaves durch Auslesen der Alarmhistorie über eine digitale Schnittstelle (Rückseite) erfaßt werden.

3.7.3.7 Allgemeine Hinweise

Sollten ein oder mehrere Geräte im MS-System 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 störend beeinflussen könnten.

4. Instandhaltung & Wartung

4.1 Wartung / Reinigung

Die Gerät erfordern keine Wartung. Reinigung kann, jenachdem in welcher Umgebung sie betrieben werden, früher oder später für die internen Lüfter nötig sein. Diese dienen zur Kühlung der internen Komponenten, die durch die zwangsweise entstehende, hohe Verlustleistung erhitzt werden. Stark verdreckte 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. Das kann bereits von außen geschehen, effektiver ist aber das Gerät auch innen zu reinigen, wofür es geöffnet werden muß.

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 in Netzbuchse auf der Geräterückseite befindet. Der Wert kann von der defekten Sicherung abgelesen werden bzw. ist in den technischen Daten (*1.8.3*) angegeben. 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 unbedingt nötig, z. B. um 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

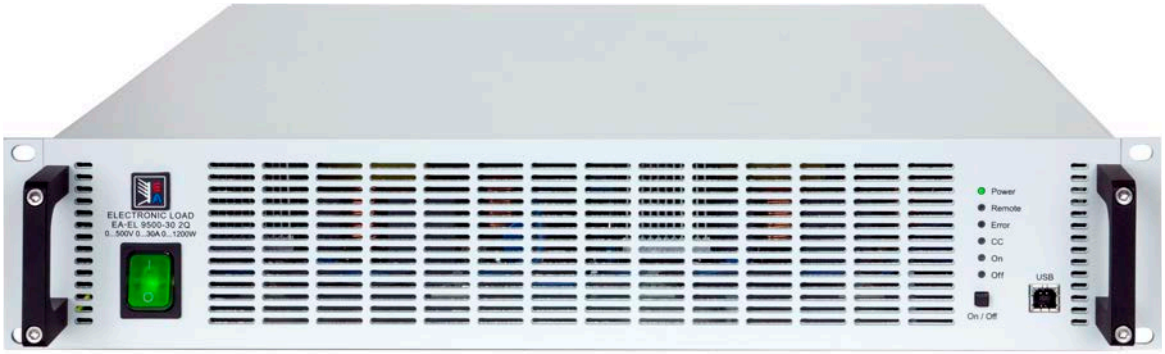
Telefon: 02162 / 37 85-0
Telefax: 02162 / 16 230
ea1974@elektroautomatik.de
www.elektroautomatik.de

Elektro-Automatik

Operating Manual

EL 9000 B 2Q

Electronic DC Load



Doc ID: EL9QEN
Revision: 01
Date: 05/2017

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 13
1.8.5 Control elements 16
1.9 Construction and function 17
1.9.1 General description 17
1.9.2 Block diagram 17
1.9.3 Scope of delivery 18
1.9.4 Accessories 18
1.9.5 The control panel (HMI) 19
1.9.6 USB-Port Type B (Back side) 19
1.9.7 Interface module slot 20
1.9.8 Analog interface 20
1.9.9 “Share” connector 20
1.9.10 “Sense” connector (remote sensing) 21
1.9.11 Master-Slave bus 21

2 INSTALLATION & COMMISSIONING

2.1 Transport and storage 22
2.1.1 Transport 22
2.1.2 Packaging 22
2.1.3 Storage 22
2.2 Unpacking and visual check 22
2.3 Installation 22
2.3.1 Safety procedures before installation and use 22
2.3.2 Preparation 23
2.3.3 Installing the device 23
2.3.4 Connection to DC sources 24
2.3.5 Grounding of the DC input 25
2.3.6 Connecting the “Share” bus 25
2.3.7 Connection of remote sensing 25
2.3.8 Connecting the USB ports 26
2.3.9 Installation of an interface module 26
2.3.10 Connecting the analog interface 27
2.3.11 Initial commission 27
2.3.12 Commission after a firmware update or a long period of non-use 27

3 OPERATION AND APPLICATION

3.1 Personal safety 28
3.2 Operating modes 28
3.2.1 Voltage regulation / Constant voltage 28
3.2.2 Current regulation / constant current / current limitation 29
3.2.3 Resistance regulation / constant resistance 29
3.2.4 Power regulation / constant power / power limitation 29
3.2.5 Dynamic characteristics and stability criteria 30
3.3 Alarm conditions 31
3.3.1 Power Fail 31
3.3.2 Overtemperature 31
3.3.3 Overvoltage 31
3.3.4 Overcurrent 31
3.3.5 Overpower 31
3.4 Manual operation 32
3.4.1 Powering the device 32
3.4.2 Switching the device off 32
3.4.3 Switching the DC input on or off 32
3.5 Remote control 33
3.5.1 General 33
3.5.2 Remote control via the rear USB port or interface module 33
3.5.3 Remote control via the front USB 34
3.5.4 Remote control via the analog interface (AI) 35
3.6 Alarms and monitoring 39
3.6.1 Definition of terms 39
3.6.2 Device alarm and event handling 39
3.7 Other applications 41
3.7.1 Two quadrants operation (2QO) 41
3.7.2 Series connection 44
3.7.3 Parallel operation in master-slave (MS) 44

4 SERVICE AND MAINTENANCE

4.1 Maintenance / cleaning 47
4.2 Fault finding / diagnosis / repair 47
4.2.1 Replacing a defect mains fuse 47
4.2.2 Firmware updates 47

5 CONTACT AND SUPPORT

5.1 Repairs 48
5.2 Contact options 48

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 9080-85 B 2Q	33 200 710
EL 9200-35 B 2Q	33 200 711
EL 9360-20 B 2Q	33 200 712
EL 9500-15 B 2Q	33 200 713
EL 9750-10 B 2Q	33 200 714

Model	Article nr.
EL 9080-170 B 2Q	33 200 715
EL 9200-70 B 2Q	33 200 716
EL 9360-40 B 2Q	33 200 717
EL 9500-30 B 2Q	33 200 718
EL 9750-20 B 2Q	33 200 719

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:

	Symbol for a life threatening danger
	Symbol for general safety notices (instructions and damage protection bans)
	Symbol for general notices

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 9080 - 85 B 2Q zzz

zzz	Field for identification of installed options and/or special models
2Q	Extra specification: **2Q** = Two quadrants (designed to work as load module in a two-quadrants operation mode system with a compatible power supply)
B	Construction / Version: **B** = 2nd generation
85	Maximum current of the device in Ampere
080	Maximum voltage of the device in Volt
9	Series : **9** = Series 9000
EL	Type identification: **EL** = Electronic Load, always programmable **ELR** = Electronic Load with Recovery

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.**

- 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 device in form of a red LED “**Error**” (also see section *1.8.4.*). 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 digital interfaces. When using to analog interface to monitor the device, only a few major alarm can be decoded. For details see *3.5.4.4*.

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

Signal **OT** (OverTemperature)	• Overheating of the device • DC input will be switched off • Non-critical
Signal **OVP** (OverVoltage)	• Overvoltage shutdown of the DC input occurs due to high voltage entering the device • Critical! The device and/or the source could be damaged
Signal **OCP** (OverCurrent)	• Shutdown of the DC input due to excess of the preset limit • Non-critical, protects the source from excessive current drain
Signal **OPP** (OverPower)	• Shutdown of the DC input due to excess of the preset limit • Non-critical, protects the source from excessive power drain
Signal **PF** (Power Fail)	• DC input shutdown due to AC undervoltage or internal auxiliary supply defect • Critical on AC overvoltage! AC mains input circuit could be damaged

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 1200 W	Model 2Q				
	EL 9080-85 B	*EL 9200-35 B*	*EL 9360-20 B*	*EL 9500-15 B*	*EL 9750-10 B*
AC mains supply					
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. 45 W	max. 45 W	max. 45 W	max. 45 W	max. 45 W
Leak current	< 3.5 mA	< 3.5 mA	< 3.5 mA	< 3.5 mA	< 3.5 mA
DC Input					
Max. input voltage U_{Max}	80 V	200 V	360 V	500 V	750 V
Input power P_{Max} (2	1200 W	1000 W	900 W	600 W	600 W
Max. input current I_{Max}	85 A	35 A	20 A	15 A	10 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 Δ / K	Voltage / current: 30 ppm				
Voltage regulation					
Adjustment range	0...80 V	0...200 V	0...360 V	0...500 V	0...750 V
Stability at ΔI	< 0.05% U_{Max}	< 0.05% U_{Max}	< 0.05% U_{Max}	< 0.05% U_{Max}	< 0.05% U_{Max}
Accuracy (1 (at 23 ± 5°C)	≤ 0.1% U_{Max}	≤ 0.1% U_{Max}	≤ 0.1% U_{Max}	≤ 0.1% U_{Max}	≤ 0.1% U_{Max}
Remote sensing compensation	max. 5% U_{Max}				
Current regulation					
Adjustment range	0...85 A	0...35 A	0...20 A	0...15 A	0...10 A
Stability at ΔU	< 0.1% I_{Max}	< 0.1% I_{Max}	< 0.1% I_{Max}	< 0.1% I_{Max}	< 0.1% I_{Max}
Accuracy (1 (at 23 ± 5°C)	≤ 0.2% I_{Max}	≤ 0.2% I_{Max}	≤ 0.2% I_{Max}	≤ 0.2% I_{Max}	≤ 0.2% I_{Max}
Rise time 10...90% I_{Nom}	< 23 µs	< 40 µs	< 24 µs	< 22 µs	< 18 µs
Fall time 90...10% I_{Nom}	< 46 µs	< 42 µs	< 38 µs	< 29 µs	< 40 µs
Power regulation					
Adjustment range	0…P_{Max}	0…P_{Max}	0…P_{Max}	0…P_{Max}	0…P_{Max}
Accuracy (1 (at 23 ± 5°C)	< 0.5% P_{Max}	< 0.5% P_{Max}	< 0.5% P_{Max}	< 0.5% P_{Max}	< 0.5% P_{Max}
Resistance regulation					
Adjustment range	0.08…30 Ω	0.44…200 Ω	1.4…600 Ω	2.5…1200 Ω	6…2500 Ω
Accuracy (at 23 ± 5°C)	≤1% of maximum resistance + 0.3% of maximum current				
Analog interface (3					
Set value inputs	U, I, P, R				
Actual value output	U, I				
Control signals	DC on/off, Remote on/off, R mode on/off				
Status signals	CV, OVP, OT				
Galvanic isolation to the device	max. 1500 V DC				
Sample rate (set value inputs)	500 Hz				

(1 In relation to a rated values, the accuracy defines the maximum deviation between a set value and the corresponding actual value
Example: the 85 A model has min. 0.2% 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 Up to 30°C ambient temperature, but less above this point and with continuous derating
(3 For technical specifications of the analog interface see *„3.5.4.4 Analog interface specification“ on page 36*

Up to 1200 W	Model 2Q				
	EL 9080-85 B	*EL 9200-35 B*	*EL 9360-20 B*	*EL 9500-15 B*	*EL 9750-10 B*
Insulation					
Input (DC) to enclosure	DC minus: permanent max. ±400 V DC plus: permanent max. ±400 V + max. input voltage				
Input (AC) to input (DC)	Max. 2500 V, short-term				
Environment					
Cooling	Temperature controlled fans				
Ambient temperature	0..50 °C				
Storage temperature	-20...70 °C				
Digital interfaces					
Featured	2x USB-B for communication and service, 1x Master-slave bus				
Slot for digital modules	CAN, CANopen, Profibus, Profinet, RS232, Ethernet, ModBus TCP, EtherCAT				
Galvanic isolation to the device	max. 1500 V DC				
Terminals					
Rear side	Share Bus, DC input, AC input, remote sensing, analog interface, USB-B, master-slave bus, interface module slot				
Front side	USB-B				
Dimensions					
Enclosure (WxHxD)	19“ x 2U x 464 mm				
Total (WxHxD)	483 mm x 88 mm x 538 mm				
Standards	EN 60950				
Weight	~ 9 kg	~ 9 kg	~ 9 kg	~ 9 kg	~ 9 kg
Article number	33200710	33200711	33200712	33200713	33200714

Up to 2400 W	Model 2Q				
	EL 9080-170 B	EL 9200-70 B	EL 9360-40 B	EL 9500-30 B	EL 9750-20 B
AC mains supply					
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. 45 W	max. 45 W	max. 45 W	max. 45 W	max. 45 W
Leak current	< 3.5 mA	< 3.5 mA	< 3.5 mA	< 3.5 mA	< 3.5 mA
DC Input					
Max. input voltage U_{Max}	80 V	200 V	360 V	500 V	750 V
Input power P_{Max} (2	2400 W	2000 W	1800 W	1200 W	1200 W
Max. input current I_{Max}	170 A	70 A	40 A	30 A	20 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 Δ / K	Voltage / current: 30 ppm				
Voltage regulation					
Adjustment range	0...80 V	0...200 V	0...360 V	0...500 V	0...750 V
Stability at ΔI	< 0.05% U_{Max}	< 0.05% U_{Max}	< 0.05% U_{Max}	< 0.05% U_{Max}	< 0.05% U_{Max}
Accuracy (1 (at 23 ± 5°C)	≤ 0.1% U_{Max}	≤ 0.1% U_{Max}	≤ 0.1% U_{Max}	≤ 0.1% U_{Max}	≤ 0.1% U_{Max}
Remote sensing compensation	max. 5% U_{Max}				
Current regulation					
Adjustment range	0...170 A	0...70 A	0...40 A	0...30 A	0...20 A
Stability at ΔU	< 0.1% I_{Max}	< 0.1% I_{Max}	< 0.1% I_{Max}	< 0.1% I_{Max}	< 0.1% I_{Max}
Accuracy (1 (at 23 ± 5°C)	≤ 0.2% I_{Max}	≤ 0.2% I_{Max}	≤ 0.2% I_{Max}	≤ 0.2% I_{Max}	≤ 0.2% I_{Max}
Rise time 10...90% I_{Nom}	< 23 µs	< 40 µs	< 24 µs	< 22 µs	< 18 µs
Fall time 90...10% I_{Nom}	< 46 µs	< 42 µs	< 38 µs	< 29 µs	< 40 µs
Power regulation					
Adjustment range	0…P_{Max}	0…P_{Max}	0…P_{Max}	0…P_{Max}	0…P_{Max}
Accuracy (1 (at 23 ± 5°C)	< 0.5% P_{Max}	< 0.5% P_{Max}	< 0.5% P_{Max}	< 0.5% P_{Max}	< 0.5% P_{Max}
Resistance regulation					
Adjustment range	0.04…15 Ω	0.22…100 Ω	0.7…300 Ω	1.25…600 Ω	3…1250 Ω
Accuracy (at 23 ± 5°C)	≤1% of maximum resistance + 0.3% of maximum current				
Analog interface (3					
Set value inputs	U, I, P, R				
Actual value output	U, I				
Control signals	DC on/off, Remote on/off, R mode on/off				
Status signals	CV, OVP, OT				
Galvanic isolation to the device	max. 1500 V DC				
Sample rate (set value inputs)	500 Hz				

(1 In relation to a rated values, the accuracy defines the maximum deviation between a set value and the corresponding actual value
Example: the 85 A model has min. 0.2% 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 Up to 30°C ambient temperature; above this point with continuous derating
(3 For technical specifications of the analog interface see *„3.5.4.4 Analog interface specification“ on page 36*

Up to 2400 W	Model 2Q				
	EL 9080-170 B	*EL 9200-70 B*	*EL 9360-40 B*	*EL 9500-30 B*	*EL 9750-20 B*
Insulation					
Input (DC) to enclosure	DC minus: permanent max. ±400 V DC plus: permanent max. ±400 V + max. input voltage				
Input (AC) to input (DC)	Max. 2500 V, short-term				
Environment					
Cooling	Temperature controlled fans				
Ambient temperature	0..50 °C				
Storage temperature	-20...70 °C				
Digital interfaces					
Featured	2x USB-B for communication and service, 1x Master-slave bus				
Slot for digital modules	CAN, CANopen, Profibus, Profinet, RS232, Ethernet, ModBus TCP, EtherCAT				
Galvanic isolation to the device	max. 1500 V DC				
Terminals					
Rear side	Share Bus, DC input, AC input, remote sensing, analog interface, USB-B, master-slave bus, interface module slot				
Front side	USB-A				
Dimensions					
Enclosure (WxHxD)	19“ x 2U x 464 mm				
Total (WxHxD)	483 mm x 88 mm x 538 mm				
Standards	EN 60950				
Weight	~ 11 kg	~ 11 kg	~ 11 kg	~ 11 kg	~ 11 kg
Article number	33200715	33200716	33200717	33200718	33200719

1.8.4 Views

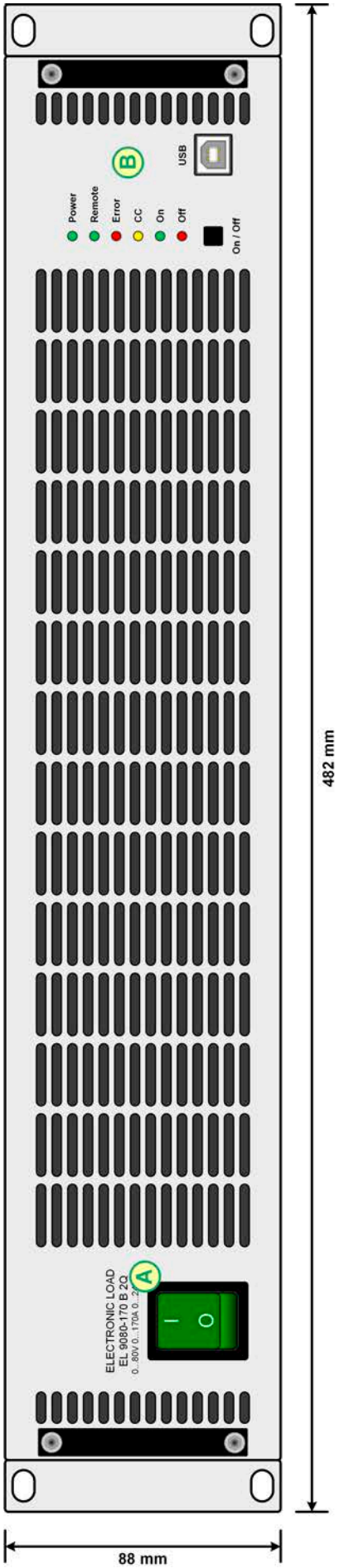


Figure 1 - Front view

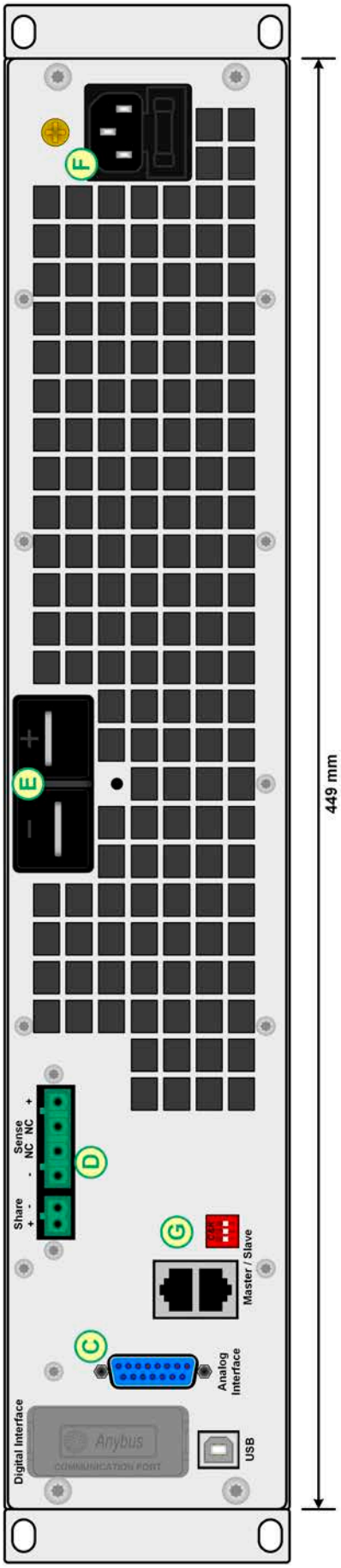


Figure 2 - Rear view

A - Power switch
B - Control panel
C - Control interfaces (digital, analog)

D - Share Bus and remote sensing connection
E - DC input (screw terminal for M6 screws)
F - AC socket

G - Master-Slave ports

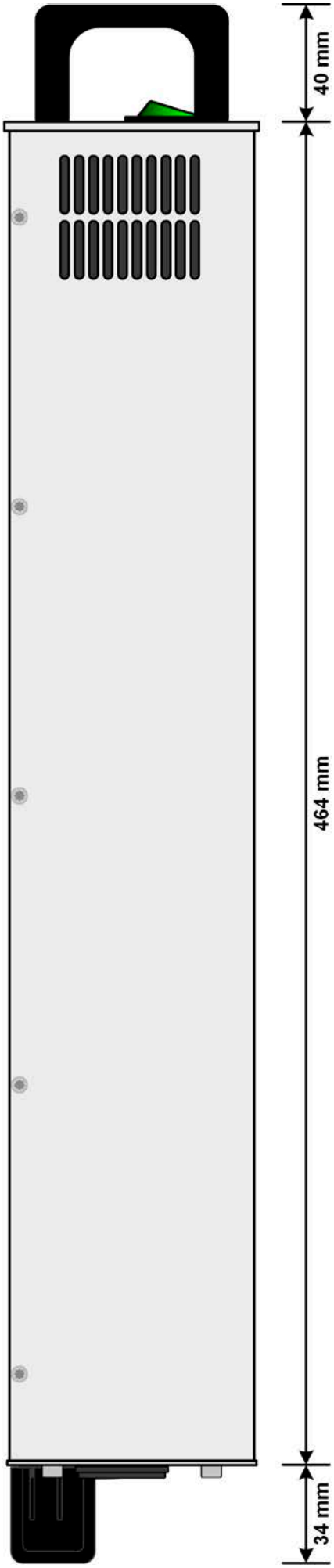


Figure 3 - Left hand side, with DC cover

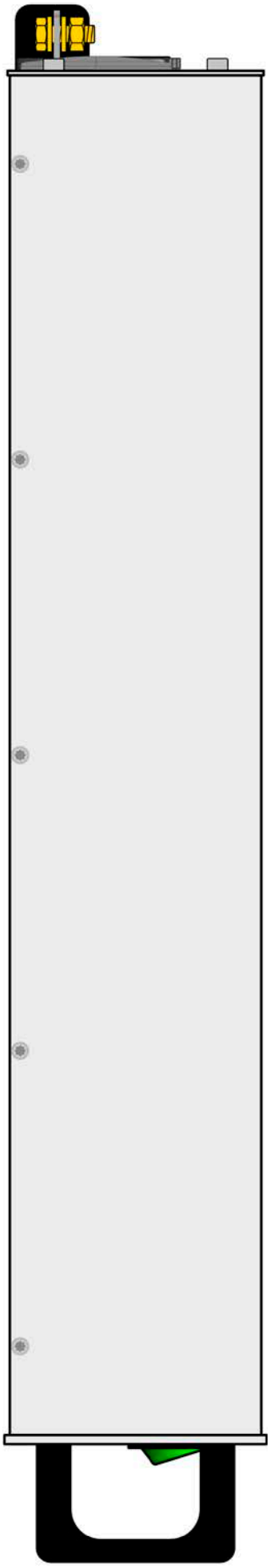


Figure 4 - Right hand side, without DC cover

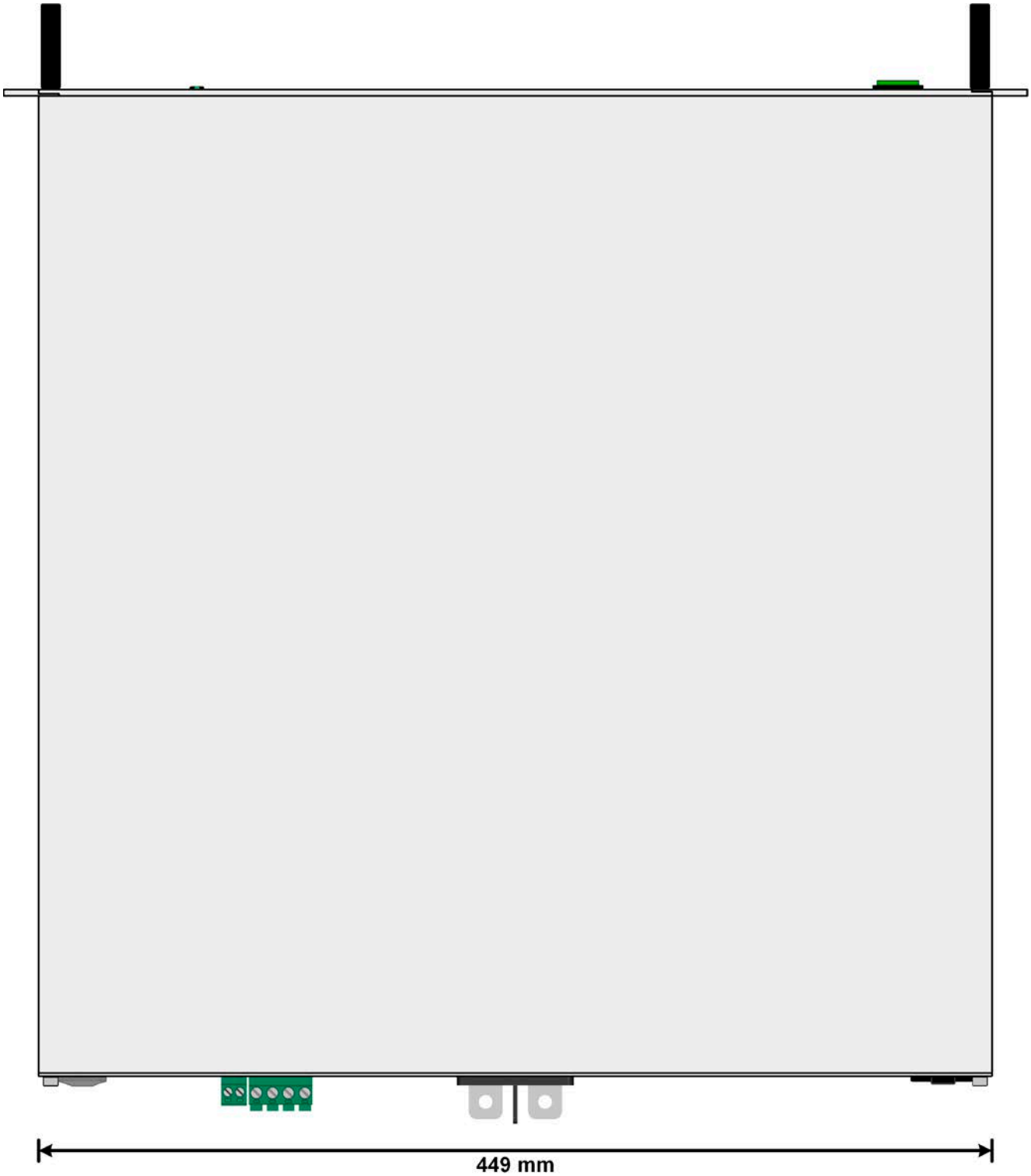


Figure 5 - Top view

1.8.5 Control elements

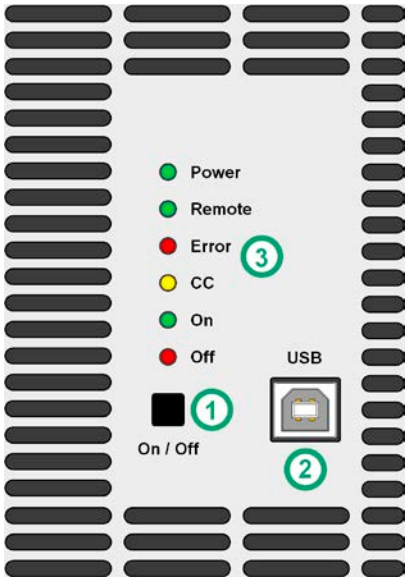


Figure 6 - Control Panel

Overview of the elements of the operating panel

For a detailed description see section *„1.9.5. The control panel (HMI)“.*

(1)	**On/Off button** Can be used to switch the DC input on or off during manual operation, while LED “Remote” = off
(2)	**USB port** 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.
(3)	**Status indicators (LED)** These six colour LEDs show the device status. For details refer to *1.9.4*.

1.9 Construction and function

1.9.1 General description

The 2Q in the series name EL 9000 B 2Q stands for “two-quadrants”and points the main purpose of these device which is to run as electronic load in a so-called two-quadrants system which is controlled by a power supply unit. Both together build what is also known as an application of the source-sink principle. Such a system is primarily used to test electric and electronic components which, besides being a load (i.e. sink) to any source, also can be sources of energy themselves, such as batteries or motors.

As a secondary purpose these device can be used as slave units with all models from EL 9000 B HP series to build a master-slave system with increased total power (up to 24 kW). Depending on the requirement, up to 9 units of 2Q devices can be connected and control by one master unit of EL 9000 B HP series.

Apart from basic functions of electronic loads, set point curves can be produced in the integrated function generator (sine, rectangular, triangular and other curve types). Arbitrary curves can even be stored on and uploaded from an USB stick.

For remote control using a PC or PLC the devices are provided as standard with an USB-B slot on the back side as well as a galvanically isolated analog interface.

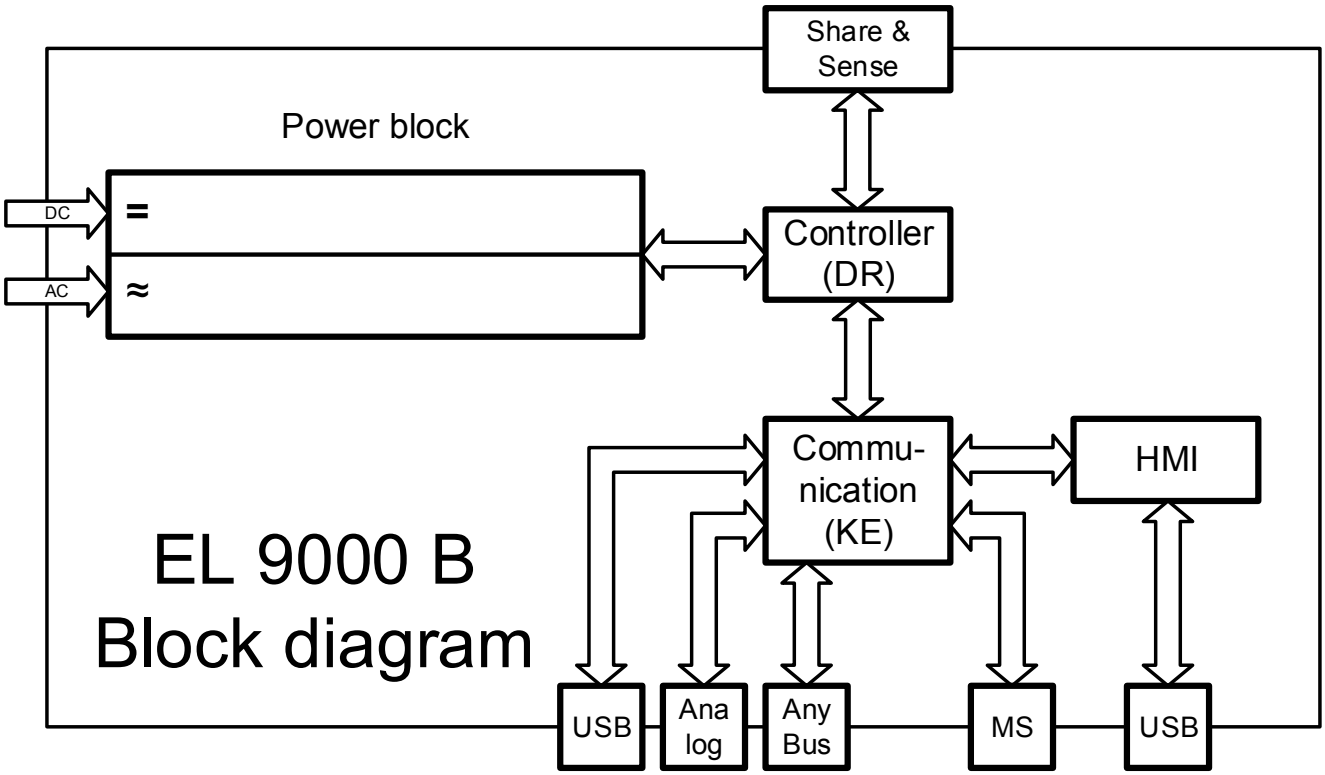
Via optional plug-in interface modules other digital interfaces such as Profibus, ProfiNet, ModBus TCP, CANopen, CAN and more can be added. These enable the devices to be connected to standard industrial buses simply by changing or adding a small module. The configuration is done via software from a PC, if at all necessary. Thus the loads may, for example, be operated with other loads or even other types of equipment or controlled by a PC or PLC, all using the digital interfaces.

All models are controlled by microprocessors. These enable an exact and fast measurement and display of actual values.

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

2 x Fill strip (for the purpose see *2.3.3.1*)

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 (IEC, schuko, 10 A)

1 x UK wall socket adapter (only included in delivery to the UK)

1.9.4 Accessories

For these devices the following accessories are available:

Digital interface modules **IF-AB**	Pluggable and retrofittable digital interface modules for RS232, CANopen, Ethernet, Profibus, ProfiNet, ModBus TCP or CAN are available. Details about the interface modules and the programming of the device using those interfaces can be found in separate documentation. It is usually available on the USB stick, which is included with the device, or as PDF download on the Elektro-Automatik website.

1.9.5 The control panel (HMI)

The HMI (**H**uman **M**achine **I**nterface) consists of six coloured LEDs, a pushbutton and an USB-B port.

1.9.5.1 Status indicators (LED)

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

LED	Colour	Indicates what when lit?
Power	orange / green	Orange = device is in boot phase or internal error occurred Green = device is ready for operation
Remote	green	Remote control by master or any of the USB ports is active. In this situation, manual control with button On/Off is locked.
Error	red	At least one unacknowledged device alarm is active. The LED can signalise all alarms as listed in *„3.6. Alarms and monitoring“.*
CC	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“.*
On	green	DC input is switched on
Off	red	DC input is switched off

1.9.5.2 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 2Q 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

1.9.5.3 Pushbutton “On / Off”

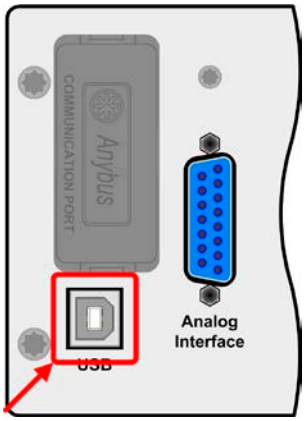
This button can be used to switch the DC input on or off during manual control, i.e. the device is not in remote control, by a master in master-slave or via any of the USB ports (LED “Remote” = off). Once pushed to switch the DC input on, the device would regulate the input to the last values it has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

1.9.6 USB-Port Type B (Back side)

The USB-B port on the back side of the device is provided for communication with the device and 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 on the included medium (USB stick) and installs a virtual COM port.

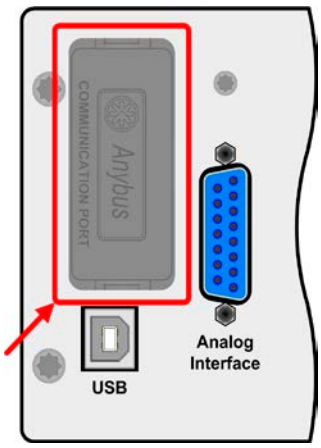
The device can be addressed via this port either using the international standard ModBus protocol or by SCPI language. The device recognises the message protocol used automatically. Details for remote control can be found on the web site of Elektro-Automatik or on the included medium.

If remote control is in operation the USB port has no priority over either the interface module (see below) or the analog interface and can, therefore, only be used alternatively to these. However, monitoring is always available.



1.9.7 Interface module slot

This slot on the back side of the device is used to install one of various modules of the IF-AB interface series. The following options are available:



Ordering no.	Name	Description
35400100	IF-AB-CANO	CANopen, 1x Sub-D 9pole male
35400101	IF-AB-RS232	RS 232, 1x Sub-D 9pole male (null modem)
35400103	IF-AB-PBUS	Profibus DP-V1 Slave, 1x Sub-D 9pole female
35400104	IF-AB-ETH1P	Ethernet, 1x RJ45
35400105	IF-AB-PNET1P	ProfiNET IO, 1x RJ45
35400107	IF-AB-MBUS1P	ModBus TCP, 1x RJ45
35400108	IF-AB-ETH2P	Ethernet, 2x RJ45
35400109	IF-AB-MBUS2P	ModBus TCP, 2x RJ45
35400110	IF-AB-PNET2P	ProfiNET IO, 2x RJ45
35400111	IF-AB-CAN	CAN 2.0A & 2.0B, 1x Sub-D 9pole male

The modules are installed by the user and can be retrofitted without problem. A firmware update of the device may be necessary in order to recognize and support certain modules.

If remote control is in operation the interface module has no priority over either the USB port or the analog interface and can, therefore, only be used alternately to these. However, monitoring is always available.

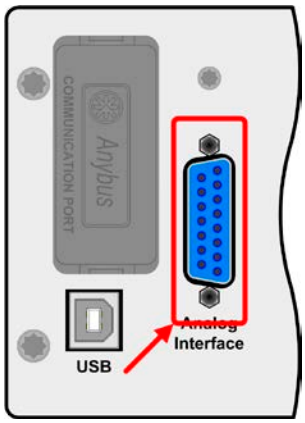
Switch off device before adding or removing modules!

1.9.8 Analog interface

This 15 pole Sub-D socket on the back side of the device is provided for remote control of the device via analog or digital signals.

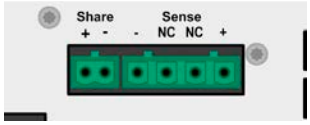
If remote control is in operation this analog interface can only be used alternately to the digital interface. However, monitoring is always available.

The input voltage range of the set values and the output voltage range of the monitor values, as well as reference voltage level can be switched between 0-5 V and 0-10 V, in each case for 0-100%. This is done via software EA Power Control or any other software using a specific configuration command.



1.9.9 “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. For details about this feature refer to *„3.7.3. Parallel operation in master-slave (MS)“* and *„3.7.1. Two quadrants operation (2QO)“*. Following power supply and electronic load series are compatible:

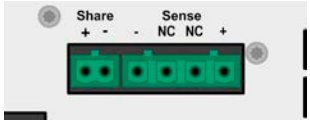


- PSI 9000 2U - 24U
- ELR 9000
- EL 9000 B / EL 9000 B HP / EL 9000 B 2Q
- PSE 9000
- PS 9000 1U / 2U / 3U *

* From hardware revision 2, see type label of those series (in case it does not show “Revision” on type label, it is revision 1)

1.9.10 “Sense” connector (remote sensing)

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. For more refer to *„2.3.7. Connection of remote sensing“*.



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.

1.9.11 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. 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. For more refer to *„3.7.3. Parallel operation in master-slave (MS)“*.

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

- Make sure 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

Connection to mains of electronic loads of EL 9000 B 2Q 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 or hot 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).

Acceptable and unacceptable installation positions:

Standing surface

2.3.3.1 Convert to desktop version

The device is primarily designed for installation in 19” racks and cabinets, but it can also be used as desktop device. For that, the 19” fixing brackets on the left and right edge of the front plate could be disturbing. In order to remove them and convert the device into a “desktop version”, do following:

1. Unscrew the black handles on the front (hexagon screws) and put them aside.
2. Remove the fixing brackets on the sides by simply pulling them out.
3. Insert the included fill strips ( ) so the drilling holes match the ones on the front plate
4. Screw the black handles again.

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 on the back side of the device and is **not** protected by a fuse. The cross section of the connection cable is determined by the current consumption, cable length and ambient temperature.

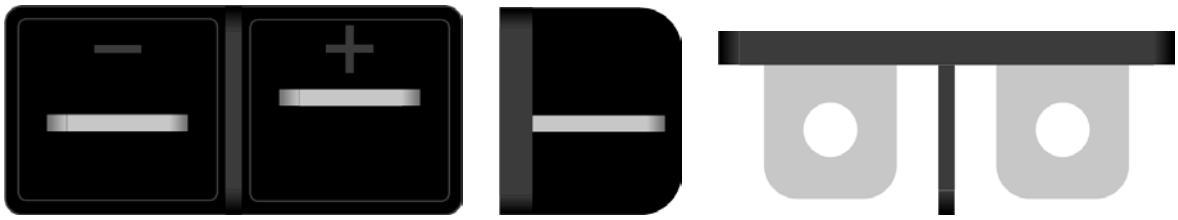
For cables up to **5 m** and average ambient temperature up to 50 °C, we recommend:

up to **20 A**:	4 mm²	up to **40 A**:	6 mm²
up to **70 A**:	16 mm²	up to **85 A**:	25 mm²
up to **170 A**:	70 mm²		

per connection pole (multi-conductor, insulated, openly suspended). Single cables of, for example, 70 mm² may be replaced by 2x 25 mm² etc. If the cables are long then the cross section must be increased to avoid voltage loss and overheating.

2.3.4.1 DC terminal

The table below shows an overview of the various DC terminals. It is recommended that connection of load cables always utilises flexible cables with ring lugs.



M6 bolt on a nickel plated copper bar

Recommendation: Ring lugs 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 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. In case, the plastic DC cover is going to be used, only horizontal lead of the cables is possible.

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 *1.8.3*, 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 2U, in order to run a two-quadrants operation. For further information about this mode of operation can be found in section *„3.7.1. 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 10 units and only between compatible devices as listed in section *„1.9.9. “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. One power supply unit is then configured as master. The group of power supplies may use the master-slave bus for true master-slave operation, the group of loads may not, because there must be only one master unit on the Share bus.

2.3.7 Connection of remote sensing

- 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 mm²*
- *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. For an example see Figure 7 below.*
- *In master-slave operation, the remote sensing should be connected to the master unit only*

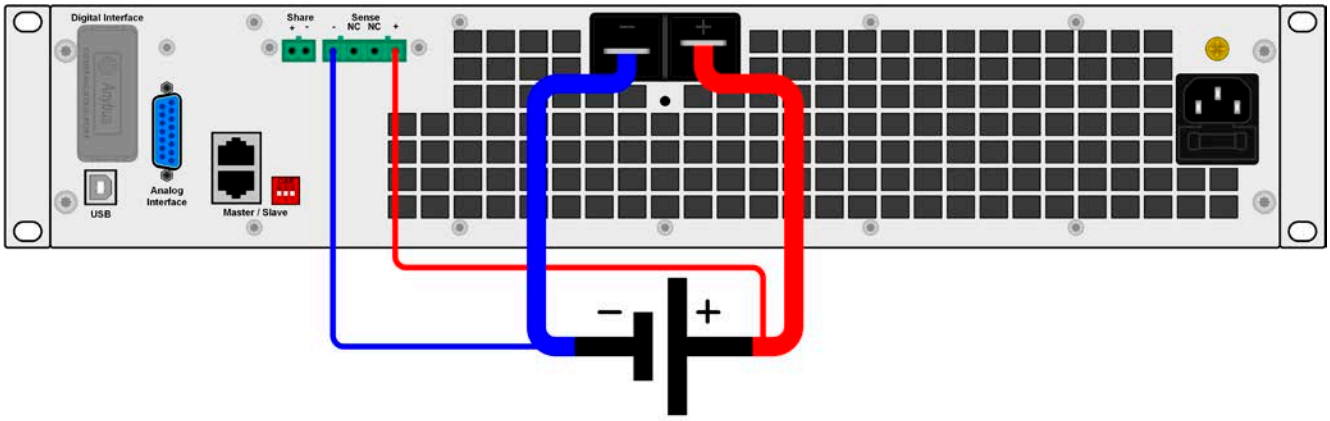


Figure 7 - Principle of remote sensing wiring

2.3.8 Connecting the USB ports

In order to remotely control the device via this 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“.

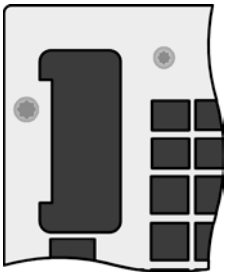
2.3.9 Installation of an interface module

The various interface modules can be retrofitted by the user and are exchangeable with each other. The settings for the currently installed module vary and need to be checked and, if necessary, corrected on initial installation and after module exchange.

- Common ESD protection procedures apply when inserting or exchanging a module!
- The device must be switched off before insertion or removal of a module!
- Never insert any other hardware other than these interface modules into the slot!
- If no module is in use it is recommended that the slot cover is mounted in order to avoid internal dirtying of the device and changes in the air flow

Installation steps:

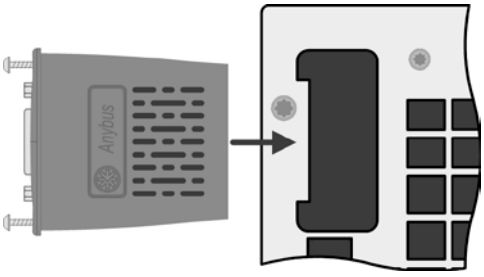
1.



Remove the slot cover. If needed use a screw driver.

Check that the fixing screws of an already installed module are fully retracted. If not, unscrew them (Torx 8) and remove module.

2.

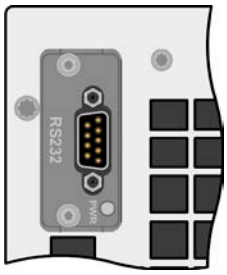


Insert the interface module into the slot. The shape ensures correct alignment.

When inserting take care that it is held as close as possible to a 90 ° angle to the rear wall of the device. Use the green PCB, which you can recognize on the open slot as, as guide. At the end is a socket for the module.

On the underside of the module are two plastic nibs which must click into the green PCB so that the module is properly aligned on the rear wall of the device.

3.



Slide the module into place as far as it will go.

The screws (Torx 8) are provided for fixing the module and should be fully screwed in. After installation, the module is ready for use and can be connected.

Removal follows the reverse procedure. The screws can be used to assist in pulling out the module.

2.3.10 Connecting the analog interface

The 15 pole connector (Type: Sub-D, D-Sub) on the rear side is an analog interface. To connect this to a controlling hardware (PC, electronic circuit), a standard plug is necessary (not included in the scope of delivery). It is generally advisable to switch the device completely off before connecting or disconnecting this connector, but at least the DC input.

⚠	The analog interface is galvanically isolated from the device internally. Therefore do not connect any ground of the analog interface (AGND) to the DC minus input as this will cancel the galvanic isolation.

2.3.11 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!

2.3.12 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 *„2.3.11. 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 $P = U_{IN} * I_{IN}$ 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, then the condition “CV mode active” will be shown on the graphics display by the abbreviation CV, as well it will be passed as a signal to the analog interface and stored as internal status which can be read via digital interface.

3.2.1.1 Speed of the voltage controller

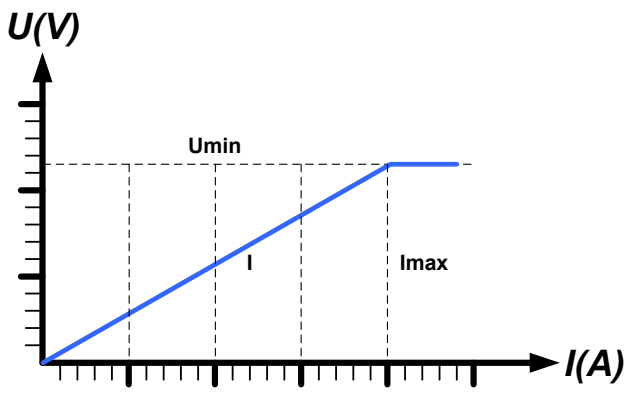
The internal voltage controller can be switched between “Slow” and “Fast” via software configuration. Factory default value is “Slow”. Which setting to select depends on the actual situation in which the device is going to be operated, but primarily it depends of the type of voltage source. An active, 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 shown on the graphics display by the abbreviation CC, as well it will be passed as a signal to the analog interface and stored as internal status which can be read via digital interface.

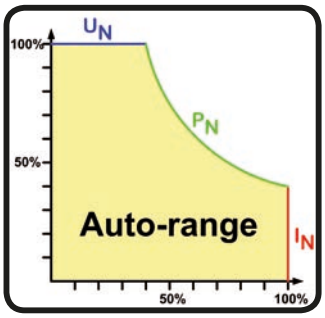
3.2.3 Resistance regulation / constant resistance

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" will be shown on the graphics display by the abbreviation CR, as well it will be stored as internal status which can be read via digital interface.

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 limitation 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 operation is active, the condition "CP mode active" will be shown on the graphic display by the abbreviation CP, as well it will be stored as internal status which can be read via digital interface.

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 and displayed set current value is always the upper limit only.

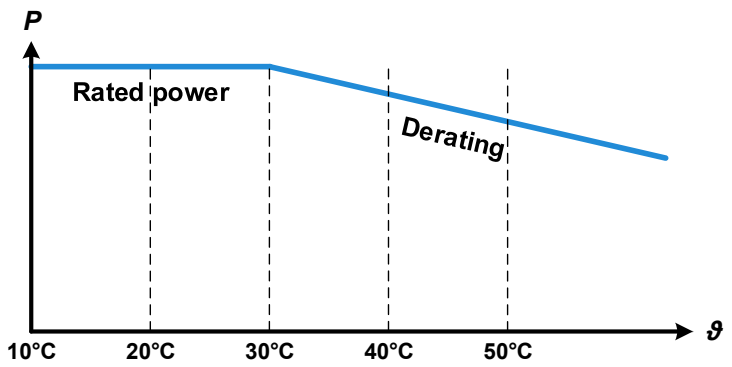
3.2.4.1 Temperature dependent derating

This series consists of conventional electronic loads which convert the consumed electrical energy into heat dissipation. In order to avoid overheating, the device will automatically reduce, i.e. derate the max. input power when heating up. This derating is depending on the ambient temperature.

All models can take their rated input power up to an ambient temperature of 30°C (86°F). Above this limit, the max. input power is constantly derated.

In situations where the device is supplied with less power than rated, the derating won't impact the operation. However, the internal power reduction could still be active. For example, when running a model with 2400 W rated power at 1600 W constant actual power and increased ambient temperature above 30°C (86°F), while the power limit is set to 2400 W, and your source would do a voltage step or the load would do a current step, the adjusted power of 2400 W could still not be achieved.

Principle view of the derating characteristics:



Starting at around 30°C (86°F) ambient temperature, the derating will continuously step down the available input power.

The temperature range of the device is rated up to 50°C (122°F). Above that point, the system could shut down because of overtemperature (OT). However, due to the continuous derating that will happen, if at all, only above 80°C (176°F).

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 39.

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 and doesn’t require to be acknowledged.

Switching off the device by the mains switch can’t be distinguished from a mains blackout and thus the device will signalise an alarm via LED “Error” every time the device 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 acoustically or 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.

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 possible via the built-in analog or any of the digital interfaces. Digital interfaces are the two USB ports, the optional interface modules and also the closed master-slave bus, via which the device could be controlled by a master unit in master-slave operation.

Important here is that only the analog or one of the digital interfaces 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 analog remote control is active, the device would report an error via the digital interface. In the opposite direction a switch-over via pin **Remote** would be ignored. In all cases, however, status monitoring and reading of values are always possible.

3.5.2 Remote control via the rear USB port or interface module

3.5.2.1 Selecting an interface

All models of series EL 9000 B 2Q support, in addition to the built-in rear USB port, the following optionally available interface modules:

Short ID	Type	Ports	Description*
IF-AB-CANO	CANopen	1	CANopen slave with generic EDS
IF-AB-RS232	RS232	1	Standard RS232, serial
IF-AB-PBUS	Profibus	1	Profibus DP-V1 slave
IF-AB-ETH1P	Ethernet	1	Ethernet TCP
IF-AB-PNET1P	ProfiNet	1	Profinet DP-V1 slave
IF-AB-MBUS	ModBus TCP	1	ModBus TCP/RTU protocol via Ethernet
IF-AB-ETH2P	Ethernet	2	Ethernet TCP, with switch
IF-AB-MBUS2P	ModBus TCP	2	ModBus TCP/RTU protocol via Ethernet
IF-AB-PNET2P	ProfiNet	2	Profinet DP-V1 slave, with switch
IF-AB-CAN	CAN	1	Modified ModBus RTU via CAN

* For technical details of the various modules see the extra documentation “Programming Guide Modbus & SCPI”

3.5.2.2 General information about the interface modules

For installation see section *„2.3.9. Installation of an interface module“*.

The modules require little or no settings for operation and can be directly used with their default configuration. All specific settings will be permanently stored such that, after changeover between the various models, no re-configuration will be necessary. Changing settings is done using remote control and specific configuration commands. Refer to the programming guide on the included USB stick. There are several ways to transfer these commands, such as LabView or SCPI via a terminal software.

3.5.2.3 Programming

Programming details for the interfaces, 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 EA Elektro-Automatik website.

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_HMIx.xx+_EN.pdf) for the front USB port.

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.

*IDN?	SYSTem:ALARm:ACTion:PFAil
*CLS	SYSTem:ALARm:ACTion:PFAil?
*RST	SYSTem:ALARm:COUNt:OCURrent?
*ESE	SYSTem:ALARm:COUNt:OPOWer?
*ESE?	SYSTem:ALARm:COUNt:OTEMperature?
*ESR	SYSTem:ALARm:COUNt:OVOLtage?
*STB?	SYSTem:ALARm:COUNt:PFAil?
[SOURce:]CURRent	SYSTem:COMMunicate:TIMeout?
[SOURce:]CURRent?	SYSTem:CONFig:MODE
[SOURce:]CURRent:LIMit:HIGH?	SYSTem:CONFig:MODE?
[SOURce:]CURRent:LIMit:LOW?	SYSTem:CONFig:OCD
[SOURce:]CURRent:PROTection[:LEVel]	SYSTem:CONFig:OCD?
[SOURce:]CURRent:PROTection[:LEVel]?	SYSTem:CONFig:OCD:ACTion
[SOURce:]IRRAdiation	SYSTem:CONFig:OCD:ACTion?
[SOURce:]IRRAdiation?	SYSTem:CONFig:OPD
[SOURce:]POWer	SYSTem:CONFig:OPD?
[SOURce:]POWer?	SYSTem:CONFig:OPD:ACTion
[SOURce:]POWer:LIMit:HIGH?	SYSTem:CONFig:OPD:ACTion?
[SOURce:]POWer:PROTection[:LEVel]	SYSTem:CONFig:INPut:RESTore
[SOURce:]POWer:PROTection[:LEVel]?	SYSTem:CONFig:INPut:RESTore?
[SOURce:]RESistance	SYSTem:CONFig:OVD
[SOURce:]RESistance?	SYSTem:CONFig:OVD?
[SOURce:]RESistance:LIMit:HIGH?	SYSTem:CONFig:OVD:ACTion
[SOURce:]VOLTage	SYSTem:CONFig:OVD:ACTion?
[SOURce:]VOLTage?	SYSTem:CONFig:UCD
[SOURce:]VOLTage:LIMit:HIGH?	SYSTem:CONFig:UCD?
[SOURce:]VOLTage:LIMit:LOW?	SYSTem:CONFig:UCD:ACTion
[SOURce:]VOLTage:PROTection[:LEVel]	SYSTem:CONFig:UCD:ACTion?
[SOURce:]VOLTage:PROTection[:LEVel]?	SYSTem:CONFig:USER:TEXT
MEASure:[SCALar:]CURRent[:DC]?	SYSTem:CONFig:USER:TEXT?
MEASure:[SCALar:]POWer[:DC]?	SYSTem:CONFig:UVD
MEASure:[SCALar:]VOLTage[:DC]?	SYSTem:CONFig:UVD?
INPut[:STATe]	SYSTem:CONFig:UVD:ACTion
INPut[:STATe]?	SYSTem:CONFig:UVD:ACTion?
STATus:OPERation?	SYSTem:DEVice:CLAss?
STATus:QUEStionable?	SYSTem:ERRor:ALL?

SYSTem:ERRor:NEXT?	SYSTem:NOMinal:CURRent?
SYSTem:ERRor?	SYSTem:NOMinal:POWer?
SYSTem:LOCK	SYSTem:NOMinal:RESistance:MAXimum?
SYSTem:LOCK?	SYSTem:NOMinal:RESistance:MINimum?
SYSTem:LOCK:OWNer?	SYSTem:NOMinal:VOLTage?

3.5.4 Remote control via the analog interface (AI)

3.5.4.1 General

The built-in, galvanically isolated, 15-pole analog interface (short: AI) is on the back side of the device offers the following possibilities:

- Remote control of current, voltage, power and resistance
- Remote status monitoring (CV)
- Remote alarm monitoring (OT, OVP, PF)
- Remote monitoring of actual values
- Remote on/off switching of the DC input

Setting the **three** set values for voltage, current and power via the analog interface must always be done **concurrently**. It means, that for example the voltage can not be given via the AI and current and power set by the rotary knobs, or vice versa. Resistance mode is additionally possible and requires to set the corresponding pin.

The OVP set value and other supervision (events) and alarm thresholds cannot be set via the AI and therefore must be adapted to the given situation before the AI will be in control. Analog set values can be supplied by an external voltage or generated from the reference voltage on pin 3. As soon as remote control via the analog interface is activated, the displayed set values will be those provided by the interface.

The AI can be operated in the common voltage ranges 0...5 V and 0...10 V in each case 0...100% of the nominal value. The selection of the voltage range can is done via software configuration, such as with EA Power Control.

The reference voltage sent out from Pin 3 (VREF) will be adapted accordingly:

0-5 V: Reference voltage = 5 V, 0...5 V set value signal for VSEL, CSEL, PSEL and RSEL correspond to 0...100% nominal value, 0...100% actual values correspond to 0...5 V at the actual value outputs CMON and VMON.

0-10 V: Reference voltage = 10 V, 0...10 V set value signal for VSEL, CSEL, PSEL and RSEL correspond to 0...100% nominal values, 0...100% actual values correspond to 0...10 V at the actual value outputs CMON and VMON.

Input of excess signals (e.g. >5 V in selected 5 V range or >10 V in the 10 V range) are clipped by the device by setting the corresponding set value to 100%.

Before you begin, please read these important notes about the use of the interface:

- Analog remote control of the device must be activated by switching pin “REMOTE” (5) first. Only exception is pin REM-SB, which can be used independently
- Before the hardware is connected that will control the analog interface, it shall be checked that it can’t provide voltage to the pins higher than specified
- Set value inputs, such as VSEL, CSEL, PSEL and RSEL (if R mode is activated), must not be left unconnected (i.e. floating) during analog remote control. In case any of the set values is not used for adjustment, it can be tied to a defined level or connected to pin VREF (solder bridge or different), so it gives 100%

⚠	The analog interface is galvanically isolated from the DC input. Therefore do not connect any ground of the analog interface to the DC- or DC+ input, if not absolutely necessary!

3.5.4.2 Acknowledging device alarms

Device alarms (see *3.6.2*) are always indicated via LED “Error” on the front and some of them are also reported as signal on the analog interface socket (see table below).

In case of a device alarm occurring during remote control via analog interface, the DC input will be switched off the same way as in other control modes. While alarms like OT (overtemperature), PF (power fail) and OV (overvoltage) can be monitored via the corresponding pins of the interface, other alarms like overcurrent (OC) can’t. Those could only be detected via the actual values of voltage and current being all zero contrary to the set values.

Some device alarms (OV, OCP and OPP) have to be acknowledged, either by the user of the device or by the controlling unit. Also see *„3.6.2. Device alarm and event handling“*. Acknowledgement is done with pin REM-SB switching the DC input off and on again, means a HIGH-LOW-HIGH edge (at least 50 ms for LOW), when using the default level setting for this pin.

3.5.4.3 Resolution and sample rate

The analog interface is internally sampled and processed by a digital microcontroller. This causes a limited resolution of analog steps. The resolution is the same for set values (VSEL etc.) and actual values (VMON/CMON) and is 26214 when working with the 10 V range. In the 5 V range this resolution halves. Due to tolerances, the truly achievable resolution can be slightly lower.

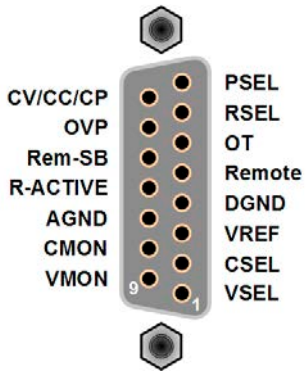
There is furthermore a max. sample rate of 500 Hz. It means, the device can acquire analog set values and states on digital pins 500 times per second.

3.5.4.4 Analog interface specification

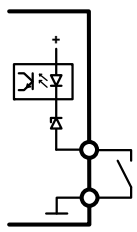
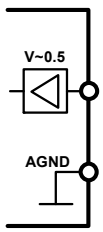
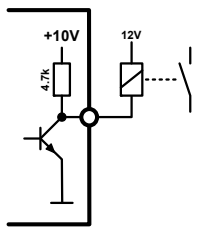
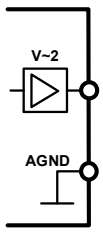
Pin	Name	Type*	Description	Default levels	Electrical specification
1	VSEL	AI	Set voltage value	0…10 V or. 0...5 V correspond to 0..100% of U_{Nom}	Accuracy 0-5 V range: < 0.4% **** Accuracy 0-10 V range: < 0.2% **** Input impedance R_i >40 k...100 k
2	CSEL	AI	Set current value	0…10 V or. 0...5 V correspond to 0..100% of I_{Nom}	
3	VREF	AO	Reference voltage	10 V or 5 V	Tolerance < 0.2% at I_{max} = +5 mA Short-circuit-proof against AGND
4	DGND	POT	Ground for all digital signals		For control and status signals.
5	REMOTE	DI	Remote control	Remote = LOW, U_{Low} <1 V Internal = HIGH, U_{High} >4 V Internal = Open	Voltage range = 0…30 V I_{Max} = -1 mA bei 5 V $U_{LOW\ to\ HIGH\ typ.}$ = 3 V Rec’d sender: Open collector against DGND
6	OT / PF	DO	Overheating alarm / Power fail	Alarm OT= HIGH, U_{High} > 4 V No Alarm OT= LOW, U_{Low} <1 V	Quasi open collector with pull-up against Vcc ** With 5 V on the pin max. flow +1 mA I_{Max} = -10 mA at U_{CE} = 0,3 V U_{Max} = 30 V Short-circuit-proof against DGND
7	RSEL	AI	Set internal resistance value	0…10 V or. 0...5 V correspond to 0..100% of R_{Max}	Accuracy 0-5 V range: < 0.4% **** Accuracy 0-10 V range: < 0.2% **** Input impedance R_i >40 k...100 k
8	PSEL	AI	Set power value	0…10 V or. 0...5 V correspond to 0..100% von P_{Nom}	
9	VMON	AO	Actual voltage	0…10 V or. 0...5 V correspond to 0..100% von U_{Nom}	Accuracy < 0.2% at I_{Max} = +2 mA Short-circuit-proof against AGND
10	CMON	AO	Actual current	0…10 V or. 0...5 V correspond to 0..100% von I_{Nom}	
11	AGND	POT	Ground for all analog signals		For -SEL, -MON, VREF Signals
12	R-ACTIVE	DI	R mode on / off	On = LOW, U_{Low} <1 V Off = HIGH, U_{High} >4 V Off = Open	Voltage range = 0…30 V I_{Max} = -1 mA bei 5 V $U_{LOW\ to\ HIGH\ typ.}$ = 3 V Rec’d sender: Open collector against DGND
13	REM-SB	DI	DC input OFF (DC input ON) (ACK alarms ***)	Off = LOW, U_{Low} <1 V On= HIGH, U_{High} >4 V On = Open	Voltage range = 0…30 V I_{Max} = +1 mA at 5 V Rec’d sender: Open collector against DGND
14	OVP	DO	Overvoltage alarm	Alarm OV = HIGH, U_{High} > 4 V No alarm OV = LOW, U_{Low} <1 V	Quasi open collector with pull-up against Vcc ** With 5 V on the pin max. flow +1 mA I_{Max} = -10 mA at U_{CE} = 0,3 V, U_{Max} = 30 V Short-circuit-proof against DGND
15	CV	DO	Constant voltage regulation active	CV = LOW, U_{Low} <1 V CC/CP/CR = HIGH, U_{High} >4 V	

* AI = Analog Input, AO = Analog Output, DI = Digital Input, DO = Digital Output, POT = Potential ** Internal Vcc approx. 10 V
*** Only during remote control **** The error of a set value input adds to the general error of the related value on the DC input of the device

3.5.4.5 Overview of the Sub-D Socket

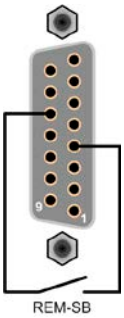


3.5.4.6 Simplified diagram of the pins

	**Digital Input (DI)** It requires to use a switch with low resistance (relay, switch, circuit breaker etc.) in order to send a clean signal to the DGND.		**Analog Input (AI)** High resistance input (impedance >40 k....100 kΩ) for an OA circuit.
	**Digital Output (DO)** A quasi open collector, realised as high resistance pull-up against the internal supply. In condition LOW it can carry no load, merely switch, as shown in the diagram with a relay as example.		**Analog Output (AO)** Output from an OA circuit, only low impedance. See specifications table above.

3.5.4.7 Application examples

a) Switching off the DC input via the pin "REM-SB"



!	*A digital output, e.g. from a PLC, may be unable to cleanly effect this as it may not be of low enough resistance. Check the specification of the controlling application. Also see pin diagrams above.*

In remote control, pin REM-SB is be used to switch the DC input of the device on and off. This is also available without remote control being active.

It is recommended that a low resistance contact such as a switch, relay or transistor is used to switch the pin to ground (DGND).

Following situations can occur:

- **Remote control has been activated**

During remote control via analog interface, only pin "REM-SB" determines the states of the DC input, according to the levels definitions in *3.5.4.4*. The logical function and the default levels can be inverted by a parameter via software configuration. See EA Power Control or the included programming guide on USB stick.

!	*If the pin is unconnected or the connected contact is open, the pin will be HIGH. With parameter "Analog interface REM-SB" being set to "normal", it requests "DC input on". So when activating remote control, the DC input would instantly switch on.*

- **Remote control is not active**

In this mode of operation pin “REM-SB” can serve as lock, preventing the DC input from being switched on by any means. This results in following possible situations:

DC-input	+	Pin „REM-SB“	+	Parameter „REM-SB“	➔	Behaviour
is off	+	HIGH	+	normal	➔	DC input not locked. It can be switched on by pushbutton “On/Off” (front panel) or via command from digital interface.
		LOW	+	inverted		
	+	HIGH	+	inverted	➔	DC input locked. It can not be switched on by pushbutton “On/Off” (front panel) or via command from digital interface. When trying to switch on, a popup in the display resp. an error message will be generated.
		LOW	+	normal		

In case the DC input is already switched on, toggling the pin will switch the DC input off, similar to what it does in analog remote control:

DC-input	➔	Pin „REM-SB“	+	Parameter „REM-SB“	➔	Behaviour
is on	➔	HIGH	+	normal	➔	DC input remains on, nothing is locked. It can be switched on or off by pushbutton or digital command.
		LOW	+	inverted		
	➔	HIGH	+	inverted	➔	DC input will be switched off and locked. Later it can be switched on again by toggling the pin. During lock, pushbutton or digital command can delete the request to switch on by pin.
		LOW	+	normal		

b) Remote control of current and power.

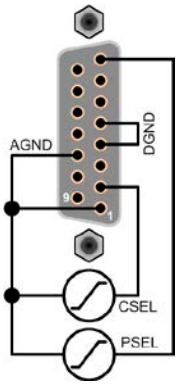
Requires remote control to be activated (Pin “Remote” = LOW)

The set values PSEL and CSEL are generated from, for example, the reference voltage VREF, using potentiometers for each. Hence the electronic load can selectively work in current limiting or power limiting mode. According to the specification of max. 5 mA for the VREF output, potentiometers of at least 10 kΩ must be used.

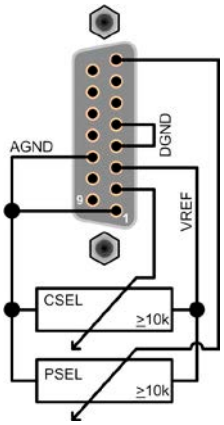
The voltage set value VSEL is directly connected to AGND (ground) and therefore has no influence on constant current or power operation.

If the control voltage is fed in from an external source it is necessary to consider the input voltage ranges for set values (0...5 V or 0...10 V).

Use of the input voltage range 0...5 V for 0...100% set value halves the effective resolution.



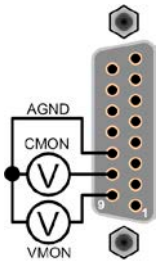
Example with external voltage source



Example with potentiometers

c) Reading actual values

The AI provides the DC input values as current and voltage monitor. These can be read using a standard multimeter or similar.



3.6 Alarms and monitoring

3.6.1 Definition of terms

The device signalises 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 intput 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.

In order to acknowledge an alarm during analog remote control, see *„3.5.4.2. Acknowledging device alarms“*. To acknowledge in digital remote, refer to the external documentation “Programming ModBus & SCPI”.

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

Alarm	Meaning	Description	Range	Indication
OVP	**O**ver**V**oltage **P**rotection	Triggers an alarm if the DC input voltage reaches the defined threshold. The DC input will be switched off..	0 V...1.03*U_{Nom}	LED “Error”, analog & digital interfaces
OCP	**O**ver**C**urrent **P**rotection	Triggers an alarm if the DC input current reaches the defined threshold. The DC input will be switched off..	0 A....1.1*I_{Nom}	LED “Error”, digital interfaces
OPP	**O**ver**P**ower **P**rotection	Triggers an alarm if the DC input power reaches the defined threshold, The DC input will be switched off..	0 W...1.1*P_{Nom}	LED “Error”, digital interfaces

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

Alarm	Meaning	Description	Indication
PF	**P**ower **F**ail	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.	LED "Error", analog & digital interfaces
OT	**O**ver**Tem-perature**	Triggers an alarm if the internal temperature exceeds a certain limit. The DC input will be switched off.	LED "Error", analog & digital interfaces
MSP	**M**aster-**S**lave **P**rotection	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.	LED "Error", digi-tal interfaces

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 **SIGNAL** or **WARNING** a bit in the status register of the device will be set. That register can be read via USB. With this series, actions **SIGNAL** and **WARNING** are equal.
ALARM	On reaching the condition which triggers the event with action **ALARM** 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.

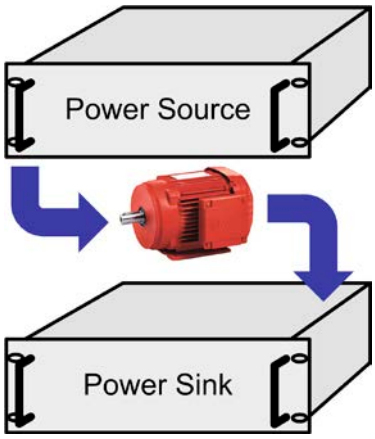
Event	Meaning	Description	Range
UVD	**U**nder**V**oltage **D**etection	Triggers an event if the input voltage falls below the defined threshold.	0 V...U_{Nom}
OVD	**O**ver**V**oltage **D**etection	Triggers an event if the input voltage exceeds the de-fined threshold.	0 V...U_{Nom}
UCD	**U**nder**C**urrent **D**etection	Triggers an event if the input current falls below the defined threshold.	0 A...I_{Nom}
OCD	**O**ver**C**urrent **D**etection	Triggers an event if the input current exceeds the de-fined threshold.	0 A...I_{Nom}
OPD	**O**ver**P**ower **D**etection	Triggers an event if the input power exceeds the defined threshold.	0 W...P_{Nom}

As soon as an event is set up with an action other than "NONE" while the DC input is still switched on, it can im-mediately 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 Two quadrants operation (2QO)

3.7.1.1 Introduction



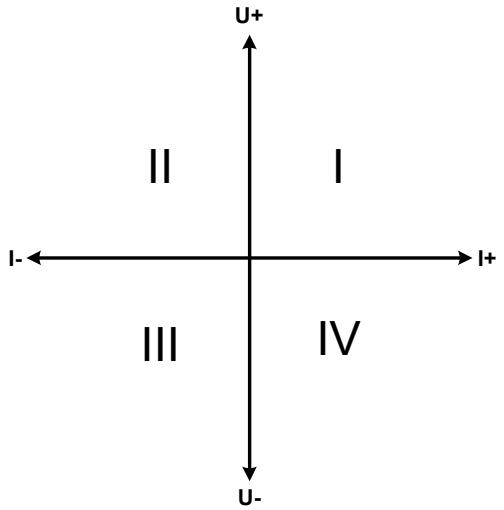
This kind of operation refers to the use of a source, in this case a power supply from a compatible series (see section *„1.9.9. "Share" connector"*) and a sink, in this case a series EL 9000 B 2Q electronic load. The "2Q" in the series name points to the primary function of the models in this series, i.e. to work in two-quadrants operation where they play a secondary role, being controlled by a power supply over the so-called Share bus. This bus is an analog connection that determines the voltage level and thus the input current of the sink. Other parameters, which are also required for correct operation, have to be adjusted by the user via the available digital interfaces, at least for the 2Q model.

With the Share bus connection in effect the source and sink work as a combination where both parts act alternatingly. This allows for a multitude of possible applications, such as charging and discharging batteries as part of an end test in production lines or quickly discharging the typical output capacities of switching power supplies which eventually improves the voltage dynamics.
Other applications may require to operate the sink independently and permanently active on the DC output of the source. This can be done by disconnecting the Share bus. In this mode of operation both units are only connected on the DC side. The sink would then only start to react above a certain voltage threshold, for example in order to clip the regenerated energy of a decelerating motor which could cause an excess voltage which is fed back to the source, the power supply.

The user can decide all the time to either operate the system manually or to remotely control only the power supply device as the driving unit or both devices by PC. It is recommended to focus on the power supply. Two quadrant operation is only suitable for constant voltage operation (CV).

In situations where one power supply and one electronic load don't suffice regarding the available power, the units can each be extended by further units with identical ratings in master-slave mode and parallel connection.

Clarification:



A combination of source and sink can only make use of quadrants I + II, thus the name "two-quadrants operation". The source (power supply) is hereby assigned to quadrant "I" and the sink (electronic load) to quadrant "II". This means that only positive voltages are possible.

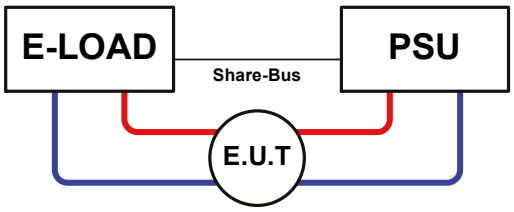
Considering the system is done with the focus on the E.U.T, the equipment under test. The positive current is generated by the source and flows with positive direction to the E.U.T, while the negative current flows from the E.U.T into the sink.

Typical applications:

- Fuel cells
- Capacitor tests
- Motor driven applications
- Electronic tests where a high dynamic discharge is required.

3.7.1.2 Connecting devices to a 2QO

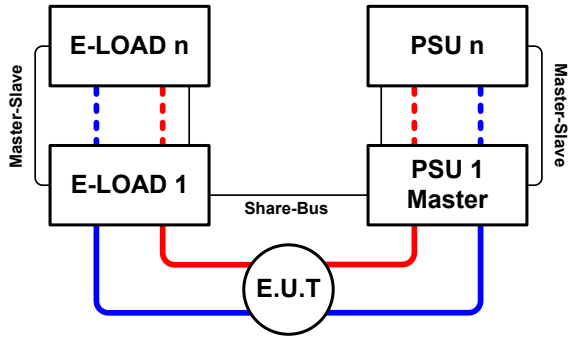
There are a number of possibilities to connect source(s) and sink(s) to make a 2QO:



Configuration A:

1x e-load and 1x power supply, plus 1x test object (E.U.T).

This is the basic configuration for 2QO. The nominal values of voltage and current of the two devices should match, such as EL 9080-170 B 2Q and PSI 9080-170 3U, but at least the voltage. The system is controlled by the power supply, which has to be set to "Master" in the setup menu, even if there is no master-slave operation running.



Configuration B:

Multiple e-loads and multiple power supplies for increased total performance, plus 1 test object (E.U.T).

The combination of load units and power supply units each create a block, a system with a certain power. Here it is also necessary to match the nominal values of the two systems, like the 80 V DC input of the loads to a max. 80 V DC output of the power supplies. The max. number of 10 units in total cannot be exceeded. Regarding the Share bus connection, all e-load units have to be slaves, while one of the PSUs has to be set as master.

3.7.1.3 Restrictions

Important to know:

- As long as an electronic load is connected to a driving power supply via Share bus it cannot limit its voltage level anymore. The often required limit, such as when discharging batteries, must then be carefully adjusted with correct setting of the power supply.
- The Share bus cannot work anymore correct if either the power supply is powered off or fails. The load would then continue to work, but would not receive a stable regulation signal anymore. In such situation only supervision features like UVD (see *„3.6.2.1. User defined events“*) can protect, for example, a battery from being deeply discharged.
- The Share bus will regulate to “0 V” for an electronic load if the DC output of a driving power supply is switched off. It means, correct operation and voltage level control is only given as long as the DC output remains switched on.

3.7.1.4 Settings on the devices

Settings for master-slave also affect the Share bus. For correct 2QO operation, all involved load units must be slaves on the Share bus. This is achieved by setting the master-slave mode to OFF or SLAVE, depending on if there is digital master-slave in use or not. For the one load that is master (setting: MASTER) in the master-slave system the additional parameter “PSI/ELR system” has to be activated, when using an EL 9000 B HP model as master. When using an EL 9000 B 2Q model as master, the activation is done with ModBus register 652 respectively the corresponding SCPI command via remote configuration.

On any of the power supplies, you need activate master-slave mode and set it to MASTER, unless it is already the master unit of a master-slave system over digital MS bus. Refer to the documentation of the power supply for further information.

For safety of the connected E.U.T / D.U.T and to prevent damage, we recommend to adjust supervision thresholds like OVP/OVD on power supplies (master) resp. UVD on electronic load (slaves) to appropriate levels, which will then switch off the DC output resp. the DC input in case of excess.

3.7.1.5 Application example

Constant current charging and discharging of a battery with 24 V/400 Ah, using the wiring example in configuration A.

- Power supply PSI 9080-120 2U with: I_{Set} = 40 A as charging current (typ. 1/10 of capacity), P_{Set} = 3000 W
- Electronic load EL 9080-170 B 2Q set to: I_{Set} = max. discharging current of the battery (eg. 100 A), P_{Set} = max, plus probably UVD = 20 V with event type “Alarm” to stop discharging at a certain low voltage threshold
- Assumption: the battery has a voltage of 26 V at test start
- DC inputs resp. DC outputs on all units switched off

In this combination of devices it is recommended to always switch on the DC output of the source first and then the DC input of the sink.

Part 1: Discharging the battery to 24 V

Setup: Voltage on the power supply set to 24 V, DC output of power supply and DC input of load activated

Reaction: the e-load will load the battery with a max. current of 100 A in order to discharge it to 24 V. The power supply delivers no current at this moment, because the battery voltage is still higher than what is adjusted on the power supply. The load will gradually reduce the input current in order to maintain the battery voltage at 24 V. Once the battery voltage has reached 24 V with a discharge current of approx. 0 A, the voltage will be maintained at this level by charging from the power supply.

The power supply determines the voltage setting of the load via the Share bus. In order to avoid deep discharge of the battery due to accidentally setting the voltage on the power supply to a very low value, it is recommended to configure the undervoltage detection feature (UVD) of the load, so it will switch off the DC input when reaching minimum allowed discharge voltage. The settings of the load, as given via the Share bus, can't be read from the load's display.

Part 2: Charging the battery to 27 V

Setup: Voltage on the power supply set to 27 V

Reaction: the power supply will charge the battery with a maximum current of 40 A, which will gradually reduce with increasing voltage as a reaction to the changing internal resistance of the battery. The load absorbs no current at this charging phase, because it is controlled via the Share and set to a certain voltage, which is still higher than the actual battery voltage. Upon reaching 27 V, the power supply will deliver only the current needed to maintain the battery voltage.

3.7.2 Series connection

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

3.7.3 Parallel operation in master-slave (MS)

Apart from the primary function of this series, to work in a two-quadrants operation driven by a power supply, the loads can also be used as slave devices as part of a master-slave system of multiple loads. Because the 2Q can only be configured via remote access, it would be useful to pick a master unit from series EL 9000 B HP. All 2Q models have a matching model in the HP series. Both can be used to build master-slave system with up to 10 units and up to 24 kW of total power.

Multiple devices of same kind and model can be connected in parallel in order to create a system with higher total current and hence higher power. For true master-slave operation, the units have to be connected with their DC inputs, their master-slave bus and their Share 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 will dynamically balance the units in their internal current regulation, especially if the master unit runs a function like sine wave etc. 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.

3.7.3.1 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 *3.7.3.6*)
- Using the Share bus makes the system reacts as dynamically as possible, but it is still not as dynamic as single unit operation

3.7.3.2 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. Alternatively, u-shaped copper bars could be mounted.

3.7.3.3 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 mm² to 1 mm².

- 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 10 units can be connected via Share bus.

3.7.3.4 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 via remote control with commands or software. The following applies:

- A maximum 10 units can be connected via the bus: 1 master and up to 9 slaves.
- Only devices of same kind, i.e. electronic load to electronic load, and of the same model, such as EL 9080-170 B 2Q to EL 9080-170 B 2Q or to EL 9080-170 B HP.
- Units at the end of the bus must be terminated (see below)

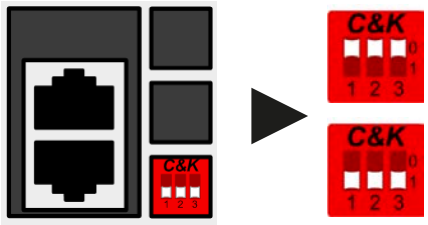
The master-slave bus (RS485) must <u>not</u> be wired using crossover cables!

Later operation of the MS system implies:

- the master unit displays, if a master model with display is used, 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 2.4 kW are connected together to a 12 kW system, then the master can be set in the range 0...12 kW
- Slaves cannot be reconfigured as long as under control by a master unit

► 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 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 (> 0.5 m) 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.



Position: not terminated (default)

Position: fully terminated (all three switches)

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 2Q models of this series can only be configured by software, so the step-by-step guide below is for the use of the included software EA Power Control (Windows only). Custom software can be used as well. **Furthermore it is presumed that a master unit with display is used**, such as one from EL 9000 B HP series. The 2Q series models are capable of running as master as well, but then the entire setup and initialisation of the units has to be done via software.

► Step 1: Configuring all 2Q slave units with EA Power Control

4. Connect the device via USB cable to the USB port **on the rear side** and install the drivers, if necessary.
5. Start the software and drag 'n drop the device symbol onto the app "Settings".
6. Switch to tab "Master-slave" and from the drop-down list select "Slave". The address setting can be ignored, because this series uses auto-enumeration.

The slave is then configured for master-slave. Repeat the procedure for all other slave units.

► Step 2: Configuring the master unit

1. Enter MENU then GENERAL SETTINGS and press ▼ until reaching page **MASTER-SLAVE MODE**.
2. Specify the unit as master with tough area MASTER. A warning requester will appear which has to be acknowledged with OK, otherwise the change will be reverted.
3. Accept the settings with the touch area ENTER and return to the main page.

► Step 3: Initialising the master

The master unit and the entire master-slave system still need to be initialised. In the main screen of the master unit, after quitting the setting menus, a pop-up will appear presenting the result of the first init run:

Tapping INITIALIZE will cause the master to search again for slaves and then to configure itself by setting all necessary parameters. If more than one correctly configured unit is found then this screen will show the number of slaves and the combined total current and total power.

If no slaves are found or the display number of detected slaves is not as expected, then the settings of the slaves and the master together with the cabling must be checked and the setup process repeated.

> *The initialising process of the master and the master-slave system will, as long as MS mode is still activated, be repeated each time the units are powered. The initialisation can be repeated anytime via the MENU in GENERAL SETTINGS, PAGE: 10.*

3.7.3.5 Operating the master-slave system

2Q models don't indicate their status as "Slave" or "Master" separately. Only when being "Slave", the LED "Remote" on the front is lit. As slave they can no longer be controlled manually or remotely, neither via the analog nor via digital interfaces. They can, if needed, be monitored by reading actual values and status.

The display on the master unit changes after initialisation and all set values are reset. The master now displays the set and actual values of the total system. Depending on the number of units, the total current and power will multiply. 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 it can be switched on again on 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" (MSS). Then the MS system has to be re-initialised, either with or without re-establishing connection to the disconnected unit(s).
- All units, even the slaves, can be externally shut down on the DC inputs using the pin REM-SB of the analog interface. This can be used as some kind of emergency off, where usually a contact (maker or breaker) is wired to this pin on all units in parallel.

3.7.3.6 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:

- Generally, if the master loses connection to any slave, it will generate an MSP (master-slave protection) alarm, pop up a message on the screen and switch off its DC input. The slaves will fall back to single operation mode, but also switch off their DC input. The MSP alarm can be deleted by either initialising the master-slave system again. This can be done either in the MSP alarm pop-up screen or in the MENU of the master or via remote control. Alternatively, the alarm is also cleared by deactivating master-slave on the master unit
- 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 consumption 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 front panel by 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 as alarm counter via digital interface (rear ports).

3.7.3.7 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.

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 dissipation of energy. 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. This can be done from the outside, but for best results it is recommend to clean the inside too. 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 detination 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 in the AC socket on the rear of the device. The fuse value is readable from the broken fuse or stated in the technical specification (*1.8.3*). Replace the fuse only with one of same size and rating.

4.2.2 Firmware updates

⚠	Firmware updates should only be installed when absolutely necessary, like when they can eliminate existing bugs in the firmware in the device!

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

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

Helmholtzstraße 31-37
41747 Viersen
Germany

Fon: 02162 / 37 85-0
ea1974@elektroautomatik.de
www.elektroautomatik.de