



Elektro-Automatik



60 kW

## DATENBLATT

# EA-PUL 10000 6U

Programmierbare elektronische DC-Lasten  
mit Netzurückspeisung

**dataTec**

Mess- und Prüftechnik. Die Experten.

Ihr Ansprechpartner /  
Your Partner:

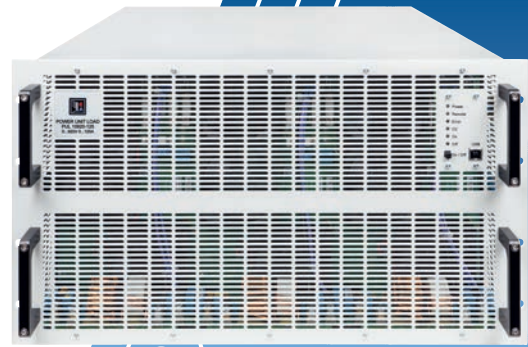
dataTec AG  
E-Mail: [info@datatec.eu](mailto:info@datatec.eu)  
>>> [www.datatec.eu](http://www.datatec.eu)



Elektro-Automatik

# EA-PUL 10000 6U 60 KW

Programmierbare elektronische  
DC-Lasten mit Netzurückspeisung



## Eigenschaften

- Weiteingangsbereich: 380 V - 480 V,  $\pm 10\%$ , 3ph AC
- Aktive Power-Faktor-Korrektur, typisch 0,99
- Bidirektionale Stromversorgung, Zwei-Quadranten mit Quelle und Senke
- Energierückspeisung ins Netz
- Sehr hoher Wirkungsgrad bis zu 96%
- Hohe Performance mit 60 kW pro Einheit
- Spannungen von 0 - 360 V bis 0 - 2000 V
- Ströme von 0 - 80 A bis 0 - 480 A
- Flexible, leistungsgeregelte DC-Eingangsstufen (Autoranging)
- Regelmodus CV, CC, CP, CR mit schnellem Übergang
- Digitale Regelung, hohe Auflösung mit 16 Bit ADCs und DACs, Auswahl der Spannungsreglergeschwindigkeit
- Galvanisch isolierter Share-Bus für Parallelbetrieb aller Leistungsklassen in der 10000 Serie
- Master-Slave-Bus für Parallelbetrieb, bis zu 64 Geräte aller Leistungsklassen der 10000 Serie
- Befehlssprachen und Treiber: SCPI und ModBus, LabVIEW, IVI

## Eingebaute Schnittstellen

- USB
- Ethernet
- Analog
- Master-Slave-Bus
- Share-Bus
- USB (Frontplatte)

## Optionale Schnittstellen

- CAN
- CANopen
- RS232
- Profibus
- EtherCAT
- Profinet, mit einem oder zwei Ports
- Modbus, mit einem oder zwei Ports
- Ethernet, mit einem oder zwei Ports

## Software

- EA-Power Control

## Optionen

- Wasserkühlung in Edelstahl
- Funktionsgenerator

## Technische Daten

Allgemeine Spezifikationen	
<b>AC-Eingang</b>	
Spannung, Phasen	380 V - 480 V $\pm$ 10%, 3ph AC
Frequenz	45 - 65 Hz
Leistungsfaktor	ca. 0,99
Ableitstrom	<10 mA
Phasenstrom	$\leq$ 110 A @ 400 V AC
Überspannungskategorie	3
<b>DC-Eingang statisch</b>	
Lastausregelung CV	$\leq$ 0,05% FS (0 - 100% Last, konstante AC-Eingangsspannung und konstante Temperatur)
Netzausregelung CV	$\leq$ 0,01% FS (380 V - 480 V $\pm$ 10% AC-Eingangsspannung, konstante Last und konstante Temperatur)
Stabilität CV	$\leq$ 0,02% FS (Über 8 Stunden nach 30 Minuten Aufwärmphase, konstante AC-Eingangsspannung und konstante Temperatur)
Temperaturkoeffizient CV	$\leq$ 30ppm/°C (Nach 30 Minuten Aufwärmphase)
Fernfühlung (Remote Sense)	$\leq$ 5% $U_{Nenn}$
Lastausregelung CC	$\leq$ 0,1% FS (0 - 100% Last, konstante AC-Eingangsspannung und konstante Temperatur)
Netzausregelung CC	$\leq$ 0,01% FS (380 V - 480 V $\pm$ 10% AC-Eingangsspannung, konstante Last und konstante Temperatur)
Stabilität CC	$\leq$ 0,02% FS (Über 8 Stunden nach 30 Minuten Aufwärmphase, konstante AC-Eingangsspannung und konstante Temperatur)
Temperaturkoeffizient CC	$\leq$ 50ppm/°C (Nach 30 Minuten Aufwärmphase)
Lastausregelung CP	$\leq$ 0,3% FS (0 - 100% Last, konstante AC-Eingangsspannung und konstante Temperatur)
Lastausregelung CR	$\leq$ 0,3% FS + 0,1% FS Strom (0 - 100% Last, konstante AC-Eingangsspannung und konstante Temperatur)
<b>Schutzfunktionen</b>	
OVP	Überspannungsschutz, einstellbar 0 - 110% $U_{Nenn}$
OCP	Überstromschutz, einstellbar 0 - 110% $I_{Nenn}$
OPP	Überleistungsschutz, einstellbar 0 - 110% $P_{Nenn}$
OT	Übertemperaturschutz (DC-Eingang schaltet ab bei unzureichender Kühlung)
<b>DC-Eingang dynamisch</b>	
Anstiegszeit 10 - 90% CC	$\leq$ 2 ms
Abfallzeit 90 - 10% CC	$\leq$ 2 ms
<b>Isolation</b>	
AC-Eingang zum DC-Eingang	3750 Vrms (1 Minute, Kriechstrecke >8 mm)
AC-Eingang zum Gehäuse (PE)	2500 Vrms
DC-Eingang zum Gehäuse (PE)	Abhängig vom Modell, siehe Modelltabellen
DC-Eingang zu den Schnittstellen	1000 V DC (Modelle bis 360 V Nennspannung), 1500 V DC (Modelle ab 500 V Nennspannung)
<b>Digitale Schnittstellen</b>	
Eingebaut, galvanisch isoliert	USB, Ethernet (100 MBit), USB Frontplatte, alle für Kommunikation
Optional, galvanisch isoliert	CAN, CANopen, RS232, ModBus TCP, Profinet, Profibus, EtherCAT, Ethernet
<b>Analoge Schnittstellen</b>	
Eingebaut, galvanisch isoliert	15-polige D-Sub
Signalbereich	0 - 10 V oder 0 - 5 V (umschaltbar)
Eingänge	U, I, P, R, Fernsteuerung ein/aus, DC-Eingang ein/aus, Widerstandsmodus ein/aus
Ausgänge	Monitor U und I, Alarmer, Referenzspannung, Status DC-Eingang, CV/CC Regelungsart
Genauigkeit U / I / P / R	0 - 10 V: $\leq$ 0,2%, 0 - 5 V: $\leq$ 0,4%
<b>Gerätekonfiguration</b>	
Parallelbetrieb	Bis zu 64 Geräte aller Leistungsklassen der 10000 Serie, mit Master-Slave-Bus und Share-Bus

<b>Allgemeine Spezifikationen</b>	
<b>Sicherheit und EMV</b>	
Sicherheit	EN 61010-1 IEC 61010-1 UL 61010-1 CSA C22.2 No 61010-1 BS EN 61010-1
EMV	EN 55011, Klasse A, Gruppe 1 CISPR 11, Klasse A, Gruppe 1 FCC 47 CFR Teil 15B, ungewollter Sender, Klasse A EN 61326-1 inklusive Tests nach: - EN 61000-4-2 - EN 61000-4-3 - EN 61000-4-4 - EN 61000-4-5 - EN 61000-4-6
Sicherheitsschutzklasse	1
Schutzart	IP20
<b>Umweltbedingungen</b>	
Betriebstemperatur	0 - 50 °C
Lagertemperatur	-20 - 70 °C
Feuchtigkeit	≤80% relativ, nicht kondensierend
Höhe	≤2000 m
Verschmutzungsgrad	2
<b>Mechanische Konstruktion</b>	
Kühlung	Forcierte Lüftung von vorn nach hinten, temperaturgesteuerte Lüfter, optional Wasserkühlung
Abmessungen (B x H x T)	Gehäuse: 19" x 6 HE x 668 mm
Gewicht	76 kg
Gewicht mit Wasserkühlung	82 kg

Technische Spezifikationen	PUL 10360-480	PUL 10500-360	PUL 10750-240	PUL 10920-250
<b>DC-Eingang</b>				
Nennspannungsbereich	0 - 360 V	0 - 500 V	0 - 750 V	0 - 920 V
Restwelligkeit in CV (rms)	≤55 mV (BWL 300 kHz)	≤70 mV (BWL 300 kHz)	≤200 mV (BWL 300 kHz)	≤250 mV (BWL 300 kHz)
Restwelligkeit in CV (pp)	≤320 mV (BWL 20 MHz)	≤350 mV (BWL 20 MHz)	≤800 mV (BWL 20 MHz)	≤1200 mV (BWL 20 MHz)
U <sub>Min</sub> für I <sub>Max</sub> (Senke)	2,5 V	1,1 V	1,2 V	2 V
Nennstrombereich	0 - 480 A	0 - 360 A	0 - 240 A	0 - 250 A
Nennleistungsbereich	0 - 60000 W	0 - 60000 W	0 - 60000 W	0 - 60000 W
Nennwiderstandsbereich	0,025 Ω - 45 Ω	0,04 Ω - 85 Ω	0,1 Ω - 185 Ω	0,125 Ω - 275 Ω
Eingangskapazität	3480 µF	1560 µF	765 µF	465 µF
Wirkungsgrad Quelle/Senke (bis zu)	95,8% *1	96,5% *1	96,5% *1	96,5% *1
<b>Isolation</b>				
Negativer DC-Pol <-> PE	±1000 V DC	±1500 V DC	±1500 V DC	±1500 V DC
Positiver DC-Pol <-> PE	+1000 V DC	+2000 V DC	+2000 V DC	+2000 V DC
<b>Artikelnummern</b>				
Standard	01133009	01133010	01133011	01133012
Standard + Wasserkühlung	01663001	01663002	01663003	01663004

\*1 Bei 100% Leistung und 100% Eingangsspannung  
BWL = Bandbreitenbegrenzung

Technische Spezifikationen	PUL 11000-160	PUL 11500-120	PUL 12000-80	
<b>DC-Eingang</b>				
Nennspannungsbereich	0 - 1000 V	0 - 1500 V	0 - 2000 V	
Restwelligkeit in CV (rms)	≤300 mV (BWL 300 kHz)	≤400 mV (BWL 300 kHz)	≤500 mV (BWL 300 kHz)	
Restwelligkeit in CV (pp)	≤1600 mV (BWL 20 MHz)	≤2400 mV (BWL 20 MHz)	≤3000 mV (BWL 20 MHz)	
U <sub>Min</sub> für I <sub>Max</sub> (Senke)	3,4 V	3,2 V	3,7 V	
Nennstrombereich	0 - 160 A	0 - 120 A	0 - 80 A	
Nennleistungsbereich	0 - 60000 W	0 - 60000 W	0 - 60000 W	
Nennwiderstandsbereich	0,2 Ω - 325 Ω	0,4 Ω - 750 Ω	0,85 Ω - 1350 Ω	
Eingangskapazität	387 µF	173 µF	85 µF	
Wirkungsgrad Quelle/Senke (bis zu)	95,8% *1	96,5% *1	96,5% *1	
<b>Isolation</b>				
Negativer DC-Pol <-> PE	±1500 V DC	±1500 V DC	±1500 V DC	
Positiver DC-Pol <-> PE	+2000 V DC	+2000 V DC	+2000 V DC	
<b>Artikelnummern</b>				
Standard	01133013	01133014	01133015	
Standard + Wasserkühlung	01663005	01663006	01663007	

\*1 Bei 100% Leistung und 100% Eingangsspannung  
BWL = Bandbreitenbegrenzung

## Allgemein

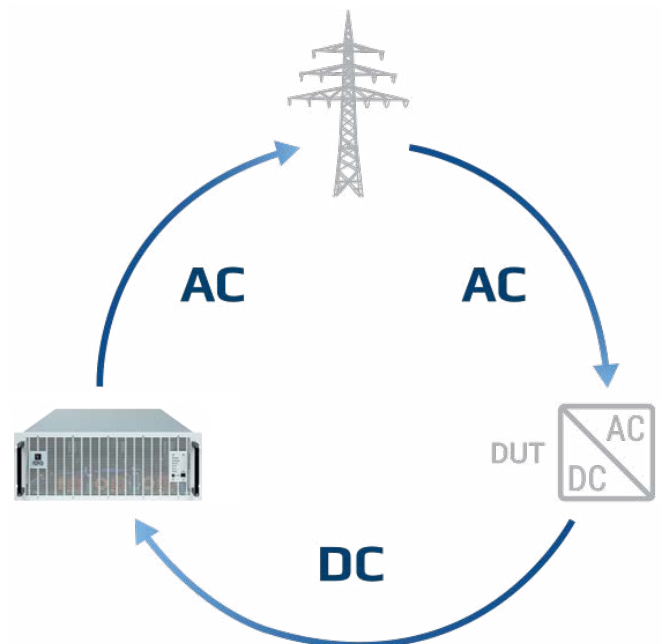
Die Geräteserie PUL 10000 von EA Elektro-Automatik sind programmierbare netzrückspeisende DC-Lasten. Im Betrieb arbeiten die DC-Lasten regenerativ und speisen die Energie mit einem Wirkungsgrad bis über 96 % in das lokale Stromnetz zurück. Zur Serie PUL 10000 gehören dreiphasige Geräte, die mit ihrem weiten Eingangsbereich nahezu alle Netzspannungen weltweit bedienen können. Die DC-Spannungen und Ströme sind an Applikationen orientiert, das Spektrum reicht von 0 - 80 V bis 0 - 2000 V sowie von 0 - 40 A bis 0 - 1000 A in einem Gerät. Die netzrückspeisenden DC-Lasten arbeiten als flexible Eingangsstufe mit einer konstanten Leistungscharakteristik, dem sogenannten Autoranging, sowie einem großen Spannungs-, Strom- und Leistungsbereich. Um höhere Leistungen und Ströme zu realisieren, haben alle Geräte einen Master-Slave-Bus. Dieser ermöglicht mit 64 parallel geschalteten Geräten den Aufbau eines Systems, das bis zu 3840 kW und 64000 A zur Verfügung stellt. Dieses System arbeitet wie ein einzelnes Gerät und kann aus unterschiedlichen Leistungsklassen ab 5 kW bestehen, lediglich die Spannungsklasse muss übereinstimmen. So können Anwender ein 150 kW-System aus zwei 60 kW- und einem 30 kW-Gerät der Serie PUL 10000 aufbauen. Zudem stehen typische Funktionalitäten aus dem Laborbereich zur Verfügung. Dazu zählen ein Alarm- und Warnmanagement, verschiedene digitale Schnittstellen, Softwarelösungen und viele weitere Funktionen.

## AC-Anschluß

Die programmierbaren netzrückspeisenden DC-Lasten der Serie PUL 10000 verfügen über eine aktive PFC, die für einen geringen Energieverbrauch bei hohem Wirkungsgrad sorgt. Darüber hinaus stellen die Geräte dieser Serie einen sehr großen Eingangsspannungsbereich bereit. Dieser reicht bei dreiphasigen AC-Netzen von 380 - 480 V. Die Geräte können weltweit an den meisten Netzen betrieben werden. Sie passen sich automatisch – ohne weiteren Konfigurationsaufwand – dem jeweils vorhandenen Netz an.

## Netzrückspeisung

Die im Lastbetrieb aufgenommene Energie wird mit einem Wirkungsgrad bis über 96 % in das angeschlossene Netz zurückgespeist. Das senkt die Kosten: Da die Energie nicht wie bei herkömmlichen Lasten in Wärme umgewandelt wird, sinken die Energiekosten. Zudem produzieren die Geräte weniger Abwärme und müssen daher nicht kostenintensiv klimatisiert werden. Auch reicht ein Gerät für die verschiedenen Anwendungen aus, so dass die Anschaffungs- und Anschlusskosten geringer ausfallen.



## Prinzipdarstellung Netzrückspeisung

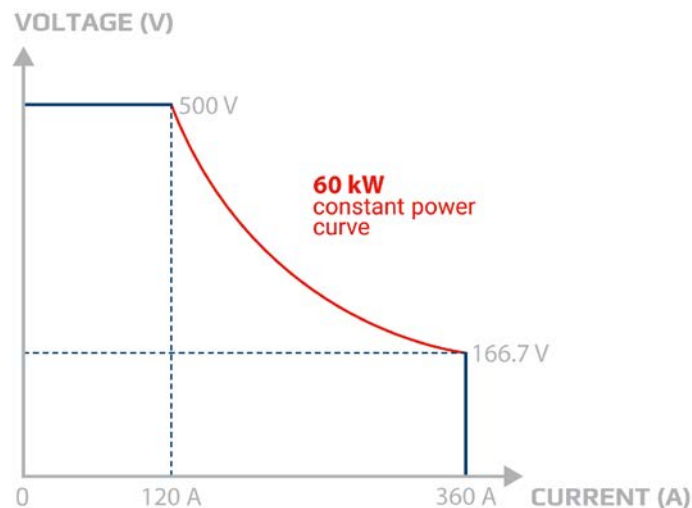
Diese Darstellung zeigt anhand einer Anwendung, wie das „Device under test“ die aus dem Netz bezogene Energie in Gleichstrom umwandelt und an das Gerät von EA abgibt. Die elektronische DC-Last PUL 10000 wandelt diese Energie wiederum in AC-Strom um und speist sie zurück in das Netz.

## DC-Eingang

Der Eingang der elektronischen Last PUL 10000 lässt DC-Spannungen von 0 - 360 V bis 0 - 2000 V und Ströme von 0 - 80 A bis 0 - 480 A zu. Durch die flexible Eingangsstufe, das sogenannte Autoranging, können Anwender einen großen Spannungs-, Strom- und Leistungsbereich und damit einen breiteren Arbeitsbereich als bei herkömmlichen Stromversorgungen nutzen.

## DC-Anschluß

Der Anschluss des DC-Eingangs ist über Kupferschienen auf der Rückseite des Geräts angebracht. Wird ein System mit hoher Leistung benötigt, werden die Geräte einfach parallelgeschaltet. Mit nur geringem Aufwand verbinden vertikal verlegte Kupferschienen die Geräte miteinander. Eine Abdeckung zum Berührungsschutz liegt bei.



## Prinzipdarstellung Autoranging

„Autoranging“ ist ein Begriff der beschreibt wenn eine elektronische DC-Last automatisch einen großen Eingangsbereich sowohl für Spannung als auch Strom bietet, um die volle Leistung über einen großen Betriebsbereich aufrechtzuerhalten. Diese Lösung ermöglicht die Verwendung einer einzigen DC-Last um mehrere Spannungs- und Stromkombinationen zu ermöglichen.

## Schnittstellen

Standardmäßig sind Geräte von EA mit den wichtigsten digitalen und analogen Schnittstellen ausgestattet, die zudem galvanisch isoliert sind. Dazu gehören eine analoge Schnittstelle, die parametrierbare Ein- und Ausgänge mit 0 - 5 V oder 0 - 10 V für Spannung, Strom, Leistung und Widerstand besitzt, diverse funktionale Ein- und Ausgänge sowie jeweils eine USB- und Ethernet-Schnittstelle.

Folgende Optionen, die in einem Plug & Play-Slot ihren Platz finden, ergänzen das Portfolio:

- CAN
- CANopen
- RS232
- Profibus
- EtherCAT
- Profinet, mit einem oder zwei Ports
- Modbus, mit einem oder zwei Ports
- Ethernet, mit einem oder zwei Ports



## Hochleistungssystem

Leistungsstarke Applikationen lassen sich mit Hochleistungssystemen bis zu 3840 kW realisieren. Um sie aufzubauen, werden die Ausgänge an den PUL 10000-Geräten durch vertikal verlegte Kupferschienen verbunden und parallelgeschaltet. So entsteht in einem 19"-Schrank mit 42 HE auf einer Fläche von nur 0,6 m<sup>2</sup> ein System mit 300 kW Leistung. Bei bis zu 13 Schränken mit insgesamt maximal 64 Einheiten je 60 kW sorgt der Master-Slave-Bus dafür, dass das System wie ein einzelnes Gerät funktioniert.

## Master-Slave-Bus und Share-Bus

Verwendet man den integrierten Master-Slave-Bus und den Share-Bus, funktioniert ein Mehr-Geräte-System wie ein Gerät. Dafür sind Master-Slave- sowie Share-Bus auf einfache Weise von Gerät zu Gerät verbunden. Mit dem Master-Slave-Bus werden die Systemdaten, beispielsweise Gesamtleistung und Gesamtstrom, im Mastergerät zusammengeführt. Warnmeldungen und Alarmer der Slave-Einheiten zeigt das Display übersichtlich an. Der Share-Bus sorgt für eine gleichmäßige Lastaufteilung der Ströme in den einzelnen Geräten.



## Beispieldarstellung

In dieser Darstellung sehen sie ein komplett aufgebautes und verdrahtetes 240 kW System



## Anwendungen

### Batterietest für die Elektromobilität

Zu den typischen Anwendungen der bidirektionalen Stromversorgungen von EA Elektro-Automatik (EA) gehört das Testen der elektrischen Eigenschaften einer Batterie. Das breite Anwendungsspektrum umfasst Zell-, Modul- oder Packtests, die Bestimmung des SOH (State-Of-Health) für eine Second-Life-Klassifizierung sowie den End-Of-Line-Test (EOL). Die genannten Anwendungen stellen eine Vielzahl an Anforderungen an die Leistungselektronik, die von den PUB 10000-Stromversorgungen umfassend erfüllt werden. Die herausragenden Eigenschaften der Geräteserie sind: die Messbarkeit der Daten von Strom und Spannung in der erforderlichen Genauigkeit und Dynamik, die Reproduzierbarkeit und Reliabilität dieser Daten sowie die wirtschaftliche und flexible Nutzung. Ob in einem automatisierten Prüfsystem oder mittels integriertem Batterietest, den Anwendern stehen alle Anwendungsmöglichkeiten offen. Darüber hinaus erweisen sich die Geräte mit Wirkungsgraden bis über 96% als besonders wirtschaftlich.

### Brennstoffzellen Test

Die Geräte der Serie PUL 10000 werden zum Testen der elektrischen Eigenschaften von Brennstoffzellen, Brennstoffzellen-Stacks und Brennstoffzellen-Systemen eingesetzt. Dabei generieren sie hochgenaue und reproduzierbare Ergebnisse in allen elektrischen Modi. Um den Widerstand, die Leistung und die Lebensdauer einer Brennstoffzelle schnell und kostengünstig zu testen, können Anwender die Geräte auf einfache Weise in ein automatisches Testsystem integrieren. Die Rückspeisefähigkeit gewährleistet dabei einen höchst energie- und kosteneffizienten Einsatz. Werden höhere Ströme zum Testen kompletter Brennstoffzellen-Systeme benötigt, lassen sich die Geräte in einem Master-Slave-System parallelschalten. Auch hier bleibt die hohe Genauigkeit ebenso wie die Dynamik erhalten.

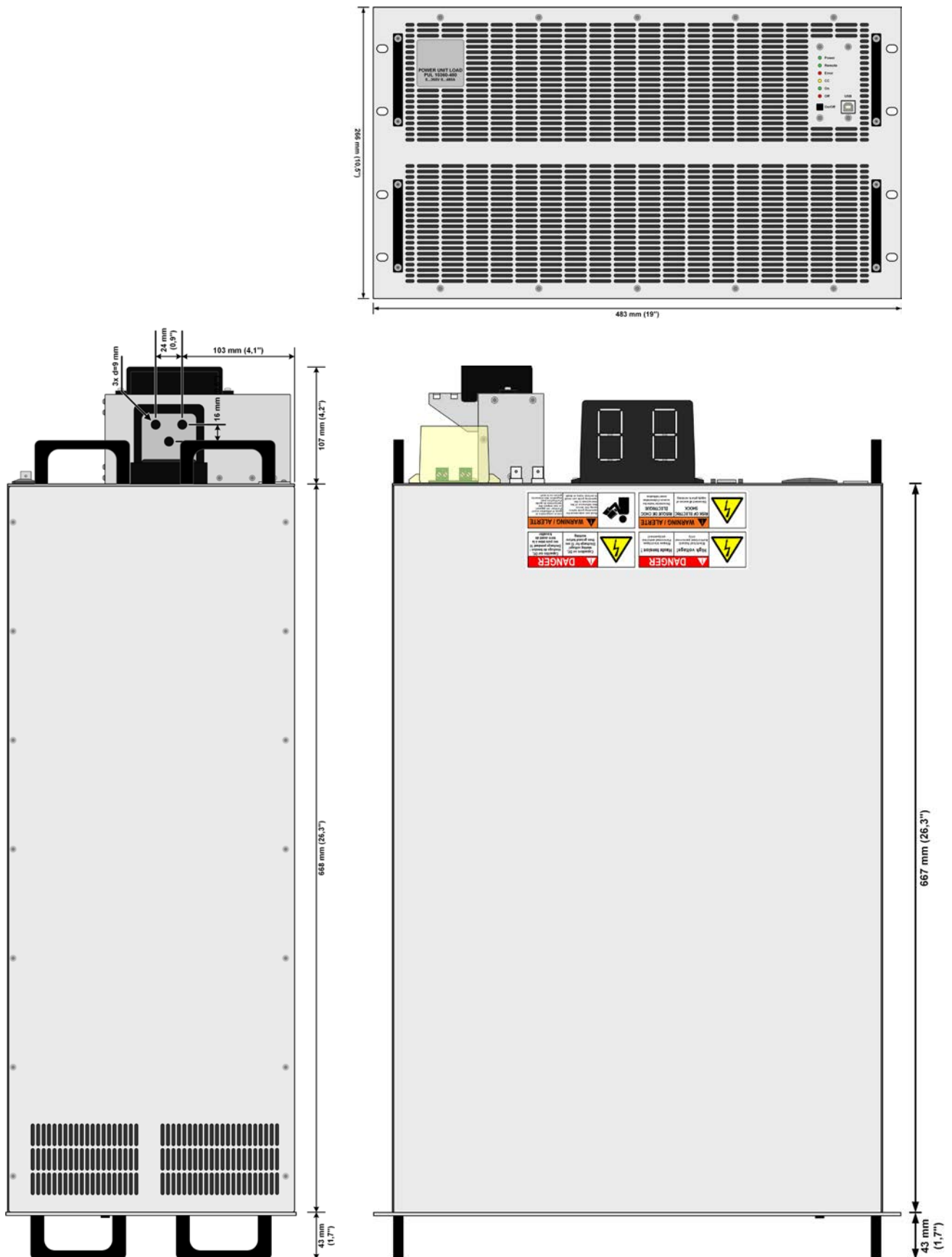
### On-board-Charger Test

Bei einem On-Board-Charger (OBC) Test muss dieser auf seine elektrischen Eigenschaften unter verschiedenen Bedingungen geprüft werden. Hierzu wird ein flexibles Testsystem benötigt, das auch Messdaten bereitstellt. Mit der Sequencing- & Logging-Funktion können Testabläufe in die PUL 10000-Geräte geladen sowie Daten ausgelesen und gespeichert werden. So generieren Anwender in kürzester Zeit reproduzierbare Testergebnisse auf Basis dynamischer und hochgenauer Stell- und Messdaten. Um zu verhindern, dass sich beim Testen die zwei getrennten Regelkreise des Device-Under-Test (DUT) und des Prüfgeräts gegeneinander aufschwingen, ist die Regeldynamik der Stromversorgungen anpassbar: Über die drei Modi Normal, Schnell und Langsam lassen sich die PUL 10000-Geräte auf die Regleigenschaften des On-Board-Chargers abstimmen.

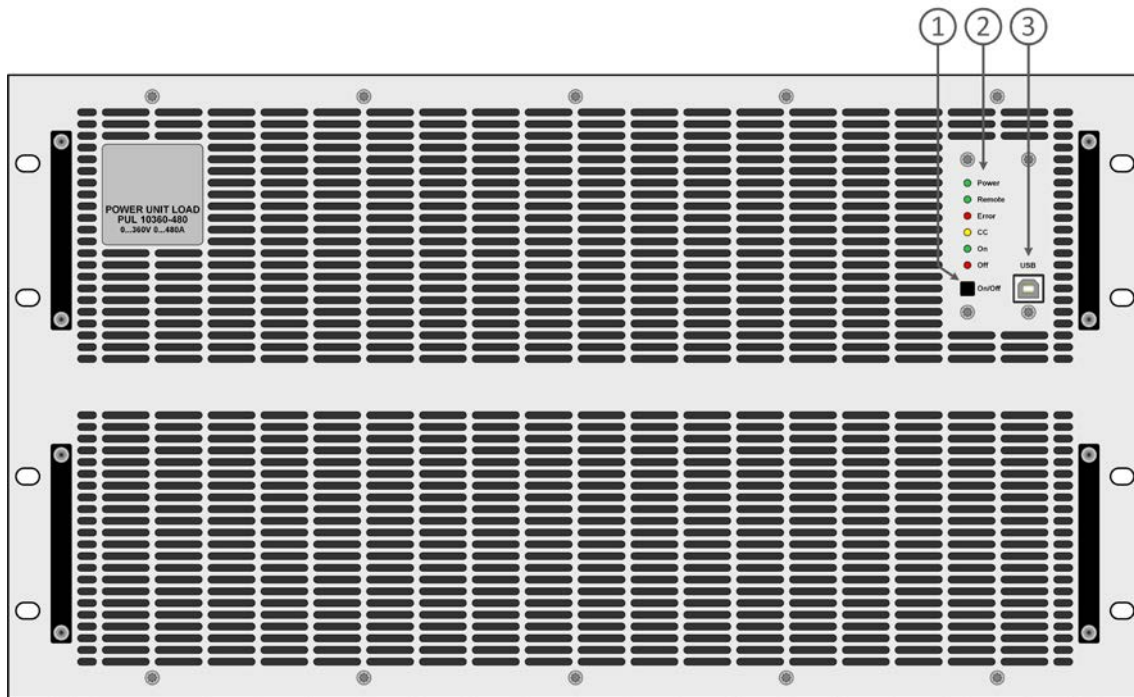
### Batterierecycling

Mit den elektronischen DC-Lasten der Serie PUL 10000 lassen sich ausrangierte Akkus aus Elektrofahrzeugen auf ihre mögliche Weiterverwendung prüfen. Bei der Charakterisierung des Batteriepacks wird zunächst der Akku auf seine Restkapazität (State-Of-Health) geprüft, um die Eignung für ein Second-Life festzustellen. Diese fest integrierte Funktion kann auf Knopfdruck abgerufen werden. Ergibt die Prüfung eine zu geringe Restkapazität, muss der Akku für das anschließende Recycling vollständig entladen werden. Dabei garantiert das echte Autoranging der Geräte die maximal mögliche restlose Entladung durch die hohen Lastströme, auch bei Spannungen unter 2 V. Dank der Netzurückspeisung der aufgenommenen Energie mit einem Wirkungsgrad bis über 96 % ist dieser Vorgang zudem sehr kosteneffizient.

# Technische Zeichnungen PUL 10000 6U

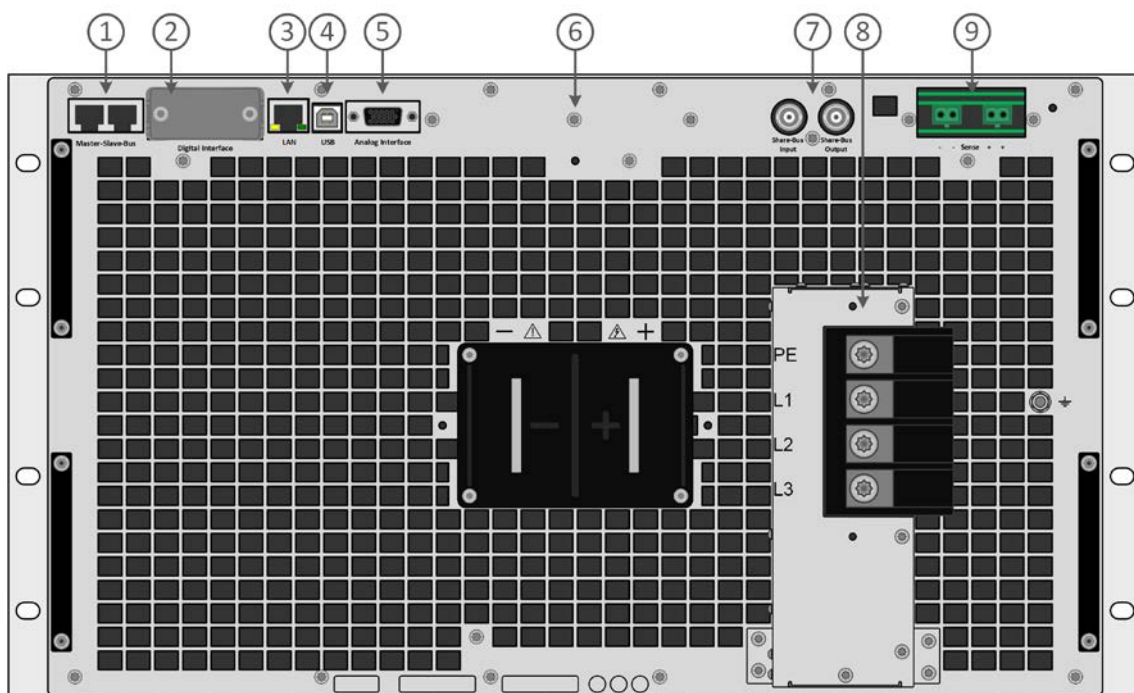


## Beschreibung Frontplatte PUL 10000 6U



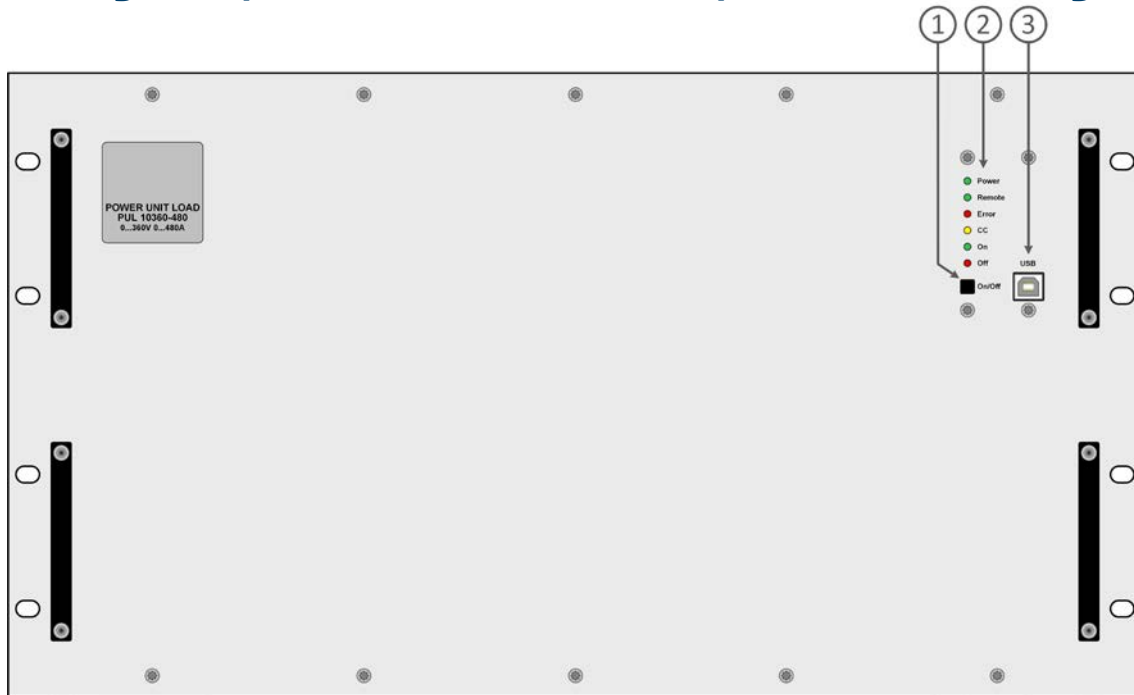
1. Ein / Aus Taster
2. LED Statusanzeigen
3. USB-Schnittstelle

## Beschreibung Rückplatte PUL 10000 6U



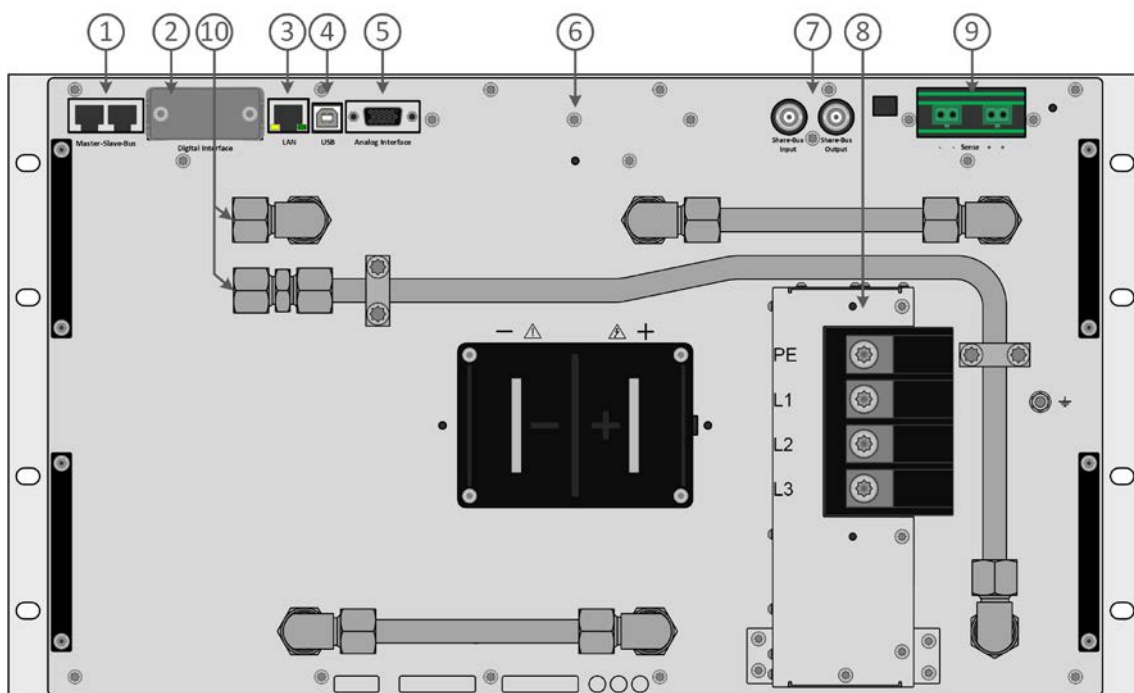
1. Master-Slave-Bus, Anschlüsse zum Einrichten eines Systems für Parallelschaltung
2. Steckplatz für optionale Schnittstellen
3. Ethernet-Schnittstelle
4. USB-Schnittstelle
5. Anschlußstecker (DB15 weiblich) für isolierte Anlogschnittstelle mit Programmierung, Auslesen und anderen Funktionen
6. DC-Ausgangsklemme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

## Beschreibung Frontplatte PUL 10000 6U WC (Option Wasserkühlung)



1. Ein / Aus Taster
2. LED Statusanzeigen
3. USB-Schnittstelle

## Beschreibung Rückplatte PUL 10000 6U WC (Option Wasserkühlung)



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



Mess- und Prüftechnik. Die Experten.

**Ihr Ansprechpartner /  
Your Partner:**

**dataTec AG**  
E-Mail: [info@datatec.eu](mailto:info@datatec.eu)  
>>> [www.datatec.eu](http://www.datatec.eu)



**Elektro-Automatik**