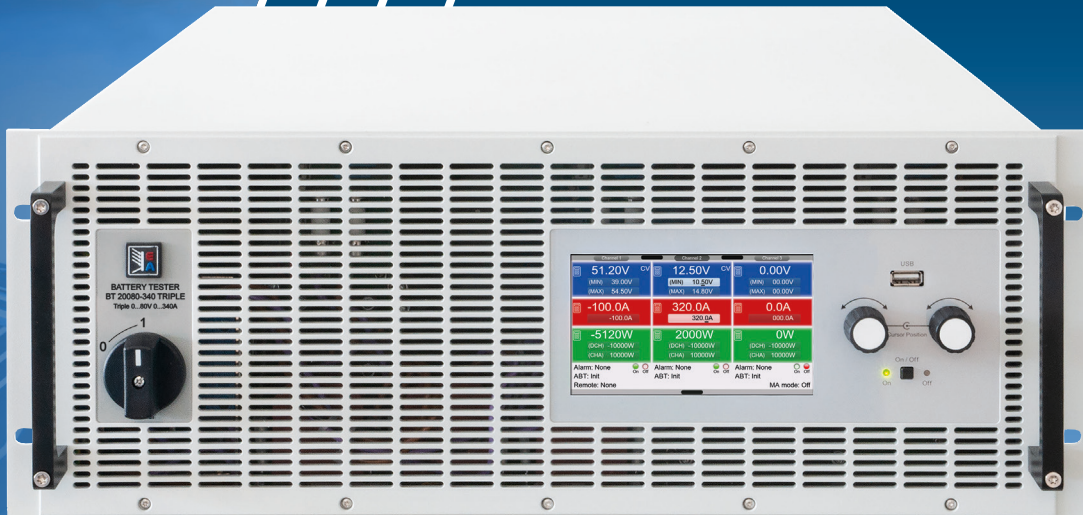




Elektro-Automatik



Drei
Kanäle

BEDIENERHANDBUCH

EA-BT 20000 TRIPLE 4U

Batterietester mit Energierückgewinnung

Bedienung, Fernsteuerung, Funktionsgenerator

INHALTSVERZEICHNIS

1. Über dieses Dokument

| | | |
|-------|---|---|
| 1.1 | Allgemeines | 5 |
| 1.1.1 | Aufbewahrung und Verwendung | 5 |
| 1.1.2 | Urheberschutz (Copyright) | 5 |
| 1.1.3 | Geltungsbereich | 5 |
| 1.1.4 | Verwendete Zeichen und Symbole in diesem Dokument | 5 |
| 1.1.5 | Aufbau der Warnhinweise | 5 |
| 1.2 | Gewährleistung und Garantie | 6 |
| 1.3 | Haftungsbeschränkungen | 6 |
| 1.4 | Entsorgung des Gerätes | 6 |
| 1.5 | Produktschlüssel | 7 |
| 1.6 | Allgemeine Sicherheitsbestimmungen | 7 |

2. Bedienung und Verwendung (2)

| | | |
|-------|---|----|
| 2.1 | Regelungsarten | 8 |
| 2.1.1 | Begriffe | 8 |
| 2.1.2 | Spannungsregelung / Konstantspannung | 8 |
| 2.1.3 | Stromregelung / Konstantstrom / Strombegrenzung | 9 |
| 2.1.4 | Leistungsregelung / Konstantleistung / Leistungsbe- grenzung | 9 |
| 2.1.5 | Umschaltung der Betriebsart Quelle <-> Senke | 10 |
| 2.1.6 | Regelverhalten und Stabilitätskriterium | 10 |
| 2.1.7 | BT-Modus | 10 |
| 2.2 | Weitere, auf den DC-Anschluss bezogene Funktionen | 11 |
| 2.2.1 | Active-Idle-Modus | 11 |
| 2.2.2 | Istwertfilterung | 11 |
| 2.2.3 | Alarmer und Überwachung (2) | 12 |
| 2.3 | Manuelle Bedienung (2) | 13 |
| 2.3.1 | Konfiguration im Menü | 13 |
| 2.3.2 | Einstellgrenzen (Limits) | 22 |
| 2.3.3 | Hauptbetriebsart wechseln | 22 |
| 2.3.4 | Datenaufzeichnung auf USB-Stick (Logging) | 23 |
| 2.3.5 | Das Schnellmenü | 25 |
| 2.3.6 | Nutzerprofile laden und speichern | 26 |
| 2.3.7 | Der Graph | 27 |
| 2.4 | Fernsteuerung | 28 |
| 2.4.1 | Allgemeines | 28 |
| 2.4.2 | Bedienorte | 28 |
| 2.4.3 | Programmierung | 28 |
| 2.4.4 | Schnittstellenüberwachung | 28 |
| 2.4.5 | Schnellstopp | 29 |
| 2.5 | Weitere, auf das Testen von Batterien bezogene Funktionen | 30 |
| 2.5.1 | Messung negativer Batteriespannungen | 30 |
| 2.5.2 | Verpolungsschutz | 30 |
| 2.5.3 | Vorladung | 30 |
| 2.5.4 | Schützsteuerung | 30 |
| 2.5.5 | Schützüberwachung | 30 |

| | | |
|-------|------------------------------|----|
| 2.5.6 | Nullstromerkennung | 30 |
| 2.5.7 | Batterietester-Modus | 31 |
| 2.5.8 | Automatisierter Batterietest | 33 |
| 2.5.9 | Amperestundenzähler | 35 |

3. Der Funktionsgenerator

| | | |
|---------|---|----|
| 3.1 | Einleitung | 36 |
| 3.2 | Allgemeines | 36 |
| 3.2.1 | Aufbau | 36 |
| 3.2.2 | Auflösung | 37 |
| 3.2.3 | Mögliche technische Komplikationen | 37 |
| 3.2.4 | Arbeitsweise | 37 |
| 3.3 | Manuelle Bedienung | 38 |
| 3.3.1 | Auswahl und Steuerung einer Funktion | 38 |
| 3.4 | Sinus-Funktion | 39 |
| 3.5 | Dreieck-Funktion | 39 |
| 3.6 | Rechteck-Funktion | 40 |
| 3.7 | Trapez-Funktion | 41 |
| 3.8 | DIN 40839-Funktion | 41 |
| 3.9 | Arbiträr-Funktion | 42 |
| 3.9.1 | Laden und Speichern von Arbiträr-Funktionen | 45 |
| 3.10 | Rampen-Funktion | 46 |
| 3.11 | IU-Tabellenfunktion (XY-Tabelle) | 47 |
| 3.11.1 | Laden von IU-Tabellen über USB | 47 |
| 3.12 | FC-Tabellenfunktion (Brennstoffzelle) | 48 |
| 3.12.1 | Einleitung | 48 |
| 3.12.2 | Anwendung | 48 |
| 3.13 | Batterietest-Funktion | 50 |
| 3.13.1 | Einstellwerte für Statisches Entladen | 51 |
| 3.13.2 | Einstellwerte für CC-CV Entladen | 51 |
| 3.13.3 | Einstellwerte für Dynamisches Entladen | 51 |
| 3.13.4 | Einstellwerte für Statisches Laden | 52 |
| 3.13.5 | Einstellwerte für CC-CV Laden | 52 |
| 3.13.6 | Einstellwerte für Dynamischer Test | 52 |
| 3.13.7 | Stopbedingungen | 52 |
| 3.13.8 | Anzeigewerte | 53 |
| 3.13.9 | Abbruchbedingungen | 53 |
| 3.13.10 | Datenaufzeichnung auf USB-Stick | 53 |
| 3.14 | Fernsteuerung des Funktionsgenerators | 54 |

4. Weitere Anwendungen (2)

| | | |
|-------|---|----|
| 4.1 | Vorwort | 55 |
| 4.2 | Parallelschaltung als Master-Auxiliary-System | 55 |
| 4.2.1 | Einschränkungen | 56 |
| 4.2.2 | Verkabelung der DC-Anschlüsse | 56 |
| 4.2.3 | Verkabelung des Share-Busses | 56 |
| 4.2.4 | Verkabelung des Master-Auxiliary-Busses | 57 |

| | | |
|-----------|---|----|
| 4.2.5 | Einrichtung des Master-Auxiliary-Betriebs | 57 |
| 4.2.6 | Bedienung des Master-Auxiliary-Systems | 58 |
| 4.2.7 | Alarm- und andere Problemsituationen | 58 |
| 4.3 | Kanalgruppierung | 59 |
| 4.3.1 | Einschränkungen und Hinweise | 60 |
| 4.3.2 | Verkabelung der DC-Anschlüsse | 60 |
| 4.3.3 | Verkabelung des Share-Busses | 60 |
| 4.3.4 | Einrichtung der Kanalgruppierung | 60 |
| 5. | Instandhaltung und Wartung | |
| 5.1 | Firmware-Aktualisierungen | 61 |

Achtung! Der Teil dieser Anleitung, der sich mit der Bedienung am Bedienteil befasst, gilt nur für Geräte mit einem Firmware-Bundle ab 2.0.0 oder höher.

1. Über dieses Dokument

Bevor Sie den Batterietester mit Energierückgewinnung das erste Mal bedienen oder wenn Sie mit anderen Arbeiten an dem Batterietester mit Energierückgewinnung beauftragt sind, müssen Sie diese Betriebsanleitung lesen.

1.1 Allgemeines

Moi

1.1.1 Aufbewahrung und Verwendung

Dieses Dokument dient als Bedienerhandbuch der in «1.1.3 Geltungsbereich» gelisteten Gerätemodelle und für deren Inbetriebnahme. Die Sicherheitshinweise in Abschnitt «2.5 Sicherheit» im Installationshandbuch sind insbesondere zu beachten und umzusetzen.

1.1.2 Urheberrecht (Copyright)

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

1.1.3 Geltungsbereich

Dieses Dokument gilt für folgende Modelle und deren Varianten:

| Model | Model |
|---------------------------|---------------------------|
| EA-BT 20010-400 4U Triple | EA-BT 20200-140 4U Triple |
| EA-BT 20010-600 4U Triple | EA-BT 20360-80 4U Triple |
| EA-BT 20060-340 4U Triple | EA-BT 20500-60 4U Triple |
| EA-BT 20080-340 4U Triple | EA-BT 20920-40 4U Triple |

1.1.4 Verwendete Zeichen und Symbole in diesem Dokument

In diesem Dokument werden folgende Zeichen und Symbole verwendet:

- Auflistung mit Punkt: Der Text nach diesem Zeichen beschreibt verschiedene Dinge.
- 1. Auflistung mit Zahl: Der Text nach dieser Zahl beschreibt Handlungsanweisungen, die in der angegebenen Reihenfolge von oben nach unten durchzuführen sind.

1.1.5 Aufbau der Warnhinweise

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





| Signalwort | Verwendung bei ... | Mögliche Folgen, wenn der Sicherheitshinweis nicht beachtet wird: |
|-----------------|---|---|
| GEFAHR | Personenschäden (unmittelbar drohende Gefahr) | Tod oder schwerste Verletzungen! |
| WARNUNG | Personenschäden (möglicherweise gefährliche Situation) | Tod oder schwerste Verletzungen! |
| VORSICHT | Personenschäden | Leichte oder geringfügige Verletzungen! |

Die Warnhinweise sind folgendermaßen aufgebaut:

- Piktogramm mit Signalwort entsprechend Warnstufe
- Beschreibung der Gefahr (Gefahrenart)
- Beschreibung der Folgen der Gefahr (Gefahrenfolgen)

| | |
|---|---|
|  | GEFAHR Gefahrenart (Text) Gefahrenfolgen (Text) <ul style="list-style-type: none">• Gefahrenfolgen (Text) |
|---|---|

Spezielle Sicherheitshinweise erfolgen an den jeweils relevanten Stellen. Sie werden mit den folgenden Symbolen gekennzeichnet.

| | |
|---|---|
|  | Warnung vor gefährlicher elektrischer Spannung - Dieses Zeichen steht vor Tätigkeiten, bei denen die Gefahr eines Stromschlages besteht, eventuell mit tödlichen Folgen. |
|  | Hinweissymbol für ein Risiko der Beschädigung des Gerätes - Sofern am Gerät angebracht, fordert das Symbol den Benutzer auf, die Gerätedokumentation zu konsultieren. |
|  | Allgemeine Gefahrenstelle - Dieses Zeichen steht vor Tätigkeiten, bei denen die Gefahr von Personenschäden und umfangreichen Sachschäden besteht. |
|  | <i>Allgemeiner Hinweis - Zusätzliche Informationen</i> |

1.2 Gewährleistung und Garantie

Die EA Elektro-Automatik GmbH garantiert die Funktionsfähigkeit der angewandten Verfahrenstechnik und die ausgewiesenen Leistungsparameter. Die Gewährleistungsfrist beginnt mit der mangelfreien Übergabe. Die Garantiebestimmungen sind den allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB) der EA Elektro-Automatik GmbH zu entnehmen.

1.3 Haftungsbeschränkungen

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


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

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

1.4 Entsorgung des Gerätes

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



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

1.5 Produktschlüssel

Aufschlüsselung der Produktbezeichnung auf dem Typenschild anhand eines Beispiels:

EA-BT 20010 - 600 Triple 4U xxx

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | Optionen und Sonderausführungen: WC = Wasserkühlung installiert |
| | | | | | | Ausführung/Bauweise (nur auf Typenschild angegeben): 4U = 19" Bauform mit 4 HE |
| | | | | | | Triple = Dreifachausgang |
| | | | | | | Maximalstrom pro Kanal in Ampere |
| | | | | | | Maximalspannung pro Kanal in Volt („20010“ = 10 V) |
| | | | | | | Serienkennzeichnung: 20 = Serie 20000 |
| | | | | | | Typkennzeichnung: BT = Battery Tester (Batterietestgerät) |

1.6 Allgemeine Sicherheitsbestimmungen

Siehe Kapitel «2. Sicherheitsbestimmungen» im Installationshandbuch.

2. Bedienung und Verwendung (2)

2.1 Regelungsarten

Ein Gerät wie dieses 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.

2.1.1 Begriffe

Alle Modelle dieser Serie sind mehrkanalige, bidirektionale Geräte. Das bedeutet, jeder Kanal ist eine Kombination aus Netzgerät und elektronischer Last. Die Kanäle können abwechselnd in einer von zwei übergeordneten Betriebsarten arbeiten, die nachfolgend stellenweise unterschieden werden müssen:

- **Quelle / Quelle-Betrieb / Quelle-Modus**

- Das Gerät erzeugt als Netzgerät DC-Spannung für eine externe DC-Last
- In dieser Betriebsart wird der DC-Anschluss als DC-Ausgang betrachtet
- Ein Quelle-Betrieb entspricht beim Batterietest einem Laden/Lade-Betrieb

- **Senke / Senke-Betrieb / Senke-Modus**

- Das Gerät arbeitet als elektronische Last und nimmt DC-Energie von einer externen DC-Quelle auf
- In dieser Betriebsart wird der DC-Anschluss als DC-Eingang betrachtet
- Ein Senke-Betrieb entspricht beim Batterietest einem Entladen/Entlade-Betrieb

2.1.2 Spannungsregelung / Konstantspannung

Spannungsregelung wird auch Konstantspannungsbetrieb (kurz: CV) genannt.

Die Spannung am DC-Anschluss wird vom Gerät konstant auf dem eingestellten Wert gehalten, sofern der in den Verbraucher bzw. aus der Quelle fließende Strom den eingestellten Strommaximalwert bzw. sofern die Leistung nach $P = U_{DC} \cdot I$ nicht den eingestellten Leistungsmaximalwert erreicht. Sollte einer dieser Fälle eintreten, so wechselt das Gerät automatisch in die Strombegrenzung bzw. Leistungsbegrenzung, je nachdem was zuerst zutrifft. Dabei kann die Spannung nicht mehr konstant gehalten werden und sinkt (bei Quelle-Betrieb) bzw. steigt (bei Senke-Betrieb) auf einen Wert, der sich durch das ohmsche Gesetz ergibt. CV ist für beide Betriebsarten, Quelle und Senke, verfügbar und welche von beiden sich ergibt, hängt primär davon ab, welche Spannung am DC-Anschluss vorhanden und auf was der Spannungssollwert gesetzt ist.

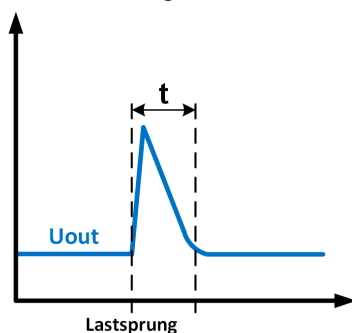
Solange der DC-Anschluss eingeschaltet und Konstantspannungsbetrieb aktiv ist, wird der Zustand „CV-Betrieb aktiv“ als Kürzel **CV** auf der grafischen Anzeige ausgegeben, kann aber auch als Status über die digitalen Schnittstellen ausgelesen werden.

2.1.2.1 Regelungsspitzen (Quelle-Betrieb)

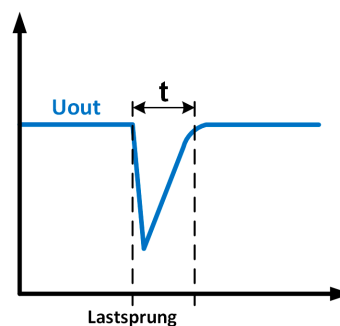
Der Spannungsregler des Gerätes benötigt im CV-Modus und bei Quelle-Betrieb nach einem Lastwechsel etwas Zeit, um die Ausgangsspannung wieder auf den eingestellten Wert auszuregulieren. Technisch bedingt führt ein Lastsprung von einem kleinen Strom zu einem hohen (Belastung), zu einem kurzzeitigen Einbruch der Ausgangsspannung, sowie einem Lastsprung von einem hohen Strom zu einem niedrigen (Entlastung), zu einer kurzzeitigen Erhöhung der Ausgangsspannung. Die Dauer der Ausregelung kann über eine Umschaltung der Spannungsreglergeschwindigkeit beeinflusst werden. Siehe auch «2.1.6 Regelverhalten und Stabilitätskriterium» und «2.3.1.1 Untermenü „Einstellungen“».

Gegenüber der Einstellung **Normal** (Standardwert), verringert **Schnell** die Dauer und verkürzt den Einbruch, kann aber Überschwinger zur Folge haben. **Langsam** hingegen hat den gegenteiligen Effekt. Die Amplitude des Einbruchs oder der Erhöhung ist modellabhängig von der aktuellen Ausgangsspannung, der Ausgangskapazität und dem eigentlichen Lastsprung und kann daher nicht genau oder pauschal angegeben werden.

Verdeutlichungen:



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

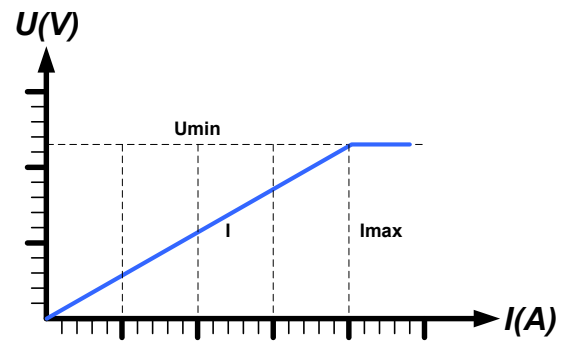


Beispiel zur Belastung: die Ausgangsspannung bricht kurzzeitig unter den eingestellten Wert ein. t = Ausregelzeit

2.1.2.2 Minimale Eingangsspannung für maximalen Strom (Senke-Betrieb)

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 das Gerät im Senke-Betrieb den max. Strom (I_{NENN}) aufnehmen kann. Diese U_{MIN} ist in den technischen Daten angegeben, siehe Abschnitt 10 im Installationshandbuch..

Wird weniger Spannung an den Eingang angelegt, kann das Gerät entsprechend weniger Strom aufnehmen, auch weniger als eingestellt. Der Verlauf ist linear, somit kann der maximal aufnehmbare Strom bei jeder Eingangsspannung unterhalb U_{MIN} einfach berechnet werden. Rechts ist eine Prinzipdarstellung zu sehen.



2.1.3 Stromregelung / Konstantstrom / Strombegrenzung

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

Der Strom am DC-Anschluss wird vom Gerät konstant auf dem eingestellten Wert gehalten, wenn der in den Verbraucher (Quelle-Betrieb) bzw. aus der DC-Quelle (Senke-Betrieb) fließende Strom den eingestellten Stromsollwert erreicht. Der bei Quelle-Betrieb aus dem Gerät fließende Strom ergibt sich nur aus der eingestellten Ausgangsspannung und dem tatsächlichen Widerstand des Verbrauchers. Ist der Strom unter dem eingestellten Wert, findet Spannungsregelung oder Leistungsregelung statt. Erreicht der Strom den eingestellten Wert, wechselt das Gerät automatisch in Konstantstrombetrieb. Wenn jedoch die vom Verbraucher entnommene Leistung bzw. die aus der Quelle aufgenommene Leistung den eingestellten Leistungssollwert erreicht, wechselt das Gerät automatisch in Leistungsbegrenzung und stellt Spannung und Strom nach $P = U \cdot I$ ein.

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

2.1.3.1 Spannungsüberschwinger

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

2.1.4 Leistungsregelung / Konstantleistung / Leistungsbegrenzung

Leistungsregelung, auch Leistungsbegrenzung oder Konstantleistung (kurz: CP) genannt, hält die DC-Leistung konstant auf dem eingestellten Wert, wenn der in den Verbraucher (Quelle-Betrieb) bzw. aus der externen Quelle in das Gerät fließende Strom (Senke-Betrieb) in Zusammenhang mit der Spannung am DC-Anschluss nach $P = U \cdot I$ (Senke) bzw. $P = U^2 / R$ (Quelle) die Maximalleistung erreicht.

Im Quelle-Betrieb regelt die Leistungsbegrenzung den Strom dann nach $I = \sqrt{P / R}$ (R = Widerstand des Verbrauchers) bei der eingestellten Ausgangsspannung ein.

Die Leistungsbegrenzung arbeitet nach dem Auto-range-Prinzip, so dass bei geringer Spannung hoher Strom oder bei hoher Spannung geringer Strom fließen kann, um die Leistung im Bereich P_N (siehe Grafik *Bild 1* rechts) konstant zu halten. Eine Ausnahme sind jene Modelle, deren Nennleistung pro Kanal gleich dem Produkt aus Nennspannung pro Kanal und Nennstrom pro Kanal ist, nach $P = U \cdot I$. Der Leistungsbereich ist bei diesen dann wie in *Bild 2* gezeigt.

Solange der DC-Anschluss 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.

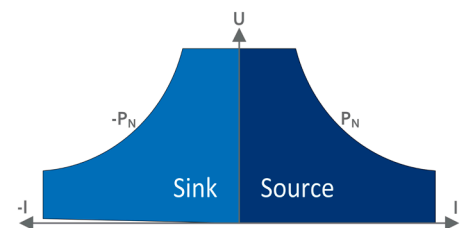


Bild 1 - Leistungsfläche 10 kW-Kanäle

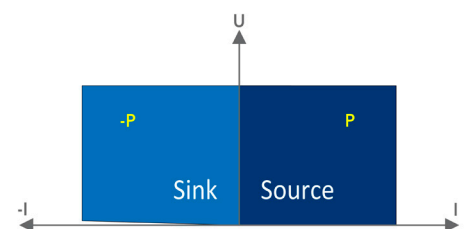


Bild 2 - Leistungsfläche nativer 4 kW- und 6 kW-Kanäle

2.1.4.1 Leistungsreduktion (Derating) (nur Kanäle mit 10 kW Nennleistung)

Die Kanäle eines Gerätes haben eine gemeinsame AC-Seite. Modelle mit einer Nennleistung von 10 kW pro Kanal haben somit eine Gesamtleistung von 30 kW. Damit der AC-Strom nicht zu hoch wird, wenn 30 kW-Modelle bei einer AC-Spannung von 208 V (USA, Japan) betrieben werden, aktivieren diese automatisch eine Reduktion der verfügbaren DC-Leistung auf 6 kW pro Kanal oder 18 kW insgesamt. Die Umschaltung in den „Derating-Modus“ erfolgt einmalig durch Erkennung der gegenwärtig anliegenden AC-Spannung beim AC-seitigen Einschalten. Das heißt, die Kanäle bleiben danach so lange leistungsreduziert, wie das Gerät eingeschaltet ist. Die volle Nennleistung wäre nur verfügbar bei einer Netzspannung ab 380 V.

Sobald das Gerät im Derating arbeitet, wird dauerhaft ein Hinweis in der Anzeige eingeblendet. Dann sind alle auf die Leistung bezogenen Einstellwerte angepasst auf die reduzierte Leistung. Das gilt auch für den Kanalgruppierungs-Betrieb.

2.1.5 Umschaltung der Betriebsart Quelle <-> Senke

Die beiden Betriebsarten Quelle-Betrieb und Senke-Betrieb wechseln untereinander automatisch und in Abhängigkeit vom Verhältnis zwischen dem Istwert der Spannung am DC-Anschluss bzw. am Fernfühlungseingang (wenn verwendet) und dem Sollwert der Spannung eines Kanals. Das bedeutet, dass wenn eine externe Spannungsquelle anliegt, z. B. eine Batterie, der Spannungssollwert bestimmt, welche Betriebsart sich einstellt. Bei einer externen Last, die keine eigene Spannung erzeugen kann, wird somit nur Quelle-Betrieb gefahren.

Regeln bei Anwendungen mit externer Spannungsquelle:

- Ist der Sollwert höher als der von der externen Spannungsquelle, geht das Gerät in den Quelle-Betrieb (Netzgerät).
- Ist der Sollwert niedriger, geht es in Senke-Betrieb (elektronische Last)

Möchte man eine der beiden Betriebsarten explizit fahren, also ohne automatischen Wechsel, müsste man:

- für Nur-Quelle-Betrieb den Stromsollwert und Leistungssollwert des Senke-Betriebs auf 0 stellen
- für Nur-Senke-Betrieb den Spannungssollwert auf 0 stellen

2.1.6 Regelverhalten und Stabilitätskriterium

Wenn das Gerät als Senke, sprich als elektronische Last arbeitet, zeichnet es 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 oder Batterielader 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 erst einmal versucht, die Dynamik des Spannungsreglers anzupassen, was durch einen Umschalter der Regelgeschwindigkeit (**Langsam, Normal, Schnell**) erfolgen kann, bei dem **Normal** die Standardeinstellung ist, bei der das Schwingen auftrat. Die Moduswahl ist im Einstellungsmenü (siehe Abschnitt 2.3.1.7) bzw. im Schnellmenü (siehe Abschnitt 2.3.5) zu finden.

Der Anwender kann nur durch Probieren herausfinden, welche der Einstellungen den gewünschten Effekt bringt. Sollte ein Effekt zu sehen sein, der aber nicht ausreichend ist, kann als zusätzliche Maßnahme ein Kondensator direkt am DC-Eingang angebracht werden, eventuell auch am Fernfühlungseingang, wenn dieser zur Quelle verbunden ist. Welcher Wert den gewünschten Effekt bringt, ist nicht festlegbar.

Wir empfehlen:

10/60/80 V-Modelle: 1000uF...4700uF

200/360 V-Modelle: 100uF...470uF

500 V-Modell: 47uF...150uF

920 V-Modell: 22uF...100uF

2.1.7 BT-Modus

Im BT-Modus wechselt das Gerät dynamisch zwischen den Regelmodi CC und CV. Dies geschieht auf Basis der Klemmen- bzw. Batteriespannung und der parametrisierten Ladeschlussspannung/Entladeschlussspannung. Wird die Ladeschlussspannung/Entladeschlussspannung erreicht, wechselt der Regelmodus automatisch von CC zu CV.

Der Regelmodus CP kann durch die Vorgabe der maximalen Lade-/Entladeleistung eingestellt werden. Wenn das Produkt aus Klemmen- bzw. Batteriespannung und Strom größer ist, als die freigegebene Leistung und die Batteriespannung die Ladeschlussspannung/Entladeschlussspannung nicht erreicht hat, wird die Batterie mit konstanter Leistung geladen bzw. entladen.

2.2 Weitere, auf den DC-Anschluss bezogene Funktionen

2.2.1 Active-Idle-Modus

Active-Idle-Modus, kurz AIM, ist eine Funktionalität bezogen auf die DC-Anschlüsse des Gerätes und die dort vorhandenen, internen Kapazitäten. Um diese bei Quelle-Betrieb und geringer Last zu entladen, ist intern eine kleine elektronische Last vorhanden, die gepulst Strom entnimmt. Das würde sie auch bei einer externen Quelle wie einer Batterie tun. Diese gepulste Entladung der Kondensatoren belastet eine dauerhaft angeschlossene Batterie, die langsam aber stetig entladen würde. Der AIM soll, wenn gezielt aktiviert, diese schleichende Entladung verhindern.

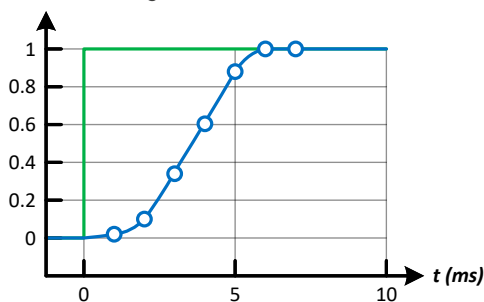
Folgendes ist gegeben:

- AIM kann nur per Fernsteuerung aktiviert werden, egal über welche Schnittstelle, und nur während der adressierte Kanal bzw. dessen DC-Anschluss eingeschaltet ist
- Die Aktivierung schaltet den DC-Anschluss mit aus. Der Kanal wechselt dann in einen besonderen Standby-Modus, bei dem der Zustand des ausgeschalteten DC-Anschlusses anders dargestellt wird. Der Anwender kann in der Fernsteuerung daher wählen, wie ein DC-Anschluss ausgeschaltet wird, also ob mit oder ohne AIM-Aktivierung.
- Solange AIM aktiv bleibt, zeigt das HMI den Zustand an, indem die grüne LED „On“ neben dem On/Off-Taster an bleibt, auch wenn der jeweilige DC-Anschluss ausgeschaltet ist, denn bei diesen mehrkanaligen Geräten zeigt die LED „On“ einen Sammelstatus an. Als zweite Indikation des aktivierten AIM wird die Regelungsart (CC, CP, CV) des betroffenen Kanals ausgeblendet.
- AIM muss wiederkehrend getriggert werden um den Modus aktiv zu halten, ansonsten stoppt AIM und der Kanal geht wieder über in den „normalen“ Standby-Zustand
- Das Trigger-Intervall muss unter 1 Sekunde bleiben; diese maximale Zeit ist nicht veränderlich
- Jede Art von Gerätealarm, der auch im Standby auftreten kann, wird den AIM stoppen
- Die Triggerung von AIM wird in einem Master-Auxiliary-System über den Master auch an die Aux-Einheiten weitergegeben, so dass alle Einheiten des MA-Systems AIM gleichzeitig aktiv halten können
- Im Kanalgruppierungsmodus, bei dem in der Fernsteuerung nur der Kanal 1 adressierbar ist, muss AIM über diesen aktiviert werden

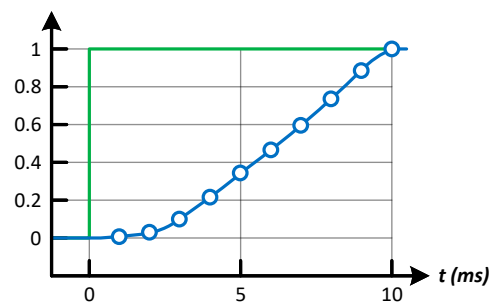
2.2.2 Istwertfilterung

In den Einstellungen im Menü des Gerätes kann mit dem Parameter **Istwertfilter** die Filterung der am DC-Anschluss gemessenen Istwerte konfiguriert werden. Standardmässig wird im Modus **Schnell** gefiltert. Hier wird pro Millisekunde ein neuer Messwert verfügbar, was bei manueller Bedienung und Abbildung auf der Anzeige keinen sichtbaren Effekt hat. Bei Fernsteuerung und Abfrage über eine schnelle, getaktete Schnittstelle wie EtherCAT, ist die 1 ms Aktualisierungsrate der Istwerte von Vorteil. Die bei Modus **Schnell** gemessenen Istwerte sind bereits recht gut gefiltert, wer noch besser geglättete Istwerteverläufe erhalten möchte, kann alternativ den Modus **Präzise** verwenden. Dieser resultiert in etwa der Hälfte der Samples pro Sekunde im Vergleich zu Modus **Schnell**.

Verdeutlichung:



Modus **Schnell**: der Sollwertsprung (grün) resultiert in eine Sprungantwort (blau), erfasst in Schritten von 1 ms, verteilt über ca. 6 ms.



Modus **Präzise**: der Sollwertsprung (grün) resultiert in eine Sprungantwort (blau), erfasst in Schritten von 1 ms, verteilt über ca. 10 ms.

2.2.3 Alarme und Überwachung (2)

Die Alarme sind im Kapitel «9.2.1. Alarmsignale» bzw. auch im Kapitel «7.4 Alarme und Überwachung (1)» des Installationshandbuches beschrieben. Hier werden nachfolgend weitere Details für verschiedene Überwachungsfunktionen beschrieben.

2.2.3.1 Externe Temperaturüberwachung

Diese Überwachung bezieht sich auf die Temperatur von externen Prüflingen, wie z. B. eine zu testende Batterie. Es kann aber auch jedes andere temperaturabhängige Objekt überwacht werden. Die Überwachung erfolgt mit einem digitalen Sensor (Typ DS18B20 oder MAX31820 von Analog Devices, nicht im Lieferumfang enthalten), welcher an der Schnittstelle „Digital In / Out“ angebunden wird. Für deren Pinbelegung siehe Abschnitt «5.9.1 Technische Daten des Anschlusses „Digital In / Out“» im Installationshandbuch. Pro Kanal ist ein Sensor vorgesehen.

Der Sensor hat einen Erfassungsbereich von -55 °C bis 125 °C. Die typische Anwendung wäre die Anbringung am Batteriekörper. Ist der Sensor korrekt über den Stecker an „Digital In / Out“ verbunden, wird er erkannt und sein Status im Einstellungs Menü des Gerätes dargestellt. Dann kann die Überwachung aktiviert und dabei gewählt werden, ob vor der drohenden Abschaltung des DC-Anschlusses des jeweiligen Kanals durch den Alarm ETP noch eine Warnung (ETW) auf dem Bildschirm des Gerätes erfolgen soll. Die Warnung an sich macht nichts weiter als den Benutzer zu informieren.

Für die Konfiguration (siehe auch «2.3.1.1 Untermenü „Einstellungen“») gilt folgendes:

- Der Wert der Schwelle ETW kann nicht höher sein als der Wert der Schwelle ETP
- Der Wert der Schwelle ETW ist immer mindestens 5 °C geringer als der von der Schwelle ETP
- Der Standardwert nach einem Zurücksetzen des Gerätes sind ETW = 30 °C und ETP = 35 °C
- Man kann wählen, ob die Warnung ETW vor dem Alarm ETP ausgelöst wird oder nur der Alarm

Sollten beide Ereignisse, also die Warnung ETW und der Alarm ETP aktiviert worden sein, wird bei steigender Temperatur und sobald die Schwelle ETW erreicht, zunächst nur eine Warnung auf der Anzeige ausgegeben und später ggf. noch der Alarm ausgelöst. Um nach einem Ausschalten des DC-Anschlusses des betroffenen Kanals wegen Alarm ETP weiterarbeiten zu können, müsste derensierte Prüfling wieder abkühlen und zwar mindestens um 5°C unterhalb der Schwelle von ETP. Nur dann kann der Alarm gelöscht und der DC-Anschluss des Kanals wieder eingeschaltet werden. Ähnlich ist es bei der Warnung, die sich nach ihrem Auftreten erst bei mindestens 2°C unter der Schwelle ETW löschen lässt.

2.2.3.2 Leitungsüberlastüberwachung

Diese Leitungsüberwachung bezieht sich auf die Überlast von Leitungen und DC-Schützen. Bei der Leitungsgüberwachung wird der Spannungsabfall zwischen Eingang „Sense“ und dem DC-Anschluss des Gerätes überwacht. Die Verwendung von Eingang „Sense“ ist somit zwingend erforderlich. Die Überwachung kann für jeden Kanal separat eingestellt werden. Die Spannungsdifferenz wird in Volt eingestellt. Das Überwachungsprinzip beruht auf einer Deltabetrachtung der gemessenen Spannungen am Eingang „Sense“ und dem DC-Anschluss. Die Differenz wird unabhängig vom Vorzeichen ausgewertet.

Die Leitungsüberwachung kann aktiviert werden und dabei kann eingestellt werden, ob vor der drohenden Abschaltung des DC-Anschlusses des jeweiligen Kanals durch den Alarm COP noch eine Warnung (COW) auf dem Bildschirm des Gerätes erfolgen soll. Diese Warnung informiert den Benutzer über die Abschaltung des DC-Anschlusses.

Für die Konfiguration (siehe auch «2.3.1.1 Untermenü „Einstellungen“») gilt folgendes:

- Der Wert der Schwelle COW kann nicht höher sein als der Wert der Schwelle COP
- Der Wert der Schwelle COW ist immer mindestens 0,50 V geringer als der von der Schwelle COP
- Es kann wählt werden, ob die Warnung COW vor dem Alarm COP ausgelöst wird oder nur der Alarm

Sind beide Ereignisse, also die Warnung COW und der Alarm COP aktiviert worden, wird bei Detektieren eines Spannungsabfalls über der Schwelle COW zunächst nur eine Warnung auf der Anzeige ausgegeben und später ggf. noch der Alarm ausgelöst. Um nach einem Ausschalten des DC-Anschlusses des betroffenen Kanals wegen Alarm COP weiterarbeiten zu können, muss der Alarm gelöscht und der DC-Anschluss des Kanals wieder eingeschaltet werden. Sollte der Alarm COP ausgelöst worden sein, empfiehlt es sich die Verkabelung vom DC-Anschluss bis hin zur Batterie zu prüfen.

2.3 Manuelle Bedienung (2)



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

2.3.1 Konfiguration im Menü

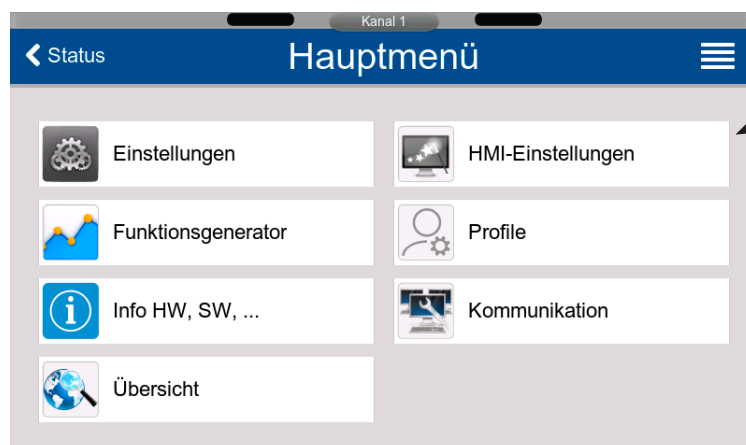
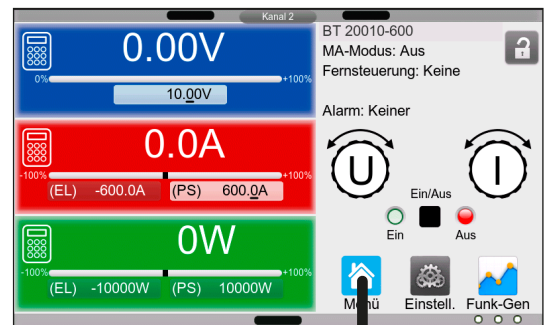


Wichtig, immer bedenken: es gibt kanalspezifische Einstellungen und globale. Die Menü-Unterseiten, die für Einstellungen pro Kanal sind, haben eine extra Kennzeichnung (Kanalnummer). Siehe die zweite Abbildung unten. Die folgenden Abschnitte weisen in Einzelfällen nochmals explizit darauf hin.

Das Menü dient zur Konfiguration aller Betriebsparameter, die nicht ständig benötigt werden. Es kann per Fingerberührung auf das Bedienfeld **Menü** erreicht werden, aber nur, wenn Einzelkanal-Anzeigemodus aktiv und der DC-Anschluss des gewählten Kanals **ausgeschaltet** ist. Siehe die Grafik rechts, die Kanal 2 exemplarisch zeigt.

Ist der DC-Anschluss des jeweiligen Kanals hingegen eingeschaltet, werden statt einem Einstellmenü nur Statusinformationen angezeigt.

Die Navigation erfolgt in den Untermenüs mittels Fingerberührung, Werte werden mit einer eingeblendeten Zehnertastatur eingestellt. Diese werden auf den nachfolgenden Seiten im Einzelnen erläutert.




2.3.1.1 Untermenü „Einstellungen“


Dieses Untermenü kann man auch direkt durch tippen auf das Feld **Einstell.** erreichen, wenn das HMI im Einzelkanal-Anzeigemodus ist, oder über das Schnellmenü. Die meisten der unten gelisteten Einstellungen sind kanalspezifisch, können also für jeden Kanal separat konfiguriert werden und werden vom Gerät auch für jeden Kanal separat gespeichert.



Die Verfügbarkeit der hier gelisteten Einstellungen ist abhängig von der Firmwareversion des Bedienteils. Das Handbuch gibt stets den in einer gewissen Firmware enthaltenen Satz von Einstellungen wieder, die u. U. modellabhängig sein können und manche somit nicht bei allen Geräten angezeigt werden.

| Gruppe | Einstellung & Beschreibung |
|---------------|---|
| Sollwerte | U, I, P |
| | Voreinstellung aller Sollwerte über Direkteingabe mit Zehnertastatur |
| Schutz | OVP, OCP, OPP |
| | Schutzgrenzen setzen. Siehe auch «9.2.1 Alarmsignale» im Installationshandbuch. |
| Limits | U-min, U-max usw. |
| | Einstellgrenzen setzen. Mehr dazu in «2.3.2 Einstellgrenzen (Limits)» in diesem Dokument. |
| Nutzer-Events | UVD, OVD usw. |
| | Überwachungsgrenzen setzen, die benutzerdefinierte Ereignisse auslösen. Mehr dazu in «7.5 Benutzerdefinierbare Ereignisse (Nutzer-Events)» im Installationshandbuch. |
| Allgemein | Hauptbetriebsart |
| | Schaltet zwischen den beiden Hauptbetriebsarten Stromversorgung und Batterietester (Standard) um. Mehr dazu in Abschnitt «2.3.3 Hauptbetriebsart wechseln». |
| | Fernsteuerung erlauben |
| | Ist die Fernsteuerung nicht erlaubt, kann das Gerät nicht über eine der digitalen Schnittstellen fernbedient werden. Der Status, dass die Fernsteuerung gesperrt ist, wird im Statusfeld der Hauptanzeige mit Lokal angezeigt. Siehe auch Abschnitt «5.2 Die Bedieneinheit (HMI)» im Installationshandbuch. |
| | Spannungsreglergeschwindigkeit |
| | Kann den internen Spannungsregler zwischen drei Geschwindigkeiten umschalten, welche die Ausregelung der Spannung beeinflussen. Siehe auch «2.1.6 Regelverhalten und Stabilitätskriterium». |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Langsam = Der Spannungsregler wird etwas langsamer, die Schwingneigung sinkt • Normal = Der Spannungsregler ist normal schnell (Standardeinstellung) • Schnell = Der Spannungsregler wird etwas schneller, die Schwingneigung steigt |
| | Istwertfilter |
| | Wählt mit Schnell (Standard) bzw. Präzise den Modus der Istwertfilterung des Gerätes. Mehr dazu siehe Abschnitt «2.2.2 Istwertfilterung». |
| | Schnellstopp |
| | Legt fest, ob und auf welchen Pegel am Pin 1 der Schnittstelle „Digital In / Out“ das Gerät reagiert. Mehr dazu siehe Abschnitt «2.4.5 Schnellstopp»: |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Deaktiviert = Die Funktion Schnellstopp ist deaktiviert, Pin 1 wird ignoriert • Aktiv HIGH = Die Funktion Schnellstopp ist aktiviert, das Gerät reagiert auf einen HIGH-Pegel • Aktiv LOW = Die Funktion Schnellstopp ist aktiviert, das Gerät reagiert auf einen LOW-Pegel <p>Für die Definition der Pegel siehe die technischen Daten der Schnittstelle in Abschnitt «5.9.1 Technische Daten des Anschlusses „Digital In / Out“» des Installationshandbuches.</p> |

| Gruppe | Einstellung & Beschreibung |
|------------------|--|
| DC-Anschluss | Zustand nach Power ON Bestimmt, wie der Zustand des DC-Anschlusses nach dem Einschalten des Gerätes sein soll: <ul style="list-style-type: none"> • Aus = Der DC-Anschluss ist nach dem Einschalten des Gerätes immer aus • Wiederherstellen = Der Zustand des DC-Anschlusses wird wiederhergestellt, so wie er beim letzten Ausschalten des Gerätes war <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;">  <p>Diese Option ist gemäß Werkzustand oder nach Rücksetzen des Gerätes auf „Aus“. Aktivierung auf eigene Gefahr und Risiko. Das Gerät schaltet den DC-Anschluss nach dem Hochfahren ggf. automatisch ein!</p> </div> |
| | Zustand nach PF-Alarm Bestimmt, wie der Zustand des DC-Anschlusses nach einem Power fail-Alarm verhalten soll: <ul style="list-style-type: none"> • Aus = Der DC-Anschluss bleibt aus • Auto = Der DC-Anschluss schaltet automatisch wieder ein, wenn er vor dem Auftreten des Alarms auch eingeschaltet war |
| | Zustand nach Remote Bestimmt, wie der Zustand des DC-Anschlusses nach manuell oder per Befehl veranlasstem Beenden der Fernsteuerung sein soll: <ul style="list-style-type: none"> • Aus = Nach dem Verlassen der Fernsteuerung immer aus • Auto = Zustand wird beibehalten |
| | Zustand nach OT-Alarm Bestimmt, wie der Zustand des DC-Anschlusses nach einem Übertemperatur-Alarm und erfolgter Abkühlung sein soll: <ul style="list-style-type: none"> • Aus = Der DC-Anschluss bleibt aus • Auto = Der DC-Anschluss schaltet automatisch wieder ein, wenn er vor dem Auftreten des Alarms auch eingeschaltet war |
| | |
| Master-Auxiliary | Modus Mit Option Master oder Auxiliary wird der Master-Auxiliary-Modus (kurz: MA) aktiviert und gleichzeitig die Funktion des Gerätes im MA-Verbund festgelegt. Näheres zum MA-Modus siehe Abschnitt «4.2 Parallelschaltung als Master-Auxiliary-System». |
| | Beleuchtung aus nach 60s Wenn aktiviert, schaltet sich die Hintergrundbeleuchtung aus, wenn 60 Sekunden lang keine Berührung des Bildschirms oder Tastenbetätigung oder Drehknopfbetätigung erfolgte. Diese Einstellung ist hauptsächlich für Auxiliary-Einheiten gedacht, wenn deren Bildschirm nicht ständig an sein soll. Sie ist identisch zu der im Menü „HMI-Einstellungen“. |
| | System initialisieren Das Bedienfeld initialisiert das Master-Auxiliary-System erneut, auch für den Fall, dass die automatische Erkennung aller Aux-Einheiten durch den Master einmal nicht funktionieren sollte und somit weniger Gesamtleistung zur Verfügung stehen würde |
| | |
| USB-Logging | Trennzeichen-Format Legt das Trennzeichen-Format der CSV-Datei beim USB-Logging siehe Abschnitt «2.3.4 Datenaufzeichnung auf USB-Stick (Logging)» in diesem Dokument, sowie «5.2.5 USB-Port (Vorderseite)» im Installationshandbuch bzw. für das Einlesen bzw. Speichern von CSV-Dateien fest: <ul style="list-style-type: none"> • US = Trennzeichen ist Komma (US-Format) • Standard = Trennzeichen ist Semikolon (deutsches bzw. europäisches Format) |
| | Logging mit Einheit (V,A,W) Beim USB-Logging werden standardmässig alle Werte in der CSV-Datei mit Einheit aufgezeichnet. Dies kann hiermit deaktiviert werden. |
| | |

| Gruppe | Einstellung & Beschreibung |
|-----------------------------|--|
| USB-Logging | USB-Logging |
| | Aktiviert/deaktiviert die Datenaufzeichnung (Logging) auf USB-Stick. Siehe mehr dazu im Abschnitt «2.3.4 Datenaufzeichnung auf USB-Stick (Logging)». |
| | Logging-Intervall |
| | Legt den zeitlichen Abstand zwischen zwei aufgezeichneten Datensätzen fest. Dieser Wert gilt für alle zur Aufzeichnung gewählten Kanäle. Siehe unten bei Kanalauswahl . Mögliche Intervalle: 500ms, 1s, 2s, 5s |
| | Start/Stop |
| | Definiert, wann das Logging starten bzw. stoppen soll. <ul style="list-style-type: none"> • Manuell = Logging wird manuell über Bedienfeld  im Schnellmenü gestartet • Bei DC ein/aus = Logging startet und stoppt bei jedem Zustandswechsel am DC-Anschluss, egal wodurch verursacht und solange Logging aktiviert ist. Achtung: Es wird bei jedem Logging-Start eine neue Logdatei auf dem Stick erzeugt. |
| Reset / Neustart | Kanalauswahl |
| | Legt fest, welche der drei Kanäle in die Datei geloggt werden sollen. Standardeinstellung sind alle drei Kanäle mit Kanal 1+2+3 . Das Dropdown-Menü lässt außerdem jede andere mögliche Kombination aus 1, 2 oder 3 Kanälen zu. |
| | Gerät zurücksetzen |
| | Setzt alle Einstellungen (HMI, Profile usw.) und Sollwerte auf Standardwerte zurück |
| Kanalgruppierung | Gerät neu starten |
| | Bewirkt einen Warmstart des Gerätes |
| Ext. Temperatur-Überwachung | Kanalgruppierung |
| | Aktiviert die sogenannte Kanalgruppierung, sofern nur durch aktives Master-Auxiliary gesperrt. Wenn aktiviert, wird diese Funktionalität sofort aktiv, nachdem das Menü verlassen wurde. Mehr Informationen dazu sind im Abschnitt «4.3 Kanalgruppierung» zu finden. |
| | Überwachungsmodus |
| | Aktiviert für jeden Kanal getrennt eine Temperaturüberwachung, die in Verbindung mit am hinteren Anschluss „Digital In / Out“ anschließbaren Sensoren entweder eine Warnung oder einen Alarm auslösen kann. Siehe dazu auch die Abschnitte «9.2.1 Alarmsignale» im Installationshandbuch. Die Überwachung ist werkseitig bzw. nach einem Zurücksetzen deaktiviert. Man kann folgendes wählen: <ul style="list-style-type: none"> • Deaktivieren = Überwachung für den Kanal deaktiviert • ETP+ETW = Beide Überwachungsgrenzen werden berücksichtigt • ETP = Nur die Überwachungsgrenze für Alarm wird berücksichtigt |
| | Temperaturwarnung (ETW) |
| | Stellt die Überwachungsgrenze für die Temperaturwarnung ein, die bei Überschreiten (wenn Wert positiv) bzw. Unterschreiten (wenn Wert negativ) eine Warnung (Meldung am HMI) auslöst, sofern ETW aktiviert wurde. Diese Schwelle muss immer mindestens 5 °C unter der des Temperaturalarms liegen. Einstellbereich: -55°C ...(ETP-Wert - 5°C), Standardwert: 30°C |
| | Temperaturalarm (ETP) |
| | Stellt die Überwachungsgrenze für den Temperaturalarm ein, die bei Überschreiten (wenn Wert positiv) bzw. Unterschreiten (wenn Wert negativ) einen Alarm (Abschaltung des DC-Anschlusses des Kanals, Meldung am HMI) auslöst, sofern ETP aktiviert ist. Diese Schwelle muss immer mindestens 5 °C über der Temperaturwarnung liegen. Einstellbereich: (ETW-Wert + 5°C).. +125°C , Standardwert: 35°C |

| Gruppe | Einstellung & Beschreibung |
|-----------------------------|--|
| Ext. Temperatur-Überwachung | Sensorstatus |
| | Gibt den Status des zum Kanal gehörigen Sensoreingangs der rückseitigen Schnittstelle „Digital In / Out“ an bzw. den Status des Sensors zurück. <ul style="list-style-type: none"> • Sensor uninitialisiert = Sensor wurde beim Start des Gerätes nicht erkannt • Bereit = Sensor wurde erkannt und funktioniert • Sensorausfall = Sensor wurde nach Erkennung entfernt oder ist ausgefallen (Kabelbruch o. ä.) • Alarm aktiv = Überwachungsgrenze ETW wurde erreicht • Warnung aktiv = Überwachungsgrenze ETP wurde erreicht |
| | Sensorwert |
| | Vom Sensor am jeweiligen Kanals erfasster Temperaturwert in Grad Celsius. Dieser Wert ist die Referenz für die beiden Überwachungsgrenzen. |
| Leitungsüberlastüberwachung | Überwachungsmodus |
| | Aktiviert für jeden Kanal getrennt eine Leitungsüberlastüberwachung, die den Spannungsabfall zwischen Eingang „Sense“ und dem DC-Anschluss überwacht und entweder eine Warnung oder einen Alarm auslösen kann. Siehe dazu auch die Abschnitte «7.4 Alarmer und Überwachung (1)» und «9.2.10 Leitungsüberlastalarm» im Installationshandbuch. Die Überwachung ist werkseitig bzw. nach einem Zurücksetzen des Gerätes auf Werkseinstellungen deaktiviert. Man kann folgendes wählen: <ul style="list-style-type: none"> • Deaktivieren = Überwachung für den Kanal deaktiviert • COP+COW = Beide Überwachungsgrenzen werden berücksichtigt • COP = Nur die Überwachungsgrenze für Alarm wird berücksichtigt |
| | Leitungsüberlastwarnung (COW) |
| | Stellt die Überwachungsgrenze für die Leitungsüberlastwarnung ein, die bei Überschreiten eine Warnung (Meldung am HMI) auslöst, sofern COW aktiviert wurde. Diese Schwelle muss immer mindestens 0,5 V unter der des Leitungsüberlastwarnung liegen. Einstellbereich: 0V .. Nennspannung, Standardwert: 1.5V |
| | Leitungsüberlastalarm (COP) |
| | Stellt die Überwachungsgrenze für den Leitungsüberlastalarm ein, die bei Überschreiten einen Alarm (Abschaltung des DC-Anschlusses des Kanal, Meldung am HMI) auslöst, sofern COP aktiviert ist. Diese Schwelle muss immer mindestens 0,5 V über der Leitungsüberlastwarnung liegen. Einstellbereich: (COW-WERT + 0,50V).. Nennspannung, Standardwert: 2V |
| Amperestunden-Zähler | Ah-Modus |
| | Ein- oder Ausschalten des Ah-Modus'. Kann auch über Schnellmenü (siehe Kapitel «2.3.5 Das Schnellmenü») aktiviert/deaktiviert werden |
| | Modus |
| | Modus Wahl welches Verfahren zur Ermittlung der Amperestunden verwendet werden soll <ul style="list-style-type: none"> • Delta (CHA – DCH) = Die Differenz der Amperestunden Laden/Entladen wird erfasst. Der ermittelte Amperestundenwert kann somit positiv oder negativ sein • Separate (CHA, DCH) = Amperestunden Laden und Entladen werden separat erfasst. |
| | Istwert Ah (CHA - DCH) |
| | Aktueller Istwert des Amperestundenzählers |
| | Ah Limit (CHA) |
| | Amperestundenlimit Laden |
| | Ah Limit (DCH) |
| | Amperestundenlimit Entladen |

| Gruppe | Einstellung & Beschreibung |
|------------------------------|---|
| Amperestunden-zähler | Aktion |
| | Aktion bei Erreichen des Amperestundenlimits <ul style="list-style-type: none"> • Keine = Keine Aktion • Signal + Strom 0A = Setzt den Sollstrom auf 0 A und gibt ein Signal aus • Warnung = Warnung wird angezeigt • Alarm = Schaltet den betroffenen DC-Anschluss aus und öffnet das zugehörige DC-Schütz |
| | Reset-Modus |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Deaktiviert = Ah-Zähler wird nicht zurückgesetzt • Manuell = Nutzer muss aktiv den Ah-Zähler zurücksetzen • Automatisch = Bei DC-On wird der Zähler auf 0 Ah zurückgesetzt |
| | Ah-Zähler zurücksetzen |
| | Setzt den aktuellen Amperestundenzähler durch Tippen auch Reset zurück auf 0 Ah. |
| Automatisierter Batterietest | Verpolungsschutz |
| | Aktiviert den Verpolungsschutz für den automatisierten Batterietest. Siehe dazu «2.5.2 Verpolungsschutz». |
| | Vorladung |
| | Aktiviert die Vorladung für den automatisierten Batterietest (DC-Schütz erforderlich). Siehe dazu «2.5.3 Vorladung». |
| | Schützsteuerung |
| | Aktiviert die DC-Schützsteuerung für den automatisierten Batterietest (DC-Schütz erforderlich). Siehe dazu «2.5.4 Schützsteuerung». |
| | Verzögerung Schützsteuerung |
| | Definiert die Zeit zwischen den Signalen „DC-Schütz schließen“ und „Start Test“. Schaltverzögerung 0ms ...2000ms |
| | Timeout Schützsteuerung |
| | Bei Verwendung der Nullstromerkennung : Definiert die Zeit, innerhalb der eine Rückmeldung des Schützes vorhanden sein muss. Falls die Rückmeldung ausbleibt, wird ein Alarm generiert. Rückmeldezeit 0ms ... 2000ms |
| | Schützüberwachung |
| | Aktiviert die DC-Schützüberwachung für den automatisierten Batterietest (DC-Schütz mit Rückmeldekontakt erforderlich). Siehe dazu «2.5.5 Schützüberwachung». |
| | Nullstromerkennung |
| | Aktiviert die sog. Nullstromerkennung für den automatisierten Batterietest (erfordert ein DC-Schütz pro Kanal). Der Befehl das DC-Schütz zu öffnen, wird erst bei Erreichen von 0 A gegeben. Dies dient dem Schutz des DC-Schützes. Siehe dazu «2.5.6 Nullstromerkennung». |

2.3.1.2 Untermenü „Profile“

Siehe «2.3.6 Nutzerprofile laden und speichern». Profile sind kanalspezifisch. Das bedeutet, das Speichern von Profilen als Datei oder das Laden von einer, würde immer nur den momentan gewählten Kanal betreffen.

2.3.1.3 Untermenü „Übersicht“

Dieses Untermenü zeigt für den gewählten Kanal oder für den Kanalgruppierungsmodus eine Übersicht der Sollwerte (U, I, P), Gerätealarmschwellen, Event-Einstellungen, Einstellgrenzen, sowie eine Alarmhistorie (Anzahl aufgetretener Gerätealarme seit Einschalten des Gerätes) an, sowie einen Betriebsstundenzähler.

2.3.1.4 Untermenü „Info HW, SW, ...“

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

2.3.1.5 Untermenü „Funktionsgenerator“

Siehe «3. Der Funktionsgenerator». Der Menüpunkt ist gesperrt, so lange der Batterietestmodus aktiv ist.

2.3.1.6 Untermenü „Kommunikation“

Hier werden Einstellungen zur digitalen Kommunikation über die eingebauten digitalen Schnittstellen (USB, Ethernet, CAN) getroffen. Außerdem können sog. „Kommunikations-Timeouts“ angepasst werden. Mehr zum Thema Timeouts bei Fernsteuerung ist in einer separaten, mitgelieferten Programmieranleitung zu finden. Der hintere USB-Port und die EtherCAT Master/In/Out-Ports benötigen keine Einstellungen.

Gruppe Ethernet: Einstellungen zur Ethernetschnittstelle

| IF | Einstellung | Beschreibung |
|----------|---------------------|--|
| Ethernet | DHCP | Die Schnittstelle lässt sich von einem DHCP-Server eine IP und ggf. eine Subnetzmaske, sowie Gateway zuweisen. Falls kein DHCP-Server im Netzwerk ist, werden die aufgelisteten Netzwerkparameter gesetzt. |
| | IP-Adresse | Hier kann die IP-Adresse des Gerätes manuell festgelegt werden |
| | Subnetzmaske | Hier kann die Subnetzmaske manuell festgelegt werden |
| | Gateway | Hier kann die Gateway-Adresse manuell festgelegt werden, falls benötigt |
| | DNS-Adresse | Hier kann die Adresse eines Domain Name Servers festgelegt werden, falls benötigt |
| | Port | Socket-Port im Bereich 0...65535 wählen. Standardport: 5025 Reserviert Ports: 502, 537 |
| | Hostname | Beliebig wählbarer Hostname |
| | Domäne | Beliebig wählbare Domäne |
| | MAC-Adresse | MAC-Adresse des Ethernetports |

Gruppe CAN: Einstellungen zum CAN- und CAN FD-Modus der CAN-Schnittstelle

| IF | Einstellung | Beschreibung |
|-----|----------------------------------|--|
| CAN | Baudrate | Einstellung der CAN-Busgeschwindigkeit in den typischen Werten zwischen 10 kbps und 1Mbps für „normales“ CAN, sowie 500kbps/2Mbps und 500kbps/5Mbps zusätzlich für CAN FD, wenn der CAN FD-Modus vorher aktiviert wurde. Standardwert: 500 kbps |
| | ID-Format | Wahl des CAN-ID-Formates zwischen Standard (11 Bit IDs, 0h...7ffh) oder Extended (29 Bit IDs, 0h...1fffffffh) |
| | Busabschluss | Ein- oder Ausschalten des elektronisch geschalteten, im Modul befindlichen Busabschluss-Widerstandes. Standardeinstellung: aus |
| | Datenlänge | Festlegung der Nachrichtenlänge aller vom Gerät gesendeten Nachrichten (Antworten). <ul style="list-style-type: none">• Auto = Länge variiert je nach Objekt zwischen 3 und 8 Bytes• Immer 8 Bytes = Länge ist immer 8 Bytes, mit Nullen aufgefüllt |
| | CAN FD | Aktiviert oder deaktiviert die CAN FD-Funktionalität des CAN-Ports. Der Schalter gibt auch zwei zu CAN FD zugehörige Baudrateneinstellungen bei Baudrate frei. Der CAN FD-Modus ist nach einem Zurücksetzen des Gerätes deaktiviert, so dass der Port standardmässig im normalen CAN-Modus arbeitet. |
| | Bitraten-Umschaltung | Aktiviert oder deaktiviert die Bitraten-Umschaltung (englisch kurz: BRS) des CAN FD-Modus'. Nachrichten im CAN FD-Format könnten dann die höhere Datenrate nutzen, wie mit Einstellung Baudrate wählbar. Diese Option ist nach einem Zurücksetzen deaktiviert. |
| | Kanaleinstellungen wählen | Wählt den Kanal 1-3 , für den die darunterliegenden, kanalspezifischen Einstellungen auf dem HMI konfiguriert werden sollen. |
| | Basis-ID | Einstellung der CAN-Basis-ID des gewählten Kanals (11 Bit oder 29 Bit, Hexadezimalformat). Standardwerte: Kanal 1 - 0h / Kanal 2 - 10h / Kanal 3 - 20h |
| | Broadcast ID | Einstellung der CAN-Broadcast-ID zwecks Adressierung aller drei Kanäle auf einmal (11 Bit oder 29 Bit, Hexadezimalformat). Standardwert: 7ffh |
| | Basis-ID Zyklisches Lesen | Einstellung der CAN-Basis-ID (11 Bit oder 29 Bit, Hexadezimalformat) für das zyklische Lesen mehrerer Objektgruppen vom gewählten Kanal. Das Gerät sendet über diese IDs die Inhalte der Objektgruppen automatisch in dem festgelegten Intervall, solange aktiviert. Mehr dazu in der Programmieranleitung. Standardwerte: Kanal 1 - 100h / Kanal 2 - 110h / Kanal 3 - 120h |

| IF | Einstellung | Beschreibung |
|-----|------------------------------------|--|
| CAN | Basis-ID Zyklisches Senden | Einstellung der CAN-Basis-ID (11 Bit oder 29 Bit, Hexadezimalformat) für das zyklische Senden von Status und Sollwerten an den gewählten Kanal. Das Gerät empfängt über diese IDs die Inhalte zweier bestimmter Objektgruppen im kompakteren Format. Mehr dazu in der Programmieranleitung. Standardwerte: Kanal 1 - 200h / Kanal 2 - 210h / Kanal 3 - 220h |
| | Lese-Timing: Status | Aktivierung/Deaktivierung und Zeiteinstellung zum automatischen Lesen des Status' über die eingestellte Basis-ID Zyklisches Lesen . Dieser Zeitwert ist kanalspezifisch und an die kanalspezifische Basis-ID Zyklisches Lesen gebunden. Einstellbereich: 20...5000 ms. Standardwert: 0ms (deaktiviert) |
| | Lese-Timing: Sollwerte (PS) | Aktivierung/Deaktivierung und Zeiteinstellung zum automatischen Lesen der Sollwerte für den Quelle-Betrieb über die eingestellte Basis-ID Zyklisches Lesen + 2 . Dieser Zeitwert ist kanalspezifisch und an die kanalspezifische Basis-ID Zyklisches Lesen gebunden. Einstellbereich: 20...5000 ms. Standardwert: 0ms (deaktiviert) |
| | Lese-Timing: Limits 1 (PS) | Aktivierung/Deaktivierung und Zeiteinstellung zum automatischen Lesen der „Limits 1“ (U, I) für den Quelle-Betrieb (PS) über die eingestellte Basis-ID Zyklisches Lesen + 3 . Dieser Zeitwert ist kanalspezifisch und an die kanalspezifische Basis-ID Zyklisches Lesen gebunden. Einstellbereich: 20...5000 ms. Standardwert: 0ms (deaktiviert) |
| | Lese-Timing: Limits 2 (PS) | Aktivierung/Deaktivierung und Zeiteinstellung zum automatischen Lesen der „Limits 2“ (P) für den Quelle-Betrieb (PS) über die eingestellte Basis-ID Zyklisches Lesen + 4 . Dieser Zeitwert ist kanalspezifisch und an die kanalspezifische Basis-ID Zyklisches Lesen gebunden. Einstellbereich: 20...5000 ms. Standardwert: 0ms (deaktiviert) |
| | Lese-Timing: Istwerte | Aktivierung/Deaktivierung und Zeiteinstellung zum automatischen Lesen der Istwerte über die eingestellte Basis-ID Zyklisches Lesen + 1 . Dieser Zeitwert ist kanalspezifisch und an die kanalspezifische Basis-ID Zyklisches Lesen gebunden. Einstellbereich: 20...5000 ms. Standardwert: 0ms (deaktiviert) |
| | Lese-Timing: Sollwerte (EL) | Aktivierung/Deaktivierung und Zeiteinstellung zum automatischen Lesen der Sollwerte für den Senke-Betrieb (EL) über die eingestellte Basis-ID Zyklisches Lesen + 5 . Dieser Zeitwert ist kanalspezifisch und an die kanalspezifische Basis-ID Zyklisches Lesen gebunden. Einstellbereich: 20...5000 ms. Standardwert: 0ms (deaktiviert) |
| | Lese-Timing: Limits (EL) | Aktivierung/Deaktivierung und Zeiteinstellung zum automatischen Lesen der „Limits“ (I, P) für den Senke-Betrieb (EL) über die eingestellte Basis-ID Zyklisches Lesen + 6 . Dieser Zeitwert ist kanalspezifisch und an die kanalspezifische Basis-ID Zyklisches Lesen gebunden. Einstellbereich: 20...5000 ms. Standardwert: 0ms (deaktiviert) |

Gruppen Timeouts und Protokolle: Weitere, allgemeine Kommunikations-Einstellungen

| Gruppe | Einstellung & Beschreibung |
|------------|---|
| Timeouts | TCP Keep-Alive |
| | Aktiviert/deaktiviert die Netzwerkfunktionalität TCP keep-alive für den eingebauten Ethernet-Port und nutzt diese zur Aufrechterhaltung der Socketverbindung. Sofern keep-alive im Netzwerk unterstützt wird, deaktiviert das Gerät das einstellbare Ethernet-Timeout (siehe unten Timeout ETH). |
| | Timeout USB/RS232 |
| | Stellt die Zeit (in Millisekunden) ein, die max. bei zwischen der Übertragung von zwei Bytes oder Blöcken von Bytes ablaufen darf. Mehr dazu in der separaten, mitgelieferten Programmieranleitung. Standardwert: 5ms , Bereich: 5ms...65535ms |
| | Timeout ETH |
| | Findet während der eingestellten Zeit (in Sekunden) keine Befehls-Kommunikation mit dem Gerät statt, schließt sich die Socketverbindung von seitens des Gerätes. Der Timeout wird unwirksam, solange die zur jeweiligen Schnittstelle gehörige Option TCP Keep-Alive aktiviert ist und vom Netzwerk aktiv unterstützt wird. Einstellwert 0 deaktiviert den Timeout dauerhaft. Standardwert: 5s , Bereich: 0s / 5s...65535s (0 = Timeout deaktiviert) |
| Protokolle | Schnittstellenüberwachung / Timeout Schnittstellenüberwachung |
| | Aktiviert/deaktiviert die Schnittstellenüberwachung (siehe Abschnitt «2.4.4 Schnittstellenüberwachung»). Standardwerte: aus, 5s / Bereich: 5s...65535s |
| | Kommunikationsprotokolle |
| | Aktivieren / Deaktivieren der Kommunikationsprotokolle SCPI und/oder ModBus. Jeweils eins von beiden kann deaktiviert werden, wenn nicht benötigt. |
| | Einhaltung der ModBus Spezifikation |
| | Kann von Limitiert (Standardeinstellung) auf Voll umgeschaltet werden, damit das Gerät Nachrichten im ModBus RTU- oder ModBus TCP-Format sendet, die zu auf dem Markt erhältlichen Softwarebibliotheken kompatibel sind. Bei Limitiert wird das frühere, teils nicht kompatible Nachrichtenformat verwendet (siehe auch Programmieranleitung). |

2.3.1.7 Menü „HMI-Einstellungen“

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

| Gruppe | Einstellung & Beschreibung |
|--------------------|---|
| Sprache | Umschaltung der Sprache in der Anzeige (Standard: Englisch). |
| Ton | Tastenton |
| | Aktiviert bzw. deaktiviert die Tonausgabe bei Betätigung einer Taste oder eines Bedienfeldes in der Anzeige |
| | Alarmton |
| | Aktiviert bzw. deaktiviert die zusätzliche akustische Signalisierung eines Gerätealarms oder benutzerdefinierten Ereignisses (Event), das auf Aktion = Alarm eingestellt wurde. Siehe auch «7.4 Alarmer und Überwachung (1)» im Installationshandbuch. |
| Uhrzeit | Einstellen des Datums und Uhrzeit der internen, batteriegepufferten Uhr. |
| Beleuchtung | Beleuchtung aus nach 60s |
| | Definiert, ob sich die Hintergrundbeleuchtung abschalten soll, wenn 60 s lange keine Eingabe über Touchscreen oder Drehknopf erfolgte. Sobald dann eine erfolgt, schaltet sich die Beleuchtung automatisch wieder ein. Weiterhin kann die Helligkeit der Hintergrundbeleuchtung eingestellt werden. |
| Sperre | Siehe «7.3.7 Bedieneinheit (HMI) sperren» und «7.3.8 Einstellgrenzen (Limits) und Benutzerprofile sperren» im Installationshandbuch. |

2.3.2 Einstellgrenzen (Limits)

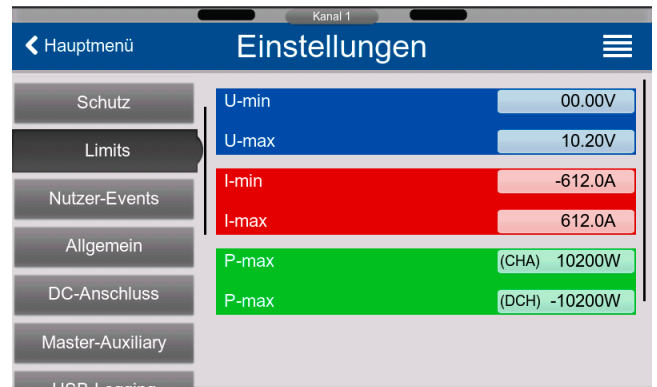


Die Einstellgrenzen gelten nur für die zugehörigen Sollwerte und den zugehörigen Kanal, gleichermaßen bei manueller Bedienung wie bei Fernsteuerung.


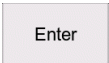
Standardmäßig sind alle Sollwerte (U, I, P) von 0...102% einstellbar, mit Ausnahme der Spannung beim 60 V-Modell, die dort nur bis 100% einzustellen geht.

Dieser Bereich kann, besonders zum Schutz gegen versehentliches Verstellen auf einen viel zu hohen Wert, eingeschränkt werden. Es können jeweils für Spannung (U) und Strom (I) untere und obere Einstellgrenzen, getrennt für Lade- und Entlade-Betrieb des Batterietestermodus festgelegt werden, sowie für den Modus „Stromversorgung“, auch genannt „PSB-Modus“, jeweils eine untere und obere Grenze für Quelle- und Senke-Betrieb

Für die Leistung (P) gibt es zwei Einstellgrenzen für das Laden (CHA) und Entladen (DCH) von Batterien im Batterietestermodus bzw. für Quelle- und Senke-Betrieb im PSB-Modus.



► So konfigurieren Sie die Einstellgrenzen

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





Die Einstellgrenzen sind an die Sollwerte gekoppelt. Das bedeutet, dass die obere Einstellgrenze (-max) des Sollwertes nicht kleiner bzw. die untere Einstellgrenze (-min) nicht höher eingestellt werden kann als der Sollwert momentan ist.

Beispiel: Wenn man die Einstellgrenze der Leistung (P-max) auf 6000 W einstellen möchte und der Leistungssollwert ist noch auf 8000 W eingestellt, dann müsste man den Leistungssollwert zuerst auf 6000 W oder geringer einstellen, um P-max auf 6000 W setzen zu können.


2.3.3 Hauptbetriebsart wechseln

Das Gerät ist in erster Linie als Batterietester konzipiert. Es gibt zwei Betriebsmodi, den Modus **Batterietester** (BT-Modus) und den Modus **Stromversorgung**. Letzterer wird auch PSB-Modus genannt, weil das Gerät sich dann als ein normales, bidirektionales Netzgerät präsentiert. Die Bedienung der Geräte im PSB-Modus ist identisch der Bedienung von z. B. Geräten aus den PSB 10000 Serien. Der Standardbetriebsmodus ist der BT-Modus.

► So wechseln Sie die Betriebsart (zwei Möglichkeiten)

1. Wenn die DC-Anschlüsse aller drei Kanäle ausgeschaltet sind und das Gerät sich nicht in Fernsteuerung befindet und das Bedienteil nicht gesperrt ist, tippen Sie auf die untere graue Leiste, welche das Schnellmenü öffnet (siehe auch Abschnitt «2.3.5 Das Schnellmenü»). In diesem befindet sich links ein Bedienfeld . Sollte es invertiert () dargestellt sein, ist der BT-Modus bereits aktiv.
2. Wenn die DC-Anschlüsse aller drei Kanäle ausgeschaltet sind und das Gerät sich nicht in Fernsteuerung befindet und



das Bedienteil nicht gesperrt ist, tippen Sie auf **Einstell.**. Scrollen Sie die Gruppen links herunter bis **Allgemein**. Dort ist dann eine Auswahl **Hauptbetriebsart**, wo man zwischen **Stromversorgung** und **Batterietester** wählen kann. Die Wahl **Batterietester** entspricht dem auch im Schnellmenü aktivierbaren .

Die Umschaltung in den jeweils anderen Modus erfolgt im Schnellmenü direkt, jedoch im Einstellungs Menü erst nach Verlassen desselbigen.

2.3.4 Datenaufzeichnung auf USB-Stick (Logging)

Mittels eines handelsüblichen USB-Sticks (USB 3.0 geht, aber nicht alle Speichergrößen) können Daten vom Gerät aufgezeichnet werden. Für nähere Spezifikationen zum Stick und zu den Dateien lesen Sie bitte Abschnitt «5.2.5 USB-Port (Vorderseite)» im Installationshandbuch. Durch das Logging erzeugte CSV-Dateien haben das gleiche Format wie jene, die von der App „Logging“ in der Software **EA Power Control** erstellt werden, mit denen am PC geloggt wird. Der Vorteil beim Logging auf Stick ist, dass das Gerät nicht mit dem PC verbunden sein muss. Die Funktion muss lediglich im Einstellungsmenü konfiguriert und aktiviert werden.

2.3.4.1 Konfiguration





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

Für die durch das Logging erzeugte CSV-Dateien kann festgelegt werden, welches Trennzeichen-Format (deutsch/europäisch bzw. **US**) verwendet werden soll und ob Werte in den einzelnen Spalten mit oder ohne physikalische Einheit aufgezeichnet werden. Letzteres zu deaktivieren vereinfacht die Verarbeitung der Log-Dateien in z. B. MS Excel.

2.3.4.2 Bedienung (Start/Stop)

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



Das Bedienfeld  startet die Aufzeichnung und wird dann zu , womit die Aufzeichnung wieder gestoppt werden kann. Nach dem Start der Aufzeichnung erscheint in der Anzeige das Symbol . Sollte es während des Log-Vorgangs zu einem Fehler kommen (Stick voll, Stick abgezogen, anderes), erscheint ein entsprechendes Symbol . Mit jedem manuellen Stopp oder Ausschalten des DC-Anschlusses wird das Logging beendet und die aufgezeichnete Log-Datei geschlossen.

2.3.4.3 Das Dateiformat beim USB-Logging (BT-Modus)

Typ: Textdatei im europäischen bzw. US-amerikanischem CSV-Format (je nach Einstellung). Aufbau:

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M |
|---|-------------|-------------|----------|--------|----------|-------------|-------------|----------|--------------|-------------|-------|--------------|---------|
| 1 | U set (MAX) | U set (MIN) | U actual | I set | I actual | P set (CHA) | P set (DCH) | P actual | Output/Input | Device mode | Error | Time | Channel |
| 2 | 00,00V | 00,00V | 0,00V | 010,0A | 0,0A | 6000W | -6000W | 0W | OFF | NONE | NONE | 16:25:48.871 | 1 |
| 3 | 4,00V | 2,50V | 0,00V | 007,0A | 0,0A | 6000W | -6000W | 0W | OFF | NONE | NONE | 16:25:48.871 | 2 |
| 4 | 00,00V | 00,00V | 0,00V | 000,0A | 0,0A | 6000W | -6000W | 0W | OFF | NONE | NONE | 16:25:48.871 | 3 |
| 5 | 00,00V | 00,00V | 4,00V | 010,0A | 0,0A | 6000W | -6000W | 0W | OFF | NONE | NONE | 16:25:49.371 | 1 |
| 6 | 4,00V | 2,50V | 4,00V | 007,0A | 0,0A | 6000W | -6000W | 0W | ON | CV | NONE | 16:25:49.371 | 2 |
| 7 | 00,00V | 00,00V | 4,00V | 000,0A | 0,0A | 6000W | -6000W | 0W | OFF | NONE | NONE | 16:25:49.371 | 3 |

Legende:

U set (MIN) / U set (MAX): Sollwerte Ladeschlussspannung (**MAX**) und Entladeschlussspannung (**MIN**)

U actual / I actual / P actual / C actual: Istwerte (Spalte **C actual** ist nur bei aktiviertem Amperestundenzähler vorhanden, siehe Kapitel «2.5.9 Amperestundenzähler».)

I set Sollwerte I

P set (CHA) / P set (DCH): Sollwerte P für Laden (CHA) und Entladen (DCH)

C set (CHA) / C set (DCH): Sollwerte C (Kapazität) für's Laden (CHA) und Entladen (DCH) (diese Spalten werden nur bei aktiviertem Amperestundenzähler aufgezeichnet)

Output/Input: Status DC-Anschluss

Device mode: Aktuelle Regelungsart (siehe auch «2.1 Regelungsarten»)

Error: Gerätealarme

Time: Zeitpunkt des Logeintrags gemäß geräteinterner Uhr

Channel: markiert in jeder Zeile, zu welchem Kanal die in der Zeile aufgezeichneten Daten gehören

Hinweise:

- Im Unterschied zum Logging am PC erzeugt jeder neue Log-Vorgang beim USB-Logging eine weitere Datei mit Namensschema `usb_log_1.csv` usw., die am Ende des Dateinamens eine hochgezählte Nummer erhält; dabei werden bereits existierende Logdateien berücksichtigt.

2.3.4.4 Das Dateiformat beim USB-Logging (PSB-Modus)

Typ: Textdatei im europäischen bzw. US-amerikanischem CSV-Format (je nach Einstellung). Aufbau:

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q |
|---|-------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|--------|------------|------------|------------|--------------|-------------|-------|--------------|---------|
| 1 | U set | U actual | I set (PS) | I actual | P set (PS) | P actual | R set (PS) | R actual | R mode | I set (EL) | P set (EL) | R set (EL) | Output/Input | Device mode | Error | Time | Channel |
| 2 | 00,00 | 0,00 | 000,0 | 0,0 | 4000 | 0 | N/A | N/A | OFF | -000,0 | -4000 | N/A | ON | CC | NONE | 11:45:17.468 | 1 |
| 3 | 00,00 | 0,00 | 000,0 | 0,0 | 4000 | 0 | N/A | N/A | OFF | -000,0 | -4000 | N/A | ON | CC | NONE | 11:45:17.468 | 2 |
| 4 | 00,00 | 0,00 | 000,0 | 0,0 | 4000 | 0 | N/A | N/A | OFF | -000,0 | -4000 | N/A | OFF | NONE | NONE | 11:45:17.468 | 3 |
| 5 | 00,00 | 0,00 | 000,0 | 0,0 | 4000 | 0 | N/A | N/A | OFF | -000,0 | -4000 | N/A | ON | CC | NONE | 11:45:18.468 | 1 |
| 6 | 00,00 | 0,00 | 000,0 | 0,0 | 4000 | 0 | N/A | N/A | OFF | -000,0 | -4000 | N/A | ON | CC | NONE | 11:45:18.468 | 2 |

Legende:

U set: Sollwert Spannung

U actual / I actual / P actual: Istwerte

I set (PS) / P set (PS): Sollwerte I und P vom Quelle-Betrieb (PS)

I set (EL) / P set (EL): Sollwerte I und P vom Senke-Betrieb (EL)

Output/Input: Status DC-Anschluss

Device mode: Aktuelle Regelungsart (siehe auch «2.1 Regelungsarten»)

Error: Gerätealarme

Time: Zeitpunkt des Logeintrags gemäß geräteinterner Uhr

Channel: markiert in jeder Zeile, zu welchem Kanal die in der Zeile aufgezeichneten Daten gehören

Hinweise:

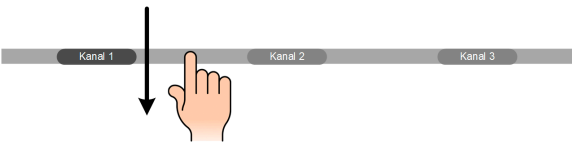
- Im Unterschied zum Logging am PC erzeugt jeder neue Log-Vorgang beim USB-Logging eine weitere Datei mit Namensschema usb_log_1.csv usw., die am Ende des Dateinamens eine hochgezählte Nummer erhält; dabei werden bereits existierende Logdateien berücksichtigt

2.3.4.5 Besondere Hinweise und Einschränkungen

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

2.3.5 Das Schnellmenü

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



Übersicht:



- Das Schnellmenü vereinigt globale Einstellungen und kanalspezifische Einstellungen. Die Zuordnung einer Einstellung zu einem bestimmten Kanal ist hier nicht erkennbar.
- Einzelne Bedienfelder im Schnellmenü können durch den gegenwärtigen Zustand des Gerätes gesperrt sein, z. B. wenn der DC-Anschluss des aktuell gewählten Kanals an sein sollte.

Durch Antippen wird die zugehörige Funktion aktiviert oder deaktiviert. In der Ansicht **Alle Kanäle** sind nicht alle der bei Einzelkanalansicht verfügbaren Bedienfelder verfügbar. Symbole mit Schwarz auf Weiß zeigen eine momentan aktivierte Funktion an:

| Symbol | Gehört zu | Bedeutung | Kanal-spezi-fisch? |
|--------|----------------------|--|--------------------|
| Ah | Amperestunden-zähler | Amperestundenzähler ist aktiviert | nein |
| | HMI | Alarmton = ein | nein |
| | HMI | Tastenton = ein | nein |
| | USB-Logging | USB-Logging läuft (das Symbol ist nur verfügbar, wenn USB-Logging im Menü „Einstellungen“ aktiviert wurde) | nein |
| G | Kanalgruppierung | Kanalgruppierung aktiviert | nein |
| M | Master-Auxiliary | Master-Auxiliary aktiviert, Gerät ist Master | nein |
| A | Master-Auxiliary | Master-Auxiliary aktiviert, Gerät ist Auxiliary | nein |
| Aus | Master-Auxiliary | Master-Auxiliary und Kanalgruppierung nicht aktiv | nein |
| BT | Betriebsarten | Batterietestermodus aktiviert | nein |
| | Betriebsarten | Umschaltung der Spannungsreglergeschwindigkeit zwischen Langsam , Normal (Standard) und Schnell (siehe Abschnitt «2.1.6 Regelverhalten und Stabilitätskriterium») | ja |
| | HMI | Helligkeit der Hintergrundbeleuchtung einstellen | nein |
| | HMI | Öffnet den Graphen (nur Einzelkanalansicht) | ja |
| Menü | HMI | Öffnet das Hauptmenü | ja |

2.3.6 Nutzerprofile laden und speichern

Das Menü **Profile** dient zur Auswahl eines Profils zum Laden bzw. zum Wechsel zwischen einem Standard-Profil und fünf Nutzer-Profilen. Ein Profil ist eine Sammlung aller Einstellungen eines Kanals und seiner Sollwerte. Bei Auslieferung des Gerätes bzw. nach einem Zurücksetzungsvorgang haben alle sechs Profile dieselben Einstellungen und die meisten Sollwerte sind auf 0. Werden vom Anwender dann Einstellungen getroffen und Werte verändert, so geschieht das in einem Arbeitsprofil, das auch über das Ausschalten hinweg gespeichert wird. Dieses Arbeitsprofil kann in eins der fünf Nutzerprofile gespeichert bzw. aus diesen fünf Nutzerprofilen oder aus dem Standardprofil heraus geladen werden. Das Standardprofil selbst kann nur geladen werden. Durch das Arbeiten mit den Profilen kann sogar eins von einem Kanal zum anderen kopiert werden.

Der Sinn von Profilen ist es, z. B. einen Satz von Sollwerten, Einstellungsgrenzen und Überwachungsgrenzen schnell zu laden, ohne diese alle jeweils immer neu einstellen zu müssen. Da sämtliche Einstellungen zum HMI mit im Profil gespeichert werden, also auch die Sprache, wäre beim Wechsel von einem Profil zum anderen auch ein Wechsel der Sprache des HMI möglich.

Bei Aufruf der Menüseite **Profile** und Auswahl eines Profils können dessen wichtigsten Einstellungen, wie Sollwerte, Einstellungsgrenzen usw. betrachtet und auch verstellt werden.

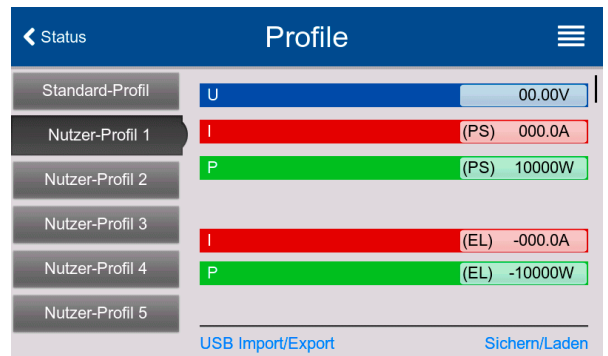
► So speichern Sie die aktuellen Einstellungen (Arbeitsprofil) in ein Nutzerprofil

1. Bei ausgeschaltetem DC-Anschluss und Einzelkanalansicht



tippen Sie in der Hauptseite auf das Bedienfeld **Menü**. Bei Mehrkanalansicht kann alternativ das Schnellmenü genutzt werden, um direkt zur Menüseite **Profile** zu gelangen, wodurch Schritt 2 entfällt.


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



Wird in einem Nutzer-Profil irgendeine Änderung vorgenommen, kann das Profil zunächst nicht geladen oder gesichert werden. Der Anwender muss die Änderung entweder mit „Änderungen sichern“ übernehmen oder mit „Abbrechen“ verwerfen.

Das Laden eines Nutzer-Profiles geht auf demselben Weg, nur dass man am Ende auf **Laden** unter **Profil laden?** tippen muss. Die Nutzer-Profile können auch auf einem USB-Stick gespeichert bzw. vom diesem geladen werden. Das geschieht über **USB Import/Export**. Wenn gewünscht ist, ein Profil von einem anderen Kanal in den aktuellen zu laden, dann würde man zunächst auf den Quellkanal wechseln, dort im Menü **Profile** das Standard-Profil in eins der Nutzer-Profile speichern, dann wieder auf den Zielkanal zurückwechseln und das Nutzer-Profil laden.

► So editieren Sie ein Nutzerprofil

1. Bei ausgeschaltetem DC-Anschluss tippen Sie in der Hauptseite auf das Bedienfeld .
2. In der Hauptmenüseite tippen Sie auf **Profile**.
3. In der nun erscheinenden Auswahl wählen Sie das Nutzer-Profil aus, welches Sie ändern wollen. Das gewählte Nutzerprofil wird daraufhin angezeigt.
4. Tippen Sie auf einen zu ändernden Wert und geben Sie einen neuen ein. Sobald einer der Werte verändert wurde, ändert sich das Bedienfeld **Sichern/Laden** in **Änderungen sichern**.
5. Wenn fertig, tippen Sie auf **Änderungen sichern** um das Profil zu speichern. In dem Moment ist es noch nicht aktiv.
6. Optional: um das soeben veränderte Profil zu nutzen, muss es in das Arbeitsprofil geladen werden. Dies geschieht durch tippen auf **Sichern/Laden** und **Laden** bei der darauf folgenden Abfrage **Profil laden?**.

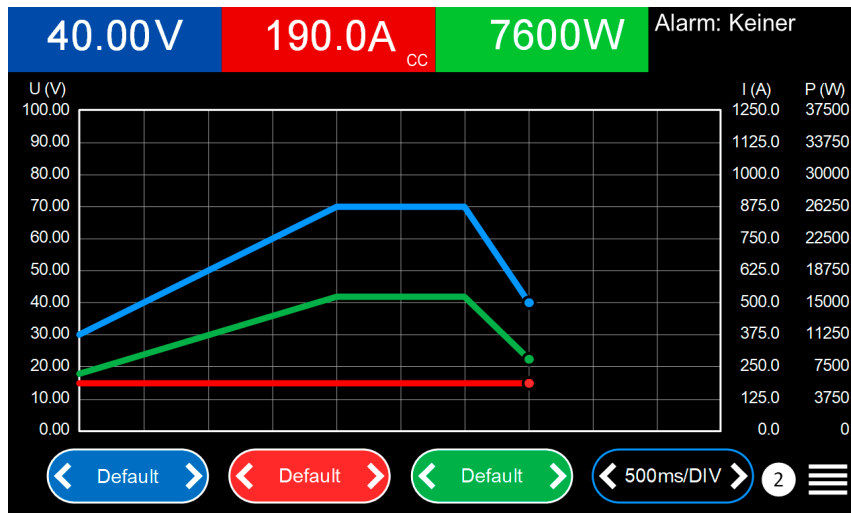
2.3.7 Der Graph

Das Gerät verfügt über eine nur bei Bedienung am HMI aufrufbare, visuelle Darstellung des Verlaufs von Spannung, Strom und Leistung des gewählten Kanals, genannt **Graph**. Dieser stellt keine Aufzeichnungsfunktion dar. Der Graph kann im Normalbetrieb (keine Funktion läuft) und Einzelkanalansicht per Schnellmenü gestartet werden, im Funktionsgeneratorbetrieb über ein separat platziertes Bedienfeld gleichen Aussehens. Nach dem Aufruf wird der Graph vollflächig dargestellt.



Nur eingeschränkter Status und Bedienmöglichkeiten im Graph-Bildschirm! Aus Sicherheitsgründen ist es jedoch jederzeit möglich, den DC-Anschluss des aktuell verwendeten Kanals per Taste **On/Off** auszu-schalten.

Übersicht:



Bedienmöglichkeiten:

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

2.4 Fernsteuerung

2.4.1 Allgemeines

Fernsteuerung ist grundsätzlich über eine der eingebauten Schnittstellen (USB, Ethernet, CAN, EtherCAT). Wichtig ist dabei, dass nur eine der Schnittstellen im Eingriff sein kann. Das bedeutet, wenn man zum Beispiel versuchen würde bei aktiver Fernsteuerung über Ethernet auf Fernsteuerung per EtherCAT umzuschalten, würde das Gerät das ablehnen. Es würde in dem Fall erfordern, die Fernsteuerung über Ethernet zuerst zu verlassen.

Monitoring, also das Überwachen des Status bzw. das Auslesen von Werten, immer aber immer möglich, also auch über mehrere Schnittstellen gleichzeitig.

2.4.2 Bedienorte

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

| Bedienort laut Anzeige | Erläuterung |
|---|--|
| Fernsteuerung: Keine | Wird keiner der anderen beiden Bedienorte im Statusfeld angezeigt, ist manuelle Bedienung aktiv und der Zugriff über die digitale Schnittstellen ist freigegeben |
| Fernsteuerung: <Schnittstellename> | Fernsteuerung über eine der Schnittstellen ist aktiv |
| Lokal | Fernsteuerung ist gesperrt, Gerät kann nur manuell bedient werden |

Fernsteuerung kann über die Einstellung **Fernsteuerung erlauben** (siehe Abschnitt «2.3.1.1 Untermenü „Einstellungen“) erlaubt oder gesperrt werden. Im gesperrten Zustand ist im Statusfeld in der Anzeige, oben rechts, der Status **Lokal** zu lesen. Die Aktivierung der Sperre kann dienlich sein, wenn normalerweise eine Software oder eine Elektronik das Gerät ständig fernsteuert, man aber zwecks Einstellung oder auch im Notfall daran hantieren muss, was bei Fernsteuerung sonst nicht möglich wäre.

Die Aktivierung der Sperre bzw. des Zustandes **Lokal** kann nur am Bedienteil (HMI) erfolgen. Geschieht das während die Fernsteuerung bereits aktiv ist, erfolgt eine Abfrage, ob man diese beenden möchte, was dann auch erfolgt, sobald man **Ja** wählt. Allerdings ist dann die Fernsteuerung nicht durch **Lokal** gesperrt und man müsste zunächst ins Menü um sie dort sperren. Das kann durch die Steuerungssoftware unterbrochen werden.

2.4.3 Programmierung

Details zur Programmierung der hinteren Schnittstellen, die Kommunikationsprotokolle usw. sind in der separaten Programmieranleitung zu finden, die mit dem Gerät auf einem USB-Stick mitgeliefert wird bzw. als Download auf der Webseite des Geräteherstellers verfügbar ist.

2.4.4 Schnittstellenüberwachung

Die Funktionalität **Schnittstellenüberwachung** dient zur Überwachung der digitalen Kommunikationsverbindung zwischen einer steuernden Einheit (PC, SPS usw.) und dem Gerät. Ziel der Überwachung ist es sicherzustellen, dass das Gerät bei einem Abbruch der Kommunikationsverbindung nicht undefiniert weiterarbeitet. Ein Abbruch kann entstehen, wenn eine Datenleitung physikalisch getrennt wird (Defekt, schlechter Kontakt, Kabel entfernt), die Schnittstelle im Gerät nicht mehr erwartungsgemäß funktioniert oder eine zwischengelagerte Einheit (Server) die Verbindung getrennt hat.

Überwacht wird dabei immer nur die digitale Schnittstelle, über die das Gerät momentan gesteuert wird. Das bedeutet auch, dass diese Überwachung inaktiv ist, solange ein Gerät sich nicht in Fernsteuerung befindet. Die Überwachung kann nur funktionieren, wenn innerhalb einer definierbaren Zeitspanne mindestens einmal mit dem Gerät kommuniziert wird. Dazu wird vom Anwender ein Timeout eingestellt, das vom Gerät jedesmal zurückgesetzt wird, wenn eine Nachricht eingeht.

Läuft das Zeitfenster jedoch ab, ist als Reaktion des Gerätes folgendes definiert:

- Die Fernsteuerung wird beendet
- Die DC-Anschlüsse, sofern eingeschaltet, werden entweder ausgeschaltet oder bleiben eingeschaltet, wie mit der Einstellung **DC-Anschluss -> Zustand nach Remote** für jeden Kanal separate festgelegt (siehe Abschnitt «2.3.1.1 Untermenü „Einstellungen“)



Achtung! Die Einstellung „DC-Anschluss -> Zustand nach Remote“ ist kanalspezifisch! Das heißt, die Schnittstellenüberwachung würde nach Ablauf des Timeouts nicht unbedingt alle DC-Anschlüsse ausschalten.

Hinweise zur Benutzung:

- Das Timeout der Schnittstellenüberwachung kann jederzeit geändert werden; der geänderte Wert wird erst wirksam, nachdem die Zeit des aktuellen Timeouts abgelaufen ist
- Die Schnittstellenüberwachung deaktiviert nicht das Ethernet-Timeout (siehe Abschnitt «2.3.1.6 Untermenü „Kommunikation“), somit können sich beide Timeouts überschneiden

2.4.5 Schnellstopp

Die Funktion Schnellstopp ist ein bei Bedarf verwendbares, ferngesteuert ausgelöstes, direktes und gleichzeitiges Ausschalten aller drei DC-Anschlüsse über die Schnittstelle „Digital In / Out“ mit entweder einem Öffner- oder Schließerkontakt, sowie einer Zweidrahtleitung.

Um den Schnellstopp steuern zu können, müssen zwei Dinge gegeben sein:

- a) Die Pins 1 und 2 (siehe auch den Abschnitt «5.9.1 Technische Daten des Anschlusses „Digital In / Out“» im Installationshandbuch) der Schnittstelle „Digital In / Out“ sind zu einer steuernden Applikation per Kabel verbunden (Zwei-Draht). Die Applikation muss eine Spannung auf die Pins geben.
- b) Die Funktion Schnellstopp ist für das Gerät aktiviert (siehe Abschnitt «2.3.1.1 Untermenü „Einstellungen“»). Ansonsten würde eine Auslösung des Schnellstopps über Pin 1 ignoriert.



Dieser Schnellstopp ist nicht zu verwechseln mit einem Not-Aus!

Folgendes gilt für den aktivierten Schnellstopp grundsätzlich:

- Der Schnellstopp ist nicht kanalspezifisch aktivierbar
- Wird der Schnellstopp ausgelöst, während mindestens einer der DC-Anschlüsse eingeschaltet ist, werden alle ausgeschaltet, egal, was das Gerät gerade macht; außerdem wird ein Alarm angezeigt, der erst gelöscht werden kann, wenn sich der Pegel an Pin 1 wieder ändert und der gelöscht werden muss, damit der DC-Anschluss wieder eingeschaltet werden kann
- Der Pin 1 ist wahlweise aktiv HIGH oder aktiv LOW; das heißt, wenn Aktiv HIGH gewählt ist, würde ein HIGH-Signal am Pin den Schnellstopp auslösen und bei Aktiv LOW ein LOW-Signal, was in dem Fall auch aktiv wäre, wenn an Pin 1 nichts angeschlossen ist
- Ist der jeweilige DC-Anschluss ausgeschaltet, während sich der Pegel an Pin 1 auf den Pegel ändert bzw. auf diesem bereits befindet, der als Aktiv-Pegel gewählt wurde, kann der DC-Anschluss vorerst nicht mehr eingeschaltet werden, weder manuell noch per digitaler Fernsteuerung; das ist eine Art Einschaltblockade, die bei Bedarf verhindern kann, irgendeinen der drei DC-Anschlüsse einzuschalten. Bei Versuch erscheint eine entsprechende Meldung in der Anzeige.
- Das Aktivieren des Master-Auxiliary-Modus deaktiviert die Funktion Schnellstopp an allen vom Master initialisierten Aux-Einheiten; diese würden dann das Signal an Pin 1 ignorieren

2.5 Weitere, auf das Testen von Batterien bezogene Funktionen

2.5.1 Messung negativer Batteriespannungen

Aufgrund eines Effekts bei frischen, sogenannten „grünen“ Batterien kann deren Spannung vor dem ersten Laden negativ sein, allerdings nur sehr gering. Typisch zwischen 0 und -0,4 V. Diese negative Spannung kann das Gerät messen und auch anzeigen, und zwar am DC-Anschluss und am Eingang „Sense“, falls verbunden. Letzterer wird typischerweise verbunden, wenn ein Schütz in den DC-Kreis eingebunden ist, damit die Batteriespannung bei geöffnetem Schütz erfasst werden kann.

Messbereich der negativen Spannung: ca. -0,6 V...0 V

Sollte eine Spannung kleiner -0,6 V anliegen, kann das Gerät diese nicht mehr messen, und der Messwert -0,6 V würde auf der Anzeige stehenbleiben. Sollte diese zudem am DC-Anschluss anliegen, wäre sie schon kritisch, denn eine verpolte Spannung birgt die Gefahr der Beschädigung des Gerätes.

Der zusätzliche Eingang „Sense 2“ kann auch negative Spannungen messen, wertet diese aber anders aus, denn er dient zur Erkennung einer verpolt angeschlossenen, bereits einmal geladenen Batterie. So eine Batterie hätte normalerweise eine Spannung von mehr als 0,6 V, die verpolt die Grenze von -0,6 V überschreiten würde und wenn an Eingang „Sense 2“ gemessen, am Gerät einen Polaritätsfehler auslösen könnte, sofern der Verpolungsschutz aktiviert ist.

2.5.2 Verpolungsschutz

Ein echter Verpolungsschutz besteht aus zwei Komponenten: der Erkennung der negativen Spannung einer am Batterietester angeschlossenen Quelle, sowie einer Trennvorrichtung (DC-Schütz). Die Erkennung einer verpolt angeschlossenen Batterie dient sowohl dem Schutz der Batterie, als auch dem Schutz des Gerätes. Um diesen Schutz umzusetzen wird vorausgesetzt, dass das Gerät so konfiguriert ist, die Trennvorrichtung „externes Schütz“ selbst zu steuern. Dann wird es das Starten eines Batterietests erst gar nicht zulassen. Ein internes Schütz ist nicht vorhanden.

Erfasst wird die Batteriespannung zwecks Verpolungsschutz über den Fernfühleingang „Sense 2“. Sofern nicht deutlich negativ und somit als nicht verpolt betrachtet, wird das Schütz freigegeben. Wenn Verpolung erkannt wird, erzeugt das ein Ereignis vom Typ Alarm, welches eine Meldung auf der Anzeige ausgibt, sowie den DC-Anschluss des betroffenen Kanals ausschaltet, falls er eingeschaltet war. Der Alarm hat auch die Aufgabe, das Einschalten des DC-Anschlusses zu verhindern, so lange der Zustand der Verpolung besteht.

Nach Beseitigung der Ursache und Quittierung des Alarms wird der DC-Anschluss wieder freigegeben.

2.5.3 Vorladung

Sofern ein Schütz verwendet wird, dient die sogenannte Vorladung beim Batterietesten dazu, den DC-Anschluss des jeweiligen Kanals auf die über den zugehörigen Eingang „Sense“ gemessene Batteriespannung vorzuladen, damit das Schütz auf beiden Seiten seines Kontaktes einen sehr geringen Spannungsunterschied hat und nahezu stromlos einschalten kann. Die Vorladefunktionalität kann im automatisierten Batterietest oder manuell verwendet werden.

2.5.4 Schützsteuerung

Sofern ein Schütz verwendet wird, dient diese Funktion der Ansteuerung des Schützes eines potentialfreien Kontaktes. Die Schützsteuerung kann im Automatisierten Batterietest (ABT) oder manuell verwendet werden.

2.5.5 Schützüberwachung

Sofern ein Schütz mit Meldekontakt verwendet wird, dient diese Funktion der Überwachung des Schützes, ob der Schaltvorgang des Schützes erfolgt ist, und zwar mittels eines digitalen Eingangs. Die Schützsteuerung kann im automatisierten Batterietest oder Manuell verwendet werden. Bei aktivierter Funktion wird, bei einer Diskrepanz zwischen Soll- und Ist-Zustand des Meldekontaktes während der Schaltphase, ein Alarm ausgelöst.

Nach Beseitigung der Ursache und Quittierung des Alarms wird der DC-Anschluss wieder freigegeben.

2.5.6 Nullstromerkennung

Sofern ein Schütz verwendet wird, dient diese Funktion dem Schutz des Schützes vor hohen Abschaltströmen, welche die Lebensdauer des Schützes negativ beeinflussen können. Ist die Funktion aktiviert, wird der Befehl das Schütz zu öffnen erst nach Erreichen eines Nullstroms (Schwellwert: < 1 % des Nennstroms) gegeben. Sollte nach 500 ms kein Nullstrom erreicht worden sein, wird das Schütz geöffnet und ein Alarm wird ausgelöst.

Nach Quittierung des Alarms wird der DC-Anschluss wieder freigegeben.

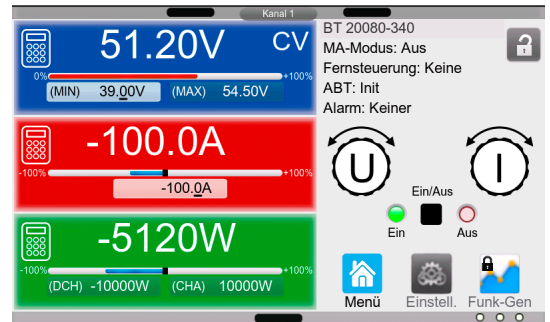
2.5.7 Batterietester-Modus



Vor der Benutzung des Gerätes als Batterietester sollte für die Anwendung festgelegt sein, ob die Batterie mit oder ohne Schütz angebunden sein soll. Wenn mit Schütz, dann muss dieses gesteuert werden, entweder von außen oder vom Gerät. Für die Verdrahtung eines Schützes siehe Abschnitt «6.3.9 Vorladung, Schützensteuerung, Schützüberwachung und Polaritätserkennung» im Installationshandbuch.

Der Batterietestermodus ist für das effiziente Testen von Batterien entwickelt worden. Er bietet die folgenden Einstellmöglichkeiten:

- Es gibt zwei Spannungssollwerte:
 - Der mit **MIN** gekennzeichnete Sollwert gehört zur Batterieentladung und definiert die sogenannte Entladeschlussspannung, also eine Schwelle, bei deren Erreichen, der Regelmodus von CC zu CV wechselt.
 - Der mit **MAX** gekennzeichnete Sollwert gehört zur Batterieladung und definiert die sogenannte Ladeschlussspannung, also eine Schwelle, bei deren Erreichen, der Regelmodus von CC zu CV wechselt, so dass Erhaltungsladung möglich ist.
- Es gibt einen Stromsollwert:
 - Dieser kann positiv oder negativ sein und bestimmt somit die Stromflussrichtung. Ein negativer Stromsollwert gibt Stromfluss in das Gerät hinein vor, was für eine angeschlossene Batterie Entladung bedeutet.
- Es gibt zwei Leistungssollwerte:
 - Der mit **DCH** (kurz für: discharge) gekennzeichnete Sollwert gehört zur Batterieentladung und definiert die maximale Leistung beim Entladen der Batterie. Würde die sich ergebende Leistung aus aktueller Spannung und aktuellem Strom höher sein als der Sollwert, wirkt er als Leistungsbegrenzung.
 - Der mit **CHA** (kurz für: charge) gekennzeichnete Sollwert gehört zur Batterieladung und definiert die maximale Leistung beim Laden der Batterie. Würde die sich ergebende Leistung aus aktueller Spannung und aktuellem Strom höher sein als der Sollwert, wirkt er als Leistungsbegrenzung.
 - Optional kann die Vorgabe der Leistungssollwerte durch die Funktion Amperestundenzähler ersetzt werden (siehe Kapitel «2.5.9 Amperestundenzähler»).



2.5.7.1 Generelle Bedienung

Davon ausgehend, eine zu testende Batterie ist mit oder ohne Schütz schon am Batterietester verbunden, kann das Testen gestartet werden. Nach der Aktivierung des BT-Modus und Einstellung der Lade- und Entladespannungsschwellen kann durch Verstellen des einen Stromsollwertes zwischen Ladung und Entladung umgeschaltet werden. Die Fernsteuerung des Stromsollwertes lässt sogar gepulste Ladung oder Entladung, sowie auch dynamische Lade-/Entladeprofile zu.



Eine vollständig manuelle Bedienung eines Batterietests am Gerät ist nur möglich, wenn der automatisierte Test (ABT) aktiviert wird, weil dann einige Schritte zeitlich gesteuert vom Gerät übernommen werden. Soll das nicht genutzt werden, muss eine externe Steuerung (PC, SPS) vorhanden sein, da bestimmte Schritte, wie z. B. Vorladung, nur in Fernsteuerung umgesetzt werden können. Einige der unten erläuterten Aufbauten erfordern diese Fernsteuerung.

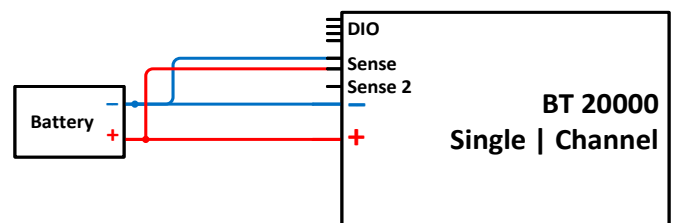
2.5.7.2 Aufbau ohne Schütz

Ein Batterietest ohne Schütz ist möglich, bietet aber keinen Schutz gegen Verpolung. Der Anwender muss sicherstellen, dass die Batterie polrichtig angeschlossen wird. Es können durch das direkte Kontaktieren Ausgleichsströme zwischen Gerät und Batterie fließen.

Angenommen, die Batterie soll entladen werden, dann würde man die Entladeschlussspannung (**MIN**) auf einen Wert einstellen, auf den die Batterie entladen werden soll, damit an dem Punkt die Entladung dann stoppt (Wechsel des Regelmodus von CC zu CV). Wie weit eine Batterie entladen werden darf, gibt deren Datenblatt an.

Ein Beispiel zur Konfiguration: der Entladestrom beim Testen soll 10C betragen, eine Batterie mit 3200 mAh Kapazität müsste dann mit 32 A entladen werden:

1. Die Ladeschlussspannung (**MAX**) einstellen, wenn geladen werden soll. Zum Beispiel 4,2 V.
2. Die Entladeschlussspannung (**MIN**) einstellen, wenn entladen werden soll. Zum Beispiel 2,7 V.
3. Den Stromsollwert festlegen, hier negativ, damit der Test mit Entladung startet. Zum Beispiel 32 A als Entladestrom.
4. DC-Anschluss des Kanals einschalten.



Nach dem Einschalten und sofern die Sollwerte für jeweils Ladung oder Entladung passen, startet der Test und entlädt die Batterie mit Konstantstrom. Dabei sinkt die Batteriespannung, mehr oder weniger kontinuierlich, in Richtung der Entladeschlussspannung. Sobald diese erreicht wird, wechselt der Regelmodus von CC zu CV, sodass der Entladestrom kontinuierlich sinkt. Möchte man nach der Entladung die Batterie wieder aufladen, wäre der nächste Schritt:

5. Den Stromsollwert auf einen positiven Wert einstellen, hier als Ladestrom.

2.5.7.3 Aufbau mit einem Schütz pro Kanal (extern gesteuert)

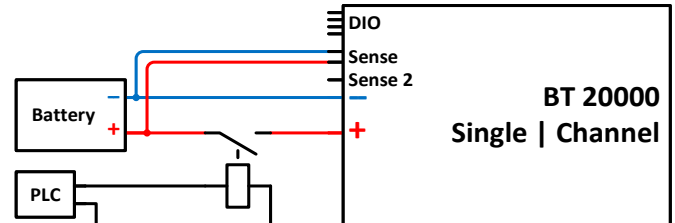
Siehe auch die Abschnitte «2.5.3 Vorladung», «2.5.6 Nullstromerkennung» und «2.5.4 Schützsteuerung».

Dieser Aufbau sieht ein Schütz in der positiven Verkabelung der Batterie vor, das von extern gesteuert wird, wie in der Grafik rechts gezeigt. Dies kann z. B. durch eine SPS erfolgen, die auch per digitaler Schnittstelle mit dem Gerät verbunden wäre, um bestimmte Zustände abzufragen, welche mit den unten beschriebenen Schritten zusammenhängen.

Der Ablauf vor dem Start des eigentlichen Tests, im Vergleich zu dem in Abschnitt «2.5.7.2 Aufbau ohne Schütz» beschriebenen, ist in den Schritten 1-3 identisch.

Nur Schritt 4 teilt sich in einzelne Unterschritte auf, die alle per Fernsteuerung umgesetzt werden sollten. Für diese sind Informationen in der Programmieranleitung zu finden.

- 4a. Vorladung aktivieren, wenn nicht bereits erfolgt.
- 4b. Den DC-Anschluss des zu steuernden Kanals einschalten, damit dieser vorgeladen werden kann.
- 4c. Den Status der Vorladung auslesen und nur bei positiv weiter zu Schritt 4d.
- 4d. Das externe gesteuerte Schütz schließen. Dann eine Zeit x abwarten oder den Rückmeldekontakt am Schütz nutzen, um sicherzustellen, dass es geschaltet hat.
- 4e. Die Vorladung deaktivieren. Danach kann der Test gestartet werden.



2.5.7.4 Aufbau mit einem Schütz pro Kanal (intern gesteuert)

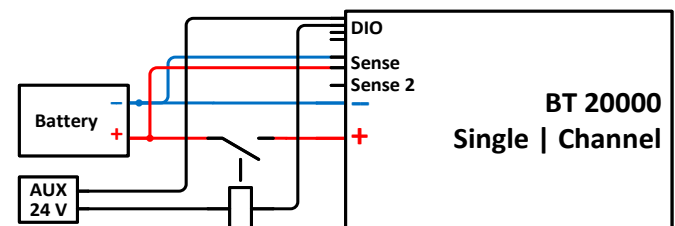
Siehe auch «2.5.3 Vorladung», «2.5.6 Nullstromerkennung» und «2.5.4 Schützsteuerung».

Dieser Aufbau sieht ein Schütz in der positiven Verkabelung der Batterie vor, das vom Batterietester gesteuert wird. Die Ablaufsteuerung kann manuell mittels Fernsteuerung oder automatisiert über den automatisierten Batterietest (siehe «2.5.8 Automatisierter Batterietest») durchgeführt werden und die beinhaltet dann Vorladung, Schütz ein/aus und die Rückmeldung, dass das Schütz geschlossen ist, sowie wahlweise Nullstromerkennung.

Der Ablauf vor dem Start des eigentlichen Tests, im Vergleich zu dem in Abschnitt «2.5.7.2 Aufbau ohne Schütz» beschriebenen, ist in den Schritten 1-3 identisch.

Nur Schritt 4 teilt sich in einzelne Unterschritte auf, die alle per Fernsteuerung umgesetzt werden sollten. Für diese sind Informationen in der Programmieranleitung zu finden.

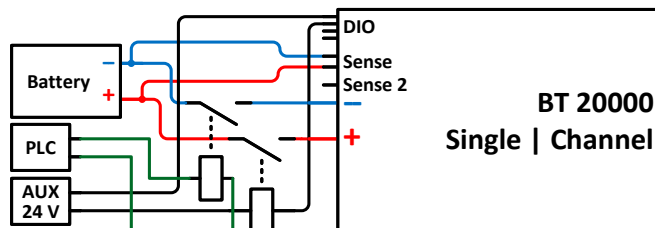
- 4a. Vorladung aktivieren, wenn nicht bereits erfolgt.
- 4b. Den DC-Anschluss des zu steuernden Kanals einschalten, damit dieser vorgeladen werden kann.
- 4c. Den Status der Vorladung auslesen und nur bei positiv weiter zu Schritt 4d.
- 4d. Das Schütz schließen (Befehl, das Gerät steuert das Schütz). Dann eine Zeit x abwarten, um sicherzustellen, dass es geschaltet hat.
- 4e. Die Vorladung deaktivieren. Danach kann der Test gestartet werden.



2.5.7.5 Aufbau mit zwei Schützen pro Kanal (extern gesteuert)

Siehe auch «2.5.3 Vorladung», «2.5.6 Nullstromerkennung» und «2.5.4 Schützsteuerung».

Dieser Aufbau sieht je ein Schütz in der negativen und positiven Verkabelung der Batterie vor. Das BT 20000 Gerät kann jedoch nur eins der Schütze pro Kanal selbst ansteuern, so dass eine externe Steuerung des anderen Schützes erforderlich wird. Alternativ kann auch die Ansteuerung beider Schütze durch den Anwender erfolgen. Auch hier ist eine vollständige Fernsteuerung aller Schritte, zumindest jedoch von Schritt 4 sinnvoll.



Der Ablauf vor dem Start des eigentlichen Tests, im Vergleich zu dem in «2.5.7.2 Aufbau ohne Schütz» beschriebenen, ist in den Schritten 1-3 identisch. Nur Schritt 4 teilt sich in einzelne Unterschritte auf, die alle per Fernsteuerung umgesetzt werden sollten. Für diese sind Informationen in der Programmieranleitung zu finden.

- 4a. Das extern gesteuerte Schütz in der negativen Verbindung zur Batterie schließen. Das wird notwendig, weil der Anschluss „Sense“ die Batteriespannung zwecks Vorladung misst und dazu den DC-Minus als Referenz braucht.
- 4b. Die Vorladung aktivieren, wenn nicht bereits erfolgt.
- 4c. Den DC-Anschluss des zu steuernden Kanals einschalten, damit dieser vorgeladen werden kann.
- 4d. Den Status der Vorladung auslesen und nur bei positiv weiter zu Schritt 4e.
- 4e. Das externe gesteuerte Schütz in der positiven Verbindung zur Batterie schließen. Dann eine Zeit x abwarten oder den Rückmeldekontakt am Schütz nutzen, um sicherzustellen, dass es geschaltet hat.
- 4f. Vorladung deaktivieren. Danach kann der Test gestartet werden.

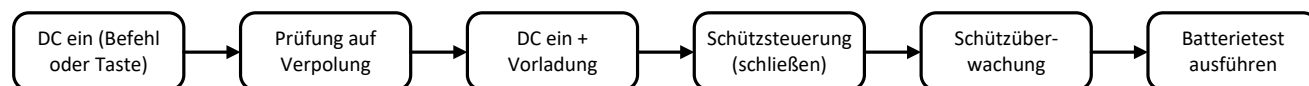
2.5.8 Automatisierter Batterietest

Der Automatisierte-Batterietest (ABT) ermöglicht es, Batterien einfach und effektiv zu testen und bietet aufgrund seiner Flexibilität erweiterte Ansteuerung- und Überwachungsfunktionalitäten. Durch die Konfiguration können einzelne Funktionen aktiviert/deaktiviert werden, sodass die Ablaufsteuerung des ABT der Applikation angepasst werden kann. Die Funktionen werden beim Einschalten/Ausschalten des DC Ausgangs sequenziell in logischer Reihenfolge ausgeführt. Ist keine der ABT-Funktionen aktiviert, schaltet der DC-Anschluss wie gewohnt ein/aus. Für die Verwendung der ABT-Funktion muss sich das Gerät im Batterietestmodus befinden. Der ABT bietet neben der Ausführung von Funktionen auch zusätzliche Schutzfunktionen (Vorladeüberwachung, Schützüberwachung).

2.5.8.1 Konfiguration und Ablaufsteuerung

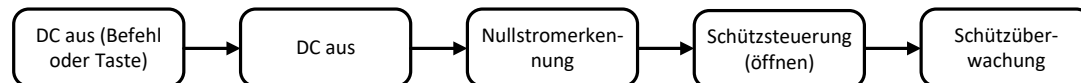
Der ABT kann über das HMI wie folgt eingestellt werden. Die Funktionen, die aktiviert werden, können teils beim Starten des Tests oder beim Beenden des Tests aktiv werden. Die Funktionen Verpolungsschutz und Precharge werden in der Startsequenz (DC-Anschluss einschalten) durchlaufen. Die Nullstromerkennung tritt bei der Stoppsequenz (DC-Anschluss ausschalten) in Kraft. Schützsteuerung und Schützüberwachung sind sowohl bei Ein- als auch beim Ausschalten aktiv.

Startsequenz



Sind einzelne Funktionen nicht aktiviert, werden diese übersprungen.

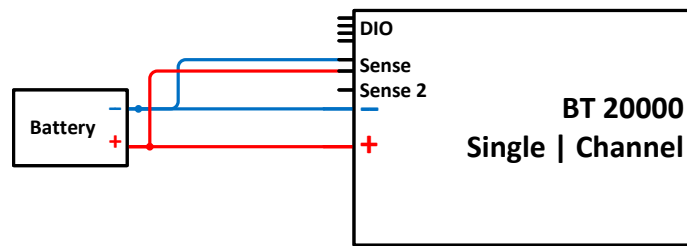
Stoppsequenz



Nachfolgend sind einige Konfigurationsbeispiele des ABT aufgeführt:

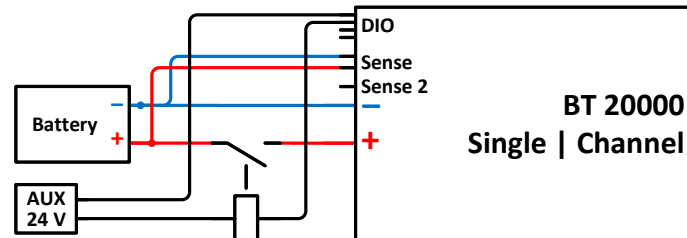
- Einfache Applikation ohne zusätzliche externe Komponenten wie DC-Schütze. Eingang „Sense“ wird für die Lastausregelung verwendet

| Funktion | Aktiv | Bemerkung |
|--------------------|-------|--|
| Verpolungsschutz | nein | Kann nur bei der Installation eines DC-Schützes sowie Anbindung von Eingang „Sense 2“ verwendet werden |
| Vorladung | nein | Kann nur bei der Installation eines DC-Schützes verwendet werden |
| Schützsteuerung | nein | Kann nur bei der Installation eines DC-Schützes verwendet werden |
| Schützüberwachung | nein | Kann nur bei der Installation eines DC-Schützes mit Rückmeldekontakt verwendet werden |
| Nullstromerkennung | nein | Kann nur bei der Installation eines DC-Schützes verwendet werden |



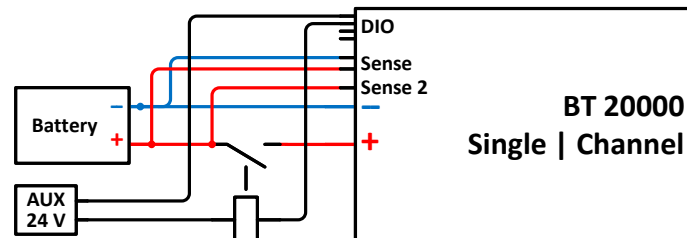
- Applikation mit DC-Schütz und Eingang „Sense“

| Funktion | Aktiv | Bemerkung |
|--------------------|-------|---|
| Verpolungsschutz | nein | Kann nur bei der Installation, eines DC-Schützes sowie Anbindung von Eingang „Sense 2“ verwendet werden. |
| Vorladung | ja | Der DC-Anschluss wird auf die über Eingang „Sense“ gemessene Spannung aufgeladen, bevor das DC-Schütz geschlossen wird |
| Schützsteuerung | ja | Beim Einschalten wird nach erfolgreicher Vorladung das DC-Schütz geschlossen. Beim Ausschalten wird bei Erreichen von 0 A das DC-Schütz geöffnet. |
| Schützüberwachung | nein | Kann nur bei der Installation eines DC-Schützes mit Rückmeldekontakt verwendet werden |
| Nullstromerkennung | ja | Kann nur bei der Installation eines DC-Schützes verwendet werden |



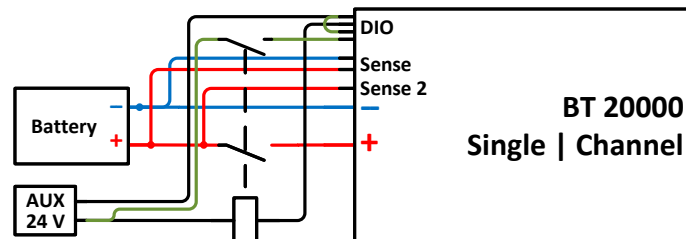
- Applikation mit DC-Schütz, Eingang „Sense“ und Eingang „Sense 2“

| Funktion | Aktiv | Bemerkung |
|--------------------|-------|---|
| Verpolungsschutz | ja | Kann nur bei der Installation eines DC-Schützes, sowie Anbindung von Eingang „Sense 2“ verwendet werden |
| Vorladung | ja | Der DC-Anschluss wird auf die über Eingang „Sense“ gemessene Spannung aufgeladen, bevor das DC-Schütz geschlossen wird |
| Schützsteuerung | ja | Beim Einschalten wird nach erfolgreicher Vorladung das DC-Schütz geschlossen. Beim Ausschalten wird bei Erreichen von 0 A das DC-Schütz geöffnet. |
| Schützüberwachung | nein | Kann nur bei der Installation eines DC-Schützes mit Rückmeldekontakt verwendet werden |
| Nullstromerkennung | ja | Kann nur bei der Installation eines DC-Schützes verwendet werden |



- Applikation mit DC-Schütz inklusive Rückmeldekontakt, Eingang „Sense“ und Eingang „Sense 2“

| Funktion | Aktiv | Bemerkung |
|--------------------|-------|---|
| Verpolungsschutz | ja | Kann nur bei der Installation eines DC-Schützes, sowie Anbindung von Eingang „Sense 2“ verwendet werden |
| Vorladung | ja | Der DC-Anschluss wird auf die über Eingang „Sense“ gemessene Spannung aufgeladen, bevor das DC-Schütz geschlossen wird |
| Schützsteuerung | ja | Beim Einschalten wird nach erfolgreicher Vorladung das DC-Schütz geschlossen. Beim Ausschalten wird bei Erreichen von 0 A das DC-Schütz geöffnet. |
| Schützüberwachung | ja | Kann nur bei der Installation eines DC-Schützes mit Rückmeldekontakt verwendet werden. |
| Nullstromerkennung | ja | Kann nur bei der Installation eines DC-Schützes verwendet werden |

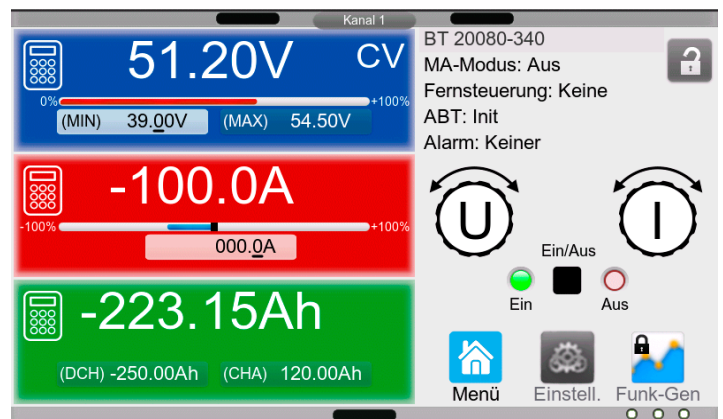


2.5.9 Amperestundenzähler

Der Amperestundenzähler ermöglicht es, eine definierte Ladungsmenge aus der Batterie zu entnehmen oder zu laden. Die Aktivierung des Amperestundenzählers ersetzt die Leistungsvorgabe. Beide Betriebsmodi gleichzeitig zu verwenden ist also nicht möglich.

Es gibt verschiedene Einstellmöglichkeiten, die nachfolgend näher erläutert werden. Über **Ah-Modus** kann selektiert werden, auf welche Art der Amperestundenzähler aggregiert wird.

Standardmäßig ist der Modus **Delta (CHA - DCH)** aktiviert, bei dem die Summe der geladenen und entladenen Ladung gebildet wird und in einem vorzeichenbehafteten Wert ausgegeben wird. Bei **Separate (CHA, DCH)** werden zwei voneinander unabhängige Werte, einer für die **CHA** und einer für **DCH**, ermittelt.



| Hauptmenü | | Einstellungen |
|------------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| USB-Logging | Ah-Modus | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Reset / Neustart | Modus | Delta (CHA - DCH) |
| Kanalgruppierung | Istwert Ah (CHA - DCH) | 0.00 Ah |
| Ext. Temperatur-Überwachung | Ah Limit (CHA) | 120.00Ah |
| Leitungsüberlast-Überwachung | Ah Limit (DCH) | -250.00Ah |
| Amperestunden-Zähler | Aktion | Keine |
| Battery test | Reset-Modus | Deaktivieren |

Über **Ah Limit (CHA)** und **Ah Limit (DCH)** können Sollwerte definiert werden, bei deren Erreichen eine Aktion ausgeführt werden kann. Bei Aktion **Keine** läuft das Gerät gemäß den Sollwerten ohne zusätzliche Aktion weiter, während **Signal + Strom 0A** den Sollstrom auf 0 A setzt und ein Signal ausgibt. Ist **Warnung** aktiviert, wird eine solche bei Erreichen der Sollwerte generiert. Alarm hingegen schaltet den Ausgang aus und generiert eine Alarmmeldung. Bei aktivierter Schützsteuerung wird ein angeschlossenes DC-Schütz geöffnet.

Der **Reset-Modus** definiert, zu welchen Bedingungen der Ah-Zähler zurückgesetzt wird. Dabei bedeutet **Deaktivieren**, dass der Ah-Zähler nicht zurückgesetzt wird. Bei **Manuell** muss der Nutzer den Ah-Zähler aktiv zurücksetzen. Dieses kann über das HMI oder per Schnittstelle geschehen. **Automatisch** bedeutet, dass beim Einschalten des DC-Anschlusses der Zähler auf 0 Ah zurückgesetzt wird.

3. Der Funktionsgenerator

3.1 Einleitung



Der Funktionsgenerator ist nicht verfügbar, wenn das Gerät in der Betriebsart „Batteriestester“ arbeitet (BT-Modus, siehe Abschnitt «2.5.7 Batterietester-Modus»).



Vorsicht! Der Funktionsgenerator ist kanalspezifisch. Sofern Kanalgruppierung nicht aktiv ist, kann er also für jeden der drei Kanäle separat konfiguriert und gestartet werden und somit auch im Hintergrund laufen. Das ist mit einer gewissen Sorgfalt zu handhaben.

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

Die Standardfunktionen basieren auf einem variablen **Arbiträrgenerator**. Bei manueller Bedienung können die Funktionen einzeln ausgewählt, konfiguriert und bedient werden. Bei Fernsteuerung können diese nur indirekt über mehrere Sequenzpunkte mit jeweils 8 Parametern konfiguriert und umgesetzt.

Andere Funktionen, wie Brennstoffzellensimulation, basieren auf einem **XY-Generator**, der mit einer in das Gerät geladenen oder durch das Gerät berechneten Tabelle (4096 Werte) arbeitet.

Es sind folgende Funktionen manuell aufruf-, konfigurier- und steuerbar:

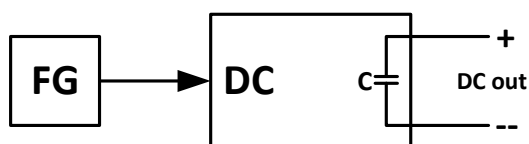
| Funktion | Kurzerläuterung |
|------------------------|--|
| Sinus | Sinus-Signalgenerierung mit einstellbarer Amplitude, Offset und Frequenz |
| Dreieck | Dreieck-Signalgenerierung mit einstellbarer Amplitude, Offset, Anstiegs- und Abfallzeit |
| Rechteck | Rechteck-Signalgenerierung mit einstellbarer Amplitude, Offset und Puls-Pausen-Verhältnis |
| Trapez | Trapez-Signalgenerierung mit einstellbarer Amplitude, Offset, Anstiegszeit, Pulszeit, Abfallzeit, Pausenzeit |
| DIN 40839 | Emulierte KFZ-Motorstartkurve nach DIN 40839 / EN ISO 7637, unterteilt in 5 Kurvensegmente (Sequenzpunkte) mit jeweils Startspannung, Endspannung und Zeit |
| Arbiträr | Generierung eines Ablaufs von bis zu 99 beliebig konfigurierbaren Kurvenpunkten mit jeweils Startwert (AC/DC), Endwert (AC/DC), Startfrequenz, Endfrequenz, Phasenwinkel und Dauer |
| Rampe | Generierung einer linear ansteigenden oder abfallenden Rampe mit Startwert, Endwert, Zeit vor und nach der Rampe |
| XY-Tabelle | XY-Generator, von USB-Stick ladbare Stromkurve (Tabelle, CSV) |
| FC-Tabelle (PS) | Funktion zur Simulation von Brennstoffzellen, mit Berechnung anhand von Parametern |
| Batterietest | Batterieladung und -entladung mit konstantem oder gepulstem Strom, sowie Zeit-, Ah- und Wh-Messung |

3.2 Allgemeines

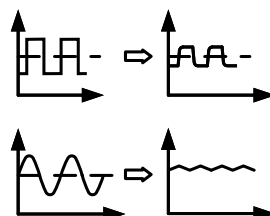
3.2.1 Aufbau

Das Gerät bietet einen eingebauten Funktionsgenerator, ist in seiner Gesamtheit aber kein Hochleistungs-Funktionsgenerator und darf nicht als solcher betrachtet werden. Die Leistungsstufen sind dem Generator nur nachgeschaltet. Dabei bleiben vor allem im Quelle-Betrieb die typischen Eigenschaften von Spannung und Strom in Bezug auf Anstiegszeiten und Kondensatorentladung erhalten. Während der FG bei einer Sinusfunktion in der Lage ist 10000 Hz zu generieren, wird das Gerät bzw. der Kanal, wenn als Quelle betrieben, dem niemals 1:1 folgen können. Bei Senke-Betrieb ist es ähnlich, aber grundsätzlich besser, weil hier der Strom im Vordergrund steht.

Verdeutlichung:



Wirkung der Ausgangskapazität auf Funktionen:



Der am DC-Anschluss resultierende Kurvenverlauf hängt dabei stark von Frequenz bzw. Periode, generierter Signalform, Amplitude und Gerätemodell ab. Die Auswirkungen der Leistungsstufen können nur teilweise kompensiert werden. Im Quelle-Betrieb und bei dynamischer Spannungserzeugung, auf welche die Kapazitäten den größten Einfluss haben, kann eine zusätzliche Last am DC-Anschluss zu geringeren Anstiegs- und Abfallzeiten der Spannung führen. Diese Modifikation wirkt sich positiv auf periodisch wiederholte Funktionen, wie Rechteck oder Sinus, aus.



In der Betriebsart „Kanalgruppierung“, bei der die drei DC-Anschlüsse normalerweise parallelgeschaltet werden, verdreifacht sich die Ausgangskapazität und somit auch deren Effekt auf Funktionsabläufe.

3.2.2 Auflösung

Bei den Funktionen, die vom Arbiträrgenerator erzeugt werden, kann das Gerät zwischen 0...100% Sollwert max. 52428 Schritte berechnen und setzen. Bei sehr geringen Amplituden und langen Zeiten werden während eines Werteanstiegs oder -abfalls u. U. nur wenige oder gar keine sich ändernden Werte berechnet und deshalb nacheinander mehrere gleiche Werte gesetzt, was zu einem gewissen Treppeneffekt führen kann.

3.2.3 Mögliche technische Komplikationen

Der Betrieb des Gerätes als Spannungsquelle kann die Anwendung einer Funktion auf den Sollwert der Spannung, sollte sich dieser sehr schnell und mit großen Hub ständig ändern, zur Beschädigung des Gerätes führen, da die dort am Ausgang befindlichen Kapazitäten auch ständig umgeladen würden, was bei Dauerbetrieb zu Erhitzung und irgendwann zu Überhitzung führt.

3.2.4 Arbeitsweise

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

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

Auf einen der beiden Sollwerte U und I kann die gewählte Funktion angewendet werden, die anderen sind dann konstant und wirken begrenzend. Ein Beispiel: wenn man beispielsweise im Senke-Betrieb eine Quelle mit 100 V Spannung anschließt und die Sinus-Funktion auf den Strom anwenden will, mit Amplitude 40 A und Offset 50 A, wird der Funktionsgenerator einen Sinusverlauf des Stromes zwischen 10 A (min.) und 90 A (max.) erzeugen. Gleichzeitig hätte das eine Eingangsleistung zwischen 1000 W (min.) und 9000 W (max.) zur Folge. Die Leistung wird aber stets auf ihren Sollwert begrenzt. Wäre sie z. B. auf 7000 W eingestellt, würde der Strom rechnerisch auf 70 A begrenzt sein und würde man ihn über eine Stromzange auf einem Oszilloskop darstellen, würde er bei 70 A gekappt werden und nie die gewünschten 90 A erreichen.

Zum weiteren Verständnis wie das Gerät bei dynamischem Betrieb arbeitet folgendes unbedingt lesen:



- Das Gerät beinhaltet auch eine Senke, die bei negativen Spannungsschritten im Quelle-Betrieb, d. h. höhere Spannung zu niedrigerer, die Kapazitäten des Gerätes am eigenen DC-Anschluss entlädt, damit die Ausgangsspannung schneller sinkt. Dazu werden ein gewisser Strom und somit auch eine gewisse Leistung benötigt, die beide für fast alle unten aufgeführte Funktion eingestellt werden können bzw. sollten, hier konkret „I (EL)“ und „P (EL)“. Zur Sicherheit ist der Stromwert „I (EL)“ zu Beginn der Konfiguration der Funktion zunächst auf 0 gesetzt, wodurch der Senke-Betrieb vorerst deaktiviert ist.
- Der Senken-Strom, wie einstellbar mit „I (EL)“, wird zudem eine externen Quelle belasten bzw. eventuell an einer Last befindliche Kapazitäten entladen, wenn er ungleich 0 eingestellt wurde und ist daher besonders sorgfältig zu wählen, weil es hier strombedingt auch um die Kabelquerschnitte der Leitungen zur Last/Quelle geht. Empfehlung: „I (EL)“ mindestens auf I_{Spitze} der sich ergebenden Kurve setzen.

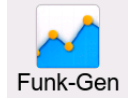
3.3 Manuelle Bedienung

3.3.1 Auswahl und Steuerung einer Funktion

Über den Touchscreen kann eine der in «3.1 Einleitung» genannten Funktionen aufgerufen werden, konfiguriert und gesteuert werden. Auswahl und Konfiguration sind nur bei ausgeschaltetem DC-Anschluss möglich.

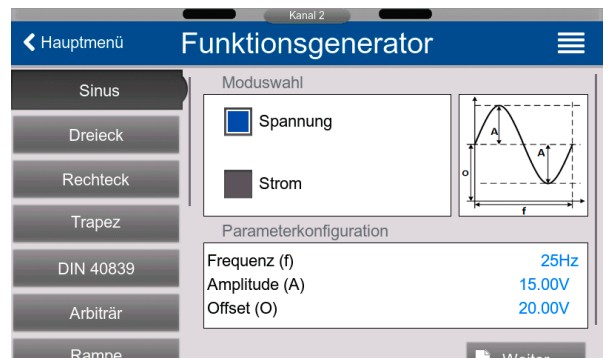
► So konfigurieren Sie eine Funktion

1. Bei ausgeschaltetem DC-Anschluss des momentan gewählten



Kanals tippen Sie auf das Bedienelement **Funk-Gen**.

2. Im Menü wählen Sie links die gewünschte Funktion. Bei manchen muss zunächst gewählt werden, auf welchen Sollwert man die Funktion anwenden möchte, **Spannung** oder **Strom**.
3. Stellen Sie nun die Werte wie gewünscht ein und gehen Sie **Weiter**.
4. Als nächster Schritt ist es noch erforderlich, die sogenannten statischen Sollwerte für Spannung und Leistung bzw. Strom und Leistung für den Kanal einzustellen, dabei getrennt für Quelle- und Senke-Betrieb. Diese Werte sind vor dem Start und nach dem Stopp der Funktion wirksam.



- Soll die Funktion nur im Quelle- oder nur im Senke-Betrieb ablaufen, wird empfohlen, die Grenzwerte der jeweils anderen Betriebsart auf 0 zu stellen.
- Die Grenzwerte für U, I und P wirken nach dem Erreichen des Hauptbildschirms sofort auf die Last bzw. externe Quelle, weil der DC-Anschluss nach dem Laden der Funktion automatisch eingeschaltet wird, um die Startsituation herzustellen. Das ist hilfreich, wenn eine Funktion nicht bei 0 V bzw. 0 A starten soll. Ist jedoch gewünscht, dass die Funktion bei 0 startet, müsste der statische Sollwert auf 0 gesetzt werden, was aber bei einem Master-Auxiliary-System nicht sein darf, da die Auxiliary-Einheiten dann einen Sollwert von 0 hätten. Das Einschalten des DC-Anschlusses nach dem Laden der Funktion kann durch Aktivieren des Schalters „DC-Anschluss nur bei laufender Funktion einschalten“ unterbunden werden.

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

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

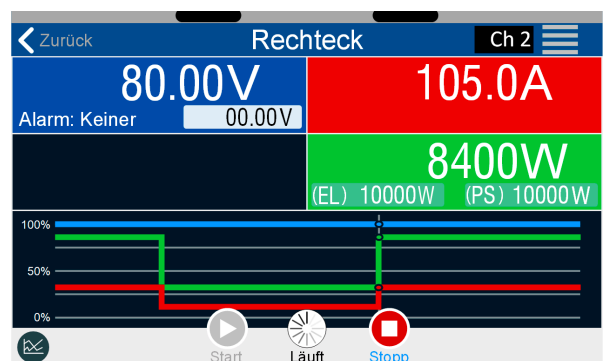
► So starten und stoppen Sie eine Funktion

1. Sie können die Funktion **starten**, indem Sie entweder auf das

Bedienelement tippen oder, sofern der DC-Anschluss des gewählten Kanals momentan aus ist, die Taste **On/Off** betätigen.

2. **Stoppen** können Sie die Funktion entweder mit dem Bedienelement oder der Taste **On/Off**, jedoch gibt es hier unterschiedliches Verhalten:

- a) Bedienelement : Funktion stoppt lediglich, der DC-Anschluss bleibt an, mit statischen Werten.
- b) Taste **On/Off**: Funktion stoppt und der DC-Anschluss wird ausgeschaltet.



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

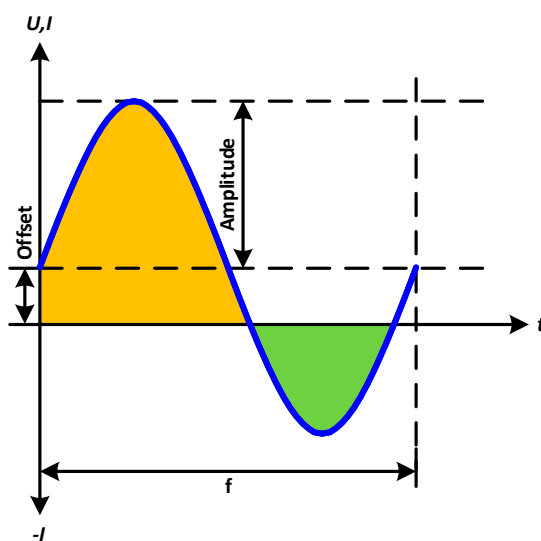
3.4 Sinus-Funktion

Auf diese Funktion bezogene Einschränkungen:

- Es kann nicht vorgewählt werden, nur Quelle- oder nur Senke-Betrieb zu fahren; die Einstellwerte bestimmen, auf was von beidem die Kurve wirkt, also ob nur auf den Quelle-Betrieb, nur auf den Senke-Betrieb oder auf beide abwechselnd
- Bei Anwendung auf die Spannung kann das Gerät nur dann im Senke-Betrieb arbeiten, wenn die am DC-Anschluss anliegende Spannung höher ist als der höchste Punkt (Offset + Amplitude) der Kurve und der Strom „I (EL)“ nicht 0 ist

Folgende Parameter können für die Sinus-Funktion konfiguriert werden:

| Parameter | Einstellbereich | Erläuterung |
|----------------------|--|---|
| Frequenz (f) | 1Hz...10000Hz | Statische Frequenz des zu generierenden Sinussignals |
| Amplitude (A) | 0... (Nennwert von U oder I- Offset) | Amplitude des zu generierenden Signals |
| Offset (O) | 0... ($U_{\text{Nenn}} - \text{Amplitude}$) oder $-(I_{\text{Nenn}} - \text{Amplitude}) \dots + (I_{\text{Nenn}} - \text{Amplitude})$ | Offset, bezogen auf den Nulldurchgang der mathematischen Sinuskurve |

| Bildliche Darstellung: | Anwendung und Resultat: |
|--|---|
|  | <p>Es wird ein normal sinusförmiges Signal erzeugt und auf den gewählten Sollwert, zum Beispiel Strom, angewandt. Dabei kann das Gerät den Sinusverlauf durch eine entsprechende Wahl der Einstellwerte nur entweder nur auf den Quelle-Betrieb oder den Senke-Betrieb anwenden, aber auch dynamisch wechseln. Das Bild links verdeutlicht den Verlauf (gelb = Quelle, grün = Senke) mit Wechsel der Betriebsart am Nulldurchgang. Während die Amplitude stets ein absoluter Wert ist, kann der Offset im I-Modus auch in den negativen Bereich verschoben werden.</p> <p>Für die Berechnung der sich aus dem Verlauf maximal ergebenden Leistung muss die eingestellte Stromamplitude zunächst mit dem Offset addiert werden.</p> <p>Beispiel: Sie stellen bei einer Spannung von 100 V und sin(I) die Amplitude auf 60 A ein, bei einem Offset von +20 A. Die sich ergebende max. Leistung bei Erreichen des höchsten Punktes der Sinuskurve wäre dann $(60 \text{ A} + 20 \text{ A}) \cdot 100 \text{ V} = 8000 \text{ W}$ im Quelle-Anteil und $(20 \text{ A} - 60 \text{ A}) \cdot 100 \text{ V} = -4000 \text{ W}$ im Senke-Anteil.</p> |

3.5 Dreieck-Funktion

Auf diese Funktion bezogene Einschränkungen:

- Es kann nicht vorgewählt werden, nur Quelle- oder nur Senke-Betrieb zu fahren; die Einstellwerte bestimmen, auf was von beidem die Kurve wirkt, also ob nur auf den Quelle-Betrieb, nur auf den Senke-Betrieb oder auf beide abwechselnd
- Bei Anwendung auf die Spannung kann das Gerät nur dann im Senke-Betrieb arbeiten, wenn die am DC-Anschluss anliegende Spannung höher ist als der höchste Punkt (Offset + Amplitude) der Kurve und der Strom „I (EL)“ nicht 0 ist

Folgende Parameter können für die Dreieck-Funktion konfiguriert werden:

| Parameter | Einstellbereich | Erläuterung |
|----------------------|--|--|
| Amplitude (A) | 0... (Nennwert von U oder I- Offset) | Amplitude des zu generierenden Signals |
| Offset (O) | 0... ($U_{\text{Nenn}} - \text{Amplitude}$) oder $-(I_{\text{Nenn}} - \text{Amplitude}) \dots + (I_{\text{Nenn}} - \text{Amplitude})$ | Offset, bezogen auf den Fußpunkt des Dreiecks |
| Zeit t1 | 0.1ms...3600000ms | Zeit Δt der ansteigenden Flanke des Dreiecksignals |
| Zeit t2 | 0.1ms...3600000ms | Zeit Δt der abfallenden Flanke des Dreiecksignals |

| Bildliche Darstellung: | Anwendung und Resultat: |
|------------------------|--|
| | <p>Es wird ein dreieckförmiges Signal für die Anwendung auf den Strom oder die Spannung erzeugt. Die Zeiten der ansteigenden und abfallenden Flanke sind getrennt einstellbar.</p> <p>Der Offset verschiebt das Signal auf der Y-Achse.</p> <p>Die Summe der Zeiten t_1 und t_2 ergibt die Periodendauer und deren Kehrwert eine Frequenz.</p> <p>Wollte man beispielsweise eine Frequenz von 10 Hz erreichen, ergäbe sich bei $T = 1/f$ eine Periode von 100 ms. Diese 100 ms kann man nun beliebig auf t_1 und t_2 aufteilen. Z. B. mit 50 ms:50 ms (gleichschenkeliges Dreieck) oder 99,9 ms:0,1 ms (Dreieck mit rechtem Winkel, auch Sägezahn genannt).</p> |

3.6 Rechteck-Funktion

Auf diese Funktion bezogene Einschränkungen:

- Es kann nicht vorgewählt werden, nur Quelle- oder nur Senke-Betrieb zu fahren; die Einstellwerte bestimmen, auf was von beidem die Kurve wirkt, also ob nur auf den Quelle-Betrieb, nur auf den Senke-Betrieb oder auf beide abwechselnd
- Bei Anwendung auf die Spannung kann das Gerät nur dann im Senke-Betrieb arbeiten, wenn die am DC-Anschluss anliegende Spannung höher ist als der höchste Punkt (Offset + Amplitude) der Kurve und der Strom „I (EL)“ nicht 0 ist

Folgende Parameter können für die Rechteck-Funktion konfiguriert werden:

| Parameter | Einstellbereich | Erläuterung |
|----------------------|---|---|
| Amplitude (A) | 0...(Nennwert von U oder I - Offset) | Amplitude des zu generierenden Signals |
| Offset (O) | 0... ($U_{\text{Nenn}} - \text{Amplitude}$) oder -($I_{\text{Nenn}} - \text{Amplitude}$)...+($I_{\text{Nenn}} - \text{Amplitude}$) | Offset, bezogen auf den Fußpunkt des Rechtecks |
| Zeit t1 | 0.1ms...3600000ms | Zeit (Puls) des oberen Wertes (=Amplitude + Offset) des Rechtecksignals |
| Zeit t2 | 0.1ms...3600000ms | Zeit (Pause) des unteren Wertes (=Offset) des Rechtecksignals |

| Bildliche Darstellung: | Anwendung und Resultat: |
|------------------------|---|
| | <p>Es wird ein rechteckförmiges Signal für die Anwendung auf den Strom oder die Spannung erzeugt. Die Zeiten t_1 und t_2 bestimmen dabei, wie lange jeweils der Wert der Amplitude (zugehörig zu t_1) und der Pause (Amplitude = 0, nur Offset effektiv, zugehörig zu t_2) wirkt.</p> <p>Der Offset verschiebt das Signal auf der Y-Achse.</p> <p>Mit den Zeiten t_1 und t_2 ist das sogenannte Puls-Pausen-Verhältnis oder Tastverhältnis (engl. duty cycle) einstellbar. Die Summe der Zeiten t_1 und t_2 ergibt die Periodendauer und deren Kehrwert die Frequenz.</p> <p>Wollte man beispielsweise ein Rechtecksignal auf den Strom mit 25 Hz und einem Duty cycle von 80% erreichen, müsste die Summe von t_1 und t_2, also die Periode, mit $T = 1/f = 1/25 \text{ Hz} = 40 \text{ ms}$ berechnet werden. Für den Puls ergäben sich dann bei 80% Duty cycle $t_1 = 40 \text{ ms} \cdot 0,8 = 32 \text{ ms}$. Die Zeit t_2 wäre dann mit 8 ms zu setzen.</p> |

3.7 Trapez-Funktion

Auf diese Funktion bezogene Einschränkungen:

- Es kann nicht vorgewählt werden, nur Quelle- oder nur Senke-Betrieb zu fahren; die Einstellwerte bestimmen, auf was von beidem die Kurve wirkt, also ob nur auf den Quelle-Betrieb, nur auf den Senke-Betrieb oder auf beide abwechselnd
- Bei Anwendung auf die Spannung kann das Gerät nur dann im Senke-Betrieb arbeiten, wenn die am DC-Anschluss anliegende Spannung höher ist als der höchste Punkt (Offset + Amplitude) der Kurve und der Strom „I (EL)“ nicht 0 ist

Folgende Parameter können für die Trapez-Funktion konfiguriert werden:

| Parameter | Einstellbereich | Erläuterung |
|----------------------|---|--|
| Amplitude (A) | 0...(Nennwert von U oder I - Offset) | Amplitude des zu generierenden Signals |
| Offset (O) | 0... ($U_{\text{Nenn}} - \text{Amplitude}$) oder $-(I_{\text{Nenn}} - \text{Amplitude}) \dots + (I_{\text{Nenn}} - \text{Amplitude})$ | Offset, bezogen auf den Fußpunkt des Trapezes |
| Zeit t1 | 0.1ms...3600000ms | Zeit der ansteigenden Flanke des Trapezsignals |
| Zeit t2 | 0.1ms...3600000ms | Zeit des High-Wertes (Haltezeit) des Trapezsignals |
| Zeit t3 | 0.1ms...3600000ms | Zeit der abfallenden Flanke des Trapezsignals |
| Zeit t4 | 0.1ms...3600000ms | Zeit des Low-Wertes (=Offset) des Trapezsignals |

| Bildliche Darstellung: | Anwendung und Resultat: |
|------------------------|---|
| | <p>Wie bei den anderen Funktionen kann das trapezförmige Signal auf den Sollwert der Spannung U oder den des Stromes I angewendet werden. Bei dem Trapez können die Winkel unterschiedlich sein durch die getrennt einstellbaren Anstiegs- und Abfallzeiten.</p> <p>Hier bilden sich die Periodendauer und die Wiederholfrequenz aus den vier einstellbaren Zeitwerten. Bei entsprechenden Einstellungen ergeben sich statt eines Trapezes zwei Dreieck- oder zwei Rechteckimpulse. Diese Funktion ist somit recht universal.</p> |

3.8 DIN 40839-Funktion

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

Diese Kurve wird üblicherweise im Quelle-Betrieb gefahren, kann aber auch im Senke-Betrieb ablaufen, wenn die am DC-Anschluss anliegende Spannung höher ist als der höchste Punkt (Offset + Amplitude) der Kurve und die externe Quelle nicht mehr Strom liefern kann als für den im Senke-Betrieb (I Senke) eingestellt. Das Gerät würde ansonsten die durch die Kurve resultierenden Spannungswerte nicht ausregeln können. Die globalen Sollwerte („U/I/P-Limits“) können zudem die Betriebsart klar definieren. Folgende Parameter können für die einzelnen Sequenzpunkte bzw. global konfiguriert werden:

| Parameter | Einstellbereich | Seq. | Erläuterung |
|----------------------|---|------|---|
| Start | 0V... U_{Nenn} | 1-5 | Anfangsspannungswert des Teilabschnitts (Sequenzpunkt) der Kurve |
| Ende | 0V... U_{Nenn} | 1-5 | Endspannungswert des Teilabschnitts (Sequenzpunkt) |
| Zeit | 0.1ms...3600000ms | 1-5 | Zeit für die abfallende oder ansteigende Rampe |
| Sequenzzyklen | 0 / 1...999 | - | Anzahl der Abläufe der gesamten Kurve (0 = unendl. Abläufe) |
| Zeit t1 | 0.1ms...3600000ms | - | Zeit nach Ablauf der Kurve, bevor wiederholt wird (Zyklen <> 1) |
| U(Start/Ende) | 0V... U_{Nenn} | - | Spannungswert am DC-Anschluss bevor die Kurve gestartet wird und danach |
| I/P (PS) | 0A... I_{Nenn} / 0W... P_{Nenn} | - | Globale Sollwerte für Strom und Leistung im Quelle-Betrieb. Bei I=0 oder P=0 würde das Gerät nur im Senke-Betrieb arbeiten. |
| I/P (EL) | 0A... I_{Nenn} / 0W... P_{Nenn} | - | Globale Sollwerte für Strom und Leistung im Senke-Betrieb. Bei I=0 oder P=0 würde das Gerät nur im Quelle-Betrieb arbeiten. |

| Bildliche Darstellung: | Anwendung und Resultat: |
|------------------------|--|
| | <p>Wenn die Funktion im Quelle-Betrieb abläuft, sorgt die eingebaute Senkefunktion des PSB-Netzgerätes für den in manchen Teilen der Kurve geforderten schnellen Abfall der Spannung, damit der Spannungsverlauf am DC-Anschluss der DIN-Kurve entspricht.</p> <p>Die Kurve entspricht dem Prüfimpuls 4 der DIN 40839. Bei entsprechender Einstellung können auch andere Prüfimpulse nachgebildet werden. Soll die Kurve in Sequenzpunkt 4 einen Sinus enthalten, so müsste sie alternativ mit dem Arbiträr-generator umgesetzt werden.</p> <p>Die globale Start- und Endspannung wird als Einstellwert „U(Start/Ende)“ in der Menüseite „U/I/P Limits“ eingestellt, beeinflusst aber nicht die Spannungswerte in den Sequenzpunkten. Sie sollte mit der Startspannung (U start) im Sequenzpunkt 1 übereinstimmen.</p> |

3.9 Arbiträr-Funktion

Die Arbiträr-Funktion (arbiträr = beliebig) bietet dem Anwender einen erweiterten Spielraum. Es sind je 99 Kurvenabschnitte (hier: Sequenzpunkte) für die Zuordnung zum Strom oder zur Spannung verfügbar, die alle dieselben Parameter haben, aber beliebig konfiguriert werden können, um komplexe Funktionsabläufe „zusammenzubauen“. Diese Punkte bilden als Teilabschnitte einer Kurve. Von den 99 verfügbaren Sequenzpunkten kann eine beliebige Anzahl nacheinander ablaufen. Das ergibt einen Sequenzpunktblock. Der Block kann dann noch 1...999 mal oder unendlich oft wiederholt werden. Das der Ablauf der Funktion entweder die Spannung oder dem Strom zugewiesen wird, ist eine gemischte Zuordnung zu beiden nicht möglich.

Die Arbiträrkurve kann einen linearen Verlauf (DC) mit einer Sinuskurve (AC) überlagern, deren Amplitude und Frequenz zwischen Anfangswert und Endwert ausgebildet werden. Wenn Startfrequenz und Endfrequenz auf 0 Hz gesetzt sind, wird der AC-Anteil unwirksam und nur der DC-Anteil wird generiert. Für jeden Sequenzpunkt ist eine Zeit definierbar, innerhalb welcher der Kurvenabschnitt (Sequenzpunkt) von Start bis Ende generiert wird.

Folgende Parameter können für jeden Sequenzpunkt der Arbiträr-Funktion konfiguriert werden:

| Parameter | Einstellbereich | Erläuterung |
|---------------|--|---|
| AC-Start | -50%...+50% I_{Nenn} oder | Start- bzw. Endamplitude des sinusförmigen Anteils |
| AC-Ende | 0V...50% U_{Nenn} | |
| DC-Start | $\pm(\text{AC-Start} \dots (\text{Nennwert} - \text{AC-Start}))$ | Startwert des DC-Anteils der Kurve |
| DC-Ende | $\pm(\text{AC-Ende} \dots (\text{Nennwert} - \text{AC-Ende}))$ | Endwert des DC-Anteils der Kurve |
| Startfrequenz | 0Hz...10000Hz | Anfangs- bzw. Endfrequenz des sinusförmigen Anteils |
| Endfrequenz | | |
| Winkel | 0°...359° | Anfangswinkel des sinusförmigen Anteils |
| Zeit | 0.1ms...3600000ms | Zeit für den gewählte Sequenzpunkt |



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

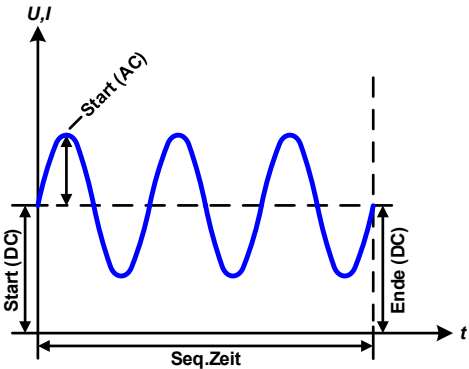
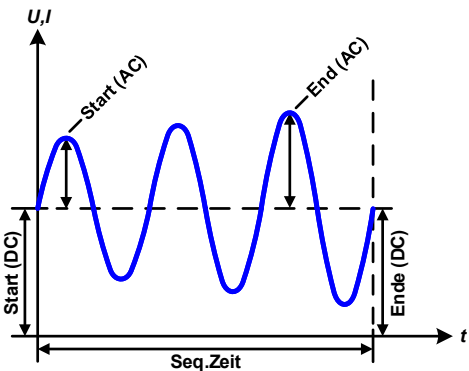
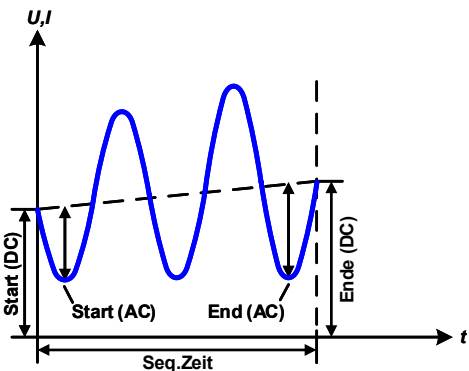
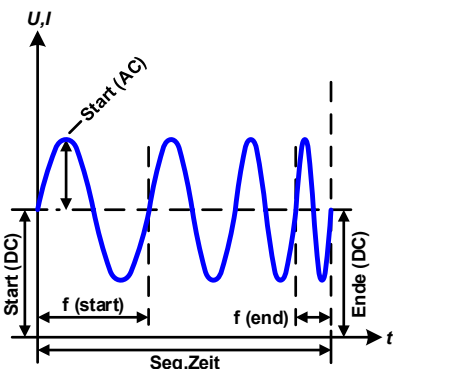


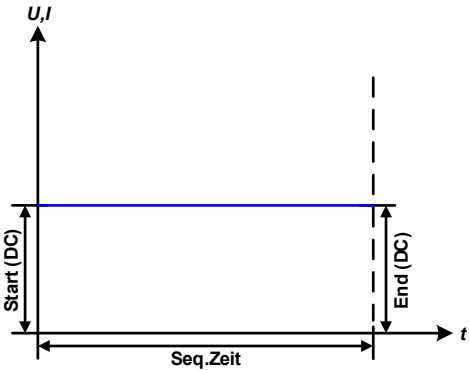
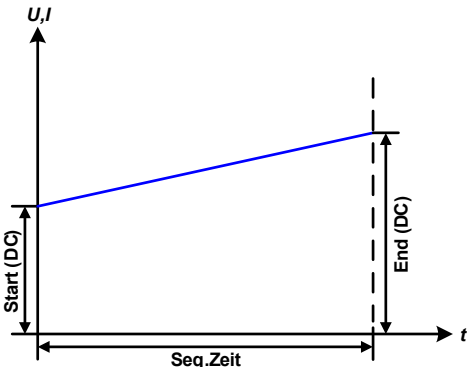
Die Amplitudenänderung zwischen Start und Ende steht im Zusammenhang mit der Sequenzpunktzeit. Man kann nicht eine beliebig kleine Änderung über eine beliebig große Zeit hinweg erzeugen. In so einem Fall lehnt das Gerät unpassende Einstellungen mit einer Meldung ab.

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

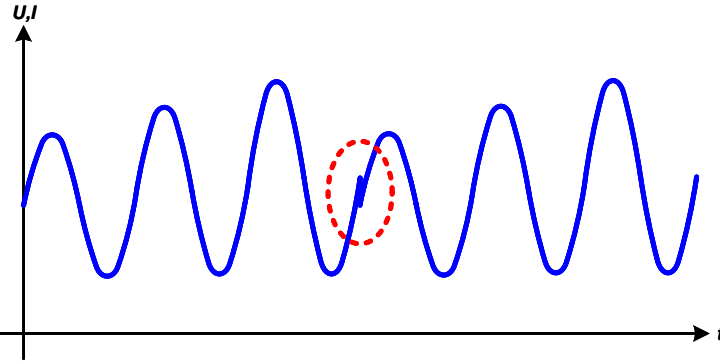
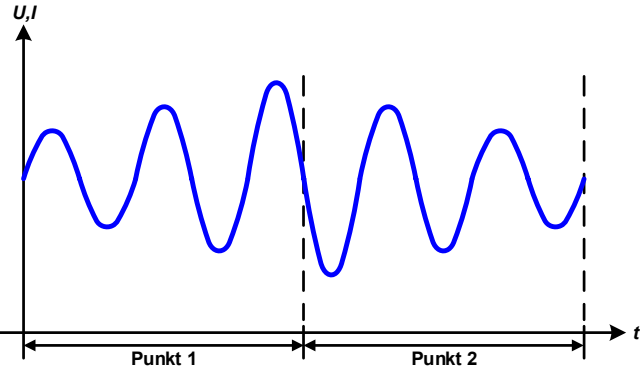
| Parameter | Einstellbereich | Erläuterung |
|---------------|-------------------|---|
| Sequenzzyklen | 0 / 1...999 | Anzahl der Abläufe des Sequenzpunktblocks (0 = unendlich) |
| Startsequenz | 1...Endsequenz | Erster Sequenzpunkt des Sequenzpunktblocks |
| Endsequenz | Startsequenz...99 | Letzter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

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

| Bildliche Darstellungen: | Anwendungen und Resultate: |
|---|---|
|  | <p>Beispiel 1: Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunktes:</p> <p>Die Werte von DC-Start und DC-Ende sind gleich, die AC-Werte (Amplitude) auch. Mit einer Frequenz ungleich Null, wobei Startfrequenz = Endfrequenz, ergibt sich ein sinusförmiger Verlauf des Sollwertes mit einer bestimmten Amplitude, Frequenz und Y-Verschiebung, auch Offset genannt.</p> <p>Die Anzahl der Sinusperioden pro Sequenzpunkt Ablauf hängt von der Zeit und der Frequenz ab. Wäre die Sequenzpunktzeit beispielsweise 1 s und die Frequenz 1 Hz, entstünde genau 1 Sinuswelle. Wäre bei gleicher Frequenz die Zeit nur 0,5 s, entstünde nur eine Sinushalbwellen.</p> |
|  | <p>Beispiel 2: Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunktes:</p> <p>Die Werte von DC-Start und DC-Ende sind gleich, die AC-Werte (Amplitude) jedoch nicht. Der Endwert ist größer als der Startwert, daher wird die Amplitude mit jeder neu angefangenen Sinushalbwellen kontinuierlich zwischen Anfang und Ende der Sequenz größer. Dies wird jedoch nur dann sichtbar, wenn die Sequenzpunktzeit zusammen mit der Frequenz zulässt, dass während des Ablaufs einer Sequenz mehrere Sinuswellen erzeugt werden können. Bei $f = 1 \text{ Hz}$ und Zeit = 3 s ergäbe das z. B. drei ganze Wellen (bei Winkel = 0°), umgekehrt genauso bei $f = 3 \text{ Hz}$ und Zeit = 1 s.</p> |
|  | <p>Beispiel 3: Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunktes:</p> <p>Die Werte von DC-Start und DC-Ende sind nicht gleich, die AC-Werte (Amplitude) auch nicht. Der Endwert ist jeweils größer als der Startwert, daher steigt der Offset zwischen Start (DC) und Ende (DC) linear an, ebenso die Amplitude mit jeder neu angefangenen Sinushalbwellen.</p> <p>Zusätzlich startet die erste Sinuswelle mit der negativen Halbwellen, weil der Winkel auf 180° gesetzt wurde. Der Startwinkel kann zwischen 0° und 359° beliebig in 1°-Schritten verschoben werden.</p> |
|  | <p>Beispiel 4: Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunktes:</p> <p>Ähnlich Beispiel 1, hier jedoch mit anderer Endfrequenz. Die ist hier größer als die Startfrequenz. Das wirkt sich auf die Periode einer Sinuswelle aus, die mit jeder neu angefangenen Sinuswelle kleiner wird, über den Zeitraum des Sequenzablaufs mit Sequenzpunktzeit x.</p> |

| Bildliche Darstellungen: | Anwendungen und Resultate: |
|---|---|
|  | <p>Beispiel 5: Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunktes:</p> <p>Ähnlich Beispiel 1, jedoch mit einer Start- und Endfrequenz von 0 Hz. Ohne einen Frequenzwert ungleich 0 wird kein Sinusanteil (AC) erzeugt und es wirkt nur die Einstellung der DC-Werte. Erzeugt wird eine Rampe mit horizontalem Verlauf, die z. B. auch Teil einer trapez- oder rechteckförmigen Funktion sein könnte.</p> |
|  | <p>Beispiel 6: Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunktes:</p> <p>Ähnlich Beispiel 3, jedoch mit einer Start- und Endfrequenz von 0 Hz. Ohne einen Frequenzwert ungleich 0 wird kein Sinusanteil (AC) erzeugt und es wirkt nur die Einstellung der DC-Werte. Diese sind hier bei Start und Ende ungleich. Generiert wird eine Rampe mit ansteigendem Verlauf.</p> |

Durch Aneinanderreihung mehrerer unterschiedlich konfigurierter Sequenzpunkte können komplexe Abläufe erzeugt werden. Dabei kann durch geschickte Konfiguration der Arbiträrgenerator die anderen Funktionen wie Dreieck, Sinus, Rechteck oder Trapez nachbilden und somit z. B. eine Sequenz aus Rechteck-Funktionen mit unterschiedlichen Amplituden bzw. Duty Cycles pro Sequenz erzeugen.

| Bildliche Darstellungen: | Anwendungen und Resultate: |
|---|--|
|  | <p>Beispiel 7</p> <p>Betrachtung 2er Abläufe 1 Sequenzpunktes:</p> <p>Ein Sequenzpunkt, konfiguriert wie in Beispiel 3, läuft ab. Da die Einstellungen vorgeben, dass DC-Ende größer ist als DC-Start, springt der Anfangswert des zweiten Ablaufs des Sequenzpunktes auf denselben Anfangswert zurück wie beim ersten Ablauf, ganz gleich wo der erzeugte Wert der Sinuswelle am Ende des ersten Ablaufs war. Das erzeugt eine gewisse Verzerrung im Gesamtablauf (rote Markierung) und kann nur mit sorgsam gewählten Einstellwerten kompensiert werden.</p> |
|  | <p>Beispiel 8</p> <p>Betrachtung 1 Ablaufs von 2 Sequenzpunkten:</p> <p>Zwei Sequenzpunkte laufen hintereinander ab. Die erste erzeugt einen sinusförmigen Verlauf mit größer werdender Amplitude, die zweite einen mit kleiner werdender Amplitude. Zusammen ergibt sich der links gezeigte Verlauf. Damit die Sinuswelle mit der höchsten Amplitude in der Mitte der Gesamtkurve nur einmal auftaucht, darf die Start-Amplitude (AC) des zweiten Sequenzpunktes nicht gleich der End-Amplitude (AC) des ersten sein oder der erste müsste mit der positiven Halbwelle enden sowie der zweite mit der negativen beginnen, wie links gezeigt.</p> |

| Bildliche Darstellungen: | Anwendungen und Resultate: |
|--------------------------|--|
| | Beispiel 9 Betrachtung 1 Ablaufs von 4 Sequenzpunkten: Punkt 1: 1/4 Sinuswelle (Winkel = 270°) Punkt 2: Drei Sinuswellen (Verhältnis von Frequenz zu Sequenzpunktzeit: 1:3) Punkt 3: Horizontale Rampe ($f = 0$) Punkt 4: Abfallende Rampe ($f = 0$) |

3.9.1 Laden und Speichern von Arbiträr-Funktionen

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

Für das Laden einer Sequenzpunkt-Tabelle gelten folgende Anforderungen:

- Die Tabelle muss genau 99 Zeilen mit jeweils 8 aufeinanderfolgenden Werten (8 Spalten) enthalten und darf keine Lücken aufweisen
- Die Datei muss im Ordner HMI_FILES liegen, der im Wurzelverzeichnis (root) des USB-Sticks sein muss
- Der Dateiname muss immer mit WAVE_U oder WAVE_I beginnen (Groß-/Kleinschreibung egal)
- Alle Werte in jeder Spalte und Zeile müssen den Vorgaben entsprechen (siehe unten)
- Die Spalten der Tabelle haben eine bestimmte Reihenfolge, die nicht geändert werden darf

Für die Tabelle mit den 99 Zeilen ist, in Anlehnung an die Einstellparameter die bei der manuellen Bedienung für den Arbiträr-generator festgelegt werden können, folgender Aufbau vorgegeben (Spaltenbenennung wie bei Excel):

| Spalte | Entspricht HMI-Parameter | Wertebereich |
|--------|--------------------------|--|
| A | AC-Start | Siehe Tabelle in «3.9 Arbiträr-Funktion» |
| B | AC-Ende | Siehe Tabelle in «3.9 Arbiträr-Funktion» |
| C | Startfrequenz | 0...10000 Hz |
| D | Endfrequenz | 0...10000 Hz |
| E | Winkel | 0...359° |
| F | DC-Start | Siehe Tabelle in «3.9 Arbiträr-Funktion» |
| G | DC-Ende | Siehe Tabelle in «3.9 Arbiträr-Funktion» |
| H | Zeit | 100...36.000.000.000 µs (36 Mrd.) |

Für eine genauere Beschreibung der Parameter und der Arbiträrfunktion siehe Abschnitt «3.9 Arbiträr-Funktion».

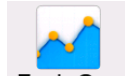
Beispiel-CSV:

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|---|-------|-------|---|---|----|-------|-------|----------|
| 1 | 20,00 | 30,00 | 5 | 5 | 90 | 50,00 | 50,00 | 50000000 |
| 2 | 30,00 | 20,00 | 5 | 5 | 90 | 50,00 | 50,00 | 30000000 |
| 3 | 0,00 | 0,00 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 1000 |
| 4 | 0,00 | 0,00 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 1000 |
| 5 | 0,00 | 0,00 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 1000 |
| 6 | 0,00 | 0,00 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 1000 |

In dem Beispiel sind nur die ersten zwei Sequenzpunkte konfiguriert, die anderen stehen alle auf Standardwerten. Die Tabelle könnte für z. B. das Modell BT 20080-340 über eine WAVE_U für die Spannung oder eine WAVE_I für den Strom geladen werden, weil sie für beide passt. Die Benennung ist jedoch durch einen Filter eindeutig gemacht, das heißt man kann nicht **Arbiträr** --> **U** im Funktionsgeneratormenü wählen und dann eine WAVE_I laden. Diese würde gar nicht erst aufgelistet.

► So laden Sie eine Sequenzpunktabelle von einem USB-Stick

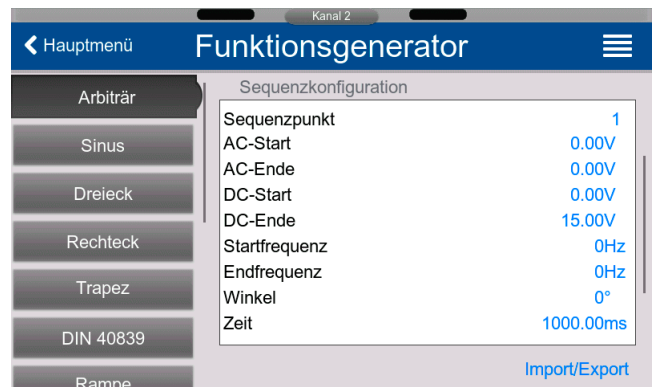
1. Stecken Sie den USB-Stick noch nicht ein bzw. ziehen Sie ihn zunächst heraus.
2. Bei ausgeschaltetem DC-Anschluss des gewählten Kanals öffnen Sie das Menü des Funktionsgenerators aus



der Hauptanzeige heraus mit **Funk-Gen** und wählen Sie Gruppe **Arbiträr**. Es erscheint die Anzeige wie rechts abgebildet, hier exemplarisch für Kanal 2.

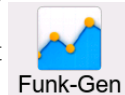
3. Wischen Sie herunter bis zu **Sequenzkonfiguration** und tippen Sie auf **Import/Export**, dann auf **Laden** und folgen Sie den Anweisungen. Sofern für den aktuellen Vorgang mindestens eine gültige Datei gefunden wurde, wird eine Liste zur Auswahl angezeigt, aus der die zu ladende Datei ausgewählt werden muss.

4. Tippen Sie unten rechts auf . Die gewählte Datei wird nun überprüft und, sofern in Ordnung, geladen. Bei Formatfehlern wird eine entsprechende Meldung angezeigt. Dann muss die Datei korrigiert und der Vorgang wiederholt werden.



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

1. Stecken Sie den USB-Stick noch nicht ein bzw. ziehen Sie ihn zunächst heraus.
2. Bei ausgeschaltetem DC-Anschluss des gewählten Kanals öffnen Sie das Funktionsauswahlmenü des Funktionsge-



nerators aus der Hauptanzeige heraus mit **Funk-Gen** und wählen Sie Gruppe **Arbiträr**.

3. Wischen Sie herunter bis zu **Sequenzkonfiguration** und tippen Sie auf **Import/Export**, dann auf **Sichern**. Sie werden aufgefordert, den USB-Stick einzustecken. Das Gerät sucht daraufhin nach dem Ordner HMI_FILES auf dem Speicherstick und nach eventuell schon vorhandenen WAVE_U- bzw. WAVE_I-Dateien und listet gefundene auf. Soll eine vorhandene Datei mit den zu speichernden Daten überschrieben werden, wählen Sie diese aus, ansonsten wählen Sie keine aus. Es wird dann eine erzeugt.

4. Speichern, neu oder überschreibend, dann mit .

3.10 Rampen-Funktion

Auf diese Funktion bezogene Einschränkungen:

- Es kann nicht vorgewählt werden, nur Quelle- oder nur Senke-Betrieb zu fahren; die Einstellwerte bestimmen, auf was von beidem die Kurve wirkt, also ob nur auf den Quelle-Betrieb, nur auf den Senke-Betrieb oder auf beide abwechselnd
- Bei Anwendung auf die Spannung kann das Gerät nur dann im Senke-Betrieb arbeiten, wenn die am DC-Anschluss anliegende Spannung höher ist als der höchste Punkt (Offset + Amplitude) der Kurve und der Strom „I (EL)“ nicht 0 ist

Folgende Parameter können für die Rampen-Funktion konfiguriert werden:

| Parameter | Einstellbereich | Erläuterung |
|---------------|--|--|
| Start Ende | 0V...U _{Nenn} oder -I _{Nenn} ...+I _{Nenn} | Start- und Endpunkt der Rampe. Beide können größer, gleich oder kleiner sein als der andere, wodurch die Rampe entweder ansteigt, abfällt oder horizontal verläuft |
| Zeit t1 | 0.1ms...3600000ms | Zeit vor der ansteigenden bzw. abfallenden Flanke der Rampe |
| Zeit t2 | 0.1ms...3600000ms | Anstiegs- bzw. Abfallzeit der Rampe |



Die Zeit nach dem Erreichen des Rampenendes ist nicht einstellbar. Das Gerät stoppt die Funktion automatisch nach max. 10 h und setzt I = 0 A, wenn Stromrampe, sofern sie nicht vorher schon anderweitig gestoppt wurde.

| Bildliche Darstellung: | Anwendung und Resultat: |
|------------------------|--|
| | <p>Diese Funktion generiert eine ansteigende, abfallende oder horizontal verlaufende Rampe zwischen Startwert und Endwert über die Zeit t_2. Die andere Zeit t_1 dient zur Festlegung einer Verzögerung, bevor die Rampe startet.</p> <p>Die Funktion läuft einmal ab und bleibt dann am Endwert stehen. Um eine sich wiederholende Rampe zu erreichen, müsste die Trapezfunktion benutzt werden (siehe Abschnitt «3.7 Trapez-Funktion»).</p> <p>Wichtig ist hier noch die Betrachtung des statischen Wertes I bzw. U, der den Startwert vor der Erzeugung der Rampe definiert. Es wird empfohlen, den statischen Wert gleich dem Wert Start einzustellen, es sei denn, im Quelle-Betrieb soll die Last vor dem Beginn der Rampenzeit Zeit (t_1) noch nicht mit Spannung versorgt werden bzw. im Senke-Betrieb noch kein Strom fließen. Hier müsste man dann den statischen Wert auf 0 einstellen.</p> |

3.11 IU-Tabellenfunktion (XY-Tabelle)

Die IU-Funktion bietet dem Anwender die Möglichkeit, in Abhängigkeit von der Spannung am DC-Anschluss einen bestimmten DC-Strom zu setzen. Dabei kann die Funktion entweder im Quelle-Betrieb (PS) oder Senke-Betrieb (EL) arbeiten. Es muss eine Tabelle geladen werden, die genau 4096 Stromsollwerte enthält, welche sich auf die gemessene Spannung am DC-Anschluss im Bereich $0...125\% U_{Nenn}$ aufteilen, wenngleich durch die obere Grenze von 102% Stromnennwert nur ca. 3342 Werte aus der Tabelle effektiv werden können.

Diese Tabelle kann entweder von einem USB-Stick über die frontseitige USB-Buchse des Gerätes oder per Fernsteuerung (ModBus-Protokoll oder SCPI) in das Gerät geladen und dann angewendet werden. Es gilt:

IU-Funktion: $I = f(U) \rightarrow$ das Gerät arbeitet im CC-Modus (bei Quelle-Betrieb dann mit einer Last im CV-Modus)



Beim Laden einer Tabelle vom USB-Stick werden nur Textdateien vom Typ CSV (*.csv) akzeptiert. Die Tabelle wird beim Laden auf Plausibilität überprüft (Werte nicht zu groß, Anzahl der Werte korrekt) und eventuelle Fehler gemeldet und dann die Tabelle nicht geladen.



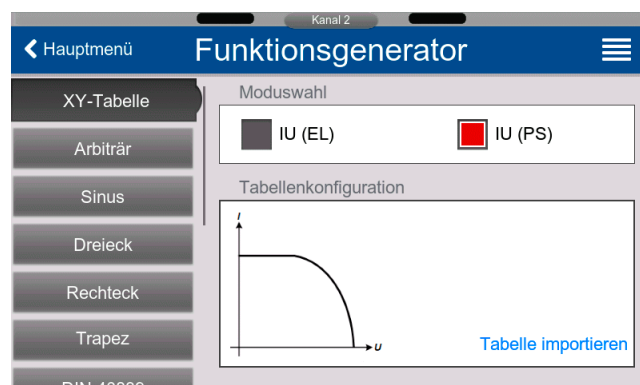
Die 4096 Werte innerhalb der Tabelle werden nur auf korrekte Größe und Anzahl hin untersucht. Würde man alle Werte in einem Diagramm darstellen, ergäbe sich eine bestimmte Kurve, die auch sehr große Stromsprünge vom einem Eintrag zum nächsten enthalten könnte. Das kann zu Komplikationen für die angeschlossene Last bzw. Quelle führen, wenn z. B. der interne Spannungsmesswert leicht schwankt und dazu führt, dass zwischen zwei Stromwerten aus der Tabelle hin- und herpendelt wird, bei denen im schlechtesten Fall der eine 0 A ist und der andere Maximalstrom.

3.11.1 Laden von IU-Tabellen über USB





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

- Der Dateiname startet immer mit IU (Groß-/Kleinschreibung egal)
- Die Datei muss eine Textdatei vom Typ CSV sein und darf nur eine Spalte mit genau 4096 realen Werten (ohne Lücken) enthalten
- Keiner der 4096 Werte darf den Stromnennwert überschreiten, also wenn Sie z. B. ein Modell mit 340 A Nennstrom pro Kanal haben und laden eine IU-Tabelle mit Stromwerten, dann darf keiner der Werte größer als 340 sein (Einstellgrenzen gelten hier nicht)
- Die Datei muss im Ordner HMI_FILES liegen, der im Wurzelverzeichnis (root) des USB-Sticks sein muss

Werden die oben genannten Bedingungen nicht eingehalten, meldet das Gerät das mittels entsprechender Fehlermeldungen und akzeptiert die Datei nicht. Ein Stick kann natürlich mehrere IU-Tabellen als verschiedentlich benannte Dateien enthalten, aus denen eine ausgewählt werden kann.



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

1. Bei ausgeschaltetem DC-Anschluss des gewählten Kanals öffnen Sie das Funktionsauswahlmenü aus der Hauptanzeige heraus durch Tippen auf  und wählen Sie Gruppe **XY-Tabelle**.
2. Ganz oben wählen Sie nun zwischen **IU (EL)** für Senke-Betrieb oder **IU (PS)** für Quelle-Betrieb.
3. Stecken Sie den USB-Stick ein, falls noch nicht geschehen, dann betätigen Sie **Tabelle importieren** und sobald die Auswahl erscheint, wählen Sie eine der gelisteten Dateien und laden Sie sie mit . Falls die Datei nicht akzeptiert wird, entspricht sie nicht den Anforderungen. Dann korrigieren und wiederholen.
4. Im nächsten Fenster, das Sie mit  erreichen, können Sie noch die globalen Sollwerte anpassen.
5. Laden Sie die Funktion mit , um Sie danach zu starten und zu bedienen wie gewohnt. Siehe dazu auch «3.3.1 Auswahl und Steuerung einer Funktion».

3.12 FC-Tabellenfunktion (Brennstoffzelle)

3.12.1 Einleitung

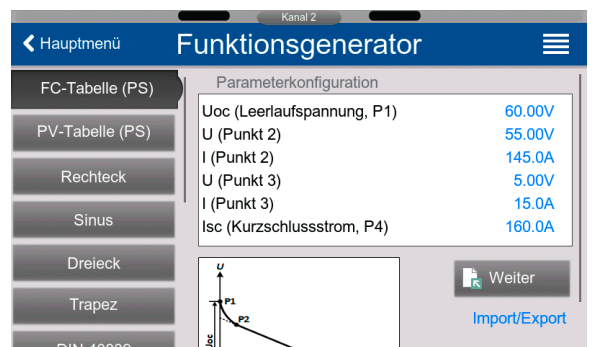
Die Funktion „FC-Tabelle“ (fuel cell) dient zur Simulation einer Brennstoffzelle und deren Charakteristik. Dies wird durch einstellbare Parameter erreicht, die mehrere Punkte auf der typischen Kennlinie einer Brennstoffzelle darstellen.

Der Anwender muss für vier Stützpunkte der FC-Kurve Werte angeben. Diese bilden sich aus drei Spannungs- und drei Stromwerten. Daraus wird die Kennlinie berechnet.

Generell gelten folgende Regeln während der Eingabe:

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

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



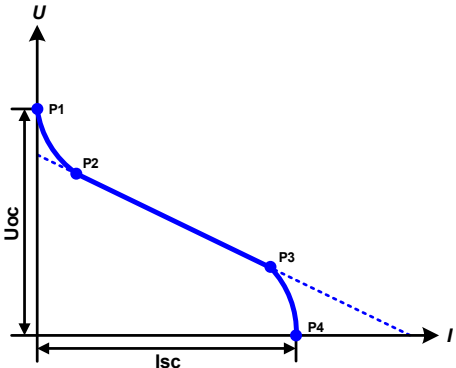
3.12.2 Anwendung

Folgende Parameter können für die FC-Tabellenfunktion konfiguriert werden:

| Parameter | Einstellbereich | Erläuterung |
|----------------------|------------------|--|
| Punkt 1: Uoc | 0V... U_{Nenn} | Maximale Spannung der Zelle (open circuit voltage, Leerlaufspannung) |
| Punkte 2+3: U | 0V... U_{Nenn} | Spannung und Strom der beiden Punkte im XY-Koordinatensystem. Sie repräsentieren zwei Stützpunkte auf der zu errechnenden Kennlinie. |
| Punkte 2+3: I | 0A... I_{Nenn} | |
| Punkt 4: Isc | 0A... I_{Nenn} | Maximaler Strom der Zelle (Kurzschlussbetrieb) |
| U | 0V... U_{Nenn} | Globale Spannungsgrenze, sollte $\geq U_{oc}$ sein |
| P | 0W... P_{Nenn} | Globales Leistungslimit, darf nicht 0 sein, damit die Funktion ablaufen kann |

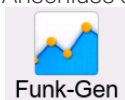


Durch die frei einstellbaren Parameter kann es vorkommen, dass die Kurve nicht korrekt berechnet werden kann. Das würde durch eine Fehlermeldung angezeigt. In dem Fall wären die eingegebenen Parameter zu prüfen und zu korrigieren.



| Bildliche Darstellung: | Anwendung und Resultat: |
|---|---|
|  | <p>Nach Eingabe der Parameter der vier Stützpunkte Punkt 1 bis Punkt 4, wobei Punkt 1 bei U_{oc} und 0 A sowie Punkt 4 bei I_{sc} und 0 V definiert sind, berechnet das Gerät eine XY-Kurve, die an den XY-Generator übergeben wird. Zur Laufzeit und in Abhängigkeit von der Belastung des Netzgerätes mit einem Strom zwischen 0 A und I_{sc} stellt das Gerät eine veränderliche Ausgangsspannung, deren Verlauf zwischen 0 V und U_{oc} in etwa der links abgebildeten Kurve entspricht.</p> <p>Die Steigung zwischen Punkt 2 und Punkt 3 ist abhängig von den eingegebenen Werten und kann beliebig variiert werden, solange Punkt 3 spannungsmäßig unterhalb und strommäßig oberhalb Punkt 2 liegt.</p> |

► So konfigurieren Sie die FC-Tabelle

1. Bei ausgeschaltetem DC-Anschluss des gewählten Kanals öffnen Sie das Funktionsauswahlmenü aus der Hauptanzeige



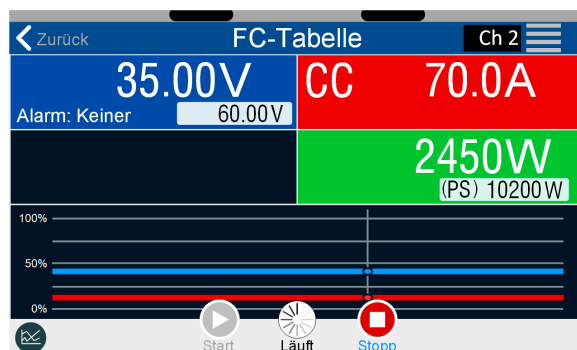
heraus durch Tippen auf **Funk-Gen** und wählen Sie Gruppe **FC-Tabelle (PS)**.

2. Stellen Sie die Parameter der vier Stützpunkte gemäß den zu simulierenden Daten ein.
3. Legen Sie unbedingt noch die globalen Grenzwerte für Spannung und Leistung in nächsten Bildschirm fest, den Sie durch Berühren von  erreichen.
4. Nachdem Sie die Werte eingestellt haben, tippen Sie auf .

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

► So arbeiten Sie mit der FC-Tabellenfunktion

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



3.13 Batterietest-Funktion



Der Batterietest dient nur zum Testen von Batterien. Das Gerät hat kein Batteriemanagement an Bord und kann somit keine einzelnen Batteriezellen überwachen. Sollte mindestens eine Zelle in einer zu testenden Batterie defekt sein und sie trotzdem mit dem Gerät geladen oder entladen werden, so kann die Batterie zerstört werden. Daher kann es erforderlich sein, externe Batteriemanagement-Hardware und -Software zu verwenden.

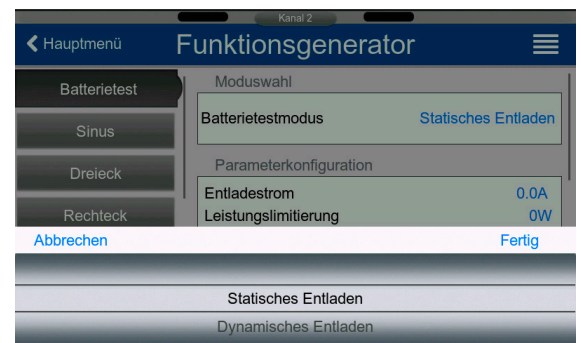


Beim Arbeiten mit Batterien muss pro Kanal, an dem eine Batterie angeschlossen ist, mindestens eine Sicherung im DC-Kreis eingebunden sein; diese Sicherung muss entweder dem Nennstrom des Kanals entsprechen oder weniger!

Die Batterietest-Funktion dient zum gezielten Laden und Entladen von Batterien unterschiedlicher Art in industriellen Produkttests oder auch in Laboranwendungen. Neben separaten Modi zum Laden und Entladen einer Batterie ist auch eine Kombination von beiden verfügbar, der sog. dynamische Test.

Zur Auswahl stehen diese sechs Testmodi:

- **Statisches Entladen** (konstanter Strom)
- **CC-CV Entladen** (wie **Statisches Entladen**, jedoch mit zusätzlich mit Entladeschlussstrom)
- **Dynamisches Entladen** (gepulster Strom)
- **Statisches Laden** (konstanter Strom)
- **CC-CV Laden** (wie **Statisches Laden**, jedoch mit zusätzlich Ladeschlussspannung)
- **Dynamischer Test** (Ablauf von statischer Ladung/Entladung).



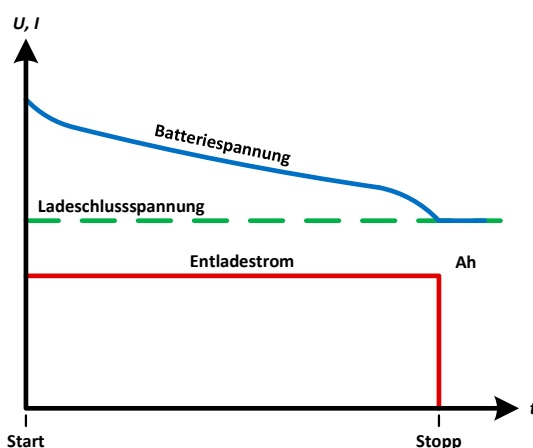
Beim **statischen** oder **CC-CV Entlade-Betrieb**, die beide sehr ähnlich sind und mit Konstantstrom (CC) ablaufen, wird eine Batterie gezielt entladen. Während beim Modus **Statisches Entladen** nur die Entladeschlussspannung als Stoppkriterium definiert ist, gibt es beim Modus **CC-CV Entladen** zusätzliche einen einstellbaren Entladeschlussstrom und somit müssen beide Werte, also Entladeschlussstrom und -spannung erreicht worden sein, damit der Test stoppt.

Der **dynamische Entlade-Modus** gibt es auch einen einstellbaren Leistungswert. Dieser kann zwar nicht genutzt werden, um den dynamischen Batterietest mit gepulster Leistung ablaufen zu lassen, jedoch könnte das Ergebnis anders aussehen als erwartet, wenn die Leistung im Test begrenzt wird. Es wird daher empfohlen, diesen Wert immer hoch genug einzustellen.

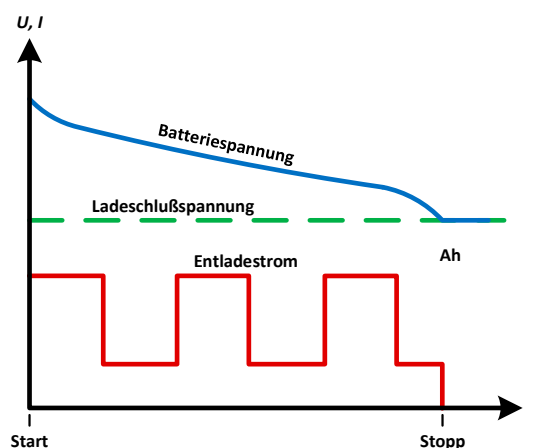


Bei Batterietests mit hohen Pulsströmen könnte es vorkommen, dass die Batteriespannung durch die pulsartige Belastung kurz unter die Schwelle der Entladeschlussspannung (U_{DV}) gelangt und der Test sofort beendet wird. Daher sollte die U_{DV} entsprechend niedriger eingestellt werden.

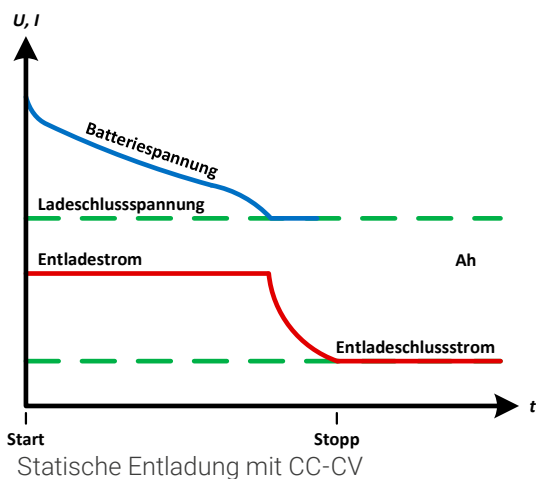
Grafische Verdeutlichung der Entlade-Modi:



Statische Entladung

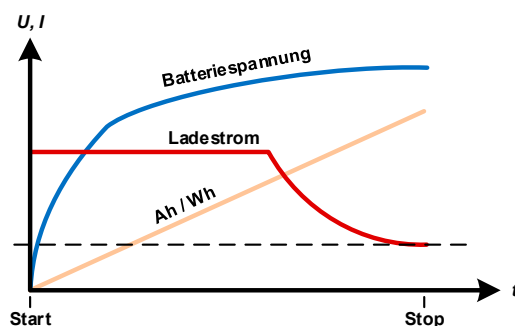


Dynamische Entladung



Die **statische** bzw. **CC-CV-Ladung** entspricht dem einfachen Ladeprofil für Bleibatterien. Die angeschlossene Batterie wird hierbei mit einem Konstantstrom geladen, bis entweder die angegebene Ladeschlussspannung oder eine bestimmte Zeit erreicht wurde bzw. der Ladestrom unter eine einstellbare Grenze gelangt ist. Eine grafische Verdeutlichung der statischen Ladung ist rechts gezeigt.

Beim sechsten Modus, dem **Dynamischen Test**, kann man wählen, ob der ganze Test zyklisch wiederholt werden soll (1-999x oder unendlich oft) und welche Phase des Tests, Laden oder Entladen, in jedem Durchlauf zuerst startet. Außerdem gibt es eine einstellbare Ruhephase vor jeder Wiederholung.



Zusätzlich vorhanden bei den statischen Modi ist der Einstellwert für die Leistung. Er kann bei entsprechender Konfiguration den Funktionsablauf auch auf Konstantleistung (CP) ablaufen lassen. Wie beim normalen Betrieb der Gerätes bestimmen die gesetzten Werte, welche Regelungsart (CC, CP) sich ergibt.

3.13.1 Einstellwerte für Statisches Entladen

Folgende Parameter können für das statische Entladen konfiguriert werden:

| Wert | Einstellbereich | Erläuterung |
|----------------------|------------------------|------------------------------------|
| Entladestrom | 0A...I _{Nenn} | Maximaler Entladestrom (in Ampere) |
| Leistungslimitierung | 0W...P _{Nenn} | Maximale Entladeleistung (in Watt) |

3.13.2 Einstellwerte für CC-CV Entladen

Folgende Parameter können für das statische CC-CV-Entladen konfiguriert werden:

| Wert | Einstellbereich | Erläuterung |
|------------------------|------------------------|---|
| Entladestrom | 0A...I _{Nenn} | Maximaler Entladestrom (in Ampere) |
| Entladeschlussspannung | 0V...U _{Nenn} | Schwelle (in Volt), bei deren Erreichen die Entladephase stoppt |

3.13.3 Einstellwerte für Dynamisches Entladen

Folgende Parameter können für das dynamische Entladen konfiguriert werden:

| Wert | Einstellbereich | Erläuterung |
|----------------------|------------------------|---|
| Entladestrom 1 | 0A...I _{Nenn} | Unterer bzw. oberer Stromwert für gepulsten Betrieb (der höhere Einstellwert von beiden wird automatisch der obere) (in Ampere) |
| Entladestrom 2 | 0A...I _{Nenn} | |
| Leistungslimitierung | 0W...P _{Nenn} | Maximale Entladeleistung (in Watt) |
| Zeit t1 | 1s...3600s | Zeit t1 = Zeit für den oberen Stromwert (Puls) |
| Zeit t2 | 1s...3600s | Zeit t2 = Zeit für den unteren Stromwert (Pause) |

3.13.4 Einstellwerte für Statisches Laden

Folgende Parameter können für das statische Laden konfiguriert werden:

| Wert | Einstellbereich | Erläuterung |
|------------------|------------------------|---|
| Ladespannung | 0V...U _{Nenn} | Ladespannung (in Volt) |
| Ladestrom | 0A...I _{Nenn} | Maximaler Ladestrom (in Ampere) |
| Ladeschlussstrom | 0A...I _{Nenn} | Schwelle (in Ampere), bei deren Erreichen die Ladung stoppt |

3.13.5 Einstellwerte für CC-CV Laden

Folgende Parameter können für das statische Laden konfiguriert werden:

| Wert | Einstellbereich | Erläuterung |
|------------------|------------------------|---|
| Ladespannung | 0V...U _{Nenn} | Ladespannung (in Volt) |
| Ladestrom | 0A...I _{Nenn} | Maximaler Ladestrom (in Ampere) |
| Ladeschlussstrom | 0A...I _{Nenn} | Schwelle (in Ampere), bei deren Erreichen die Ladung stoppt |

3.13.6 Einstellwerte für Dynamischer Test

Folgende Parameter können für den dynamischen Batterietest konfiguriert werden:

| Wert | Einstellbereich | Erläuterung |
|------------------------|------------------------|--|
| Ladeschlussstrom | 0A...I _{Nenn} | Schwelle (in Ampere), bei deren Erreichen die Ladephase stoppt |
| Ladespannung | 0V...U _{Nenn} | Ladespannung (in Volt) |
| Ladestrom | 0A...I _{Nenn} | Maximaler Ladestrom (in Ampere) |
| Ladezeit | 1s...36000s | Dauer der Ladephase (max. 10 h) |
| Entladeschlussspannung | 0V...U _{Nenn} | Schwelle (in Volt), bei deren Erreichen die Entladephase stoppt |
| Entladestrom | 0A...I _{Nenn} | Maximaler Entladestrom (in Ampere) |
| Entladezeit | 1s...36000s | Dauer der Entladephase (max. 10 h) |
| Starte mit | Laden Entladen | Legt fest, womit der Test beginnt, mit der Lade- oder der Entladephase |
| Testzyklen | 1...65535 0 | Anzahl der Durchläufe des Batterietests (0 = ∞) |
| Pausezeit | 1s...36000s | Dauer der Pause vor der nächsten Phase bzw. Durchlauf |

3.13.7 Stoppbedingungen

Diese Parameter gelten generell für alle Modi und definieren zusätzlich Stoppbedingungen:

| Wert | Einstellbereich | Erläuterung |
|--|--------------------------|--|
| Entladeschlussspannung | 0V...U _{Nenn} | Schwelle (in Volt), bei deren Erreichen die Entladung stoppt (nur für Entlade-Modi) |
| Aktion: Ah-Limit | Keine, Signal, Test-Ende | Aktiviert/deaktiviert einen Ah-Zähler, der den Test bei Erreichen der entnommenen Batteriekapazität stoppt |
| Entladekapazität Ladekapazität Batterietestkapazität | 0.00Ah...99999.99Ah | Maximal zu entnehmende Batteriekapazität, nach deren Erreichen der Test automatisch stoppen kann. Dieses Stoppkriterium ist optional, so dass auch mehr Batteriekapazität zugeführt oder entnommen werden kann. |
| Aktion: Zeitlimit | Keine, Signal, Test-Ende | Aktiviert/deaktiviert einen Zeitzähler, der den Test bei Erreichen der Testzeit stoppt |
| Entladezeit Ladezeit Testzeit | 00:00:00...10:00:00 | Maximale Dauer im Format HH:MM:SS, nach welcher der Test automatisch stoppen kann. Dieses Stoppkriterium ist optional, so dass ein Test auch länger als 10 h laufen kann. |
| USB-Logging | ein/aus | Aktiviert durch Setzen des Hakens das USB-Logging, das Daten während des Batterietests aufzeichnet, falls ein korrekt formatierter USB-Stick in der frontseitigen USB-Buchse eingesteckt ist. Die Daten haben ein etwas anderes Format als die des „normalen“ USB-Logging. |
| Logging-Intervall | 100ms - 1s, 5s, 10s | Legt den Schreibzyklus für das USB-Logging fest |

3.13.8 Anzeigewerte

Während des Tests zeigt die Anzeige des Gerätes folgende Werte an:

- Aktuelle Batteriespannung am DC-Anschluss
- Entladeschlussspannung U_{DV} (nur in einem der Entlademodi)
- Entladeschlussstrom I_{DC} (nur im CC-CV-Entlademodus)
- Ladespannung (nur in einem der Lademodus)
- Aktueller Entladestrom
- Ist-Leistung
- Gesamt-Batteriekapazität (Laden & Entladen)
- Gesamt-Batterieenergie (Laden & Entladen)
- Testzeit
- Reglerstatus (CC, CP, CV)

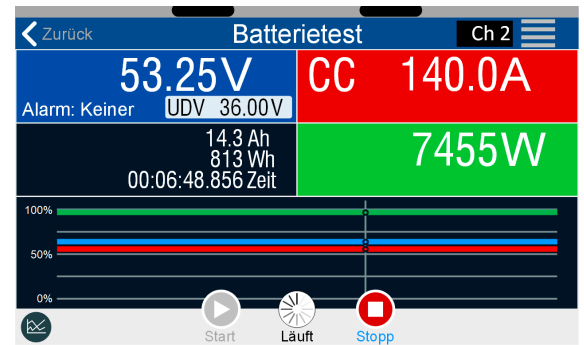


Bild 3 - Anzeigebeispiel vom statischen Entladen

3.13.9 Abbruchbedingungen

Der Ablauf der Batterietest-Funktion kann gewollt oder ungewollt gestoppt werden durch:

- Manuelle Betätigung der Taste **Stopp** auf dem Bildschirm
- Jeglicher Gerätealarm wie OT usw., der einen oder alle DC-Anschlüsse ausschalten würde
- Erreichen der max. eingestellten Testzeit, wenn als Aktion **Test-Ende** eingestellt ist
- Erreichen des max. eingestellten Ah-Wertes, wenn als Aktion **Test-Ende** eingestellt ist
- Erreichen der Entladeschlussspannung U_{DV}
- Erreichen des Ladeschlussstromes oder Entladeschlussstromes

3.13.10 Datenaufzeichnung auf USB-Stick

Für alle Testmodi kann eine Datenaufzeichnungsfunktion aktiviert werden, welche standardmäßig ausgeschaltet ist. Wurde sie aktiviert, während ein USB-Stick mit entsprechender Formatierung (siehe dazu Abschnitt «5.2.5 USB-Port (Vorderseite)» im Installationshandbuch) am Bedienteil gesteckt ist, zeichnet das Gerät für die Testdauer Messwerte im festgelegten Intervall auf. Dies wird in der Anzeige durch ein kleines Diskettensymbol markiert. Die aufgezeichneten Daten liegen nach Beendigung des Tests als Textdatei (CSV-Format) vor.

Die Aufzeichnung kann kanalspezifisch gestartet oder gestoppt werden. Es ist sogar möglich, auf z. B. Kanal 2 die Aufzeichnung zu starten, während sie auf Kanal 1 bereits läuft. In dem Fall erzeugt das Gerät eine neue Logdatei, deren Kopf dann zwei Zeilen enthält, statt vorher eine, wie im Beispiel unten gezeigt. Die Kopfzeilen geben die am HMI festgelegten Startwerte der Kanäle wieder.

Aufbau der Logdatei anhand eines Beispiels mit zwei Kanälen, wovon einer Ladung und der andere Entladung macht:

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R |
|----|------------|------------------|-----------|----------|----------|---------|------------|----------|--------------|-------------|----------|-------------|-------------|----------|-------------|-----------|------|---------|
| 1 | | | | | Charging | Dynamic | Dynamic | Discharg | | | | | | | | | | |
| 2 | Date | Mode | Charging | Charging | Charging | Dynamic | Dynamic | Discharg | Discharging | Discharging | Charging | Discharging | Discharging | Charging | Discharging | Rest time | Test | Channel |
| 3 | 12.12.2024 | static discharge | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 9,5V | 50,0A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 10:00:00 | N/A | N/A | Ch2 |
| 4 | 12.12.2024 | static charge | 13,8V | 30,0A | 1,0A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 10:00:00 | N/A | N/A | Ch3 |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | U battery | I battery | P battery | R actual | Ah | Wh | Regulation | Alarm | Time | Phase | Channel | | | | | | | |
| 7 | 12,88V | -50,0A | 640W | N/AR | 0 | 0 | 0 CC | None | 10:48:42.949 | Discharging | Ch2 | | | | | | | |
| 8 | 10,95V | 30,0A | 328W | N/AR | 0 | 0 | 0 CC | None | 10:48:42.949 | Charging | Ch3 | | | | | | | |
| 9 | 12,88V | -50,0A | 640W | N/AR | 0 | 0 | 0 CV | None | 10:48:43.050 | Discharging | Ch2 | | | | | | | |
| 10 | 10,95V | 30,0A | 328W | N/AR | 0 | 0 | 0 Off | None | 10:48:43.050 | Charging | Ch3 | | | | | | | |

Die oberen drei Zeilen bilden den Kopf. Der untere Teil enthält die Aufzeichnungen.

Legende (Kopf):

Date = Datum der Aufzeichnung

Mode = Batterietestmodus des jeweiligen Kanals

Charging voltage = Ladespannung

Charging current = Ladestrom

Charging end current = Ladeendstrom

Dynamic discharging t1 = Zeit t1 für den dyn. Entlademodus

Dynamic discharging t2 = Zeit t2 für den dyn. Entlademodus

Discharging end voltage = Ladeschlussspannung

Discharging current 1/2 = Entladeströme

Charging power = Leistungsgrenze für den Ladebetrieb

Discharging power = Leistungsgrenze für den Entladebetrieb

Discharging resistance = Max. Innenwiderstand bei Entladebetrieb

Charging time = max. Zeit für die Ladephase

Discharging time = max. Zeit für die Entladephase

Rest time = Pausenzeit zwischen den Phasen beim Dynamischen Batterietest

Test cycles = Anzahl der Durchläufe beim Dynamischen Batterietest

Channel number = Nummer des Kanals, zu dem die Startwerte im Kopf gehören

Legende (Aufzeichnungsteil):

U battery = gemessene Batteriespannung

I battery = gemessener Lade- oder Entladestrom

P battery = berechnete Lade- oder Entladeleistung

R actual = berechneter Lade- oder Entladewiderstand

Ah = entnommene bzw. geladene Kapazität

Wh = entnommene bzw. geladene Arbeit

Time = Testzeit

Regulation mode = Regelungsart (CC, CV, CP oder CR)

Alarm = falls ein Alarm auftrat, wird er hier mit seinem Kürzel eingetragen

Time = absolute Zeit des Eintrags aus der geräteinternen Uhr

Phase = Name der Batterietestphase, entweder Laden oder Entladen

Channel = Kanalnummer, zu dem der Eintrag gehört

3.14 Fernsteuerung des Funktionsgenerators

Der Funktionsgenerator ist fernsteuerbar, allerdings geschehen Fernkonfiguration und -steuerung von Funktionen mittels einzelner Befehle prinzipiell anders als bei manueller Bedienung. Die auf USB-Stick mitgelieferte Programmieranleitung erläutert die Vorgehensweise.

4. Weitere Anwendungen (2)

4.1 Vorwort

Im Vergleich zu anderen Serien bietet die Serie BT 20000 Triple mit drei Kanälen pro Modell mehr Möglichkeiten bei der Parallelschaltung. Es gibt hier grundsätzlich zwei Arten der Parallelschaltung der DC-Anschlüsse, die sich gegenseitig ausschließen:

- **Kanalgruppierung:** hierbei werden immer alle drei DC-Anschlüsse eines einzelnen Gerätes steuerungsmäßig und auch hardwaremäßig verbunden und arbeiten intern ähnlich wie ein Master-Auxiliary-System, bei dem dann Kanal 1 zum bedienbaren Master wird. Als Ergebnis erhält man ein Gerät mit einem Kanal, aber mit dreifachem Nennstrom und dreifacher Nennleistung. Es wird zusätzlich der Share-Bus zwischen den drei Kanälen verbunden.
- **Master-Auxiliary:** das bekannte System, früher Master-Slave genannt, in dem mehrere Geräte verbunden werden, um auch den Gesamtstrom und die Gesamtleistung zu erhöhen, jedoch werden hier die drei separaten Kanäle erhalten. Als Ergebnis vervielfachen sich Nennstrom und Nennleistung pro Kanal. Es wird zusätzlich zur Parallelverbindung der DC-Anschlüsse zwischen den einzelnen Kanälen des Masters und der Hilfeinheit(en) (Auxiliary) der Share-Bus zwischen den Kanälen, sowie der Master-Auxiliary-Bus zwischen den Geräten verbunden.

4.2 Parallelschaltung als Master-Auxiliary-System

Zwei BT 20000 Triple gleichen Modells können zu einer Parallelschaltung verbunden werden, um eine höhere Gesamtleistung und einen höheren Gesamtstrom zu erzielen. Für die Parallelschaltung werden üblicherweise alle Einheiten an den DC-Anschlüssen und dem Share-Bus der einzelnen Kanäle untereinander, sowie einem Master-Auxiliary-Bus zwischen den Einheiten verbunden. Dieser basiert bei der Serie BT 20000 auf einem EtherCAT-Master, der transparent im Hintergrund arbeitet. Der Geräteverbund kann dann wie ein System, wie ein größeres, dreikanaliges Gerät mit mehr Leistung und Strom betrachtet und behandelt werden. Durch die Verbindung mehrerer DC-Anschlüsse entsteht ein DC-Bus pro Kanal. Das Mastergerät bleibt dabei manuell bedienbar bzw. fernsteuerbar wie ein Einzelgerät. Alle Schnittstellen stehen zur Verfügung.

Der Share-Bus wiederum dient zur dynamischen Ausregelung der Spannung am DC-Bus jeden Kanals, d. h. im CV-Betrieb, besonders wenn am Masterkanal der Funktionsgenerator genutzt werden soll.

Prinzipdarstellung der MA-Verschaltung luftgekühlter Modelle, mit Kupferschienen, ohne Lasten bzw. externe Quellen:

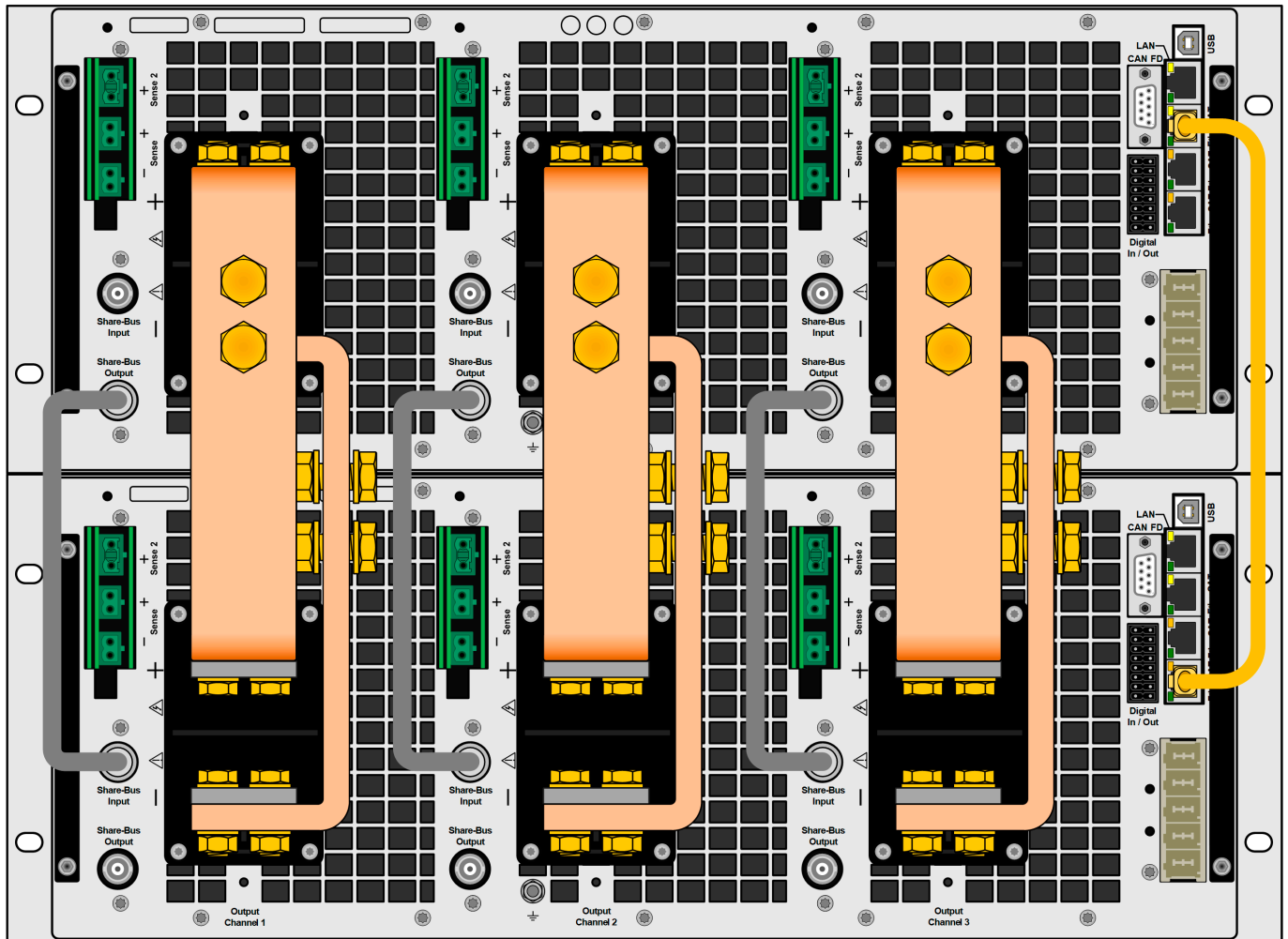


Bild 4 - Beispiel einer kanalweisen Parallelschaltung im Master-Auxiliary-Modus (Ansicht von hinten)

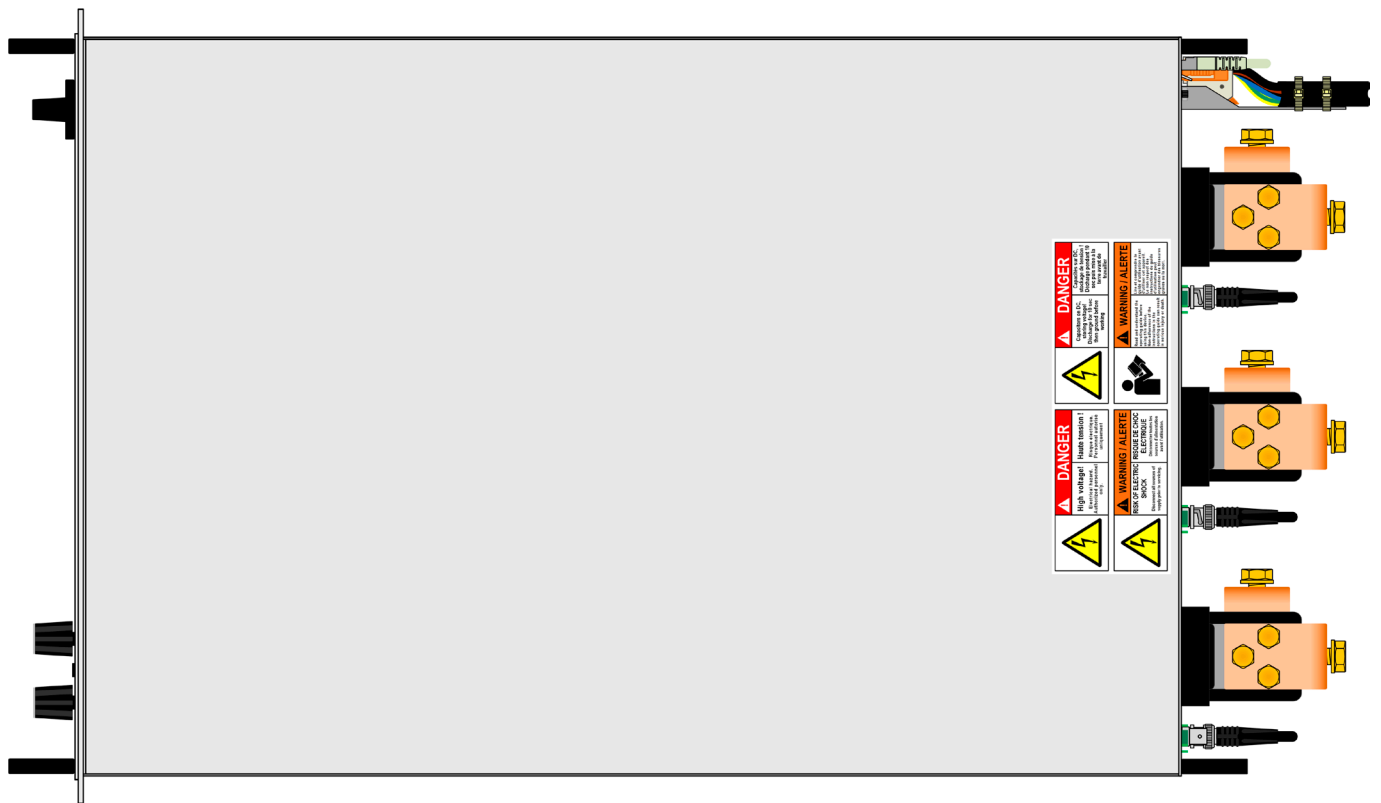


Bild 5 - Beispiel einer kanalweisen Parallelschaltung im Master-Auxiliary-Modus (Ansicht von oben)

Die Bilder zeigen die Verschaltung mit Kupferschienen (U-Form), wie sie für z. B. das Modell mit 400 A Nennstrom pro Kanal und 800 A in der Parallelschaltung geeignet wäre. Für den Fall einer einzelnen, nicht lackierten Kupferschiene würde das mehr als 400 mm² Querschnitt erfordern, wie oben mit z. B. 40x10 mm Kupferschienen gezeigt. Bei 1200 A pro Kanal (2x 600 A-Modell) würde sich der Querschnitt auf mindestens 600 mm² erhöhen, was entweder dickere oder breitere Kupferschienen nötig macht, z. B. 60x10 mm.

Fernführung kann pro Kanal wahlweise genutzt oder weggelassen werden und würde, wenn genutzt, immer an den Sense-Anschlüssen (Eingang „Sense“) des Kanalmasters angebunden.

4.2.1 Einschränkungen

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

- Es werden nur zwei Geräte pro MA-System unterstützt, d. h. es kann pro Kanal eine Strom- und Leistungsverdopplung erreicht werden
- Nur Verbindung zwischen identischen Modellen der Serie BT 20000 Triple
- Master-Auxiliary ist nicht selektiv für einzelne Kanäle wählbar. Wenn aktiviert, egal ob im Menü oder per Schnellmenü, der Modus wird immer für alle drei Kanäle gleichzeitig aktiviert oder deaktiviert, auch unabhängig davon, ob ein Gerät nun als Master oder Aux zugewiesen wird.

4.2.2 Verkabelung der DC-Anschlüsse

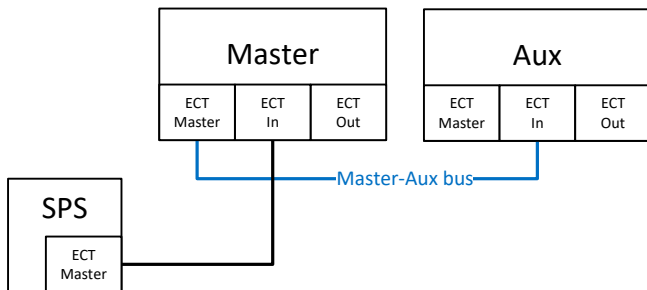
Der DC-Anschluss jedes beteiligten Kanals wird mit dem gleichen Kanal des nächsten Gerätes polrichtig verbunden. Dabei sind möglichst kurze Kabel oder Kupferschienen mit ausreichendem Querschnitt (=niederinduktiv) zu benutzen. Der Querschnitt richtet sich nach dem Gesamtstrom der Parallelschaltung.

4.2.3 Verkabelung des Share-Busses

Der Share-Bus jedes Kanals wird über handelsübliche BNC-Leitungen (koaxiales Kabel, Typ 50 Ω) mit z. B. 0,5 m Länge mit dem Share-Bus des gleichen Kanal beim nächsten Gerät verbunden. Die beiden Anschlüsse an einem Kanal sind durchverbunden und stellen keinen dedizierten Eingang und Ausgang dar. Die Beschriftung dient lediglich der Orientierung.

4.2.4 Verkabelung des Master-Auxiliary-Busses

Der Master-Auxiliary-Bus ist eine digitale Kommunikationsverbindung zwischen Geräten und über drei Anschlüsse definiert, die fest im Gerät integriert sind. Er muss zwecks Konfiguration per Standard-Netzwerkkabel (\geq CAT3, Patchkabel) verbunden und dann manuell oder per Fernsteuerung konfiguriert werden. Der Anschluss bezeichnet als **EtherCAT Master** (1x vorhanden) bildet den Master für alle drei Kanäle, der die jeweils nächste Aux-Einheit(en) über deren als **EtherCAT In** bezeichneten Port steuert. Es bildet sich ein isoliertes EtherCAT-Netzwerk. Der Master an sich, wenn er ferngesteuert werden soll, hat dazu seine freien EtherCAT In/Out-Ports. Verdeutlichung:



Folgendes ist dabei grundsätzlich zu beachten:



- Der Master-Auxiliary-Bus darf nicht über Crossover-Kabel verbunden werden!
- Die untergeordneten Einheiten (Aux) dürfen zu keinem anderen Netzwerk verbunden werden.



Für den späteren Betrieb des MA-Systems gilt dann:

- An jedem Masterkanal werden die Istwerte aller Geräte aufsummiert und angezeigt bzw. sind per Fernsteuerung auslesbar
- Die Einstellbereiche der Sollwerte, Einstellungsgrenzen (Limits), Schutzzgrenzen (OVP usw.), sowie von Benutzerereignissen werden beim Master an die Anzahl der initialisierten Aux-Einheiten angepasst. Wenn also zwei Einheiten mit je 10 kW Leistung pro Kanal zu einem 20 kW-Kanal zusammengeschaltet werden, kann am Master 0...20 kW als Leistungssollwert eingestellt werden (manuell oder bei Fernsteuerung)
- Die Aux-Einheiten sind nicht bedienbar, solange wie vom Master gesteuert

4.2.5 Einrichtung des Master-Auxiliary-Betriebs



Als letzter Schritt muss noch ein Master und mindestens eine Aux-Einheit konfiguriert werden. Das erfolgt nicht für jeden Kanal separat, sondern wird global aktiviert (Menü oder Schnellmenü). Über welchen Kanal bei Einzelkanalansicht das Einstellungs-menü dann aufgerufen wird, spielt keine Rolle. Als Reihenfolge empfiehlt es sich, zuerst alle Aux-Geräte zu konfigurieren und als letztes das Master-Gerät.

► Schritt 1: So konfigurieren Sie die Aux-Geräte

1. Bei ausgeschaltetem DC-Anschluss des momentan gewählten Kanals in der Hauptanzeige (Einzelkanalansicht) auf  **Einstell.** tippen oder öffnen Sie das Schnellmenü und wählen dort  **Einstell.** Dann in der Auswahl links hochwischen bis Gruppe **Master-Auxiliary** erscheint. Diese antippen.
2. Durch Tippen auf die Einstellung **Modus** rechts erscheint eine Auswahl. Durch Wahl von **Auxiliary**, sofern nicht bereits gesetzt, aktivieren Sie den MA-Modus und legen gleichzeitig das Gerät als Aux-Einheit fest.
3. Verlassen Sie das Einstellmenü. Alle drei Kanäle sind nun im **MA-Modus: Auxiliary**.

Die erste Aux-Einheit ist hiermit fertig konfiguriert. Für jede weitere Aux-Einheit genauso wiederholen.

► Schritt 2: So konfigurieren Sie das Master-Gerät

1. Bei ausgeschaltetem DC-Anschluss des momentan gewählten Kanals in der Hauptanzeige (Einzelkanalansicht) auf  **Einstell.** tippen oder öffnen Sie das Schnellmenü und wählen dort  **Einstell.** Dann in der links hochwischen bis Gruppe **Master-Auxiliary** erscheint. Antippen.
2. Durch Tippen auf die Einstellung **Modus** rechts erscheint eine Auswahl. Durch Wahl von **Master**, sofern nicht bereits gesetzt, aktivieren Sie den MA-Modus und legen gleichzeitig das Gerät als Master-Gerät fest.

► Schritt 3: Master initialisieren

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

| | |
|---------------------------------------|---------------|
| Initialisierungsstatus | Initialisiert |
| Anzahl der Aux-Einheiten | 1 |
| Kanalspannung | 80.00V |
| Kanalstrom | 680.0A |
| Kanalleistung | 20.00kW |
| System initialisieren | |

Betätigung von **System initialisieren** wiederholt die Initialisierung, falls nicht alle Aux-Einheiten erkannt wurden, das System umkonfiguriert wurde, wenn z. B. ein Verbindungsfehler am EtherCAT-Bus vorliegt oder noch nicht alle untergeordneten Geräte als **Auxiliary** konfiguriert wurden. Das Fenster listet auf, wieviele Aux-Einheiten gefunden wurden, sowie die sich aus dem Verbund ergebende Gesamtleistung und Gesamtstrom. Im Fall, dass gar keine Aux-Einheit gefunden wurde, wird das MA-System mit nur dem Master verwendet.



Die Initialisierung des Masters und des MA-Systems wird, solange der MA-Modus aktiviert ist, nach dem Netzeinschalten des Mastergerätes jedesmal automatisch ausgeführt. Die Initialisierung kann über das Menü „Einstellungen“ des Mastergerätes in Gruppe „Master-Auxiliary“ jederzeit wiederholt werden.

4.2.6 Bedienung des Master-Auxiliary-Systems

Nach erfolgreicher Initialisierung des Masters und aller Aux-Einheiten zeigen diese ihren Status in der Anzeige an, in diesem Fall in allen drei Kanälen gleich. Der Master(kanal) zeigt **MA-Modus: Master (n Aux)** im Statusfeld, die Aux-Kanäle entsprechend **MA-Modus: Auxiliary**, sowie **Fern: EtherCAT**, so lange wie sie vom Master ferngesteuert werden.

Die Aux-Kanäle sind dann nicht manuell bedienbar und auch nicht über eine digitale Schnittstelle fernsteuerbar. Sie könnten jedoch, falls nötig, über diese Schnittstellen überwacht werden (Monitoring), durch Auslesen der Istwerte und des Status'. Nach der Initialisierung und Rückkehr aus dem Menü zeigt der Kanalmaster nun die Ist- und Sollwerte des Gesamtsystems an. Je nach Anzahl der Geräte vervielfacht sich der Einstellbereich für Strom und Leistung. Es gilt dann:

- Das Mastergerät ist bedienbar wie ein Einzelgerät.
- Der Kanalmaster gibt die eingestellten Sollwerte usw. an die Kanal-Aux-Einheiten weiter und steuert diese
- Das Mastergerät ist über alle seine digitalen Schnittstellen fernsteuerbar, die für Fernsteuerung gedacht sind.
- Sämtliche Einstellungen zu den Sollwerten U, I und P, sowie alle darauf bezogenen Werte wie Überwachung, Einstellungsgrenzen usw. werden am Kanalmaster an die neuen Gesamtwerte angepasst.
- Bei allen initialisierten Aux-Einheiten werden Einstellungsgrenzen (U_{Min} , I_{Max} etc.), Überwachungsgrenzen (OVP, OPP ect.) und Event-Einstellungen (UCD, OVD) auf Standardwerte zurückgesetzt, damit diese nicht die Steuerung durch den Master stören. Werden diese Grenzen am Master angepasst, werden sie 1:1 an die Aux-Einheiten übertragen. Beim späteren Betrieb können Aux-Kanäle, durch ungleichmäßige Lastverteilung und unterschiedlich schnelle Reaktion, anstelle des Kanalmasters Alarme wie OCP, OVP oder Events usw. auslösen.



Um alle diese Werte nach dem Verlassen des MA-Betriebs schnell wieder herstellen zu können, wird die Verwendung von Nutzerprofilen empfohlen (siehe Abschnitt «2.3.6 Nutzerprofile laden und speichern»)

- Wenn ein oder mehrere Aux-Kanäle einen Kanalalarm melden, so wird dies am Master angezeigt und muss auch dort bestätigt werden, damit der Kanal weiterarbeiten kann. Da ein Alarm immer alle DC-Anschlüsse des betroffenen Kanals abschaltet und der Master diese nur nach einem Alarm PF oder OT automatisch wieder einschalten kann, was zudem abhängig von Einstellparametern ist, kann unter Umständen der Eingriff des Betreibers des Gerätes oder einer Fernsteuerungssoftware erforderlich werden.
- Verbindungsabbruch zu einem oder mehreren Aux-Einheiten führt aus Sicherheitsgründen auch zur Abschaltung aller DC-Anschlüsse aller Kanäle und der Master meldet diesen Zustand als „Master-Auxiliary-Sicherheitsmodus“. Dann muss das MS-System durch Betätigung des Bedienfeldes **System initialisieren** neu initialisiert werden, mit oder ohne den/die Aux-Einheiten, die den Verbindungsabbruch verursachten. Das gilt ebenso für Fernsteuerung.

4.2.7 Alarm- und andere Problemsituationen

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

- Wenn das Mastergerät die Verbindung zu irgendeinem der Aux-Einheiten verliert, wird immer ein MAS-Alarm (Master-Auxiliary Sicherheitsmodus) ausgelöst, der zur Abschaltung aller Kanäle des Masters und einem Pop-up in der Anzeige führt. Alle Aux-Einheiten fallen zurück in den Einzelbetrieb und schalten auch ihre Kanäle aus. Der MAS-Alarm kann gelöscht werden, indem der Master-Auxiliary-Betrieb erneut initialisiert wird. Das kann direkt im Pop-up-Fenster des MAS-Alarms oder im Menü des Masters oder per Fernsteuerung geschehen. Alternativ kann zum Löschen des Alarms auch der MA-Modus deaktiviert werden.

- Falls das Master-Gerät AC-seitig ausfällt (ausgeschaltet am Netzschalter, Stromausfall) und später wiederkommt, initialisiert es automatisch das MA-System neu und bindet alle erkannten Aux-Einheiten ein. In diesem Fall kann der MA-Betrieb automatisch fortgeführt werden.

In Situationen, in denen ein oder mehrere Geräte einen Gerätealarm wie OVP o. ä. erzeugen, gilt Folgendes:

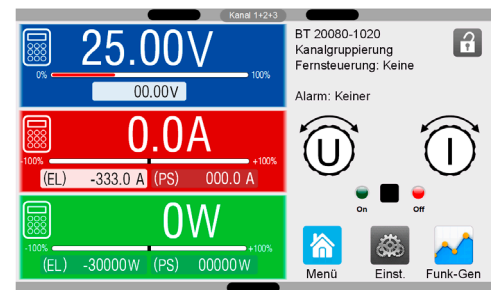
- Jeder Gerätealarm einer Aux-Einheit wird auf deren Display und auf dem des Masters angezeigt.
- Bei gleichzeitig auftretenden Alarmen mehrerer Aux-Einheiten zeigt der Master nur den zuletzt aufgetretenen Alarm an. Hier könnten die konkret anliegenden Alarme dann nur bei den Aux-Einheiten selbst erfasst werden, z. B. durch das Auslesen der Alarmhistorie über eine Software.
- Alle untergeordneten Geräte im MA-System überwachen ihre eigenen Werte hinsichtlich Überstrom (OCP) und anderer Schwellen und melden Alarme an den Master. Es kann daher auch vorkommen, hauptsächlich wenn durch irgendeinen Grund der Strom zwischen den Geräten nicht gleichmäßig aufgeteilt ist, dass ein Gerät bereits OCP meldet, auch wenn die globale OCP-Schwelle des MA-Systems noch gar nicht erreicht wurde. Das Gleiche gilt für OPP.

4.3 Kanalgruppierung

Kanalgruppierung, auch kurz Gruppierung oder (englisch) Grouping genannt, ist eine Parallelschaltung der DC-Anschlüsse der drei Kanäle, zusammen mit einer externen Share-Bus-Verbindung untereinander, sowie interner softwaremäßiger Zusammenschaltung aller Kanäle im Sinne eines Master-Auxiliary-Systems mit Kanal 1 als Master und den Kanälen 2 und 3 als Aux-Kanäle. Es gibt nur diese eine Konfiguration. Der Modus Kanalgruppierung wird lediglich aktiviert oder deaktiviert, im Menü in der Gruppe **Kanalgruppierung** oder im Schnellmenü über die Taste **G**. Weiteres ist nicht nötig.

Nach Aktivierung des Modus wechselt die Anzeige auf Einzelkanalansicht, siehe das Bild rechts, falls Mehrkanalansicht aktiv war. Die Darstellung sämtlicher Werte, die zu Strom und Leistung, wird angepasst. Aus einem dreikanaligen Gerät wird ein einkanaliges mit dreifachem Nennstrom und dreifacher Nennleistung. Beispiel: aus einem BT 20080-340 wird ein BT 20080-1020, solange wie die Kanalgruppierung aktiviert bleibt. Die auslesbare Modellbezeichnung sowie die auslesbaren Nennwerte sind dann auch angepasst. Der Modus wird gespeichert und nach dem Einschalten des Gerätes automatisch wiederhergestellt.

Eine Vermischung mit der anderen Form der Parallelschaltung, Master-Auxiliary, ist nicht möglich. Kanalgruppierung kann daher immer nur am einzelnen Gerät genutzt werden.



Prinzipdarstellung der Kanalgruppierung luftgekühlter Modelle, mit Kupferschienen, ohne Lasten bzw. externe Quellen:

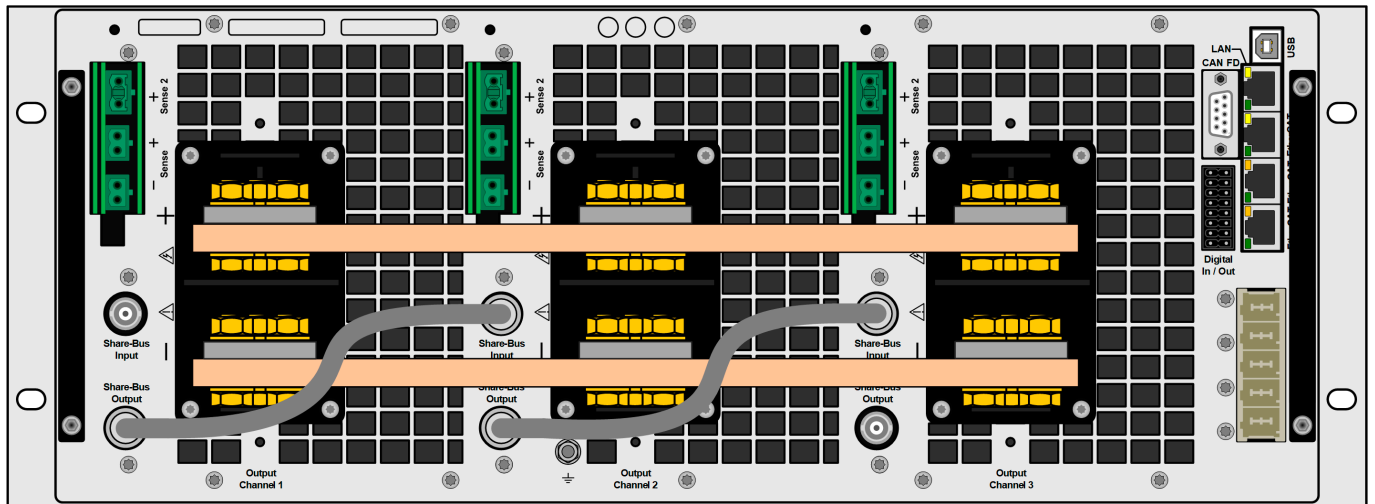


Bild 6- Beispiel einer Parallelschaltung im Kanalgruppierungs-Modus (Ansicht von hinten)

In dieser Form der Parallelschaltung von Kanälen eines BT 20000 Triple spielt der Nennstrom eine große Rolle, da er bestimmt, ob noch Leitungen verwendet werden können oder ob Kupferschienen nötig werden. Im oben gezeigten Beispiel ist ein sog. „low voltage“ Modell gezeigt, also 10 V oder 60 V. Bei 10 V ist ein Nennstrom pro Kanal bis 600 A möglich, bei Gruppierung also 1800 A an einem Gerät! Dieser Strom erfordert einen Querschnitt von mindestens 1200 mm².

In der Breite hat die im Beispiel gezeigte Schiene 315 mm, in der Höhe 10 mm. Also 3150 mm². Es zählt aber die Tiefe. Somit muss die Schiene bei 10 mm Höhe mindestens 120 mm tief sein. Das ergibt dann zum Einen eine deutlich höhere Gesamttiefe des Gerätes und zum Anderen deutlich mehr Zugkraft an den DC-Anschlüssen. Die DC-Verbindung zur externen Last oder Quelle, welcher Art die Verbindung auch immer sein wird, entweder auch Kupferschiene oder mehrere dicke Leiter, hat an sich schon ein beträchtliches Gewicht und dieses zieht an den Kupferschienen. Das ist beim Aufbau zu berücksichtigen.

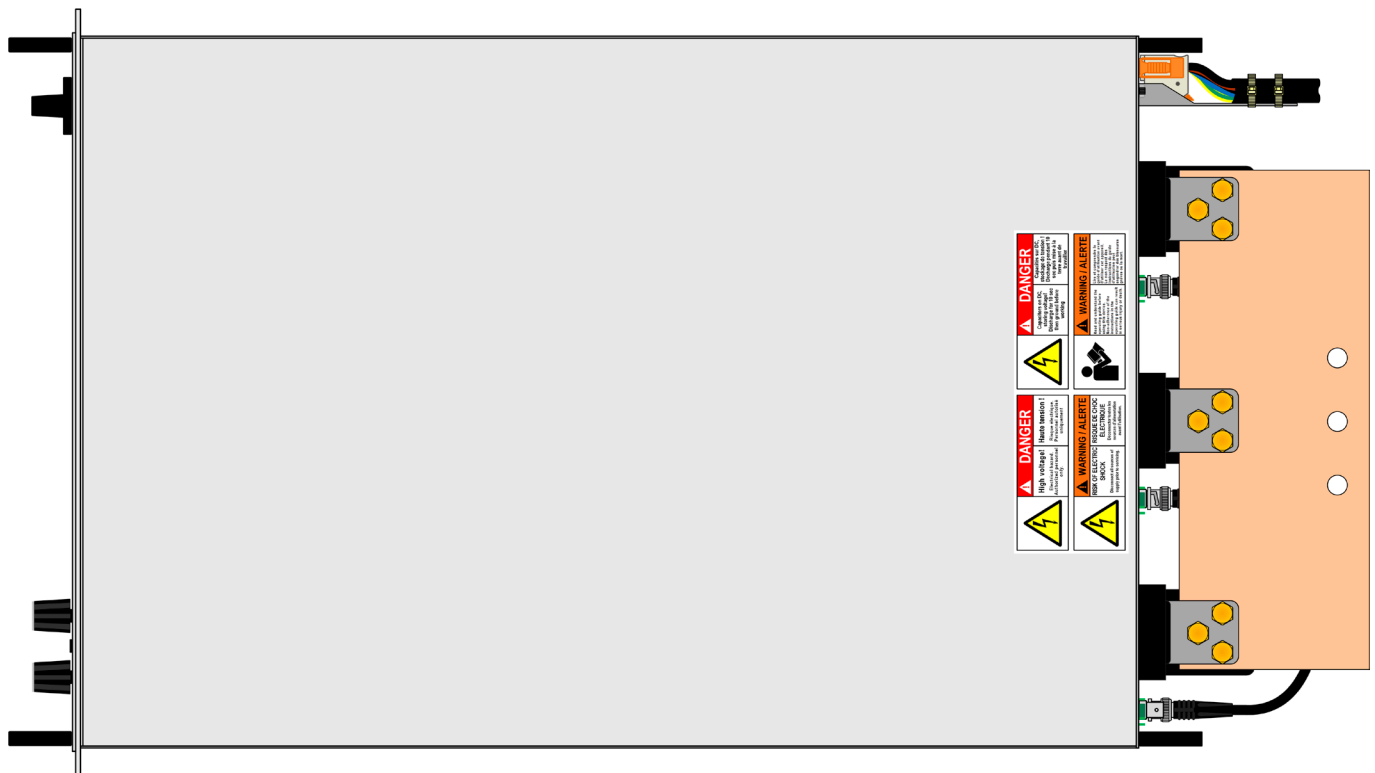


Bild 7- Beispiel einer Parallelschaltung im Kanalgruppierungs-Modus (Ansicht von oben)

4.3.1 Einschränkungen und Hinweise

- Nur innerhalb eines Gerätes nutzbar
- Fernfühlung, sofern sie genutzt werden soll, wird nur am Eingang „Sense“ von Kanal 1 angebunden
- Reihenschaltung darf in diesem Modus nicht verbunden werden, da der Share-Bus verbunden wird!

4.3.2 Verkabelung der DC-Anschlüsse

Standardmässig wird in dieser Form der Parallelschaltung der DC-Minuspol eines Kanals mit dem DC-Minuspol des nächsten verbunden usw. Ebenso bei den DC-Pluspolen. Dabei sind möglichst kurze Kabel oder Kupferschienen mit ausreichendem Querschnitt (=niederinduktiv) zu benutzen. Der Querschnitt richtet sich nach dem Gesamtstrom der Parallelschaltung.



4.3.3 Verkabelung des Share-Busses

Der Share-Bus jedes Kanals wird über handelsübliche BNC-Leitungen (koaxiales Kabel, Typ 50 Ω) mit z. B. 0,5 m Länge mit dem Share-Bus des nächsten Kanals verbunden. Die beiden Anschlüsse an einem Kanal sind durchverbunden und stellen keinen dedizierten Eingang und Ausgang dar. Die Beschriftung dient lediglich der Orientierung.

4.3.4 Einrichtung der Kanalgruppierung

Davon ausgehend, dass die DC-Anschlüsse und der Share-Bus bereits fertig verbunden sind, muss die Kanalgruppierung nur noch aktiviert werden.

► So konfigurieren Sie die Kanalgruppierung

1. Bei ausgeschaltetem DC-Anschluss des momentan gewählten Kanals in der Hauptanzeige (Einzelkanalansicht) auf  tippen oder öffnen Sie das Schnellmenü und wählen dort . Dann links in der Liste hochwischen bis Gruppe **Kanalgruppierung** erscheint und diese antippen. **Einstell.**
2. Es erscheint rechts eine Auswahl **Kanalgruppierung**. Durch Wahl von **Kanal 1+2+3**, sofern nicht bereits gesetzt, aktivieren Sie die Kanalgruppierung.
3. Verlassen Sie das Einstellmenü. Das Gerät ist nun konfiguriert als wäre es ein einkanaliges Gerät aus der Serie BT 20000.

5. Instandhaltung und Wartung

5.1 Firmware-Aktualisierungen



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

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

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

- damit ein am Gerät bestehendes Problem direkt behoben werden kann, insbesondere wenn das von uns im Rahmen der Unterstützung zur Problembehebung vorgeschlagen wurde
- neue Funktionen in der Firmware-Historie aufgelistet sind, die genutzt werden möchten. In diesem Fall geschieht die Aktualisierung des Gerätes auf eigene Gefahr!

Außerdem gilt im Zusammenhang mit Firmware-Aktualisierung folgendes zu beachten:

- Simple Änderungen in Firmwares können für den Endanwender zeitaufwendige Änderungen von Steuerungs-Applikationen mit sich bringen. Es wird empfohlen, die Firmware-Historie in Hinsicht auf Änderungen genauestens durchzulesen
- Bei neuen Funktionen ist eine aktualisierte Dokumentation (Handbuch und/oder Programmieranleitung, sowie LabView VIs) teils erst viel später verfügbar

EA Elektro-Automatik GmbH

Helmholtzstr. 31-37
41747 Viersen

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

www.elektroautomatik.com

www.tek.com

