



Elektro-Automatik



BEDIENERHANDBUCH

EA-PSB 10000 4U

Programmierbare bidirektionale DC-Netzgeräte

Bedienung, Fernsteuerung, Funktionsgenerator

INHALTSVERZEICHNIS

1. Allgemeines

1.1	Zu diesem Dokument	5
1.1.1	Vorwort	5
1.1.2	Urheberschutz (Copyright)	5
1.1.3	Geltungsbereich	5
1.1.4	Symbole und Hinweise in diesem Dokument	5

2. Bedienung und Verwendung (2)

2.1	Begriffe	6
2.2	Regelungsarten	6
2.2.1	Spannungsregelung / Konstantspannung	6
2.2.2	Stromregelung / Konstantstrom / Strombegrenzung	7
2.2.3	Leistungsregelung / Konstantleistung / Leistungsbe- grenzung	7
2.2.4	Innenwiderstandsregelung (Quelle-Betrieb)	8
2.2.5	Widerstandsregelung/Konstantwiderstand (Senke- Betrieb)	8
2.2.6	Umschaltung der Betriebsart Quelle <-> Senke	9
2.2.7	Regelverhalten und Stabilitätskriterium	9
2.2.8	Istwertfilterung	9
2.2.9	Schnellentladung	10
2.2.10	STBY Nullstabilisierung	10
2.3	Manuelle Bedienung (2)	11
2.3.1	Konfiguration im Menü	11
2.3.2	Einstellgrenzen (Limits)	20
2.3.3	Bedienart wechseln	20
2.3.4	Datenaufzeichnung auf USB-Stick (Logging)	21
2.3.5	Das Schnellmenü	22
2.3.6	Nutzerprofile laden und speichern	23
2.3.7	Der Graph	24
2.4	Fernsteuerung	25
2.4.1	Allgemeines	25
2.4.2	Bedienorte	25
2.4.3	Fernsteuerung über eine digitale Schnittstelle	25
2.4.4	Fernsteuerung über Analogschnittstelle	27

3. Der Funktionsgenerator

3.1	Einleitung	32
3.2	Allgemeines	32
3.2.1	Aufbau	32
3.2.2	Auflösung	33
3.2.3	Mögliche technische Komplikationen	33
3.2.4	Arbeitsweise	33
3.3	Manuelle Bedienung	34
3.3.1	Auswahl und Steuerung einer Funktion	34
3.4	Sinus-Funktion	35
3.5	Dreieck-Funktion	35
3.6	Rechteck-Funktion	36
3.7	Trapez-Funktion	37

3.8	DIN 40839-Funktion	37
3.9	Arbiträr-Funktion	38
3.9.1	Laden und Speichern von Arbiträr-Funktionen	41
3.10	Rampen-Funktion	42
3.11	IU-Tabellenfunktion (XY-Tabelle)	43
3.11.1	Laden von IU-Tabellen über USB	43
3.12	Einfache PV-Funktion (Photovoltaik)	44
3.12.1	Einleitung	44
3.12.2	Anwendung	44
3.13	FC-Tabellenfunktion (Brennstoffzelle)	46
3.13.1	Einleitung	46
3.13.2	Anwendung	46
3.14	Erweiterte PV-Funktion nach DIN EN 50530	47
3.14.1	Einleitung	47
3.14.2	Unterschiede zur einfachen PV-Funktion	47
3.14.3	Technologien und Technologieparameter	47
3.14.4	Simulationsmodus	48
3.14.5	Tagesverlauf	48
3.14.6	Schrittweise Konfiguration	50
3.14.7	Steuerung der Simulation	51
3.14.8	Stopp-Kriterien	51
3.14.9	Auswertungsmöglichkeiten	51
3.15	Batterietest-Funktion	53
3.15.1	Einstellwerte für den statischen Entladetest	54
3.15.2	Einstellwerte für den dynamischen Entladetest	54
3.15.3	Einstellwerte für den statischen Ladetest	54
3.15.4	Einstellwerte für den dynamischen Test	54
3.15.5	Stoppbedingungen	55
3.15.6	Anzeigewerte	55
3.15.7	Datenaufzeichnung auf USB-Stick	55
3.15.8	Abbruchbedingungen	56
3.16	MPP-Tracking-Funktion	57
3.16.1	Modus MPP1	57
3.16.2	Modus MPP2	57
3.16.3	Modus MPP3	58
3.16.4	Modus MPP4	58
3.17	Fernsteuerung des Funktionsgenerators	59

4. Weitere Anwendungen (2)

4.1	Parallelschaltung als Master-Slave (MS)	60
4.1.1	Einschränkungen	60
4.1.2	Verkabelung der DC-Anschlüsse	60
4.1.3	Verkabelung des Share-Bus'	61
4.1.4	Verkabelung des Master-Slaves-Busses	61
4.1.5	Gemischte Systeme	62
4.1.6	Konfiguration des Master-Slave-Betriebs	62
4.1.7	Bedienung des Master-Slave-Systems	63
4.1.8	Alarm- und andere Problemsituationen	63

4.2	SEMI F47	64
4.2.1	Einschränkungen	64
4.2.2	Einstellmöglichkeiten	64
4.2.3	Anwendung	64
5.	Instandhaltung und Wartung (2)	
5.1	Firmware-Aktualisierungen	65

Achtung! Der Teil dieser Anleitung der sich mit der Bedienung am Bedienteil befasst gilt nur für Geräte mit einer Firmware ab „KE: 3.10“, „HMI: 4.09“ und „DR: 1.0.2.20“ oder höher.

1. Allgemeines

1.1 Zu diesem Dokument

1.1.1 Vorwort

Dieses Dokument bildet, zusammen mit einem separaten Installationshandbuch, die Gebrauchsdokumentation für die in «1.1.3 Geltungsbereich» gelisteten Gerätemodelle. Es erläutert manuelle Bedienung und andere Funktionalitäten.

1.1.2 Urheberschutz (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:

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

1.1.4 Symbole und Hinweise in diesem Dokument

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

	Hinweissymbol für allgemeine Sicherheitshinweise (Gebote und Verbote zur Schadensverhütung) oder für den Betrieb wichtige Informationen
	Allgemeiner Hinweis

2. Bedienung und Verwendung (2)

2.1 Begriffe

Das Gerät ist eine Kombination aus Netzgerät und elektronischer Last. Es kann 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

- **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

2.2 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.

2.2.1 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 nach dem 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.

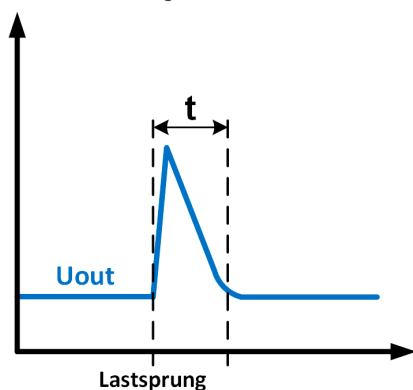
Solange der DC-Anschluss eingeschaltet und Konstantspannungsbetrieb aktiv ist, wird der Zustand „CV-Betrieb aktiv“ als Kürzel **CV** auf der grafischen Anzeige und auch als Signal auf der analogen Schnittstelle ausgegeben, kann aber auch als Status über die digitalen Schnittstellen ausgelesen werden.

2.2.1.1 Regelungsspitzen (Quelle-Betrieb)

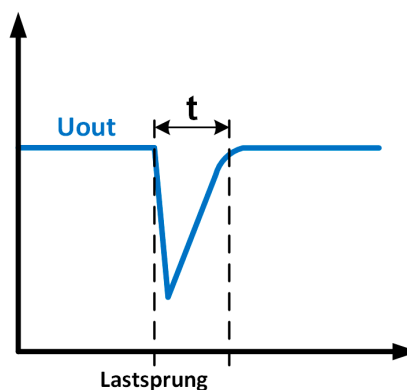
Der Spannungsregler des Gerätes benötigt im CV-Modus und bei Quelle-Betrieb nach einem Lastwechsel etwas Zeit, um die Ausgangsspannung wieder auf den eingestellten Wert auszuregulieren. Technisch bedingt führt ein Lastsprung von einem kleinen Strom zu einem hohen (Belastung) zu einem kurzzeitigen Einbruch der Ausgangsspannung, sowie ein Lastsprung von einem hohen Strom zu einem niedrigen (Entlastung) zu einer kurzzeitigen Erhöhung der Ausgangsspannung. Die Dauer der Ausregelung kann über eine Umschaltung der Spannungsreglergeschwindigkeit beeinflusst werden. Siehe auch «2.2.7 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 Entlastung: die Ausgangsspannung steigt kurzzeitig über den eingestellten Wert. t = Ausregelzeit

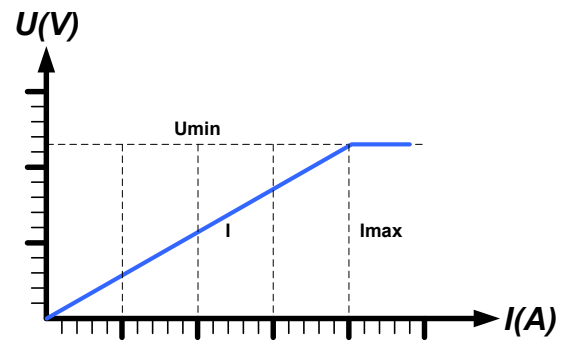


Beispiel Belastung: die Ausgangsspannung bricht kurzzeitig unter den eingestellten Wert ein. t = Ausregelzeit

2.2.1.2 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 Mindestspannung ist in den technischen Daten im Abschnitt 1.8.3 des Installationshandbuches aufgeführt.

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.



2.2.2 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. 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 und auch als Signal auf der analogen Schnittstelle ausgegeben, kann aber auch als Status über die digitalen Schnittstellen ausgelesen werden.

2.2.2.1 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 Spannungsnennwert des Gerätes nicht überschreiten, die Dauer ist bestimmt von der Größe der Ausgangskapazität und deren momentanen Ladezustand.

2.2.3 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. $P = U^2 / R_{\text{LAST}}$ (Quelle) den eingestellten Leistungssollwert 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 (siehe Grafik rechts) konstant zu halten.

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.

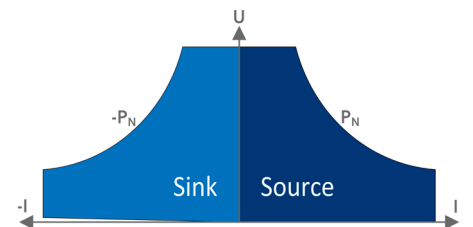


Bild 1 - Leistungsfläche

2.2.3.1 Leistungsreduktion (Derating) (nur 30 kW-Modelle)

Alle Modelle in dieser Serie können auch an 208 V Drehspannung (USA, Japan) betrieben werden, was bei den 30 kW-Modellen jedoch eine automatische Reduktion der verfügbaren DC-Leistung auf 18 kW bedingt, damit der AC-Strom bei niedriger Versorgungsspannung nicht zu hoch wird.

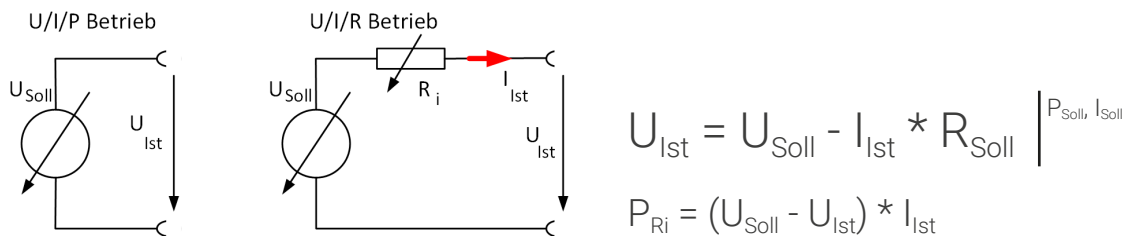
Die Umschaltung in den sogenannten „Derating-Modus“ erfolgt einmal nach dem Einschalten des Gerätes, wobei eine Erkennung der gegenwärtig anliegenden AC-Spannung erfolgt. Das heißt, wenn geringe Spannung erkannt wurde, bleibt das Gerät so lange leistungsreduziert, wie es eingeschaltet ist, auch wenn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

Sobald ein 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 Master-Slave-Betrieb von leistungsreduzierten Geräten.

2.2.4 Innenwiderstandsregelung (Quelle-Betrieb)

Innenwiderstandsregelung (kurz: CR) im Quelle-Betrieb (Netzgerät) ist eine Simulation eines imaginären, variablen Innenwiderstandes, der in Reihe zum Verbraucher liegt und nach dem ohmschen Gesetz einen Spannungsabfall bedingt, der die tatsächliche Ausgangsspannung von der eingestellten um den berechneten Betrag abweichen lässt. Dies funktioniert in der Strombegrenzung und Leistungsbegrenzung gleichermaßen, jedoch weicht hier die tatsächliche Ausgangsspannung noch mehr von der eingestellten ab, da keine Konstantspannungsregelung aktiv sein kann.

Die Regelung der Ausgangsspannung anhand des Ausgangsstromes erfolgt rechnerisch durch den Mikrocontroller des Gerätes, ist aber nur unwesentlich langsamer als andere Regler im Gerät. Verdeutlichung:



Bei aktivierter Innenwiderstandseinstellung, d.h. R-Modus, ist der Funktionsgenerator deaktiviert und der angezeigte Leistungsistwert exkludiert die simulierte Verlustleistung an Ri.

2.2.5 Widerstandsregelung/Konstantwiderstand (Senke-Betrieb)

Im Senke-Betrieb, wenn das Gerät als elektronische Last arbeitet deren Wirkungsprinzip auf einem variablen Innenwiderstand beruht, ist Widerstandsregelung bzw. Konstantwiderstandsbetrieb (kurz: CR) ein fast natürlicher Vorgang. Die Last versucht dabei, ihren eigenen tatsächlichen Innenwiderstand auf den vom Anwender eingestellten Wert zu bringen und den Eingangsstrom nach dem ohmschen Gesetz $I_{EIN} = U_{EIN} / R_{SOLL}$ und in Abhängigkeit von der Eingangsspannung einzustellen.

Bei der Serie PSB 10000 bestimmt die Differenz zwischen angelegter Eingangsspannung und Spannungssollwert den Strom. Es gibt dabei zwei Situationen:

a) Die am DC-Eingang angelegte Spannung ist größer als der Spannungssollwert

In dieser Situation erweitert sich die obige Formel zu $I_{EIN} = (U_{EIN} - U_{SOLL}) / R_{SOLL}$.

Ein Beispiel: die angelegte Spannung ist 200 V, der Widerstand R_{SOLL} für Senke-Betrieb ist auf 10 Ω eingestellt und die Spannung U_{SOLL} auf 0 V. Wenn man nun den DC-Eingang einschaltet, müsste sich ein Iststrom von rechnerisch 20 A einstellen und der Istwiderstand R_{IST} sollte ungefähr 10 Ω betragen. Würde man nun die Spannung U_{SOLL} auf 100 V einstellen, würde sich der Iststrom auf 10 A ändern, der Istwiderstand jedoch bliebe gleich.

b) Die am DC-Eingang angelegte Spannung ist gleich oder kleiner als der Spannungssollwert

In dem Fall würde das PSB 10000 entweder gar keinen Strom aufnehmen (CV-Betrieb) oder, sofern die Eingangsspannung gleich dem Spannungssollwert ist oder um diesen herumpendelt, ständig zwischen CV und CR wechseln. Daher wird empfohlen, den Spannungssollwert stets anders zu dem der externen Quelle einzustellen.

Dem Innenwiderstand sind gegen Null hin (Strombegrenzung oder Leistungsbegrenzung wird aktiv), sowie nach oben hin (Auflösung der Stromregelung zu ungenau) natürliche Grenzen gesetzt. Da der Innenwiderstand nicht 0 sein kann, ist der einstellbare Anfangswert auf das machbare Minimum begrenzt. Das soll auch sicherstellen, dass die interne elektronische Last bei einer sehr geringen Eingangsspannung, aus der sich bei einem geringen Widerstand dann wiederum ein sehr hoher Eingangsstrom errechnet, diesen auch aus der Quelle entnehmen kann, bis hin zum am Gerät eingestellten Strom.

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

2.2.6 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. 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 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 des Senke-Betriebs auf 0 stellen
- für Nur-Senke-Betrieb den Spannungssollwert auf 0 stellen

2.2.7 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. Dieser Schalter ist im Einstellungs Menü (siehe Abschnitt 2.3.1.1) 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 also 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-Modelle: 47uF...150uF
- 750/920/1000 V-Modelle: 22uF...100uF
- 1500/2000 V-Modelle: 4,7uF...22uF

2.2.8 Istwertfilterung

Ab bestimmten Firmwares (hier: HMI 4.05 und KE 3.08) unterstützt das Gerät eine aktivier- und konfigurierbare Filterung der Istwerte, deren Zweck eine Glättung periodisch über analoge oder digitale Schnittstelle ausgelesener Istwerte ist. Die Filterung, sofern aktiviert, findet in der Form statt, dass das Gerät intern eine bestimmte, einstellbare Anzahl von Messungen der drei Istwerte von Spannung, Strom und Leistung im internen Speicher aufzeichnet und über diese einen Mittelwert bildet. Dieser wird dann als nächster aktueller Istwert auf allen Ausgabepunkten ausgegeben.

Der Benutzer kann zwischen den Modi **Fixed** (fest) und **Moving** (wandernd) wählen, die sich wie folgt unterscheiden.

- **Fixed**: die gewählte Anzahl von Messwerten wird zur Mittelwertbildung herangezogen, danach wird der Speicher gelöscht und neue x Messwerte erfasst
- **Moving**: der Mittelwert wird immer über die zuletzt erfassten x Messwerte gebildet, die im Speicher liegen, und wenn die nächste Messung erfolgt, rutschen Messwerte nach. In diesem Modus bleibt eine gewisse Anzahl an Messwerten im Speicher und wird dann über mehrere Mittelwertbildungen hinweg mit einbezogen.

Zusätzlich zum Modus kann der Benutzer die **Istwert-Filterpuffergrösse** oder genannt Filterstufe zwischen 2 und 24 wählen. Dabei gilt die Regel, dass das Gerät etwa alle 20 ms neue Istwerte (U, I, P) bereitstellen kann, wenn die Filterung nicht aktiviert ist. Die Stufe ist bei aktivierter Filterung ein Multiplikator. Demnach muss bei der höchsten Stufe 24 mit einer Zeit von 480 ms zwischen dem letzten und dem nächsten Satz an Istwerten gerechnet werden.

2.2.9 Schnellentladung

Die Modelle dieser Serie sind alle bidirektional und können dank der eingebauten Senke-Funktionalität die Ausgangsspannung im Quelle-Betrieb selbst sehr schnell abbauen, indem die Kapazitäten am Ausgang und eventuell an einer angeschlossenen, externen Quelle vorhanden durch einen hohen Senkestrom (bis zum eingestellten Sollwert) entladen werden. Auf diese Weise erfolgt das jedoch nur solange der DC-Anschluss eingeschaltet ist.

Nach dem Ausschalten arbeitet die Leistungsstufe nicht mehr als Senke, sondern eine kleinere, interne elektronische Last mit geringer Leistung wird aktiv, um die geräteeigene Ausgangsspannung in unter 10 Sekunden auf unter 60 V zu entladen. Das ist eine Sicherheitsfunktionalität. Danach sinkt die Ausgangsspannung zwar weiter in Richtung 0 V, aber langsamer.

Das Feature **Schnellentladung** ist eine neue Funktionalität, die ab den Firmwares KE 3.10 und HMI 4.09 für alle 10000er Netzgeräteserien verfügbar ist. Ziel ist es hier, die Ausgangsspannung nach dem Ausschalten des DC-Anschlusses gezielt schneller zu entladen. Das Feature kann wahlweise aktiviert werden (siehe Abschnitt 2.3.1.1). Dazu gehören die drei Einstellwerte **Schnellentladestrom**, **Schnellentladespannung** und **Schnellentladedauer**. Der Spannungswert bestimmt dabei, bis wohin die Spannung durch den gesetzten Strom schnellentladen werden soll. Das Gerät überschreibt den normalen gesetzten Senke-Stromsollwert in dieser Situation mit dem Schnellentladestromwert und setzt den Leistungssollwert temporär auf das Maximum von 102% P_{Nenn} .

Da die Dauer der Entladung von der Startspannung, dem machbaren Senkestrom des Gerätes, sowie der Ausgangskapazität abhängt, ist nicht genau definiert, welches Modell wann mit der Entladung fertig ist. Daher kann die **Schnellentladedauer** den Zeitraum zum Einen ausreichend ausdehnen und zum Anderen auch eingrenzen. Das Maximum von 5 Sekunden sollte in jedem Fall zeitlich ausreichend sein, die Spannung selbst bis auf 0 V zu entladen, außer eine externe Quelle verhindert das.

Als Effekt bleibt der DC-Anschluss statusmäßig für die gesetzte **Schnellentladedauer** eingeschaltet, nachdem per manueller Betätigung der On/Off-taste oder per Befehl in der Fernsteuerung dem Gerät kommandiert wurde, den DC-Anschluss auszuschalten. Im Normalfall springt dann die Spannung bei entsprechend hoch gesetztem Schnellentladestrom in kurzer Zeit auf den gesetzten Wert der **Schnellentladespannung** und, sofern diese nicht 0 V ist, entlädt sich danach langsamer weiter wie sonst auch, wenn das Feature **Schnellentladung** deaktiviert ist.

Verdeutlichung:

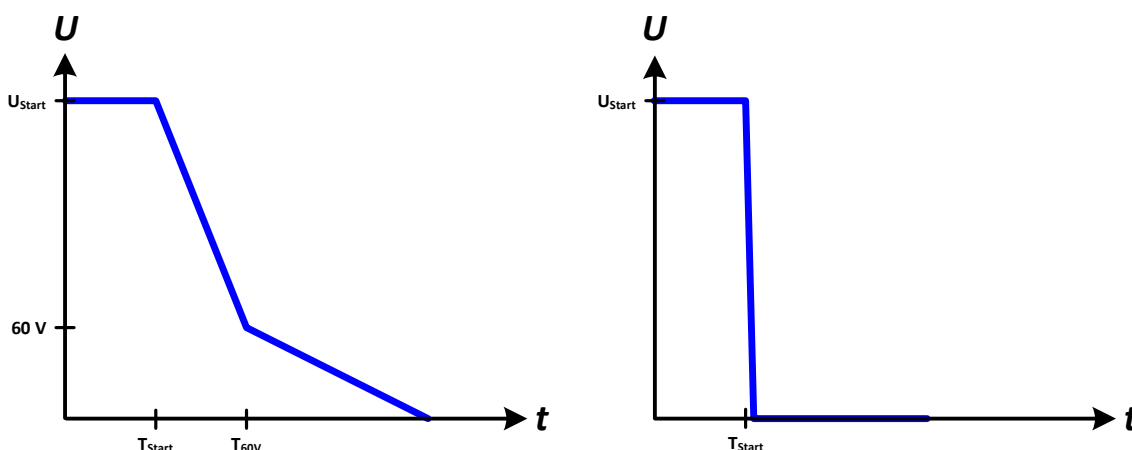


Bild 2 - Vergleich des Ausgangsspannungsverlaufs nach dem Ausschalten des DC-Anschlusses ohne (links) und mit Schnellentladung (auf 0 V, rechts)



Dieses Feature ist softwarebasiert und funktioniert daher nicht in Situationen, wo der DC-Anschluss durch z. B. einen Gerätealarm ausgeschaltet wird. Das inkludiert das Ausschalten des Gerätes selbst.

2.2.10 STBY Nullstabilisierung

Dieses ab den Firmwares KE 3.10 und HMI 4.09 für alle Modelle der 10000er Serien verfügbare Feature ist standardmäßig deaktiviert und kann bei Bedarf im Einstellungsmenü (siehe Abschnitt 2.3.1.1) in der Gruppe **Allgemein** aktiviert werden. Es dient lediglich der Stabilisierung des Spannungsistwertes nach dem Ausschalten des DC-Anschlusses und nachdem die Spannung unter eine gewisse Schwelle (hier: 3 V, modellunabhängig) gesunken ist. **STBY** steht für das englische stand-by und meint den Zustand des ausgeschalteten DC-Anschlusses.

Technisch bedingt können der angezeigte Spannungsistwert und auch die tatsächliche Ausgangsspannung schwanken bzw. leicht über 0 V liegen. Gründe dafür sind die getakteten Leistungsstufe, parasitäre Kapazitäten, sowie Messfehler. Dieses Feature, wenn aktiviert, überschreibt den Spannungsistwert mit 0 V, solange sich die am DC-Anschluss gemessene, tatsächliche Spannung unter der Schwelle von 3 V befindet. Da das Gerät auch bei ausgeschaltetem DC-Anschluss die vorhandene Spannung an diesem erfasst und somit auch die von angeschlossenen, externen Quellen messen würde, sind in dem Fall Istwertsprünge zwischen 3 V und 0 V in beide Richtungen zu erwarten und normal. Damit werden die Schwankungen um dem Nullpunkt herum unterdrückt.

2.3 Manuelle Bedienung (2)



Bei manueller Bedienung und falls das Gerät über mindesten 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.

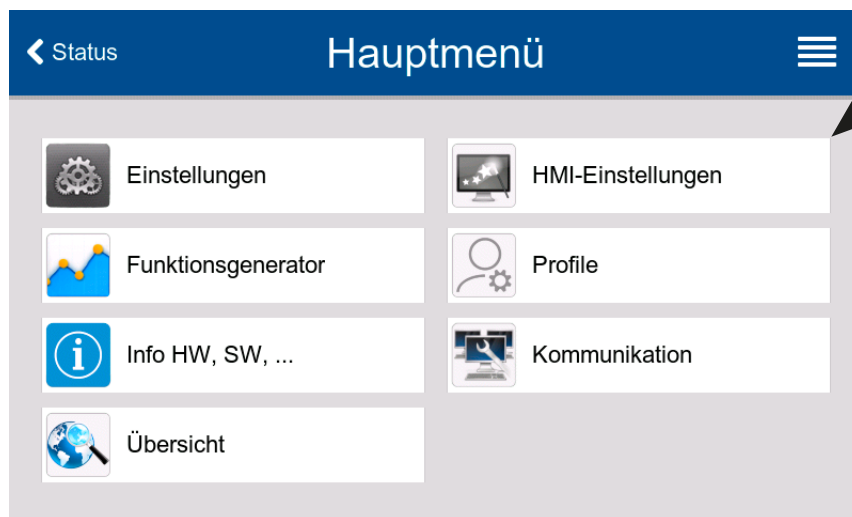
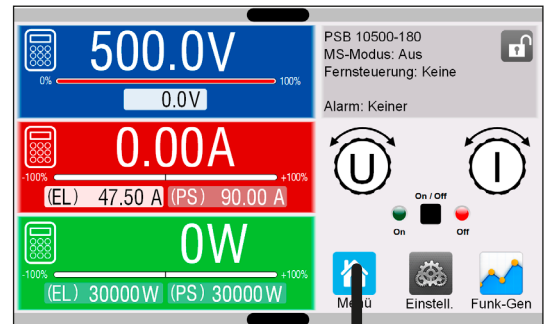
2.3.1 Konfiguration im Menü

Das Menü dient zur Konfiguration aller Betriebsparameter, die nicht ständig benötigt werden. Es kann per Fingerberührung auf die Bedienfeld **Menü** erreicht werden, aber nur, wenn der DC-Anschluss **ausgeschaltet** ist, wie rechts in der Abbildung gezeigt.

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

Die Navigation erfolgt in den Untermenüs mittels Fingerberührung, Werte werden mit einer eingeblendeten Zehnertastatur eingestellt.

Einige Einstellparameter sind selbsterklärend, andere nicht. Diese werden auf den nachfolgenden Seiten im Einzelnen erläutert.



2.3.1.1 Untermenü „Einstellungen“

Das Untermenü kann man auch direkt erreichen, wenn man in der Hauptanzeige „Einstell.“ antippt.

Gruppe	Einstellung & Beschreibung
Sollwerte	U, I, P, R
	Einstellung aller Sollwerte über Zehnertastatur
Schutz	OVP, OCP, OPP
	Schutzgrenzen setzen
Limits	U-min, U-max usw.
	Einstellgrenzen setzen (mehr dazu in «2.3.2 Einstellgrenzen (Limits)»)
Nutzer-Events	UVD, OVD usw.
	Überwachungsgrenzen setzen, die benutzerdefinierte Ereignisse auslösen (mehr dazu in «3.5.2.1 Benutzerdefinierbare Ereignisse (Nutzer-Events)» im Installationshandbuch)
Allgemein	Fernsteuerung erlauben
	Ist die Fernsteuerung nicht erlaubt kann das Gerät weder über eine der digitalen, noch über die analoge Schnittstelle fernbedient werden. Der Status, dass die Fernsteuerung gesperrt ist, wird im Statusfeld der Hauptanzeige mit Lokal angezeigt. Siehe auch Abschnitt 1.9.6.1 im Installationshandbuch.
	Vorrang der Analogschnittstelle
	Aktiviert bzw. deaktiviert den Vorrang der analogen Schnittstelle in Bezug auf Übernahme der Fernsteuerung mit Pin REMOTE. Mehr dazu in «2.4.4.8 Vorrang der Analogschnittstelle».
	R-Modus aktivieren
	Aktiviert bzw. deaktiviert die Innenwiderstandsregelung. Bei aktiviertem R-Modus wird der Innenwiderstandswert in der Normalanzeige eingeblendet. Mehr dazu in «2.2.4 Innenwiderstandsregelung (Quelle-Betrieb)» in diesem Dokument und «3.4.3 Sollwerte manuell einstellen» im Installationshandbuch.
	Spannungsreglergeschwindigkeit
	(Die Umschaltung funktioniert nur bei Geräten, die bereits mit Firmware KE/HMI 3.02 und DR 1.0.2.20 oder höher <u>ausgeliefert</u> wurden)
	Kann den internen Spannungsregler zwischen drei Geschwindigkeiten umschalten, welche die Ausregelung der Spannung beeinflussen. Siehe auch «2.2.7 Regelverhalten und Stabilitätskriterium».
	• 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
	SEMI F47
	(Wird nur angezeigt, wenn das Gerät bereits mit Firmware KE 3.02 oder höher <u>ausgeliefert</u> wurde)
	Aktiviert bzw. deaktiviert eine Funktionalität namens SEMI F47, nach dem gleichnamigen Standard. Siehe «4.2 SEMI F47» für mehr Informationen.
	Istwert-Filtermodus
	Aktiviert mit Fixed oder Wandernd eine Filterfunktion für durch das Gerät am DC-Anschluss gemessene Istwerte (Spannung, Strom, Leistung), wie sie auch auf dem HMI angezeigt bzw. auf den Schnittstellen ausgegeben werden. Mehr dazu siehe «2.2.8 Istwertfilterung».
	Istwert-Filterpuffergröße
	Gehört zum Istwert-Filtermodus , siehe oben und «2.2.8 Istwertfilterung». Einstellbereich: 2...24
	STBY Nullstabilisierung
	Aktiviert bzw. deaktiviert das in «2.2.10 STBY Nullstabilisierung» beschriebene Feature.
	Schnellentladung
	Aktiviert bzw. deaktiviert die sog. Schnellentladung (siehe «2.2.9 Schnellentladung»).

Gruppe	Einstellung & Beschreibung
Allgemein	Schnellentladespannung
	Gehört zu Schnellentladung . Definiert die Spannungsschwelle in Volt, bis zu der die Schnellentladung aktiv sein soll. Einstellbereich: 0V ...102% U_{Nenn}
	Schnellentladestrom
	Gehört zu Schnellentladung . Definiert den maximalen Senkestrom in Ampere, der bei der Schnellentladung aktiv sein soll. Einstellbereich: 0A ...102% I_{Nenn}
	Schnellentladedauer
	Gehört zu Schnellentladung . Definiert die maximale Dauer in Millisekunden, für welche die Schnellentladung aktiv sein darf. Einstellbereich: 0ms ... 5000ms
Analogschnittstelle	Bereich
	Wählt den Spannungsbereich für die analogen Sollwerteingänge, Istwertausgänge und den Referenzspannungsausgang. • 0...5V = Der Bereich entspricht 0...100% Sollwert/Istwert, Referenzspannung 5 V • 0...10V = Der Bereich entspricht 0...100% Sollwert/Istwert, Referenzspannung 10 V Siehe auch «2.4.4 Fernsteuerung über Analogschnittstelle».
	REM-SB Pegel
	Legt fest, wie der Eingang REM-SB an der eingebauten Analogschnittstelle logisch funktionieren soll, gemäß der in «2.4.4.3 Spezifikation der Analogschnittstelle» angegebenen Pegel. Siehe auch «2.4.4.7 Anwendungsbeispiele». • Normal = Pegel und Funktion wie in der Tabelle in Abschnitt 2.4.4.3 gelistet • Invertiert = Pegel und Funktion invertiert
	REM-SB Verhalten
	Legt fest, wie der Eingang REM-SB an der eingebauten Analogschnittstelle außerhalb einer analogen Fernsteuerung auf den Zustand des DC-Anschlusses wirken soll: • DC Aus = Der DC-Anschluss kann über den Pin nur ausgeschaltet werden • DC Ein/Aus = Der DC-Anschluss kann über den Pin aus- und wieder eingeschaltet werden
	Pin 6
	Pin 6 der Analogschnittstelle (siehe Abschnitt 2.4.4.3) signalisiert standardmäßig die Gerätealarme OT oder PF. Dieser Parameter erlaubt es, auch nur einen von beiden auf dem Pin auszugeben (3 mögliche Auswahlmöglichkeiten): • Alarm OT = Pin 6 signalisiert ausschließlich OT • Alarm PF = Pin 6 signalisiert ausschließlich PF • Alarm OT+PF = Standardeinstellung, Pin 6 signalisiert PF oder OT
	Pin 14
	Pin 14 der Analogschnittstelle (siehe Abschnitt 2.4.4.3) signalisiert standardmäßig nur den Gerätealarm OVP. Dieser Parameter erlaubt es, auch die Gerätealarme OCP und OPP auf dem Pin auszugeben (7 mögliche Kombinationen): • Alarm OVP = Pin 14 signalisiert ausschließlich OVP • Alarm OCP = Pin 14 signalisiert ausschließlich OCP • Alarm OPP = Pin 14 signalisiert ausschließlich OPP • Alarm OVP+OCP = Pin 14 signalisiert OVP oder OCP • Alarm OVP+OPP = Pin 14 signalisiert OVP oder OPP • Alarm OCP+OPP = Pin 14 signalisiert OCP oder OPP • Alarm OVP+OCP+OPP = Pin 14 signalisiert einen der drei

Gruppe	Einstellung & Beschreibung
Analogschnittstelle	Pin 15 Pin 15 der Analogschnittstelle (siehe Abschnitt 2.4.4.3) signalisiert standardmäßig nur die Regelungsart CV. Dieser Parameter erlaubt es, einen anderen Gerätestatus auf dem Pin 15 auszugeben (2 Optionen): • Regelungsart = Pin 15 signalisiert die Regelungsart CV • DC-Status = Pin 15 signalisiert den Zustand des DC-Anschlusses
	VMON/CMON Konfiguriert die Abbildung der Istwerte von Spannung und Strom. Falls nicht anders angegeben, wird der gewählte Signalbereich (0-5 V oder 0-10 V) von der Einstellung nicht geändert. • Standard = Strom (Quelle- oder Senke-Betrieb) an Pin 10, Spannung an Pin 9 • Strommonitor (EL) = Pin 10 signalisiert nur den Strom im Senke-Betrieb (EL) • Strommonitor (PS) = Pin 10 signalisiert nur den Strom im Quelle-Betrieb (PS) • Modus A = Pin 9 signalisiert nur den Strom im Quelle-Betrieb (PS), Pin 10 nur den Strom im Senke-Betrieb (EL), die Spannung wird in diesem Modus nicht angezeigt • Modus B = Pin 9 signalisiert nur den Strom im Senke-Betrieb (EL), Pin 10 nur den Strom im Quelle-Betrieb (PS), die Spannung wird in diesem Modus nicht angezeigt • Strommonitor (EL) + (PS) = Pin 10 signalisiert eine Kombination des Stroms von Quelle- und Senke-Betrieb als -100%...0...100%, wobei 0% dann in der Mitte des analogen Signalbereiches liegt, also bei 5 V oder 2,5 V. Jeder der beiden Istwerte ist somit nur in halber Auflösung verfügbar.
DC-Anschluss	Zustand nach Power ON Bestimmt, wie der Zustand des DC-Anschlusses nach dem Einschalten des Gerätes sein soll. • 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  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!
	Zustand nach PF-Alarm Bestimmt, wie der Zustand des DC-Anschlusses nach einem Power fail-Alarm verhalten soll: • Aus = Der DC-Anschluss bleibt aus • Auto = Der DC-Anschluss schaltet automatisch wieder ein, wenn er vor dem Auftreten des Alarm auch eingeschaltet war
	Zustand nach Remote Bestimmt, wie der Zustand des DC-Anschlusses nach manuellem oder per Befehl veranlasstem Beenden der Fernsteuerung sein soll. • Aus = Nach dem Verlassen der Fernsteuerung immer aus • Auto = Der Zustand wird beibehalten
	Zustand nach OT-Alarm Bestimmt, wie der Zustand des DC-Anschlusses nach einem Übertemperatur-Alarm und erfolgter Abkühlung sein soll: • Aus = Der DC-Anschluss bleibt aus • Auto = Der DC-Anschluss schaltet automatisch wieder ein, wenn er vor dem Auftreten des Alarm auch eingeschaltet war
	Modus Mit Option Master oder Slave wird der Master-Slave-Modus (kurz: MS) aktiviert und gleichzeitig die Funktion des Gerätes im MS-Verbund festgelegt. Näheres zum MS-Modus siehe Abschnitt «4.1 Parallelschaltung als Master-Slave (MS)».

Gruppe	Einstellung & Beschreibung
Master-Slave	Abschlusswiderstand
	Aktiviert/deaktiviert den sog. Busabschluss (Terminierung) des digitalen Master-Slave-Busses über einen schaltbaren Widerstand. Terminierung soll grundsätzlich bei Slaves an den Busenden erfolgen, außer ein Gerät am Busende ist der Master.
	Biaswiderstände
	Zusätzlich zum Abschlusswiderstand (TERM) können noch Biaswiderstände eingeschaltet werden, die helfen den Bus zusätzlich zu stabilisieren, falls nötig. Tippen Sie auf das Informationssymbol auf dem Bildschirm für eine grafische Darstellung.
	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 Slave-Einheiten gedacht, wenn deren Bildschirm nicht ständig an sein soll. Sie ist identisch zu der im Menü „HMI-Einstellungen“
USB-Logging	System initialisieren
	Das Bedienfeld initialisiert das Master-Slave-System erneut, auch für den Fall, dass die automatische Erkennung aller Slave-Einheiten durch den Master einmal nicht funktionieren sollte und somit weniger Gesamtleistung zur Verfügung stehen würde.
	Trennzeichen-Format
	Legt das Trennzeichen-Format der CSV-Datei beim USB-Logging (siehe auch Abschnitt 2.3.4 in diesem Dokument, sowie 1.9.6.5 im Installationshandbuch) bzw. für das Einlesen bzw. Speichern von CSV-Dateien fest.
	• US = Das Trennzeichen ist ein Komma (US-Format) • Standard = Das Trennzeichen ist ein Semikolon (deutsches bzw. europ. Format)
	Logging mit Einheit (V,A,W)
	Beim USB-Logging werden standardmäßig alle Werte in der CSV-Datei mit Einheit aufgezeichnet. Dies kann hier mit deaktiviert werden.
	USB-Logging
	Aktiviert/deaktiviert die Datenaufzeichnung (Logging) auf USB-Stick. Für mehr Informationen siehe «2.3.4 Datenaufzeichnung auf USB-Stick (Logging)».
Reset / Neustart	Logging-Intervall
	Legt den zeitlichen Abstand zwischen zwei aufgezeichneten Datensätzen fest. Auswahl: 500ms , 1s , 2s , 5s
	Start/Stopp
	Definiert, wann das Logging starten bzw. stoppen soll.
	• Manuell = Das Logging wird manuell über Bedienfeld  im Schnellmenü gestartet • Bei DC ein/aus = Das 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.
	Gerät zurücksetzen
Reset / Neustart	Setzt die meisten Einstellungen (HMI, Profile usw.) auf Standardwerte zurück.
	Gerät neu starten
	Bewirkt einen Warmstart des Gerätes

2.3.1.2 Untermenü „Profile“

Siehe «2.3.6 Nutzerprofile laden und speichern».

2.3.1.3 Untermenü „Übersicht“

Dieses Untermenü zeigt eine Übersicht der aktuellen Sollwerte (U, I, P bzw. U, I, P, R), Gerätealarmschwellen, Event-Einstellungen, Einstellungsgrenzen, sowie eine Alarmhistorie (Anzahl aufgetretener Gerätealarme seit Einschalten des Gerätes) an.

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».

2.3.1.6 Untermenü „Kommunikation“

Hier werden Einstellungen zur digitalen Kommunikation über die eingebauten digitalen Schnittstellen (USB, Ethernet) bzw. die diversen, optional erhältlichen Schnittstellen-Module (Interfaces, kurz: IF) der IF-AB-Serie getroffen. Außerdem können sog. „Kommunikations-Timeouts“ angepasst werden. Mehr dazu in der externen Dokumentation „Programmieranleitung ModBus & SCPI“. Der USB-Port benötigt keine Einstellungen.

Einstellungen zur internen Ethernetschnittstelle

IF	Einstellung	Beschreibung
Ethernet (intern)	DHCP	Das IF 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 eine Subnetzmaske manuell festgelegt werden.
	Gateway	Hier kann eine Gateway-Adresse manuell festgelegt werden, falls benötigt.
	DNS-Adresse	Hier kann die Adresse eines Domain Name Servers festgelegt werden, falls benötigt.
	Port	Port im Bereich 0...65535 wählen. Standardport: 5025 Reserviert Ports: 502, 537
	Hostname	Beliebig wählbarer Hostname
	Domäne	Beliebig wählbare Domäne
	MAC-Adresse	des internen Ethernetports

Einstellungen zu den optionalen Schnittstellenmodulen (IF-AB-xxx)

IF	Einstellung	Beschreibung
Profibus	Knoten-Adresse	Einstellung der Profibus- oder Knotenadresse im Bereich von 1...125 per Direkteingabe des Wertes
	Funktions-Beschreibung	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zum Profibus-Tag „Funktionsbeschreibung“ (Function tag). Max. Länge: 32 Zeichen
	Standort-Beschreib.	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zum Profibus-Tag „Standortbeschreibung“ (Location tag). Max. Länge: 22 Zeichen
	Datum der Installation	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zum Profibus-Tag „Installationdatum“ (Installation date). Max. Länge: 40 Zeichen
	Beschreib.	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zur Beschreibung des Profibus-Slaves. Max. Länge: 54 Zeichen
	Hersteller-ID	Bei der internationalen Profibus-Organisation registrierte Herstellernummer
	Produkt-ID	Produkt-Kennnummer, wie z. B. auch in der GSD-Datei zu finden

IF	Einstellung	Beschreibung
RS232	Baudrate	Die Baudrate ist einstellbar, weitere serielle Einstellungen sind wie folgt festgelegt: 8 Datenbits, 1 Stopbit, Parität = keine Baudrateneinstellungen: 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200

IF	Einstellung	Beschreibung
CAN	Baudrate	Einstellung der CAN-Busgeschwindigkeit in den typischen Werten zwischen 10 kbps und 1Mbps. Standardwert: 500kbps
	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). Auto = Länge variiert je nach Objekt zwischen 3 und 8 Bytes Immer 8 Bytes = Länge ist immer 8 Bytes, mit Nullen aufgefüllt
	Basis-ID	Einstellung der CAN-Basis-ID (11 Bit oder 29 Bit, Hexadezimalformat). Standardwert: 0h
	Broadcast ID	Einstellung der CAN-Broadcast-ID (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. Das Gerät sendet über diese IDs die Inhalte der Objektgruppen automatisch in dem festgelegten Intervall, solange aktiviert. Mehr dazu in der Programmieranleitung. Standardwert: 100h
	Basis-ID Zyklisches Senden	Einstellung der CAN-Basis-ID (11 Bit oder 29 Bit, Hexadezimalformat) für das zyklische Senden von Status und Sollwerten. Das Gerät empfängt über diese IDs die Inhalte zweier bestimmter Objektgruppen im kompakteren Format. Mehr dazu in der Programmieranleitung. Standardwert: 200h
	Lese-Timing: Status	Aktivierung/Deaktivierung und Zeiteinstellung zum automatischen Lesen des Status' über die eingestellte Basis-ID Zyklisches Lesen . Einstellbereich: 20 ms...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 Lesen + 2 . Einstellbereich: 20 ms...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 . Einstellbereich: 20 ms...5000 ms. Standardwert: 0ms (deaktiviert)
	Lese-Timing: Limits 2 (PS)	Aktivierung/Deaktivierung und Zeiteinstellung zum automatischen Lesen der „Limits 2“ (P, R) für den Quelle-Betrieb (PS) über die eingestellte Basis-ID Zyklisches Lesen + 4 . 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 . Einstellbereich: 20 ms...5000 ms. Standardwert: 0 ms (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 . Einstellbereich: 20 ms...5000 ms. Standardwert: 0ms (deaktiviert).
	Lese-Timing: Limits (EL)	Aktivierung/Deaktivierung und Zeiteinstellung zum automatischen Lesen der „Limits“ (I, P, R) für den Senke-Betrieb (EL) über die eingestellte Basis-ID Zyklisches Lesen + 6 . Einstellbereich: 20 ms...5000 ms. Standardwert: 0ms (deaktiviert)
	Modulfirmware	Anzeige der Firmware des CAN-Moduls

IF	Einstellung	Beschreibung
CANopen	Baudrate	Einstellung der Busgeschwindigkeit für die CANopen-Schnittstelle. Auto = Automatische Erkennung der Busgeschwindigkeit LSS = Setzt die Bus-Baudrate und die Knotenadresse automatisch Feste Baudraten: 10 kbps, 20 kbps, 50 kbps, 100 kbps, 125 kbps, 250 kbps, 500 kbps, 800 kbps, 1Mbps
	Knoten-Adresse	Einstellung der CANopen-Knotenadresse im Bereich von 1...127

IF	Einstellung	Beschreibung
Profinet/IO (1 & 2 Port)	Hostname	Beliebig wählbarer Hostname (Standard: Client)
	Domäne	Beliebig wählbare Domäne (Standard: Workgroup)
	Funktionsbeschreibung	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zum Profinet-Tag „Funktionsbeschreibung“ (Function tag). Max. Länge: 32 Zeichen
	Standortbeschreibung	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zum Profinet-Tag „Standortbeschreibung“ (Location tag). Max. Länge: 22 Zeichen
	Datum der Installation	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zum Profibus-Tag „Installationsdatum“ (Installation date). Max. Länge: 40 Zeichen
	Beschreibung	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zur Beschreibung des Profibus-Slaves. Max. Länge: 54 Zeichen
	Stationsname	Texteingabefeld zur Eingabe eines beliebigen Textes zur Beschreibung des Profinet-Stationsnamens. Max. Länge: 200 Zeichen

IF	Einstellung	Beschreibung
Slot Ethernet / ModBus-TCP (1 & 2 Port)	DHCP	Das IF 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	Diese Option ist standardmäßig aktiviert. Hier kann die IP-Adresse des Gerätes manuell festgelegt werden.
	Subnetzmaske	Hier kann eine Subnetzmaske festgelegt werden, falls die Standardsubnetzmaske nicht passt
	Gateway	Hier kann eine Gateway-Adresse festgelegt werden, falls benötigt.
	DNS-Adresse	Hier kann die Adresse eines Domain Name Servers festgelegt werden, falls benötigt.
	Port	Einstellbereich: 0...65535, Standardport: 5025 = Modbus RTU Reservierte Ports: 502, 537
	Hostname	Beliebig wählbarer Hostname (Standard: Client)
	Domäne	Beliebig wählbare Domäne (Standard: Workgroup)
	Geschwindigkeit / Duplex Port 1	Manuelle Wahl der Übertragungsgeschwindigkeit (10MBit o. 100MBit) und Duplexmodus. Es wird empfohlen, Option Auto zu belassen und nur im Problemfall eine andere Einstellung zu wählen.
	Geschwindigkeit / Duplex Port 2	Unterschiedliche Einstellungen bei 2-Port-Modulen sind möglich, da diese einen Switch beinhalten.

Weitere, allgemeine Kommunikations-Einstellungen

Gruppe	Einstellung & Beschreibung
Timeouts	TCP Keep-Alive (Slot) / TCP Keep-Alive (intern)
	Aktiviert/deaktiviert die Netzwerkfunktionalität TCP keep-alive für den eingebauten Ethernet-Port und/oder einem im Slot installierten Ethernetmodul (IF-AB-ETHxx) und nutzt diese zur Aufrechterhaltung der Socketverbindung. Sofern keep-alive im Netzwerk unterstützt wird, deaktiviert das Gerät das einstellbare Ethernet-Timeout (siehe unten bei 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 externen Dokumentation „Programmieranleitung ModBus & SCPI“. Standardwert: 5ms , Bereich: 5 ms...65535 ms
	Timeout ETH (Slot) / Timeout ETH (intern)
	Findet während der eingestellten Zeit (in Sekunden) keine Befehls-Kommunikation mit dem Gerät statt, schließt sich die Socketverbindung von seitens des Gerätes. Das Timeout wird unwirksam, solange die zur jeweiligen Schnittstelle gehörige Option TCP keep-alive aktiviert ist und vom Netzwerk aktiv unterstützt wird. Einstellwert 0 deaktiviert das Timeout dauerhaft. Standardwert: 5s , Bereich: 0 / 5 s...65535 s (0 = Timeout deaktiviert)
	Schnittstellenüberwachung / Timeout Schnittstellenüberwachung
	Aktiviert/deaktiviert die Schnittstellenüberwachung (siehe Abschnitt «2.4.3.3 Schnittstellenüberwachung»). Standardwerte: aus, 5s / Bereich: 1 s...65535 s

Gruppe	Einstellung & Beschreibung
Protokolle	Kommunikationsprotokolle
	Aktivieren / Deaktivieren der Kommunikationsprotokolle SCPI 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 die separate 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 «3.5 Alarmer und Überwachung» 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 «3.4.5 Bedieneinheit (HMI) sperren» und «3.4.5 Einstellgrenzen (Limits) und Benutzerprofile sperren» im Installationshandbuch.

2.3.2 Einstellgrenzen (Limits)



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

Standardmäßig sind alle Sollwerte (U, I, P, R) von 0...102% einstellbar, mit Ausnahme der Spannung bei dem 60 V-Modell, die 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 Quelle- und Senke-Betrieb festgelegt werden.

Für die Leistung (P) und den Widerstand (R) können nur obere Einstellgrenzen festgelegt werden.

► 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 .

Einstellungen	
Hauptmenü	
Sollwerte	
Schutz	
Limits	
Nutzer-Events	
Allgemein	
Analogschnittstelle	
DC-Anschluss	
U-min	00.00V
U-max	81.60V
I-min	(PS) 0000.0A
I-max	(PS) 1020.0A
P-max	(PS) 30600W
R-max	(PS) 5.1000Ω
I-min	(EL) -0000.0A
I-max	(EL) -1020.0A



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 Bedienart wechseln

Generell wird bei manueller Bedienung des Gerätes zwischen drei Bedienarten (U/P, U/I, U/R) unterschieden, die an die Sollwerteingabe per Drehknopf oder Zehnertastatur gebunden sind. Diese Zuordnung kann bzw. muss gewechselt werden, wenn einer der vier Sollwerte verstellt werden soll, der momentan keinem Drehknopf zugewiesen ist.

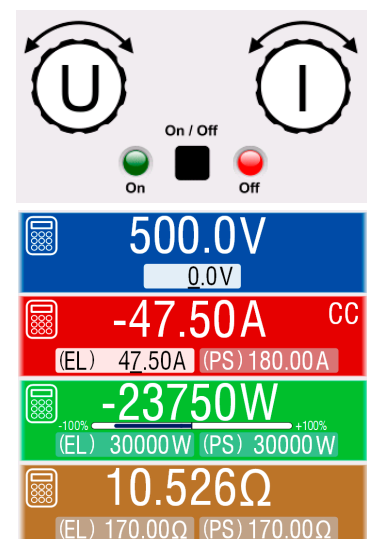
► So wechseln Sie die Bedienart (zwei Möglichkeiten)

1. Sofern das Gerät nicht in Fernsteuerung oder das Bedienfeld gesperrt ist, tippen Sie auf die Abbildung des rechten Drehknopfes (siehe die Abbildung rechts), dann wechselt dessen Zuordnung zwischen I, P und R (wenn der Widerstandsmodus aktiviert ist) für Senke-Betrieb (EL), danach zu I, P und R für Quelle-Betrieb (PS) und der jeweilige Sollwert wird invertiert dargestellt.
2. Sie tippen auf die farblich hinterlegten Felder mit den Soll-/Istwerten, wie rechts gezeigt. Wenn das Feld des gewählten Sollwertes invertiert dargestellt wird, ist der Wert dem Drehknopf zugeordnet. Im Beispiel rechts sind U und I (Senke) gewählt.

Je nach getroffener Wahl wird dem rechten Drehknopf ein anderer Sollwert zum Einstellen zugeordnet, während der linke Drehknopf immer die Spannung stellt.



Um den ständigen Wechsel der Zuordnung zu umgehen, können Sie, bei z. B. Zuordnung U/I gewählt, auch die Leistung durch Direkteingabe stellen.



Was das Gerät bei eingeschaltetem DC-Anschluss dann tatsächlich als aktuelle Regelungsart bzw. Betriebsart einstellt, hängt nur von den Sollwerten ab. Mehr Informationen dazu finden Sie in «2.2 Regelungsarten».

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 «1.9.6.5 USB-Port (Vorderseite)» im Installationshandbuch nach.

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, wo dann 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 Einstellungs Menü konfiguriert und aktiviert werden.

2.3.4.1 Einschränkungen

Das Logging in dieser Form ist nicht verfügbar bzw. wird automatisch deaktiviert, wenn im Batterietest bereits das Batterietest-Logging aktiviert wurde oder die Funktion **EN50530** geladen und benutzt wird.

2.3.4.2 Konfiguration

Siehe auch Abschnitt 2.3.1.6. Nach der Aktivierung des USB-Logging und Setzen des **Logging-Intervall** sowie des **Start/Stop**-Verhaltens kann das Logging nach Verlassen des Einstellungs Menüs gestartet werden.

Weiterhin siehe auch Abschnitt 2.3.1.7. 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 phys. Einheit aufgezeichnet werden. Letzteres zu deaktivieren vereinfacht die Verarbeitung der Log-Dateien in z. B. MS Excel.

2.3.4.3 Bedienung (Start/Stop)

Wenn 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 das 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), erscheint ein entsprechendes Symbol . Mit jedem manuellen Stopp oder Ausschalten des DC-Anschlusses wird das Logging beendet und die aufgezeichnete Log-Datei geschlossen.

2.3.4.4 Das Dateiformat beim USB-Logging

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

Aufbau:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
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
2	0,0V	50,0V	5,00A	-30,00A	15000W	-1500W	N/A	N/A	OFF	50,00A	15000W	N/A	ON	NONE	NONE	00:00:00,354
3	0,0V	50,0V	5,00A	-40,00A	15000W	-2000W	N/A	N/A	OFF	50,00A	15000W	N/A	ON	NONE	NONE	00:00:00,854
4	0,0V	50,0V	5,00A	-20,00A	15000W	-1000W	N/A	N/A	OFF	50,00A	15000W	N/A	ON	NONE	NONE	00:00:01,354
5	0,0V	50,0V	5,00A	0,00A	15000W	0W	N/A	N/A	OFF	50,00A	15000W	N/A	OFF	NONE	NONE	00:00:01,854

Legende:

U set: Sollwert Spannung

U actual / I actual / P actual / R actual: Istwerte

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

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

R mode: Widerstandsregelung (auch genannt ‚UIR-Modus‘) ein-/ausgeschaltet

Output/Input: Status DC-Anschluss

Device mode: Aktuelle Regelungsart (siehe auch «2.2 Regelungsarten»)

Error: Gerätealarme

Time: Zeit ab Start des Logging

Hinweise:

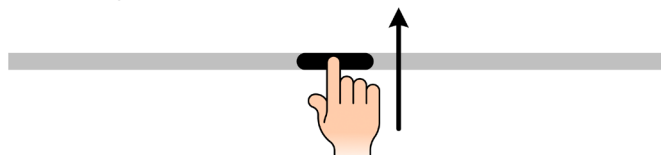
- R set und R actual werden nur aufgezeichnet, wenn der „UIR-Modus“ aktiv ist (siehe dazu Abschnitt 2.3.3)
- Im Unterschied zum Logging am PC erzeugt jeder neue Log-Vorgang beim USB-Logging eine weitere Datei, die am Ende des Dateinamens eine hochgezählte Nummer erhält; dabei werden bereits existierende 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. Es ist in der Hauptanzeige jederzeit durch Fingerwischen vom unteren Bildschirmrand nach oben oder Antippen der Leiste erreichbar:



Übersicht:



Durch Antippen wird die zugehörige Funktion aktiviert oder deaktiviert. Symbole mit Schwarz auf Weiß zeigen eine momentan aktivierte Funktion an:

Symbol	Gehört zu	Bedeutung oder Funktion
	USB-Logging	USB-Logging läuft (das Symbol ist nur verfügbar, wenn das USB-Logging im Menü „Einstellungen“ aktiviert wurde)
	Master-Slave	Master-Slave aktiviert, Gerät ist Master
	Master-Slave	Master-Slave aktiviert, Gerät ist Slave
	Master-Slave	Master-Slave nicht aktiviert
	Widerstandsmodus	Widerstandsmodus = ein
	HMI	Alarmton = ein
	HMI	Tastenton = ein
	HMI	Öffnet den Graphen
	Betriebsarten	Umschaltung der Spannungsreglergeschwindigkeit zwischen Langsam , Normal (Standard) und Schnell (siehe Abschnitt 2.2.7)
	HMI	Helligkeit der Hintergrundbeleuchtung einstellen
	HMI	Öffnet das Hauptmenü

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 5 Nutzer-Profilen. Ein Profil ist eine Sammlung aller Einstellungen und aller 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.

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 tippen Sie in der Hauptseite auf das Bedienfeld  **Menü**.
2. In der Hauptmenüseite tippen Sie auf **Profile**.
3. In der nun erscheinenden Auswahl (siehe das Beispiel 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**.

< Hauptmenü		Nutzer-Profil 1		
Standard-Profil	U:		00.00V	
Nutzer-Profil 1	I:	(PS)	0000.0A	
Nutzer-Profil 2	P:	(PS)	30000W	
Nutzer-Profil 3	R:	(PS)	10.000Ω	
Nutzer-Profil 4	I:	(EL)	0000.0A	
Nutzer-Profil 5	P:	(EL)	30000W	
	R:	(EL)	10.000Ω	
USB Import/Export		Sichern/Laden		



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**.

► So editieren Sie ein Nutzerprofil

1. Bei ausgeschaltetem DC-Anschluss tippen Sie in der Hauptseite auf das Bedienfeld  **Menü**.
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, was wiederum durch Tippen auf **Sichern/Laden** und in der darauf folgenden Abfrage **Profil laden?** mit **Laden**.

2.3.7 Der Graph

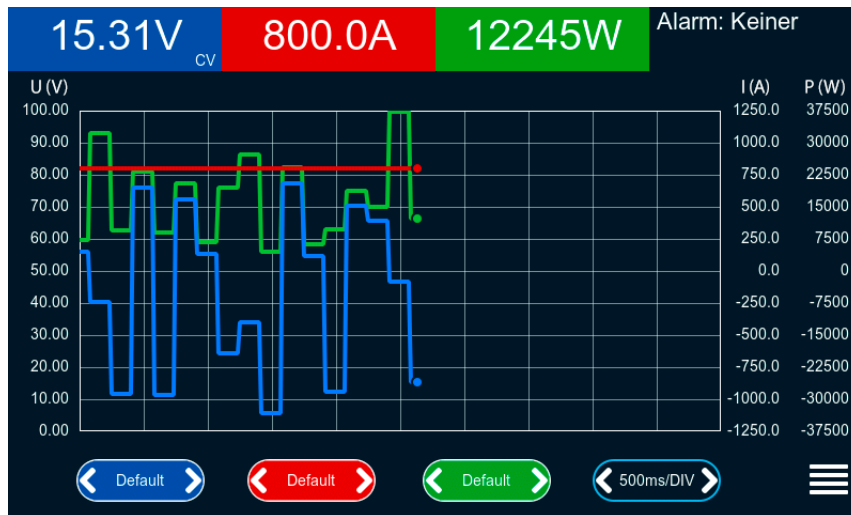
Das Gerät verfügt über eine nur bei Bedienung am HMI aufrufbare, visuelle Darstellung des Verlaufs von Spannung, Strom und Leistung, genannt Graph. Dieser stellt keine Aufzeichnungsfunktion dar. Zur Datenaufzeichnung im Hintergrund dient weiterhin das „USB-Logging“ (siehe Abschnitt 2.3.4).

Der Graph kann im Normalbetrieb (keine Funktion läuft) per Schnellmenü gestartet werden, im Funktionsgeneratorbetrieb über einen das gleiche Bedienfeld. 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 per Taste „On/Off“ auszuschalten.

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 (analog, USB, Ethernet) oder über eins der optional erhältlichen digitalen Schnittstellen-Module möglich. Zu den digitalen zählt auch der Master-Slave-Bus. Das heißt für Slave-Modelle, dass sie dafür gedacht sind, immer von einem Master über den Master-Slave-Bus gesteuert zu werden. Fernsteuerung eines Slave-Gerätes über seine rückseitige USB-Buchse ist eher die Ausnahme.

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

2.4.2 Bedienorte

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

Bedienort laut Anzeige	Erläuterung
Fernsteuerung: Keine	Wird keiner der anderen Bedienorte im Statusfeld angezeigt, ist manuelle Bedienung aktiv und der Zugriff von der analogen bzw. digitalen Schnittstelle 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 «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** bewirkt folgendes:

- Falls Fernsteuerung über digitale Schnittstelle aktiv ist (z. B. **Fernsteuerung: USB**), wird die Fernsteuerung sofort beendet und muss später auf der PC-Seite, sobald **Lokal** nicht mehr aktiv ist, erneut übernommen werden, sofern nötig
- Falls Fernsteuerung über analoge Schnittstelle aktiv ist (**Fernsteuerung: Analog**), wird die Fernsteuerung nur solange unterbrochen bis **Lokal** wieder beendet, sprich die Fernsteuerung wieder erlaubt wird, weil der Pin REMOTE an der Analog-schnittstelle weiterhin das Signal „Fernsteuerung = ein“ vorgibt, es sei denn dies wird während der Phase mit **Lokal** geändert

2.4.3 Fernsteuerung über eine digitale Schnittstelle

2.4.3.1 Schnittstellenwahl

Zusätzlich zur serienmäßig eingebauten USB- und Ethernetschnittstelle unterstützen alle Modelle dieser Serie folgende optional erhältliche Schnittstellen-Module:

Kurzbezeichnung	Typ	Ports	Beschreibung*
IF-AB-CANO	CANopen	1	CANopen Slave mit Generic EDS
IF-AB-RS232	RS232	1	Standard RS232, seriell
IF-AB-PBUS	Profibus	1	Profibus DP-V1 Slave
IF-AB-PNET1P	Profinet/IO	1	Profinet DP-V1 Slave
IF-AB-PNET2P	Profinet/IO	2	Profinet DP-V1 Slave, mit Switch
IF-AB-CAN	CAN	1	CAN 2.0 A / 2.0 B
IF-AB-ECT	EtherCAT	2	Standard EtherCAT-Slave mit CoE
IF-AB-MBUS1P	ModBus TCP	1	ModBus TCP Protokoll über Ethernet
IF-AB-MBUS2P	ModBus TCP	2	ModBus TCP Protokoll über Ethernet

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

2.4.3.2 Programmierung

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

2.4.3.3 Schnittstellenüberwachung

Die am Bedienteil konfigurierbare 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) oder die Schnittstelle im Gerät nicht mehr erwartungsgemäß funktioniert.

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

- Die Fernsteuerung wird beendet
- Der DC-Anschluss, sofern eingeschaltet, wird entweder ausgeschaltet oder bleibt eingeschaltet, wie mit der Einstellung **DC-Anschluss -> Zustand nach Remote** festgelegt (siehe Abschnitt 2.3.1.1)

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), somit können sich beide Timeouts überschneiden

2.4.4 Fernsteuerung über Analogschnittstelle

2.4.4.1 Allgemeines

Die galvanisch getrennte, 15-polige analoge Schnittstelle, ist fest eingebaut und unten kurz als AS referenziert, befindet sich auf der Rückseite des Gerätes und bietet folgende Möglichkeiten:

- Fernsteuerung von Strom, Spannung, Leistung und Widerstand
- Fernüberwachung Status (CV, DC-Anschluss)
- Fernüberwachung Alarmer (OT, OVP, PF, OCP, OPP)
- Fernüberwachung der Istwerte
- Ferngesteuertes Ein-/Ausschalten des DC-Anschlusses

Das Stellen der **drei** Sollwerte U, I, P bzw. vier (U, I, P, R) über analoge Schnittstelle geschieht **immer zusammen**. Das heißt, man kann nicht z. B. die Spannung über die AS vorgeben und gleichzeitig Strom und Leistung am Gerät mittels Drehknopf einstellen oder umgekehrt. Im Gegensatz zur manuellen Bedienung oder Fernsteuerung über digitale Schnittstelle können hier keine getrennten Sollwerte Strom/Leistung für Quelle- und Senke-Betrieb vorgegeben werden.

Die analogen Sollwerte können über eine externe Spannung eingespeist oder durch die am Pin 3 ausgegebene Referenzspannung erzeugt werden. Sobald die Fernsteuerung über analoge Schnittstelle aktiviert wurde, zeigt die Anzeige vorn am Gerät die Sollwerte an, die hinten über die analoge Schnittstelle vorgegeben werden. Die AS kann mit den gängigen Spannungsbereichen 0...5 V oder 0...10 V betrieben werden. Die Wahl des Spannungsbereiches findet im Geräte-Setup statt, siehe «2.3.1 Konfiguration im Menü». Die am Pin 3 (VREF) herausgegebene Referenzspannung wird mit angepasst. Es gilt somit folgendes:

0-5V: Referenzspannung = 5 V, 0...5 V Sollwert (VSEL, CSEL, PSEL, RSEL) entsprechen 0...100% Nennwert (beim Widerstand dann $R_{Min}...R_{Max}$), 0...100% Istwert entsprechen 0...5 V an den Istwertausgängen (CMON, VMON), zumindest solange VMON/CMON nicht anders konfiguriert wurden (siehe «2.3.1 Konfiguration im Menü»).

0-10V: Referenzspannung = 10 V, 0...10 V Sollwert (VSEL, CSEL, PSEL, RSEL) entsprechen 0...100% Nennwert (beim Widerstand dann $R_{Min}...R_{Max}$), 0...100% Istwert entsprechen 0...10 V an den Istwertausgängen (CMON, VMON), zumindest solange VMON/CMON nicht anders konfiguriert wurden (siehe «2.3.1 Konfiguration im Menü»).

Die Vorgabe von Sollwerten wird außerdem stets auf die jeweilig zugehörige Einstellgrenze (Limit) U-max, I-max usw. begrenzt, was die Vorgabe von zu hohen Stellwerten an den DC-Anschluss verhindern soll. Siehe dazu auch «2.3.2 Einstellgrenzen (Limits)».

Bevor Sie beginnen: Unbedingt lesen, wichtig!



Nach dem Einschalten des Gerätes, während der Startphase, zeigt die AS unbestimmte Zustände an den digitalen Ausgängen, die bis zum Erreichen der Betriebsbereitschaft ignoriert werden müssen.

- Fernsteuerung des Gerätes erfordert die Umschaltung auf Fernsteuerbetrieb mit Pin REMOTE (5). Einzige Ausnahme ist der Pin REM-SB, der auch einzeln betrieben werden kann
- Bevor die Steuerung verbunden wird, welche die analoge Schnittstelle bedienen soll, ist zu prüfen, dass die Steuerung keine höheren Spannungen als spezifiziert auf die Pins geben kann
- Die Sollwerteingänge VSEL, CSEL, PSEL bzw. RSEL (falls R-Modus aktiviert) dürfen bei Fernsteuerung über die analoge Schnittstelle nicht unbeschaltet bleiben, da sonst schwebend (floating). Sollwerte, die nicht gestellt werden sollen, können auf einen festen Wert oder auf 100% gelegt werden (Brücke nach VREF oder anders)
- Die Umschaltung zwischen Quelle- und Senke-Betrieb kann nur mittels der Spannungsvorgabe an Pin VSEL erfolgen. Siehe dazu auch Beispiel d) in Abschnitt 2.4.4.7.

2.4.4.2 Quittieren von Alarmmeldungen

Tritt während der Fernsteuerung über analoge Schnittstelle ein Gerätealarm auf, schaltet der DC-Anschluss genauso aus wie bei manueller Bedienung. Daraufhin vom Gerät ausgegebene Alarmmeldungen (siehe Abschnitt 2.5 im Installationshandbuch) erscheinen immer in der Anzeige, die meisten davon können aber auch als Signal auf der analogen Schnittstelle ausgegeben werden (siehe die Tabelle unten). Welche genau, das ist im Setup-Menü (siehe «2.3.1.1 Untermenü „Einstellungen“») konfigurierbar.

Die meisten Gerätealarme müssen quittiert werden (siehe auch «3.5.2 Gerätealarme und Events handhaben» im Installationshandbuch). Das kann nur durch Aus- und Wiedereinschalten des DC-Anschlusses per Pin REM-SB erfolgen, also eine HIGH-LOW-HIGH-Flanke (mind. 50ms für LOW) bei gewählter Standardeinstellung für den logischen Pegel des Pins.

Ein **Sonderfall** ist der nur beim 60 V-Modell zusätzlich mögliche Alarm SOVP (Safety OVP). Dieser kann nicht quittiert werden, sondern erfordert das Aus- und Wiedereinschalten des Gerätes. Das Auftreten eines SOVP-Alarm kann auch über analoge Schnittstelle erfasst werden, aber nur wenn für Pin 6 die Alarmausgabe PF (einzeln oder zusammen mit OT) und für Pin 14 für die Alarmausgabe eine Kombi gewählt wurde, die OVP enthält. Der Alarm SOVP wird durch gleichzeitige Signalisierung von PF und OVP angezeigt.

2.4.4.3 Spezifikation der Anschliffsstelle

Pin	Name	Typ ⁽¹⁾	Bezeichnung	Standardpegel	Elektrische Eigenschaften
1	VSEL	AI	Sollwert Spannung	0...10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0...100% von U_{Nenn}	Genauigkeit 0-5 V Bereich: < 0,4% ⁽⁵⁾ Genauigkeit 0-10 V Bereich: < 0,2% ⁽⁵⁾
2	CSEL	AI	Sollwert Strom (Quelle & Senke)	0...10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0...100% von I_{Nenn}	Eingangsimpedanz $R_i > 40\text{ k} \dots 100\text{ k}$
3	VREF	AO	Referenzspannung	10 V oder 5 V	Genauigkeit < 0,2% bei $I_{max} = +5\text{ mA}$ Kurzschlussfest gegen AGND
4	DGND	POT	Bezugspotential für alle digitalen Signale		Für Steuer- und Meldesignale
5	REMOTE	DI	Umschaltung zwischen manueller und externer Steuerung	Extern = LOW, $U_{Low} < 1\text{ V}$ Manuell = HIGH, $U_{High} > 4\text{ V}$ Manuell, wenn Pin unbeschaltet	Spannungsbereich = 0...30 V $I_{Max} = -1\text{ mA}$ bei 5 V U_{LOW} nach HIGH typ. = 3 V Empf. Sender: Open collector gegen DGND
6	ALARMS 1	DO	Übertemperaturalarm / Power fail	Alarm = HIGH, $U_{High} > 4\text{ V}$ Kein Alarm = LOW, $U_{Low} < 1\text{ V}$	Quasi-Open-Collector mit Pull-up gegen Vcc ⁽²⁾ Bei 5 V am Pin fließen max. +1 mA $I_{Max} = -10\text{ mA}$ bei $U_{CE} = 0,3\text{ V}$ $U_{Max} = 30\text{ V}$ Kurzschlussfest gegen DGND
7	RSEL	AI	Sollwert Widerstand (Quelle & Senke)	0...10 V bzw. 0...5 V entsprechen $R_{Min} \dots R_{Max}$	Genauigkeit 0-5 V Bereich: < 0,4% ⁽⁵⁾ Genauigkeit 0-10 V Bereich: < 0,2% ⁽⁵⁾
8	PSEL	AI	Sollwert Leistung (Quelle & Senke)	0...10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0...100% von P_{Nenn}	Eingangsimpedanz $R_i > 40\text{ k} \dots 100\text{ k}$
9	VMON	AO	Istwert Spannung	0...10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0...100% von U_{Nenn}	Genauigkeit 0-5 V Bereich: < 0,4% ⁽⁵⁾ Genauigkeit 0-10 V Bereich: < 0,2% ⁽⁵⁾
10	CMON	AO	Istwert Strom	0...10 V bzw. 0...5 V entsprechen 0...100% von I_{Nenn}	bei $I_{Max} = +2\text{ mA}$ Kurzschlussfest gegen AGND
11	AGND	POT	Bezugspotential für alle analogen Signale		Für xSEL, xMON und VREF
12	R-ACTIVE	DI	Widerstandsregelung ein / aus	Ein = LOW, $U_{Low} < 1\text{ V}$ Aus = HIGH, $U_{High} > 4\text{ V}$ Aus, wenn Pin unbeschaltet	Spannungsbereich = 0...30 V $I_{Max} = -1\text{ mA}$ bei 5 V U_{LOW} nach HIGH typ. = 3 V Empf. Sender: Open collector gegen DGND
13	REM-SB	DI	DC-Anschluss aus (DC-Anschluss ein) (Alarm quittieren ⁽⁴⁾)	Aus = LOW, $U_{Low} < 1\text{ V}$ Ein = HIGH, $U_{High} > 4\text{ V}$ Ein, wenn Pin unbeschaltet	Spannungsbereich = 0...30 V $I_{Max} = +1\text{ mA}$ bei 5 V Empf. Sender: Open-Collector gegen DGND
14	ALARMS 2	DO	Überspannung Überstrom Überleistung	Alarm = HIGH, $U_{High} > 4\text{ V}$ Kein Alarm = LOW, $U_{Low} < 1\text{ V}$	Quasi-Open-Collector mit Pull-up gegen Vcc ⁽²⁾ Bei 5 V am Pin fließen max. +1 mA $I_{max} = -10\text{ mA}$ bei $U_{ce} = 0,3\text{ V}$, $U_{max} = 0 \dots 30\text{ V}$ Kurzschlussfest gegen DGND
15	STATUS ⁽³⁾	DO	Spannungsregelung aktiv DC-Anschluss	CV = LOW, $U_{Low} < 1\text{ V}$ CC/CP/CR = HIGH, $U_{High} > 4\text{ V}$ Aus = LOW, $U_{Low} < 1\text{ V}$ Ein = HIGH, $U_{High} > 4\text{ V}$	

(1) AI = Analoges Eingang, AO = Analoges Ausgang, DI = Digitaler Eingang, DO = Digitaler Ausgang, POT = Potential

(2) Interne Vcc ca. 10 V

(3) Nur eins von beiden Signalen möglich, siehe Abschnitt 2.3.1.1

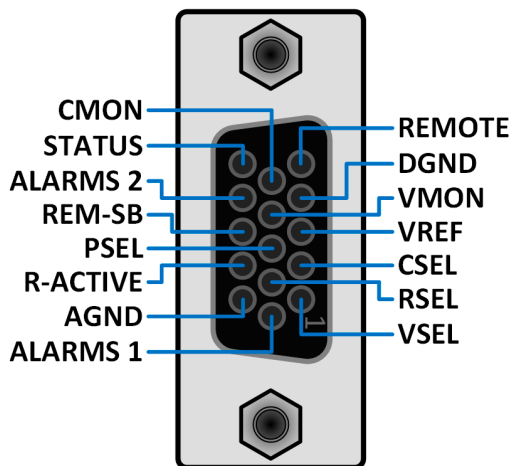
(4) Nur während Fernsteuerung

(5) Der Fehler eines Sollwerteinganges addiert sich zum allgemeinen Fehler des zugehörigen Wertes am DC-Anschluss des Gerätes

2.4.4.4 Auflösung

Intern wird die analoge Schnittstelle digital verarbeitet. Das bedingt eine bestimmte, maximal stellbare Auflösung. Diese ist für alle Sollwerte (VSEL usw.) und Istwerte (VMON/CMON) gleich und beträgt 26214 für 0...100%, bei Verwendung des 10 V-Bereiches. Bei gewähltem 5 V-Bereich halbiert sich die Auflösung. Durch Toleranzen am analogen Eingang kann sich die resultierende Auflösung zusätzlich leicht verringern.

2.4.4.5 Übersicht Sub-D-Buchse



2.4.4.6 Prinzipschaltbilder der Pins

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

2.4.4.7 Anwendungsbeispiele

a) DC-Anschluss ein- oder ausschalten über Pin REM-SB

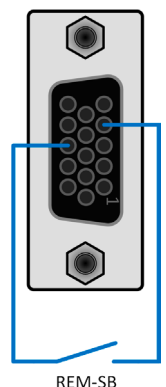


Ein digitaler Ausgang, z. B. von einer SPS, kann diesen Eingang unter Umständen nicht sauber ansteuern, da eventuell nicht niederohmig genug. Prüfen Sie die Spezifikation der steuernden Applikation. Siehe auch die Prinzipschaltbilder oben.

Pin REM-SB wird bei analoger Fernsteuerung zum Ein- und Ausschalten des DC-Anschlusses des Gerätes genutzt. Er funktioniert aber auch ohne aktivierte analoge Fernsteuerung. Dann kann er zum Einen das manuelle oder digital ferngesteuerte Einschalten des DC-Anschlusses blockieren und zum Anderen ein- oder ausschalten, jedoch nicht ohne Weiteres. Siehe unten bei **Fernsteuerung wurde nicht aktiviert**.



Pin REM-SB kann nicht im Sinne eines Not-Aus' verwendet werden, um im Gefahrenfall den DC-Anschluss sicher abzuschalten! Dafür wäre ein externes Not-Aus-System erforderlich.



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

Folgende Situationen können auftreten:

• Fernsteuerung wurde aktiviert

Nachdem die Fernsteuerung über Pin REMOTE aktiviert wurde, gibt nur Pin REM-SB den Zustand des DC-Anschlusses des Gerätes gemäß der Tabelle in Abschnitt 2.4.4.3 vor. Die logische Funktion des Eingangspegels kann durch eine Einstellung im Setup-Menü des Gerät invertiert werden. Siehe Abschnitt 2.3.1.1.



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

• Fernsteuerung wurde nicht aktiviert

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

DC-Anschluss	+	Pegel an Pin REM-SB	+	Parameter „REM-SB Pegel“	→ Verhalten
ist aus	+	HIGH	+	Normal	→ Der DC-Anschluss ist nicht gesperrt. Er kann mit Taste On/Off oder Befehl (dig. Fernsteuerung) eingeschaltet werden.
		LOW	+	Invertiert	
	+	HIGH	+	Invertiert	→ Der DC-Anschluss ist gesperrt. Er kann nicht mit Taste On/Off oder Befehl (dig. Fernsteuerung) eingeschaltet werden. Bei Versuch wird das Gerät nicht reagieren, jedoch eine Fehlermeldung (digitale Schnittstelle oder Anzeige) ausgegeben.
		LOW	+	Normal	

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

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

b) Fernsteuerung von Strom und Leistung (Quelle-Betrieb)

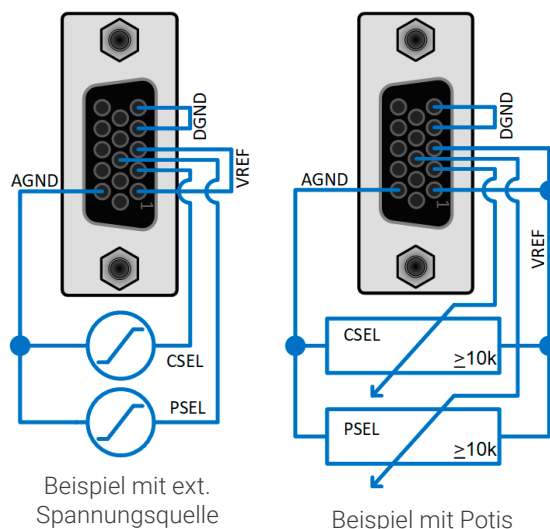
Erfordert aktivierte Fernsteuerung (Pin REMOTE = LOW).

Über je ein Potentiometer werden die Sollwerte PSEL und CSEL aus beispielsweise der Referenzspannung VREF erzeugt. Das Gerät kann somit wahlweise in Strombegrenzung oder Leistungsbegrenzung arbeiten. Gemäß der Vorgabe von max. 5 mA Belastung für den Ausgang VREF sollten hier Potentiometer von mindestens 10 kOhm benutzt werden.

Der Spannungssollwert wird hier fest auf VREF (=100%) gelegt und beeinflusst somit Konstantstrom- oder Konstantleistungsbetrieb nicht. Das bedeutet zudem, dass das Gerät nur als Quelle arbeiten kann. Bei Einspeisung der Steuerspannungen von einer externen Spannungsquelle wäre die Wahl des Eingangsspannungsbereiches für Sollwerte (0...5 V oder 0...10 V) zu beachten.

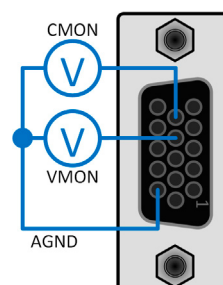


Bei Benutzung des 0...5 V Bereiches für 0...100% Sollwert halbiert sich die effektive Auflösung.



c) Istwerte erfassen

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



d) Umschaltung Quelle-Betrieb<->Senke-Betrieb

Auch bei Fernsteuerung über analoge Schnittstelle kann zwischen Quelle- und Senke-Betrieb umgeschaltet werden. Das geschieht über den Spannungssollwert (VSEL). Dieser darf dann, z. B. entgegen dem was in Beispiel b) gezeigt ist, nicht auf ein festes Potential gelegt werden. Grundsätzlich gilt dann:

- ist der Sollwert VSEL geringer als die Spannung am DC-Anschluss, schaltet das Gerät auf Senke-Betrieb um, egal ob die Spannung intern erzeugt wurde oder von extern eingespeist ist
- ist der Sollwert VSEL höher als die Spannung DC-Anschluss, schaltet das Gerät auf Quelle-Betrieb um.

e) Erkennung von Quelle- oder Senke-Betrieb

Aufgrund der geringen Anzahl an Pins bietet die AS kein dediziertes Signal zur Anzeige der Betriebsart Quelle-/Senke. Eine Erkennung bei Fernsteuerung über AS kann auf zwei Arten erfolgen:

- Man erfasst VMON, VSEL und CMON -> wenn VMON größer als VSEL ist und CMON ist ungleich 0 V, dann ist das Gerät im Senke-Betrieb und bei VMON gleich oder kleiner als VSEL ist es im Quelle-Betrieb
- Man konfiguriert die Pins 9 (VMON) und 10 (CMON), siehe auch Abschnitt 2.3.1, für **Modus A** oder **Modus B**; wenn ein DC-Strom fließt, egal in welche Richtung, zeigt einer der beiden Pins bei > 0 V die jeweilige Betriebsart an

2.4.4.8 Vorrang der Analogschnittstelle

Eine neue, ab den Firmwares KE 3.10 und HMI 4.09 für alle 10000er Serien mit Analogschnittstelle verfügbare Funktionalität kann wahlweise die Analogschnittstelle bei der Übernahme der Fernsteuerung priorisieren. Bisher war und ist die Regel, dass sich die analoge und die digitalen Schnittstellen nicht gegenseitig überstimmen können, was die Fernsteuerung angeht. Das heißt, wenn man bisher ein Gerät per analoger Fernsteuerung steuern wollte, welches sich momentan in Fernsteuerung durch eine der digitalen Schnittstellen befand, dass man die Fernsteuerung über einen Befehl, gesendet über die verwendete digitale Schnittstelle, explizit verlassen musste.

Mit diesem auf Bedarf aktivierbaren Feature (siehe Abschnitt 2.3.1.1) kann die analoge Schnittstelle jederzeit die Fernsteuerung übernehmen, mit Ausnahme des Zustands **Lokal**. Im Moment des Umschaltens werden die an den Pins der Analogschnittstelle vorgegebenen Sollwerte und der Zustand des DC-Anschlusses sofort wirksam. Das Deaktivieren der analogen Fernsteuerung (Pin: REMOTE) würde aber das Gerät nicht in den vorherigen Zustand der digitalen Fernsteuerung zurückversetzen bzw. vormals gesetzte Sollwerte wiederherstellen. Diese Situation behält immer den letzten Satz an Sollwerten bzw., in Bezug auf den Zustand des DC-Anschlusses das, was mit dem Parameter **Zustand nach Remote** (siehe Abschnitt 2.3.1.1) definiert wurde.

3. Der Funktionsgenerator

3.1 Einleitung

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 Standard-Funktionen 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 IU, PV oder FC 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:

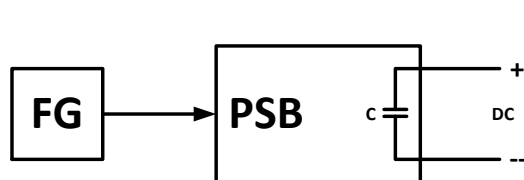
Funktion	Kurzerläuterung
Sinus	Sinus-Signalgenerierung mit einstellbarer Amplitude, Offset und Frequenz
Dreieck	Dreieck-Signalgenerierung mit einstellbarer Amplitude, Offset, Anstiegs- und Abfallzeit
Rechteck	Rechteck-Signalgenerierung mit einstellbarer Amplitude, Offset und Puls-Pausen-Verhältnis
Trapez	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)
PV-Tabelle (PS) PV EN50530 FC-Tabelle (PS)	Funktionen zur Simulation von Solarpaneelen (PV-Funktion) oder Brennstoffzellen (FC-Funktion), mit Berechnung anhand von Parametern (auch nach DIN EN 50530)
Batterietest	Batterieladung und -entladung mit konstantem oder gepulstem Strom, sowie Zeit-, Ah- und Wh-Messung
MPP-Tracking	Simulation des Lastverhaltens eines Solarwechselrichters an einer typischen Quelle (z. B. Solarpaneel) und dessen sog. Tracking-Funktion beim Finden des Maximum Power Point (MPP)

3.2 Allgemeines

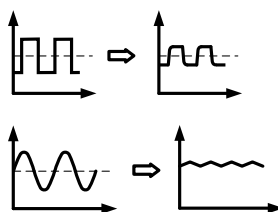
3.2.1 Aufbau

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, 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 DC-Leistungsstufen 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.

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 von Schaltnetzteilen als Spannungsquelle kann bei Anwendung einer Funktion auf den Sollwert der Spannung zur Beschädigung des Gerätes führen, da die dort am Ausgang befindlichen Kapazitäten ständig umgeladen werden, was bei Dauerbetrieb zu starker Erhitzung 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 80 A und Offset 80 A, wird der Funktionsgenerator einen Sinusverlauf des Stromes zwischen 0 A (min.) und 160 A (max.) erzeugen. Gleichzeitig hätte das eine Eingangsleistung zwischen 0 W (min.) und 16000 W (max.) zur Folge. Die Leistung wird aber stets auf den eingestellten Wert begrenzt. Wäre sie z. B. auf 12000 W eingestellt, würde der Strom rechnerisch auf 120 A begrenzt sein und würde man ihn über eine Stromzange auf einem Oszilloskop darstellen, würde er bei 120 A gekappt werden und nie die gewollten 160 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: „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 Senke-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.

Master-Slave-Systeme haben zusätzliche Gegebenheiten:



Am Ende der Konfiguration einer Funktion, wenn diese bereits geladen wurde und der Bildschirm nun die Hauptanzeige des Funktionsgenerators zeigt, können in dieser Anzeige Sollwerte, die sogenannten „U/I/P Limits“ eingestellt werden. Diese Werte werden in Master-Slave-Systemen als globale Sollwerte an alle Slaves übertragen. Es wird empfohlen, diese sorgfältig und passend einzustellen, so dass die Slaves den Kurvenablauf nicht negativ beeinträchtigen können.

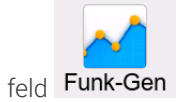
3.3 Manuelle Bedienung

3.3.1 Auswahl und Steuerung einer Funktion

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

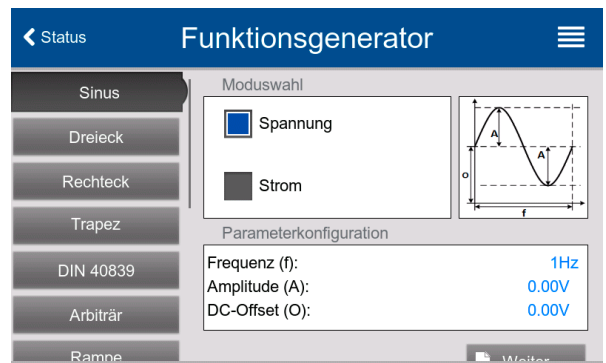
► So konfigurieren Sie eine Funktion

1. Bei ausgeschaltetem DC-Anschluss tippen Sie auf das Bedien-



feld

2. Im Menü wählen Sie links die gewünschte Funktion. Zuerst muss 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 einzustellen, dabei getrennt für Quelle- und Senke-Betrieb. Die ist besonders für den Master-Slave-Betrieb wichtig, weil die Slaves diese Grenzwerte übermittelt bekommen. 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-Slave-System nicht sein darf, da die Slave-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 dann kann gestartet werden. Bevor und während die Funktion läuft, sind die globalen Grenzwerte sowie funktionsbezogene Werte einstellbar.

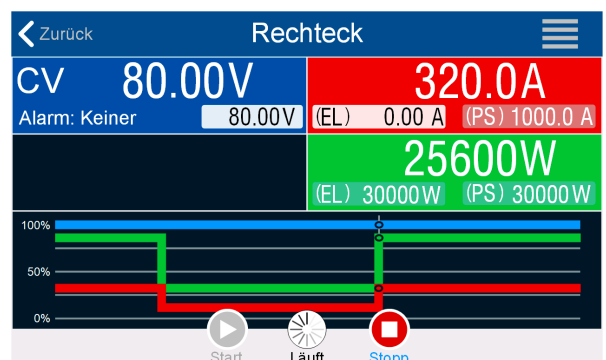
► So starten und stoppen Sie eine Funktion

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

Bedienfeld  tippen oder, sofern der DC-Anschluss momentan aus ist, die Taste **On/Off** betätigen.

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

- a) Bedienfeld : 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, der DC-Anschluss wird ausgeschaltet und der Alarm gemeldet.

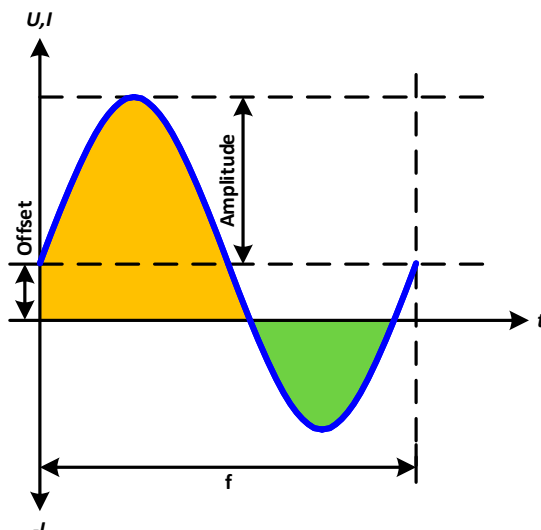
3.4 Sinus-Funktion

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-Terminal 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)	0V...(U _{Nenn} - Amplitude) oder -(I _{Nenn} - Amplitude)...+(I _{Nenn} - Amplitude)	Offset, bezogen auf den Nulldurchgang der mathematischen Sinuskurve

Bildliche Darstellung:	Anwendung und Resultat:
	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. Für die Berechnung der sich aus dem Verlauf maximal ergebenden Leistung muss die eingestellte Stromamplitude zunächst mit dem Offset addiert werden. Beispiel: Sie stellen bei einer Spannung von 100 V und sin(I) die Amplitude auf 80 A ein, bei einem Offset von +50 A. Die sich ergebende max. Leistung bei Erreichen des höchsten Punktes der Sinuskurve wäre dann $(80 \text{ A} + 50 \text{ A}) \cdot 100 \text{ V} = 13000 \text{ W}$ im Quelle-Anteil und $(50 \text{ A} - 80 \text{ A}) \cdot 100 \text{ V} = -3000 \text{ W}$ im Senke-Anteil.

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-Terminal 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)	0V...(U _{Nenn} - Amplitude) oder -(I _{Nenn} - Amplitude)...+(I _{Nenn} - 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:
	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. Der Offset verschiebt das Signal auf der Y-Achse. Die Summe der Zeiten t_1 und t_2 ergibt die Periodendauer und deren Kehrwert eine Frequenz. 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 (gleichschenkliges Dreieck) oder 99,9 ms:0,1 ms (Dreieck mit rechtem Winkel, auch Sägezahn genannt).

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-Terminal 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)	0V...(U _{Nenn} - Amplitude) oder -(I _{Nenn} - Amplitude)...+(I _{Nenn} - Amplitude)	Offset, bezogen auf den Fußpunkt des Rechtecks
Zeit t1	0.1ms...36000000ms	Zeit (Puls) des oberen Wertes (=Amplitude + Offset) des Rechtecksignals
Zeit t2	0.1ms...36000000ms	Zeit (Pause) des unteren Wertes (=Offset) des Rechtecksignals

Bildliche Darstellung:	Anwendung und Resultat:
	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. Der Offset verschiebt das Signal auf der Y-Achse. 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. 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.

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-Terminal 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)	0V...(U _{Nenn} - Amplitude) oder -(I _{Nenn} - Amplitude)...+(I _{Nenn} - 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:
	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. 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.

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 die 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-Terminal 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:
	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. 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. 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.

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	0%...50% U_{Nenn}	
DC-Start	$\pm(AC-Start...(Nennwert - AC-Start))$	
DC-Ende	$\pm(AC-Ende...(Nennwert - AC-Ende))$	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.

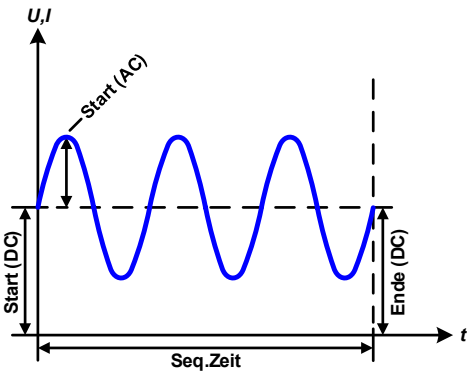
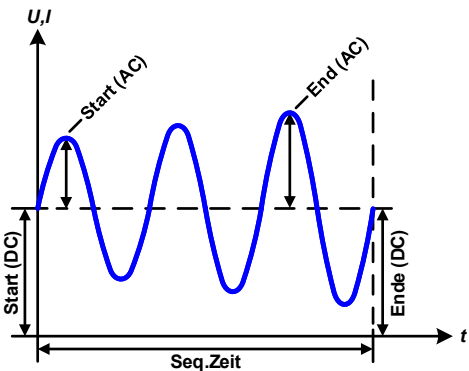
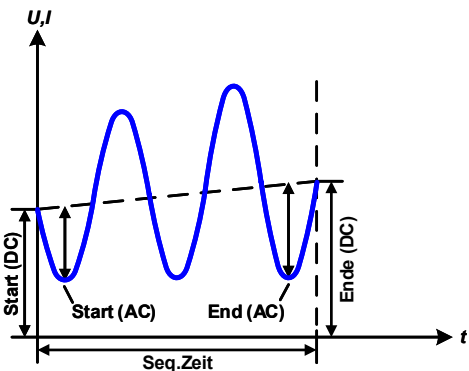
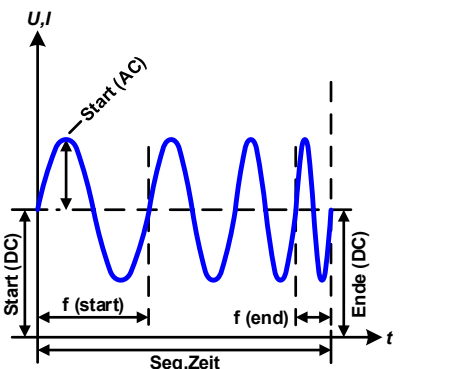


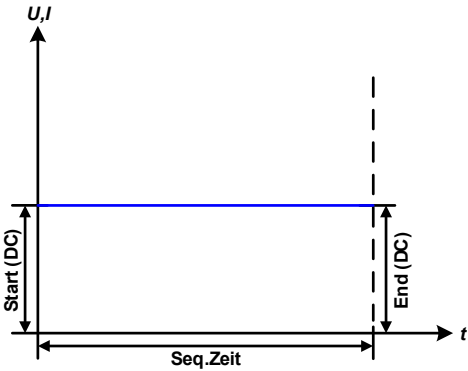
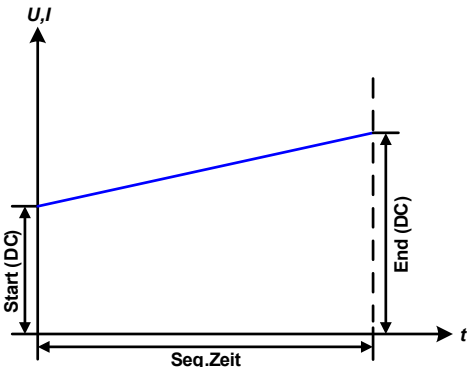
Die Amplitudenänderung zwischen Start und Ende steht im Zusammenhang mit der Sequenzpunktzeit. Man kann nicht eine beliebig kleine Änderung über eine beliebig große Zeit hinweg erzeugen. In so einem Fall lehnt das Gerät unpassende Einstellungen mit einer Meldung ab.

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:

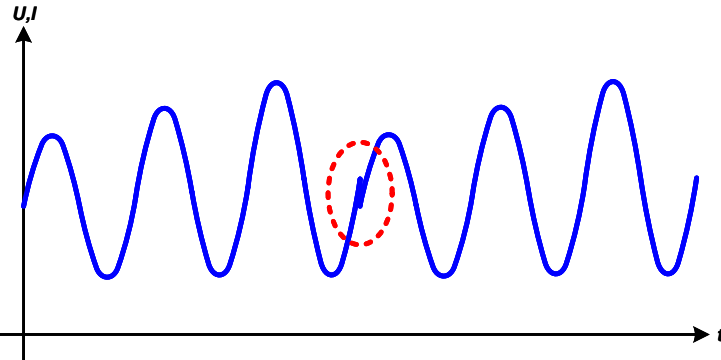
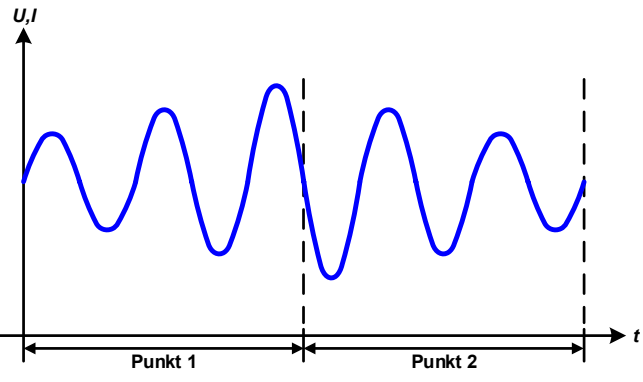
Parameter	Einstellbereich	Erläuterung
Sequenzzyklen	0 / 1...999	Anzahl der Abläufe des Sequenzpunktblocks (0 = unendlich)
Startsequenz	1...Endsequenz	Erster Sequenzpunkt des Sequenzpunktblocks
Endsequenz	Startsequenz...99	Letzter Sequenzpunkt des Sequenzpunktblocks

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

Bildliche Darstellungen:	Anwendungen und Resultate:
	Beispiel 1: Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunktes: 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. 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.
	Beispiel 2: Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunktes: 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.
	Beispiel 3: Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunktes: 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. 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.
	Beispiel 4: Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunktes: 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.

Bildliche Darstellungen:	Anwendungen und Resultate:
	Beispiel 5: Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunktes: 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.
	Beispiel 6: Betrachtung 1 Ablaufs 1 Sequenzpunktes: 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.

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:
	Beispiel 7 Betrachtung 2er Abläufe 1 Sequenzpunktes: 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.
	Beispiel 8 Betrachtung 1 Ablaufs von 2 Sequenzpunkten: 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.

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
- Das zu verwendende Spaltentrennzeichen (Semikolon, Komma) wird über die Einstellung **USB-Logging -> Trennzeichen-format** im Menü des Gerätes festgelegt und bestimmt auch das Dezimalzeichen (Komma, Punkt)
- 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 die Tabelle in «3.9 Arbiträr-Funktion»
B	AC-Ende	Siehe die Tabelle in «3.9 Arbiträr-Funktion»
C	Startfrequenz	0...10000 Hz
D	Endfrequenz	0...10000 Hz
E	Winkel	0...359°
F	DC-Start	Siehe die Tabelle in «3.9 Arbiträr-Funktion»
G	DC-Ende	Siehe die 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 «3.9 Arbiträr-Funktion».

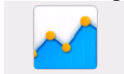
Beispiel-CSV:

	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 PSB 10080-1000 4U 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.

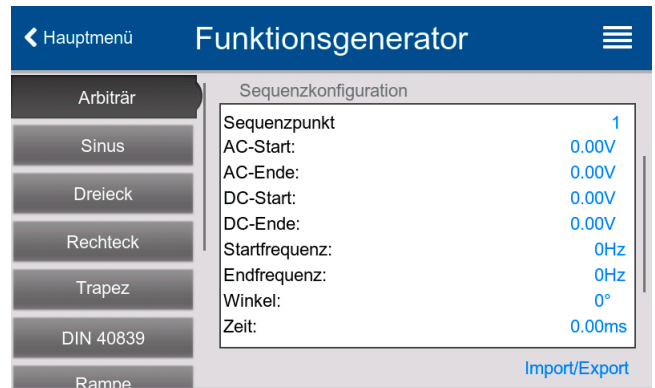
► So laden Sie eine Sequenzpunktabelle von einem USB-Stick

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



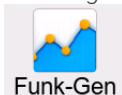
heraus mit **Funk-Gen** und wählen Sie Gruppe **Arbiträr**. Es erscheint die Anzeige wie rechts abgebildet.

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 öffnen Sie das Menü des Funktionsgenerators aus der Hauptanzeige heraus mit



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-Terminal 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:
	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. 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). 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.

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.

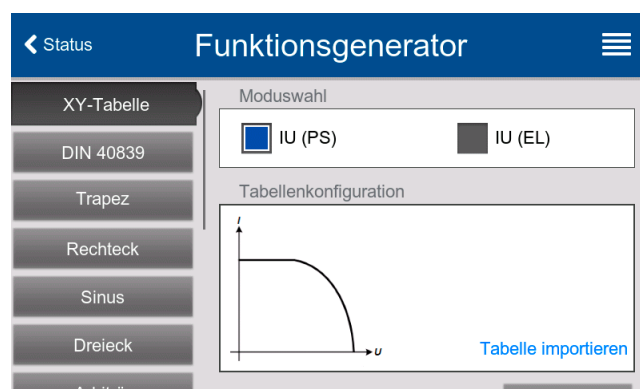


Die 4096 Werte innerhalb der Tabelle werden nur auf korrekte Größe und Anzahl hin untersucht. Würde man alle Werte in einem Diagramm darstellen, ergäbe sich eine bestimmte Kurve, die auch sehr große Stromsprünge vom einem Eintrag zum nächsten enthalten könnte. Das kann zu Komplikationen für die angeschlossene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

3.11.1 Laden von IU-Tabellen über USB

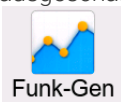
Die sogenannten IU-Tabellen können über die USB-Schnittstelle auf der Vorderseite des Gerätes von einem USB-Stick (FAT32-formatiert) geladen werden. Um dies tun zu können, muss die zu ladende Datei bestimmten Vorgaben entsprechen:

- 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 420 A-Modell haben und laden eine IU-Tabelle mit Stromwerten, dann darf keiner größer als 420 sein (Einstellgrenzen gelten hier nicht)
- Werte mit Nachkommastellen müssen ein Dezimaltrennzeichen haben, das der Auswahl **Trennzeichen-Format** im Menü **USB-Logging** entspricht, womit auch zwischen Komma und Punkt als Dezimaltrennzeichen unterschieden wird (im europäischen Standard ist das Komma verwendet)
- 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 öffnen Sie das Funktionsauswahlmenü aus der Hauptanzeige heraus durch Tippen auf  und wählen Sie Gruppe **XY-Tabelle**.
2. Rechts 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».

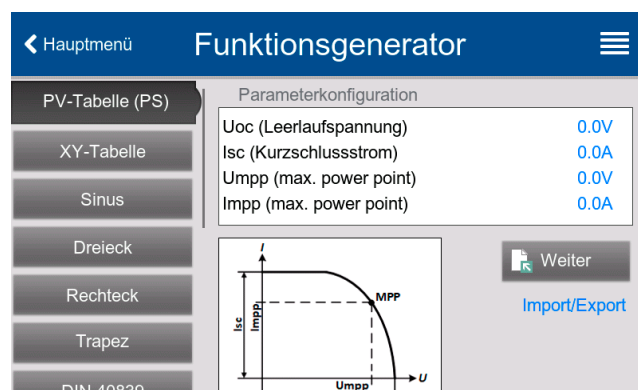
3.12 Einfache PV-Funktion (Photovoltaik)

3.12.1 Einleitung

Diese Funktion arbeitet ausschließlich im Quelle-Betrieb (PS) und nutzt den internen XY-Generator, um mit einer aus vier Einstellwerten generierten IU-Tabelle das Netzgerät dazu zu bringen, ein Solarmodul oder -paneel mit bestimmten Eigenschaften zu simulieren. Während die Funktion läuft, kann ein Wert **Einstrahlung** variiert werden, um verschiedene Lichtverhältnisse zu simulieren. Die wichtigsten Charakteristiken einer Solarzelle sind:

- der Kurzschlussstrom (hier: I_{SC}), maximaler Strom bei fast 0 V
- die Leerlaufspannung (hier: U_{OC}), die schon bei geringer Licht-einwirkung ihren fast maximalen Wert erreicht
- der „Maximum Power Point“ (MPP), an dem die Solarzelle die maximale Leistung abgeben kann, definiert durch U_{MPP} und I_{MPP}

Die Spannung im MPP (hier: U_{MPP}) liegt typisch etwa 20% unter U_{OC} , der Strom im MPP (hier: I_{MPP}) etwa 10% unter I_{SC} . Falls keine genauen Werte vorhanden sind, können **Umpp** und **Impp** entsprechend der typischen Werte eingestellt werden. Das Gerät begrenzt dabei die Einstellung des I_{MPP} nach oben hin auf den Wert von I_{SC} . Ebenso ist das bei U_{OC} und U_{MPP} .

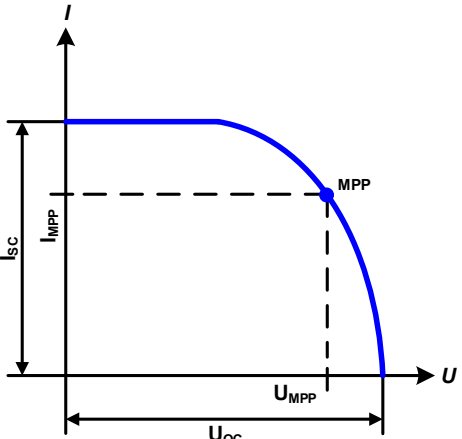


3.12.2 Anwendung

Der MPP (maximum power point) wird in der PV-Funktion, die auf einem XY-Generator mit IU-Charakteristik beruht, durch die beiden Einstellwerte **Umpp** und **Impp** definiert (siehe die bildliche Darstellung unten), die man aus dem Datenblatt des zu simulierenden Solarpanels entnehmen kann und hier angeben muss.

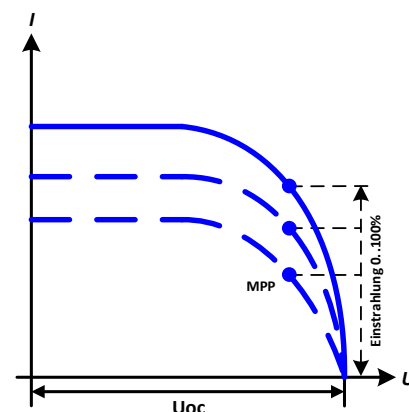
Folgende Parameter können für die PV-Funktion konfiguriert werden:

Parameter	Einstellbereich	Erläuterung
Uoc	Umpp...U_{Nenn}	Open circuit voltage, Leerlaufspannung
Isc	Impp...I_{Nenn}	Short-circuit current, Kurzschlussstrom
Umpp	0V...Uoc	DC-Anschlussspannung im MPP (Maximum Power Point)
Impp	0A...Isc	DC-Anschlussstrom im MPP (Maximum Power Point)

Bildliche Darstellung:	Anwendung und Resultat:
	Stellen Sie die vier Parameter auf gewünschte Werte ein. Ob die IU-Kurve bzw. die Leistungskurve des Panels sinnvoll resultieren, kann z. B. mit EA Power Control (nur bei freigeschalteter Funktionsgenerator-App) überprüft werden, indem man die gleichen Parameter dort eingibt und sich die berechnete Kurve anzeigen lässt. In der laufenden Simulation kann der Anwender anhand von Istwerten (Spannung, Strom, Leistung) feststellen, wo die Arbeitswerte des Netzgerätes bzw. des simulierten Solarpanels sind. Dazu kann ein Wert Einstrahlung (siehe das Bild weiter unten) zwischen 0% und 100% in 1%-Schritten eingestellt werden, der die Lichtsituation in der Umgebung des Solarpanels zwischen totaler Dunkelheit (0%) und minimaler Lichtfülle (100%) darstellt, die das Solarpanel benötigt um die max. Leistung zu liefern.

► So konfigurieren Sie die PV-Tabelle

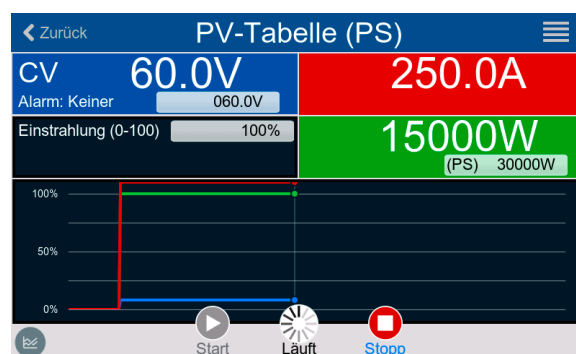
1. Im Funktionsgenerator-Auswahlmenü wischen Sie die Auswahl links hoch bis **PV-Tabelle (PS)** erscheint und tippen dieses an.
2. Stellen Sie die vier Parameter gemäß den zu simulierenden Daten ein.
3. Legen Sie unbedingt noch die globalen Grenzwerte für Spannung und Strom im Bildschirm fest, den Sie mit  erreichen. Die Spannung (**U**) sollte mindestens so hoch wie **U_{oc}** eingestellt sein.
4. Nachdem Sie die Werte für das zu generierende Signal eingestellt haben, tippen Sie auf , um die Funktion zu laden. Im Gegensatz zu anderen Funktionen wird hier der DC-Anschluss nicht automatisch eingeschaltet, weil die Funktion sonst sofort laufen würde. Daher muss man den DC-Anschluss separat einschalten, um die Funktion zu starten.



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

► So arbeiten Sie mit der PV-Tabellenfunktion

1. Mit angeschlossenem Verbraucher, z. B. einem Solar-Wechselrichter, starten Sie die Funktion, indem der DC-Anschluss eingeschaltet wird.
2. Verändern Sie den Wert **Einstrahlung** mit irgendeinem Drehknopf oder per Direkteingabe zwischen 100% (Standardwert) und 0%, um verschiedene Lichtverhältnisse zu simulieren. Die Istwerte auf dem Bildschirm zeigen an, wo sich der Arbeitspunkt befindet.
3. Stoppen Sie jederzeit mit dem Stopp-Bedienfeld oder durch Ausschalten des DC-Anschlusses.



3.13 FC-Tabellenfunktion (Brennstoffzelle)

3.13.1 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.

3.13.2 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:
	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. 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.

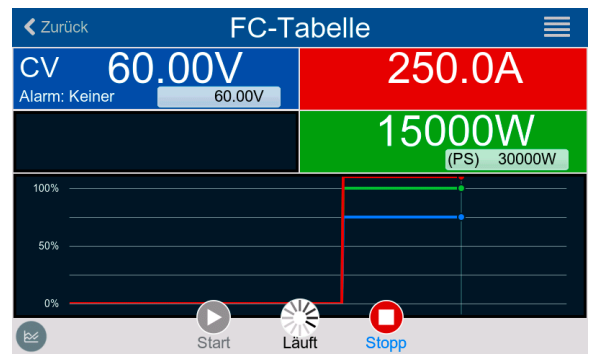
► So konfigurieren Sie die FC-Tabelle

1. Im Funktionsgenerator-Auswahlmenü tippen Sie auf **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.



3.14 Erweiterte PV-Funktion nach DIN EN 50530

3.14.1 Einleitung

Die manuell bedienbare sowie fernsteuerbare, erweiterte PV-Tabellenfunktion nach DIN EN 50530 basiert ebenso auf dem XY-Generator wie die einfache PV-Funktion aus Abschnitt 3.12. Sie bietet allerdings wesentlich mehr einstellbare Parameter für einen angepassten Solarwechselrichtertest. Welche zusätzlichen Parameter zur Verfügung stehen wird unten erläutert. Das Gerät kann jedoch nur die PV-Kurve berechnen und simulieren. Eine Bewertung des Wechselrichters nach dieser Norm kann nur im Zusammenspiel mit einer PC-Software erfolgen, z. B. mit EA Power Control. Diese ermittelt u. A. den Wirkungsgrad.

Das Zusammenspiel der Parameter in der zu berechnenden PV-Kurve wird in der Normschrift zur DIN EN 50530 u. A. mit Formeln näher beschrieben. Weitergehende Informationen sind dort zu finden. Hier wird nur auf die Konfiguration der Funktion und die Bedienung der Simulation eingegangen.

3.14.2 Unterschiede zur einfachen PV-Funktion

Bei der erweiterten PV-Funktion sind grundsätzlich einige Dinge anders bzw. zusätzlich zur einfachen Funktion:

- Es wird zwischen einer einmal ablaufenden Simulation und einem automatisch ablaufenden Tagesverlauf unterschieden, welcher aus bis zu 100.000 ladbaren Stützpunkten gestaltet werden kann
- Es stehen zwei feste und eine variable Panel-Technologie zur Auswahl
- Es sind mehr Parameter zur Laufzeit variabel
- Es können Verlaufsdaten aufgezeichnet und gespeichert (USB-Stick) bzw. abgerufen werden (dig. Schnittstelle)

3.14.3 Technologien und Technologieparameter

Als Teil der Konfiguration der erweiterten PV-Funktion muss gewählt werden, welche Panel-Technologie simuliert werden soll. Die Technologien **cSi** und **Dünnschicht** (thin film) sind invariabel in den Technologie-Parametern, die Technologie **Manuell** ist in allen Parametern variabel, jedoch nur innerhalb bestimmter Grenzen. Dies lässt die Anpassung der Simulation auf weitere Technologien zu bzw. wenn die festen Parameterwerte von **cSi** oder **Dünnschicht** nach **Manuell** kopiert werden, können diese in **Manuell** letztendlich doch variiert werden.

Der Vorteil der invariablen Technologien ist, dass die Technologieparameter automatisch gemäß Norm gesetzt werden. Zur Berechnung der PV-Kurve/Tabelle verwendete Technologieparameter und deren Standardwerte:

Kürzel	Name	Manuell	cSi	Dünnschicht	Einheit
FFu	Füllfaktor Spannung	>0...1 (0,8)	0,8	0,72	-
FFi	Füllfaktor Strom	>0...1 (0,9)	0,9	0,8	-
Cu	Korrekturfaktor für U_{oc} ⁽¹⁾	>0...1 (0,08593)	0,08593	0,08419	-
Cr	Korrekturfaktor für U_{oc} ⁽¹⁾	>0...1 (0,000109)	0,000109	0,0001476	m ² /W
Cg	Korrekturfaktor für U_{oc} ⁽¹⁾	>0...1 (0,002514)	0,002514	0,001252	W/m ²
alpha	Temperaturkoeffizient für I_{sc} ⁽²⁾	>0...1 (0,0004)	0,0004	0,0002	1/°C
beta	Temperaturkoeffizient für U_{oc} ⁽¹⁾	-1...<0 (-0,004)	-0,004	-0,002	1/°C

(1) U_{oc} = Leerlaufspannung eines Solarmoduls

(2) I_{sc} = Kurzschlussstrom (max. Strom) eines Solarmoduls

3.14.4 Simulationsmodus

Neben der zu simulierenden Panel-Technologie muss als Teil der Konfiguration noch ein Simulationsmodus gewählt werden:

Modus	Beschreibung
U/I	Steuerbare Simulation. In Abhängigkeit vom gewählten Eingabemodus, sind zur Laufzeit sind entweder die Leerlaufspannung U_{oc} (in V) und der Kurzschlussstrom I_{sc} (in A) oder Spannung/Strom des MPP des simulierten Solarmoduls variabel. Der Zwecks dieses Modus' ist es, den MPP in verschiedene Richtungen verschieben zu können.
E/T	Steuerbare Simulation. Zur Laufzeit sind die Einstrahlung (E, in W/m^2) und die Oberflächentemperatur (T, in $^{\circ}C$) des simulierten Panels veränderlich. Das wirkt sich letztendlich auch auf den MPP aus. Der Zwecks dieses Modus' ist es, die Auswirkung der Umgebungs- bzw. Oberflächentemperatur und des Lichteinfalls auf die Leistungsfähigkeit eines Solarmoduls zu ermitteln.
TAG U/I	Automatisch ablaufende Simulation. Ein Tagesverlauf aus bis zu 100.000 Stützpunkten, bestehend aus Vorgaben für U_{MPP} , I_{MPP} und Zeit.
TAG E/T	Automatisch ablaufende Simulation. Ein Tagesverlauf aus bis zu 100.000 Stützpunkten, bestehend aus Vorgaben für Einstrahlung, Temperatur und Zeit.

3.14.5 Tagesverlauf

Der sogenannte Tagesverlauf ist eine aus bis zu 100.000 Stützpunkten bestehende Kurve, welche über die sich ergebende Zeit automatisch abläuft. Für jeden auf dieser Kurve angefahrenen Punkt wird die PV-Tabelle bzw. PV-Kurve neu berechnet.

Jeder Stützpunkt besteht aus 3 Werten, wobei einer die Verweildauer des Punktes definiert. Bei langen Zeitwerten kann die Kurve durch eine zusätzlich aktivierbare Interpolation unterstützt werden. Diese berechnet und setzt Zwischenpunkte. Es muss demnach bei der Konfiguration berücksichtigt werden, ob der Tagesverlauf mit oder ohne Interpolation ablaufen soll.

Die Stützpunktdaten müssen in das Gerät geladen werden, entweder über eine CSV-Datei auf USB-Stick oder über eine digitale Schnittstelle. Formate der am HMI zu ladenden CSV-Datei mit den Tagesverlaufdaten:

- Für Modus **TAG E/T** (erforderliches Dateinamenformat: PV_DAY_ET_<beliebig>.csv)

	A	B	C	D
1	1	100	25	300000
2	2	101	25	2000
3	3	102	25	2000
4	4	103	25	2000
5	5	104	25	2000
6	6	105	25	2000
7	7	106	25	2000
8	8	107	25	2000
9	9	108	25	2000

Spalte A = **Index**

Eine aufsteigende Nummer von 1 bis 100000 (der erste nicht gefüllte Index lässt den Test stoppen)

Spalte B = **Einstrahlung** (E) in W/m^2

Zulässiger Bereich: 0...1500

Spalte C = **Oberflächentemperatur** (T) in $^{\circ}C$

Zulässiger Bereich: -40...80

Spalte D = **Verweildauer** in Millisekunden (ms)

Zulässiger Bereich: 500...1.800.000

- Für Modus **TAG U/I** (erforderliches Dateinamenformat: PV_DAY_UI_<beliebig>.csv)



Achtung! Die Werte in den Spalten B und C sind reale Werte und müssen zu dem verwendeten Gerät passen, ansonsten würde das Laden der Datei abgelehnt.

	A	B	C	D
1	1	63.5	120.3	500
2	2	63.6	121.1	500
3	3	63.7	121.9	500
4	4	63.8	122.7	500
5	5	63.9	123.5	500
6	6	64	124.3	500
7	7	64.1	125.1	500
8	8	64.2	125.9	500
9	9	64.3	126.7	500

Spalte A = **Index**

Eine aufsteigende Nummer von 1 bis 100000 (der erste nicht gefüllte Index lässt den Test stoppen)

Spalte B = **Spannung** U_{MPP} in V

Zulässiger Bereich: 0...Nennspannung des Gerätes

Spalte C = **Strom** I_{MPP} in A

Zulässiger Bereich: 0...Nennstrom des Gerätes

Spalte D = **Verweildauer** in Millisekunden (ms)

Zulässiger Bereich: 500...1.800.000



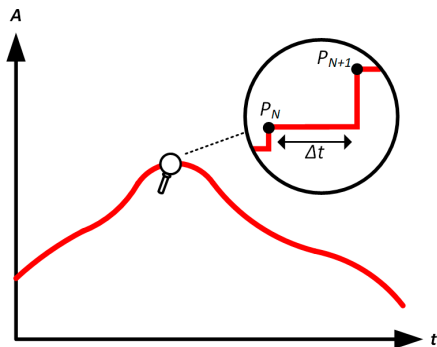
Die Darstellung gebrochener Zahlen (Dezimaltrennzeichen) ist abhängig von der Software, mit welcher die Tabelle erstellt wird und muss zu der Einstellung „USB Trennzeichen-Format“ in den allgemeinen Einstellungen des Gerätes passen, ansonsten würde das Laden der Datei abgelehnt. Ein deutsches Excel verwendet Kommas als Dezimaltrennzeichen und Semikolons als Spaltentrennzeichen (in Excel nicht sichtbar) passend zur Wahl „Standard“.

3.14.5.1 Interpolation

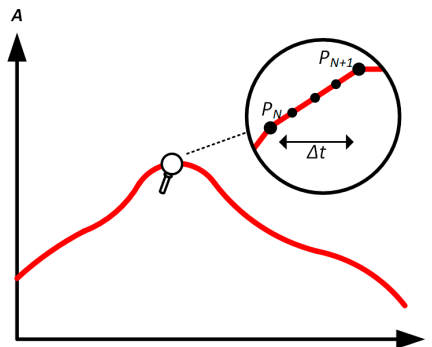
Die Interpolation oder Berechnung von Zwischenwerten ist eine aktivierbare Option für die Simulationsmodi **TAG U/I** und **TAG E/T**. Die Berechnung wirkt immer auf den zeitlichen Abstand von zwei aufeinanderfolgenden Stützpunkten der Tagesverlaufkurve. Die Verweildauer jedes Stützpunktes ist definierbar zwischen 0,5 und 1800 Sekunden (siehe oben, Format der Tagestrend-Datendatei). Während bei Verwendung des Minimalwertes von 500 ms keine Zwischenpunkte berechnet werden, gilt für eine höhere Verweildauer folgendes:

- Die Anzahl der Zwischenwerte wird aus der Verweildauer berechnet und möglichst gleichmäßig verteilt, wobei jeder Zwischenpunkt eine eigene Verweildauer zwischen 500 ms und 999 ms haben kann.
- Die Zwischenwerte berücksichtigen selbstverständlich auch die Steigung zwischen dem aktuellen und dem folgenden Stützpunkt und somit erhält jeder Zwischenwert eine entsprechende Wertänderung.

Verdeutlichung:



Ohne Interpolation - die Kurve ergibt Treppenstufen



Mit Interpolation - Die Kurve bleibt linear

Ein Beispiel: Die Verweildauer des 3450. Stützpunktes ist 3 Minuten, also 180 Sekunden. Es werden $180 / 0,5 - 1 = 359$ Zwischenpunkte à 0,5 s Dauer gesetzt bis der 3451. Stützpunkt erreicht wird. Es wird Modus DAY U/I gefahren und die Spannung ändert sich vom 3450. Stützpunkt zum 3451. Stützpunkt von 75 V auf 80 V, der Strom ändert sich von 18 A auf 19 A. Demnach ergibt sich rein rechnerisch ein $\Delta U / \Delta t$ von 27,7 mV/s und ein $\Delta I / \Delta t$ von 5,5 mA/s. In Abhängigkeit vom Gerätemodell sind solch geringe Steigungen nicht immer umsetzbar. Das Gerät würde trotzdem versuchen, beim ersten Zwischenwert eine Spannung von 75,0138 V und einen Strom von 18,0027 A zu setzen usw.

3.14.5.2 Datenaufzeichnung

In allen Simulationsmodi können Datensätze aufgezeichnet und entweder nach der Simulation auf USB-Stick gespeichert bzw. über digitale Schnittstelle ausgelesen werden. Letztere erlaubt es auch, die Daten bereits zur Laufzeit abzurufen.

Solange die Datenaufzeichnung läuft werden in einem festen Abstand von 100 ms Werte in einen Puffer geschrieben, der 576.000 Indexe enthalten kann. Das ergibt eine max. Aufzeichnungszeit von 16 Stunden. Mit jedem Aufzeichnungsschritt wird der Index um 1 erhöht. Bei Erreichen des Maximums wird der Index zurückgesetzt und der Puffer wieder von vorn überschrieben. Jeder Index enthält 6 Werte.

In den Konfigurationsmenüs am HMI ist beim Start des Funktionsgenerators die Option zum Speichern auf USB zunächst gesperrt. Erst nach Rückkehr von einem Simulationsdurchlauf kann eine Datei gespeichert werden, die x Zeilen mit je 6 Werten und einem Indexzähler enthält. Die Anzahl der Zeilen ergibt sich aus dem aktuellen Index. Im Gegensatz zur Fernsteuerung, wo man immer jeden der 576.000 Indexe anwählen und auslesen kann, orientiert sich das HMI am Indexzähler und speichert genau diese Anzahl Datensätze auf den USB-Stick. Jeder erneute Start der Simulation setzt bei manueller Bedienung am HMI den Indexzähler auf 1 zurück.

Aufbau der CSV-Datei bei Speicherung auf USB-Stick (Beispielwerte mit Einheit):

	A	B	C	D	E	F	G
1	Index	U actual	I actual	P actual	Umpp	Impp	Pmpp
2	1	0,29V	0,000A	0,0W	0,00V	0,000A	0,0W
3	2	0,29V	0,000A	0,0W	0,00V	0,000A	0,0W
4	3	0,29V	0,000A	0,0W	0,00V	0,000A	0,0W
5	4	0,29V	0,000A	0,0W	0,00V	0,000A	0,0W
6	5	0,30V	0,000A	0,0W	0,00V	0,000A	0,0W
7	6	0,28V	0,000A	0,0W	0,00V	0,000A	0,0W
8	7	0,28V	0,000A	0,0W	0,00V	0,000A	0,0W
9	8	0,28V	0,000A	0,0W	0,00V	0,000A	0,0W

Index = Aufsteigende Nummer

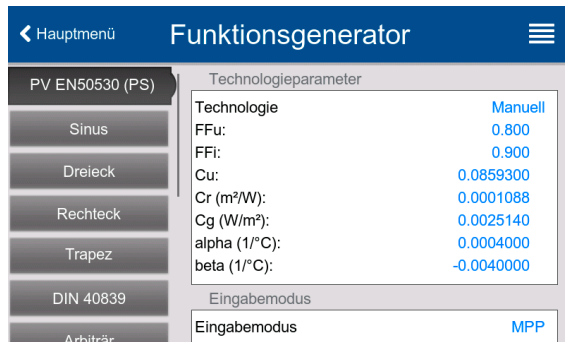
Uactual = Istwert der Spannung am DC-Anschluss

Iactual = Istwert der Strom am DC-Anschluss

Pactual = Istwert der Leistung am DC-Anschluss

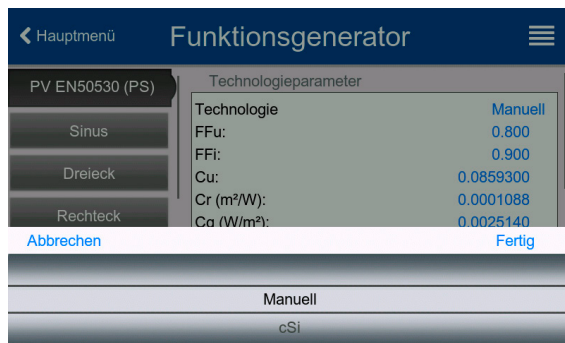
Umpp / Impp / Pmpp = Spannung, Strom und Leistung im MPP laut der aktuell berechneten Kurve

3.14.6 Schrittweise Konfiguration



Startpunkt

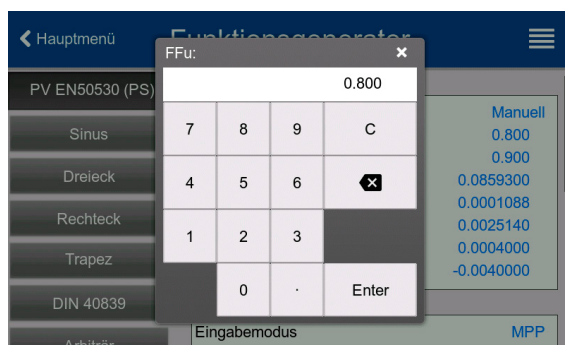
Im Menü **Funktionsgenerator** finden Sie die PV-Funktionen. Wählen Sie hier Gruppe **PV EN50530 (PS)**.



Schritt 1: Wahl der Technologie

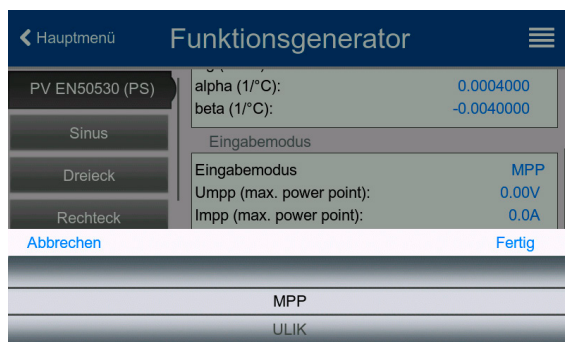
Die erweiterte PV-Funktion erzwingt die Auswahl einer zu simulierenden Panel-Technologie. Falls **cSi** oder **Dünnschicht** nicht passen bzw. Sie sich nicht sicher sind, wählen Sie **Manuell**.

Bei Wahl **Dünnschicht** oder **cSi** geht es weiter bei Schritt 2.



Schritt 1-1: Technologieparameter setzen

Bei gewählter Technologie **Manuell** können alle angezeigten Parameter variiert werden (antippen und Wert eingeben), sind jedoch nach Rücksetzen des Gerätes auf Standardwerten, die der Technologie **cSi** entsprechen. Sie müssen also nicht unbedingt verändert werden. Siehe die Übersicht in Abschnitt 3.14.3. Bei Wahl einer anderen Technologie werden die vordefinierten Parameterwerte angezeigt und auch gesetzt, sind aber dann nicht veränderlich. Es wird empfohlen, die Werte sorgfältig zu wählen, weil die daraus berechnete Kurve u. U. nicht wie erwartet funktionieren könnte.

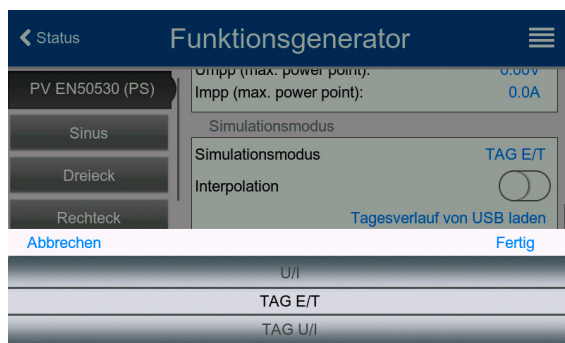


Schritt 2: Eingabemodus und Grundparameter des Solarmoduls

Die Wahl des Eingabemodus zwischen **MPP** (U_{MPP} und I_{MPP} sind einstellbar) und **ULIK** (U_{OC} und I_{SC} sind einstellbar) entscheidet, welche zwei Parameter vorgegeben werden müssen. Die jeweils anderen beiden werden durch Faktoren errechnet.

U_{OC} und I_{SC} sind Grenzwerte die üblicherweise aus den technischen Daten des zu simulierenden Solarmoduls entnommen werden. Je zwei Parameter stehen über die Füllfaktoren im Zusammenhang:

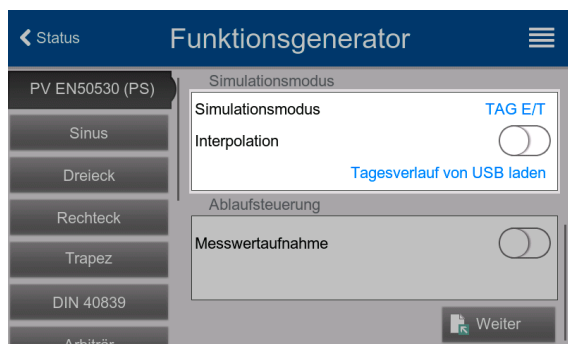
$$U_{MPP} = U_{OC} \times FFu / I_{MPP} = I_{SC} \times FFi$$



Schritt 3: Simulationsmodus wählen

Für eine Beschreibung der verfügbaren Modi siehe Abschnitt 3.14.4.

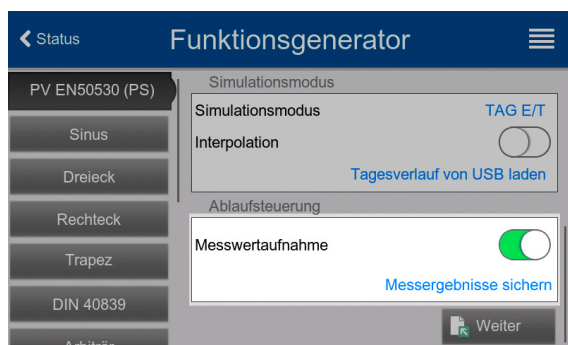
Bei Wahl **E/T** oder **U/I** geht es weiter zu **Schritt 4**, bei einem Tagestrend-Modus ist ein Zwischenschritt nötig.



Schritt 3-1: Tagesverlauf-Daten laden

Bei gewähltem Simulationsmodus **TAG ET** oder **TAG UI** müssen über das Bedienfeld **Tagesverlauf von USB laden** (siehe das Bild links) von einem USB-Stick und aus einer CSV-Datei mit bestimmter Benennung (siehe Abschnitt 1.9.6.5 im Installationshandbuch) und bestimmten Format (siehe Abschnitt 3.14.5) Tagesverlauf-Stützpunkte (1-100.000) in das Gerät geladen werden.

Außerdem kann wahlweise die Interpolation aktiviert werden. Mehr dazu in Abschnitt 3.14.5.1.



Schritt 4: Rest

Hier kann als vorletztes noch die Messwertaufnahme aktiviert werden, deren Messwerte später nach Ende der Simulation und Rückkehr in diesen Bildschirm mit Bedienfeld **Messergebnisse auf USB sichern** auf einen USB-Stick als CSV-Datei gespeichert werden können. Siehe dazu Abschnitt 3.14.5.2.

Gehen Sie danach mit **Weiter** in den nächsten Bildschirm, wo globale Grenzwerte für Spannung und Strom angepasst werden können. Die bereits gesetzten Werte sind schon passend für die Simulation.

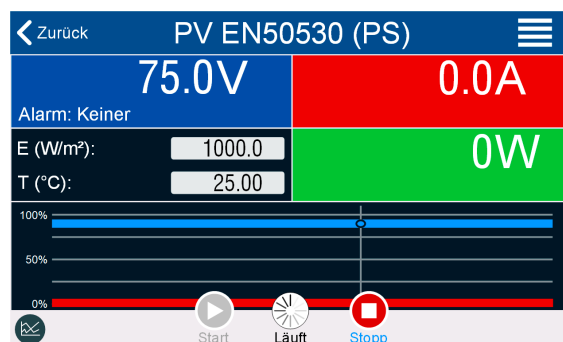
Die Konfiguration wird mit Bedienfeld **Weiter** abgeschlossen. Der Funktionsgenerator wechselt dann in den Steuerungsmodus.

3.14.7 Steuerung der Simulation

Nach dem Laden der Funktionsparameter wechselt der FG in die Steuerungsoberfläche. Die Funktion kann dann mit Taste „On/Off“ oder Bedienfeld  gestartet werden.

Gemäß des gewählten Simulationsmodus' sind im schwarz hinterlegten Feld zwei Simulationsparameter **per Direkteingabe** veränderlich. Dies geht **nicht per Drehknopf**, weil das Gerät sonst für jeden Schritt des Drehknopfes die PV-Kurve neu berechnen müsste. Das Beispielbild rechts zeigt den Bildschirm für Simulationsmodus **E/T**.

Bei einem der beiden Tagesverlauf-Modi würden hingegen keine einstellbaren Parameter angezeigt, da diese Modi nach dem Start automatisch ablaufen und auch stoppen, wenn die Summe der Verweildauern aller aufeinanderfolgenden Stützpunkte erreicht wurde. Die Modi **E/T** und **U/I** hingegen stoppen nur durch Interaktion des Benutzers bzw. durch einen Gerätealarm.



3.14.8 Stopp-Kriterien

Die Simulation kann durch verschiedene Umstände ungewollt stoppen:

1. Ein Gerätealarm ist aufgetreten, der den DC-Anschluss abgeschaltet hat (PF, OVP, OCP, OPP)
2. Ein Benutzer-Ereignis ist aufgetreten, dessen gewählte Aktion den DC-Anschluss abgeschaltet hat

Situation 2 kann durch sorgfältige Konfiguration des Gerätes an sich, außerhalb vom Funktionsgenerator, vermieden werden. Mit dem Stopp der Simulation in beiden Situationen stoppt auch die Datenaufzeichnung.

3.14.9 Auswertungsmöglichkeiten

Nach dem Stopp der Simulation, aus welchem der genannten Gründe auch immer, können zwecks Auswertung des Tests Messwerte auf USB-Stick gespeichert oder alternativ über digitale Schnittstelle ausgelesen werden, sofern die Messwertaufzeichnung in der Konfiguration aktiviert wurde. Nachträgliches Starten der Aufzeichnung zur Laufzeit ist bei manueller Bedienung nicht möglich, bei Fernsteuerung hingegen schon. Beim Speichern auf USB-Stick werden immer alle aktuell vorhandenen Datensätze gespeichert, über digitale Schnittstelle hat man die Wahl, wieviele man auslesen will. Letzteres bestimmt auch die Dauer des Auslesevorgangs.

Die Daten können zur weiteren Betrachtung, Auswertung und Bestimmung von Eigenschaften des angeschlossenen (Solar-) Wechselrichters herangezogen werden. Siehe dazu die Normschrift der EN 50530.

3.14.9.1 Die PV-Kurve speichern

Die letzte, in der Simulation berechnete PV-Kurve kann nach deren Stopp über eine digitale Schnittstelle ausgelesen oder auf USB-Stick gespeichert werden. Das kann zur Überprüfung der eingegebenen Parameter dienen. Bei den Modi TAG E/T und TAG U/I macht das Ganze weniger Sinn, weil die PV-Kurve bei jedem Stützpunkt neu berechnet wird und man immer nur die zum letzten Punkt gehörige hätte.

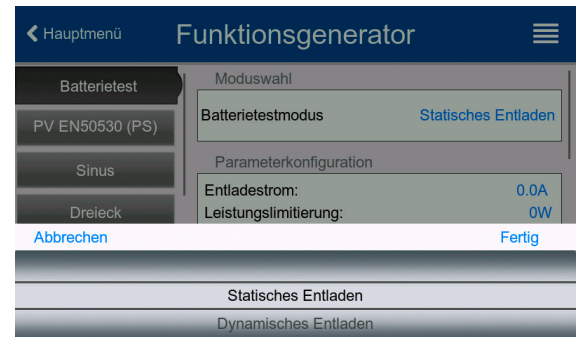
Man erhält durch das Auslesen bis zu 4096 Stromwerte. Die Visualisierung der Tabellendaten in einem XY-Diagramm in z. B. Excel zeigt die berechnete Form auf.

3.15 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.

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. In dieser Form ist der dynamische Test nur am HMI, sowie in der Software **EA Power Control** (als kostenpflichtiges Extra) verfügbar, aber nicht über digitale oder analoge Fernsteuerung. Anwender, die den Batterietest über Fernsteuerung programmieren, können den dynamischen Test nachbilden, indem der statische Ladetest separat vom statischen Entladetest konfiguriert und gesteuert wird.



Zur Auswahl stehen die vier Testmodi **Statistisches Entladen** (konstanter Strom), **Dynamisches Entladen** (gepulster Strom), **Statistisches Laden** (konstanter Strom) und **Dynamischer Test** (Ablauf von statischer Ladung/Entladung).

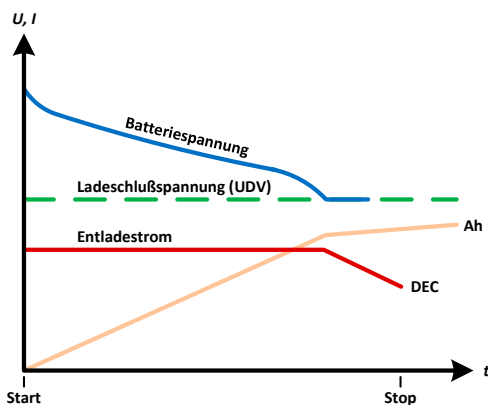
Beim **statischen Entlade-Modus**, auch genannt CC-CV-Modus, welcher standardmäßig mit Konstantstrom (CC) abläuft, wird bis zur einstellbaren Entladeschlussspannung (U_{DV}) entladen, wonach das Gerät in Konstantspannungsbetrieb (CV) wechselt und die Batterie weiter entlädt, hin bis zum einstellbaren Entladeschlussstrom (DEC), bei dessen Erreichen die Entladung stoppt.

Beim **dynamischen 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.

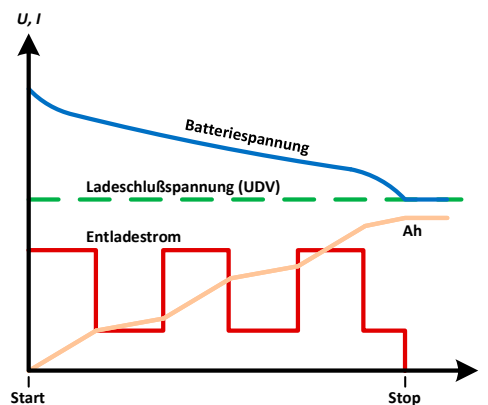


Bei Batterietests mit hohen Pulsströmen könnte es vorkommen, dass die Batteriespannung durch die pulsartige Belastung kurz unter die Schwelle der Entladeschlussspannung (U_{DV}) gelangt und der Test sofort beendet wird. Daher sollte die U_{DV} entsprechend niedriger eingestellt werden.

Grafische Verdeutlichung beider Entlade-Modi:



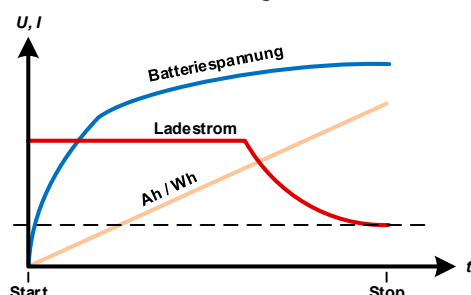
Statische Entladung



Dynamische Entladung

Die **statische 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.

Grafische Verdeutlichung der statischen Ladung:



Der vierte Modus ist der **dynamische Test**, der eine Lade- und Entladephase mit einigen zusätzlichen Einstellmöglichkeiten kombiniert. Man kann hierbei z. B. 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.

3.15.1 Einstellwerte für den statischen Entladetest

Folgende Parameter können für das statische Entladen konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
Entladestrom	0A...I _{Nenn}	Maximaler Entladestrom (in Ampere)
Entladeschlussspannung	0V...U _{Nenn}	Minimale Spannung, bis zu der die Batterie entladen wird (in Volt)

3.15.2 Einstellwerte für den dynamischen Entladetest

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...36000s	Zeit t1 = Zeit für den oberen Stromwert (Puls)
Zeit t2	1s...36000s	Zeit t2 = Zeit für den unteren Stromwert (Pause)

3.15.3 Einstellwerte für den statischen Ladetest

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

3.15.4 Einstellwerte für den dynamischen 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

3.15.5 Stoppbedingungen

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

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
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, nach welcher der Test automatisch stoppen kann. Dieses Stoppkriterium ist optional, so dass ein Test auch länger als 10 h laufen kann.

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
Aktion: Ah-Limit	Keine, Signal, Test-Ende	Aktiviert/deaktiviert einen Ah-Zähler, der den Test bei Erreichen der entnommenen Batteriekapazität stoppt
Entladekapazität Ladekapazität Batterietestkapazität	0Ah...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.
Entladeschlussstrom	0A...I_{Nenn}	Nur verwendet bei: Statisches Entladen . Dieser stoppt nicht bei Erreichen der Entladeschlussspannung, sondern bei Erreichen dieser Stoppbedingung.
Entladeschlussspannung	0V...U_{Nenn}	Nur verwendet bei: Dynamisches Entladen . Minimale Spannung in Volt, bis zu der die Batterie entladen wird und wo der Test stoppt.

3.15.6 Anzeigewerte

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

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

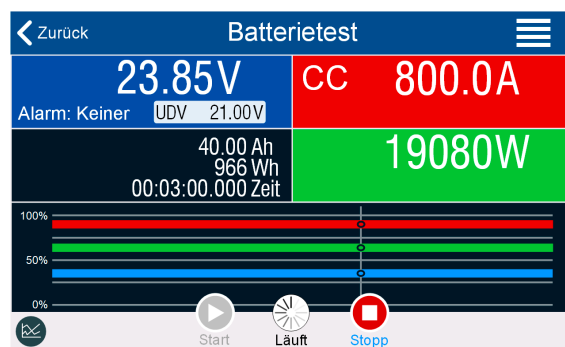


Bild 3 - Anzeigebeispiel vom statischen Entladen

3.15.7 Datenaufzeichnung auf USB-Stick

Für alle Testmodi kann am Ende der Konfiguration eine Datenaufzeichnungsfunktion aktiviert werden, welche standardmäßig ausgeschaltet ist:

Parameter	Einstellbereich	Erläuterung
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

Wurde sie aktiviert, während ein USB-Stick mit entsprechender Formatierung (siehe Abschnitt 1.9.6.5 im Installationshandbuch) im USB-Port am Bedienteil gesteckt war, 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.

Aufbau der Logdatei anhand des Beispiels des statischen Entladetests:

	A	B	C	D	E	F	G
1	Static:Uset	Iset	Pset	Rset	DV	DT	DC
2	0,00V	0,00A	1200W	OFF	0,00V	10:00:00	99999,00Ah
3							
4	Uactual	Iactual	Pactual	Ah	Wh	Time	
5	0,34V	0,00A	0W	0,00Ah	0,00Wh	00:00:00,800	
6	0,28V	0,00A	0W	0,00Ah	0,00Wh	00:00:01,800	
7	0,28V	0,00A	0W	0,00Ah	0,00Wh	00:00:02,800	
8	0,28V	0,00A	0W	0,00Ah	0,00Wh	00:00:03,800	

Static = Aktueller Modus
Iset = Stromsollwert
Pset = Leistungssollwert
Rset = Gewünschter Widerstand
DV = Entladeschlussspannung
DT = Entladezeit
DC = Entladeschlusskapazität
U/I/Pactual = Istwerte
Ah = Entnommene Kapazität
Wh = Entnommene Energie
Time = Testzeit

3.15.8 Abbruchbedingungen

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

- Manuelle Betätigung der Taste „Stopp“ am HMI
- Irgendeinen Geräte-Alarm wie OT usw.
- 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

3.16 MPP-Tracking-Funktion

Das MPP im Namen der Funktion steht für „maximum power point“ und bezeichnet den Punkt an dem die Leistung eines Solarmoduls am höchsten ist. Diesen MPP versuchen sog. Solarwechselrichter durch einen Suchvorgang (engl. „tracking“) zu finden und zu verfolgen.

Der Senke-Betrieb des Gerätes imitiert dieses Verhalten und kann somit dem Test von Solarpaneelen dienen, ohne einen Solarwechselrichter betreiben zu müssen, der aufgrund seines Aufbaus am AC-Ausgang wiederum eine AC-Last bräuchte. Dabei kann das Gerät in allen für die Funktion verfügbaren Parametern beliebig variiert werden und zwecks Datenerfassung eine Reihe von Messwerten herausgeben (nur auslesbar über digitale Schnittstelle). Diese Messwerte stellen 100 Punkte auf der U/I-Kurve dar, auf welcher sich der MPP befindet.

Alternativ können auch DC-Eingangswerte wie Strom und Spannung am Gerät auf USB-Stick aufgezeichnet werden. Die Senke ist dadurch flexibler einsetzbar als ein Solarwechselrichter, weil dessen DC-Eingangsbereich eingeschränkt ist.

Die MPP-Tracking-Funktion bietet **vier Modi** zur Auswahl. Die Eingabe von Werten erfolgt hier nur über Direkteingabe per Touchscreen.

3.16.1 Modus MPP1

Dieser Modus wird auch „MPP finden“ genannt. Er ist die einfachste Möglichkeit, ein MPP-Tracking durchzuführen.

Benötigt werden dazu nur drei Parameter. Der Wert U_{OC} ist erforderlich, damit das Tracking den MPP schneller finden kann als wenn das Gerät bei 0 V oder Nennspannung starten würde. Trotzdem startet es leicht oberhalb des eingegebenen U_{OC} -Wertes. I_{SC} wiederum dient als obere Grenze für den Strom, weil eine Senke die Spannung nach unten hinten nur begrenzen kann, indem sie den Innenwiderstand verringert und somit den Strom erhöht.

Folgende Parameter können für den Tracking-Modus **MPP1** konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
U_{OC} (Leerlaufspannung)	0V... U_{Nenn}	U_{OC} des Solarpaneels, aus dessen Spezifikationen entnommen
I_{SC} (Kurzschlussstrom)	0A... I_{Nenn}	I_{SC} des Solarpaneels, aus dessen Spezifikationen entnommen
Trackingintervall (Δt)	5ms...60000ms	Zeit zwischen zwei Trackingversuchen während der MPP-Suche

Anwendung und Resultat:

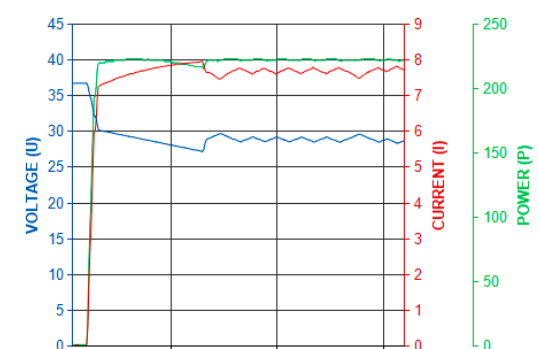
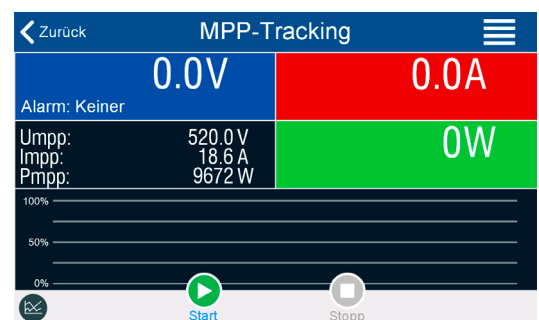
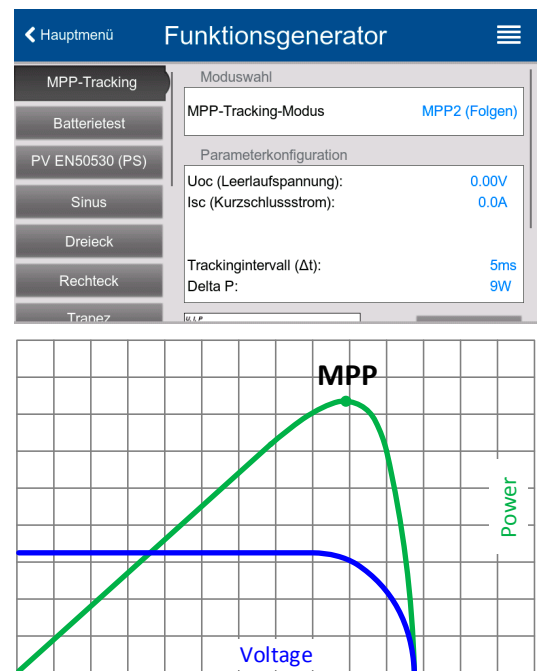
Nach Eingabe der drei Parameter kann die Funktion direkt gestartet werden. Sobald der MPP gefunden wurde, stoppt die Funktion mit ausgeschaltetem DC-Eingang und die ermittelten Werte für Strom (I_{MPP}), Spannung (U_{MPP}) und Leistung (P_{MPP}) im MPP werden auf der Anzeige ausgegeben.

Die Dauer eines Trackingvorgangs hängt dabei maßgeblich vom Parameter Δt ab. Bei den minimal setzbaren 5 ms können sich bereits mehrere Sekunden Suchzeit ergeben.

3.16.2 Modus MPP2

Dieser Modus simuliert das eigentliche Trackingverhalten eines Solarwechselrichters, indem der Funktionsablauf nach dem Finden des MPP nicht gestoppt, sondern um den MPP herum geregelt wird. Das geschieht, der Natur eines Solarpaneels geschuldet, immer unterhalb des MPP. Nach Erreichen des MPP sinkt die Spannung zunächst und somit auch die Leistung. Der zusätzliche Parameter **Delta P** definiert, wie weit die Leistung absinken darf, bevor die Richtung der Spannungsänderung wieder umgekehrt und der MPP erneut angefahren wird. Spannung und Strom resultieren dadurch in einen zickzackförmigen Verlauf.

Eine mögliche Darstellung des Verlaufs ist im Bild rechts zu sehen. Durch einen kleinen **Delta P**-Wert erscheint die Leistungskurve fast linear. Das Gerät arbeitet dann immer nah am MPP.



Folgende Parameter können für den Tracking-Modus **MPP2** konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
U_{OC} (Leerlaufspannung)	0V...U_{Nenn}	U _{OC} des Solarpaneels, aus dessen Spezifikationen entnommen
I_{SC} (Kurzschlussstrom)	0A...I_{Nenn}	I _{SC} des Solarpaneels, aus dessen Spezifikationen entnommen
Trackingintervall (Δt)	5ms...60000ms	Zeit zwischen zwei Trackingversuchen während der MPP-Suche
Delta P	0W...P_{Nenn}	Regeltoleranz unter dem MPP

3.16.3 Modus MPP3

Auch genannt „Direkt“ ist dieser Modus ähnlich Modus MPP2, aber ohne die anfängliche Suche des MPP, da dieser anhand der Benutzervorgaben (U_{MPP}, P_{MPP}) direkt angefahren wird. Falls die MPP-Werte des zu testenden Prüflings bekannt sind, soll das helfen, die Zeit der Suche nach dem MPP in wiederholten Tests einzusparen. Das restliche Verhalten ist wie bei Modus MPP2. Während und nach dem Ablauf der Funktion werden die ermittelten Werte für Strom (I_{MPP}), Spannung (U_{MPP}) und Leistung (P_{MPP}) im MPP auf der Anzeige ausgegeben.

Folgende Parameter können für den Tracking-Modus **MPP3** konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
U_{OC} (Leerlaufspannung)	0V...U_{Nenn}	U _{OC} des Solarpaneels, aus dessen Spezifikationen entnommen
I_{SC} (Kurzschlussstrom)	0A...I_{Nenn}	I _{SC} des Solarpaneels, aus dessen Spezifikationen entnommen
U_{MPP} (max. power point)	0V...U_{Nenn}	Spannung im MPP
P_{MPP} (max. power point)	0W...P_{Nenn}	Leistung im MPP
Trackingintervall (Δt)	5ms...60000ms	Zeit zwischen zwei Trackingversuchen während der MPP-Suche
Delta P	0W...P_{Nenn}	Regeltoleranz unterhalb des MPP

3.16.4 Modus MPP4

Dieser Modus bietet kein Tracking im Sinne der anderen Modi, dient aber durch eine benutzerdefinierbare Kurve zur gezielten Auswertung. Der Anwender kann bis zu 100 Punkte auf einer beliebigen Spannungskurve vorgeben und alle oder einen Teil davon abfahren lassen. Die Punkte lassen sich nur von einem USB-Stick laden. Zwischen zwei Punkten vergeht die einstellbare Zeit Δt, der Durchlauf der definierten Punkte kann 0-65535 mal wiederholt werden. Nach Ende der Funktion stoppt sie automatisch mit ausgeschaltetem DC-Eingang und stellt dann pro benutzerdefiniertem Kurvenpunkt einen Messwertsatz (Istwerte U, I, P) zur Verfügung. Außerdem werden die Werte des Datensatzes mit der höchsten Ist-Leistung auf der Anzeige ausgegeben. Geht man dann auf dem Bildschirm **Zurück**, können die 100 Messwertsätze als Datei auf einen USB-Stick gespeichert werden. Alternativ ist nach dem Stopp der Funktion das Auslesen über digitale Schnittstelle möglich.

Folgende Parameter können für den Tracking-Modus **MPP4** konfiguriert werden:

Wert	Einstellbereich	Erläuterung
Start	1...Ende	Startpunkt für den Ablauf von x aus 100 Punkten
Ende	Start...100	Endpunkt für den Ablauf von x aus 100 Punkten
Wiederholungen	0...65535	Anzahl der Wiederholungen des Durchlaufs von Start bis Ende
Regelintervall Δt	5ms...60000ms	Zeit zwischen zwei Trackingversuchen während der MPP-Suche

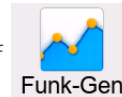
3.16.4.1 Kurvendaten für Modus MPP4 von USB-Stick laden

Die Spannungswerte werden in Form einer CSV-Tabelle von einem USB-Stick geladen. Siehe dazu auch Abschnitt 1.9.6.5 im Installationshandbuch wegen der vorgesehenen Benennung. Im Gegensatz zur manuellen Einstellung, wo man nur die Anzahl Punkte definieren würde, die man auch nutzen möchte, lädt die Tabelle immer alle 100 Punkte. Trotzdem gilt der festgelegte Bereich zwischen **Start** und **Ende** auch hier.

Definition des Dateiformats:

- Die Datei muss eine Textdatei sein und die Endung *.csv haben
- Die Datei darf nur eine Spalte mit Spannungswerten (0...Nennspannung des Gerätes) enthalten
- Die Datei muss genau 100 Zeilen mit 100 Werten ohne Lücken enthalten
- Das Dezimaltrennzeichen von gebrochenen Zahlen muss der Einstellung „USB Trennzeichenformat“ in den allg. Einstellungen des Gerätes übereinstimmen, wobei die Wahl **Standard** ein Komma als Dezimaltrennzeichen erwartet und Wahl **US** einen Punkt

► So laden Sie Kurvendaten für MPP4



1. Bei ausgeschaltetem DC-Eingang aktivieren den **Funktionsgenerator** durch Tippen auf **Funk-Gen** und rollen in der Auswahl links runter zu **MPP-Tracking**.
2. Im Feld „Moduswahl“ auf **MPP4 (Benutzerkurve)** wechseln. Dann erscheint im unteren Teil bei „Parameter“ ein Bedienfeld **MPP4 Spannungswerte laden**. Dieses antippen.
3. USB-Stick einstecken, wenn nicht bereits geschehen.
4. Im nächsten Bildschirm wird der Stick nach kompatiblen Dateien durchsucht und diese werden aufgelistet. Davon eine wählen und mit  laden.

3.16.4.2 Ergebnisdaten vom MPP4-Durchlauf auf USB speichern

Nach jedem Durchlauf der Funktion MPP4 liegen neue Ergebnis-Datensätze vor, die man auf einen USB-Stick speichern kann. Dabei werden immer 100 Datensätze gespeichert, auch wenn der Durchlauf nicht von Punkt 1 bis 100 erfolgte. Den entsprechenden Block kann man später aus der Datei herausfiltern. Die Datensätze enthalten zu jedem angefahrenen Spannungspunkt auf der benutzerdefinierten Kurve drei Istwerte (U, I, P). Kurvenpunkte, die nicht definiert wurden, sind auf 0 V gesetzt. Das führt bei einer elektronischen Last dazu, dass sie bei diesen den max. Strom aufnehmen könnte, weil für Modus MPP4 Strom und Leistung auf das Maximum gesetzt werden. Daher ist die korrekte Wahl von **Start** und **Ende** sehr wichtig.

Format der Ergebnisdaten-Datei (siehe auch Abschnitt 1.9.6.5 im Installationshandbuch für die Benennung):

	A	B	C
1	1,01V	20,960A	21,0W
2	2,99V	20,970A	63,0W
3	3,99V	20,970A	84,0W
4	5,99V	20,940A	125,0W
5	7,00V	20,920A	146,0W
6	8,00V	20,930A	168,0W
7	9,00V	20,950A	188,0W
8	9,99V	20,960A	210,0W
9	10,99V	20,970A	231,0W

Legende:

- Spalte A: Spannungswerte der Punkte 1-100 (= U_{MPP})
- Spalte B: Stromwerte der Punkte 1-100 (= I_{MPP})
- Spalte C: Leistungswerte der Punkte 1-100 (= P_{MPP})
- Zeilen 1-100: Ergebnisdatensätze aller Kurvenpunkte



Die Werte in der Beispieltabelle links sind mit phys. Einheiten. Sollte dies nicht gewünscht sein, können diese über die Einstellung „Logging mit Einheit (V,A,W)“ im Menü in „Einstellungen“ deaktiviert werden.

► So speichern Sie die Ergebnisdaten vom MPP4-Test auf USB-Stick

1. Nachdem die MPP4-Funktion durchgelaufen ist, stoppt sie automatisch. Tippen Sie oben links auf **Zurück** um wieder in den Konfigurationsbildschirm von MPP4 zu gelangen.
2. USB-Stick einstecken, wenn nicht bereits geschehen.
3. Tippen Sie dort auf **Messergebnisse sichern**. Im nächsten Bildschirm wird der Stick nach kompatiblen Dateien durchsucht und diese werden aufgelistet. Wählen Sie eine zum Überschreiben oder, wenn eine neue erzeugt werden soll, wählen Sie keine aus. Dann mit  bestätigen.

3.17 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 Dokumentation „Programmieranleitung ModBus & SCPI“ erläutert die Vorgehensweise.

Folgendes gilt generell:

- Der Funktionsgenerator ist nicht bzw. nur bedingt über die analoge Schnittstelle fernbedienbar; der einzige effektive Einfluss kann vom Pin REM-SB kommen, wenn dieser den DC-Anschluss aus- oder einschaltet, wodurch die Funktion dann auch stoppt oder neu startet.
- Der Funktionsgenerator ist nicht verfügbar, solange der sog. Widerstands-Betrieb (R-Modus) aktiviert ist

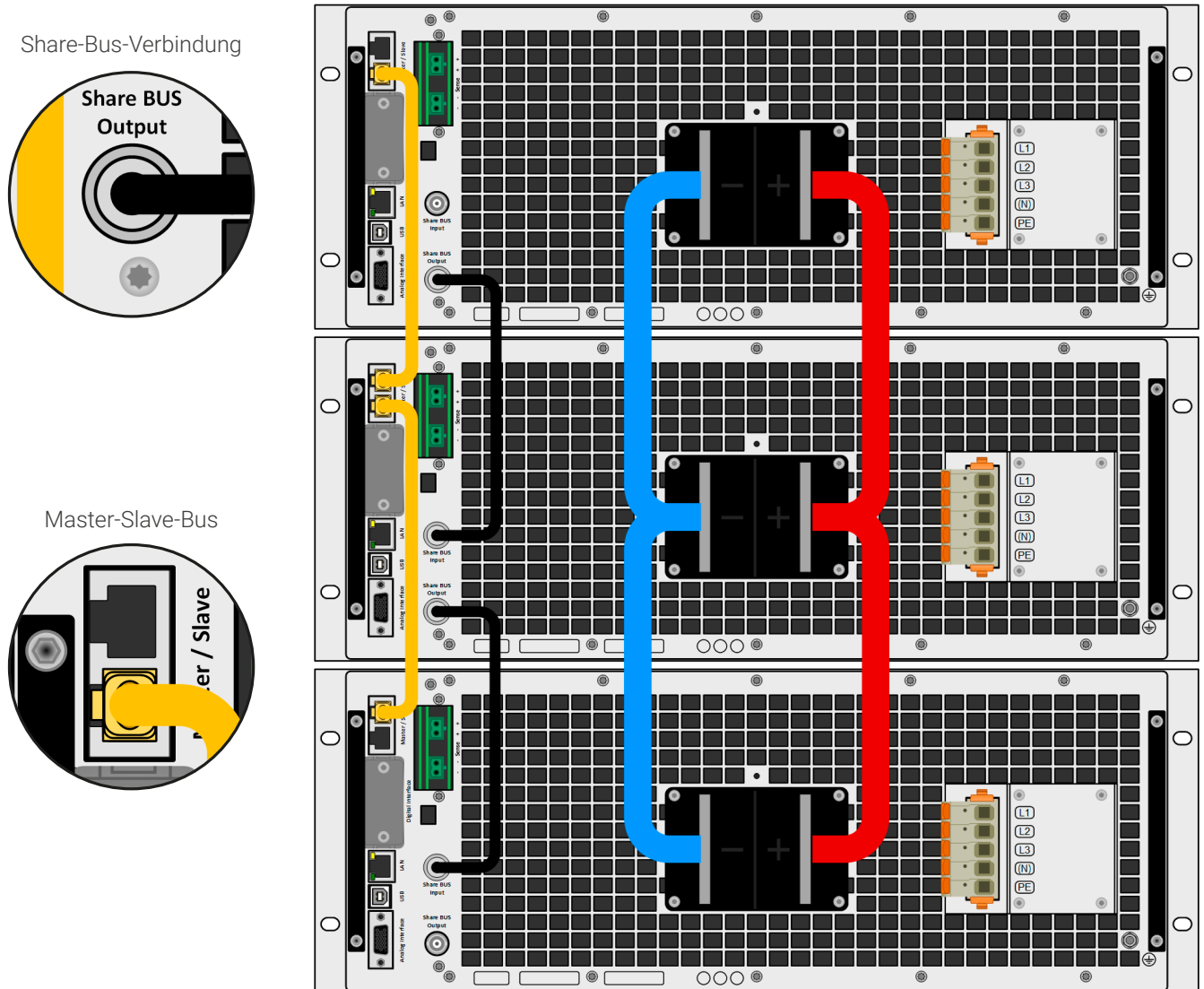
4. Weitere Anwendungen (2)

4.1 Parallelschaltung als Master-Slave (MS)

Mehrere Geräte gleicher Art können zu einer Parallelschaltung verbunden werden, um eine höhere Gesamtleistung zu erzielen. Für die Parallelschaltung werden üblicherweise alle Einheiten an ihren DC-Anschlüssen, dem Share-Bus und dem Master-Slave-Bus verbunden. Der Geräteverbund kann dann wie ein System, wie ein größeres Gerät mit mehr Leistung betrachtet und behandelt werden.

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

Prinzipdarstellung ohne Last bzw. externe Quelle:



4.1.1 Einschränkungen

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

- Das MS-System reagiert auf Alarmsituationen zum Teil anders (siehe unten, Abschnitt 4.1.8)
- Obwohl die Share-Bus-Verbindung dem System hilft, die Spannung aller beteiligter Geräte so schnell wie möglich auszuregulieren, ist eine Parallelschaltung nicht so dynamisch wie ein Einzelgerät
- Verbindung zu identischen Modellen aus anderen Serien wird zwar unterstützt, ist aber begrenzt auf bidirektionale 10000er Serien wie z. B. PSBE 10000 oder PUB 10000, deren Modelle dann vorrangig als Slave-Einheiten dienen können

4.1.2 Verkabelung der DC-Anschlüsse

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

4.1.3 Verkabelung des Share-Bus'

Der Share-Bus wird über handelsübliche BNC-Leitungen (koaxiales Kabel, Typ 50 Ω) mit z. B. 0,5 m Länge von Gerät zu Gerät verbunden. Die beiden Anschlüsse sind durchverbunden und stellen keinen dedizierten Eingang und Ausgang dar. Die Beschriftung dient lediglich der Orientierung.



- Es können max. 64 Geräte über den Share-Bus verbunden werden.
- Wird der Share-Bus zu einem anderen, eingeschalteten Gerät verbunden während Master-Slave noch nicht aktiviert wurde (Einstellung: Slave oder Master), tritt ein SF-Alarm auf.

4.1.4 Verkabelung des Master-Slaves-Busses

Der Master-Slave-Bus ist fest im Gerät integriert und muss vor der Benutzung per Netzkabel ($\geq$ CAT3, Patchkabel) verbunden und dann manuell oder per Fernsteuerung konfiguriert werden. Folgendes ist dabei gegeben:

- Maximal 64 Geräte können über den Bus zusammengeschaltet werden: 1 Master, bis zu 63 Slaves
- Nur Verbindung zu Geräten gleicher Art, also Netzgerät zu Netzgerät; unterschiedliche Leistungsklassen sind zulässig und unterstützt, z. B. ein 15 kW 3U mit einem 30 kW 4U um auf 45 kW zu kommen, setzt aber auf allen Geräten die Mindestfirmwareversion KE/HMI 3.02 voraus
- Eine Verknüpfung von unterschiedlichen Serien innerhalb eines MS-Systems ist bedingt möglich. Es gilt:
 - Es können Modelle der PSBE 10000 Serien als Slave in Verbindung mit Modellen der PSB 10000 Serien als Master verwendet werden, umgekehrt nicht
- Geräte an den Enden des Busses müssen terminiert werden (siehe unten)



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

Für den späteren Betrieb des MS-Systems gilt dann:

- Am Master werden die Istwerte aller Geräte aufsummiert und angezeigt bzw. sind per Fernsteuerung auslesbar
- Die Einstellbereiche der Sollwerte, Einstellungsgrenzen (Limits), Schutzgrenzen (OVP usw.), sowie von Benutzerereignissen werden beim Master an die Anzahl der initialisierten Slaves angepasst. Wenn also z. B. fünf Einheiten mit je 30 kW Leistung zu einem 150 kW-System zusammengeschaltet werden, kann am Master 0...150 kW als Leistungssollwert eingestellt werden (manuell oder bei Fernsteuerung)
- Die Slaves sind nicht bedienbar, solange wie vom Master gesteuert
- Slaves zeigen den Alarm „MSS“ in der Anzeige, solange sie noch nicht durch den Master initialisiert wurden. Derselbe Alarm wird bei einem Verbindungsverlust zum Master ausgegeben
- Soll der Funktionsgenerator am Master verwendet werden, muss zusätzlich der Share-Bus verbunden werden

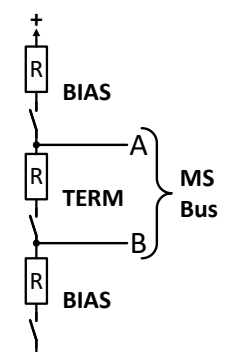
► So stellen Sie die Master-Slave-Verbindung her

1. Alle zu verbindenden Geräte ausschalten und mittels Netzkabel (CAT3 oder besser, nicht im Lieferumfang des Gerätes enthalten) untereinander verbinden. Dabei ist es egal, welcher der beiden Master-Slave-Busanschlüsse (RJ45, Rückseite) zum jeweils nächsten Gerät verbunden wird.
2. Je nach gewünschter Konfiguration nun auch die Geräte DC-seitig verbinden. Die beiden Geräte am Anfang und am Ende des Busses müssen immer terminiert werden, der Master benötigt eine separate Einstellung, siehe die Tabelle unten.

Die Terminierung erfolgt mittels elektronischer Schalter, die im Einstellungs Menü des Gerätes in Gruppe **Master-Slave** zugänglich sind. Das kann als Teil der Konfiguration der einzelnen Geräte und Wahl von Master- oder Slave-Modus erfolgen, sollte aber vorher schon erledigt werden, da beim Master durch Setzen des Modus **Master** sofort eine Businitialisierung erfolgt. In der Menügruppe **Master-Slave** können die beiden BIAS-Widerstände (siehe die Grafik rechts) und der Abschlusswiderstand je Gerät separat geschaltet werden.

Übersichtsmatrix, was bei welchem Gerät am Bus zu setzen wäre:

Position des Gerätes	Terminierungseinstellung(en)
Master (am Ende des Buses)	BIAS + TERM
Master (mittig im Bus)	BIAS
Slave (am Ende des Buses)	TERM
Slave (mittig im Bus)	-



4.1.5 Gemischte Systeme

Unter gemischten Systemen wird hier folgendes verstanden:

- Unterschiedliche Leistungsklassen, wie z. B. 5 kW, 15 kW und 30 kW in einem Verbund (erfordert mind. Firmware KE 3.02)
- Unterschiedliche Serien, wie z. B. PUB 10000 mit PSB 10000 im Verbund (erfordert mind. Firmware KE 3.02)

Die Kombinationen beider Mischsysteme ist zulässig und unterstützt. Die Verwendung eines „PSBE“ als Slave für ein „PSB“-Master war früher nicht möglich, weil ein PSBE keinen Widerstandsmodus hatte, ein PSB schon. Heutzutage wird das umgangen, indem für ein ein PSBE der Widerstandsmodus freigeschaltet ist. Andersherum kann ein PSBE nicht Master eines PSB sein.

Empfehlung: wenn man Geräte mit unterschiedlicher Ausstattung im Master-Slave-Verbund nutzen möchte, macht es Sinn, immer eins mit der höchstens Ausstattung als Master zu verwenden.

Bei der Kombination unterschiedlicher Leistungsklassen ist noch zu beachten dass, je nach dem welches Gerät der Master ist, die sich ergebende Gesamtleistung, wie am Master nach der Initialisierung des Busses angezeigt, geringer als erwartet sein kann. In so einem Fall gilt, dass möglichst immer eins von den Geräten mit der höchsten Nennleistung als Master definiert werden sollte.

Beispiel: ein 3 kW-Modell als Master eines 30 kW-Modells ergibt bei Firmware KE 3.02 nur 28 kW Systemleistung, also weniger als ein Einzelgerät. Wechselt man auf das 30 kW als Master ergeben sich 33 kW Gesamtleistung.

4.1.6 Konfiguration des Master-Slave-Betriebs

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

► Schritt 1: So konfigurieren Sie die Slave-Geräte

1. Bei ausgeschaltetem DC-Anschluss tippen Sie in der Hauptanzeige auf  und wischen dann in der Gruppenauswahl links hoch bis Gruppe **Master-Slave** erscheint. Antippen.
2. Durch Tippen auf die Einstellung **Modus** rechts erscheint eine Auswahl. Durch Wahl von **Slave**, sofern nicht bereits gesetzt, aktivieren Sie den Master-Slave-Modus und legen gleichzeitig das Gerät als Slave-Gerät fest. Zusätzlich kann hier noch die Terminierung erfolgen, sofern für das gerade konfigurierte Gerät nötig.
3. Verlassen Sie das Einstellmenü.

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

► Schritt 2: So konfigurieren Sie das Master-Gerät

1. Bei ausgeschaltetem DC-Anschluss tippen Sie in der Hauptanzeige auf  und rollen dann in der Auswahl links runter bis zu **Master-Slave**.
2. Durch Tippen auf die Einstellung **Modus** rechts erscheint eine Auswahl. Durch Wahl von **Master**, sofern nicht bereits gesetzt, aktivieren Sie den Master-Slave-Modus und legen gleichzeitig das Gerät als Master-Gerät fest und aktiviert die Terminierung durch die BIAS-Widerstände, wie für den Master erforderlich.

► Schritt 3: Master initialisieren

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

Initialisierungsstatus	Initialisiert
Anzahl der Slaves	1
Systemspannung	80.00V
Systemstrom	2000.0A
Systemleistung	60.00kW
Systemwiderstand	4.5000Ω
System initialisieren	

Betätigung von **System initialisieren** wiederholt die Initialisierung, falls nicht alle Slaves erkannt wurden, das System umkonfiguriert wurde, wenn z. B. ein Verdrahtungsfehler am digitalen MS-Bus vorliegt oder noch nicht alle Slave-Geräte als **Slave** konfiguriert wurden. Das Fenster listet auf, wieviele Slaves gefunden wurden, sowie die sich aus dem Verbund ergebende Gesamtleistung, Gesamtstrom und Gesamtwiderstand. Im Fall, dass gar kein Slave-Gerät gefunden wurde, wird das MS-System mit nur dem Master verwendet.



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

4.1.7 Bedienung des Master-Slave-Systems

Nach erfolgreicher Initialisierung des Masters und aller Slaves zeigen diese ihren Status in der Anzeige an. Der Master zeigt **MS-Modus: Master (n SI)** im Statusfeld, die Slaves entsprechend **MS-Modus: Slave**, sowie **Fern: Slave n**, so lange wie sie vom Master ferngesteuert werden.

Die Slaves sind dann nicht manuell bedienbar und auch nicht per analoger oder digitaler Schnittstelle fernsteuerbar. Sie können 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 Master nun die Ist- und Sollwerte des Gesamtsystems an. Je nach Anzahl der Geräte vervielfacht sich der Einstellbereich für Strom und Leistung, wogegen sich der Widerstandsbereich verkleinert. Es gilt dann:

- Der Master ist bedienbar wie ein Einzelgerät
- Der Master gibt die eingestellten Sollwerte usw. an die Slaves weiter und steuert diese
- Der Master ist über seine analoge oder eine seiner digitalen Schnittstellen fernsteuerbar
- Sämtliche Einstellungen zu den Sollwerten U, I, P und R, sowie alle darauf bezogenen Werte wie Überwachung, Einstellgrenzen usw. werden am Master an die neuen Gesamtwerte angepasst
- Bei allen initialisierten Slaves werden Einstellgrenzen (U_{Min} , I_{Max} etc.), Überwachungsgrenzen (OVP, OPP etc.) und Event-Einstellungen (UCD, OVD) auf Standardwerte zurückgesetzt, damit diese nicht die Steuerung durch den Master stören. Werden diese Grenzen später am Master angepasst, werden sie 1:1 an die Slaves übertragen.
- Beim späteren Master-Slave-Betrieb können Slaves durch ungleichmäßige Lastverteilung und unterschiedlich schnelle Reaktion der Geräte anstelle des Masters unerwartete Alarme wie OCP, OVP oder Events usw. auslösen



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

- Wenn ein oder mehrere Slaves einen Gerätealarm melden, so wird dies am Master angezeigt und muss auch dort bestätigt werden, damit das System weiterarbeiten kann. Da ein Alarm immer alle DC-Anschlüsse des Systems abschaltet und der Master diese nur nach einem Alarm PF oder OT automatisch wieder einschalten kann, was zudem abhängig von Einstellparametern ist, kann unter Umständen der Eingriff des Bedieners oder einer Fernsteuerungssoftware erforderlich werden.
- Verbindungsabbruch zu einem oder mehreren Slaves führt aus Sicherheitsgründen auch zur Abschaltung aller DC-Anschlüsse und der Master meldet diesen Zustand als „Master-Slave-Sicherheitsmodus“. Dann muss das MS-System durch Betätigung des Bedienfeldes **Initialisieren** neu initialisiert werden, mit oder ohne den/die Slaves, die den Verbindungsabbruch verursachten. Das gilt ebenso für Fernsteuerung.
- Alle Geräte, auch die Slaves, können über den Pin REM-SB der analogen Schnittstelle DC-seitig ausgeschaltet werden. Das kann als eine Art Notfallabschaltung (kein Not-Aus!) dienen, die üblicherweise, über einen Kontakt gesteuert, zu allen beteiligten Geräten parallel verdrahtet wird.

4.1.8 Alarm- und andere Problemsituationen

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

- Wenn der Master die Verbindung zu irgendeinem der Slaves verliert, wird immer ein MSS-Alarm (Master-Slave Sicherheitsmodus) ausgelöst, der zur Abschaltung des DC-Anschlusses des Masters und einem Pop-up in der Anzeige führt. Alle Slaves fallen zurück in den Einzelbetrieb und schalten auch ihren DC-Anschluss aus. Der MSS-Alarm kann gelöscht werden, indem der Master-Slave-Betrieb erneut initialisiert wird. Das kann direkt im Pop-up-Fenster des MSS-Alarms oder im Menü des Masters oder per Fernsteuerung geschehen. Alternativ kann zum Löschen des Alarms auch der MS-Modus deaktiviert werden.
- Falls ein oder mehrere Slave-Geräte AC-seitig ausfallen (ausgeschaltet am Netzschalter, Stromausfall, auch bei Netzunterspannung) werden sie nach der Wiederkehr nicht automatisch wieder als Slaves eingebunden. Die Initialisierung des MS-System muss dann vom Anwender explizit wiederholt werden.
- Falls das Master-Gerät AC-seitig ausfällt (ausgeschaltet am Netzschalter, Stromausfall) und später wiederkommt, initialisiert es automatisch das MS-System neu und bindet alle erkannten Slaves ein. In diesem Fall kann der MS-Betrieb automatisch fortgeführt werden, wenn z. B. eine Software das Master-Gerät überwacht und steuert.
- Falls mehrere Master-Geräte oder gar keines definiert wurde, kann das Master-Slave-System nicht initialisiert werden.

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

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

4.2 SEMI F47

SEMI F47, wobei das SEMI von semiconductor, dem englischen Wort für Halbleiter kommt, ist eine Spezifikation die es erfordert, dass das Gerät bei einer bestimmten Netzspannungsschwankung von max. 1,7 s Dauer und einer Unterspannung von max. -50% Nenn-AC-Spannung ohne Unterbrechung weiterarbeiten kann. Ab Firmware KE 3.02 und HMI 3.02 ist diese Funktionalität in allen 10000er Netzgeräteserien implementiert, kann jedoch nicht durch ein Update installiert werden. Der nach SEMI F47 definierte Spannungseinbruch erfolgt in ansteigenden Stufen:

Stufe	Dauer bei 50 Hz	Dauer bei 60 Hz	Dauer
50%	10 Perioden	12 Perioden	0,2 s
70%	25 Perioden	30 Perioden	0,5 s
80%	50 Perioden	60 Perioden	1 s

4.2.1 Einschränkungen

- Die Funktionalität wird automatisch deaktiviert und gleichzeitig gesperrt, sollte das Gerät bei ohnehin niedriger Netzspannung starten, z. B. 208 V statt 400 V (L-L), wodurch es die geforderten 1,7 s nicht mehr überbrücken könnte. SEMI F47 funktioniert daher nicht im sog. Derating-Betrieb.
- Die Funktionalität bedingt zwecks Aufrechterhaltung der eingestellten Werte eine gewisse Maximalleistung, die geringer ist als die Nennleistung des Gerätes; es ist somit auch eine Art von Leistungsreduktion, die aber durch Ein-/Ausschalten von SEMI F47 mit aktiviert bzw. deaktiviert wird und nicht netzspannungsabhängig ist

4.2.2 Einstellmöglichkeiten

SEMI F47 kann manuell am HMI (siehe Abschnitt 2.3.1.1) oder per Fernsteuerung über digitale Schnittstelle ein- oder ausgeschaltet werden, sofern nicht durch einen bestimmten Umstand blockiert

4.2.3 Anwendung

SEMI F47 kann jederzeit aktiviert werden, sofern nicht durch die netzspannungsbedingte Leistungsreduzierung (siehe Abschnitt 2.2.3.1) blockiert. Ab den Firmwareversionen KE 3.10 und HMI 4.09 ist die Aktivierung um den Modus **Dynamisch** erweitert worden. Wird SEMI F47 nur aktiviert, wie vorher auch, erscheint nach dem Verlassen des Menüs auf der Anzeige eine Meldung und die für SEMI F47 definierte Maximalleistung wird sofort übernommen, sowie der aktuell gesetzte Leistungssollwert, sollte er höher sein als die neue Maximalleistung, entsprechend heruntergesetzt. Umgekehrt erfolgt die Anpassung der maximal einstellbaren Leistung ebenso, nur der Sollwert bleibt in dieser Situation unverändert. Da die Aktivierung von SEMI F47 über das Ausschalten des Gerätes hinaus gespeichert wird, kann das Gerät direkt im Modus SEMI F47 hochfahren und würde dann die o. g. Meldung einmal nach jedem Hochfahren anzeigen, was deaktiviert werden kann. Bei Wahl des neuen Modus **Dynamisch** wird die Nennleistung des Gerätes nicht dauerhaft reduziert, im Gegensatz zum Modus **Aktiviert**, sondern nur temporär, für die Dauer des Spannungseinbruchs.

Tritt später Netzunterspannung auf, entscheidet deren Dauer oder momentaner AC-Spannungswert darüber, ob das Gerät ohne Ausschalten des DC-Anschlusses weiterarbeitet oder ob es den DC-Anschluss abschaltet und Alarm **PF** meldet. Ohne aktiviertes SEMI F47 kommt der **PF**-Alarm sofort, mit aktiviertem SEMI F47 frühestens nach 2 Sekunden. Ist die Netzunterspannung von einer geringeren Dauer und ausreichender Spannungshöhe erfolgt keine Reaktion des Gerätes. Das Auftreten wird dann auch nicht anderweitig registriert.

5. Instandhaltung und Wartung (2)

5.1 Firmware-Aktualisierungen



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

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

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

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

