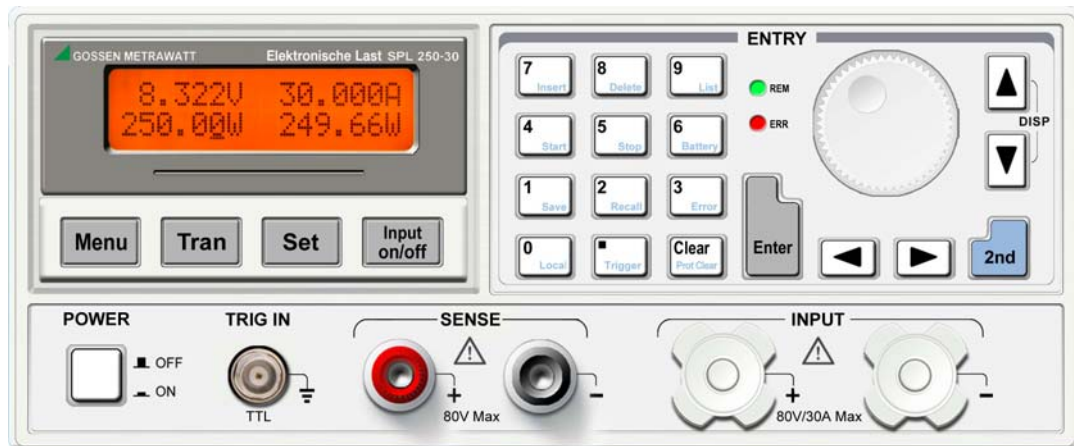


KONSTANTER SPL-Serie programmierbare elektronische Last

3-349-702-01
2/11.14



Inhalt	Seite	Inhalt	Seite
Sicherheitshinweise	3	4	Bedienung am Gerät
1 Allgemeines	4	4.1 „local“-Betrieb	31
1.1 Funktionsumfang	4	4.2 Bedienung über frontseitige Bedienelemente	31
1.2 Frontseite	5	4.3 Stromversorgung ein/aus	31
1.3 Rückseite	5	4.4 Leistungseingang ein/aus	31
1.4 Tastenfelder	5	4.5 Grundeinstellungen	31
1.5 Anzeigen	6	4.5.1 Betriebsart CC	32
1.6 Menüs	7	4.5.2 Betriebsart CV	33
1.6.1 Hauptmenü	7	4.5.3 Betriebsart CR	34
1.6.2 Menü „Betriebsart / Parameter“	7	4.5.4 Betriebsart CP	35
1.6.3 Menü „Transienter Betrieb“	8	4.6 Betriebsart Kurzschluss	36
1.6.4 Menü „Sequenzieller Betrieb (Liste)“	8	4.7 Transienter Betrieb	37
1.7 Display-Anzeigen	9	4.7.1 Kontinuierlicher transienter Betrieb	37
1.8 Remote-Programmierung	11	4.7.2 Transienter Pulsbetrieb	38
2 Funktionen und Leistungsmerkmale	12	4.7.3 Transienter Umschaltbetrieb	39
2.1 Bedienung am Gerät („local“-Bedienung), Bedienung via Remote-Controller	12	4.8 Betriebsart Sequenz (Liste)	40
2.2 Programmierbare Funktionen	12	4.8.1 Sequenzen (List) bearbeiten	41
2.3 Grundfunktionen	12	4.8.2 Sequenzen ändern, hinzufügen, einsetzen und löschen	42
2.3.1 Betriebsart Konstantstrom (CC)	13	4.8.3 Sequenz starten/stoppen	43
2.3.2 Betriebsart Konstantspannung (CV)	14	4.9 Batterieentladefunktion	43
2.3.3 Betriebsart Konstantwiderstand (CR)	15	4.10 Daten sichern und erneut laden	44
2.3.4 Betriebsart Konstantleistung (CP)	16	4.11 Schutzeinstellungen zurücksetzen	45
2.4 Transienter Betrieb	17	4.12 Fehlermeldungen	45
2.4.1 Kontinuierlicher transienter Betrieb	17	4.13 Triggerbetrieb	46
2.4.2 Transienter Pulsbetrieb	18	4.14 Hauptmenü	46
2.4.3 Transienter Umschaltbetrieb	20	4.14.1 Default-Werte laden	46
2.5 Sequenzieller Betrieb (Liste)	21	4.14.2 Betriebsart Kurzschluss	47
2.6 Batterietest	22	4.14.3 Uon-Wert/Uon-Latch	47
2.7 Betriebsart Kurzschluss	22	4.14.4 Max. Strompegel in der Betriebsart CV	48
2.8 Triggerbetrieb	23	4.14.5 Stromanstiegs-/Stromabfallrate in der Betriebsart CC	48
2.9 Steuerung des Leistungseingangs der Last	24	4.14.6 Trigger-Auswahlfunktion	49
2.9.1 Ein-/Ausschalten der Last	24	4.14.7 Drehgeber	49
2.9.2 Uon-Wert/Uon-Latch	24	4.14.8 Tastentöne	49
2.9.3 Max. Strompegel in der Betriebsart CV	25	4.14.9 Kommunikationsschnittstellen	49
2.9.4 Stromanstiegsrate	25	5 Remote-Programmierung	50
2.9.5 Stromabfallrate	25	5.1 Kommunikationsschnittstellen	50
2.10 Messfunktionen	26	5.1.1 RS232	50
2.11 Daten sichern und erneut laden	26	5.1.2 USB	50
2.12 Fehlerhafte Remote-Programmierung	26	5.1.3 GPIB	50
2.13 Status-Protokoll	27	5.2 Datenflusskontrolle	50
2.14 Schutzfunktionen	27	5.3 Remote-Control-Anzeige	50
2.14.1 Aufheben des gespeicherten Schutzbetriebes	27	5.4 Remote-Befehl absetzen	50
2.14.2 Überspannung	27	5.5 Daten auslesen	50
2.14.3 Überstrom	27	5.6 Remote-Programmbefehle	50
2.14.4 Überleistung	27	5.6.1 Betriebsarten	50
2.14.5 Übertemperatur	27	5.6.2 Transiente Pegel	50
2.14.6 Verpolung	27	5.6.3 Programmierbarer Überstromschutz	51
2.15 Eigenfunktionen	28	5.7 Beispiel Betriebsart CC	51
2.15.1 Trigger-Auswahlfunktion	28	5.8 Beispiel Betriebsart CV	51
2.15.2 Drehgeber	28	5.9 Beispiel Betriebsart CR	51
2.15.3 Tastentöne	28	5.10 Beispiel kontinuierlicher transienter Betrieb	51
3 Installation	28	5.11 Beispiel transienter Pulsbetrieb	52
3.1 Erstinspektion auf Vollständigkeit und Zustand der Lieferung	28	6 Technische Daten	53
3.2 Umgebungsbedingungen	28	7 Reparatur- und Ersatzteilservice	56
3.3 Einschalten/Selbsttest	28	8 Produktsupport	56
3.4 Anschlüsse auf der Geräterückseite	29		
3.5 Frontseitige Anschlüsse	30		
3.6 Verkabelung	30		

Sicherheitshinweise



Achtung!

Diese Betriebsanleitung beinhaltet alle zum Personenschutz, zum Schutz der elektronischen Last und zum Schutz der angeschlossenen Geräte notwendigen Sicherheitsvorkehrungen.

Die nachfolgenden allgemeinen Sicherheitsvorkehrungen müssen während des Betriebs, der Wartung und der Instandhaltung dieses Geräts immer eingehalten werden. Die Nichteinhaltung dieser Sicherheitsvorkehrungen oder sonstiger ausdrücklicher Warnungen, die in dieser Bedienungsanleitung erscheinen, gilt als Verstoß gegen die konstruktionsspezifische Sicherheitsnormen und die bestimmungsgemäße Verwendung des Geräts. Der Hersteller haftet nicht im Falle der Nichteinhaltung dieser Vorschriften.

Sicherheitshinweise

- 1 Das Gerät darf nur gemäß der in dieser Bedienungsanleitung enthaltenen Anweisungen betrieben werden.
- 2 Im Geräteinneren befinden sich hochspannungsleitende Teile, die nicht direkt angefasst werden dürfen.
- 3 Lesen Sie sorgfältig die Bedienungsanleitung, bevor Sie das Gerät in Betrieb nehmen, um Ihre eigene Sicherheit zu gewährleisten.
- 4 Das Gerät muss geerdet sein.
Das Produkt ist mit einem Schutzleiteranschluss ausgestattet. Um die Gefahr eines elektrischen Schlags zu vermeiden, muss das Gerätechassis und das Gehäuse geerdet sein. Das Gerät darf nur mit einer 3-adrigen Zuleitung ans Netz angeschlossen werden, wobei der Schutzleiter zuverlässig zur Schutzleiterklemme der Netzsteckdose angeschlossen wird.
- 5 Halten Sie sich von spannungsführenden Stromkreisen fern! Das Bedienpersonal darf keine Geräteabdeckungen entfernen. Nur eingewiesene Fachkräfte dürfen Bauteile ersetzen und interne Einstellungen ändern. Bauteile dürfen nicht angefasst werden, solange die Netzzuleitung angeschlossen ist. Unter bestimmten Bedingungen können gefährliche Spannungen vorhanden sein, auch nachdem die Zuleitung vom Netz getrennt wurde. Das Gerät muss vom Netz getrennt, elektrische Kreise müssen entladen und externe Spannungsquellen müssen abgekoppelt werden, bevor Bauteile angefasst werden dürfen, um Personenschäden zu vermeiden. Das Gerät darf nicht modifiziert, und nur Originalersatzteile dürfen verwendet werden. Das Gerät darf nur von einem qualifizierten Fachbetrieb gewartet oder repariert werden, um die ununterbrochene Funktionsfähigkeit der Sicherheitsmerkmale zu gewährleisten.

Anschließen der Netzzuleitung

- 1 Überprüfen Sie den Spannungsumschalter auf der Rückseite des Geräts, um sicherzustellen, dass die gewählte Spannung der verfügbaren Netzspannung entspricht. Wenn dies nicht der Fall ist, beachten Sie bitte die am Netzeingangsstecker des Gerätes gedruckten Hinweise und achten Sie auf Einsatz der richtigen Sicherung.
- 2 Der Ein/Aus-Schalter an der Frontseite des Geräts muss ausgeschaltet sein, bevor die Stromversorgung an das Netz angeschlossen wird.
- 3 Schließen Sie die 3-adrige Netzzuleitung mit Stecker an das Versorgungsnetz an. Das Gerät muss über die Netzleitung an den Schutzleiter angeschlossen werden.
- 4 Drücken Sie den Schalter an der Frontseite, um das Gerät einzuschalten. Das Gerät ist jetzt betriebsbereit.

Sicherung

Die Sicherung befindet sich im Bereich des Netzspannungseingangs an der Rückseite des Geräts.

Beachten Sie bitte die folgenden Punkte, falls die Eingangsspannung geändert und/oder die Sicherung ersetzt wird:

- 1 Der Ein/Aus-Schalter muss ausgeschaltet sein, und das Gerät muss vom Netz und von allen anderen Geräten getrennt werden, bevor die Eingangsspannung geändert und/oder die Sicherung ersetzt wird.
- 2 Drücken Sie mit einem Schraubenzieher gegen den Sicherungshalter und die Sicherung springt heraus.
- 3 Ziehen Sie die Sicherung heraus und ersetzen Sie diese mit einer neuen Sicherung gemäß der Angaben auf dem Etikett neben dem Spannungseingangsstecker.



Achtung!

Warnung: Benutzen Sie nur einen zugelassenen Sicherungstyp, um eine Beschädigung des Geräts zu vermeiden.

- 4 Falls die Eingangsspannung geändert werden muss, tauschen Sie die Sicherung gemäß Beschreibung aus und ändern Sie dann die Schalterstellung (230 V AC oder 115 V AC). Die gewählte Eingangsspannung erscheint dann auf dem Schalter.

Lastanschluss an die Elektronische Last

- 1 Stellen Sie aus Sicherheitsgründen fest, dass es keine Kurzschlüsse zwischen dem Pluspol und dem Minuspol gibt. Das Gerät ist mit Schutzeinrichtungen ausgestattet, aber ein Kurzschluss kann zu einer Verletzung des Bedieners führen.
- 2 Die Lastanschlussleitung muss bis zum angeschlossenen Gerät isoliert sein.



Achtung!

Gefahrenhinweis unbedingt beachten!

- 3 Die Elektronische Last hat zum Anschluss an Stromquellen Hochstrom Schraubanschlüsse der Schutzart IP00.
- 4 Die Elektronische Last darf an Gleichstromquellen angeschlossen werden bis zu einer Spannung von:
SPL 250-30 sowie SPL 400-40: max. 84 V DC
SPL 200-20 sowie SPL 350-30: max. 210 V DC

Wird die Last an eine Spannung angeschlossen, die größer als die genormte berührbare Kleinspannung ist, so hat der Anwender dafür zu sorgen, dass eine ausreichende sichere Abdeckung gegen zufälliges Berühren vorgenommen wird.

1 Allgemeines

Die neue Generation programmierbarer DC-elektronischer Lasten der Serie SPL von GOSSEN METRAWATT umfasst leistungsstarke Geräte mit umfangreichen Prüffunktionen, benutzerfreundlichen Bedieneroberflächen und RS232- sowie GPIB-Schnittstellen, die sowohl SCPI als auch Labview unterstützen. Die Geräte der Serie SPL kommen in einer Vielzahl von industriellen Anwendungen, wie z. B. Luft- und Raumfahrt, Schiffbau, Automobilelektronik, Solar- und Brennstoffzellen usw. – sowohl im Forschungs- als auch im Anwendungsbereich – zum Einsatz.

Die Begriffe „elektronische Last“ und „Last“ stehen in diesem Handbuch – sofern nicht ausdrücklich gegenteilig ausgewiesen – ausschließlich für die beschriebene programmierbare DC-elektronische Last der Serie SPL von GOSSEN METRAWATT.

1.1 Funktionsumfang

- 4 Grundfunktionen: Konstantspannung (CV), Konstantstrom (CC), Konstantleistung (CP) und Konstantwiderstand (CR).
8 Test-Modi: CCL, CCH, CV, CRL, CRM, CRH, CPV und CPC.
- Integrierte 24-Bit A/D- und 17-Bit D/A-Wandler für umfangreiche und erweiterte Einstellmöglichkeiten und Messauflösung.
100 kHz-D/A-Wandler für schnellste Prozessverarbeitung.
- Die minimale Betriebsspannung liegt bei vollem Bemessungsstrom unter 0,6 V (80 V-Geräte) bzw. 1,2 V (200 V-Geräte).
- Umfangreiche Schutzfunktionen gewährleisten höchste Zuverlässigkeit auch unter rauen Umgebungsbedingungen.
- Erweitertes Anwendungsspektrum durch die Betriebsarten CPV und CPC.
- Optimiertes Ansprechverhalten und erweitertes Anwendungsspektrum der Betriebsart CR.
- Schneller Transientenbetrieb mit getrennten Einstellmöglichkeiten für high-Pegel und low-Pegel, Anstiegs- und Abfallzeit.
- Leistungsstarke Sequenzmessung mit Prüfintervallen von 10 μ s bis 100000 s. Die Anzahl der Messzyklen ist frei wählbar, mehrere Prüfsequenzen können miteinander verknüpft werden.
- Spezielle Leistungseingangsklemmen gewährleisten höchste Zuverlässigkeit für Prüfungen mit hohen Strömen.
- Umfangreiche Hilfsfunktionen wie Kurzschluss test, Batterietest usw.
- Hocheffizientes und intelligentes Kühlsystem zur Stabilisierung der Gerätetemperatur und Leistungsdichte.
- Einfache Handhabung dank automatischer Ein-/Ausschaltfunktion.
- Einfachste Bedienung über Bedienknöpfe und digitale Bedieneinheit.
- Speicherplätze für verschiedene Anwenderkonfigurationen.
- SCPI- (Standard Commands for Programmable Instrumentation) und Labview-Unterstützung mit der erforderlichen PC-Software.

1.2 Frontseite

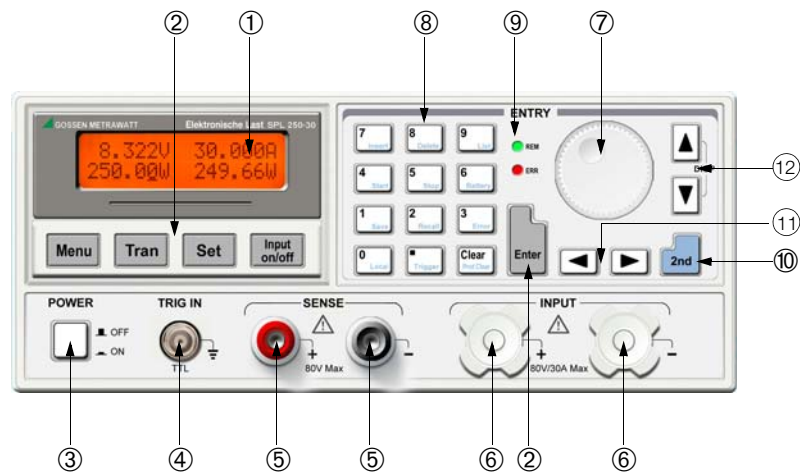


Bild 1.1 Vorderseite

- 1 LCD-Display
- 2 Funktionstasten
- 3 Ein-/Ausschalter
- 4 Eingang für externes Triggersignal
- 5 Anschluss für Fühler-Betrieb
- 6 Leistungseingangsklemmen
- 7 Drehgeber
- 8 Eingabe- und Funktionstasten
- 9 Anzeige-LEDs (Remote- und Fehlerstatus)
- 10 Funktionsumschalter
- 11 Tasten Links/Rechts
- 12 Tasten Auf/Ab, Display-Umschalter

1.3 Rückseite

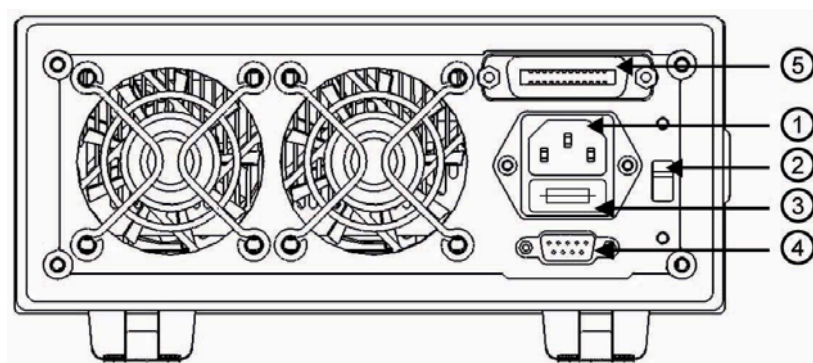


Bild 1.2 Rückseite

- 1 Wechselstromeingang
- 2 Netzspannungswahlschalter
- 3 Sicherungshalter
- 4 RS232-Schnittstelle
- 5 GPIB-Schnittstelle (optional)

1.4 Tastenfelder

Auf der Frontseite des Geräts befinden sich drei Tastenfelder mit Funktions-, Eingabe- und Navigationstasten. Die Hintergrundfunktion der Eingabetasten entsprechen dem blauen Tastenaufdruck. Um auf die jeweilige Hintergrundfunktion zu schalten, betätigen Sie zunächst die Taste , und anschließend die entsprechende Eingabetaste.

Liste 1.1 Erläuterung der Tasten

	Taste „Local“
	Taste „Save“
	Taste „Recall“
	Taste „Error“
	Taste „Start“ (für Sequenz)
	Taste „Stop“ (für Sequenz)
	Taste „Battery“ (für Batterieentlademodus)
	Taste „Insert“
	Taste „Delete“
	Taste „List“ (für Sequenz)
	Taste „Trigger“
	Taste „Clear“/„ProtClear“, zum Verlassen des aufgerufenen Menüs
	Taste „Menu“ Hauptmenü
	Taste „Tran“ Transienter Betrieb
	Taste „Set“ Betriebsart / Parameter
	Taste „Input on/off“
	Taste „Enter“ (in der Beschreibung mit Enter gekennzeichnet)
	Pfeiltaste „links“ (in der Beschreibung mit ◀ gekennzeichnet)
	Pfeiltaste „rechts“ (in der Beschreibung mit ▶ gekennzeichnet)
	Pfeiltaste „nach oben“ (in der Beschreibung mit ▲ gekennzeichnet)
	Pfeiltaste „nach unten“ (in der Beschreibung mit ▼ gekennzeichnet)
	Taste „2nd“ (Funktionsumschalter)



Hinweis

Die Pfeiltasten ▲ ▼ können in den Hauptbetriebsarten auch als Umschalttasten zwischen Last- und Leistungsanzeige genutzt werden.

1.5 Anzeigen

 REM	Zeigt an, dass das Gerät im Remote-Status arbeitet.
 ERR	Zeigt an, dass ein Fehler bei der Programmierung mit einer externen Programmiereinheit aufgetreten ist.

1.6 Menüs

1.6.1 Hauptmenü

Betätigen Sie die Taste **Menu**, um das Hauptmenü zu öffnen.

Liste der verfügbaren Funktionen und Parameter:

Funktion/Parameter		Beschreibung
Load Default Yes *No		Grundeinstellungen wiederherstellen Ja *Nein
Short On *Off		Kurzschlussbetrieb On *Off
Uon Latch On *Off		Uon-Latch On *Off
Uon Point 0.000v		Uon-Spannung setzen Uon-Punkt
CV Curr Limit 40.00A		Max. Stromstärke in der Betriebsart CV Max. Stromstärke
Curr Rise Rate 4,000A/us		Anstiegsrate für Strom in der Betriebsart CC Anstiegsrate für Strom
Curr Fall Rate 4,000A/us		Abfallrate für Strom in der Betriebsart CC Abfallrate für Strom
Trig Function *Tran List		Trigger-Auswahlfunktion Prüfsequenz Transienten (Liste)
Knob On *Off		Drehgeber aktivieren/deaktivieren On *Off
Key Sound On *Off		Tastentöne aktivieren/deaktivieren On *Off
Interface *RS232 GPIB		Auswahl der Remote-Schnittstelle RS232 GPIB
RS232-Schnittstelle	Baudrate 2400 4800 *9600 19200 38400	Einstellung der Übertragungsgeschwindigkeit 2400 4800 9600 19200 38400
	Parity Check *None Even Odd	Einstellung der Parität None Even Odd
	Data Bit *8 7	Datenbit-Länge 8bits 7bits
	Stop Bit *1 2	Stop-Bit-Länge 1bit 2bits
	Flow Control On *Off	Datenflusskontrolle aktivieren/deaktivieren On *Off
GPIB-Schnittstelle	GPIB-Adresse 5	GPIB-Adresse Adresswert



Hinweis

Die Einstellungen „Knob“, „Key Sound“ und „Interface“ werden dauerhaft im Gerät gespeichert. Alle übrigen Änderungen in diesem Menü werden beim Ausschalten des Geräts verworfen, sofern die entsprechenden Parameter nicht explizit über die Funktion *sav oder über die Taste  im Gerätespeicher hinterlegt wurden. Beim erneuten Einschalten des Geräts werden dann automatisch die unter „0“ hinterlegten Parameterwerte geladen.

1.6.2 Menü „Betriebsart / Parameter“

Betätigen Sie die Taste **Set**, um das Menü „Betriebsart / Parameter“ zu öffnen.

Funktion/Parameter	Beschreibung
MODE : CCL CURR : 0.000A	Konstantstrom niedriger Wertebereich Direkter Strompegel
MODE : CCH CURR : 0.000A	Konstantstrom hoher Wertebereich Direkter Strompegel
MODE : CV VOLT : 80.00V	Konstantspannung Direkter Spannungspegel
MODE : CRL RES : 2.000Ω	Konstantwiderstand niedriger Wertebereich Direkter Widerstandssollwert
MODE : CRM RES : 20.000Ω	Konstantwiderstand mittlerer Wertebereich Direkter Widerstandssollwert
MODE : CRH RES : 20.000Ω	Konstantwiderstand hoher Wertebereich Direkter Widerstandssollwert
MODE : CPV POWR : 0.000W	Konstantleistung für Spannungsquellen Direkter Leistungspegel
MODE : CPC POWR : 0.000W	Konstantleistung für Stromquellen Direkter Leistungspegel

1.6.3 Menü „Transienter Betrieb“

Betätigen Sie die Taste **Tran**, um in die Betriebsart „Transient“ zu wechseln. Mit der Taste **Set** gelangen Sie in das Setup-Menü:

Funktion	Beschreibung	Beispiel
LevelL	low-Pegel Transientenbetrieb	1.000 A
LevelH	high-Pegel Transientenbetrieb	2.000 A
TimeL	low-Pegel-Zeit Transientenbetrieb	600.00 ms
TimeH	high-Pegel-Zeit Transientenbetrieb	600.00 ms
TimeR	Anstiegsflanke Transientenbetrieb	0.01 ms
TimeF	Abfallflanke Transientenbetrieb	0.01 ms
MODE	kontinuierlich (Cont) Pulsbetrieb (Puls) Umschaltbetrieb (Togg)	Cont



Hinweis

Transiente Werte können in den Betriebsarten CC, CV und CR gemessen werden.

1.6.4 Menü „Sequenzieller Betrieb (Liste)“

Betätigen Sie nacheinander die Tasten **2nd** und **9**, um das Menü „Sequenzieller Betrieb (Liste)“ zu öffnen:

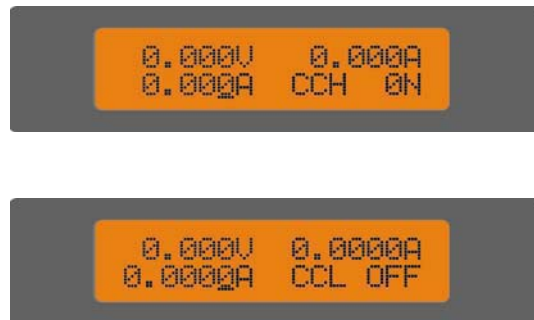
Funktion	Beschreibung
No.	Listennummer der Prüfsequenz (0-6)
Memo	Anmerkung (10 Zeichen)
Data: <New/Edit>	Neue Prüfsequenz anlegen oder bestehende bearbeiten.
Count	Zyklenzahl (1-65535)
Chain: Off	Listennummer der zu verknüpfenden Prüfsequenz (0-6, off)

Wählen Sie im Menü „Sequenzieller Betrieb (Liste)“ mit Hilfe der Tasten ▲ und ▼ die Funktion Data aus: <New/Edit> und wählen Sie dann New oder Edit mit Hilfe des Drehgebers oder den Tasten ◀ ▶ aus.
Betätigen Sie die Taste **Enter**, um in den Editiermodus zu wechseln, siehe unten.

Funktion	Beschreibung
01. 10000.00000s	Listennummer der Prüfsequenz Zeit
CCH 5.000A	Modus Einstellwert

1.7 Display-Anzeigen

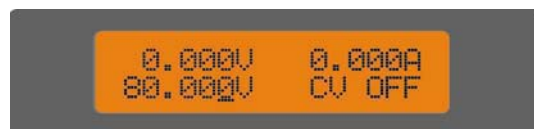
① Betriebsart CC:



In der ersten Zeile werden die aktuellen Messwerte für Strom und Spannung angezeigt.

In der zweiten Zeile werden die folgenden Parameter angezeigt: Stromsollwert, Betriebsart CC (CCH für Konstantstrom hoher Wertebereich, CCL für Konstantstrom niedriger Wertebereich) und Input-Status der Last: (ON, OFF).

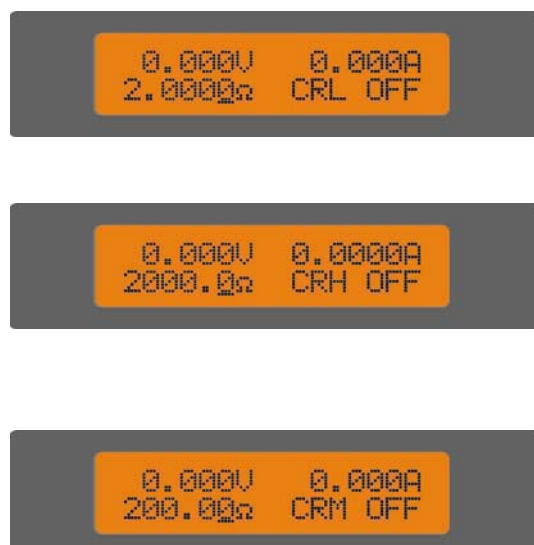
② Betriebsart CV:



In der ersten Zeile werden die aktuellen Messwerte für Strom und Spannung angezeigt.

In der zweiten Zeile werden die folgenden Parameter angezeigt: Spannungssollwert, Betriebsart CV und Input-Status der Last: (ON, OFF).

③ Betriebsart CR:



In der ersten Zeile werden die aktuellen Messwerte für Strom und Spannung angezeigt.

In der zweiten Zeile werden die folgenden Parameter angezeigt: Widerstandssollwert, Betriebsart CR (CRL für Konstantwiderstand niedriger Wertebereich, CRM für Konstantwiderstand mittlerer Wertebereich, CRH für Konstantwiderstand hoher Wertebereich) und der Input-Status der Last: (ON, OFF).

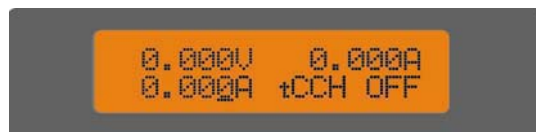
④ Betriebsart CP:



In der ersten Zeile werden die aktuellen Messwerte für Strom und Spannung angezeigt.

In der zweiten Zeile werden die folgenden Parameter angezeigt: Leistungssollwert, Betriebsart CP (CPC für Betriebsart Konstantleistung für Stromquellen, CPV für Konstantleistung für Spannungsquellen) und der Input-Status der Last: (ON, OFF).

⑤ Transienter Betrieb:



In der ersten Zeile werden die aktuellen Messwerte für Strom und Spannung angezeigt.

In der zweiten Zeile werden die folgenden Parameter angezeigt: Aktueller Sollwert, Betriebsart Transient („t“ für Transient) und der Input-Status der Last: (ON, OFF).

⑥ Sequenzieller Betrieb (Liste):



In der ersten Zeile werden die aktuellen Messwerte für Strom und Spannung angezeigt.

In der zweiten Zeile werden die folgenden Parameter angezeigt: Aktueller Sollwert, Betriebsart Sequenz („L“ für Prüfsequenz (Liste)) und der Input-Status der Last: (ON, OFF).

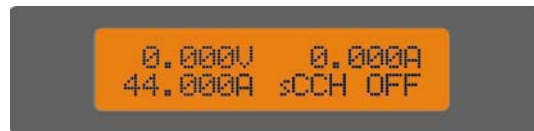
⑦ Batterietest:



In der ersten Zeile werden die aktuellen Messwerte für Strom und Spannung angezeigt.

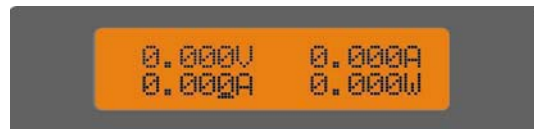
In der zweiten Zeile werden die entnommene Ladungsmenge (in Ah) und die Entladezeit angezeigt.

⑧ Betriebsart Kurzschluss:



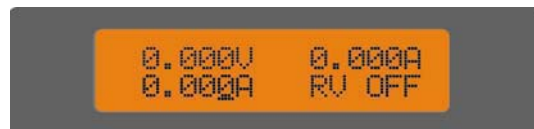
In der ersten Zeile werden die aktuellen Messwerte für Strom und Spannung angezeigt. In der zweiten Zeile werden die folgenden Parameter angezeigt: Stromsollwert für Kurzschluss, Betriebsart Kurzschluss ("s" für Kurzschluss-test) und der Input-Status der Last (ON, OFF).

⑨ Anzeige des aktuellen Leistungsmesswertes:



Betätigen Sie die Tasten ▲ und ▼, um zwischen der Anzeige des aktuellen Status der Last und dem aktuellen Messwert der Leistung zu wechseln. In der ersten Zeile werden die aktuellen Messwerte für Spannung und Strom angezeigt. In der zweiten Zeile werden der Einstellwert und der Leistungsmesswert angezeigt.

⑩ Status der Schutzfunktion:



Wenn eine Schutzfunktion angesprochen hat, zeigt das Display den entsprechenden Status an.

Beispiel: Der Status der Schutzfunktion Eingangsverpolungsschutz wird wie folgt angezeigt:



Schutzfunktionen sind: Überstrom (OC), Überspannung (OV), Überleistung (OP), Übertemperatur (OT), Last-Schutz (PT) und Verpolung (RV).

1.8 Remote-Programmierung

Alle Befehle werden über die Datenschnittstelle (RS232, GPIB) an die Last übertragen und nach der Dekodierung vom Prozessor ausgeführt. Im Fehlerfall kann der Prozessor den fehlerbehafteten Befehl sowie die Art des Fehlers erkennen und im Statusregister hinterlegen.

2 Funktionen und Leistungsmerkmale

2.1 Bedienung am Gerät („local“-Bedienung), Bedienung via Remote-Controller

Die Lasten der Baureihe SPL können sowohl über die Bedienelemente auf der Gerätefront als auch via Remote-Controller über die Datenschnittstelle gesteuert werden. Der jeweilige Modus muss am Gerät eingestellt werden. Nach dem Einschalten befindet sich das Gerät standardmäßig im „local“-Status. Sobald das Gerät einen Befehl über die GPIB-Schnittstelle bzw. den Befehl „SYSTem:REMOte“ über die RS232-Schnittstelle empfängt, erfolgt der Wechsel in den Remote-Status.

In diesem Betriebszustand wird die REM-Anzeige aktiviert und alle frontseitigen Bedienelemente werden inaktiv geschaltet

(Ausnahme: Tasten  und ). Sämtliche Bedienschritte werden dann über den Remote-Controller gesteuert. Das Gerät schaltet in den „local“-Status zurück, sobald es einen entsprechenden Schaltbefehl empfängt (z. B. SYST:LOC).

Alternativ kann das Gerät über die Tasten  und  manuell auf „local“-Betrieb geschaltet werden.

Weitere Informationen zur Bedienung am Gerät siehe Kapitel 4 „Bedienung am Gerät („local“-Betrieb)“.

Grundlagen der Remote-Programmierung siehe Kapitel 5 „Remote-Programmierung“.

Die Programmierung der SCPI-Schnittstelle wird im „SCPI-Programmier-Handbuch für SPL-Geräte“ detailliert beschrieben.

2.2 Programmierbare Funktionen

Betriebsarten:

- Betriebsart CC (Konstantstrom) (CCL, CCH)
- Betriebsart CV (Konstantspannung) (CV)
- Betriebsart CR (Konstantwiderstand) (CRL, CRM, CRH)
- Betriebsart CP (Konstantleistung) (CPV, CPC)
- Transienter Betrieb (Tran)
- Sequenzieller Betrieb (Liste)
- Batterietest (Battery)
- Kurzschluss (Short)

2.3 Grundfunktionen

Das Gerät arbeitet mit vier Betriebsarten:

- Konstantstrom (CC),
- Konstantspannung (CV),
- Konstantwiderstand (CR),
- Konstantleistung (CP).

Die Betriebsart und alle zugehörigen Parameter können über die frontseitigen Bedienelemente des Geräts und via Remote-Controller eingestellt werden. Ein Wechsel der Betriebsart erfolgt entweder manuell oder per Remote-Befehl. Bei jedem Wechsel der Betriebsart im eingeschalteten Zustand erfolgt eine automatische Abschaltung der Last für ca. fünf Sekunden.

Die Einstellwerte werden wirksam, sobald die Last eingeschaltet wird. Überschreitet ein Einstellwert den zulässigen Bereich, erfolgt eine automatische Anpassung auf einen zulässigen Maximal- bzw. Minimalwert.

2.3.1 Betriebsart Konstantstrom (CC)

In der Betriebsart Konstantstrom stehen die beiden Bereiche hoher Wertebereich (CCH) und niedriger Wertebereich (CCL) zur Verfügung: Die Option „hoher Wertebereich“ umfasst hierbei den größeren Wertebereich für die Testfunktion. Der Bereich „niedriger Wertebereich“ gewährleistet dagegen eine höhere Auflösung bei geringen Stromwerten.

In der Betriebsart CC wird die Stromstärke basierend auf einem programmierten Wert und unabhängig von der Eingangsspannung aufgenommen (Bild 2.1). Betätigen Sie im Hauptmenü die Taste **Set**, um den Dialog zur Auswahl der Betriebsart und das Menü Parameter zu öffnen.

Wählen Sie die Betriebsart CCH oder CCL über die Tasten **▲ ▼**. Geben Sie den Stromsollwert über die Eingabetasten oder die Pfeiltasten **◀ ▶** und den Drehgeber ein. Bestätigen Sie mit **Enter**. Die Betriebsart CC und die zugehörigen Parameter können auch über einen Remote-Befehl aktiviert werden (MODE CCL, MODE CCH, CURRent <NRf+>).

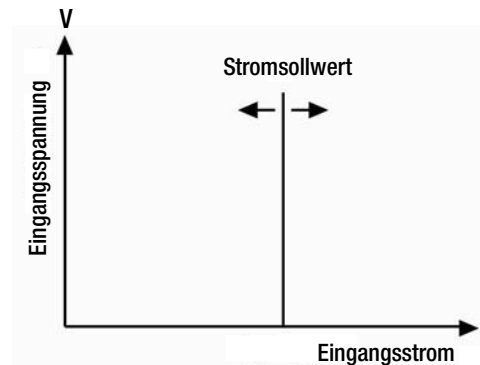


Bild 2.1 Betriebsart Konstantstrom (CC)

2.3.1.1 Einstellbereiche

In der Betriebsart Konstantstrom niedriger Wertebereich (CCL) liegt der Einstellbereich für den Stromsollwert bei 0 ... 10% des maximalen Nenneingangsstroms. In der Betriebsart Konstantstrom hoher Wertebereich (CCH) liegt der Einstellbereich für den Stromsollwert bei 0 ... 100% des maximalen Nenneingangsstroms. Bei jedem Wechsel der Betriebsart im eingeschalteten Zustand erfolgt eine automatische Abschaltung der Last für ca. fünf Millisekunden. Beispiel: Beim Wechsel von der Betriebsart CCL nach CCH wird die Last für ca. fünf Millisekunden abgeschaltet.

Weiterhin wird der Stromsollwert ggf. an den Einstellbereich der neuen Betriebsart angepasst.

Beispiel: Aktueller Stromsollwert in CCH 10.000A. Beim Umschalten auf CCL wird der Stromsollwert auf den Maximalpegel von 4.0000 A (SPL 400-40) für CCL aktualisiert.

2.3.1.2 Direkter Strompegel

Der direkte Strompegel bezieht sich auf den Stromsollwert in der Betriebsart CC. Dieser Wert kann in den Menüs „Auswahl der Betriebsart“ und „Parameter“ bzw. über einen Remote-Befehl eingestellt werden (CURRent <NRf+>). Alternativ kann der Wert mit den Pfeiltasten **◀ ▶** und dem Drehgeber am Gerät geändert werden.

2.3.1.3 Triggersignalgesteuerter Stromübergang

Der triggersignalgesteuerte Stromübergang bezieht sich auf den voreingestellten Stromsollwert. Dieser Wert kann durch ein externes Triggersignal automatisch als direkter Stromsollwert gesetzt werden. Bei entsprechender Konfiguration in der Betriebsart CC und aktiviertem Leistungseingang erfolgt eine Aktualisierung unmittelbar beim Erhalt des Triggersignals. Wenn die Betriebsart CC nicht aktiv ist, hat der Stromsollwert keinen Einfluss auf den Leistungseingang, bis die Betriebsart CC aktiviert wird. Nach dem Ausführen einer triggersignalgesteuerten Stromsollwertänderung werden nachfolgende Triggersignale ignoriert, bis ein neu programmierter Triggerbefehl (CURR:TRIG<NRf+>) empfangen wird.

Die verschiedenen Triggersignale werden in einem der folgenden Kapitel detailliert beschrieben. Alle Trigger und sonstigen Betriebszustände der Last können in einem Statusregister aufgezeichnet werden. Weitere Einzelheiten zum Statusregister, siehe „Programmierhandbuch SPL SCPI“.

2.3.1.4 Transienter Strompegel

In der Betriebsart „Transient“ schaltet die Last zwischen Strompegel „high“ (LevelH) und „low“ (LevelL). Der transiente Strompegel kann im Menü „Transienter Betrieb“ über die Bedienelemente auf der Frontseite des Geräts oder per Remote-Befehl (CURRent:HLEV <NRf+>, CURRent:LLEV <NRf+>) gesetzt werden.

2.3.1.5 Programmierbarer maximaler Strompegel

Über einen Remote-Befehl (CURRent:PROTection <NRf+>) kann ein max. Strompegel 0 ... 100% des maximalen Nenneingangsstroms gesetzt werden. Wird dieser Pegel über eine programmierbare Verzögerungszeit (0.001 ... 60 s) hinaus überschritten, wird ein akustisches Alarmsignal erzeugt und die Last schaltet ab. Der max. Strompegel kann in allen Betriebsarten programmiert werden.

2.3.2 Betriebsart Konstantspannung (CV)

In der Betriebsart CV nimmt die Last soviel Strom auf, dass der programmierte Spannungssollwert erreicht wird (Bild 2.2). Betätigen Sie im Hauptmenü die Taste **Set**, um den Dialog zur Auswahl der Betriebsart und das Menü Parameter zu öffnen. Wählen Sie mit ▲ und ▼ die Betriebsart CV. Geben Sie den Spannungssollwert über die Eingabetasten oder die Pfeiltasten ◀ ▶ und den Drehgeber ein. Bestätigen Sie mit **Enter**.

Die Betriebsart CV und die zugehörigen Parameter können auch per Remote-Befehl (MODE CV, VOLTage <NRf+>) gesetzt werden.

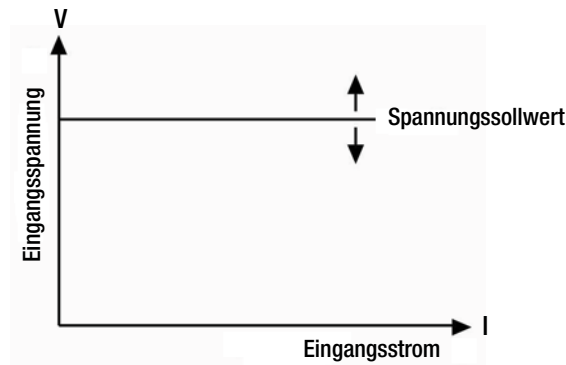


Bild 2.2 Betriebsart Konstantspannung (CV)

2.3.2.1 Einstellbereiche

Einstellbereich für Spannung: 0 ... 80 V bzw. 0 ... 200 V, je nach Modell.

2.3.2.2 Direkter Spannungspegel

Der direkte Spannungspegel bezieht sich auf den Spannungssollwert in der Betriebsart CV. Dieser Wert kann in den Menüs „Auswahl der Betriebsart“ und „Parameter“ bzw. über einen Remote-Befehl eingestellt werden (VOLTage <NRf+>). Alternativ kann der Wert mit den Pfeiltasten ◀ ▶ und dem Drehgeber am Gerät geändert werden.

2.3.2.3 Triggersignalgesteuerter Spannungsübergang

Der triggersignalgesteuerte Spannungsübergang bezieht sich auf den voreingestellten Spannungssollwert. Dieser Wert kann durch ein externes Triggersignal automatisch als direkter Spannungssollwert gesetzt werden. Bei entsprechender Konfiguration in der Betriebsart CV und aktiviertem Leistungseingang erfolgt eine Aktualisierung unmittelbar beim Erhalt des Triggersignals. Wenn die Betriebsart CV nicht aktiv ist, hat der Spannungssollwert keinen Einfluss auf den Leistungseingang, bis die Betriebsart CV aktiv wird. Nach dem Ausführen einer triggersignalgesteuerten Spannungssollwertänderung werden nachfolgende Triggersignale ignoriert, bis ein neu programmierter Triggerbefehl (VOLT:TRIG<NRf+>) empfangen wird.

Die verschiedenen Triggersignale werden in einem der folgenden Kapitel detailliert beschrieben. Alle Trigger und sonstigen Betriebszustände der Last können in einem Statusregister aufgezeichnet werden. Weitere Einzelheiten zum Statusregister, siehe „Programmierhandbuch SPL SCPI“.

2.3.2.4 Transienter Spannungspegel

In der Betriebsart Transient schaltet die Last zwischen Spannungspegel „high“ (LevelH) und Spannungspegel „low“ (LevelL). Der transiente Spannungspegel kann im Menü „Transienter Betrieb“ über die Bedienelemente auf der Frontseite des Geräts oder per Remote-Befehl (VOLTage:HLEVel <NRf+>, VOLTage:LLEVel <NRf+>) gesetzt werden.

2.3.3 Betriebsart Konstantwiderstand (CR)

In der Betriebsart Konstantwiderstand stehen die drei Bereiche niedriger Wertebereich (CRL), mittlerer Wertebereich (CRM) und hoher Wertebereich (CRH) zur Verfügung. In dieser Betriebsart nimmt die Last einen Strom linear-proportional zur Eingangsspannung und in Abhängigkeit des programmierten Widerstands $I=U/R$ auf (Bild 2.3). Betätigen Sie im Hauptmenü die Taste **Set**, um den Dialog zur Auswahl der Betriebsart und das Menü Parameter zu öffnen. Wählen Sie mit **▲** und **▼** die Betriebsart CR. Geben Sie den Widerstandssollwert über die Eingabetasten oder die Pfeiltasten **◀ ▶** und den Drehgeber ein. Bestätigen Sie mit **Enter**. Die Betriebsart CR und die zugehörigen Parameter können auch per Remote-Befehl (MODE CRL, MODE CRM, MODE CRH, RESistance <NRf+>) gesetzt werden.

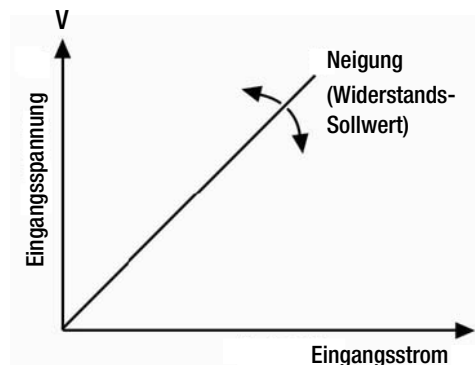


Bild 2.3 Betriebsart Konstantwiderstand (CR)

2.3.3.1 Einstellbereiche

Konstantwiderstand 80 V-Modelle

niedriger Wertebereich (CRL) = 0,02 ... 2 Ω ,
mittlerer Wertebereich (CRM) = 2 ... 200 Ω ,
hoher Wertebereich (CRH) = 20 ... 2000 Ω .

Konstantwiderstand 200 V-Modelle

niedriger Wertebereich (CRL) = 0,0666 ... 6,66 Ω ,
mittlerer Wertebereich (CRM) = 6,66 ... 666 Ω ,
hoher Wertebereich (CRH) = 66,6 ... 6660 Ω .

Bei jeder Änderung des Einstellbereichs im eingeschalteten Zustand erfolgt eine automatische Abschaltung der Last für ca. fünf Millisekunden.

Beispiel: Beim Wechsel von der Betriebsart CRL nach CRH wird die Last für ca. fünf Millisekunden abgeschaltet. Weiterhin wird ggf. der Widerstandssollwert an den Einstellbereich der neuen Betriebsart angepasst.

Beispiel: Aktueller Einstellwert in CRM 10.000 Ω . Beim Umschalten auf CRL muss der Einstellwert für den Widerstand auf den Maximalpegel von 2.000 Ω für CRL aktualisiert werden.

2.3.3.2 Direkter Widerstandspegel

Der direkte Widerstandspegel bezieht sich auf den Widerstandssollwert in der Betriebsart CR. Dieser Wert kann in den Menüs „Auswahl der Betriebsart“ und „Parameter“ bzw. über einen Remote-Befehl eingestellt werden (RESistance <NRf+>). Alternativ kann der Wert mit den Pfeiltasten **◀ ▶** und dem Drehgeber am Gerät geändert werden.

2.3.3.3 Triggersignalgesteuerter Widerstandsübergang

Der triggersignalgesteuerte Widerstandsübergang bezieht sich auf den voreingestellten Widerstandssollwert. Dieser Wert kann durch ein externes Triggersignal automatisch als direkter Widerstandssollwert gesetzt werden. Bei entsprechender Konfiguration in der Betriebsart CR und aktiviertem Leistungseingang erfolgt eine Aktualisierung unmittelbar beim Erhalt des Triggersignals. Wenn die Betriebsart CR nicht aktiv ist, hat der Widerstandssollwert keinen Einfluss auf den Leistungseingang, bis die Betriebsart CR aktiv wird. Der triggersignalgesteuerte Widerstandssollwert kann nur über einen Remote-Befehl (RESistance:TRIGgered <NRf+>) gesetzt werden. Nach dem Ausführen einer triggersignalgesteuerten Widerstandssollwertänderung werden nachfolgende Triggersignale ignoriert, bis ein neu programmierter Triggerbefehl (RES:TRIG<NRf+>) empfangen wird. Die verschiedenen Triggersignale werden in einem der folgenden Kapitel detailliert beschrieben. Alle Trigger und sonstigen Betriebszustände der Last können in einem Statusregister aufgezeichnet werden. Weitere Einzelheiten zum Statusregister, siehe „Programmierhandbuch SPL SCPI“.

2.3.3.4 Transienter Widerstandspegel

In der Betriebsart Transient schaltet die Last zwischen Widerstandspegel „high“ (LevelH) und Widerstandspegel „low“ (LevelL). Der transiente Widerstandspegel kann im Menü „Transienter Betrieb“ über die Bedienelemente auf der Frontseite des Geräts oder per Remote-Befehl (RESistance:HLeVel <NRf+>, RESistance:LLeVel <NRf+>) gesetzt werden.

2.3.4 Betriebsart Konstantleistung (CP)

In der Betriebsart Konstantleistung stehen die Optionen Konstantleistungssenke für Spannungsquellen (CPV) und Stromquellen (CPC) zur Verfügung. Die Betriebsart CPV ist für den Test von Spannungsquellen und die Betriebsart CPC ist für den Test von Stromquellen vorgesehen. In der Betriebsart CP arbeitet die Last mit einer programmierten Konstantleistung, d. h. unabhängig von den Spannungs- bzw. Stromschwankungen einer externen Quelle (Bild 2.4). Betätigen Sie die Taste **Set**, um den Dialog zur Auswahl der Betriebsart und das Menü Parameter zu öffnen.

Wählen Sie die Betriebsart CPV oder CPC mit Hilfe der Tasten **▲** und **▼**. Geben Sie die Leistung über die Eingabetasten oder die Pfeiltasten **◀ ▶** und den Drehgeber ein. Bestätigen Sie mit **Enter**. Die Betriebsart CP und die zugehörigen Parameter können auch per Remote-Befehl (MODE CPV, MODE CPC, POWer <NRf+>) gesetzt werden.

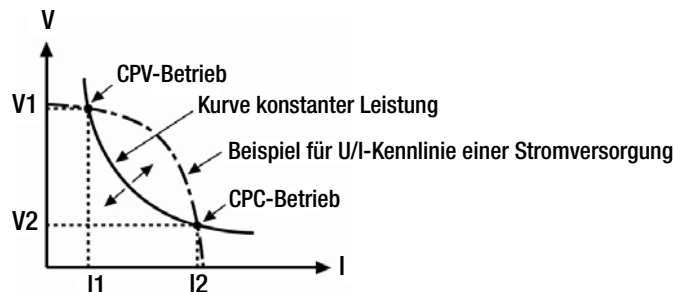


Bild 2.4 Betriebsart Konstantleistung (CP)

Bild 2.5 zeigt die Strom-/Spannungs-Diagramme für verschiedene gängige Strom-/Spannungsquellen. Die Kurve der Konstantleistung beschreibt eine Hyperbel im ersten Quadranten und weist normalerweise zwei Schnittpunkte mit der Strom-/Spannungskurve auf (CPV- und CPC-Punkt), sobald die Leistung einer externen Quelle über einem Leistungssollwert der Senke liegt. Am CPV-Punkt zeigt die angeschlossene Stromversorgung die Eigenschaft einer Spannungsquelle. Die Ausgangsleistung steigt analog zum Stromanstieg. Am CPC-Punkt zeigt die angeschlossene Stromversorgung die Eigenschaft einer Stromquelle. Die Ausgangsleistung steigt analog zum Spannungsanstieg. Die Geräte der Serie SPL können anwenderspezifisch auf jeden Schnittpunkt parametrisiert werden.

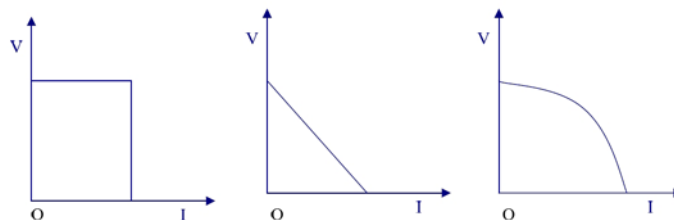


Bild 2.5 Beispiele von Strom-/Spannungskurven von Stromversorgungen

Die elektronische Last muss nur einen Teil der Strom-Spannungs-Kennlinie (der zu prüfenden Stromversorgung) testen, um zu erkennen ob die Konstantleistungskennlinie der Last und die Strom-Spannungskennlinie der zu prüfenden Stromversorgung Schnittpunkte besitzen. Liegt der Leistungssollwert über der aktuellen Quellenleistung, wird die externe Stromversorgung aufgrund der zu geringen Quellenleistung nicht von der Last kurzgeschlossen. Erkennt die Last eine ungenügende Quellenleistung der externen Stromversorgung, erfolgt keine weitere Erhöhung der Stromstärke und die Last beginnt den Detektionsvorgang von neuem (sinnvoll z. B. beim Anlaufvorgang der Quelle).

2.3.4.1 Einstellbereiche

Der Einstellbereich für den Leistungssollwert liegt in den beiden Betriebsarten CPV und CPC bei 0 ... 250 W (SPL 250-30) bzw. bei 0 ... 400 W (SPL 400-40), bei 0 ... 200 W (SPL 200-20) bzw. bei 0 ... 350 W (SPL 350-30).

2.3.4.2 Direkter Leistungspegel

Der direkte Leistungspegel bezieht sich auf den Leistungssollwert in der Betriebsart CP. Dieser Wert kann in den Menüs „Auswahl der Betriebsart“ und „Parameter“ bzw. über einen Remote-Befehl eingestellt werden (POWer <NRf+>). Alternativ kann der Wert mit den Pfeiltasten **◀ ▶** und dem Drehgeber am Gerät geändert werden.

2.3.4.3 Triggersignalgesteuerter Leistungspegel

Der triggersignalgesteuerte Leistungspegel bezieht sich auf den voreingestellten Leistungssollwert. Dieser Wert kann durch ein externes Triggersignal automatisch als direkter Leistungssollwert gesetzt werden. Bei entsprechender Konfiguration in der Betriebsart CP und einem aktivierten Leistungseingang erfolgt eine Aktualisierung unmittelbar beim Erhalt des Triggersignals. Wenn die Betriebsart CP nicht aktiv ist, hat der Leistungssollwert keinen Einfluss auf den Leistungseingang bis die Betriebsart CP aktiviert wird.

Der triggersignalgesteuerte Leistungspegel kann nur per Remote-Befehl (POWer:TRIGgered <NRf+>) gesetzt werden. Nach dem Ausführen einer triggersignalgesteuerten Leistungssollwertänderung werden nachfolgende Triggersignale ignoriert, bis ein neu programmierter Triggerbefehl (POW:TRIG<NRf+>) empfangen wird. Die verschiedenen Triggersignale werden in einem der folgenden Kapitel detailliert beschrieben. Alle Trigger und sonstigen Betriebszustände der Last können in einem Statusregister aufgezeichnet werden. Weitere Einzelheiten zum Statusregister, siehe „Programmierhandbuch SPL SCPI“.

2.4 Transienter Betrieb

Im transienten Betrieb schaltet die Last zwischen verschiedenen Lastsollwerten (LevelH und LevelL). Die Funktion ermöglicht eine Prüfung der dynamischen Eigenschaften einer Stromversorgung. Der transiente Betrieb steht in den Betriebsarten CC, CV und CR zu Verfügung, mit den einstellbaren Modi: kontinuierlich, Puls- oder Umschaltbetrieb. Eine Kombination aus sequenziellem und transientem Betrieb ist nicht möglich, das heißt, die Betriebsart „Sequenziell“ muss ausgewählt werden.

Relevante Parameter: low-Pegel (LevelL), high-Pegel (LevelH), low-Pegel-Zeit (TimeL), high-Pegel-Zeit (TimeH), Flankenanstiegszeit (TimeR) und Flankenabfallzeit (TimeF) sowie Betriebsart.

Die Pegel high und low bewegen sich im transienten Betrieb innerhalb eines Wertebereichs von CC, CV und CR.

Weitere Wertebereiche: hoher/niedriger Wertebereich-Zeit = 0 ... 655.35 ms, Anstiegs-/Abfallflanke 10 µs ... 655.35 ms. Die Auflösung beträgt jeweils 10 µs bei einer Testfrequenz von maximal 50 kHz.

Der Modus kann über die Taste **Tran** auf der Frontseite des Geräts oder per Remote-Befehl (TRANsient ON/OFF) aufgerufen werden, nachdem die gewünschte Betriebsart eingestellt wurde.



Achtung!

Im transienten Betrieb kann keine Umstellung der Betriebsart stattfinden.



Achtung!

Im transienten Betrieb sind die Parameter Uon-Punkt und max. Strompegel zu beachten.

Beide Parameter können die Abschaltung des Leistungseingangs auslösen und somit die Ausführung des transienten Betriebs unterbrechen.

2.4.1 Kontinuierlicher transienter Betrieb

Im kontinuierlichen transienten Betrieb schaltet die Last in definierten Intervallen zwischen eingestellten high- und low-Pegeln.

Die relevanten Parameter wie

- low-Pegel (LevelL),
- high-Pegel (LevelH),
- low-Pegel-Zeit (TimeL),
- high-Pegel-Zeit (TimeH),
- Flankenanstiegszeit (TimeR),
- Flankenabfallzeit (TimeF) und
- kontinuierlich (cont)

können im Menü „Transienter Betrieb“ oder per Remote-Befehl

- (CURRent:LLEVel <NRf+>,
- CURRent:HLEVel <NRf+>,
- VOLTage:LLEVel <NRf+>,
- VOLTage:HLEVel <NRf+>,
- RESistance:LLEVel <NRf+>,
- RESistance:HLEVel <NRf+>,
- TRANsient:LTime <NRf+>,
- TRANsient:HTime <NRf+>,
- TRANsient:RTime <NRf+>,
- TRANsient:FTime <NRf+>,
- TRANsient:MODE CONTInuous)

gesetzt werden.

Beispiel: Bei Betriebsart CCH und Leistungseingang OFF sind folgende Parameter zu setzen.

Betätigen Sie die Taste **Tran**, um in die Betriebsart Transient zu wechseln.

Betätigen Sie die Taste **Set**, um das Menü „Transienter Betrieb“ zu öffnen.

Setzen Sie die folgenden Parameter:

LevelL	5.000 A
LevelH	10.000 A
TimeL	0.50 ms
TimeH	0.50 ms
TimeR	0.20 ms
TimeF	0.20 ms
Mode	Cont

Betätigen Sie anschließend die Taste **Input on/off**, um den Leistungseingang zu aktivieren.

Alternativ kann die Aktivierung per Remote-Befehl erfolgen:

SCPI Command	Beschreibung
TRAN ON	Freigabe transienter Betrieb
CURR:LLEV 5	Stromtransiente high-Pegel auf 5 A
CURR:HLEV 10	Stromtransiente high-Pegel auf 10 A
TRAN:LTIM 500 μ s	low-Pegel-Zeit auf 500 μ s
TRAN:HTIM 500 μ s	high-Pegel-Zeit auf 500 μ s
TRAN:RTIM 200 μ s	Anstiegsflanke auf 200 μ s
TRAN:FTIM 200 μ s	Abfallflanke auf 200 μ s
TRAN:MODE CONT	Kontinuierlicher Betrieb
INPUT ON	Leistungseingang aktivieren

Bild 2.6 zeigt den Verlauf der Stromkurve der Last. Der Eingangsstrom erreicht den high-Pegel (10 A) nach einer Anstiegszeit von 200 μ s und bleibt für 500 μ s bei 10 A. Nach einer Abfallzeit 200 μ s erreicht der Eingangsstrom den low-Pegel (5 A) und bleibt für 500 μ s auf 5 A.

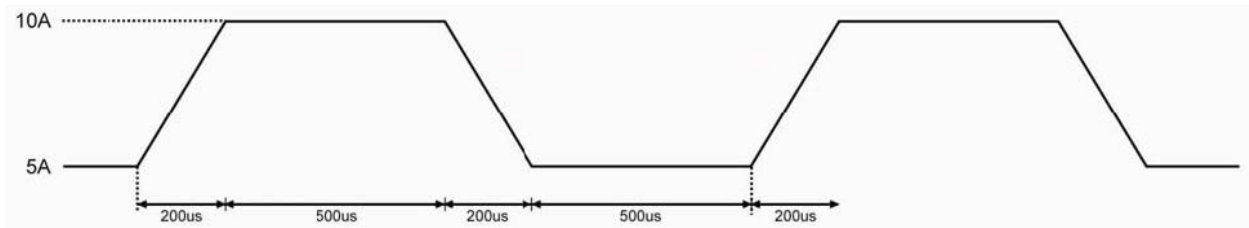


Bild 2.6 Kontinuierlicher transienter Betrieb

2.4.2 Transienter Pulsbetrieb

Im transienten Pulsbetrieb ist ein Triggersignal erforderlich. Die Last arbeitet mit niedrigem Wertebereich, bis ein Triggersignal eingeht. Dann schaltet die Last auf high-Pegel und bleibt für eine programmierte Zeitspanne auf diesem Niveau. Anschließend schaltet die Last zurück auf low-Pegel. Die relevanten Parameter wie

- low-Pegel (LevelL),
- high-Pegel (LevelH),
- high-Pegel-Zeit (TimeH),
- Flankenanstiegszeit (TimeR),
- Flankenabfallzeit (TimeF) und
- Pulsbetrieb (pulse)

können im Menü „Transienter Betrieb“ oder per Remote-Befehl

- (CURRent:LLEVel <NRf+>>,
- CURRent:HLEVel <NRf+>,
- VOLTage:LLEVel <NRf+>,
- VOLTage:HLEVel <NRf+>,
- RESistance:LLEVel <NRf+>,
- RESistance:HLEVel <NRf+>,
- TRANsient:HTIME <NRf+>,
- TRANsient:RTIME <NRf+>,
- TRANsient:FTIME <NRf+>,
- TRANsient:MODE PULSE)

gesetzt werden. Die low-Pegel-Zeit (TimeL) hat keinen Einfluss auf den transienten Pulsbetrieb.

Ein Impuls kann nur durch ein Triggersignal ausgelöst werden. Dieses Signal kann extern über die TRIG-Schnittstelle, über die Taste , die Funktion GPIB **GET**, den common-Befehl ***TRG** oder den subsystem-Befehl **TRIG** gesetzt werden. Das Triggersignal wird nur im Zustand „low-Pegel“ ausgeführt und löst einen einzigen Impuls aus. Für jeden zusätzlichen Impuls muss im Low-Pegel-Zustand erneut getriggert werden. Während des Ablaufs eines Impulses (z. B. in der High-Pegel-Phase) werden Triggersignale ignoriert.

Beispiel: Bei Betriebsart CCH und Leistungseingang OFF sind folgende Parameter zu setzen.

Betätigen Sie die Taste **Tran**, um in die Betriebsart Transient zu wechseln.

Betätigen Sie die Taste **Set**, um das Menü „Transienter Betrieb“ zu öffnen.

Setzen Sie die folgenden Parameter:

LevelL	5.000A
LevelH	10.000A
TimeH	0.50ms
TimeR	0.10ms
TimeF	0.10ms
Mode	Puls

Betätigen Sie anschließend die Taste , um den Leistungseingang zu aktivieren.

Alternativ kann die Aktivierung per Remote-Befehl erfolgen:

SCPI Command	Beschreibung
TRIG:SOUR EXT	Auswahl externer Trigger
TRAN ON	Freigabe Transientenbetrieb
TRAN:LLEV 5	Stromtransiente low-Pegel auf 5 A
TRAN:HLEV 10	Stromtransiente high-Pegel auf 10 A
TRAN:HTIM 500us	high-Pegel-Zeit auf 500 μ s
TRAN:RTIM 100us	Anstiegsflanke auf 100 μ s
TRAN:FTIM 200us	Abfallflanke auf 200 μ s
TRAN:MODE PULS	Transienter Pulsbetrieb
INPUT ON	Leistungseingang aktivieren

Die Triggerung erfolgt über ein externes Triggersignal. Bild 2.7 zeigt den Verlauf der Stromkurve der Last vor und nach dem Triggersignal. Die Last arbeitet bei aktiviertem Leistungseingang im Zustand low-Pegel (5 A). Die Last schaltet den Eingangsstrom bei jedem Triggersignal innerhalb einer Anstiegszeit von 200 μ s auf high-Pegel (10 A) und bleibt für 500 μ s auf 10 A. Nach einer Abfallzeit von 200 μ s arbeitet die Last wieder mit low-Pegel (5 A).

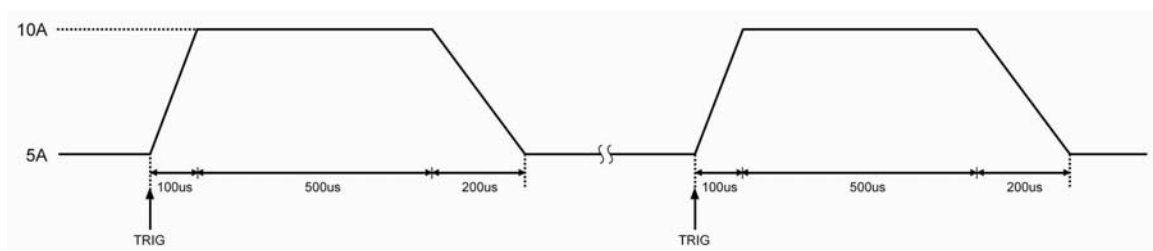


Bild 2.7 Transienter Pulsbetrieb

2.4.3 Transienter Umschaltbetrieb

Im transienten Umschaltbetrieb ist ein Triggersignal erforderlich. Die Last arbeitet mit einem programmierten Pegel, bis ein Triggersignal eingeht. Dann schaltet die Last innerhalb einer bestimmten Zeit auf einen anderen Pegel um. Die relevanten Parameter wie

- low-Pegel (LevelL),
- high-Pegel (LevelH),
- Flankenanstiegszeit (TimeR),
- Flankenabfallzeit (TimeF) und
- Umschaltbetrieb (toggle)

können im Menü „Transienter Betrieb“ oder per Remote-Befehl

- (CURRent:LLEVel <NRf+>,
- CURRent:HLEVel <NRf+>,
- VOLTage:LLEVel <NRf+>, VOLTage:HLEVel <NRf+>,
- RESistance:LLEVel <NRf+>,
- RESistance:HLEVel <NRf+>,
- TRANSient:RTIME <NRf+>,
- TRANSient:FTIME <NRf+>,
- TRANSient:MODE TOGGLE)

gesetzt werden. Die low-Pegel- (TimeL) und high-Pegel-Zeit (TimeH) haben keinen Einfluss auf den transienten Umschaltbetrieb.

Das Triggersignal kann extern über die TRIG-Schnittstelle, über die Taste , die Funktion **GPIO GET**, den common-Befehl ***TRG** oder den subsystem-Befehl **TRIG** gesetzt werden.

Beispiel: Bei Betriebsart CCH und Leistungseingang OFF sind folgende Parameter zu setzen.

Betätigen Sie die Taste **Tran**, um in die Betriebsart Transient zu wechseln.

Betätigen Sie die Taste **Set**, um das Menü „Transienter Betrieb“ zu öffnen.

Setzen Sie die folgenden Parameter:

LevelL	5.000 A
LevelH	10.000 A
TimeR	0.10 ms
TimeF	0.20 ms
Mode	Togg

Betätigen Sie anschließend die Taste **Input on/off**, um den Leistungseingang zu aktivieren.

Alternativ kann die Aktivierung per Remote-Befehl erfolgen:

SCPI Command	Beschreibung
TRIG:SOUR EXT	Auswahl externer Trigger
TRAN ON	Freigabe transienter Betrieb
TRAN:LLEV 5	Stromtransiente low-Pegel auf 5 A
TRAN:HLEV 10	Stromtransiente high-Pegel auf 10 A
TRAN:RTIM 100us	Anstiegsflanke auf 100us
TRAN:FTIM 200us	Abfallflanke auf 200us
TRAN:MODE TOGG	Transienter Umschaltbetrieb
INPUT ON	Leistungseingang aktivieren

Die Triggerung erfolgt über ein externes Triggersignal. Bild 2.8 zeigt den Verlauf der Stromkurve der Last vor und nach dem Triggersignal. Die Last arbeitet bei aktiviertem Leistungseingang im Zustand low-Pegel (5 A). Der Eingangsstrom wird beim ersten Triggersignal innerhalb einer Anstiegszeit von 100 µs auf high-Pegel (10 A) geschaltet. Beim zweiten Triggersignal wird der Eingangsstrom innerhalb einer Abfallzeit von 200 µs zurück auf low-Pegel (5 A) geschaltet. Jedes Triggersignal löst einen Umschaltimpuls aus.

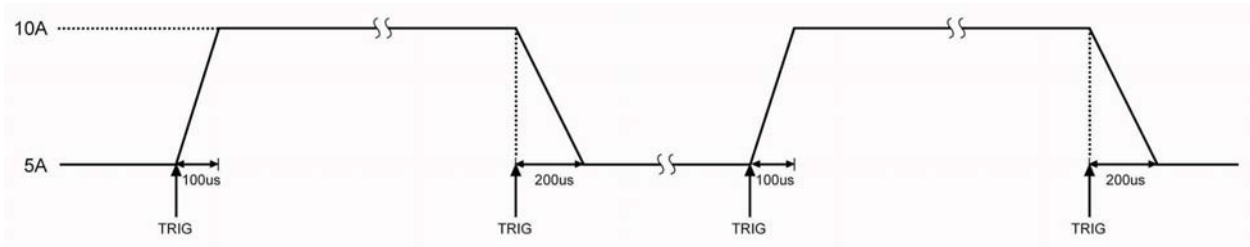


Bild 2.8 Transienter Umschaltbetrieb

2.5 Sequenzieller Betrieb (Liste)

Neben dem Transientenbetrieb kann die Last im sequenziellen (Listen-) Betrieb arbeiten. Hierbei werden programmierte Werte mit einem externen Signal synchronisiert.

Im sequenziellen Betrieb werden Last- und Zeitwert-Kombinationen, Last-Parameter und die entsprechenden Intervalle programmiert. Sequenzielle Messungen sind in den Betriebsarten CC, CV und CR möglich. Für jeden Schritt kann ein Zeitintervall von $10\ \mu\text{s}$ bis $99999.99999\ \text{s}$ (ca. 27,78 h) programmiert werden. In dieser Betriebsart arbeitet die Last mit programmierbaren Zykluszeiten. Die verschiedenen Listen können miteinander verknüpft werden, d. h., nachdem eine Sequenz abgearbeitet ist, wird automatisch eine Folgesequenz initiiert. Dies ermöglicht den Aufbau komplexer Testreihen. Pro Liste können 50 Einzelschritte programmiert werden, und im Gerätespeicher können sieben Listen hinterlegt werden.

Die Parameter für den sequenziellen Betrieb können im Menü „Sequenzieller Betrieb (Liste)“ oder per Remote-Befehl eingegeben werden. Darüber hinaus steht eine benutzerfreundliche Editierfunktion zur Verfügung. Bei der Programmierung/Bearbeitung einzelner Schritte kann der Anwender über diese Funktion alle verfügbaren Parameter mit vorherigen und/oder folgenden Schritten unmittelbar abgleichen.

Die Einstellwerte der Einzelschritte und Listen-Parameter werden beim Verlassen des Editiermodus automatisch abgespeichert.

Der Listenbetrieb kann darüber hinaus auch per Remote-Befehl initiiert werden.

Eine Kombination aus sequenziellem und transientem Betrieb ist nicht möglich, das heißt, die Betriebsart „Transient“ muss vorher ausgewählt werden. Sofern der Übergang auf einen anderen Listenschritt mit einem Wechsel der Betriebsart verbunden ist, führt die Last automatisch eine Verzögerungszeit von 5 ms aus, um eine eventuelle Stromspitze zu vermeiden. Der Leistungseingang der Last wird während dieser Verzögerungszeit inaktiv geschaltet.

Bild 2.9 zeigt das Diagramm einer Liste mit fünf Schritten. Weitere Informationen zur Programmierung von Listen über die Bedienelemente des Geräts, siehe Kapitel 5.

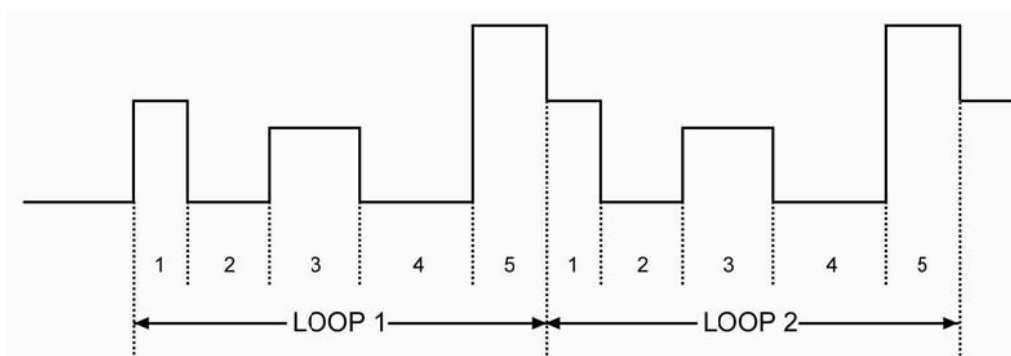


Bild 2.9 Sequenzieller (Listen-) Betrieb



Achtung!

Im Listenbetrieb sind die Parameter Uon-Punkt und max. Strompegel zu beachten. Beide Parameter können die Abschaltung des Leistungseingangs auslösen und somit die Ausführung des Listenbetriebs unterbrechen.

2.6 Batterietest

In dieser Betriebsart wird die Zeit gemessen, die abläuft bis die Batteriespannung auf einen definierten Wert abfällt, während von der Batterie ein konstanter Strom entnommen wird. Die Parameter **Entladestrom** und **Spannungsgrenzwert** können vom Anwender vorgegeben werden. Sobald die Batteriespannung den unteren Grenzwert erreicht, wird der Batterietest automatisch beendet. Bild 2.10 zeigt die Spannungs-/Stromkurve in der Betriebsart Batterietest. Die Batteriespannung, der Entladestrom, die Entladezeit und die entnommene Ladungsmenge (in Ah) werden in Echtzeit auf dem Gerätedisplay angezeigt. Die maximale Entladezeit beträgt 99 Stunden, 99 Minuten und 99 Sekunden bei einer maximalen Batteriekapazität von 4000 Ah (SPL 400-40), 3000 Ah (SPL 350-30, SPL 250-30), 2000 Ah (SPL 200-20).

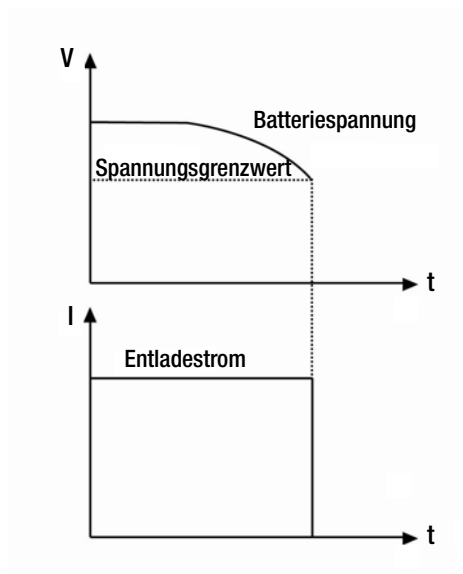


Bild 2.10 Spannungs-/Stromkurve der Betriebsart Batterietest

2.7 Betriebsart Kurzschluss

In dieser Betriebsart wird mit Hilfe der Last ein Kurzschluss simuliert, um die Schutzfunktionen des Prüfobjekts zu testen. Die Betriebsart kann über das Hauptmenü oder per Remote-Befehl (INPut:SHORT ON/OFF) an- und abgewählt werden. Die Kurzschlussparameter variieren in Abhängigkeit von der Betriebsart der Last:

Beispiel für SPL 400-40

CCL, Kurzschlussstrom	4.4 A
CCH, Kurzschlussstrom	44 A
CV, Kurzschlussspannung	0 V
CRL, Kurzschlusswiderstand	1.8 Ω
CRH, Kurzschlusswiderstand	18 Ω
CPV, Kurzschlussleistung	420 W
CPC, Kurzschlussleistung	0 W

Die Parameter für die anderen Modelle finden Sie in dem Datenblatt der beigelegten CD bzw. im Internet unter www.gossenmetrawatt.com.

Die übrigen Einstellwerte bleiben beim Kurzslusstest unverändert.



Achtung!

In der Betriebsart Kurzschluss sind die Parameter Uon-Punkt und max. Strompegel zu beachten. Beide Parameter können die Abschaltung des Leistungseingangs auslösen und somit den Vorgang unterbrechen.

2.8 Triggerbetrieb

Der Triggerbetrieb wird hauptsächlich dazu genutzt, die Last mit anderen Prüfeinrichtungen zu synchronisieren. Die Geräte der SPL-Serie arbeiten hierbei in verschiedenen Trigger-Modi:

- **Triggerung eines Einstellwerts**

Hier wird der in der jeweiligen Betriebsart voreingestellte Sollwert bei eingeschaltetem Leistungseingang als direkt wirksamer Pegel gesetzt. Die voreingestellten Sollwerte der übrigen Betriebsarten bleiben unberücksichtigt, werden jedoch bei Wechsel in die jeweilige Betriebsart wirksam.

- **Triggerung im transienten Pulsbetrieb**

Hier wird ein Impuls entsprechend der vorgegebenen Parameter erzeugt.

- **Triggerung im transienten Umschaltbetrieb**

Hier erfolgt eine Umschaltung von low- auf high-Pegel, entsprechend der vorgegebenen Parameter.

- **Triggerung im Listenbetrieb**

Hier wird eine sequenzielle Abarbeitung getriggert.

Die drei beschriebenen Modi werden per Remote-Signal GPIB <GET> bzw. über die Befehle *TRG und TRIGger gesetzt. Über den Trigger-Eingang und die Taste  auf der Frontseite des Geräts kann der Trigger auch manuell ausgelöst werden.

Verfügbare Trigger-Modi: BUS, EXtErnal und HOLD.

- **BUS Triggerquelle:** Signal GPIB <GET>, Befehl *TRG.
- **EXtErnal Triggerquelle:** Trigger-Eingang bzw. manuell über die Taste  auf der Frontseite des Geräts. Der externe Trigger-Eingang ist TTL-kompatibel. Die Last reagiert auf die abfallende Triggerflanke.
- **HOLD Triggerquelle:** Befehl TRIGger:IMMediate. Über diesen Befehl werden die übrigen Trigger-Modi (einschl. *TRG) unterdrückt.



Hinweis

Der Befehl TRIGger:IMMediate steht in allen drei Modi zur Verfügung. Die Trigger-Modi können nur per Remote-Befehl gesetzt werden (TRIGger:SOURce BUS, TRIGger:SOURce EXtErnal, TRIGger:SOURce HOLD).

2.9 Steuerung des Leistungseingangs der Last

2.9.1 Ein-/Ausschalten der Last

Der Leistungseingang der Last kann über die Taste  oder per Remote-Befehl (INPUT ON/OFF) aktiviert und deaktiviert werden. Das Abschalten des Leistungseingangs (kein Stromsignal) hat keinen Einfluss auf die Einstellwerte.

Bei Bedienung über die Bedieneinheit kann – bei aktiviertem Leistungseingang – nicht direkt zwischen den Grundbetriebsarten, Transientenbetrieb, Listenbetrieb, Batterietest usw. umgeschaltet werden, d. h., vor jedem Wechsel der Betriebsart muss der Leistungseingang abgeschaltet werden.

2.9.2 Uon-Wert/Uon-Latch

Solange die externe Eingangsspannung unter dem Uon-Wert liegt, bleibt die Last trotz aktiviertem Leistungseingang deaktiviert. Wenn die externe Eingangsspannung den Uon-Wert erreicht bzw. überschreitet, wird der Leistungseingang aktiviert.

Der Uon-Latch gewährleistet, dass die Last im aktiven Status bleibt. Mit aktiviertem Uon-Latch schaltet die Last den Leistungseingang aktiv, wenn die externe Eingangsspannung den Uon-Wert erreicht. Danach erfolgt auch dann keine Zustandsänderung, wenn die externe Eingangsspannung wieder unter den Uon-Wert absinkt, Beispiel: siehe Bild 2.11.

In Bild 2.12 ist die Funktion Uon-Latch deaktiviert. Sobald die Eingangsspannung den Uon-Wert erreicht, wird der Leistungseingang automatisch aktiv geschaltet. Sinkt die Spannung unter diesen Wert, wird der Leistungseingang wieder abgeschaltet.

Die automatische Umschaltung kann über die Parameter Uon Point und Uon Latch programmiert werden.

Die Uon-Spannung kann im Hauptmenü oder per Remote-Befehl (INPut:VOLTage:ON <NRf+>) gesetzt werden.

Der Uon-Latch kann im Hauptmenü oder per Remote-Befehl (INPut:VOLTage:ON:LATCh ON/OFF) gesetzt werden.

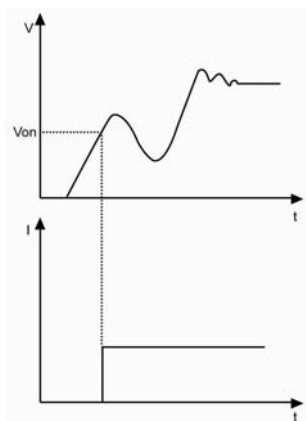


Bild 2.11 Uon-Latch aktiv

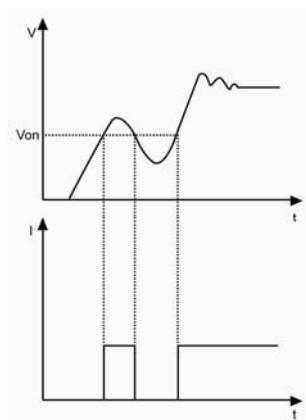


Bild 2.12 Uon-Latch inaktiv



Hinweis

Fehlfunktionen der Last sind möglicherweise auf die Einstellung des Uon-Wertes zurückzuführen.

2.9.3 Max. Strompegel in der Betriebsart CV

Dieser Parameter definiert den maximalen Eingangsstrom in der Betriebsart CV. Liegt die externe Spannung bei Erreichen des maximalen Strompegels über dem Spannungssollwert, schaltet die Last automatisch in die Betriebsart CC, Details siehe Bild 2.13.

Der Leistungseingang wird in dieser Betriebsart, im Gegensatz zur Software-Strombegrenzung nicht abgeschaltet.

Der max. Strompegel in der Betriebsart CV kann im Hauptmenü oder per Remote-Befehl (CV:CURRent:LIMit <NRf+>) gesetzt werden.

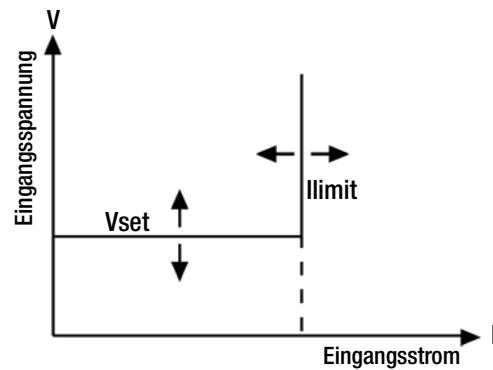


Bild 2.13 Max. Strompegel in der Betriebsart CV

2.9.4 Stromanstiegsrate

Dieser Parameter definiert die Stromanstiegsrate in der Betriebsart CC. Die Stromanstiegsrate kann im Hauptmenü oder per Remote-Befehl (CURRent:RISE:RATE <NRf+>) gesetzt werden. Bei einer Stromanstiegsrate von $0,1 \text{ A}/\mu\text{s}$ und einem Stromsollwert von 20 A wird die Anstiegsgeschwindigkeit beim Aktivieren des Leistungseingangs wie in Bild 2.14 sein:

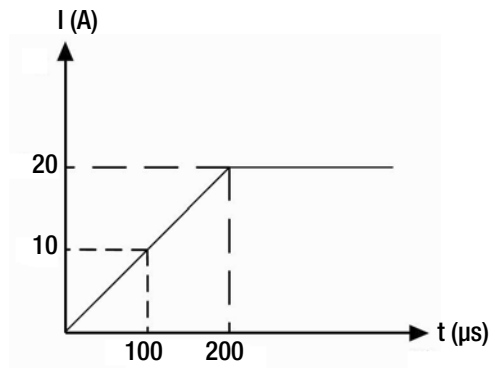


Bild 2.14 Stromanstiegsrate



Hinweis

Die Stromanstiegsrate steht nur in den Betriebsarten CCH und CCL zur Verfügung. Die Zeit bis zum Erreichen des neuen Stromsollwertes ist in der Betriebsart CCH 10 mal länger als in der Betriebsart CCL.

2.9.5 Stromabfallrate

Dieser Parameter definiert die Stromabfallrate in der Betriebsart CC. Die Stromabfallrate kann im Hauptmenü oder per Remote-Befehl (CURRent:FALL:RATE <NRf+>) gesetzt werden. Bei einer Stromabfallrate von $0,1 \text{ A}/\mu\text{s}$ und einem Stromsollwert von 20 A wird die Abfallgeschwindigkeit beim Deaktivieren des Leistungseingangs wie in Bild 2.15 sein:

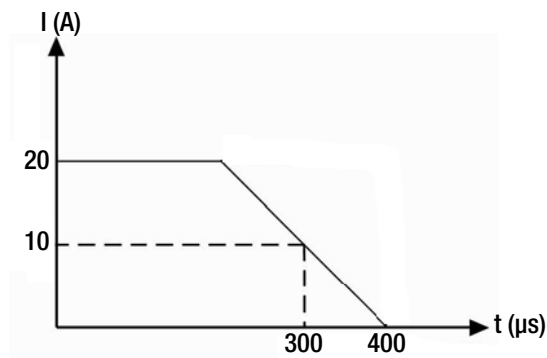


Bild 2.15 Stromabfallrate



Hinweis

Die Stromabfallrate steht nur in den Betriebsarten CCH und CCL zur Verfügung. Die Zeit bis zum Erreichen des neuen Stromsollwertes ist in der Betriebsart CCH 10 mal länger als in der Betriebsart CCL.

2.10 Messfunktionen

Die elektronische Last bietet eine hohe Messauflösung. Eingangsspannung und -Strom können in Echtzeit gemessen werden. Der Pegel der Eingangsleistung und der Widerstandssollwert können mit den Werten Eingangsspannung und -Strom berechnet werden. Alle Messwerte können am Gerätedisplay oder via Befehl (MEASure) beobachtet werden.

2.11 Daten sichern und erneut laden

Die Last bietet einen EEPROM-Speicher, in dem verschiedene Parameter wie z. B. Betriebsarten, Status des Leistungseingangs, Strom, Spannung, Widerstand, Transienten, Grenzwerte usw. hinterlegt werden können.

Die Lasten der Serie SPL bieten Speicherplatz für bis zu 10 Parameter-Gruppen.

Relevante Parameter siehe Liste 2-1. Die 10 Parameter-Gruppen werden in sogenannten Locations (0 ... 9) hinterlegt und können über die Tasten  und  oder per Remote-Befehl (*SAV < NRI > und *RCL < NRI >) gespeichert und abgerufen werden.

Beim Einschalten des Geräts wird standardmäßig die Parameter-Gruppe Location 0 abgerufen.

Liste 2-1

Funktion	Effekt	Voreinstellung am Beispiel SPL 400-40
Input	Status des Leistungseingangs	Off
Mode	Betriebsart	CCH
Current level	Direkter Stromsollwert	0 A
Current rise rate	Anstiegsrate für Strom	4 A/μs
Current fall rate	Abfallrate für Strom	4 A/μs
Current Hlevel	Transienter Stromsollwert high	0 A
Current Llevel	Transienter Stromsollwert low	0 A
*Current protection level	Sollwert für den Überstromschutz	40 A
*Current protection delay	Verzögerung des Überstromschutzes	60 s
*Current protection State	Überstromschutz aktivieren/deaktivieren	off
Voltage level	Direkter Spannungssollwert	80 V
CV current limit	Max. Stromstärke in der Betriebsart CV	40 A
Voltage Hlevel	Transienter Spannungssollwert high	80 V
Voltage Llevel	Transienter Spannungssollwert low	80 V
Resistance level	Direkter Widerstandssollwert	2000 Ω
Resistance Hlevel	Transienter Widerstandssollwert high	2000 Ω
Resistance Llevel	Transienter Widerstandssollwert low	2000 Ω
Power level	Direkter Leistungssollwert	0 W
Transient operation	Transientenbetrieb	off
Transient mode	Betriebsart Transient	kontinuierlich
Transient Htime	high-Pegel-Zeit Transientenbetrieb	0 ms
Transient Ltime	low-Pegel-Zeit Transientenbetrieb	0 ms
Transient Rtime	Anstiegsflanke Transientenbetrieb	0.01 ms
Transient Ftime	Abfallflanke Transientenbetrieb	0.01 ms
Trigger Function	Trigger-Auswahlfunktion	Tran
Trigger source *	Triggerquelle	extern
Battery Mode	Batterietest	off
Battery mini voltage	Minimale Batteriespannung	0 V
Batterieentladestrom	Batterieentladestrom	0 A
Voltage on	Uon-Wert der Last	0 V
Voltage on Latch	Uon-Latch Uon-Wert	Off

* nur Remote-Programmierung

2.12 Fehlerhafte Remote-Programmierung

Fehler bei der Remote-Programmierung werden mit dem Symbol Err angezeigt. Fehlercodes:

-lxx	Fehlerhafter Befehl
-2xx	Fehlerhafte Ausführung
-3xx	Gerätespezifische Fehler
-4xx	Abfragefehler

Fehlermeldungen bezüglich der Remote-Programmierung können über die Tastenkombination  und  abgerufen werden.

Über den Remote-Befehl (SYSTem:ERRor?) erfolgt das Auslesen des Fehlercodes und der zugehörigen Fehlermeldung.

Alle Fehlermeldungen werden in einem Register chronologisch hinterlegt. Im Fehlerregister können maximal 20 Fehlermeldungen hinterlegt werden. Treten weitere Fehler auf, wird automatisch Fehler „-350 - Too many errors“ als letzter Fehler in das Register eingetragen. Weitere Fehlermeldungen können in diesem Fall erst protokolliert werden, wenn vorherige Meldungen ausgelesen und dadurch gelöscht wurden.

2.13 Status-Protokoll

Die Last bietet eine Protokollfunktion für die verschiedenen Betriebszustände in einem Statusregister. Die Protokollfunktion kann anwenderspezifisch konfiguriert werden, siehe hierzu „Programmierhandbuch SPL SCPI“.

2.14 Schutzfunktionen

Die Last bietet folgende Schutzfunktionen:

- Überspannung (OV)
- Überstrom (OC)
- Überleistung (OP)
- Übertemperatur (OT)
- Verpolung (RV)

Sobald eine Schutzfunktion auslöst, wird ein entsprechendes Status-Bit gesetzt und der Leistungseingang abgeschaltet. Gleichzeitig ertönt ein akustisches Warnsignal und der entsprechende Zustand wird angezeigt. Die Last schaltet auf gespeicherten Schutzbetrieb und unterdrückt bis auf wenige Ausnahmen alle folgenden Befehle. Beispiel: Im Falle einer Übertemperatur-Warnung wird der Leistungseingang abgeschaltet. Gleichzeitig ertönt ein akustisches Warnsignal und der Wert „OT“ wird auf dem Display unten rechts angezeigt. Die Last reagiert in diesem Zustand auf keine weiteren Befehle.

2.14.1 Aufheben des gespeicherten Schutzbetriebes

Nach dem Auslösen einer Schutzfunktion werden weitere Befehle automatisch unterdrückt. Die Last kehrt erst in den normalen Betriebszustand zurück, wenn der entsprechende Fehler über die Umschalttaste  oder einen Remote-Befehl (INPut:PROTEction:CLEar) zurückgesetzt und quittiert wurde. Der Umstand der zur Auslösung der Schutzfunktion geführt hat, muss beendet sein, sonst wird diese im Moment des Rücksetzens wieder ausgelöst.

Es kann bei eingeschalteten Überstromschutz vorkommen, dass ein Überstrom kürzer als die eingestellte Verzögerungszeit fließt. In diesem Fall erscheint nur die Meldung PT auf dem Display und der Leistungseingang wird nicht deaktiviert.

Die Überstrom-Warnung wird über die Umschalttaste  oder einem Remote-Befehl (INPut:PROTEction:CLEar) zurückgesetzt.

2.14.2 Überspannung

Der Überspannungsschutz löst ab einem festen Spannungspegel aus. Dieser Wert kann nicht vom Anwender verändert werden. Übersteigt die Eingangsspannung den Grenzwert, wird der Leistungseingang abgeschaltet und der Wert „OV“ auf dem Display angezeigt. Gleichzeitig werden im Statusregister die O-V- und VF-Bits bis zu einem Reset und der Wiederkehr der zulässigen Spannung gesetzt.

2.14.3 Überstrom

Der Sollwert für den Überstromschutz kann anwenderspezifisch vorgegeben werden. Im Falle einer Grenzwertverletzung löst der Überstrom-Schutz aus. Gleichzeitig erscheint auf dem Display der Wert „PT“. Eine Abschaltung des Leistungseingangs erfolgt jedoch verzögert. Nach Ablauf der Verzögerungszeit wird der Leistungseingang abgeschaltet und der Wert „OC“ auf dem Display angezeigt. Gleichzeitig werden im Statusregister die OC- und PS-Bits bis zu einem Reset und der Wiederkehr des zulässigen Strompegels gesetzt. Der Überstromschutz kann nur per Remote-Befehl gesetzt werden. Die Funktion wird über den Befehl (CURRent:PROTEction:STATE ON/OFF) aktiviert bzw. deaktiviert. Der Sollwert für den Überstromschutz kann über den Befehl (CURRent:PROTEction < NRf+>) gesetzt werden. Die entsprechende Verzögerung bis zum Abschalten des Leistungseingangs kann über den Befehl (CURRent:PROTEction:DElay < NRf+>) gesetzt werden.

2.14.4 Überleistung

Die elektronische Last bietet eine hardware- und softwareseitige Schutzfunktion gegen Überlastung.

Beim Erreichen der maximal zulässigen nominalen Leistung erfolgt eine hardwareseitige verzögerungsfreie Leistungsbegrenzung, um die Leistungsaufnahme des Leistungseingangs innerhalb des zulässigen Bereichs zu halten. Gleichzeitig berechnet der Prozessor die aktuelle Leistungsaufnahme.

Unabhängig vom Zustand der hardwareseitigen Leistungsbegrenzung erfolgt eine softwareseitige Auslösung bei einer Grenzwertverletzung. In diesem Fall wird der Leistungseingang abgeschaltet und der Wert „OP“ auf dem Display angezeigt. Gleichzeitig werden im Statusregister die OP- und PS-Bits bis zu einem Reset und der Wiederkehr des zulässigen Pegels gesetzt.

2.14.5 Übertemperatur

Bei einer Überschreitung der zulässigen Gerätetemperatur löst der Schutzkreis „Übertemperatur“ aus. In diesem Fall wird der Leistungseingang abgeschaltet und der Wert „OT“ auf dem Display angezeigt. Gleichzeitig werden im Statusregister die OT- und PS-Bits bis zu einem Reset und dem Erreichen der zulässigen Temperatur gesetzt. Die Abkühlung wird durch die integrierten Lüfter beschleunigt.

2.14.6 Verpolung

Im Falle einer Verpolung löst der Schutzkreis „Verpolung“ aus. In diesem Fall wird der Leistungseingang abgeschaltet und der Wert „RV“ auf dem Display angezeigt. Gleichzeitig werden im Statusregister die RV- und PS-Bits bis zu einem Reset und der entsprechenden Polumkehrung gesetzt.

2.15 Eigenfunktionen

2.15.1 Trigger-Auswahlfunktion

Über die Trigger-Funktion erfolgt im Hauptmenü die Auswahl der Trigger-Modi. Die Auswahl „Tran“ steht hierbei für Transientenbetrieb, „List“ für den sequenziellen Listenbetrieb.

2.15.2 Drehgeber

Im Hauptmenü kann die Funktion des Drehgebers aktiviert bzw. deaktiviert werden (On = aktiviert, Off = deaktiviert).

2.15.3 Tastentöne

Die Tastentöne können im Hauptmenü aktiviert bzw. deaktiviert werden. Um die Tasten töne zu aktivieren, wählen Sie die Einstellung „On“.

3 Installation

3.1 Erstinspektion auf Vollständigkeit und Zustand der Lieferung

Prüfen Sie die Lieferung auf Vollständigkeit und sichtbare Transportschäden. Bewahren Sie die Originalverpackung für eine eventuelle Rücksendung auf.

Prüfen Sie das Gerät auf sichtbare Schäden (Tasten, Bedienknöpfe, Oberflächen, Display).

3.2 Umgebungsbedingungen

Das Gerät ist für einen Temperaturbereich von 0 °C bis 40 °C unter Maximal-Last bzw. 40 °C bis 55 °C mit Leistungseinschränkungen ausgelegt.

Sorgen Sie für ausreichende Belüftung unter Betriebsbedingungen und ausreichend Abstand zu elektromagnetischen Feldern. Der Betrieb unter leicht entzündlichen Umgebungsbedingungen ist nicht zulässig.

Sorgen Sie auf allen Seiten des Geräts für ausreichende Kühlluftzirkulation im Betrieb. Über die Gerätelüfter gelangt seitlich und auf der Rückseite Warmluft in die Umgebung. Entfernen Sie ggf. für die Rack-Montage die gummierten Schutzecken.

3.3 Einschalten/Selbsttest

Beim Einschalten des Geräts erfolgt ein Selbsttest zur Überprüfung der Gerätefunktionen. Wenn alle Funktionen zur Verfügung stehen, ist das Gerät anschließend betriebsbereit.

Überprüfen Sie, ob die Schalterstellung des Umschalters 115 V/230 V der tatsächlichen Versorgungsspannung entspricht.

Verbinden Sie den Gerätestecker mit einer Netzsteckdose. Beim Einschalten des Geräts erfolgt der automatische Selbsttest. Im Fehlerfall wird eine entsprechende Fehlermeldung angezeigt:

Fehlercode	Fehlermeldung
601	LCD self-test error
603	System ADC test failed
607	Rundown too noisy
608	Keypad self-test error
609	EEPROM checksum failed
630	Temperature test failed

Sofern kein Fehler vorliegt, erscheint auf dem Display der Wert „CCH“ und der Leistungseingang wird abgeschaltet. Wenn dieser Parameter geändert und unter Location 0 abgespeichert wurde, lädt die Last die entsprechenden Werte. Nach einer Aufwärmphase von ca. 20 Minuten kann der folgende Test durchgeführt werden.

Schließen Sie den Ausgang einer Stromversorgung an den Leistungseingang der Last an (Polarität beachten!) und führen Sie die Einstellungen CCH 5 A und CV 5 V durch. Wenn das Gerät korrekt arbeitet, werden 5 A fließen oder die Eingangsspannung wird (innerhalb des Toleranzbereichs) auf 5 V gesetzt.

3.4 Anschlüsse auf der Geräterückseite

Abb. 3-1 zeigt die Anschlüsse auf der Geräte-Rückseite. Der Netzanschluss besteht aus dem dreipoligen Stecker, dem Sicherungshalter und dem Umschalter für die Versorgungsspannung. Weiterhin finden Sie die RS-232- sowie die GPIB-Schnittstelle auf der Geräte-Rückseite.

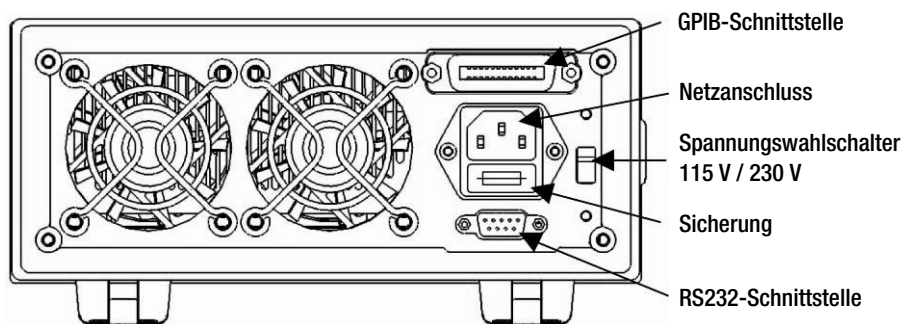


Bild 3.1 Anschlüsse auf der Geräte-Rückseite

Netzanschluss

Benutzen Sie ausschließlich Versorgungskabel, die den Richtlinien der lokalen Versorgungsspannung entsprechen.

Sicherung: 250 V, 315 mA

Über den Umschalter für die Versorgungsspannung können Sie zwischen 115 V und 230 V umschalten. Stellen Sie sicher, dass die Schalterstellung der tatsächlichen Versorgungsspannung am Einsatzort entspricht.

Kommunikationsschnittstellen

RS-232

Die RS-232-Schnittstelle besteht aus dem 9-poligen D-Sub-Standardstecker, die Flusskontrolle erfolgt über DTR und DSR.

Pinbelegung

Pin	Input/Output	Beschreibung
1	—	frei
2	Input	RXD Receive data
3	Output	TXD Transmit data
4	Output	DTR Data terminal ready
5	Common	GND Ground
6	Input	DSR Data set ready
7	—	frei
8	—	frei
9	—	frei

Alle Schnittstellen-Parameter können im MENU geändert werden. Die Programmierung erfolgt über SCPI.

GPIB-Schnittstelle

Über die GPIB-Schnittstelle kann eine Geräteadresse von 0 bis 30 im MENU definiert werden. Beim Einsatz mehrerer GPIB-fähiger Geräte muss jedem einzelnen Gerät eine eigene Adresse über die GPIB-Schnittstelle zugewiesen werden. Im Auslieferungszustand ist die Geräte-Adresse auf „05“ gesetzt. Diese Einstellung kann über das Schnittstellen-Menü geändert werden.

3.5 Frontseitige Anschlüsse

Auf der Frontseite befinden sich die Leistungseingänge (INPUT+, INPUT-), die Fühleranschlüsse (SENSE+, SENSE-) und eine BNC-Buchse für den externen Trigger, siehe Bild 3.2.

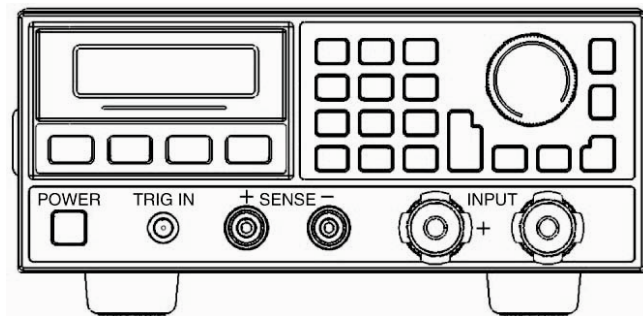


Bild 3.2 Frontseitige Anschlüsse

Eingänge

Der Leistungseingang wird über zwei Leistungseingangsklemmen (INPUT+, INPUT-) hergestellt. Der maximale Kabeldurchmesser liegt bei 6 mm. Beachten Sie, dass mit abnehmendem Kabeldurchmesser die Messqualität abnimmt und gleichzeitig die Fehleranfälligkeit steigt.

Fühler-Betrieb

Für den Fühler-Betrieb stehen zwei Anschlüsse zur Verfügung (SENSE+ und SENSE-). Durch die Nutzung der Fühlerleitungen werden Spannungseinbrüche der Stromversorgung und gleichzeitig der Widerstand der Lastleitungen kompensiert, um eine höhere Messgenauigkeit zu erreichen.

Das Gerät erkennt den Anschluss der Fühlerleitungen automatisch, d. h., die entsprechenden Parameter bzw. die Verkabelung müssen für den Fühler-Betrieb nicht verändert werden.

Trigger-Anschluss

Der Eingang für den externen Trigger besteht aus einem BNC-Stecker (Mitte = input+, Außen = input-). Der Eingang verarbeitet 5 V-TTL-kompatible Triggersignale (Abfallflanke).

3.6 Verkabelung

Fühlerleitungen

Eine höhere Messgenauigkeit wird über den Fühlereingang und die automatische Umschaltung auf den Fühlerbetrieb erreicht. Die entsprechende Verkabelung geht aus Bild 3.3 hervor.

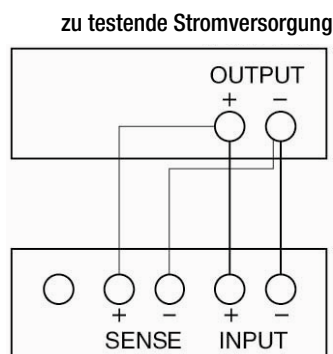


Bild 3.3 Messanschlüsse

Parallel-Verdrahtung

Abb. 3-4 zeigt die Parallel-Verdrahtung zweier oder mehrerer Lasten in den Betriebsarten CC / CR (hohe Leistung / Strom).

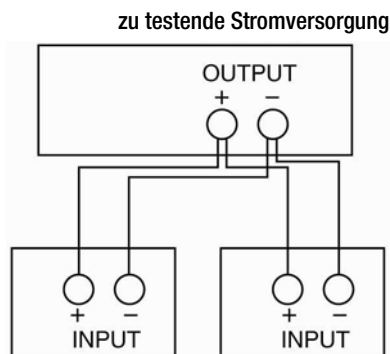


Bild 3.4 Parallel-Verdrahtung

4 Bedienung am Gerät („local“-Betrieb)

Die Bedienelemente des Geräts wurden im Kapitel 2 „Funktionen und Leistungsmerkmale“ kurz beschrieben. In diesem Kapitel erfolgt eine ausführlichere Beschreibung der einzelnen Komponenten und Funktionen anhand verschiedener Beispiele.

4.1 „local“-Betrieb

Um das Gerät über die Bedieneinheit bedienen zu können, muss sich das Gerät im „local“-Betrieb befinden. Das Gerät schaltet beim Hochlauf in den Modus „local“ und lädt automatisch die Parameter, die im EEPROM-Speicher unter Location 0 hinterlegt wurden.

Im Modus „Remote-Control“ (Bedienung über eine digitale Schnittstelle) werden alle frontseitigen Bedienelemente inaktiv geschaltet (Ausnahme: Tasten  und ). Wenn das Gerät einen Remote-Befehl (SYST:REM) via RS232 oder GPIB empfängt, erfolgt die Umschaltung auf den Remote-Modus und die REM-Anzeige leuchtet auf.

Sämtliche Bedienschritte werden dann über den Remote-Controller gesteuert. Die Last schaltet auf „local“ zurück, sobald ein entsprechender Befehl abgesetzt wird (z. B.: SYST:LOC).

Alternativ kann das Gerät über die Tasten  und  manuell auf „local“-Betrieb geschaltet werden.

4.2 Bedienung über frontseitige Bedienelemente

- Anschlüsse für die zu prüfende Stromversorgung
- Leistungseingang ein/aus
- Betriebsart CC
- Betriebsart CV
- Betriebsart CR
- Betriebsart CP
- Betriebsart Kurzschluss
- Kontinuierlicher transienter Betrieb
- Transienter Pulsbetrieb
- Transienter Umschaltbetrieb
- Sequenzieller Betrieb (Liste)
- Batterietest
- Parameter sichern und erneut laden
- Schutzeinstellungen zurücksetzen
- Fehlermeldungen
- Triggerbetrieb
- Hauptmenü

4.3 Stromversorgung ein/aus

Verbinden Sie den Pluspol der Stromversorgung mit INPUT + und den Minuspol mit INPUT -. Bei umgekehrter Polarität wird der RV-Schutzkreis der Last aktiviert. Vertauschen Sie in diesem Fall die Anschlusskabel.

Betätigen Sie anschließend die Tasten  und , um den Schutzkreis zurückzusetzen (siehe "Schutzeinstellungen zurücksetzen").

4.4 Leistungseingang ein/aus

Betätigen Sie die Taste , um den Leistungseingang zu aktivieren oder zu deaktivieren.

4.5 Grundeinstellungen

Die Vorgehensweise zur Durchführung grundlegender Messungen wird nachfolgend beschrieben:

- 1 Betätigen Sie die Taste , um den Dialog zur Auswahl der Betriebsart und das Menü „Parameter“ zu öffnen.
- 2 Betätigen Sie die Tasten  und , um eine der Grundfunktionen auszuwählen.
- 3 Über die Eingabetasten oder den Drehgeber in Verbindung mit den Tasten   können Sie den Einstellwert eingeben. Über die Taste  können Sie den Einstellwert ändern oder die Auswahl der Betriebsart und das Menü Parameter verlassen.
- 4 Betätigen Sie die Taste **Enter**, um die Eingabe zu bestätigen und die Auswahl der Betriebsart und das Menü Parameter zu verlassen.
- 5 Betätigen Sie die Taste , um die Last einzuschalten.

4.5.1 Betriebsart CC

In der Betriebsart CC stehen die Modi Konstantstrom hoher Wertebereich (CCH) und Konstantstrom niedriger Wertebereich (CCL) zur Verfügung.

Beispiel 1: Wählen Sie CCH und setzen Sie den Stromsollwert auf 5.12 A.

Schalten Sie das Gerät ein und überprüfen Sie die aufgenommene Leistung. Die Vorgehensweise wird nachfolgend beschrieben:

Vorgehensweise	Beschreibung	Display
1	Betätigen Sie die Taste Set , um den Dialog zur Auswahl der Betriebsart und das Menü „Parameter“ zu öffnen.	MODE : CV VOLT : 80.00V
2	Betätigen Sie die Taste ▲ , um die Betriebsart CCH zu aktivieren.	MODE : CCH CURR : 0.00A
3	Über die Eingabetasten oder den Drehgeber und die Tasten ◀ ▶ können Sie den Wert für Strom auf 5,12 setzen.	MODE : CCH CURR : 5.120A
4	Betätigen Sie die Taste Enter , um die Eingabe zu bestätigen und die Auswahl der Betriebsart und das Menü Parameter zu verlassen.	0.000V 0.000A 5.120A CCH OFF
5	Betätigen Sie die Taste Input on/off , um die Last einzuschalten.	0.000V 0.000A 5.120A CCH ON
6	Betätigen Sie die Tasten ▲ und ▼ , um den Leistungsmesswert anzuzeigen.	

Zur Programmierung dieses Beispiels müssen die folgenden SCPI-Befehle gesetzt werden:

MODE	CCH	Betriebsart aktivieren
CURR	5,12	Wert für Strom setzen
INPUT	ON	Last einschalten

Beispiel 2: Setzen Sie den Stromsollwert in CCH auf 5.8 A.

Schalten Sie das Gerät ein. Der Stromsollwert kann auf zweierlei Arten gesetzt werden.

Option 1:

Vorgehensweise	Beschreibung	Display
1	Betätigen Sie die Taste Set , um den Dialog zur Auswahl der Betriebsart und das Menü „Parameter“ zu öffnen.	MODE : CCH CURR : 5.120A
2	Über die Eingabetasten oder den Drehgeber und die Tasten ◀ ▶ können Sie den Stromsollwert auf 5.8 setzen.	MODE : CCH CURR : 5.800A
3	Betätigen Sie die Taste Enter , um die Auswahl und das Menü Parameter zu verlassen.	0.000V 0.000A 5.800A CCH OFF
4	Betätigen Sie die Taste Input on/off , um die Last einzuschalten.	0.000V 0.000A 5.800A CCH ON

Option2:

Vorgehensweise	Beschreibung	Display
1	Bewegen Sie den Cursor ◀ mit der Taste auf die Hundertstel-Stelle.	0.000V 0.000A 5.120A CCH OFF
2	Setzen Sie die Hundertstel mit dem Drehgeber auf 0 (der Einstellwert ändert sich beim Drehen des Drehgebers und wird bei aktiviertem Leistungseingang sofort wirksam).	0.000V 0.000A 5.100A CCH OFF
3	Bewegen Sie den Cursor ◀ mit der Taste auf die Zehntel-Stelle.	0.000V 0.000A 5.100A CCH OFF
4	Setzen Sie die Zehntel mit dem Drehgeber auf 8 (der Einstellwert ändert sich beim Drehen des Drehgebers und wird bei aktiviertem Leistungseingang sofort wirksam).	0.000V 0.000A 5.800A CCH OFF
5	Betätigen Sie die Taste Input on/off , um die Last einzuschalten.	0.000V 0.000A 5.800A CCH ON

Zur Programmierung dieses Beispiels müssen die folgenden SCPI-Befehle gesetzt werden:

MODE	CCH	Betriebsart aktivieren
CURR	5,8	Wert für Strom setzen
INPUT	ON	Last einschalten



Hinweis

Die Modi CCH und CCL werden rechts unten auf dem Display angezeigt.

4.5.2 Betriebsart CV

Beispiel 1: Wählen Sie CV und setzen Sie den Spannungssollwert auf 50 V.

Schalten Sie das Gerät ein und überprüfen Sie die aufgenommene Leistung. Die Vorgehensweise wird nachfolgend beschrieben:

Vorgehensweise	Beschreibung	Display
1	Betätigen Sie die Taste Set , um den Dialog zur Auswahl der Betriebsart und das Menü „Parameter“ zu öffnen.	MODE : CCH CURR : 3.800A
2	Betätigen Sie die Taste ▼ , um die Betriebsart CV zu aktivieren.	MODE : CV VOLT : 80.00V
3	Über die Eingabetasten oder den Drehgeber und die Tasten ◀ ▶ können Sie den Wert für die Spannung auf 50 setzen.	MODE : CV VOLT : 50.00V
4	Betätigen Sie die Taste Enter , um die Auswahl und das Menü Parameter zu verlassen.	0.000V 0.000A 50.00V CV OFF
5	Betätigen Sie die Taste Input on/off , um die Last einzuschalten.	0.000V 0.000A 50.00V CV ON
6	Betätigen Sie die Tasten ▲ und ▼ , um den Leistungsmesswert anzuzeigen.	0.000V 0.000A 50.00V 0.000W

Zur Programmierung dieses Beispiels müssen die folgenden SCPI-Befehle gesetzt werden:

MODE	CV	Betriebsart aktivieren
VOLT	50	Wert für Spannung setzen
INPUT	ON	Last einschalten

Beispiel 2: Setzen Sie den Spannungssollwert in CV auf 60 V.

Schalten Sie das Gerät ein. Der Spannungssollwert kann auf zweierlei Arten gesetzt werden.

Option 1:

Vorgehensweise	Beschreibung	Display
1	Betätigen Sie die Taste Set , um den Dialog zur Auswahl der Betriebsart und das Menü „Parameter“ zu öffnen.	MODE : CV VOLT : 50.00V
2	Über die Eingabetasten oder den Drehgeber und die Tasten ◀ ▶ können Sie den Spannungssollwert auf 60 setzen.	MODE : CV VOLT : 60.00V
3	Betätigen Sie die Taste Enter , um die Auswahl und das Menü Parameter zu verlassen.	0.000V 0.000A 60.00V CV OFF
4	Betätigen Sie die Taste Input on/off , um die Last einzuschalten.	0.000V 0.000A 60.00V CV ON

Option 2:

Vorgehensweise	Beschreibung	Display
1	Bewegen Sie den Cursor mit der Taste ◀ auf die Zehner-Stelle.	0.000V 0.000A 50.000V CV ON
2	Setzen Sie die Zehner mit dem Drehgeber auf 6 (der Einstellwert ändert sich beim Drehen des Drehgebers und wird bei aktiviertem Leistungseingang sofort wirksam).	0.000V 0.000A 60.000V CV OFF
3	Betätigen Sie die Taste Input on/off , um die Last einzuschalten.	0.000V 0.000A 60.000V CV ON

Zur Programmierung dieses Beispiels müssen die folgenden SCPI-Befehle gesetzt werden:

MODE	CV	Betriebsart aktivieren
VOLT	60	Wert für Spannung setzen
INPUT	ON	Last einschalten



Hinweis

Der Modus CV werden rechts unten auf dem Display angezeigt.

4.5.3 Betriebsart CR

In der Betriebsart CR stehen die Modi Konstantwiderstand niedriger Wertebereich (CRL), Konstantwiderstand mittlerer Wertebereich (CRM) und Konstantwiderstand hoher Wertebereich (CRH) zur Verfügung.

Beispiel 1: Wählen Sie CRL und setzen Sie den Widerstandssollwert auf 1,5 Ω .

Schalten Sie das Gerät ein und überprüfen Sie die aufgenommene Leistung. Die Vorgehensweise wird nachfolgend beschrieben:

Vorgehensweise	Beschreibung	Display
1	Betätigen Sie die Taste Set , um den Dialog zur Auswahl der Betriebsart und das Menü „Parameter“ zu öffnen.	MODE : CV VOLT : 50.00V
2	Betätigen Sie die Taste ▼ , um die Betriebsart CRL zu aktivieren.	MODE : CRL RES : 0.020 Ω
3	Über die Eingabetasten oder den Drehgeber und die Tasten ◀ ▶ können Sie den Wert für Widerstand auf 1,5 setzen.	MODE : CRL RES : 1.5000 Ω
4	Betätigen Sie die Taste Enter , um die Auswahl und das Menü Parameter zu verlassen.	0.000V 0.000A 1.500 Ω CRL OFF
5	Betätigen Sie die Taste Input on/off , um die Last einzuschalten.	0.000V 0.000A 1.500 Ω CRL ON
6	Betätigen Sie die Tasten ▲ und ▼ , um den Leistungsmesswert anzuzeigen.	0.000V 0.000A 1.500 Ω 0.000W

Zur Programmierung dieses Beispiels müssen die folgenden SCPI-Befehle gesetzt werden:

MODE	CRL	Betriebsart aktivieren
RES	1,5	Widerstand setzen
INPUT	ON	Last einschalten

Beispiel 2: Widerstand in der Betriebsart CRL auf 1.8 Ω setzen.

Schalten Sie das Gerät ein. Der Widerstandssollwert kann folgendermaßen gesetzt werden.

Option 1:

Vorgehensweise	Beschreibung	Display
1	Betätigen Sie die Taste Set , um den Dialog zur Auswahl der Betriebsart und das Menü „Parameter“ zu öffnen.	MODE : CRL RES : 1.500 Ω
2	Über die Eingabetasten oder den Drehgeber und die Tasten ◀ ▶ können Sie den Widerstandssollwert auf 1,8 setzen.	MODE : CRL RES : 1.8000 Ω
3	Betätigen Sie die Taste Enter , um die Auswahl zu bestätigen und das Menü Parameter zu verlassen.	0.000V 0.000A 1.800 Ω CRL OFF
4	Betätigen Sie die Taste Input on/off , um die Last einzuschalten.	0.000V 0.000A 1.800 Ω CRL ON

Option 2:

Vorgehensweise	Beschreibung	Display
1	Bewegen Sie den Cursor mit der Taste ◀ auf die Zehntel-Stelle.	0.000V 0.000A 1.5000 Ω CRL OFF
2	Setzen Sie die Zehntel mit dem Drehgeber auf 8 (der Einstellwert ändert sich beim Drehen des Drehgebers und wird bei aktiviertem Leistungseingang sofort wirksam).	0.000V 0.000A 1.8000 Ω CRL OFF
3	Betätigen Sie die Taste Input on/off , um die Last einzuschalten.	0.000V 0.000A 1.8000 Ω CRL ON

Zur Programmierung dieses Beispiels müssen die folgenden SCPI-Befehle gesetzt werden:

MODE	CRL	Betriebsart aktivieren
RES	1,8	Widerstand setzen
INPUT	ON	Last einschalten



Hinweis

Die Modi CRH /CRM/CRL werden rechts unten auf dem Display angezeigt.

4.5.4 Betriebsart CP

In der Betriebsart CP stehen die Optionen Konstantleistung für Spannungsquellen (CPV) und Konstantleistung für Stromquellen (CPC) zur Verfügung.

Beispiel 1: Wählen Sie CPV und setzen Sie den Leistungssollwert auf 100 W.

Schalten Sie das Gerät ein und überprüfen Sie die aufgenommene Leistung. Die Vorgehensweise wird nachfolgend beschrieben:

Vorgehensweise	Beschreibung	Display
1	Betätigen Sie die Taste Set , um den Dialog zur Auswahl der Betriebsart und das Menü „Parameter“ zu öffnen.	MODE : CRL RES : 1.800Ω
2	Betätigen Sie die Taste ▼ , um die Betriebsart CPV zu aktivieren.	MODE : CPV POWR : 0.00W
3	Über die Eingabetasten oder den Drehgeber und die Tasten ◀ ▶ können Sie den Leistungssollwert auf 100 setzen.	MODE : CPV POWR : 100.00W
4	Betätigen Sie die Taste Enter , um die Auswahl und das Menü Parameter zu verlassen.	0.000V 0.000A 100.00W CPV OFF
5	Betätigen Sie die Taste Input on/off , um die Last einzuschalten.	0.000V 0.000A 100.00W CPV ON
6	Betätigen Sie die Tasten ▲ und ▼ , um den Leistungsmesswert anzuzeigen.	0.000V 0.000A 100.00W 0.000W

Zur Programmierung dieses Beispiels müssen die folgenden SCPI-Befehle gesetzt werden:

MODE	CPV	Betriebsart aktivieren
POW	100	Wert setzen
INPUT	ON	Last einschalten

Beispiel 2: Setzen Sie den Leistungssollwert in CPV auf 200 W.

Schalten Sie das Gerät ein. Der Leistungssollwert kann folgendermaßen gesetzt werden.

Option 1:

Vorgehensweise	Beschreibung	Display
1	Betätigen Sie die Taste Set , um den Dialog zur Auswahl der Betriebsart und das Menü „Parameter“ zu öffnen.	MODE : CPV POWR : 100.00W
2	Über die Eingabetasten oder den Drehgeber und die Tasten ◀ ▶ können Sie den Leistungssollwert auf 200 setzen.	MODE : CPV POWR : 200.00W
3	Betätigen Sie die Taste Enter , um die Auswahl und das Menü Parameter zu verlassen.	0.000V 0.000A 200.00W CPV OFF
4	Betätigen Sie die Taste Input on/off , um die Last einzuschalten.	0.000V 0.000A 200.00W CPV ON

Option 2:

Vorgehensweise	Beschreibung	Display
1	Bewegen Sie den Cursor mit der Taste ◀ auf die Hunderter-Stelle.	0.000V 0.000A 100.00W CPV OFF
2	Setzen Sie die Hunderter mit dem Drehgeber auf 2 (der Einstellwert ändert sich beim Drehen des Drehgebers und wird bei aktiviertem Leistungseingang sofort wirksam).	0.000V 0.000A 200.00W CPV OFF
3	Betätigen Sie die Taste Input on/off , um die Last einzuschalten.	0.000V 0.000A 200.00W CPV ON

Zur Programmierung dieses Beispiels müssen die folgenden SCPI-Befehle gesetzt werden:

MODE CPV	Betriebsart aktivieren
POW 200	Wert setzen
INPUT ON	Last einschalten



Hinweis

Die Modi CPV /CPC werden rechts unten auf dem Display angezeigt.

4.6 Betriebsart Kurzschluss

Die Vorgehensweise wird nachfolgend beschrieben:

Beispiel 1: Vor dem letzten Ausschalten arbeitete die Last in der Betriebsart CV. Wechseln Sie in der Betriebsart CCH auf Kurzschluss betrieb. Schalten Sie die Last ein und messen Sie den Kurzschlussstrom.

Vorgehensweise	Beschreibung	Display
1	Betätigen Sie die Taste  , um das Hauptmenü zu öffnen, und wählen Sie „Short“ (Kurzschluss) mit der Taste ▼.	Short : On *Off
2	Betätigen Sie die Taste ◀ bzw. den Drehgeber, um den Wert On zu setzen und bestätigen Sie mit Enter .	Short : On *Off
3	Betätigen Sie die Taste  , um das Hauptmenü zu verlassen. Das Display zeigt den Modus CV mit „s“ an.	0.000V 0.000A 0.000V sCV OFF
4	Betätigen Sie die Taste  , um den Dialog zur Auswahl der Betriebsart und das Menü „Parameter“ zu öffnen. Wählen Sie mit der Taste ▲ die Betriebsart CCH und bestätigen Sie zu verlassen des Menüs mit Enter .	0.000V 0.000A 44.000A sCCH OFF
5	Betätigen Sie die Taste  , um die Last einzuschalten.	0.000V 0.000A 44.000A sCCH ON

Zur Programmierung dieses Beispiels müssen die folgenden SCPI-Befehle gesetzt werden:

```
INPUT:SHORT    ON      Betriebsart Kurzschluss anwählen
MODE           CCH     Betriebsart aktivieren
INPUT          ON      Last einschalten
```

Beispiel 2: Verlassen Sie den Modus des vorherigen Beispiels und schalten Sie die Last ab.

Vorgehensweise	Beschreibung	Display
1	Betätigen Sie die Taste  , um das Hauptmenü zu öffnen, und wählen Sie „Short“ (Kurzschluss) mit der Taste ▲.	Short : On *Off
2	Betätigen Sie die Taste ◀ bzw. den Drehgeber, um den Wert Off zu setzen und bestätigen Sie mit Enter .	Short : On *Off
3	Betätigen Sie die Taste  , um das Hauptmenü zu verlassen. Das Display zeigt den Modus CCH nicht mehr mit „s“ an.	0.000V 0.000A 0.000A CCH ON
4	Betätigen Sie die Taste  , um die Last abzuschalten.	0.000V 0.000A 0.000A CCH OFF

Zur Programmierung dieses Beispiels müssen die folgenden SCPI-Befehle gesetzt werden:

```
INPUT:SHORT    OFF     Betriebsart Kurzschluss verlassen
INPUT          OFF     Last einschalten
```

4.7 Transienter Betrieb

Die Vorgehensweise wird nachfolgend beschrieben:

- 1 Betätigen Sie die Taste , um den Dialog zur Auswahl der Betriebsart und das Menü „Parameter“ zu öffnen. Betätigen Sie die Tasten  und , um eine Grundbetriebsart auszuwählen. Betätigen Sie **Enter** zum Bestätigen und Verlassen des Parametereinstellmenüs.
- 2 Betätigen Sie die Taste , um in die Betriebsart Transient zu wechseln. Das Display zeigt die Grundfunktion mit „t“ an.
- 3 Betätigen Sie die Taste , um das Menü „Transient Operation“ zu öffnen.
- 4 Betätigen Sie die Tasten  und , um den Parameter auszuwählen: LevelL, LevelH, TimeL, TimeH, TimeR und TimeF
- 5 Betätigen Sie gleichzeitig die Eingabetasten oder den Drehgeber und die Tasten  , um die Parameter LevelL, LevelH, TimeL, TimeH, TimeR und TimeF mit Werten zu versehen. Betätigen Sie die Tasten   bzw. den Drehgeber, um die Art des transienten Betriebs festzulegen: kontinuierlich, gepulst oder Umschaltbetrieb.
- 6 Betätigen Sie die Taste , um das Menü „Transient Operation“ zu verlassen.
- 7 Betätigen Sie die Taste , um die Last einzuschalten.
- 8 Im transienten Pulsbetrieb und im Umschaltbetrieb wird über die Tasten  +  oder ein niedriger Wertebereich-Signal am Trigger-Input (TRIG IN) ein Trigger ausgelöst.

4.7.1 Kontinuierlicher transienter Betrieb

Im kontinuierlichen Transientenbetrieb schaltet die Last in definierten Intervallen zwischen high und low-Pegel.

Relevante Parameter:

- low-Pegel (LevelL),
- high-Pegel (LevelH),
- low-Pegel-Zeit (TimeL),
- high-Pegel-Zeit (TimeH),
- Flankenanstiegszeit (TimeR) und
- Flankenabfallzeit (TimeF).

Beispiel 1: Die Last-Spannung soll periodisch zwischen 1 V und 5 V geschaltet werden, die Flankenanstiegszeit (TimeR) soll 10 ms, die high-Pegel-Zeit (TimeH) 200 ms, die Flankenabfallzeit (TimeF) 20 ms und die low-Pegel-Zeit (TimeL) soll 400 ms betragen, Betriebsart „kontinuierlicher transienter Betrieb“ soll eingestellt werden. Die Vorgehensweise wird nachfolgend beschrieben:

Vorgehensweise	Beschreibung	Display
1	Betätigen Sie die Taste  , um den Dialog zur Auswahl der Betriebsart und das Menü „Parameter“ zu öffnen. Wählen Sie die Betriebsart CV mit den Tasten   und betätigen Sie Enter , um zu bestätigen und das Menü zu verlassen.	0.000V 0.000A 0.00QV CV OFF
2	Betätigen Sie die Taste  , um in die Betriebsart „Transientenbetrieb“ zu wechseln. Das Display zeigt den Modus CV mit „t“ an.	0.000V 0.000A 80.000V tCV OFF
3	Betätigen Sie die Taste  , um das Menü „Transient Operation“ zu öffnen.	► LevelL: 80.000V ► LevelH: 80.000V
4	Betätigen Sie die Eingabetasten oder den Drehgeber und die Tasten   , um den Parameter LevelL auf 1 zu setzen und bestätigen Sie mit Enter .	LevelL: 1.000V ► LevelH: 80.00QV
5	Betätigen Sie die Eingabetasten oder den Drehgeber und die Tasten   , um den Parameter LevelH auf 5 zu setzen und bestätigen Sie mit Enter .	► TimeL : 530.0Qms TimeH : 500.00ms
6	Betätigen Sie die Eingabetasten oder den Drehgeber und die Tasten   , um den Parameter TimeL auf 400ms zu setzen und bestätigen Sie mit Enter .	TimeL : 400.00ms ► TimeH : 500.0Qms
7	Betätigen Sie die Eingabetasten oder den Drehgeber und die Tasten   , um den Parameter TimeH auf 200ms zu setzen und bestätigen Sie mit Enter . Der nächste Menüpunkt wird automatisch geöffnet.	► TimeR: 100.0Qms TimeF: 100.00ms
8	Betätigen Sie die Eingabetasten oder den Drehgeber und die Tasten   , um den Parameter TimeR auf 10ms zu setzen und bestätigen Sie mit Enter .	TimeR: 10.00ms ► TimeF: 100.0Qms
9	Betätigen Sie die Eingabetasten oder den Drehgeber und die Tasten   , um den Parameter TimeF auf 20ms zu setzen und bestätigen Sie mit Enter .	► Mode: ◀ Cont ▶
10	Betätigen Sie die Taste   bzw. den Drehgeber, um Cont zu setzen und bestätigen Sie mit Enter .	► Mode: ◀ Cont ▶
11	Betätigen Sie die Taste  , um das Menü „Transient Operation“ zu verlassen.	0.000V 0.000A 1.000V tCV OFF
12	Betätigen Sie die Taste  , um die Last einzuschalten.	0.000V 0.000A 1.000V tCV ON
		0.000V 0.000A 5.000V tCV ON

Zur Programmierung dieses Beispiels müssen die folgenden SCPI-Befehle gesetzt werden:

MODE	CV	Betriebsart aktivieren
TRAN	ON	Transientenbetrieb freigeben
VOLT:LLEV	1	Definiert low-Pegel
VOLT:HLEV	5	Definiert high-Pegel
TRAN:LTIME	400 ms	Definiert die low-Pegel-Zeit
TRAN:HTIME	200 ms	Definiert die high-Pegel-Zeit
TRAN:RTIME	10 ms	Definiert die Flankenanstiegszeit
TRAN:FTIME	20 ms	Definiert die Flankenabfallzeit
TRAN:MODE	CONT	Auswahl der Transienten-Dauermessung
INPUT	ON	Last einschalten

4.7.2 Transienter Pulsbetrieb

Beispiel 1: Der Laststrom soll periodisch zwischen 1 A und 5 A geschaltet werden, die Flankenanstiegszeit (TimeR) soll 10 ms, die high-Pegel-Zeit (TimeH) 200 ms, die Flankenabfallzeit (TimeF) 10 ms betragen, es soll die Betriebsart „Transienter Pulsbetrieb“ ausgeführt werden und ein Trigger soll ausgelöst werden.

Vorgehensweise	Beschreibung	Display
1	Betätigen Sie die Taste  , um den Dialog zur Auswahl der Betriebsart und das Menü „Parameter“ zu öffnen. Wählen Sie die Betriebsart CCH mit den Tasten   und betätigen Sie Enter , um zu bestätigen und das Menü zu verlassen.	0.000V 0.000A 0.000A CCH OFF
2	Betätigen Sie die Taste Tran , um in die Betriebsart „Transientenbetrieb“ zu wechseln. Das Display zeigt den Modus CCH mit „t“ an.	0.000V 0.000A 0.500A tCCH
3	Betätigen Sie die Taste  , um das Menü „Transient Operation“ zu öffnen.	► LevelL: 0.500A LevelH: 1.000A
4	Betätigen Sie die Eingabetasten oder den Drehgeber und die Tasten   , um den Parameter LevelL auf 1 zu setzen und bestätigen Sie mit Enter .	LevelL: 1.000A ► LevelH: 1.000A
5	Betätigen Sie die Eingabetasten oder den Drehgeber und die Tasten   , um den Parameter LevelH auf 5 zu setzen und bestätigen Sie mit Enter .	► TimeL: 400.00ms TimeH: 400.00ms
6	Betätigen Sie die Taste, um den Parameter TimeH auszuwählen. Betätigen Sie die Eingabetasten oder den Drehgeber und die Tasten   , um den Parameter TimeH auf 20ms zu setzen und bestätigen Sie mit Enter .	► TimeR: 10.00ms TimeF: 20.00ms
7	Betätigen Sie die Eingabetasten oder den Drehgeber und die Tasten   , um den Parameter TimeR auf 10ms zu setzen und bestätigen Sie mit Enter .	TimeR: 10.00ms ► TimeF: 20.00ms
8	Betätigen Sie die Eingabetasten oder den Drehgeber und die Tasten   , um den Parameter TimeF auf 10ms zu setzen und bestätigen Sie mit Enter .	► Mode: ◀Cont ▶
9	Betätigen Sie die Tasten   bzw. den Drehgeber, um pulse zu setzen und bestätigen Sie mit Enter .	► Mode: ◀Puls ▶
10	Betätigen Sie die Taste  , um das Menü „Transient Operation“ zu verlassen.	0.000V 0.000A 1.000A tCCH OFF
11	Betätigen Sie die Taste  , um die Last einzuschalten.	0.000V 0.000A 1.000A tCCH ON
12	Über die Taste  +  oder ein low-Pegel-Signal am Trigger-Input (TRIG IN) wird ein Trigger ausgelöst.	0.000V 0.000A 5.000A tCCH ON

Zur Programmierung dieses Beispiels müssen die folgenden SCPI-Befehle gesetzt werden:

MODE	CCH	Betriebsart aktivieren
TRAN	ON	Transientenbetrieb freigeben
CURR:LLEV	1	Definiert die low-Pegel
CURR:HLEV	5	Definiert die high-Pegel
TRAN:HTIME	200ms	Definiert die high-Pegel-Zeit
TRAN:RTIME	10us	Definiert die Flankenanstiegszeit
TRAN:FTIME	10us	Definiert die Flankenabfallzeit
TRAN:MODE	PULS	Auswahl Pulsbetrieb
INPUT	ON	Last einschalten
.		
.		
Trig		Ein Trigger wird ausgelöst

4.7.3 Transienter Umschaltbetrieb

Beispiel 1: Der Lastwiderstand soll periodisch zwischen 200 Ω und 500 Ω geschaltet werden, die Flankenanstiegszeit (TimeR) soll 10 ms, die Flankenabfallzeit (TimeF) soll 10 ms sein, die Betriebsart „Umschaltbetrieb“ ausgeführt und ein Trigger soll ausgelöst werden.

Vorgehensweise	Beschreibung	Display
1	Betätigen Sie die Taste  , um den Dialog zur Auswahl der Betriebsart und das Menü „Parameter“ zu öffnen. Wählen Sie die Betriebsart CRH und bestätigen Sie zu verlassen des Menüs mit Enter .	0.000V 0.000A 20.000 Ω CRH OFF
2	Betätigen Sie die Taste Tran , um in die Betriebsart „Transientenbetrieb“ zu wechseln. Das Display zeigt den Modus CRH mit „t“ an.	0.000V 0.000A 2000.0 Ω tCRH OFF
3	Betätigen Sie die Taste  , um das Menü „Transient Operation“ zu öffnen.	► LevelL: 2000.0 Ω LevelH: 2000.0 Ω
4	Betätigen Sie die Eingabetasten oder den Drehgeber und die Tasten ◀ ▶, um den Parameter LevelL auf 200 zu setzen und bestätigen Sie mit Enter .	LevelL: 200.00 Ω ► LevelH: 2000.0 Ω
5	Betätigen Sie die Eingabetasten oder den Drehgeber und die Tasten ◀ ▶, um den Parameter LevelH auf 500 zu setzen und bestätigen Sie mit Enter .	► TimeL: 400.00ms TimeH: 200.00ms
6	Betätigen Sie die Taste ▼, um den Parameter TimeR auszuwählen. Betätigen Sie die Eingabetasten oder den Drehgeber und die Taste ◀ ▶, um den Parameter TimeR auf 10ms zu setzen und bestätigen Sie mit Enter .	TimeR: 10.00ms ► TimeF: 10.00ms
7	Betätigen Sie die Eingabetasten oder den Drehgeber und die Taste ◀ ▶, um den Parameter TimeF auf 10 ms zu setzen und bestätigen Sie mit Enter .	► Mode: ◀ Puls ▶
8	Betätigen Sie die Taste ◀ ▶ bzw. den Drehgeber, um Togg zu setzen und bestätigen Sie mit Enter .	► Mode: ◀ Togg ▶
9	Betätigen Sie die Taste  , um das Menü „Transient Operation“ zu verlassen.	0.000V 0.000A 200.00 Ω tCRH OFF
10	Betätigen Sie die Taste  , um die Last einzuschalten.	0.000V 0.000A 200.00 Ω tCRH
11	Über die Taste  +  oder ein low-Pegel-Signal am Trigger-Input (TRIG IN) wird ein Trigger ausgelöst.	0.000V 0.000A 500.00 Ω tCRH ON

Zur Programmierung dieses Beispiels müssen die folgenden SCPI-Befehle gesetzt werden:

MODE	CRH	Betriebsart aktivieren
TRAN	ON	Transientenbetrieb freigeben
RES:LLEV	200	Definiert den low-Pegel
RES:HLEV	500	Definiert den high-Pegel
TRAN:RTIME	10us	Definiert die Flankenanstiegszeit
TRAN:FTIME	10us	Definiert die Flankenabfallzeit
TRAN:MODE	TOGG	Umschaltbetrieb
INPUT	ON	Last einschalten
.		
.		
Trig		Ein Trigger wird ausgelöst

4.8 Betriebsart Sequenz (List)

Vorgehensweise zum Aktivieren/Deaktivieren der Betriebsart Sequenz:

- 1 Betätigen Sie die Tasten  und , um das Menü „Sequence Operation“ zu öffnen.
- 2 Über die Eingabetasten oder den Drehgeber können Sie die Listennummer (No.) auswählen. Bestätigen Sie mit **Enter**.
- 3 Betätigen Sie die Taste , um das Menü „Sequence Operation“ zu verlassen.
- 4 Betätigen Sie die Tasten  und , um den Listenbetrieb zu aktivieren.
- 5 Betätigen Sie die Tasten  und , um den Listenbetrieb zu deaktivieren.

Vorgehensweise zum Einstellen der Sequenzparameter:

- 1 Betätigen Sie die Tasten  und , um das Menü „Sequence Operation“ zu öffnen.
- 2 Über die Eingabetasten oder den Drehgeber können Sie die Listennummer (No.) auswählen. Bestätigen Sie mit **Enter**.
- 3 Über die Taste ▼ können Sie das zugehörige Memo aufrufen (Memo).
- 4 Über den Drehgeber und die Tasten ◀ ▶ können Sie nun eine Anmerkung (Memo) eingeben (max. 10 Zeichen).
- 5 Über die Taste ▼ können Sie die Daten einer Sequenz auswählen (Data:<New/Edit>).
- 6 Wählen Sie eine der Optionen New oder Edit mit den Tasten ◀ ▶ aus und bestätigen Sie mit **Enter**.
- 7 Wählen Sie die gewünschten Parameter mit den Tasten ◀ ▶.
- 8 Setzen Sie den Einstellwert bzw. die Betriebsart mit den Eingabetasten ◀ ▶ oder dem Drehgeber und bestätigen Sie mit **Enter**. Die Betriebsart kann auch über die Taste SET und den Drehgeber eingestellt werden. Bestätigen Sie nach dem dritten Parameter mit **Enter**, um den folgenden Schritt zu programmieren.
- 9 Jeder Einzelschritt kann über die Tasten ▲ und ▼ erneut aufgerufen werden. Gehen Sie zum Ändern eines Schrittes wie unter Punkt 8 beschrieben vor.
- 10 Um einen zusätzlichen Schritt ans Ende zu setzen, betätigen Sie die Taste ▼. Die Einstellungen werden wie unter Punkt 8 beschrieben vorgenommen.
- 11 Um einen zusätzlichen Schritt vor einen bereits bestehenden zu setzen, wählen Sie letzteren mit den Tasten ▲ und ▼ an. Bestätigen Sie die Eingabe mit den Tasten  und . Die Einstellungen werden wie unter Punkt 8 beschrieben vorgenommen.
- 12 Löschen eines Schrittes: Zur Auswahl des zu löschenden Schrittes betätigen Sie die Tasten ▲ und ▼. Zur Durchführung der Löschung drücken Sie die Tasten  + . Wenn die Sequenz aus einem einzigen Schritt besteht, verlassen Sie hiermit gleichzeitig den Editiermodus.
- 13 Betätigen Sie die Taste , um den Editiermodus zu verlassen und die Sequenz im EEPROM-Speicher unter der gewählten Listennummer zu hinterlegen.
- 14 Über die Taste ▼ können Sie die Zykluszeiten (Count) definieren. Betätigen Sie gleichzeitig die Eingabetasten oder den Drehgeber und die Tasten ◀ ▶, um den Einstellwert einzugeben. Betätigen Sie die Taste **Enter**, um die Eingabe zu bestätigen und die Zykluszeiten (Count) im EEPROM-Speicher unter der gewählten Listennummer zu hinterlegen.
- 15 Über die Taste ▼ können Sie die Option „Chain“ anwählen. Geben Sie den Einstellwert über die Eingabetasten oder den Drehgeber ein (der Parameter „Chain“ wird „OFF“ gesetzt, wenn ein Wert höher 6 eingegeben wird). Betätigen Sie die Taste **Enter**, um die Eingabe zu bestätigen.
- 16 Betätigen Sie die Taste , um das Menü „Sequence Operation“ zu verlassen.
- 17 Betätigen Sie die Tasten  und , um den Listenbetrieb zu aktivieren.
- 18 Betätigen Sie die Tasten  und , um den Listenbetrieb zu deaktivieren.

4.8.1 Sequenzen (List) bearbeiten

Beispiel 1: Neue Sequenz bearbeiten. Die Listennummer der Prüfsequenz ist 0. Das zugehörige Memo ist „Test Power“. Schritte der Prüfsequenz: step1: CCL, 1 A, 1 S. step2: CCH, 2 A, 1S. step3: CV, 1 V, 1 S. step4: CRL, 1 Ω , 1 S, step5: CRH, 200 Ω , 1 S. Zykluszeit (Count) = 5, Sequenz deaktivieren, Betriebsart Sequenz aktivieren, Betriebsart Sequenz deaktivieren.

Vorgehensweise	Beschreibung	Display
1	Betätigen Sie die Tasten  und  , um das Menü „Sequence Operation“ zu öffnen.	► No.: 0 Memo
2	Setzen Sie über die Eingabetasten oder den Drehgeber die Listennummer der Prüfsequenz (No.) auf 0 und bestätigen Sie mit Enter (Aufruf der Prüfsequenz über die im EEPROM hinterlegte Listennummer).	► No.: 0 Memo
3	Über die Taste ▼ können Sie das zugehörige Memo aufrufen (Memo).	► No.: 0 Memo
4	Drehen Sie den Drehgeber, um den Buchstaben „T“ auszuwählen.	► No.: 0 Memo T
5	Über die Taste ► können Sie den Cursor nach rechts bewegen.	► No.: 0 Memo: T
6	Drehen Sie den Drehgeber, um den Buchstaben „e“ auszuwählen.	No.: 0 ► Memo: Tg
7	Memo „Test Power“ setzen (step5 und step6). Betätigen Sie die Taste Enter , um die Eingabe zu bestätigen.	No.: 0 ► Memo: Test Power
8	Über die Taste ▼ können Data:<New/Edit> • anwählen.	► Data:<New/Edit> Count: 1
9	Betätigen Sie die Taste ◀ bzw. den Drehgeber, um die Option New auszuwählen und bestätigen Sie mit Enter .	Clear Data: Yes *No
10	Betätigen Sie die Taste ◀ bzw. den Drehgeber, um die Option Yes auszuwählen und bestätigen Sie mit Enter . Die Daten werden zurückgesetzt und das Editier-Menü wird geöffnet.	01. CC 0.0000s 0.000A
11	Bearbeiten Sie step1: CCL, 1A, 1S. Der Einstellwert „Zeit“ rechts oben auf dem Display blinkt. Über die Eingabetasten oder den Drehgeber zusammen mit den Tasten ◀ ► können Sie den Wert auf 1s setzen. Bestätigen Sie anschließend mit Enter .	01. CCH 1.0000s 0.000A
12	Die Modus-Anzeige links unten auf dem Display blinkt. Wählen Sie mit dem Drehgeber oder mit der Taste  die Betriebsart CCL und bestätigen Sie mit Enter .	01. CCL 1.0000s 0.000A
13	Der Einstellwert unten rechts auf dem Display blinkt. Über die Eingabetasten oder den Drehgeber und die Tasten ◀ ► können Sie den Wert für Strom auf 1A setzen. Betätigen Sie die Taste Enter , um die Eingabe zu bestätigen und zum nächsten Schritt zu gelangen.	01. CCL 1.0000s 1.000A
14	Wiederholen Sie die Schritte 11 bis 13, um die restlichen vier Schritte zu programmieren.	
15	Die ersten fünf Schritte der Sequenz sind somit programmiert, eine Programmierung von Schritt 6 ist nicht notwendig. Betätigen Sie die Taste Clear , um den Editiermodus zu verlassen und die Sequenz im EEPROM-Speicher unter der gewählten Listennummer zu hinterlegen.	06. CRH 0.0000s 20.000 Ω
16	Über die Taste ▼ können Sie den Wert „Count“ definieren. Betätigen Sie gleichzeitig die Eingabetasten oder den Drehgeber und die Tasten ◀ ►, um den Wert „5“ einzugeben. Betätigen Sie die Taste Enter , um die Eingabe zu bestätigen und den Wert im EEPROM-Speicher unter der gewählten Listennummer zu hinterlegen.	Data:<New/Edit> ► Count: 5
17	Über die Taste ▼ können Sie die Option „Chain“ anwählen. Geben Sie den Einstellwert über die Eingabetasten oder den Drehgeber ein (der Parameter „Chain“ wird „OFF“ gesetzt, wenn ein Wert höher 6 eingegeben wird). Betätigen Sie die Taste Enter , um die Eingabe zu bestätigen und den Wert im EEPROM-Speicher unter der gewählten Listennummer zu hinterlegen.	► Chain:Off
18	Betätigen Sie die Taste  , um das Menü „Sequence Operation“ zu verlassen.	0.000V 0.000A 0.000A CCH OFF
19	Betätigen Sie die Tasten  und  , um den Listenbetrieb zu aktivieren.	0.000V 0.0000A 1.000A LCCL ON
20	Betätigen Sie die Tasten  und  , um den Listenbetrieb zu deaktivieren.	0.000V 0.000A 0.000A CCH OFF

Zur Programmierung dieses Beispiels müssen die folgenden SCPI-Befehle gesetzt werden:

LIST:RECALL	0	Aufruf der Sequenz 0
LIST:MEMO	Test Power	Sequenzspeicher = „Test Power“
LIST:DATA	CCL,1A,1S	
LIST:DATA	CCH,2A,1S	
LIST:DATA	CV,1V,1S	
LIST:DATA	CRL,1 Ω ,1S	
LIST:DATA	CRH,200 Ω ,1S	Die vorherigen fünf Befehle entsprechen den Schritten der Sequenz
LIST:COUNT	5	Zykluszahl der Sequenz
LIST:CHAIN	OFF	Verknüpfte Sequenz deaktivieren
LIST	ON	Betriebsart Sequenz aktivieren
LIST	OFF	Betriebsart Sequenz deaktivieren

4.8.2 Sequenzen ändern, hinzufügen, einsetzen und löschen

Beispiel 1: Basierend auf Beispiel 1, Kapitel 4.8.1, wird in step1 die Zeit auf 2 s gesetzt. Im letzten Schritt wird „CCH, 5 A, 1 S“ gesetzt. In step3 werden die Werte „CRL, 1 Ω , 10 S“ gesetzt. step2 wird gelöscht. Die Sequenz wird durch eine entsprechende Verknüpfung als kontinuierliche Sequenz definiert.

Steps	Beschreibung	Display
Step 1	Betätigen Sie die Tasten  und  , um das Menü „Sequence Operation“ zu öffnen.	► No.: 0 Memo: Test Power
Step 2	Über die Taste ▼ können Sie den Wert Data:<New/Edit> • setzen.	► Data:<New/Edit> Count: 5
Step 3	Betätigen Sie die Taste ► bzw. den Drehgeber, um die Option Edit auszuwählen und bestätigen Sie mit Enter .	01. 1.00000s CCL 1.0000A
Step 4	Über die Taste ► können Sie den Parameter Zeit auswählen. Der Einstellwert blinkt.	01. 1.0000s CCL 1.0000A
Step 5	Über die Eingabetasten oder den Drehgeber und die Tasten ◀ ► können Sie den Wert auf 2 s setzen. Bestätigen Sie anschließend mit Enter .	01. 2.00000s CCL 1.0000A
Step 6	Über die Taste ▼ können Sie den letzten neuen Schritt auswählen (step6).	06. 0.0000s CRH 20.000 Ω
Step 7	Neuen Schritt hinzufügen: CCH, 5A, 1S. Der Einstellwert oben rechts auf dem Display blinkt. Über die Eingabetasten oder den Drehgeber und die Tasten ◀ ► können Sie den Wert auf 1 s setzen. Bestätigen Sie anschließend mit Enter .	06. 1.0000s CRH 20.000 Ω
Step 8	Die Modus-Anzeige links unten auf dem Display blinkt. Wählen Sie mit dem Drehgeber oder mit der Taste  die Betriebsart CCH und bestätigen Sie mit Enter .	06. 1.0000s CCH 0.000A
Step 9	Der Einstellwert unten rechts auf dem Display blinkt. Über die Eingabetasten oder den Drehgeber und die Tasten ◀ ► können Sie den Wert für Strom auf 5 A setzen. Betätigen Sie die Taste Enter , um die Eingabe zu bestätigen und zum nächsten Schritt zu gelangen.	06. 1.0000s CCH 5.000A
Step 10	Betätigen Sie die Taste ▲, um step3 auszuwählen.	03. 1.00000s CV 1.000V
Step 11	Betätigen Sie die Tasten  und  , um bei step3 einen neuen Schritt einzufügen.	03. 0.0000s CV 0.000V
Step 12	Neuen Schritt einfügen: CRL, 1 Ω , 10S bei step3. Die Einstellungen werden wie unter Punkt 7 bis 9 beschrieben vorgenommen.	03. 10.00000s CRL 1.0000 Ω
Step 13	Betätigen Sie die Taste ▲, um step2 auszuwählen.	02. 1.00000s CCH 2.000A
Step 14	Betätigen Sie die Tasten  und  , um step2 zu löschen.	02. 10.0000s CRL 1.0000 Ω
Step 15	Betätigen Sie die Taste  , um den Editiermodus zu verlassen und die Sequenz im EEPROM-Speicher unter der gewählten Listennummer zu hinterlegen.	► Data:<New/Edit> Count: 5
Step 16	Betätigen Sie die Taste ▼, um die Option Chain auszuwählen	► Chain: Off
Step 17	Über die Eingabetasten oder den Drehgeber können Sie den Wert auf 0 setzen (Eigenverknüpfung für kontinuierlichen Betrieb). Betätigen Sie die Taste Enter , um die Eingabe zu bestätigen und den Wert im EEPROM-Speicher unter der gewählten Listennummer zu hinterlegen.	► Chain: 0
Step 18	Betätigen Sie die Taste  , um das Menü „Sequence Operation“ zu verlassen.	0.000V 0.000A 0.000A CCH OFF

4.8.3 Sequenz starten/stoppen

Beispiel 1: Starten Sie Sequenz Nr. 0 und stoppen Sie die aktuelle Sequenz.

Steps	Beschreibung	Display
Step 1	Betätigen Sie die Tasten  und  , um das Menü „Sequence Operation“ zu öffnen.	► No.: 1 Memo:
Step 2	Über die Eingabetasten oder den Drehgeber wird der Prüfsequenz die Listennummer (No.) 0 zugewiesen. Bestätigen Sie mit Enter (Aufruf der Prüfsequenz über die im EEPROM hinterlegte Listennummer).	► No.: 0 Memo: Test Power
Step 3	Betätigen Sie die Taste  , um das Menü „Sequence Operation“ zu verlassen.	0.000V 0.000A 0.000A CCH OFF
Step 4	Betätigen Sie die Tasten  und  , um den Listenbetrieb zu aktivieren.	0.000V 0.0000A 1.0000A LCCL ON
Step 5	Betätigen Sie die Tasten  und  , um den Listenbetrieb zu deaktivieren.	0.000V 0.000A 0.000A CCH OFF

Zur Programmierung dieses Beispiels müssen die folgenden SCPI-Befehle gesetzt werden:

```

LIST:RECALL      0      Aufruf Sequenz 0
LIST             ON      Start Betriebsart Sequenz
LIST             OFF     Stopp Betriebsart Sequenz
  
```

4.9 Batterieentladefunktion

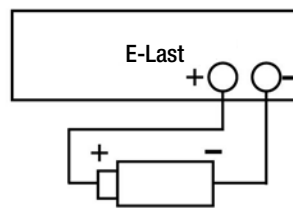


Bild 4.1 Diagramm zur Batterieentladefunktion

Die Vorgehensweise wird nachfolgend beschrieben:

- 1 Betätigen Sie die Taste , um die Last abzuschalten. Schließen Sie die Testbatterie polrichtig an.
- 2 Betätigen Sie die Tasten  + , um das Menü Batterieentladefunktion zu öffnen.
- 3 Betätigen Sie die Taste , um das Editier-Menü zu öffnen. Betätigen Sie die Tasten ▲ und ▼, um den Parameter auszuwählen. Über die Eingabetasten oder den Drehgeber zusammen mit ◀ ▶, können Sie den Sollwert für die minimale Spannung und den Entladewert für Strom eingeben. Betätigen Sie die Taste **Enter**, um die Eingabe zu bestätigen.
- 4 Betätigen Sie die Taste , um das Editier-Menü zu schließen.
- 5 Betätigen Sie die Taste , um die Last einzuschalten und die Batterieentladefunktion zu starten.
- 6 Betätigen Sie die Taste , um die Last einzuschalten und die Batterieentladefunktion zu stoppen.
- 7 Betätigen Sie die Taste , um die Werte Entladezeit und Entladungskapazität zurückzusetzen.
- 8 Betätigen Sie die Tasten  +  um die Batterieentladung zu beenden.

Beispiel 1: Rufen Sie die Betriebsart Batterieentladefunktion auf, setzen Sie den Entladespannungssollwert auf 15 V und den Entladestromsollwert auf 3 A. Schalten Sie die Last ein und starten Sie den Batterieentladefunktion. Schalten Sie die Last ab, um den Batterieentladefunktion zu beenden. Setzen Sie die Einstellwerte zurück und verlassen Sie die Betriebsart Batterieentladefunktion.

Steps	Beschreibung	Display
Step 1	Betätigen Sie die Taste  , um die Last abzuschalten. Schließen Sie die Testbatterie polrichtig an.	20.000V 0.000A 0.000A CCH OFF
Step 2	Betätigen Sie die Tasten  +  , um das Menü Batterieentladefunktion zu öffnen.	20.000V 0.000A 0.000AH 00:00:00
Step 3	Betätigen Sie die Taste  , um das Editier-Menü zu öffnen. Über die Eingabetasten oder den Drehgeber und die Tasten ◀ ▶ können Sie den Entladespannungssollwert auf 15 V setzen. Betätigen Sie die Taste Enter , um die Eingabe zu bestätigen.	▶ MinVolt:0.000V DisCurr:2.000A
Step 4	Über die Eingabetasten oder den Drehgeber und die Tasten ◀ ▶ können Sie den Entladestromsollwert auf 3 A setzen. Betätigen Sie die Taste Enter , um die Eingabe zu bestätigen.	MinVolt:15.000V ▶ DisCurr:3.000A
Step 5	Betätigen Sie die Taste  , um das Editier-Menü zu schließen.	20.000V 0.000A 0.000AH 00:00:00
Step 6	Betätigen Sie die Taste  , um die Last einzuschalten und den Batterieentladefunktion zu starten.	20.000V 3.000A 0.000AH 00:00:01
Step 7	Betätigen Sie die Taste  , um die Last einzuschalten und den Batterieentladefunktion zu stoppen.	20.000V 0.000A 0.012AH 00:00:15
Step 8	Betätigen Sie die Taste  , um die Werte Entladezeit und Entladungskapazität zurückzusetzen.	20.000V 0.000A 0.000AH 00:00:00
Step 9	Betätigen Sie die Tasten  +  , um die Batterieentladung zu beenden.	20.000V 0.000A 0.000A CCH OFF

Zur Programmierung dieses Beispiels müssen die folgenden SCPI-Befehle gesetzt werden:

INPUT	OFF	Last abschalten
BATTERY	ON	Menü Batterieentladefunktion öffnen
BATT:VOLT:OFF	15V	Entladespannung auf 15 V setzen
BATT:DIS:CURRE	3A	Entladestrom auf 3 A setzen
INPUT	ON	Last einschalten und Batterieentladefunktion starten
INPUT	OFF	Last einschalten und Batterieentladefunktion stoppen
operationBATTERY	OFF	Batterieentladefunktion verlassen

4.10 Daten sichern und erneut laden

Die Vorgehensweise wird nachfolgend beschrieben:

- Über die Tasten  +  öffnen Sie das Menü „Speichern“. Alternativ können Sie über die Tasten  +  das Menü „Laden“ öffnen.
- Wählen Sie die gewünschten Daten mit Hilfe der Eingabetasten oder mit dem Drehgeber.
- Betätigen Sie die Taste **Enter**, um die Eingabe zu bestätigen und das jeweilige Menü zu verlassen. Im Modus Speichern werden die eingestellten Parameter unter der angegebenen Location (0 – 9) im EEPROM-Speicher hinterlegt. Im Modus Laden werden die Parameter entsprechend aus dem Speicher geladen.

Beispiel 1: Wechseln Sie in die Betriebsart CCL, setzen Sie den Stromsollwert auf 2 A und schalten Sie die Last ein. Speichern Sie die Einstellungen unter Location 0 im EEPROM. Beim nächsten Einschalten der Last lädt das Gerät direkt die gespeicherten Werte.

Vorgehensweise	Beschreibung	Display
1	Wechseln Sie in die Betriebsart CCL, setzen Sie den Wert 2A und schalten Sie die Last ein.	0.000V 0.000A 2.0000A CCL ON
2	Über die Taste  +  gelangen Sie in das Menü „Speichern“.	Save File No. <u>1</u>
3	Wählen Sie mit Hilfe der Eingabetasten oder mit dem Drehgeber als Speicherort Location 0.	Save File No. <u>0</u>
4	Betätigen Sie die Taste Enter , um die Eingabe zu bestätigen und das Menü „Speichern“ zu verlassen.	0.000V 0.000A 2.0000A CCL ON

Zur Programmierung dieses Beispiels müssen die folgenden SCPI-Befehle gesetzt werden:

MODE	CCH	In Betriebsart CCH wechseln
CURRE	2	Strom auf 2A setzen
*SAV	0	Aktuelle Werte unter Location 0 im EEPROM-Speicher hinterlegen

Beispiel 2: Setzen Sie basierend auf dem vorherigen Beispiel den Betriebsmodus CV und den Spannungssollwert auf 40 V. Schalten Sie die Last ab. Laden Sie anschließend die unter Location 0 im EEPROM-Speicher hinterlegten Werte. Die Vorgehensweise wird nachfolgend beschrieben:

Vorgehensweise	Beschreibung	Display
1	Wechseln Sie in die Betriebsart CV, setzen Sie den Spannungssollwert auf 40 V und schalten Sie die Last ab (siehe Kapitel 4.4).	0.000V 0.000A 40.000V CV OFF
2	Über die Tasten  +  gelangen Sie in das Menü „Laden“.	Recall File: No. 0
3	Wählen Sie mit Hilfe der Eingabetasten oder mit dem Drehgeber den Speicherort Location 0.	Recall File: No. 0
4	Betätigen Sie die Taste Enter , um die Eingabe zu bestätigen und in das vorherige Menü zurückzukehren.	0.000V 0.000A 2.0000A CCL ON

Zur Programmierung dieses Beispiels müssen die folgenden SCPI-Befehle gesetzt werden:

MODE CV Betriebsart CV aktivieren
VOLT 40 Spannung auf 40 V setzen
*RCL 0 Werte aus Location 0 laden

4.11 Schutzeinstellungen zurücksetzen

Die Vorgehensweise wird nachfolgend beschrieben:

- 1 Fehlerursache lokalisieren und Fehler beheben.
- 2 Betätigen Sie die Tasten  und .

Beispiel 1: Schutzkreis RV zurücksetzen. Die Vorgehensweise wird nachfolgend beschrieben:

Vorgehensweise	Beschreibung	Display
1	Spannungsversorgung der Last wiederherstellen.	0.000V 0.0000A 2.0000A RV OFF
2	Betätigen Sie die Tasten  und  .	0.000V 0.0000A 2.0000A CCL OFF

Zur Programmierung dieses Beispiels müssen die folgenden SCPI-Befehle gesetzt werden:

INP:PROT:CLE S: Schutzkreis zurücksetzen

4.12 Fehlermeldungen

Die Vorgehensweise wird nachfolgend beschrieben:

- 1 Betätigen Sie die Tasten  + , um die Fehlermeldung anzuzeigen.

Beispiel 1: Im Falle eines fehlerhaften Befehls leuchtet die Anzeige ERR rot auf. Prüfen Sie die Fehlermeldung.

Die Vorgehensweise wird nachfolgend beschrieben:

Vorgehensweise	Beschreibung	Display
1	Betätigen Sie die Tasten  +  , um die Fehlermeldung anzuzeigen.	ERROR -103
2	Sollte ein Fehler auftreten, wiederholen Sie Schritt 1.	
3	Steht kein Fehler mehr an, erlischt die Fehleranzeige EER. Wiederholen Sie Schritt 1. Auf dem Display erscheint die Meldung „NO ERROR“.	NO ERROR

Zur Programmierung dieses Beispiels müssen die folgenden SCPI-Befehle gesetzt werden:

SYST:ERR? Abfrage des Fehler-Codes und der Fehlermeldung



Hinweis

Eine Übersicht der einzelnen Fehlermeldungen sowie die dazugehörigen Erklärungen finden Sie im „Programmierhandbuch SPL SCPI“ unter Kapitel 3.

4.13 Triggerbetrieb

Im Modus „EXternal“ stehen folgende Optionen zur Verfügung:

- 1 Trigger auswählen (siehe Kapitel 2.8).
- 2 Lösen Sie einen Trigger über die Tasten  +  bzw. den Trigger-Input (TRIG IN) aus (TTL niedriger Wertebereich).

Beispiel 1: Wählen Sie die Option „List“ als Trigger-Kriterium für die Sequenz aus Beispiel 1 / Kapitel 4.8.1.

Die Vorgehensweise wird nachfolgend beschrieben:

Steps	Beschreibung
Step 1	Wählen Sie im Hauptmenü die Optionen „List“ als Trigger-Kriterium für die Sequenz (Details siehe Kapitel 4.14.6).
Step 2	Schalten Sie mit Hilfe der Tasten  +  bzw. über den Trigger-Input (TRIG IN) auf TTL low-Pegel. Der Eingang der Last schaltet entsprechend der Parameter-Umstellung. Die Tasten  +  haben hier die gleiche Funktion wie die tasten  +  .

Zur Programmierung dieses Beispiels müssen die folgenden SCPI-Befehle gesetzt werden:

TRIG:FUNC LIST Auswahl „LIST“
TRIG Trigger auslösen

4.14 Hauptmenü

Die Vorgehensweise wird nachfolgend beschrieben:

- 1 Betätigen Sie die Taste , um das Hauptmenü zu öffnen.
- 2 Betätigen Sie die Tasten ▲ und ▼, um den gewünschten Menüpunkt auszuwählen.
- 3 Wählen Sie mit Hilfe der Tasten ◀ ▶ oder des Drehgebers den gewünschten Parameter oder geben Sie einen Einstellwert ein.
Betätigen Sie die Taste , um das Menü zu verlassen.
- 4 Betätigen Sie die Taste **Enter**, um die Eingabe zu bestätigen.
- 5 Betätigen Sie die Taste , um das Hauptmenü zu verlassen.

4.14.1 Default-Werte laden

Beispiel: Default-Werte laden.

Die Vorgehensweise wird nachfolgend beschrieben:

Vorgehensweise	Beschreibung	Display
1	Betätigen Sie die Taste  , um das Hauptmenü zu öffnen.	Load Default : Yes *No
2	Wählen Sie mit dem Drehgeber oder der Taste ◀ die Option „Yes“. Bestätigen Sie mit der Taste Enter .	Load Default : *Yes No
3	Betätigen Sie die Taste  , um das Hauptmenü zu verlassen.	

4.14.2 Betriebsart Kurzschluss

Beispiel: Betriebsart Kurzschluss / CV.

Die Vorgehensweise wird nachfolgend beschrieben:

Vorgehensweise	Beschreibung	Display
1	Betätigen Sie die Taste  , um das Hauptmenü zu öffnen.	Load Default : Yes *No
2	Wählen Sie mit Hilfe der Taste  den Menüpunkt „Short“. Setzen Sie mit dem Drehgeber oder der Taste  den Parameter auf „On“. Betätigen Sie die Taste Enter , um die Eingabe zu bestätigen.	Short On *Off
3	Betätigen Sie die Taste  , um das Hauptmenü zu verlassen.	
4	Betätigen Sie die Taste  , um den Dialog zur Auswahl der Betriebsart und das Menü „Parameter“ zu öffnen. Aktivieren Sie mit den Tasten   die Betriebsart CV Betätigen Sie die Taste Enter , um die Auswahl und das Menü Parameter zu verlassen.	0.000V 0.000A 0.000V sCV OFF
5	Betätigen Sie die Taste  , um die Last einzuschalten.	0.000V 0.000A 0.000V sCV ON

Zur Programmierung dieses Beispiels müssen die folgenden SCPI-Befehle gesetzt werden:

INPUT:SHORT ON Betriebsart Kurzschluss anwählen
MODE CV Betriebsart aktivieren
INPUT ON Last einschalten

4.14.3 Uon-Wert/Uon-Latch

Beispiel: Setzen Sie den Wert Uon-Latch auf Off und den Wert Uon-Point auf 1 V und schalten Sie die Last ein. Im Beispiel wird zur Vereinfachung der Leistungseingang automatisch ein- bzw. ausgeschaltet. Die Vorgehensweise wird nachfolgend beschrieben:

Vorgehensweise	Beschreibung	Display
1	Betätigen Sie die Taste  , um das Hauptmenü zu öffnen.	Load Default : Yes *No
2	Wählen Sie mit Hilfe der Taste  den Menüpunkt „Uon Latch“. Setzen Sie mit dem Drehgeber der Taste  den Parameter auf „Off“. Betätigen Sie die Taste Enter , um die Eingabe zu bestätigen.	Uon Latch : On *Off
3	Wählen Sie den Menüpunkt „Uon Point“ mit Hilfe der Taste  . Betätigen Sie gleichzeitig den Drehgeber oder die Bedientasten und die Tasten   , um den Wert für Spannung einzugeben. Betätigen Sie die Taste Enter , um die Eingabe zu bestätigen.	Uon Point : 1.000V
4	Betätigen Sie die Taste  , um das Hauptmenü zu verlassen.	0.000V 0.000A 0.000A CCH OFF
5	Betätigen Sie die Taste  , um die Last einzuschalten.	0.000V 0.000A 0.000A CCH ON

Zur Programmierung dieses Beispiels müssen die folgenden SCPI-Befehle gesetzt werden:

INP:VOLT:ON:LATCH OFF Uon-Latch deaktivieren
INP:VOLT:ON 1 Uon-Spannung auf 1 V setzen
INPUT ON Last einschalten

4.14.4 Max. Strompegel in der Betriebsart CV

Beispiel: Aktivieren Sie die Betriebsart CV. Setzen Sie den Spannungssollwert auf 2 V. Setzen Sie den max. Strompegel in der Betriebsart CV (CV Curr Limit) auf 20 A und schalten Sie die Last ein. Die Vorgehensweise wird nachfolgend beschrieben:

Vorgehensweise	Beschreibung	Display
1	Wechseln Sie in die Betriebsart CV und setzen Sie den Spannungssollwert auf 2 V (siehe Kapitel 4.5).	0.000V 2.000V CV OFF
Step2	Betätigen Sie die Taste  , um das Hauptmenü zu öffnen.	Load Default : Yes *No
Step3	Wählen Sie den Menüpunkt „CV Curr Limit“ mit Hilfe der Taste ▼. Betätigen Sie gleichzeitig den Drehgeber oder die Bedientasten und die Tasten ◀ ▶, um den max. Strom auf 20 A zu setzen. Betätigen Sie die Taste Enter , um die Eingabe zu bestätigen.	CV Curr Limit : 20.000A
Step4	Betätigen Sie die Taste  , um das Hauptmenü zu verlassen.	0.000V 2.000A CCH OFF
Step5	Betätigen Sie die Taste  , um die Last einzuschalten.	0.000V 2.000A CCH ON

Zur Programmierung dieses Beispiels müssen die folgenden SCPI-Befehle gesetzt werden:

```

MODE          CV   Betriebsart aktivieren
VOLT          2    Wert für Spannungssollwert auf 2 V setzen
CV:CURRE: LIM 20A  Max. Strompegel auf 20 A setzen (Betriebsart CV)
INPUT         ON   Last einschalten

```

4.14.5 Stromanstiegs-/Stromabfallrate in der Betriebsart CC

Beispiel: Wechseln Sie in die Betriebsart CCH, setzen Sie den Stromsollwert auf 2 A. Setzen Sie die Stromanstiegsrate (Curr Rise Rate) in der Betriebsart CC auf 0.002 A/μs und die Stromabfallrate (Curr Fall Rate) auf 0.005 A/μs. Schalten Sie die Last ein und wieder aus. Die Vorgehensweise wird nachfolgend beschrieben:

Vorgehensweise	Beschreibung	Display
1	Wählen Sie CCH und setzen Sie den Stromsollwert auf 2 A (Details siehe Kapitel 5.1).	0.000V 2.000A CCH OFF
2	Betätigen Sie die Taste  , um das Hauptmenü zu öffnen.	Load Default : Yes *No
3	Wählen Sie den Menüpunkt „Curr Rise Rate“ mit Hilfe der Taste ▼. Betätigen Sie gleichzeitig den Drehgeber oder die Bedientasten und die Tasten ◀ ▶, um die Stromanstiegsrate auf 0,002 A/μs zu setzen. Betätigen Sie die Taste Enter , um die Eingabe zu bestätigen.	Curr Rise Rate : 0.002A/μs
4	Wählen Sie den Menüpunkt „Curr Fall Rate“ mit Hilfe der Taste ▼. Betätigen Sie gleichzeitig den Drehgeber oder die Bedientasten und die Tasten ◀ ▶, um die Stromabfallrate auf 0,005 A/μs zu setzen. Betätigen Sie die Taste Enter , um die Eingabe zu bestätigen.	Curr Fall Rate : 0.005A/μs
5	Betätigen Sie die Taste  , um das Hauptmenü zu verlassen.	0.000V 2.000A CCH OFF
6	Betätigen Sie die Taste  , um die Last einzuschalten.	0.000V 2.000A CCH ON
7	Betätigen Sie die Taste  , um die Last abzuschalten.	0.000V 2.000A CCH OFF

Zur Programmierung dieses Beispiels müssen die folgenden SCPI-Befehle gesetzt werden:

```

MODE          CCH  Betriebsart aktivieren
CURR          2    Stromsollwert auf 2 A setzen
CURR:RISE:RATE 0.002 Stromanstiegsrate in der Betriebsart CC auf 0.002 A/μs setzen
CURR:FALL:RATE 0.005 Stromabfallrate in der Betriebsart CC auf 0.005 A/μs setzen
INPUT         ON   Last einschalten
INPUT         OFF  Last abschalten

```

4.14.6 Trigger-Auswahlfunktion

Beispiel: Wählen Sie die Option „Tran“.

Vorgehensweise	Beschreibung	Display
1	Betätigen Sie die Taste  , um das Hauptmenü zu öffnen.	Load Default : Yes *No
2	Wählen Sie mit Hilfe der Taste ▼ den Menüpunkt „Trig Function“. Setzen Sie mit dem Drehgeber oder der Taste ◀ den Parameter auf „Tran“. Betätigen Sie die Taste Enter , um die Eingabe zu bestätigen.	Trig Function : *Tran List
3	Betätigen Sie die Taste  , um das Hauptmenü zu verlassen.	0.000V 0.000A 0.00QA CCH OFF

Zur Programmierung dieses Beispiels müssen die folgenden SCPI-Befehle gesetzt werden:

TRIG:FUNC TRAN Auswahl Transientenbetrieb (TRAN) für die Triggerfunktion setzen

4.14.7 Drehgeber

Beispiel: Drehgeber aktivieren.

Vorgehensweise	Beschreibung	Display
1	Betätigen Sie die Taste  , um das Hauptmenü zu öffnen.	Load Default : Yes *No
2	Wählen Sie mit Hilfe der Taste ▼ den Menüpunkt „Knob“. Setzen Sie mit dem Drehgeber den Parameter auf „On“. Betätigen Sie die Taste Enter , um die Eingabe zu bestätigen.	Knob : On *Off
3	Betätigen Sie die Taste  , um das Hauptmenü zu verlassen.	0.000V 0.000A 0.00QA CCH OFF

4.14.8 Tastentöne

Beispiel: Tastentöne aktivieren.

Vorgehensweise	Beschreibung	Display
1	Betätigen Sie die Taste  , um das Hauptmenü zu öffnen.	Load Default : Yes *No
2	Wählen Sie mit Hilfe der Taste ▼ den Menüpunkt „Key Sound“. Setzen Sie mit dem Drehgeber oder der Taste ◀ den Parameter auf „On“. Betätigen Sie die Taste Enter , um die Eingabe zu bestätigen.	Key Sound : On *Off
3	Betätigen Sie die Taste  , um das Hauptmenü zu verlassen.	0.000V 0.000A 0.00QA CCH OFF

4.14.9 Kommunikationsschnittstellen

Beispiel 1: Wählen Sie die RS232-Schnittstelle aus. Setzen Sie die Baudrate auf 9600, Parität „None“, Datenbit 8 und Stopbit 2. Aktivieren Sie die Datenflusssteuerung.

Steps	Beschreibung	Display
Step 1	Betätigen Sie die Taste  , um das Hauptmenü zu öffnen.	Load Default : Yes *No
Step 2	Wählen Sie mit Hilfe der Taste ▼ den Menüpunkt „Interface“. Setzen Sie mit dem Drehgeber oder der Taste ◀ den Parameter auf „RS232“. Betätigen Sie die Taste Enter , um die Eingabe zu bestätigen.	Interface : *RS232 GPIB
Step 3	Wählen Sie mit Hilfe der Taste ▼ den Menüpunkt „Baud Rate“. Setzen Sie mit dem Drehgeber den Parameter auf „9600“. Betätigen Sie die Taste Enter , um die Eingabe zu bestätigen.	Baud Rate : *9600 19200
Step 4	Wählen Sie mit Hilfe der Taste ▼ den Menüpunkt „Parity Check“. Setzen Sie mit dem Drehgeber oder der Taste ◀ den Parameter auf „None“. Betätigen Sie die Taste Enter , um die Eingabe zu bestätigen.	Parity Check : *None Even Odd
Step 5	Wählen Sie mit Hilfe der Taste ▼ den Menüpunkt „Data Bit“. Setzen Sie mit dem Drehgeber oder der Taste ◀ den Parameter auf „8“. Betätigen Sie die Taste Enter , um die Eingabe zu bestätigen.	Data Bit : *8 7
Step 6	Wählen Sie mit Hilfe der Taste ▼ den Menüpunkt „Stop Bit“. Setzen Sie mit dem Drehgeber oder der Taste ▶ den Parameter auf „2“. Betätigen Sie die Taste Enter , um die Eingabe zu bestätigen.	Stop Bit : 1 *2
Step 7	Wählen Sie mit Hilfe der Taste ▼ den Menüpunkt „Flow Control“. Setzen Sie mit dem Drehgeber oder der Taste ◀ den Parameter auf „On“. Betätigen Sie die Taste Enter , um die Eingabe zu bestätigen.	Flow Control : On *Off
Step 8	Betätigen Sie die Taste  , um das Hauptmenü zu verlassen.	0.000V 0.000A 0.00QA CCH OFF

Beispiel 2: Wählen Sie die GPIB-Schnittstelle aus und setzen Sie die Adresse 18.

Steps	Beschreibung	Display
Step 1	Betätigen Sie die Taste  , um das Hauptmenü zu öffnen.	Load Default : Yes *No
Step 2	Wählen Sie mit Hilfe der Taste ▼ den Menüpunkt „Interface“. Setzen Sie mit dem Drehgeber oder der Taste ▶ den Parameter auf „GPIB“. Betätigen Sie die Taste Enter , um die Eingabe zu bestätigen.	Interface : RS232 *GPIB
Step 3	Wählen Sie den Menüpunkt „GPIB Address“ mit Hilfe der Taste ▼. Betätigen Sie gleichzeitig den Drehgeber und die Tasten ◀ ▶ oder die Bedientasten, um den Parameter auf „18“ zu setzen. Betätigen Sie die Taste Enter , um die Eingabe zu bestätigen.	GPIB-Adresse : 18
Step 4	Betätigen Sie die Taste  , um das Hauptmenü zu verlassen.	0.000V 0.000A 0.00QA CCH OFF

5 Remote-Programmierung

Die Geräte der Serie SPL können sowohl lokal als auch Ferngesteuert bedient werden. Die Bedienelemente am Gerät wurden in den vorigen Kapiteln beschrieben. Dieses Kapitel beschreibt die Bedienung des Geräts per Remote-Controller. Die Informationen in diesem Kapitel beschreiben die einzelnen Optionen in der Betriebsart Remote-Programmierung. Alle Beispiele basieren auf einfachen SCPI-Befehlen. Weitere Informationen siehe „Programmierhandbuch SPL SCPI“.

5.1 Kommunikationsschnittstellen

5.1.1 RS232

Die RS232-Schnittstelle des Geräts steht standardmäßig zur Verfügung. Verbinden Sie das Gerät mit einem geeigneten Kabel über diese Schnittstelle mit einem PC. Wählen Sie im MENU die RS232-Schnittstelle und definieren Sie die Parameter Baudrate, Parität, Datenbit, Stopbit und Datenflusskontrolle. Setzen Sie die entsprechenden Parameter in der PC-Software und definieren Sie den entsprechenden SCPI-Befehl.

5.1.2 GPIB

Die GPIB-Schnittstelle des Geräts steht optional zur Verfügung. Zur Nutzung dieser Schnittstelle muss ein entsprechendes Kommunikationsmodul und der zugehörige Treiber auf dem eingesetzten PC installiert werden. Verbinden Sie das Gerät mit einem geeigneten Kabel über diese Schnittstelle mit einem PC. Wählen Sie im MENU die GPIB-Schnittstelle und definieren Sie die GPIB-Adresse. Weisen Sie jeder Einheit, die über die GPIB-Schnittstelle eingebunden wird, eine individuelle Adresse zu. Geben Sie den entsprechenden SCPI-Befehl ein.

5.2 Datenflusskontrolle

Über die RS232-Schnittstelle kann die Datenflusskontrolle genutzt werden. Das Gerät bietet die Optionen ON und OFF. ON: Datenflusskontrolle ein. OFF: Datenflusskontrolle aus. Wenn das Gerät ohne Datenflusskontrolle arbeitet, sollte zur Sicherstellung der Kommunikation eine geringere Baudrate eingestellt werden.

5.3 Remote-Control-Anzeige

Auf der Frontseite des Geräts befindet sich die REM Remote-Control-Anzeige. Die Anzeige leuchtet, wenn das Gerät über die RS232- oder GPIB-Schnittstelle einen Remote-Befehl (SYSTem:REMOte) empfängt. Im Remote-Modus werden alle Funktionen über den Remote-Controller gesteuert. Die Bedienelemente am Gerät stehen dann nicht zur Verfügung (Ausnahme: Taste  und ). Wenn ein Befehl zur Aktivierung der lokalen Steuerung abgesetzt wird (z. B.: SYST:LOC), kehrt das Gerät in den Modus lokal zurück und die Anzeige erlischt. Alternativ kann das Gerät über die Tasten  und  manuell auf „local“-Betrieb geschaltet werden.

5.4 Remote-Befehl absetzen

Über einen angeschlossenen PC können verschiedene Parameter gesetzt oder die Betriebsart gewechselt werden.

5.5 Daten auslesen

Das Gerät kann Parameter, die Werte Eingangsspannung und -Strom und die Eingangsleistung an einen angeschlossenen PC übermitteln. Darüber hinaus können Informationen bezüglich des Betriebszustands und Geräteidentifikation ausgelesen werden. Beispiel: Über den Abfragebefehl „MEAS:CURRE?“ wird der effektive Eingangsstrom des Geräts abgefragt. Weitere Informationen siehe „Programmierhandbuch SPL SCPI“. Die Abfragewerte werden in einem Ausgangs-Speicher temporär hinterlegt und stehen zur Verfügung, bis die Abfrage durch den PC erfolgt bzw. aktuellere Daten vorliegen.

5.6 Remote-Programmbefehle

Die SCPI-Befehle bestehen aus einer Vielzahl von Schlüsselwörtern, die bei entsprechender Kenntnis den Programmiervorgang stark vereinfachen. Die meisten dieser Befehle können über eine Abfrage-Syntax Parameter an den Controller übermitteln. Weitere Informationen siehe „Programmierhandbuch SPL SCPI“. Bereits mit einigen wenigen Befehlen können die Grundfunktionen des Geräts programmiert werden.

5.6.1 Betriebsarten

Die Werte der Betriebsarten CC, CR, CV und CP können unabhängig vom tatsächlichen Gerätestatus programmiert werden. Sobald der Leistungseingang der Last und eine bestimmte Betriebsart aktiviert werden, lädt das System automatisch die entsprechenden Werte.

5.6.2 Transiente Pegel

Die transienten high-Pegel der Betriebsarten CC, CV und CR müssen jeweils über dem entsprechenden low-Pegel liegen. Andernfalls kann kein Transientenbetrieb erfolgen.

5.6.3 Programmierbarer Überstromschutz

Wenn der Überstromschutz aktiv ist, erfolgt bei Überschreitung des maximalen Strompegels und der Verzögerungszeit eine Abschaltung des Lasteingangs der Last.

5.7 Beispiel Betriebsart CC

In diesem Beispiel wird der Stromsollwert auf 0.5 A gesetzt und der Messwert des fließenden Eingangsstromes ausgelesen.

1 "INPUT OFF"	Leistungseingang der Last abschalten
2 "MODE CCL"	Auswahl Betriebsart CCL
3 "CURR 0.5"	Stromsollwert auf 0.5 A setzen
4 "INPUT ON"	Leistungseingang der Last einschalten
5 "MEAS:CURR?"	Eingangsstrom messen

5.8 Beispiel Betriebsart CV

In diesem Beispiel arbeitet die Last mit einem voreingestellten Spannungssollwert von 5 V mit externer Trigger-Quelle.

1 "INPUT OFF"	Leistungseingang der Last abschalten
2 "MODE VOLT"	Auswahl Betriebsart CV
3 "VOLT:TRIG 5"	Trigger-Spannung auf 5 V setzen
4 "TRIG:SOUR EXT"	Trigger auf extern setzen
5 "INPUT ON"	Leistungseingang der Last einschalten

In diesem Beispiel wird mit dem Pegelwechsel des externen Triggersignals die Eingangsspannung auf 5 V gesetzt.

5.9 Beispiel Betriebsart CR

In diesem Beispiel wird der Überstromsollwert auf 3 A, die Verzögerungszeit auf 10 s und der Widerstandspegel auf 10 Ω gesetzt. Weiterhin wird die berechnete Leistung ausgelesen.

1 "INPUT OFF"	Leistungseingang der Last abschalten
2 "MODE CRM"	Auswahl Betriebsart CRM
3 "CURR:PROT: LEV 3.DEL 10"	Überstromsollwert auf 3 A und Verzögerung auf 10 s setzen
4 "CURR:PROT:STAT ON"	Überstromschutz aktivieren
5 "RES 10"	Widerstandssollwert auf 10 Ω setzen
6 "INPUT ON"	Leistungseingang der Last einschalten
7 "MEAS:POW?"	Eingangsleistung messen

5.10 Beispiel kontinuierlicher transienter Betrieb

In diesem Beispiel werden die Pegel high/low in der transienten Betriebsart CV, die zugehörige Anstiegs- und Abfallflanke im transienten Betrieb, die high/low-Pegel Wertebereich-Zeitwerte und die Parameter für die Transientenbetrieb definiert.

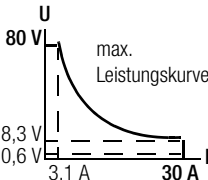
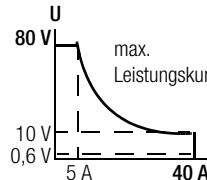
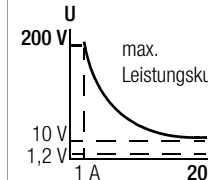
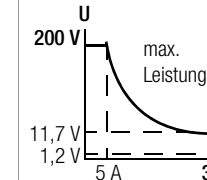
1 "INPUT OFF"	Leistungseingang der Last abschalten
2 "MODE CV"	Betriebsart CV aktivieren
3 "VOLT:LLEV 0.5"	low-Pegel im transienten Betrieb auf 0.5 V setzen
4 "VOLT:HLEV 1"	high-Pegel im transienten Betrieb auf 1 V setzen
5 "TRAN:LTIM 200us"	low-Pegel-Zeit im transienten Betrieb auf 200 μ s setzen
6 "TRAN:HTIM 300us"	high-Pegel-Zeit im transienten Betrieb auf 300 μ s setzen
7 "TRAN:RTIM 10us"	Anstiegsflanke im transienten Betrieb auf 10 μ s setzen
8 "TRAN:FTIM 20us"	Abfallflanke im transienten Betrieb auf 20 μ s setzen
9 "TRAN:MODE CONT "	Betriebsart kontinuierlicher transienter Betrieb setzen
10 "TRAN ON"	Transientenbetrieb aktivieren
11 "INPUT ON"	Leistungseingang der Last einschalten

5.11 Beispiel transienter Pulsbetrieb

In diesem Beispiel wird der transiente Pulsbetrieb im Modus CV, externe Triggerung durch eine digitale Schnittstelle und eine Pulsweite von 1 ms definiert.

1 "INPUT OFF"	Leistungseingang der Last abschalten
2 "MODE CV"	Betriebsart CV aktivieren
3 "TRIG:SOUR BUS"	Triggerquelle Bus setzen
4 "VOLT:LLEV 0.5"	low-Pegel im transienten Betrieb auf 0.5 V setzen
5 "VOLT:HLEV 1"	high-Pegel im transienten Betrieb auf 1 V setzen
6 "TRAN:HTIM 1ms"	high-Pegel-Zeit im transienten Betrieb auf 1 ms setzen
7 "TRAN:RTIM 10us"	Anstiegsflanke im transienten Betrieb auf 10 μ s setzen
8 "TRAN:FTIM 10us"	Abfallflanke im transienten Betrieb auf 10 μ s setzen
9 "TRAN:MODE PULSE "	Betriebsart transienter Pulsbetrieb setzen
10 "TRAN ON"	Transientenbetrieb aktivieren
11 "INPUT ON"	Leistungseingang der Last einschalten
12 "*TRG"	Der Befehl *TRG löst einen high-Pegel I-Puls von 1 ms am Leistungseingang der Last aus

6 Technische Daten

Typ	SPL 250-30	SPL 400-40	SPL 200-20	SPL 350-30
Material-Nr.	K852A	K853A	K854A	K855A
Eingangsdaten				
Leistungseingang frontseitig	1	1	1	1
Strom	0 ... 30 A	0 ... 40 A	0 ... 20 A	0 ... 30 A
Spannung	0 ... 80 V	0 ... 80 V	0 ... 200 V	0 ... 200 V
Leistung ¹⁾	250 W bei 40 °C	400 W bei 40 °C	200 W bei 40 °C	350 W bei 40 °C
Eingangsnennndaten				
				
Minimale Betriebsspannung bei Maximalstrom	0,6 V	0,6 V	1,2 V	1,2 V
Betriebsart Konstantstrom				
niedriger Wertebereich	0 ... 3 A	0 ... 4 A	0 ... 2 A	0 ... 3 A
Auflösung	0,1 mA	0,1 mA	0,1 mA	0,1 mA
Genauigkeit	0,1 % + 5 mA	0,1 % + 5 mA	0,1 % + 5 mA	0,1 % + 5 mA
hoher Wertebereich	0 ... 30 A	0 ... 40 A	0 ... 20 A	0 ... 30 A
Auflösung	1 mA	1 mA	1 mA	1 mA
Genauigkeit	0,1 % + 10 mA	0,1 % + 10 mA	0,1 % + 10 mA	0,1 % + 10 mA
Betriebsart Konstantspannung				
Einstellbereich	0 ... 80 V	0 ... 80 V	0 ... 200 V	0 ... 200 V
Auflösung	1 mV	1 mV	2 mV	2 mV
Genauigkeit	0,1 % + 10 mV	0,1 % + 10 mV	0,1 % + 25 mV	0,1 % + 25 mV
Betriebsart Konstantwiderstand				
niedriger Wertebereich	0,02 ... 2 Ω	0,02 ... 2 Ω	0,0666 ... 6,66 Ω	0,0666 ... 6,66 Ω
Auflösung	0,1 mΩ	0,1 mΩ	0,1 mΩ	0,1 mΩ
Genauigkeit	0,5 % + 12 mΩ bei I > 4 A	0,5 % + 12 mΩ bei I > 4 A	0,5 % + 40 mΩ bei I > 3 A	0,5 % + 40 mΩ bei I > 3 A
mittlerer Wertebereich	2 ... 200 Ω	2 ... 200 Ω	6,66 ... 666 Ω	6,6 ... 666 Ω
Auflösung	8,6 μS ²⁾	8,6 μS	2,6 μS ²⁾	2,6 μS
Genauigkeit	0,3 % + 1,25 mS bei U > 8 V	0,3 % + 1,25 mS bei U > 8 V	0,3 % + 375 mS bei U > 20 V	0,3 % + 375 mS bei U > 20 V
hoher Wertebereich	20 ... 2000 Ω	20 ... 2000 Ω	66,6 ... 6660 Ω	66,6 ... 6660 Ω
Auflösung	0,96 μS	0,96 μS	0,29 μS	0,29 μS
Genauigkeit	0,3 % + 0,625 mS bei U > 8 V	0,3 % + 0,625 mS bei U > 8 V	0,3 % + 188 μS bei U > 20 V	0,3 % + 188 μS bei U > 20 V
Betriebsart Konstantleistung				
Einstellbereich	0 ... 250 W	0 ... 400 W	0 ... 200 W	0 ... 350 W
Auflösung bei P < 100 W	1 mW	1 mW	1 mW	1 mW
Auflösung bei P ≥ 100 W	10 mW	10 mW	10 mW	10 mW
Genauigkeit	0,2 % + 600 mW	0,2 % + 600 mW	0,2 % + 600 mW	0,2 % + 600 mW
Strommessung				
niedriger Wertebereich	0 ... 3 A	0 ... 4 A	0 ... 2 A	0 ... 3 A
Auflösung	0,1 mA	0,1 mA	0,1 mA	0,1 mA
Genauigkeit	0,05 % + 4 mA	0,05 % + 4 mA	0,05 % + 4 mA	0,05 % + 4 mA
hoher Wertebereich	0 ... 30 A	0 ... 40 A	0 ... 20 A	0 ... 30 A
Auflösung	1 mA	1 mA	1 mA	1 mA
Genauigkeit	0,05 % + 8 mA	0,05 % + 8 mA	0,05 % + 8 mA	0,05 % + 8 mA
Spannungsmessung				
Einstellbereich	0 ... 80 V	0 ... 80 V	0 ... 200 V	0 ... 200 V
Auflösung	1 mV	1 mV	1 mV	1 mV
Genauigkeit	0,1 % + 8 mV	0,1 % + 8 mV	0,1 % + 50 mV	0,1 % + 50 mV

Typ	SPL 250-30	SPL 400-40	SPL 200-20	SPL 350-30
Material-Nr.	K852A	K853A	K854A	K855A
Leistungsmessung				
Einstellbereich	0 ... 250 W	0 ... 400 W	0 ... 200 W	0 ... 350 W
Auflösung bei $P < 100 \text{ W}$	1 mW	1 mW	1 mW	1 mW
Auflösung bei $P \geq 100 \text{ W}$	10 mW	10 mW	10 mW	10 mW
Genauigkeit	0,1 % + 600 mW	0,1 % + 600 mW	0,1 % + 600 mW	0,1 % + 600 mW
Stromanstiegsgeschwindigkeit				
<i>Konstantstrom hoher Wertebereich</i>	1 mA/μs ... 3 A/μs	1 mA/μs ... 4 A/μs	1 mA/μs ... 2 A/μs	1 mA/μs ... 3 A/μs
<i>Konstantstrom niedriger Wertebereich</i> ³⁾	100 μA/μs ... 300 mA/μs	100 μA/μs ... 400 mA/μs	100 μA/μs ... 200 mA/μs	100 μA/μs ... 300 mA/μs
Auflösung	1 mA/μs	1 mA/μs	1 mA/μs	1 mA/μs
Genauigkeit ⁴⁾	3 % + 10 μs	3 % + 10 μs	3 % + 10 μs	3 % + 10 μs
Transienter Betrieb				
Transiente Betriebsarten	kontinuierlich, gepulst, Umschalt	kontinuierlich, gepulst, Umschalt	kontinuierlich, gepulst, Umschalt	kontinuierlich, gepulst, Umschalt
Frequenzbereich ⁵⁾	0,38 Hz ... 50 kHz	0,38 Hz ... 50 kHz	0,38 Hz ... 50 kHz	0,38 Hz ... 50 kHz
Größe/kleinste Zeit	0 ... 655,35 ms	0 ... 655,35 ms	0 ... 655,35 ms	0 ... 655,35 ms
Auflösung	10 μs	10 μs	10 μs	10 μs
Genauigkeit	0,2 % + 10 μs	0,2 % + 10 μs	0,2 % + 10 μs	0,2 % + 10 μs
Anstiegszeit/Abfallzeit	10 μs ... 655,35 ms	10 μs ... 655,35 ms	10 μs ... 655,35 ms	10 μs ... 655,35 ms
Auflösung	10 μs	10 μs	10 μs	10 μs
Genauigkeit	0,2 % + 10 μs	0,2 % + 10 μs	0,2 % + 10 μs	0,2 % + 10 μs
Listendaten (Sequenz)				
Schrittzeit	10 μs ... 100 000 s	10 μs ... 100 000 s	10 μs ... 100 000 s	10 μs ... 100 000 s
Auflösung	10 μs	10 μs	10 μs	10 μs
Genauigkeit	0,2 % + 10 μs	0,2 % + 10 μs	0,2 % + 10 μs	0,2 % + 10 μs
Anzahl Schritte	1 ... 50	1 ... 50	1 ... 50	1 ... 50
Zyklus	1 ... 65535	1 ... 65535	1 ... 65535	1 ... 65535
Speicherkapazität	7 Listen	7 Listen	7 Listen	7 Listen
Erweiterte Funktionen	Kette	Kette	Kette	Kette
Batterieentladung				
<i>Entladezeit</i>	1 s ... 100 h	1 s ... 100 h	1 s ... 100 h	1 s ... 100 h
Auflösung	1 s	1 s	1 s	1 s
Genauigkeit	0,2 % + 1 s	0,2 % + 1 s	0,2 % + 1 s	0,2 % + 1 s
<i>Batteriekapazität</i>	1 mA ... 3000 Ah	1 mA ... 4000 Ah	1 mA ... 2000 Ah	1 mA ... 3000 Ah
Auflösung	1 mAh	1 mAh	1 mAh	1 mAh
Genauigkeit	0,3 % + 0,01 Ah	0,3 % + 0,01 Ah	0,3 % + 0,01 Ah	0,3 % + 0,01 Ah
Kurzschlussbetrieb				
Betriebsart Konstantstrom niedriger Wertebereich	3,3 A	4,4 A	2,2 A	3,3 A
Betriebsart Konstantstrom hoher Wertebereich	33 A	44 A	22 A	33 A
Betriebsart Konstantspannung	0 V	0 V	0 V	0 V
Betriebsart Konstantwiderstand niedriger Wertebereich	0,0180 Ω	0,0180 Ω	0,06 Ω	0,06 Ω
Betriebsart Konstantwiderstand mittlerer Wertebereich	1,80 Ω	1,80 Ω	6 Ω	6 Ω
Betriebsart Konstantwiderstand hoher Wertebereich	18 Ω	18 Ω	60 Ω	60 Ω
Betriebsart Konstantleistung Spannung	270 W	420 W	220 W	370 W
Betriebsart Konstantleistung Strom	0 W	0 W	0 W	0 W
Maximale Anstiegsgeschwindigkeit				
Strom	3 A/μs	4 A/μs	2 A/μs	3 A/μs
Spannung	0,6 V/μs	0,6 V/μs	0,6 V/μs	0,6 V/μs
Programmierbarer offener Messkreis	≥ 20 kΩ	≥ 20 kΩ	≥ 20 kΩ	≥ 20 kΩ
Triggereingang				
Triggerpegel	TTL fallende Flanke	TTL fallende Flanke	TTL fallende Flanke	TTL fallende Flanke
Trigger-Pulsbreite	≥ 10 μs	≥ 10 μs	≥ 10 μs	≥ 10 μs

Typ	SPL 250-30	SPL 400-40	SPL 200-20	SPL 350-30
Material-Nr.	K852A	K853A	K854A	K855A
Maximale Eingangspegel				
Strom	33 A	44 A	22 A	33 A
Spannung	84 V	84 V	210 V	210 V
Schutzfunktionen	OV, OC, OP, OT, RV	OV, OC, OP, OT, RV	OV, OC, OP, OT, RV	OV, OC, OP, OT, RV
Rückstrombelastbarkeit				
Leistungseingang abgeschaltet	25 A	30 A	25 A	25 A
Leistungseingang aktiv geschaltet	40 A	50 A	35 A	40 A
Restwelligkeit und Rauschen				
Strom (Effektivwert/Spitze-Spitze)	3 mA / 30 mA	3 mA / 30 mA	3 mA / 30 mA	3 mA / 30 mA
Spannung (Effektivwert)	5 mV	5 mV	12 mV	12 mV
Umgebungsbedingungen				
Temperatur	0 ... 50 °C	0 ... 50 °C	0 ... 50 °C	0 ... 50 °C
Relative Luftfeuchte	≤ 85%	≤ 85%	≤ 85%	≤ 85%
Fernbedienungsschnittstelle ⁶⁾	RS232, GPIB	RS232, GPIB	RS232, GPIB	RS232, GPIB
Programmiersprache	SCPI	SCPI	SCPI	SCPI
Netzversorgung				
Versorgungsspannung	AC 115 V / AC 230 V +10/-15%	AC 115 V / AC 230 V +10/-15%	AC 115 V / AC 230 V +10/-15%	AC 115 V / AC 230 V +10/-15%
Netzfrequenz	48 ... 63 Hz	48 ... 63 Hz	48 ... 63 Hz	48 ... 63 Hz
Abmessungen	213 mm x 104 mm x 391 mm	213 mm x 104 mm x 391 mm	213 mm x 104 mm x 391 mm	213 mm x 104 mm x 391 mm
Abmessungen mit Gummischutz	226 mm x 110 mm x 414 mm	226 mm x 110 mm x 414 mm	226 mm x 110 mm x 414 mm	226 mm x 110 mm x 414 mm
Nettogewicht	5,8 kg	5,8 kg	5,8 kg	5,8 kg
Bruttogewicht (mit Gummischutz)	ca. 6 kg	ca. 6 kg	ca. 6 kg	ca. 6 kg

¹⁾ Maximal erzielbare Dauerleistung ist linear eingeschränkt auf 100 % vom Maximum bei 40 °C bis 75 % vom Maximum bei 55 °C.

²⁾ Leitfähigkeit (S) = 1 / Widerstand (Ω).

³⁾ Der Sollwert ist 10mal größer als die Anstiegsgeschwindigkeit in der Betriebsart CCL (Konstantstrom niedriger Wertebereich)

⁴⁾ Die aktuelle Übergangszeit ist definiert als die Zeit, welche benötigt wird, um den Eingangsstrom von 10 % auf 90 % oder von 90 % auf 10 % zu ändern.

⁵⁾ Der Transienten-Frequenzbereich hängt von der Zeit für den hohen bzw. niedrigen Pegel und der Zeit für die steigende bzw. fallende Flanke ab.

⁶⁾ Komplette Steuerung über die RS232-Schnittstelle mit optionaler Steuerung über GPIB-Schnittstelle.

Abmessungen

