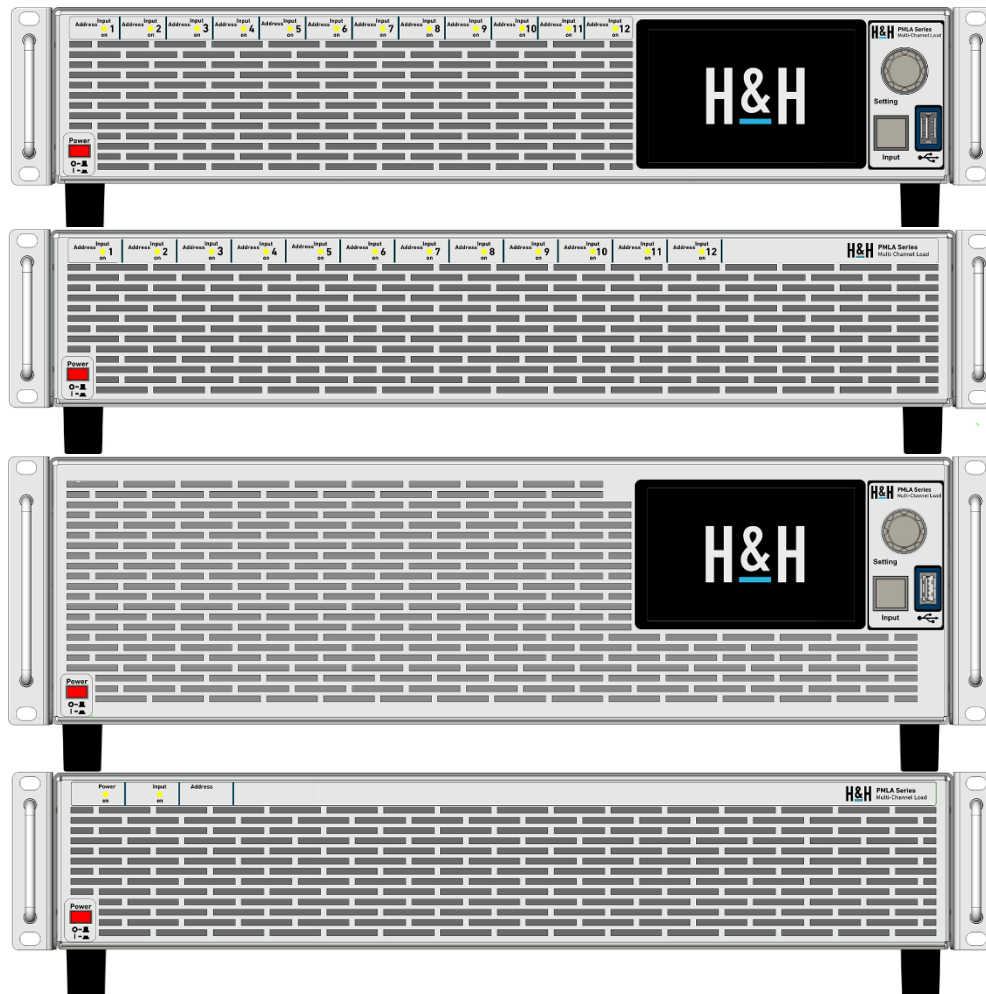




Bedienungsanleitung

Elektronische Last Serie PMLA Baureihe D



Inhalt

1	Einführung und Sicherheit.....	7
1.1	Über diese Bedienungsanleitung.....	7
1.2	Beschreibung der verwendeten Symbole	7
1.3	Begriffsdefinition und bestimmungsgemäßer Gebrauch	7
1.4	Allgemeine Hinweise	8
1.4.1	Schutzausrüstung	8
1.4.2	Beim Auspacken	8
1.4.3	Identifikation des Produkts	8
1.4.4	Verpackung	9
1.5	Anforderungen an den Bediener	9
1.6	Pflichten des Betreibers	10
1.7	Grundlegende Sicherheitshinweise	11
1.8	Mögliche Gefährdungen	11
1.8.1	Elektrischer Schlag	11
1.8.2	Verbrennungen	12
1.8.3	Mechanische Verletzungen	12
1.8.4	Beeinflussung elektro-medizinischer Geräte	13
1.9	Messkategorie.....	13
1.10	Betriebsbedingungen und Aufstellen des Gerätes	13
1.10.1	Umwelt und Emissionen	13
1.10.2	Betriebsbedingungen	14
1.10.3	Am Gerät verwendete Symbole	15
1.11	Tragen und Verlagern	15
1.12	Netzanschluss	16
1.13	Einschalten des Gerätes	16
1.14	Service und Wartung	16
1.15	Kalibrierung	17
1.16	Energieeffizienz.....	17
1.17	Gewährleistung und Reparatur	17
1.18	Entsorgung.....	19
1.19	Abkürzungen in dieser Bedienungsanleitung	19
2	PMLA Varianten.....	19
2.1	PMLA Standard.....	20
2.1.1	PMLA Standard Master Front	20
2.1.2	PMLA Standard Master Rückseite	20
2.1.3	PMLA Standard Slave Front	21
2.1.4	PMLA Standard Slave Rückseite	21
2.1.5	Modulkonfiguration.....	21
2.1.6	Beschriftung der Kanalnummern und Adressen.....	22
2.1.7	Spannungs- und Strombereiche der Module	23
2.2	PMLA LP.....	23
2.2.1	PMLA LP Front	23
2.2.2	PMLA LP Rückseite	24
2.2.3	Modulkonfiguration.....	24
2.2.4	Beschriftung der Last- und Sense-Eingänge	25
2.3	PMLA HP	26
2.3.1	PMLA HP Front.....	26
2.3.2	PMLA HP Rückseite	26
2.4	Inbetriebnahme	27
2.4.1	Sicherheitshinweise zum Anschluss des Prüflings	27
2.4.2	Last- und Sense-Leitungen.....	28
2.4.3	Anschlussbeispiele	29
2.4.4	Eingangsklemmleiste	29
2.4.5	Kupferschienen mit Sicherheitsabdeckung	31
2.4.6	Zulässige Potentiale an den Geräteanschlüssen.....	33
2.4.7	Betriebsbereich.....	34
2.4.8	Schutzfunktionen und Meldungen	34

2.5	Systembus verbinden.....	35
2.6	Kanäle und Kanalgruppen	36
3	Grundlagen der lokalen Bedienung	38
3.1	Bedienelemente	38
3.1.1	Touchscreen.....	38
3.1.2	Taste „Input“	38
3.1.3	Drehgeber „Setting“	38
3.1.4	Netzschalter	38
3.1.5	USB-Buchse	38
3.1.6	Summer.....	39
3.2	Aufbau des Touchscreens.....	39
3.2.1	Hauptbereich	40
3.2.2	Rechte Seitenleiste	41
3.2.3	Statusleiste.....	42
3.2.4	Kanalleiste	42
3.3	Hauptansichten	42
3.3.1	Hauptansicht mit numerischen Messwerten	43
3.3.2	Hauptansicht Yt-Graph	43
3.3.3	Funktionsspezifische Hauptansichten	43
3.4	Grafische Bedienelemente für die Navigation.....	44
3.4.1	Symbol für Hauptmenü	44
3.4.2	Symbol für Hauptfenster	44
3.4.3	Symbol für Hauptansicht.....	44
3.4.4	Symbol für virtuelle Tastatur	44
3.4.5	OK Symbol	44
3.4.6	Esc Symbol.....	45
3.4.7	Symbol für Shortcut-Auswahl	45
3.5	Grafische Bedienelemente für Ein- und Ausgabe	45
3.5.1	Messwertanzeige	45
3.5.2	Graphanzeige.....	46
3.5.3	Eingabefeld.....	46
3.5.4	Schaltfläche	46
3.5.5	Markierungsfeld.....	47
3.5.6	Auswahlfeld.....	47
3.5.7	Schieberegler	47
3.5.8	Listenansicht.....	47
3.5.9	Vereinfachte Listenansicht	48
3.5.10	Fortschrittsbalken.....	48
3.6	Pop-up-Fenster	48
3.6.1	Fehlerfenster.....	48
3.6.2	Benachrichtigungsfenster	49
3.6.3	Benachrichtigungsfenster im Fernsteuerbetrieb	49
3.6.4	Warnfenster	49
3.6.5	Hilfefenster.....	50
3.6.6	Bestätigungsfenster	50
3.6.7	Statusübersicht.....	50
3.7	Menüstrukturplan	51
3.8	Hilfe zu Dialog- und Menüfenster.....	51
4	Funktionen	52
4.1	Wahl der Steuerquelle	52
4.2	Grundbetriebsarten und Sollwerte	52
4.2.1	Strombetrieb (CC).....	53
4.2.2	Leistungsbetrieb (CP)	54
4.2.3	Widerstandsbetrieb (CR)	55
4.2.4	Spannungsbetrieb (CV)	56
4.2.5	Immediate Sollwerte.....	56
4.2.6	Getriggerte Sollwerte.....	57
4.2.7	Sollwert bei mehreren Kanälen gleichzeitig setzen	57

4.3	Grenzwerte und kombinierte Betriebsarten	58
4.3.1	Überstrombegrenzung	58
4.3.2	Unterspannungsschutz	58
4.4	Regelgeschwindigkeit	59
4.5	Lasteingang ein- und ausschalten	59
4.6	LIST-Funktion	60
4.6.1	Begriffsdefinitionen	60
4.6.2	Listensatz definieren	61
4.6.3	Listendatei importieren	62
4.6.4	Liste ausführen	64
4.6.5	Liste per Trigger ausführen	65
4.6.6	Messdatenerfassung durch die Listenfunktion	65
4.6.7	Beispiel für eine Liste mit Messdatenerfassung	65
4.6.8	Allgemeine Hinweise für die LIST-Funktion	66
4.7	Interne Messdatenerfassung (ACQ)	66
4.8	Datenübertragung nach IEEE 488.2 – Binäre Blockdaten	67
4.9	Daten aus dem internen Speicher lesen	67
4.10	Ordnerstruktur auf USB-Stick	68
4.11	Entladefunktion	68
4.12	Messdaten anzeigen	70
4.13	MPP Tracking	70
4.13.1	Begriffsdefinitionen	71
4.13.2	MPPT-Funktion	72
4.14	Watchdog	73
4.15	Lüftersteuerung	73
4.16	Triggermodell	74
4.16.1	Zustände im Triggermodell	74
4.16.2	Trigger-Verzögerungszeit	74
4.17	SyncroLink	75
4.17.1	Funktionsprinzip	75
4.17.2	SyncroLink Delay	77
4.18	Spannungsaufschaltung und PWM-Betrieb	77
4.19	Tastensperre	77
4.20	Remote-Benachrichtigung	78
4.20.1	Piepser	78
4.20.2	Benachrichtigungs-Fenster	78
4.21	Alarm konfigurieren	79
4.22	Geräteeinstellungen speichern und laden	79
4.22.1	Interner Speicher	79
4.22.2	USB-Speicher	81
4.23	Geräteeinstellungen rücksetzen	82
4.24	Werkseinstellungen setzen (Preset)	82
4.25	Firmware- und Bedienungsanleitungs-Update	83
4.26	Handbuch-Download	84
5	Digitale Fernsteuerung	85
5.1	Standards	85
5.2	Schnittstelle selektieren und deselektieren	85
5.3	CAN-Schnittstelle	86
5.3.1	CAN-Stecker	86
5.3.2	Terminierung	87
5.3.3	CAN-Kabel	87
5.3.4	Übertragungsrate	87
5.3.5	CAN-Adresse	87
5.3.6	CAN-Nachrichten	88
5.4	LAN-Schnittstelle	88
5.4.1	Ethernet	88
5.4.2	Ethernet-Stecker	88
5.4.3	Ethernet-Kabel	89

5.4.4	Übertragungsrate.....	89
5.4.5	Identifikation	89
5.4.6	TCP/IP	89
5.4.7	TCP-Socket	90
5.5	RS-232-Schnittstelle	90
5.5.1	RS-232-Kabel	91
5.5.2	RS-232-Schnittstellenparameter	91
5.5.3	Datenformat bei RS-232-Kommunikation	91
5.6	USB-Schnittstelle	92
5.6.1	USB-Kabel.....	92
5.6.2	USB-Schnittstellenparameter	92
5.6.3	Datenformat bei USB-Kommunikation.....	92
5.7	GPIB-Schnittstelle (Option PMLA02).....	93
5.7.1	GPIB-Kabel.....	93
5.7.2	GPIB-Adresse.....	93
5.7.3	Datenformat bei GPIB-Kommunikation.....	93
5.8	SCPI-Befehlssyntax.....	94
5.8.1	Aufbau des Headers	94
5.8.2	Einrückungen.....	94
5.8.3	Auswahl.....	94
5.8.4	White Space.....	95
5.8.5	Lang- und Kurzform, Groß- und Kleinschreibung	95
5.8.6	Optionale Schlüsselwörter	95
5.8.7	Parameter.....	95
5.8.8	Zahlenwerte	96
5.8.9	Einheiten und Multiplizierer	96
5.8.10	Zahlen- und Extremwerte <Nr> MIN MAX	97
5.8.11	Boolesche Parameter <boolean>	97
5.8.12	Text-Parameter.....	97
5.8.13	Name-Parameter <name>	98
5.8.14	String-Parameter <string>	98
5.8.15	Benutzung des Semikolons	98
5.8.16	Abfragebefehle (Queries).....	99
5.9	Fehlerwarteschlange	99
5.10	Befehlsbeschreibung Common Commands	99
5.10.1	*CLS.....	99
5.10.2	*ESE <Nr>, *ESE?	99
5.10.3	*ESR?	100
5.10.4	*IDN?	100
5.10.5	*OPC, *OPC?	100
5.10.6	*OPT?	101
5.10.7	*RCL	101
5.10.8	*RST	101
5.10.9	*SAV	102
5.10.10	*SRE <Nr>, *SRE?	103
5.10.11	*STB?	103
5.10.12	*TRG	103
5.10.13	*TST?.....	103
5.10.14	*WAI.....	103
5.11	Befehlsbeschreibung Gerätespezifische Befehle	103
5.11.1	ACQuisition Subsystem	104
5.11.2	CHANnel Subsystem	105
5.11.3	CURRent Subsystem	108
5.11.4	DATA Subsystem	109
5.11.5	DISPlay Subsystem.....	109
5.11.6	FORMat Subsystem	110
5.11.7	FUNCTion Subsystem	111
5.11.8	INPut Subsystem	116

5.11.9	LIST Subsystem	117
5.11.10	MEASure Subsystem.....	122
5.11.11	POWer Subsystem	123
5.11.12	RESistance Subsystem	124
5.11.13	SERVice Subsystem	125
5.11.14	SETTing Subsystem.....	128
5.11.15	STATus Subsystem.....	129
5.11.16	SYSTem Subsystem	136
5.11.17	TRIGger Subsystem, ABORt Subsystem, INITiate Subsystem	144
5.11.18	VOLTage Subsystem	146
5.12	Befehlsübersicht Common Commands.....	147
5.13	Befehlsübersicht Gerätespezifische Befehle.....	147
6	Externe Steuerung über I/O-Port	157
6.1	PMLA Standard und HP	157
6.1.1	I/O-Port.....	157
6.1.2	Steuerbare Funktionen.....	157
6.1.3	Steckerbelegung Standard-Variante.....	158
6.1.4	Steckerbelegung HP-Variante	159
6.1.5	Logik-Eingänge für Lasteingänge.....	160
6.1.6	Analoger Steuereingang	160
6.1.7	Analoge Messausgänge	160
6.1.8	Anschluss an ein DAQ-System	161
6.1.9	Sense-Eingänge.....	162
6.2	PMLA LP.....	162
7	Analoger Master-Slave-Betrieb (Standard- und HP-Varianten)	163
7.1	Funktion	163
7.2	Verschaltung der Kanäle.....	163
8	Problembehandlung	164
8.1	Regelschwingungen.....	164
8.2	Elektromagnetische Einkopplungen.....	165
8.3	Verzerrter Stromanstieg im dynamischen Betrieb	165
8.3.1	Ursachen	165
8.3.2	Messen der Stromanstiegsgeschwindigkeit	165
8.4	Verzerrte Analoge Messsignale	166
8.5	Auswirkungen der Eingangskapazität.....	166
9	Anhang	167
9.1	Fehlercodes	167
9.1.1	Command Errors	167
9.1.2	Execution Errors	168
9.1.3	Device-specific Errors	169
9.1.4	Query Errors.....	169
9.1.5	Nicht standardisierte Errors.....	170
9.2	Geräteparameter	171
9.3	Informationen zu Sonderausführungen	171
9.4	Mitgeliefertes Zubehör	172
9.5	Technische Daten	172
9.6	Konformitätserklärung	172
10	Stichwortverzeichnis	173

1 Einführung und Sicherheit

1.1 Über diese Bedienungsanleitung

Diese Bedienungsanleitung beschreibt die Funktionsweise und Bedienung der elektronischen Mehrkanal-Lasten der Serie PMLA von der Höcherl & Hackl GmbH (im Folgenden auch H&H genannt). Diese Anleitung beinhaltet die Beschreibung der Hardware sowie der Firmwarefunktionen.



Vor der Inbetriebnahme der elektronischen Last müssen Sie diese Bedienungsanleitung sorgfältig gelesen und verstanden haben. Beachten Sie bei der Bedienung der elektronischen Last die Anweisungen in dieser Anleitung.

Diese Bedienungsanleitung muss jederzeit in der Nähe des zugehörigen Gerätes verfügbar sein. Wird der Ort des Gerätes verändert, muss auch die Bedienungsanleitung mitgeführt werden bzw. elektronisch lesbar zur Verfügung stehen.

H&H behält sich vor, Änderungen oder Aktualisierungen an Bedienungsanleitungen jederzeit durchzuführen. Aktuellste Revisionen werden auf der Homepage www.hoecherl-hackl.de bereitgestellt. Die auf der Homepage zur Verfügung gestellten Bedienungsanleitungen sind nur für Geräte mit aktuellem Hardware- und Firmware-Stand gültig. Wenn Sie eine Bedienungsanleitung für ein Gebrauchtgerät benötigen, fragen Sie den H&H-Support support@hoecherl-hackl.com nach einer gültigen Fassung, die Ihrem Gerät entspricht (Seriennummer angeben).

1.2 Beschreibung der verwendeten Symbole



Dieses Symbol weist auf Informationen in der Bedienungsanleitung hin, die der Anwender befolgen muss, um Verletzungen von Personen oder Schäden am Gerät zu vermeiden.



Dieses Symbol weist auf ein Verbot hin.



Dieses Symbol zeigt einen Hinweis des Herstellers an, der für die Benutzung des Gerätes von Vorteil ist.

1.3 Begriffsdefinition und bestimmungsgemäßer Gebrauch

Die elektronische Last aus der Serie PMLA ist ein Gerät mit mehreren Kanälen, das als Ersatz für mehrere konventionelle (ohmsche) Lastwiderstände eingesetzt wird. Die von der elektronischen Last aufgenommene elektrische Energie wird von Leistungshalbleitern in Wärme umgewandelt. Für Kühlung und Abführung der Abwärme sorgen Lüfter. Eine elektronische Last ist ein elektrischer Verbraucher. Es handelt sich also nicht um eine Strom- oder Spannungsquelle, sondern um eine Stromsenke.

Die elektronischen Lasten der Serie PMLA eignen sich zur Belastung von Gleichspannungsquellen wie Batterien, Brennstoff- und Solarzellen, Generatoren, Stromversorgungen und Steuereinheiten. Die elektronische Last der Serie PMLA ist für Gleichstrom konzipiert und darf mit den Gleichstromeingängen nicht an Wechselspannungen oder an das Wechselstromnetz angeschlossen werden.

Bei einer elektronischen Last der Serie PMLA handelt es sich um eine Einrichtung der Klasse A nach DIN EN 55011. Diese Einrichtung ist nicht dafür vorgesehen, in Wohnbereichen verwendet zu werden, und kann einen angemessenen Schutz des Funkempfangs in solchen Umgebungen nicht sicherstellen.



Die elektronische Last ist nicht geeignet, um durch die abgegebene warme Luft Gegenstände, Tiere oder menschliches Haar zu trocknen.
Lüftungsschlitze freihalten.
Nicht auf das Gerät steigen.
Nicht als Unterlage für andere Teile verwenden.



Bei Benutzung der Geräte in einer anderen als der angegebenen Weise kann der vom Gerät unterstützte Schutz beeinträchtigt werden!

1.4 Allgemeine Hinweise

1.4.1 Schutzausrüstung

Sicherheitsschuhe

Beim Auspacken, Tragen und Verlagern

Handschuhe

Beim Auspacken, Tragen und Verlagern

Haarnetz

Für langhaarige Bediener in der Nähe der Lüftungsschlitze

1.4.2 Beim Auspacken

Zubehör

Das zu Ihrer elektronischen Last gehörende Zubehör wie Netzkabel, Schrauben etc. ist in der separaten Datei TechDat_PMLA_dn.PDF (*dn* = Gerätenummer, s. 1.4.3 Identifikation des Produkts) auf einem mitgelieferten USB-Stick aufgeführt. Es ist abhängig vom Gerätetypen und von eingebauten Optionen. Überprüfen Sie beim Auspacken, ob alle angegebenen Teile in der Lieferung enthalten sind und informieren Sie ggf. den Lieferanten des Gerätes.

Mechanische Überprüfung

Überprüfen Sie das Gerät nach dem Auspacken umgehend auf mechanische Beschädigung und lose Teile im Gerät.



Sollten irgendwelche äußerlichen Mängel feststellbar sein, dürfen Sie die elektronische Last nicht in Betrieb nehmen!

Handelt es sich um einen Transportschaden, so müssen Sie das unverzüglich dem Spediteur mitteilen, auf dem Frachtbrief vermerken und vom Spediteur gegenzeichnen lassen. Beachten Sie bitte, dass eine Reklamation, die später als drei Tage nach dem Empfang der Sendung gemacht wird, vom Spediteur meist nicht mehr anerkannt wird. Informieren Sie auch unverzüglich den Lieferanten der elektronischen Last.

1.4.3 Identifikation des Produkts

Das Typenschild finden Sie auf dem Geräteboden.

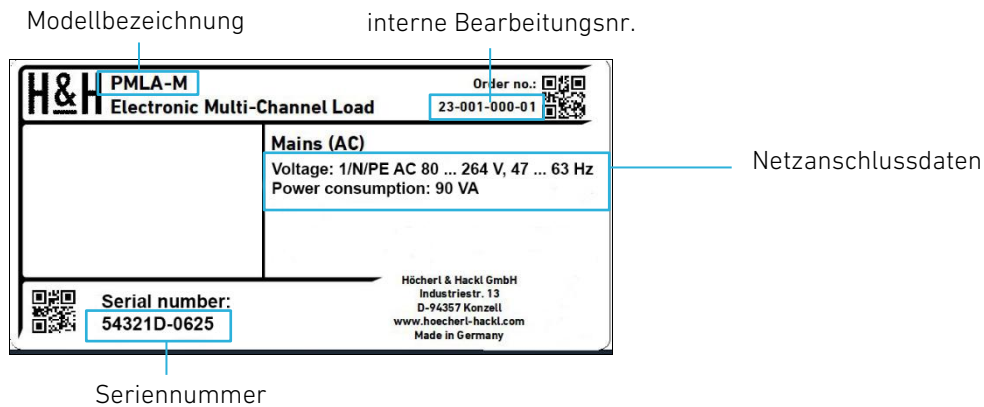


Abbildung 1.1: Typenschild

Seriennummer:

54321D-0525

Gerätenummer

Baureihe

Datecode (Monat, Jahr)

1.4.4 Verpackung

H&H empfiehlt, die Originalverpackung aufzubewahren und für den Weiter- bzw. Rücktransport der Geräte zu verwenden.



Recyceln Sie Materialien, die mit dem nebenstehenden Symbol gekennzeichnet sind. Entsorgen Sie die Verpackung in Übereinstimmung mit den geltenden nationalen Rechtsvorschriften in den entsprechenden Recyclingbehälter.

Sie können die Verpackung zur Entsorgung an H&H zurücksenden. Wir nehmen nur kostenfreie Rücksendungen an.

1.5 Anforderungen an den Bediener

Das Personal zur Bedienung einer elektronischen Last ist den gesetzlichen Bestimmungen zur Arbeitssicherheit verpflichtet und muss neben den Sicherheits- und Warnhinweisen in der Bedienungsanleitung auch die für den Einsatzbereich gültigen Sicherheits- und Unfallverhütungsvorschriften einhalten.

Personen, die eine elektronische Last bedienen,

- müssen Fachkräfte sein, die mit den beim Messen elektrischer Größen verbundenen Gefahren vertraut sind und die entsprechende Ausbildung haben
- dürfen in ihrer Reaktionsfähigkeit nicht eingeschränkt sein, z. B. durch Medikamente, Alkohol oder Drogen
- müssen über die geltenden Arbeitsschutzbestimmungen informiert sein
- müssen über die Zuständigkeiten für Wartung und Reinigung des Gerätes informiert sein
- müssen vor der Bedienung die Allgemeinen Sicherheitshinweise und die Bedienungsanleitung vollständig gelesen und verstanden haben
- müssen die vorgeschriebenen Schutzausrüstungen anwenden.



Unsachgemäßes Arbeiten kann zu Personen- und Sachschäden führen. Jegliche Tätigkeiten dürfen nur Personen ausführen, die die erforderliche Ausbildung, das notwendige Wissen und die Erfahrung dafür besitzen.

Als Fachpersonal gilt, wer aufgrund seiner beruflichen Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrungen sowie Kenntnis der einschlägigen Bestimmungen in der Lage ist, die übertragenen Arbeiten ordnungsgemäß auszuführen, mögliche Gefahren selbständig zu erkennen und Personen- oder Sachschäden zu vermeiden.

Jede Person, die eine elektronische Last bedient, muss den technisch einwandfreien Zustand des Gerätes kontrollieren.

1.6 Pflichten des Betreibers

Betreiber ist jede natürliche oder juristische Person, die das Gerät nutzt oder Dritten zur Anwendung überlässt und während der Nutzung für die Sicherheit des Benutzers, des Personals oder Dritter verantwortlich ist.

Das Gerät wird im gewerblichen Bereich eingesetzt. Der Betreiber des Gerätes unterliegt daher den gesetzlichen Pflichten zur Arbeitssicherheit. Neben den Warn- und Sicherheitshinweisen in dieser Anleitung müssen die für den Einsatzbereich des Gerätes gültigen Sicherheits-, Unfallverhütungs- und Umweltschutzvorschriften eingehalten werden.

Der Betreiber muss

- sich über die geltenden Arbeitsschutzbestimmungen informieren
- durch eine Gefährdungsbeurteilung mögliche zusätzliche Gefahren ermitteln, die sich durch die speziellen Anwendungsbedingungen am Einsatzort des Gerätes ergeben, und diese durch geeignete Maßnahmen minimieren
- in Betriebsanweisungen die notwendigen Verhaltensanforderungen für den Betrieb des Gerätes am Einsatzort umsetzen
- während der gesamten Einsatzzeit des Gerätes regelmäßig prüfen, ob die von ihm erstellten Betriebsanweisungen dem aktuellen Stand der Regelwerke entsprechen
- die Betriebsanweisungen, sofern erforderlich, an neue Vorschriften, Standards und Einsatzbedingungen anpassen
- die Zuständigkeiten für die Installation, Bedienung, Wartung und Reinigung des Gerätes eindeutig und unmissverständlich regeln
- dafür sorgen, dass alle Mitarbeiter, die an dem Gerät beschäftigt sind, die Bedienungsanleitung und die Allgemeinen Sicherheitshinweise gelesen und verstanden haben
- dem mit Arbeiten an dem Gerät beauftragten Personal die vorgeschriebenen und empfohlenen Schutzausrüstungen bereitstellen
- das Personal in regelmäßigen Abständen im Umgang mit dem Gerät schulen und über die möglichen Gefahren informieren.

Der Betreiber ist dafür verantwortlich, dass die elektronische Last stets in einem technisch einwandfreien Zustand ist.

1.7 Grundlegende Sicherheitshinweise



Die elektronische Last nur unter Aufsicht betreiben!

Stellen Sie den Betrieb der elektronischen Last sofort ein, wenn sie nicht mehr ordentlich funktioniert. Versuchen Sie nicht, das Gerät selbst zu reparieren. Kontaktieren Sie unverzüglich den Hersteller.

Entsprechend der Schutzklasse 1 sind alle berührbaren Gehäuseteile mit dem Schutzleiter verbunden. Der Betrieb der Geräte darf nur an vorschriftsmäßig funktionierenden Schutzkontaktsystemen erfolgen.

NICHT die Schutzleiterverbindung am Netzkabel oder innerhalb des Gerätes auftrennen!

Keine Gegenstände in die Lüftungsschlitze einführen!

Wenn anzunehmen ist, dass ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, müssen Sie das Gerät außer Betrieb setzen und gegen unbeabsichtigtes Einschalten sichern.

Dieser Fall kann eintreten, wenn:

- sichtbare mechanische Beschädigungen vorhanden sind
- sich im Gerät lose Teile befinden
- Rauchentwicklung feststellbar ist
- das Gerät überhitzt wurde
- Flüssigkeiten in das Gerät eingetreten sind
- das Gerät nicht funktioniert

Wenn Sie die Gerätefüße abschrauben, z.B. weil ein Schrankeinbau vorgenommen werden soll, bewahren Sie die Füße zusammen mit den Schrauben auf und verwenden Sie ausschließlich die Original-Füße und -Schrauben, wenn Sie sie zu einem späteren Zeitpunkt wieder anschrauben wollen.

Nicht die Schrauben ohne zugehörigen Fuß in die Bodenplatte drehen!

Wenn Sie das Gehäuse öffnen wollen, trennen Sie das Gerät zuerst von allen Spannungsquellen.

Überprüfung bei geöffnetem Gehäuse, Reparaturen oder Abgleicharbeiten dürfen nur von einer Fachkraft durchgeführt werden, die mit den Sicherheitsvorschriften vertraut ist.

Die Sicherheit eines Systems, in welches das Gerät integriert wird, liegt in der Verantwortung des Errichters des Systems.

Befolgen Sie außerdem die Sicherheitshinweise zum Anschluss des Prüflings in Kapitel 2.4.1
Sicherheitshinweise zum Anschluss des Prüflings

1.8 Mögliche Gefährdungen

Bei der Benutzung des Gerätes können Gefährdungen für Personen und Sachen auftreten.

1.8.1 Elektrischer Schlag



Warnung vor elektrischem Schlag durch berührungsgefährliche Potentiale, falsche Anschlussleitungen oder unzureichend abgedeckte Eingangsklemmen!

Elektrischer Schlag kann zu schweren Verletzungen mit Todesfolge führen: Verbrennungen, Muskelreizungen wie Muskelverkrampfungen, Muskellähmungen, Herzrhythmusstörungen wie Herzkammerflimmern, Herzstillstand, Atemlähmung, neurologische Verletzungen, indirekt verursachte Unfälle wie Stürze.

- Bei berührungsgefährlichen Potentialen H&H-Sicherheitsabdeckung an Lasteingangsschienen anbringen!
- Querschnitt der Lastanschlussleitungen ausreichend dimensionieren!

1.8.2 Verbrennungen



Warnung vor Verbrennung durch Abwärme, ungeeignete Anschlussleitungen oder schlechte Verbindung, Verpolung oder Überspannung!

Elektronische Lasten erzeugen Abwärme, die durch die Rückwand abgeführt wird. Dadurch können sich berührbare Teile am Gerät oder Teile, die im heißen Abluftstrom stehen, erhitzen und Verbrennungen bei Berührung hervorrufen. Leicht brennbare Stoffe und Flüssigkeiten, die im heißen Luftaustritt stehen, können sich entzünden.

Verbrennungsgefahr besteht auch, wenn zum Anschluss des Prüflings ungeeignete Leitungen verwendet werden oder wenn die verwendeten Kabelschuhe oder Stecker an den Eingangsklemmen nicht ausreichend fest angeschraubt sind. Dadurch können sich die Anschlussklemmen erhitzen und Verbrennungen bei Berührung hervorrufen. In der Hand gehaltene Kabel können Verbrennungen verursachen. Lockere Anschlüsse können Lichtbögen erzeugen, die in der Umgebung befindliche Materialien entzünden können.

Verbrennungsgefahr besteht außerdem bei Verpolung des Prüflings oder bei Überspannung. Verpolung oder Überspannung erzeugt einen Kurzschluss und damit unkontrollierten Stromfluss! Der Lastkreis der elektronischen Last ist nicht abgesichert!

- Keine berührbaren Teile oder entzündlichen Stoffe in den heißen Abluftstrom stellen!
- Querschnitt der Lastanschlussleitungen ausreichend dimensionieren!
- Kabelschuhe und Stecker fest verschrauben!
- Auf richtige Polarität des angeschlossenen Prüflings achten!
- Maximale Eingangsspannung NIE überschreiten!
- Externe Sicherung in den Lastkreis schalten!

1.8.3 Mechanische Verletzungen



Warnung vor Verletzungen durch Herunterfallen, Einklemmen, Haareinzug!

Die elektronische Last kann herunterfallen und durch ihr Gewicht Verletzungen wie Quetschungen, Knochenbrüche, Hautabschürfungen verursachen. Beim Tragen und Abstellen des Gerätes können Finger an den Griffen oder zwischen Gehäuseboden und Abstellfläche einklemmen. Lange Haare können in die rotierenden Lüfter eingesaugt werden.

- Beim Auspacken, Transportieren, Tragen und Verlagern Hinweise unter 1.11 Tragen und Verlagern befolgen!
- Sicherheitsschuhe und Handschuhe tragen!
- Nicht mit den Händen zwischen Geräteboden und Abstellfläche greifen!
- Ggf. Haarnetz tragen!

1.8.4 Beeinflussung elektro-medizinischer Geräte



Warnung vor Verletzungen durch Beeinflussung elektro-medizinischer Geräte!

Elektronische Lasten können beim Betrieb mit sehr hohen Stromstärken arbeiten. Hohe Ströme erzeugen starke magnetische Felder, die elektro-medizinische Geräte wie z. B. Herzschrittmacher beeinflussen können.

- Menschen mit elektro-medizinischen Geräten dürfen sich nicht in der Nähe von inbetriebgesetzten elektronischen Lasten aufhalten!

1.9 Messkategorie

Die Messkategorien beziehen sich auf Transienten auf dem Netz. Transienten sind kurze, sehr schnelle Spannungs- und Stromänderungen, die periodisch und nicht periodisch auftreten können. Die Höhe möglicher Transienten nimmt zu, je kürzer die Entfernung zur Quelle der Niederspannungsinstallation ist.

Für elektronische Gleichstromlasten gilt:

Die elektronische Gleichstromlast ist für den Betrieb der Lasteingänge an Stromkreisen bestimmt, die entweder gar nicht oder nicht direkt mit dem Netz verbunden sind.

Bei Gleichstromlasten dürfen keine transienten Überspannungen auftreten. Direkter Betrieb (ohne galvanische Trennung) an Prüfobjekten der Messkategorie II, III oder IV ist unzulässig!

Die Stromkreise eines Prüfobjekts sind nicht direkt mit dem Netz verbunden, wenn das Prüfobjekt über einen Trenntransformator der Schutzklasse 2 betrieben wird.

Messkategorien nach IEC 61010-2-30:

Kategorie	Definition
0	Messungen an Stromkreisen, die nicht direkt mit dem Netz verbunden sind: z. B. Bordnetze in KFZ oder Flugzeugen, Batterien
CAT II	Messungen an Stromkreisen, die elektrisch direkt mit dem Niederspannungsnetz verbunden sind: z. B. Haushaltsgeräte, tragbare Werkzeuge
CAT III	Messungen in der Gebäudeinstallation: z. B. Verteiler, Leistungsschalter, Steckdosen der festen Installation
CAT IV	Messungen an der Quelle der Niederspannungsinstallation: z. B. Zähler, Rundsteuergeräte, primäre Überstromschutzeinrichtungen

1.10 Betriebsbedingungen und Aufstellen des Gerätes

1.10.1 Umwelt und Emissionen

Die Geräuscentwicklung der elektronischen Lasten hängt von deren Bauart, Leistung und Betriebsweise ab. Unter Berücksichtigung sonstiger am Arbeitsplatz herrschenden Geräuschpegel ist vom Betreiber ein geeigneter Standort für das Gerät auszuwählen, der den Forderungen der Arbeitsstättenverordnung entspricht.

Elektronische Lasten erzeugen Wärme und heizen die Umgebungsluft auf. Sorgen Sie beim Betrieb mit gesonderten Maßnahmen für die Einhaltung der Umgebungsbedingungen laut Arbeitsstättenverordnung.

1.10.2 Betriebsbedingungen

Die Betriebsbedingungen sind in den technischen Daten TechDat_PMLA_gn.PDF (*gn* = Gerätenummer, s. 1.4.3 Identifikation des Produkts) auf einem mitgelieferten USB-Stick aufgeführt.



Warnung vor Spannungsüberschlägen aufgrund von Betauung!

Wird das Gerät trotz Betauung betrieben, kann es zu Fehlfunktionen oder zum totalen Defekt des Gerätes kommen.

- Bei Lagerung unter der Mindest-Betriebstemperatur muss das Gerät erst auf die Mindest-Betriebstemperatur gebracht werden, bevor es eingeschaltet wird!
- Es darf keine Betauung stattfinden!

Das Gerät ist zum Gebrauch in sauberen, trockenen Räumen bestimmt. Es darf nicht bei besonders großem Staubgehalt der Luft, bei Explosionsgefahr sowie bei aggressiver chemischer Einwirkung betrieben werden. Das Gerät darf nur stehend betrieben werden. Stellen Sie das Gerät so auf, dass der Netzspannungsanschluss leicht zu erreichen ist.

Halten Sie den Lufteintritt über die Frontplatte und den Luftaustritt auf der Rückwand frei, um eine ausreichende Kühlung zu gewährleisten.

Sorgen Sie beim Schrankeinbau für einen ungestörten Luftaustritt.



Betreiben Sie das Gerät keinesfalls bei geschlossener Rücktür ohne Luftgitter! Betreiben Sie das Gerät nicht unbeaufsichtigt!

Bei geschlossenen Rücktüren mit eingesetztem Luftgitter müssen Sie eine Leistungsminderung des Gerätes in Kauf nehmen.

Berücksichtigen Sie bei erhöhten Umgebungstemperaturen das Leistungs-Derating (siehe technische Daten).

Wenn das Gerät in einer vom Hersteller nicht festgelegten Weise benutzt wird, kann der vom Gerät unterstützte Schutz beeinträchtigt sein.

1.10.3 Am Gerät verwendete Symbole

	Gleichstrom
	Wechselstrom
	Gleich- oder Wechselstrom
	Erdungs-Anschluss
	Schutzleiteranschluss
	Warnung vor einer Gefahrenstelle; Bedienungsanleitung lesen!
	Warnung vor gefährlicher elektrischer Spannung
	Warnung vor heißer Oberfläche

1.11 Tragen und Verlagern



Wenn Sie die elektronische Last verlagern wollen, stellen Sie sicher, dass sie ausgeschaltet und von allen Kabeln getrennt ist.

Das Gerät ist mit zwei Tragegriffen zum Anheben und Tragen ausgestattet. Nehmen Sie das Gerät immer an beiden Griffen.

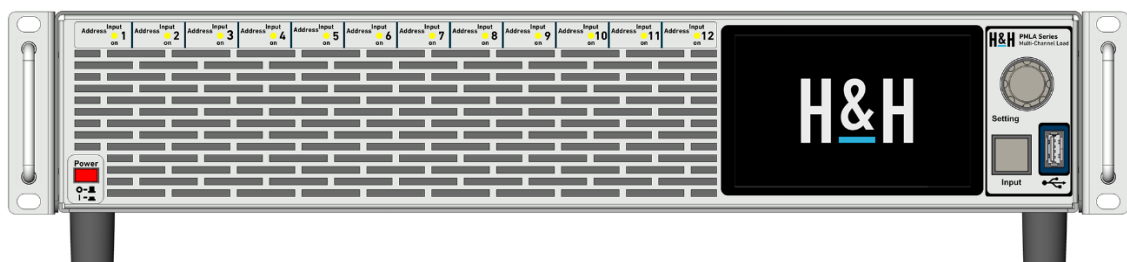


Abbildung 1.2: Griffe zum Tragen und Ziehen aus einem Schrank

Nehmen Sie die Bedienungsanleitung der elektronischen Last bei einer Ortsveränderung mit und bewahren Sie diese in der Nähe des Gerätes auf bzw. stellen Sie die Bedienungsanleitung elektronisch lesbar zur Verfügung.

1.12 Netzananschluss



Vergewissern Sie sich vor Anschluss der elektronischen Last an die Netzversorgung, dass die eingestellte Netzspannung mit der Spannung Ihrer Netzversorgung übereinstimmt.

Die Geräte verfügen über ein Weitbereichsnetzteil. Der Wertebereich der Netzspannung und -frequenz ist in den technischen Daten und auf dem Typenschild angegeben, s1.4.3 Identifikation des Produkts.

Entsprechend der Schutzklasse 1 sind alle berührbaren Gehäuseteile mit dem Schutzleiter verbunden. Der Betrieb der Geräte darf nur an vorschriftsmäßigen, funktionierenden Schutzkontaktsystemen erfolgen.



Schutzkontaktverbindung am Netzkabel oder innerhalb des Gerätes NICHT auftrennen!

Verwenden Sie nur Netzkabel mit ausreichendem Querschnitt. Abnehmbare Netzananschlussleitungen mit Netzkupplungen gemäß IEC 60320 müssen entweder den Anforderungen von IEC 60799 entsprechen, oder sie müssen mindestens für einen Strom entsprechend den Bemessungsdaten der an der Netzananschlussleitung befestigten Netzkupplung bemessen sein.

1.13 Einschalten des Gerätes

Ist das Gerät ordnungsgemäß aufgestellt und an das erforderliche Spannungsnetz angeschlossen, können Sie es mit dem Netzschalter **A1** (s. z.B. 2.1.1 PMLA Standard Master) einschalten.



Wenn Ihr System aus einem Master- und einem oder mehreren Slave-Geräten besteht, schalten Sie erst alle Slaves und dann erst das Master-Gerät ein.

Nach dem Einschalten durchläuft die elektronische Last eine Initialisierungsroutine. Erst danach können am Gerät Einstellungen vorgenommen werden. Diese Initialisierung dauert ca. 5 Sekunden. Danach ist die elektronische Last betriebsbereit.

Die Standard-Einstellungen nach dem Einschalten sind:

Steuerquelle:	User Interface
Betriebsart:	Stromregelung
Sollwert:	0 A
Eingangszustand:	Aus
Regelgeschwindigkeit:	Fast
Überstrombegrenzung:	Maximum
Unterspannungsschutz:	0 V

1.14 Service und Wartung

Kühlwege reinigen

Zur Wartung der Geräte ist es wichtig, die Kühlwege regelmäßig zu reinigen, da sich durch die starke Zwangsbelüftung Staub auf den Kühlschienen und Lüftern ablagert.

Das macht sich dadurch bemerkbar, dass das Gerät nicht mehr seine Nennleistung aufnehmen kann und häufiger eine Übertemperaturabschaltung erfolgt (angezeigt durch OT).

Sie können die Lüfter und Endstufen mit ionisierter Luft reinigen. Setzen Sie dazu zuerst das Gerät außer Betrieb und trennen Sie es von allen Spannungen. Blasen Sie durch die Rückwand auf die Kühlschienen, da sich insbesondere dort Staub ablagert.



Gehäuse reinigen

Nehmen Sie zum Reinigen das Gerät außer Betrieb. Trennen Sie alle Anschlüsse vom Gerät.

Reinigen Sie das Gehäuse nur mit einem mit Wasser befeuchteten Lappen. Bei hartnäckiger Verschmutzung können Sie einen Glasreiniger verwenden. Achten Sie beim Reinigen unbedingt darauf, dass keine Flüssigkeit in das Gerät eindringt.

1.15 Kalibrierung

Verschiedene wichtige Eigenschaften der Geräte sollten in regelmäßigen Zeitabständen überprüft werden, wie die Einstellgenauigkeit des Stromes sowie die Genauigkeit der Anzeigen.

Bei festgestellten Abweichungen, die außerhalb der angegebenen Toleranz liegen, sollte eine Neujustierung des Gerätes erfolgen.

Sie können das Gerät zu H&H schicken, dort wird es zum Festpreis überprüft und kalibriert. Bei der Auslieferung wird jedes neue Seriengerät bei H&H kalibriert. Innerhalb der 2-jährigen Gewährleistungsfrist kalibriert H&H ein zweites Mal kostenlos, wenn für das betreffende Gerät (Seriennummer) eine Registrierung über die H&H Webseite <https://www.hoecherl-hackl.de/service/geraeteregistrierung/> eingegangen ist.

Fordern Sie zur Kalibrierung eine RMA-Nummer von H&H an. Siehe 1.17 Gewährleistung und Reparatur.

Für den Einsatz unter Laborbedingungen empfiehlt H&H ein Kalibrierintervall von 2 Jahren. Es handelt sich hierbei um einen Erfahrungswert, der für den ersten Benutzungszeitraum als Richtwert herangezogen werden kann. Je nach Einsatzzweck, Nutzungsdauer, Relevanz der Anwendung und Umgebungsbedingungen sollte der Betreiber dieses Intervall entsprechend anpassen.

1.16 Energieeffizienz

Elektronische Geräte verbrauchen Energie, sobald sie eingeschaltet sind, auch wenn sie nicht in Gebrauch sind. Schalten Sie deshalb Geräte, die nicht in Gebrauch sind, mit dem Netzschalter aus.

1.17 Gewährleistung und Reparatur

H&H gibt bei Neugeräten eine 24-monatige Funktionsgewährleistung. Voraussetzung ist, dass keine Veränderungen am Gerät vorgenommen wurden und der Fehler beim bestimmungsgemäßen Gebrauch des Gerätes aufgetreten ist.

Mängel werden durch Reparatur oder Austausch behoben, wenn sie H&H oder einer Vertretung innerhalb von 24 Monaten nach Datum des Lieferscheines mitgeteilt und von H&H anerkannt werden.

Da H&H die exakte Anwendung der Geräte sowie die physikalischen Gegebenheiten der zu belastenden Einrichtungen nicht kennt, kann keine Garantie für die korrekte Funktionsweise der Geräte im Sinne des Kunden gegeben werden.

Bei Beschädigung des Gerätes durch Missachten der technischen Daten besteht kein Gewährleistungsanspruch, dazu zählt insbesondere das Überschreiten der maximal zulässigen Eingangsspannung und des max. zulässigen Verpolungsstromes (siehe Kap. 2.4.8).

Die Gewährleistung schließt Verschleißteile und Verbrauchsmaterial wie Sicherungen, Relais, Schütze und Luftfilter aus.

Transportschäden sind ebenfalls vom Gewährleistungsanspruch ausgeschlossen.

Verpackte Geräte bereits ab einer Höhe von 2 HE unbedingt auf Palette befestigen! Versenden Sie sensible Messgeräte nicht per Paketdienst! Für die Übersendung per Spedition wird empfohlen, die Originalverpackung zu verwenden. Ist die Originalverpackung nicht mehr vorhanden, können Sie diese bei H&H zum Selbstkostenpreis anfordern. Geben Sie dazu den genauen Gerätetyp an.

Der Ort der Gewährleistung ist Konzell, Deutschland. Der Käufer ist verpflichtet, die bemängelte Ware mit genauer Beschreibung der festgestellten Mängel frachtfrei zu übersenden. Für Rückfragen auch Ansprechpartner und Telefonnummer angeben. Unfreie Sendungen werden nicht angenommen.

Bei Durchführung der Garantieleistungen am Ort des Kunden werden die Kosten für An- und Abfahrt in Rechnung gestellt.

Ausgenommen von der Gewährleistung sind:

- Zerstörung des Gerätes durch Spannungen größer als 120 % des Nennspannungsbereiches
- Zerstörungen durch Überstrom in Verpolungsrichtung
- Eingangssicherungen im Laststromkreis
- Beschädigung des I/O-Port durch Überschreiten der angegebenen Grenzwerte
- Änderungen am Gerät durch den Kunden
- Transportschäden
- Schäden durch unsachgemäße Handhabung (Fallenlassen, Flüssigkeitseintritt)
- Aufwand für nicht berechnete Reklamationen

H&H Service innerhalb der Gewährleistungsfrist

Gewährleistung bei H&H:

- Material und Arbeitszeit werden nicht berechnet.
- Die Instandsetzung erfolgt bei H&H.
- Die Versandkosten zu H&H sind vom Auftraggeber zu tragen.

Die Kosten für den Rückversand übernimmt H&H (jedoch keine Eil- und Termintransporte!).

Gewährleistung vor Ort:

- Material und anfallende Arbeitszeit vor Ort werden nicht berechnet.

Die Kosten für An- und Rückreisezeiten, gefahrene Strecken und gegebenenfalls Übernachtung werden in Rechnung gestellt.

Nach Ablauf der Gewährleistungsfrist

Instandsetzung bei H&H:

- Material und Arbeitszeit werden berechnet.
- Die Instandsetzung erfolgt bei H&H.

Die Versandkosten zu H&H und der Rückversand sind vom Auftraggeber zu tragen.

Instandsetzung vor Ort:

- Material und Arbeitszeit für die Instandsetzung werden berechnet.

Die Kosten für An- und Rückreisezeiten, gefahrene Strecken und gegebenenfalls Übernachtung werden in Rechnung gestellt.

Anfordern einer RMA-Nummer

Wenn Sie beabsichtigen, das Gerät zur Reparatur an H&H zurückzusenden, müssen Sie eine RMA-Nummer (Return Material Authorization) bei H&H anfordern.

Dies können Sie telefonisch, per E-Mail über support@hoecherl-hackl.com oder über die H&H Homepage www.hoecherl-hackl.de machen.

Geben Sie die RMA-Nummer auf den Rücksendepapieren sowie außen auf der Verpackung der Ware an.

1.18 Entsorgung



Elektrogeräte dürfen nicht über den Hausmüll entsorgt werden. Der Endnutzer ist gesetzlich verpflichtet, Altgeräte einer ordnungsgemäßen Entsorgung zuzuführen. Dies kann über kommunale Sammelstellen erfolgen oder durch Rückgabe beim Hersteller, wo sie kostenlos entsorgt werden. Geräte sind entsprechend mit der durchgestrichenen Mülltonne gekennzeichnet.

1.19 Abkürzungen in dieser Bedienungsanleitung

In diesem Handbuch werden folgende Abkürzungen verwendet:

AI	Analog Interface
CC	Constant current – Konstantstrom
CP	Constant power – Konstantleistung
CR	Constant resistance – Konstantwiderstand
CV	Constant voltage – Konstantspannung
DI	Data interface – Datenschnittstelle
DUT	Device under test – Prüfling
GND	Ground – Masse
MSD	Mass storage device – Massenspeicher, z. B. USB-Stick
OCP	Overcurrent protection – Überstrombegrenzung
OPP	Overpower protection – Leistungsbegrenzung
OTP	Overtemperature protection – Temperaturbegrenzung
OV	Overvoltage – Überspannung
RV	Reverse voltage – Verpolung
UI	User interface – Benutzerschnittstelle
UUT	Unit under test – Prüfling
UVP	Undervoltage protection – Unterspannungsschutz
UV	Undervoltage – Unterspannung

2 PMLA Varianten

Es gibt 3 Varianten der PMLA-Serie:

- PMLA Standard als Master- (mit Touch Display und Datenschnittstellen) oder Slave-Gerät (ohne Display und Datenschnittstellen) für bis zu 12 Lastkanäle pro Gerät
- PMLA LP als Master-Gerät für bis zu 72 Lastkanäle pro Gerät mit kleiner Leistung
- PMLA HP als Slave-Gerät für 1 Lastkanal mit hoher Leistung

Die 3 Varianten können bis zu einer maximalen Kanalzahl von 96 zu einem System kombiniert werden. Nur ein Master-Gerät darf im System existieren (Standard- oder LP-Variante).

2.1 PMLA Standard

2.1.1 PMLA Standard Master Front

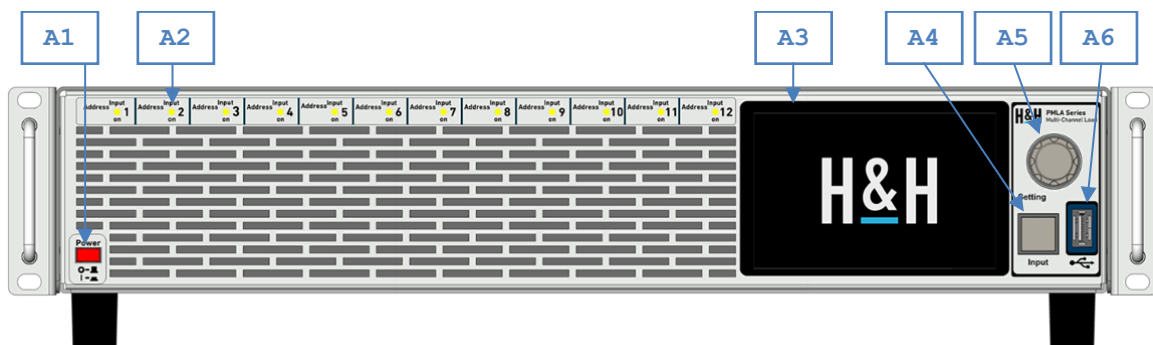


Abbildung 2.1: Frontseite PMLA Standard Master

- A1** Netzschalter
- A2** LEDs für Lasteingangszustand aller Kanäle
- A3** Touch Display für Bedienung und Messwertanzeige
- A4** Taster für Lasteingang ein/aus
- A5** Drehgeber für Einstellungen
- A6** USB Flash Drive Buchse

2.1.2 PMLA Standard Master Rückseite

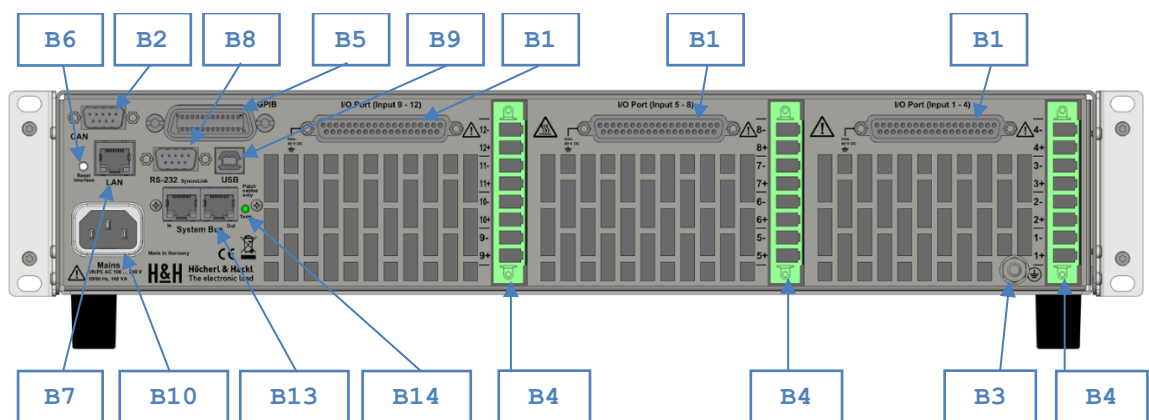


Abbildung 2.2: Frontseite PMLA Standard Master

- B1** I/O-Port-Buchse
- B2** CAN-Stecker
- B3** Schutzleiter-Anschluss
- B4** Lasteingänge
- B5** GPIB-Buchse (optional)
- B6** Taster für Reset der Schnittstellen
- B7** Ethernet-Buchse
- B8** RS-232-Stecker
- B9** USB-Buchse
- B10** Netzspannungsanschlussstecker
- B13** PMLA Systembus-Buchsen
- B14** LED für Systembus-Terminierung

2.1.3 PMLA Standard Slave Front

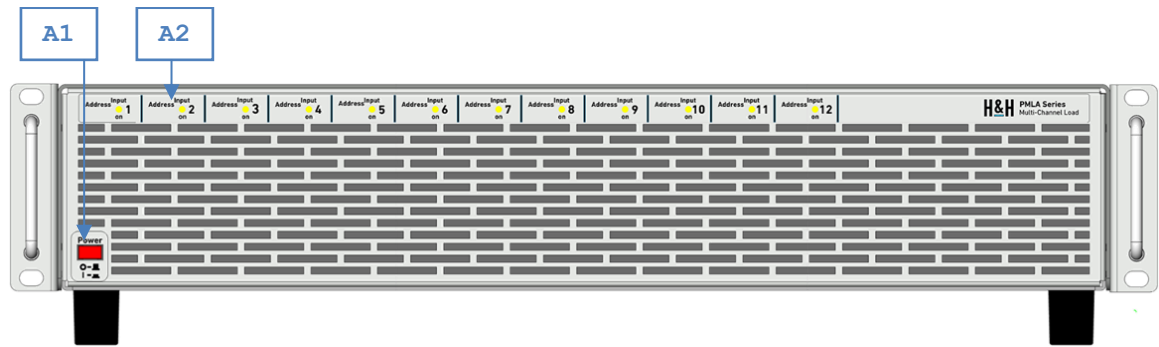


Abbildung 2.3: Frontseite PMLA Standard Slave

- A1** Netzschalter
- A2** LEDs für Lasteingangszustand aller Kanäle

2.1.4 PMLA Standard Slave Rückseite

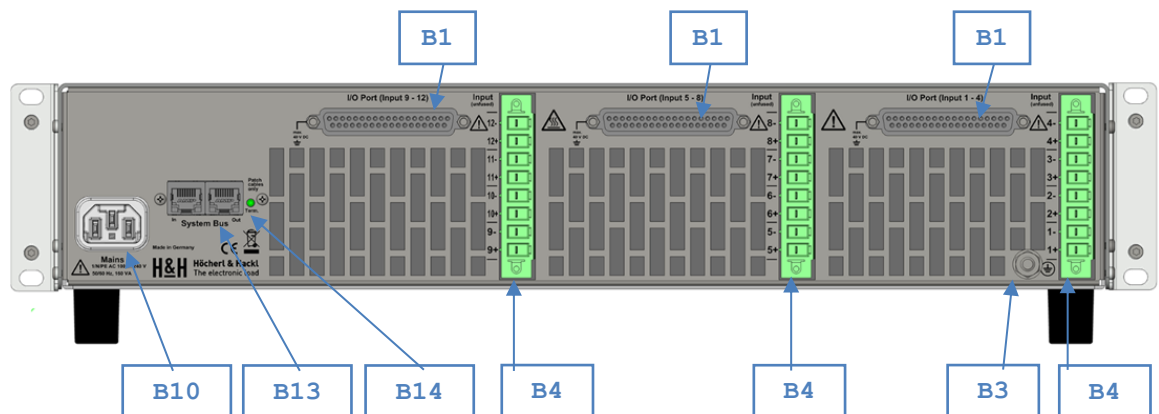


Abbildung 2.4: Frontseite PMLA Standard Master

- B1** I/O-Port-Buchse
- B3** Schutzleiter-Anschluss
- B4** Lasteingänge
- B10** Netzspannungsanschlussstecker
- B13** PMLA Systembus-Buchsen
- B14** LED für Systembus-Terminierung

2.1.5 Modulkonfiguration

Bei PMLA-Standard-Geräten sind bis zu 3 Kühlereinheiten mit je 4 Lastmodul-Steckplätzen à 150 W vorhanden. Module mit höherer Leistung belegen mehrere Steckplätze:

Leistung	Anzahl belegter Steckplätze
150 W	1
300 W	2
450 W	3
600 W	4

Ein Lastmodul kann nicht auf mehrere Kühlereinheiten verteilt werden.

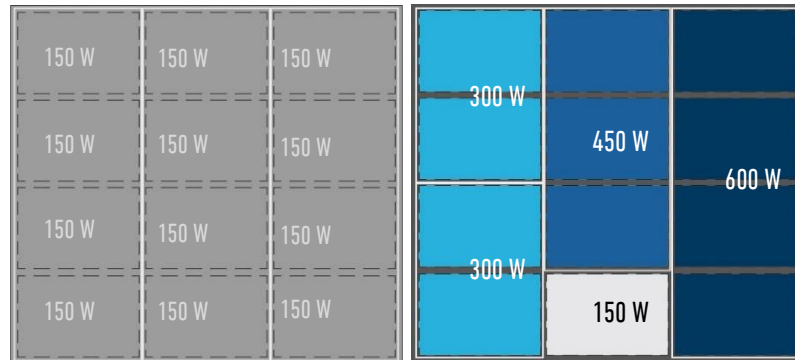


Abbildung 2.5 links: 3 Kühlereinheiten mit je 4 Modulsteckplätzen, rechts: 5 Kanäle mit gemischten Leistungen

2.1.6 Beschriftung der Kanalnummern und Adressen

Es wird unterschieden zwischen der Nummer des physikalischen Kanal-Eingangs (fest verdrahteter Steckplatz im Gerät, an Frontplatte und Rückwand mit "Input" bezeichnet) und der Adresse des Kanals (an der Frontplatte mit "Address" bezeichnet), mit der er selektiert und programmiert wird.

Im Gehäuse sind max. 12 Eingänge (Inputs) für Lastmodule vorhanden. Diese sind an der Frontplatte mit fortlaufenden Nummern mit "Input 1" bis "Input 12" gekennzeichnet **A2**.

Zugehörig zu diesen Lastmodulen befinden sich auf der Geräterückseite die entsprechenden Kennzeichnungen bei den Anschlussklemmen **B4**, ebenfalls bezeichnet mit "Input 1" bis "Input 12".

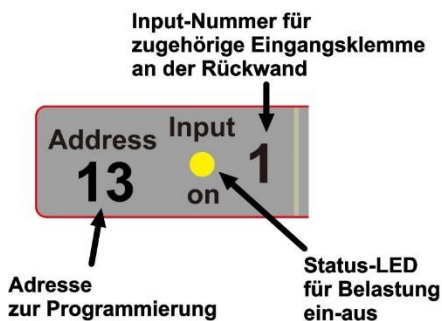


Abbildung 2.6: Adress- und Input-Nummern

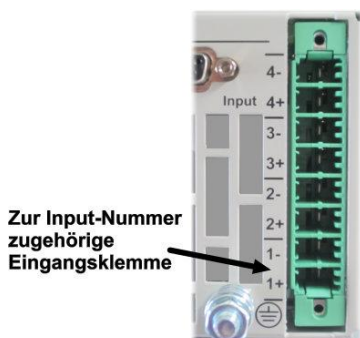


Abbildung 2.7: Eingangsklemme

Bei Systemen mit einem oder mehreren Slave-Geräten wiederholen sich die Input-Nummern an jedem Gehäuse, da diese immer von 1 bis 12 durchnummeriert sind. Die Adressen der Kanäle sind üblicherweise fortlaufend von 1 bis max. 96.

Wenn Lastmodule mit mehr als 150 W verbaut sind, belegt ein Lastmodul mehrere Inputs. Dementsprechend ist dann an der Frontplatte bei mehreren Input-Nummern die gleiche Adresse angebracht.

Leistung	Anzahl der belegten Inputs
150 W	1
300 W	2
450 W	3
600 W	4

2.1.7 Spannungs- und Strombereiche der Module

Die Spannungs- und Strombereiche der einzelnen Kanäle sind über die Benutzerschnittstelle im Menü *Main Menu -> Tech. Data* ersichtlich.

2.2 PMLA LP

2.2.1 PMLA LP Front

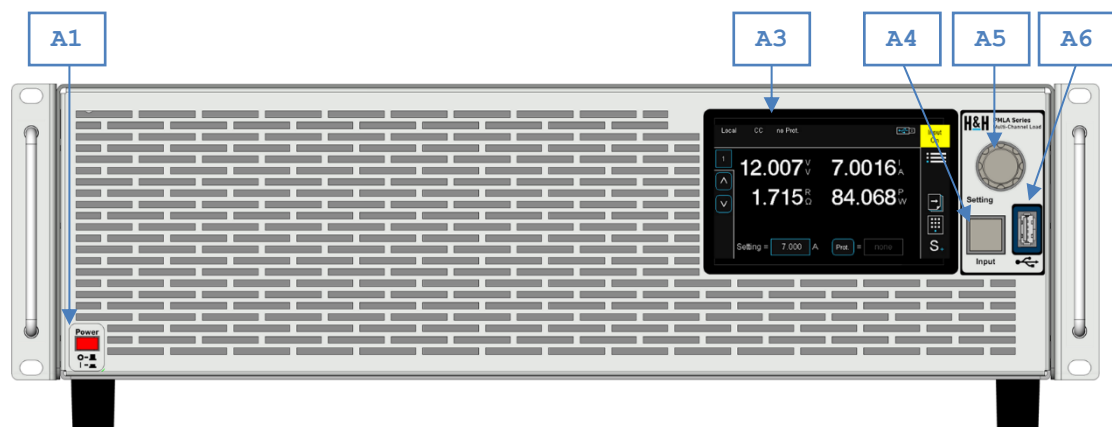


Abbildung 2.8: Frontseite PMLA LP

- A1** Netzschalter
- A3** Touch Display für Bedienung und Messwertanzeige
- A4** Taster für Lasteingang ein/aus
- A5** Drehgeber für Einstellungen
- A6** USB Flash Drive Buchse

2.2.2 PMLA LP Rückseite

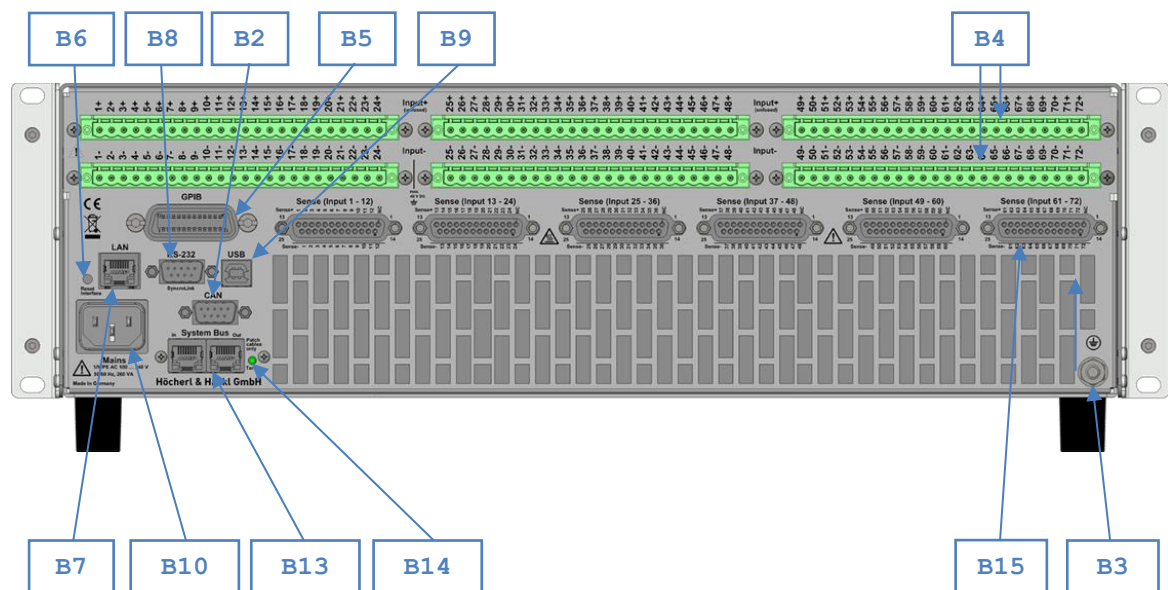


Abbildung 2.9: Rückseite PMLA LP

B2	CAN-Stecker
B3	Schutzleiter-Anschluss
B4	Lasteingänge
B5	GPIB-Buchse (optional)
B6	Taster für Reset der Schnittstellen
B7	Ethernet-Buchse
B8	RS-232-Stecker
B9	USB-Buchse
B10	Netzspannungsanschlussstecker
B13	PMLA Systembus-Buchsen
B14	LED für Systembus-Terminierung
B15	Sense-Anschlüsse (12 Kanäle pro D-Sub-Buchse)

2.2.3 Modulkonfiguration

Bei PMLA LP-Geräten sind bis zu 3 Kühlereinheiten mit je 24 Lastmodul-Steckplätzen à 30 W vorhanden. Module mit höherer Leistung belegen mehrere Steckplätze:

Leistung	Anzahl belegter Steckplätze
30 W	1
60 W	2
90 W	3
120 W	4

Ein Lastmodul kann nicht auf mehrere Kühlereinheiten verteilt werden.

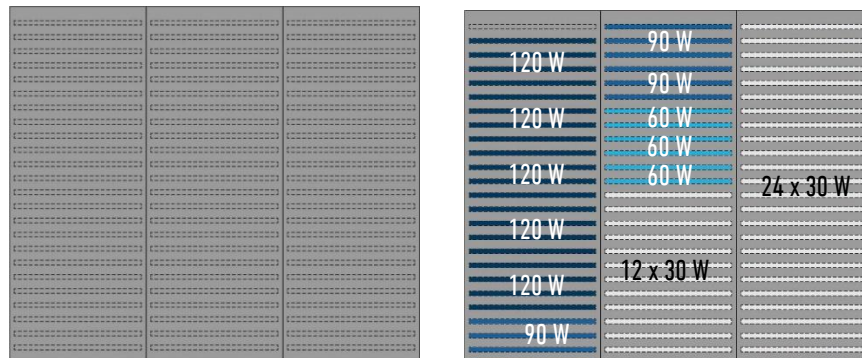


Abbildung 2.10 links: 3 Kühlereinheiten mit je 24 Modulsteckplätzen, rechts: 47 Kanäle mit gemischten Leistungen

2.2.4 Beschriftung der Last- und Sense-Eingänge

Im Gegensatz zu den Standard-Varianten sind die Input- und Adressnummern an der Frontplatte nicht beschriftet.

Die Lasteingänge der Module sind an bis zu 3 Klemmleisten-Paaren an der Rückwand herausgeführt. An der jeweils oberen Klemmleiste sind die positiven, an der unteren die negativen Lasteingänge angeschlossen.

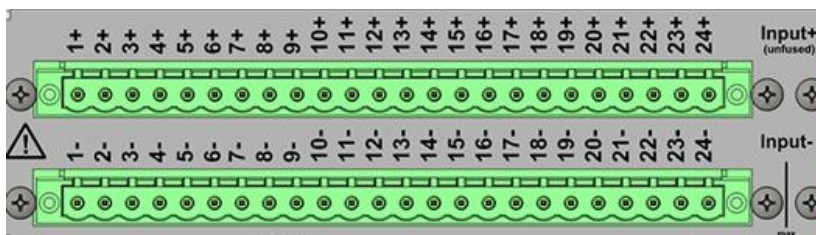


Abbildung 2.11: Positive und negative Lastanschlüsse für Input 1 ... 24

Die Sense-Anschlüsse liegen an bis zu 6 D-Sub-Buchsen an der Rückwand. Pro Buchsenleiste sind 12 Sense-Paare der betreffenden Inputs angelegt. An der jeweils oberen Reihe sind die positiven, an der unteren die negativen Sense-Eingänge angeschlossen.

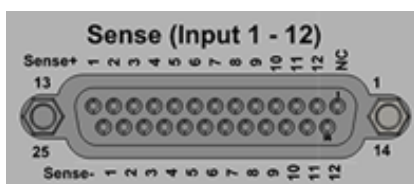


Abbildung 2.12: Sense-Anschlüsse

2.3 PMLA HP

2.3.1 PMLA HP Front

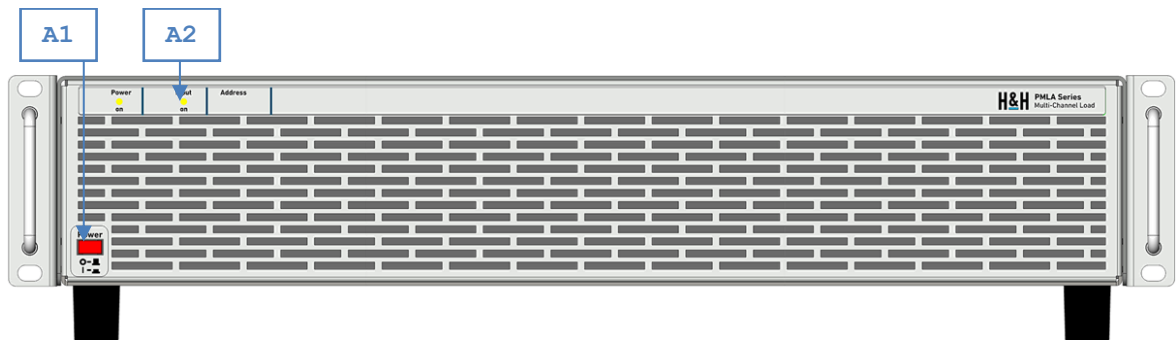


Abbildung 2.13: Frontseite PMLA HP

- A1** Netzschalter
- A2** LEDs für Lasteingangszustand des Kanals

2.3.2 PMLA HP Rückseite

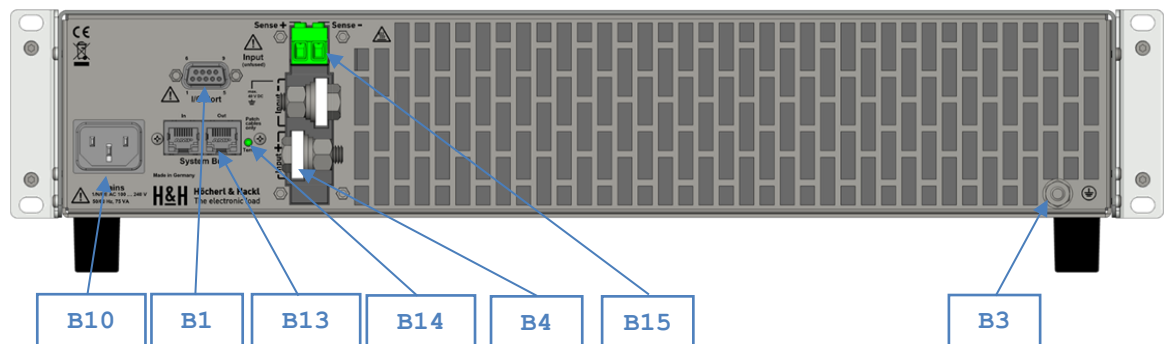


Abbildung 2.14: Frontseite PMLA Standard Master

- B1** I/O-Port-Buchse
- B3** Schutzleiter-Anschluss
- B4** Lasteingangs-Anschlüsse
- B10** Netzspannungsanschlussstecker
- B13** PMLA Systembus-Buchsen
- B14** LED für Systembus-Terminierung
- B15** Sense-Anschlüsse

Die PMLA HP Variante ist immer nur ein Lastkanal entsprechend mit nur einem Lasteingang **B4** und einem Paar Sense-Anschlüsse **B15**. Die HP Variante dient zur Systemerweiterung mit einem leistungstarken Kanal und kann nicht eigenständig ohne Master-Einheit betrieben werden.

2.4 Inbetriebnahme

2.4.1 Sicherheitshinweise zum Anschluss des Prüflings



Sorgen Sie für Berührungsschutz bei berührbaren Anschlüssen mit gefährlichen Spannungen! Sie können den Berührungsschutz auch durch entsprechenden Einbau in andere Gehäuse, Schränke, etc. gewährleisten.

Die maximal zulässigen Grenzwerte für Berührungsschutz sind

für Wechselspannung: $30 V_{\text{eff}} / 42,4 V_s$

für Gleichspannung: $60 V$

Die Lastkreise der elektronischen Last besitzen **KEINE Absicherung!** Schließen Sie eine Sicherung, die Ihrer Anwendung entspricht, zwischen Prüfling und Input+ der elektronischen Last!

Wenn das Potential an Input- der elektronischen Last gegenüber PE erhöht wird, schließen Sie außerdem eine Sicherung in den positiven Ausgangsweig der Quelle, die das Potential erhöht!

Wenn das Gerät an berührungsgefährlichen Spannungen verwendet wird, vergewissern Sie sich mithilfe eines zweiten Messmittels über die Höhe der angelegten Spannung.

Die erlaubte Spannung zwischen negativen Lasteingängen und Gehäuse ist den technischen Daten zu entnehmen.

Schalten Sie die elektronische Last mit dem Netzschalter **A1** ein, bevor Sie die zu belastende Spannungsquelle an die elektronische Last anschließen!

Schalten Sie den jeweiligen Lasteingang aus, bevor Sie den Prüfling anschließen! Das Display muss „Input Off“ anzeigen bzw. die LED „Input“ (bei LP Variante nicht vorhanden) muss aus sein!

Die in den technischen Daten angegebene maximale Eingangsspannung darf NICHT überschritten werden, auch nicht kurzfristig, weder an den Last- noch an den Sense-Anschlüssen! **Überspannung verursacht einen Kurzschluss ohne jegliche Strombegrenzung!**

Achten Sie auf die richtige Polarität, wenn Sie den Prüfling an die Lasteingänge anschließen! **Verpolung verursacht einen Kurzschluss ohne jegliche Strombegrenzung!**

Der rückseitige Schutzleiter-Anschluss **B3** muss immer mit der Schutz Erde des Gesamtsystems verbunden sein. Dazu bei Standard- und HP-Varianten eine Anschlussleitung von mindestens 4 mm^2 , bei LP-Varianten von mindestens 10 mm^2 verwenden.

Die negativen Lasteingänge (Input -) sind galvanisch mit dem GND des I/O-Ports verbunden. Dadurch können am I/O-Port gefährlich aktive Spannungen anliegen, wenn das Potential am negativen Lasteingang gegen PE hochgelegt wird.

Eine Serienschaltung mehrerer elektronischer Lasten zur Erhöhung der erlaubten Eingangsspannung ist NICHT zulässig!

Verwenden Sie zum Anschluss nur Kabel mit ausreichendem Querschnitt sowie ausreichender Spannungsfestigkeit. Beachten Sie mögliche erhöhte Ströme, die im Fehlerfall des Gerätes oder Prüflings auftreten können!

2.4.2 Last- und Sense-Leitungen

Die Prüflinge sind über die mit "Input" bezeichneten Lastklemmen (Standard und LP) bzw. Kupferschienen (HP) an der Rückwand anzuschließen. Dies sind die stromführenden Eingänge.

Alle PMLA Varianten bieten Sense-Leitungen für alle Lastkanäle.

- Standard: I/O-Port D-Sub-Buchsenleiste **B1**, Pinbelegung s. 6.1.3 Steckerbelegung und 6.1.9 Sense-Eingänge
- LP: Sense D-Sub-Buchsenleiste **B15**
- HP: Phoenix Contact 2-pol. Stecker **B15**

Werden die Sense-Anschlüsse nicht beschaltet, misst die Last die Spannung automatisch an den Input-Klemmen.

Die Sense-Leitungen haben Einfluss auf alle Gerätefunktionen, bei denen die Eingangsspannung maßgebend ist:

- Spannungsmessung und Anzeige
- Spannungsbetrieb
- Widerstandsbetrieb
- Leistungsbetrieb



Die in den technischen Daten angegebenen Genauigkeiten für die Spannungsmessung gelten nur bei angeschlossenen Sense-Leitungen.



Ist ein Gerät nicht mit allen Lastmodulen ausgerüstet, sind die betreffenden Pins der freien Module nicht belegt.

Wenn ein Lastmodul mehrere Steckplätze belegt (Standard- und LP-Variante), sind die zugehörigen Input-Pins parallelgeschaltet. Die Sense-Leitungen sind in diesem Fall nur an den Sense-Pins der zugehörigen niedrigsten Steckplatznummer vorhanden.

Verdrillen Sie die Lastleitungen miteinander, um die Induktivität der Zuleitungen zu minimieren. Verdrillen Sie auch die Sense-Leitungen miteinander, jedoch getrennt von den Lastleitungen, um Einkopplungen durch die Lastleitungen zu vermeiden.

Die Anschlussleitungen sollten 3 m Länge nicht überschreiten.



Die Sense-Anschlüsse sind intern über einen PTC-Widerstand mit den zugehörigen Lasteingängen verbunden und gegen Verpolung geschützt.

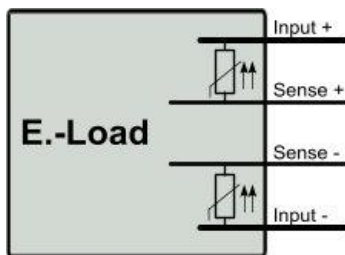


Abbildung 2.15: Interne Beschaltung der Sense-Eingänge

2.4.3 Anschlussbeispiele

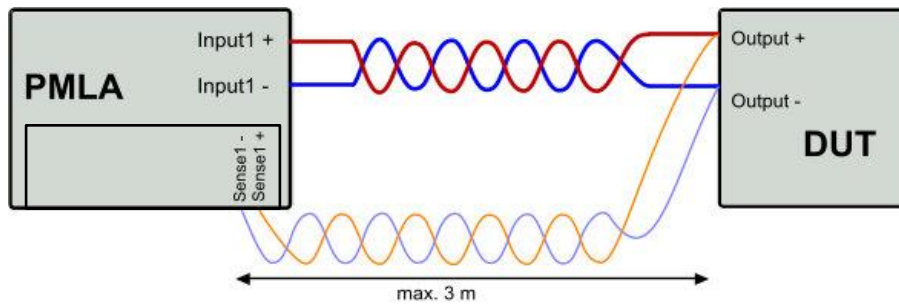


Abbildung 2.16: Anschlussbeispiel für eine Einzelspannung

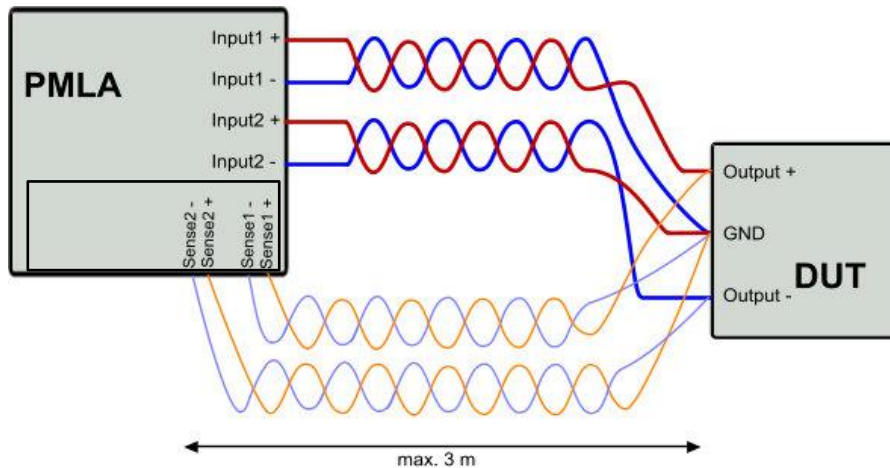


Abbildung 2.17: Anschlussbeispiel für eine bipolare Ausgangsspannung

2.4.4 Eingangsklemmleiste

Die Eingangsklemmleiste ist bei der Standard-Variante jeweils für maximal 4 Kanäle als 8-polige Schraub-Klemmleiste ausgeführt, die zur schnellen Kontaktierung am Gerät angesteckt werden kann. Bei der LP-Variante ist dies jeweils für maximal 24 Kanäle ein Paar 24-poliger Schraub-Klemmleisten.

Um beim Anstecken der Gegenstecker ein Verwechseln der Eingangsklemmleisten zu verhindern, sind mitgelieferte Kodierstifte zu verwenden.

Schieben Sie die Kodierstifte in den Stecker und in den zugehörigen Gegenstecker so in die Einkerbungen, dass der Gegenstecker nur auf die zugehörige Eingangsklemmleiste passt (siehe Abbildung 2.18).

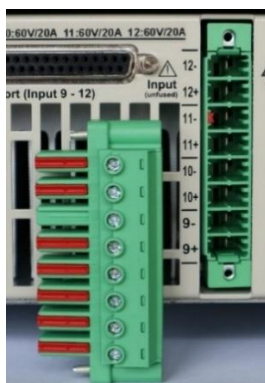


Abbildung 2.18: Beispiel Steckerkodierung bei Standard-Gerät

Bei einem eventuell weiteren PMLA-Gerät im System müssen die Kodierstifte so angebracht werden, dass z. B. der linke Gegenstecker von Gerät 1 nicht an die linke Eingangsleiste von Gerät 2 angesteckt werden kann.

Ein Satz Gegenstecker mit dazugehörigen Kodierstiften sind im Lieferumfang des Gerätes enthalten. Ersatzmaterial kann über H&H oder direkt vom Hersteller Phoenix Contact bezogen werden.

	Standard	LP-Variante
Gegenstecker H&H-Bezeichnung H&H-Bestellnr. Phoenix-Bestellnr.	PH8/7.62-BU43 63-000-001-23 1777891	PH24/5.08-BU12 63-000-003-23 1898800
Kodierstifte H&H-Bezeichnung H&H-Bestellnr. Phoenix-Bestellnr.	CP-PC RD 63-000-002-23 1701967	CP-MSTB 63-000-004-23 1734634

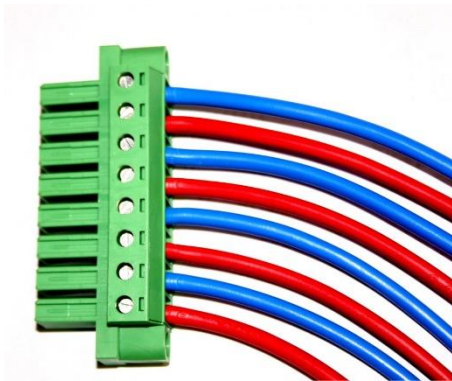


Abbildung 2.19: Gegenstecker für Eingangsklemmleiste bei Standard-Gerät

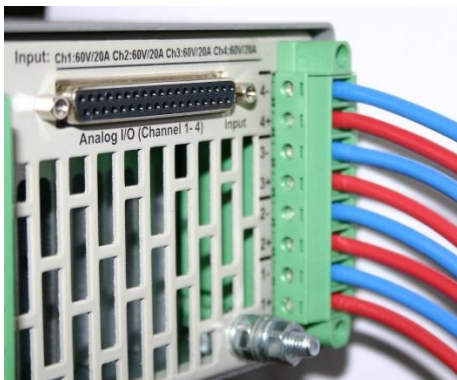


Abbildung 2.20: Eingangsklemmleiste mit Gegenstecker bei Standard-Gerät

Der Klemmbereich beträgt bei Standard-Geräten bis zu 6 mm² und bei LP-Varianten bis zu 2,5 mm². Die Zuordnung der Kanäle zu den Klemmen ist an der Geräterückwand angeschrieben (siehe Abbildung 2.7 und Abbildung 2.11).

Beispiel:

Input1+: Kanal 1 Lasteingang +
Input1-: Kanal 1 Lasteingang -
usw.

Bei Modulen, die mehrere Steckplätze belegen, sind mehrere Pole parallel als Eingang herausgeführt. Die Kennzeichnung lautet dann z. B. bei einem Standard-Gerät (LP-Varianten sind nicht beschriftet):

Input1-Input4: 60V/80A

In diesem Fall müssen die Anschlüsse von Input1, Input2, Input3, Input4 parallelgeschaltet werden, um die maximale Stromaufnahme von 80 A führen zu können.

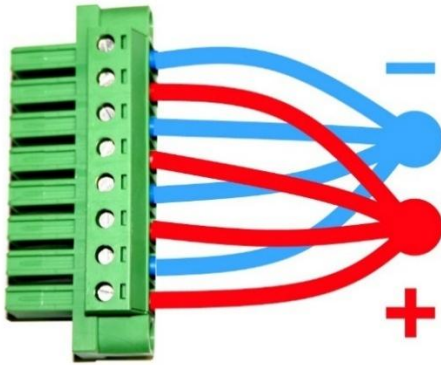


Abbildung 2.21: Parallelschaltung von Input1 bis Input4



Die maximale Strombelastbarkeit eines Input-Pins beträgt 30 A bei den Standard-Geräten und 12 A bei den LP-Varianten. Schalten Sie mindestens so viele Kontakte parallel, dass die maximale Strombelastbarkeit pro Kontakt nicht überschritten wird. Die betreffenden Eingänge sind intern ebenfalls verbunden.



Schalten Sie nicht die Leitungen direkt am Stecker parallel, sondern führen Sie getrennte Einzelleitungen gleichen Querschnittes und gleicher Länge jeweils bis an den Ausgang des Prüflings. Dadurch wird eine gleichmäßige Stromverteilung über die einzelnen Steckerpins erreicht und eine Überlastung einzelner Pins vermieden.

2.4.5 Kupferschienen mit Sicherheitsabdeckung

Bei der HP Variante sind die Lastanschlüsse als Kupferschienen ausgeführt. Als Berührungsschutz ist die mitgelieferte Sicherheitsabdeckung vor der Inbetriebnahme der elektronischen Last anzubringen. Sicherheitsabdeckungen sind bei H&H nachbestellbar.

2.4.5.1 Lastanschlüsse und Sicherheitsabdeckung montieren



1. Last- und Sense-Leitungen von allen Spannungsquellen trennen!
Elektronische Last von allen Zuleitungen trennen!
2. Um die entsprechenden Sicherheitsabstände zu gewährleisten, Lastkabel entsprechend Abbildung 2.22 mit den mitgelieferten Schrauben und Scheiben an die Stromschienen anschließen, so dass sie geradeaus von den Stromschienen weglaufen.

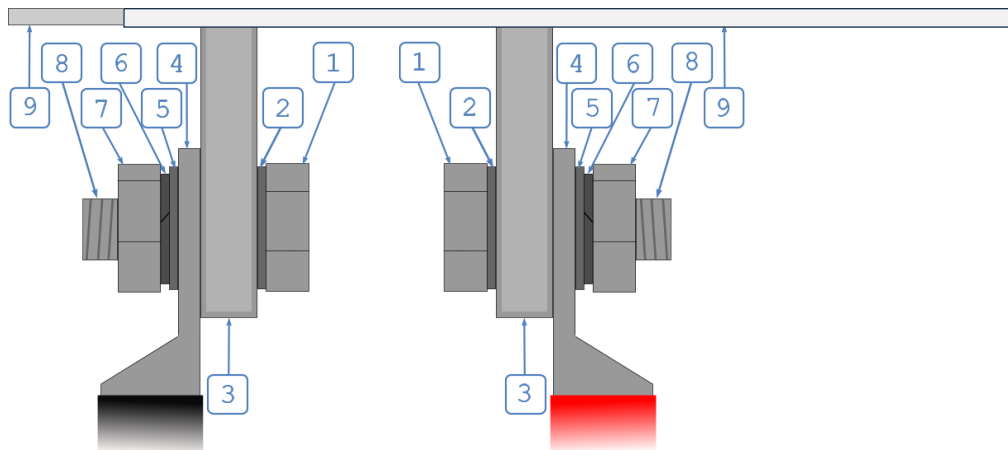


Abbildung 2.22: Schrauben- und Scheibenanordnung an Kupferschienen

- 1** Schraubenkopf
- 2** Beilagscheibe
- 3** Stromschiene
- 4** Kabelschuh
- 5** Beilagscheibe
- 6** Federring
- 7** Mutter
- 8** Schraubengewinde
- 9** Rückwand

Die folgenden **Nummern** beziehen sich auf Abbildung 2.23.

3. Mit einem Messer oder Seitenschneider die Kabeldurchführungen **6** so weit aufschneiden, dass die Lastkabel hindurchpassen. Bei dicken Lastkabeln ggf. Kabeldurchführungen weglassen, sofern maximal 2 mm Freiraum zwischen Kabel und Abdeckung sind! Ebenso mit den Kabeldurchführungen für die Sense-Leitungen **2** verfahren.

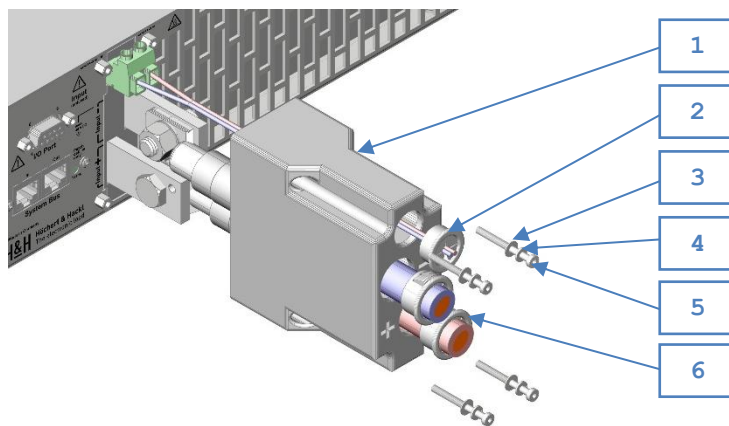


Abbildung 2.23: Sicherheitsabdeckung SAB-PLI-2CUH

- 1** 1 St. Gehäuse
- 2** 1 St. Kabeldurchführung Sense
- 3** 4 St. Beilagscheibe
- 4** 4 St. Federring
- 5** 4 St. Innensechskant-Zylinderkopfschraube M3x30
- 6** 2 St. Kabeldurchführung Last

4. Lose Enden der Lastkabel laut Abbildung 2.23 erst durch die entsprechenden Öffnungen vom Gehäuse **1** und dann durch die Kabeldurchführungen **6** stecken. Auf richtige Polarität achten!
5. Sense-Leitungen an Sense-Klemmen anschließen. Lose Enden durch die obere Öffnung im Gehäuse **1** und dann durch die Kabeldurchführung **2** stecken. Gehäuse mit den Schrauben und Scheiben **3** **4** **5** an die Rückwand schrauben. Kabeldurchführungen über die Leitungen schieben und in die Gehäuseöffnungen drücken.

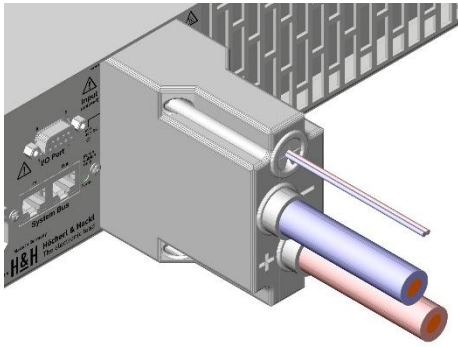


Abbildung 2.24: Fertig montierte Sicherheitsabdeckung

2.4.5.2 Lastanschlüsse und Sicherheitsabdeckung entfernen



1. Last- und Sense-Leitungen von allen Spannungsquellen trennen!
Elektronische Last von allen Zuleitungen trennen!
2. Erst danach die Sicherheitsabdeckung von der elektronischen Last abschrauben und ggf. die Last- und/oder Sense-Leitungen vom Gerät trennen.

2.4.6 Zulässige Potentiale an den Geräteanschlüssen

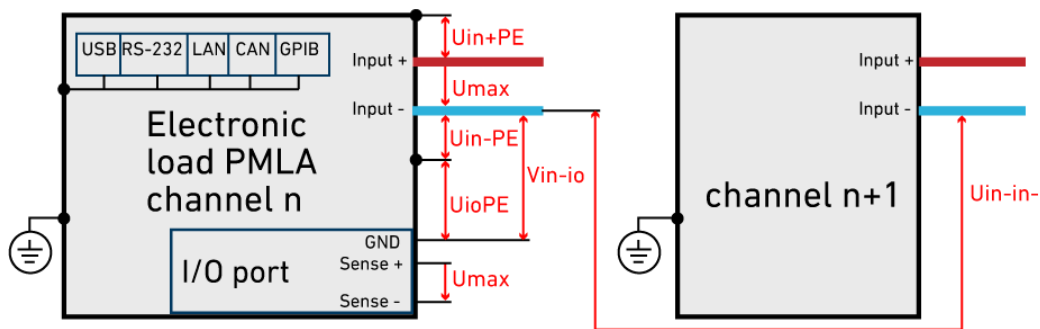


Abbildung 2.25: Spannungen an den Lastmodulen



Die maximal erlaubten Potentiale/Spannungen sind in den technischen Daten angegeben. Sie dürfen nie überschritten werden – auch nicht im Fehlerfall!

Potential an den Datenschnittstellen

Alle Datenschnittstellen (USB, RS-232, LAN, CAN und GPIB) sind mit dem Schutzleiteranschluss verbunden.



Schutzleiter-Anschluss:

Den rückseitigen Schutzleiter-Anschluss **B3** immer mit der Schutzterde des Gesamtsystems verbinden!

2.4.7 Betriebsbereich

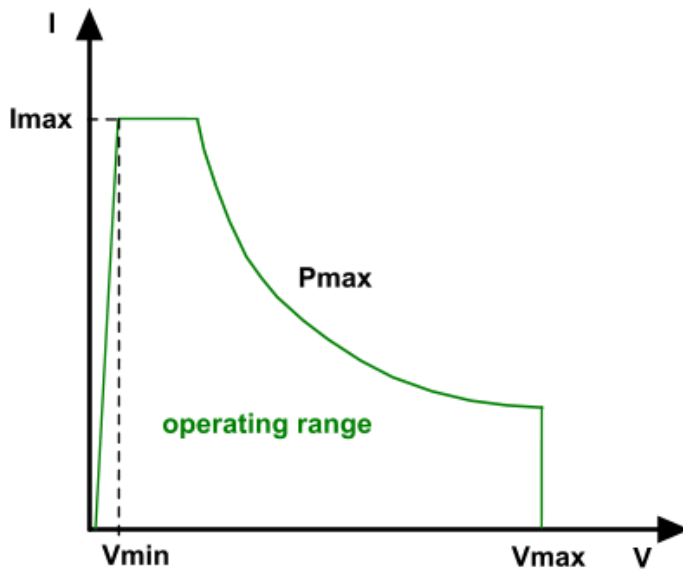


Abbildung 2.26: Betriebsbereich

Der Betriebsbereich jedes Kanals wird durch dessen minimale und maximale Eingangsspannung, den maximalen Strom und die maximale Leistungsaufnahme bestimmt. Die zutreffenden Grenzwerte sind in den technischen Daten in der Datei TechDat_PMLA_dn.PDF (dn = Gerätenummer, siehe 1.4.3 Identifikation des Produkts) auf einem mitgelieferten USB-Stick zu finden.

Bei verringertem Laststrom können auch Spannungen, die unter der minimalen Eingangsspannung liegen, noch belastet werden.

2.4.8 Schutzfunktionen und Meldungen

Überstromschutz OCP

In den Betriebsarten Spannung, Leistung und Widerstand kann für jeden Kanal eine obere Strombegrenzung wirksam werden. Die Funktion der einstellbaren Strombegrenzung ist in 4.3.1 Überstrombegrenzung beschrieben.

Überspannungsanzeige OV

Wird eine Eingangsspannung höher als 105 % der Nennspannung an einen Kanaleingang angelegt, wird dies durch den Status "OV" angezeigt, sofern der betreffende Kanal fokussiert ist.



Die in den technischen Daten angegebene maximale Eingangsspannung eines Lastmoduls darf NICHT überschritten werden, auch nicht kurzfristig! **Überspannung verursacht einen Kurzschluss ohne jegliche Strombegrenzung!**



Der Lastkreis der elektronischen Last besitzt **KEINE Absicherung!** Schließen Sie eine Sicherung, die Ihrer Anwendung entspricht, zwischen Prüfling und Input+ der elektronischen Last, wie in Abbildung 2.27 gezeigt!

Unterspannungsanzeige UV

Wenn die Eingangsspannung zu gering ist, so dass die elektronische Last nicht mehr in der Lage ist, den eingestellten Strom aufrechtzuerhalten, meldet die elektronische Last einen "UV"-Fehler, sofern der betreffende Kanal fokussiert ist.

Unterspannungsschutz UVP

In den Betriebsarten Strom, Leistung und Widerstand kann für jeden Kanal eine untere Spannungsbegrenzung wirksam werden. Die Funktion des einstellbaren Unterspannungsschutzes ist in 4.3.2 Unterspannungsschutz beschrieben.

Verpolungsanzeige RV

Ab einer Eingangsspannung kleiner $-0,5\text{ V}$ zeigt die elektronische Last "RV" an, sofern der betreffende Kanal fokussiert ist.



Wird der Prüfling verpolt an einen Lasteingang angeschlossen, wird dieser über eine Diode kurzgeschlossen – auch bei nicht eingeschaltetem Gerät bzw. Geräteeingang. Wird dabei der Stromfluss nicht auf den Nennstrom des betreffenden Kanals begrenzt, kann dieser zerstört werden!



Der Lastkreis der elektronischen Last besitzt **KEINE Absicherung**! Schließen Sie eine Verpoldiode oder eine Sicherung, die Ihrer Anwendung entspricht, zwischen Prüfling und Input+ der elektronischen Last, wie in Abbildung 2.27 gezeigt!

Schäden an der elektronischen Last, die durch Verpolung hervorgerufen wurden, unterliegen nicht der Gewährleistung!

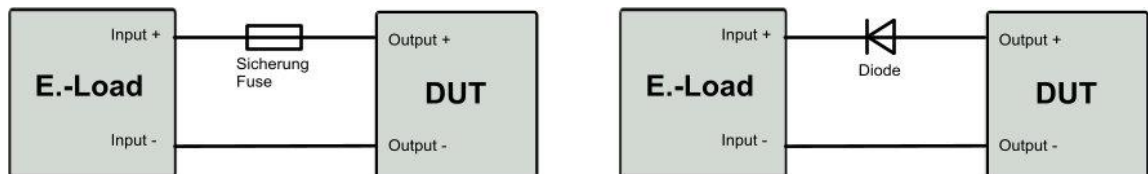


Abbildung 2.27: Verpolschutz durch Sicherung (links) oder Diode (rechts)

Leistungsbegrenzung OPP

Zum Schutz der eingebauten Leistungsstufe überwacht die Leistungsbegrenzung die aufgenommene Leistung und begrenzt den Laststrom so, dass ca. 110 % der zulässigen Leistung erreicht werden.

Wenn die Leistungsbegrenzung aktiv ist, meldet die elektronische Last einen "OPP"-Fehler, sofern der betreffende Kanal fokussiert ist.

Übertemperaturschutz OTP

Zum Schutz der eingebauten Leistungstransistoren befinden sich auf den Leistungsstufen Halbleitertemperatursensoren, die laufend die Temperatur messen. Überschreitet die Temperatur eines Lastkanals den zulässigen Maximalwert, so wird der Stromfluss unterbrochen.

Nach Abkühlen der Leistungsstufe wird der Lasteingang automatisch wieder zugeschaltet.

Im Falle einer Übertemperatur zeigt die elektronische Last "OTP" an, sofern der betreffende Kanal fokussiert ist.

2.5 Systembus verbinden

Zum Aufbau von vielkanaligen Lastsystemen können an ein PMLA-Master-Gerät weitere PMLA-Slave-Geräte angeschlossen werden. Ein Master-Gerät kann bis zu 96 Kanäle bedienen (inklusive der im Master vorhandenen Kanäle, siehe Abbildung 2.28).

1. Systembus Out **B13** des Master-Gerätes über ein Ethernet-Patchkabel an Systembus In des Slave-Gerätes anschließen.
2. Systembus In des Master-Gerätes unbeschaltet lassen.
3. Wenn weitere Slave-Geräte in das System zu integrieren sind, jeweils Systembus In über Ethernet-Patchkabel an Systembus Out des vorhergehenden Gerätes anschließen.
4. Systembus Out des letzten Slave-Gerätes unbeschaltet lassen.
5. Alle Slave-Geräte einschalten.
6. Master-Gerät einschalten.

Terminierung kontrollieren: LED **B14** muss leuchten.



Die Patchkabel sollten so kurz wie möglich sein. Ideal sind 25 cm.

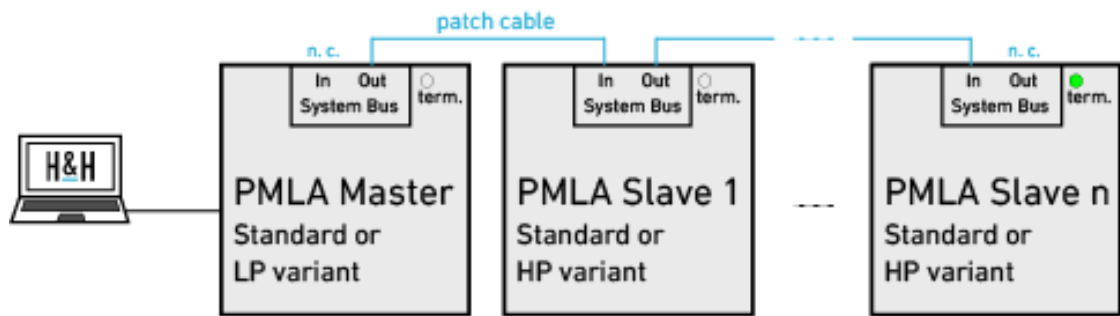


Abbildung 2.28: PMLA Systembus-Verschaltung



Schalten Sie nicht zwei Master-Geräte zu einem System zusammen! Dies könnte eines der Geräte beschädigen.

2.6 Kanäle und Kanalgruppen

Ein Kanal stellt die kleinste Einheit in einem System (Einzelgerät oder Verbund von Geräten) dar, die durch eine eindeutige Adresse über die Datenschnittstelle selektierbar bzw. über die Benutzerschnittstelle fokussierbar ist. Diese Einheiten können verschiedenen Kanalgruppen zugeordnet werden.

Begriffe und Erläuterungen

Kanal, Adresse

Die Adresse eines Kanals muss eindeutig sein und einen Wert im Bereich von 1 bis 99 aufweisen. Ein Reset oder das Zurücksetzen auf Werkseinstellungen haben keinen Einfluss auf die Adresse eines Kanals.

Die Adresse eines Kanals kann über die Benutzerschnittstelle oder über eine Datenschnittstelle geändert werden.

Kanalgruppe

Kanalgruppen dienen zum effizienten bzw. gleichzeitigen Setzen von Sollwerten bei mehreren Kanälen. 10 Kanalgruppen mit den Nummern 1 bis 10 stehen zur Verfügung, wobei einer Kanalgruppe eine beliebige Teilmenge der verfügbaren Kanäle zugewiesen werden kann. Kanalgruppe 10 enthält standardmäßig alle verfügbaren Kanäle des Systems und kann nicht verändert werden.

Ein Kanal kann mehreren (auch allen) Gruppen zugeordnet werden.

Ein Reset hat keinen Einfluss auf die Kanäle einer Gruppe.

Kanalgruppen können nur über eine Datenschnittstelle konfiguriert werden.

Selektierung (Bedienung über Datenschnittstelle)

Die Selektierung bestimmt, welcher Kanal oder welche Kanalgruppe die folgenden kanalspezifischen Befehle empfängt, die über eine Datenschnittstelle eintreffen.

Zur Selektierung eines Kanals dient der Befehl „CHANnel[:SElect]“, zur Selektierung einer Kanalgruppe der Befehl „CHANnel:GROup[:SElect]“. Ist eine Kanalgruppe selektiert, können keine kanalspezifischen Abfragen ausgeführt werden (keine automatische Aggregation von Abfrageergebnissen).

Die Selektierung einer Kanalgruppe hebt die vorherige Selektierung eines einzelnen Kanals auf. Umgekehrt hebt auch die Selektierung eines einzelnen Kanals die vorherige Selektierung einer Gruppe auf.

Nach dem Einschalten oder Reset des Master-Geräts ist der Kanal mit der niedrigsten Adresse im System selektiert.

Fokussierung eines Kanals (Bedienung über Benutzerschnittstelle)

Der Fokus bestimmt, von welchem Kanal des Systems die Status- und Messdaten auf dem Display der Benutzerschnittstelle angezeigt und von welchem Kanal die kanalspezifischen Befehle und

Abfragen der Benutzerschnittstelle ausgeführt werden. Nach dem Einschalten des Master-Geräts ist der Kanal mit der niedrigsten Adresse im System fokussiert.

Ein Reset hat keine Auswirkung auf den Fokus.

Unabhängig von der Selektierung eines Kanals oder einer Kanalgruppe über die Datenschnittstelle kann ein anderer Kanal an der Benutzerschnittstelle fokussiert sein.

Siehe 3.2 Aufbau des Touchscreens

Namen

Für Kanäle und Kanalgruppen können benutzerdefinierte Namen mit einer Länge von bis zu 12 Zeichen definiert werden. Diese Namen können aus Buchstaben aus dem lateinischen Alphabet, arabischen Ziffern und dem Unterstrich "_" bestehen, dürfen aber nicht mit einer Ziffer beginnen. Kleinbuchstaben werden implizit zu Großbuchstaben umgewandelt.

Benutzerdefinierte Namen können bei der Selektierung eines Kanals oder einer Kanalgruppe anstatt der Kanal- bzw. Gruppennummer verwendet werden.

Ein Reset hat keinen Einfluss auf die Namen von Kanälen und Kanalgruppen.

Kanal- und Gruppennamen können ausschließlich über eine Datenschnittstelle vergeben und abgefragt werden. Namen einzelner Kanäle werden auch an der Benutzerschnittstelle angezeigt.

Programmierbeispiel:

Mehrere Kanäle simulieren verschiedene Verbraucher im Fahrzeug und erhalten entsprechende Namen. Die Kanäle werden einer Gruppe namens Interior bzw. einer Gruppe namens Lights zugewiesen. Dann werden alle Interior-Kanäle eingeschaltet und später alle Lights-Kanäle.

INIT ROUTINE	CHAN:NAME 1, "WIN_LIFTER" CHAN:NAME 2, "VENTILATION" CHAN:NAME 5, "SEATHEATER1" CHAN:NAME 6, "SEATHEATER2" CHAN:NAME 9, "BRAKELIGHTS" CHAN:NAME 10, "HIGHBEAM" CHAN:NAME 11, "TAILLIGHT"	Namen für Kanal 1, 2, 5, 6, 9, 10, 11 vergeben
	CHAN:GRO:NAME 1, "INTERIOR" CHAN:GRO INTERIOR CHAN:GRO:MEMB 1, 2, 5, 6	Name Interior für Gruppe 1 definieren Gruppe Interior selektieren Kanäle der Gruppe Interior zuweisen
	CHAN:GRO:NAME 2, "LIGHTS" CHAN:GRO LIGHTS CHAN:GRO:MEMB 9, 10, 11	Name Lights der Gruppe 2 definieren Gruppe Lights selektieren Kanäle der Gruppe Lights zuweisen
	CHAN:GRO INTERIOR INP ON ... CHAN:GRO LIGHTS INP ON	Gruppe Interior selektieren Alle Kanäle der Gruppe Interior Eingang ein ... Gruppe Lights selektieren Alle Kanäle der Gruppe Lights Eingang ein



Im Programmierbeispiel oben vergeben wir Namen und selektieren die Kanalgruppen auch mit ihrem Namen, um die Zusammenhänge zu verdeutlichen. Um in einer Prüfstands-Software Datenübertragungs-Bandbreite zu sparen, empfehlen wir, bei der Kommunikation mit dem Bediener mit Namen zu arbeiten, jedoch bei der Kommunikation zwischen Steuerrechner und elektronischer Last mit Nummern.

Lokale Bedienung:

Kanalleiste (s. 3.2 Aufbau des Touchscreens) oder

Main Menu -> Channel -> Focus

Auswahlfeld „New focus“: Adresse oder Name wählen.

Main Menu -> Channel -> Address

Eingabefeld „Available channels“: zu ändernde Kanaladresse eingeben.

Eingabefeld „New channel address“: neue Kanaladresse eingeben. Schaltfläche „Change“ drücken.

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.11.2 CHANNEL Subsystem

3 Grundlagen der lokalen Bedienung

Geräte der PMLA Standard Master- und der PMLA LP-Variante können über eine Benutzerschnittstelle an der Frontseite bedient werden.

3.1 Bedienelemente

3.1.1 Touchscreen

Der grafische Touchscreen **A3** ist das Kernelement der Benutzerschnittstelle und dient der einfachen Bedienung des Geräts. Er wird für die Anzeige der Mess- und Stellwerte, für die Menünavigation und die Konfiguration des Geräts und dessen Funktionen verwendet.

3.1.2 Taste „Input“

Die "Input"-Taste **A4** dient zum Ein- oder Ausschalten des Lasteingangs des fokussierten Kanals. Der Aktivierungszustand für den Lasteingang wechselt mit jedem Drücken der Taste zwischen den Zuständen „ein“ (ON) und „aus“ (OFF).

3.1.3 Drehgeber „Setting“

Der Drehgeber **A5** dient zum Ändern von Zahlenwerten in Eingabefeldern. Drehen im Uhrzeigersinn inkrementiert die mit einem blinkenden Cursor markierte Dezimalstelle. Drehen entgegen dem Uhrzeigersinn dekrementiert die Dezimalstelle. Das Drücken des Drehgebers verschiebt den blinkenden Cursor um eine Dezimalstelle nach links.

3.1.4 Netzschalter

Mit dem Netzschalter **A1** schalten Sie die elektronische Last ein und aus. In gedrückter Position (I) ist das Gerät eingeschaltet. In ungedrückter Position (O) ist das Gerät ausgeschaltet.

3.1.5 USB-Buchse

3.1.5.1 USB-Stick

An die USB-Buchse **A6** (USB Embedded Host-Schnittstelle) können FAT16- und FAT32-formatierte USB-Sticks (Mass Storage Devices) angeschlossen werden. Ein angeschlossener und vollständig enumerierter USB-Stick wird durch ein USB-Symbol in der Statusleiste gezeigt.



Die USB-Schnittstelle wird für folgende Funktionen verwendet:

- Messdatenaufzeichnung
- Import von Sollwerten für die Ausführung eines Lastprofils
- Export von Messdaten aus dem internen Speicher
- Export/Import von Geräteeinstellungen
- Export/Import des Benutzerhandbuchs aus dem/in den internen Speicher

- Aktualisieren der Firmware



Folgende USB-Sticks wurden getestet:

- Intenso Alu Line USB2.0 4 GB
- Intenso Alu Line USB2.0 32 GB
- Intenso Speed Line USB3.0 8 GB
- Intenso Ultra Line USB3.0 32 GB
- Sandisk Ultra USB 3.0 64 GB
- Transcend Jetflash 700 USB 3.1 64 GB
- Verbatim Onestripe USB 3.0 128 GB

Nur FAT16- und FAT32-formatierte USB-Sticks können verwendet werden. exFat- und NTFS-formatierte USB-Sticks sind nicht kompatibel. Windows bietet ab 64 GB USB-Sticks nur noch die Möglichkeit NTFS und exFAT zu formatieren. Verwenden Sie daher ein geeignetes Formatierungstool.

Grundsätzlich sollten auch andere USB-Sticks kompatibel sein, jedoch kann H&H dies nicht garantieren.

3.1.5.2 USB-Maus

Zur einfacheren Bedienung der Last im Laborbetrieb kann an die USB-Buchse **A6** (USB Embedded Host-Schnittstelle) eine kabelgebundene Standard-Maus angeschlossen werden. Die Betätigung der linken Maustaste entspricht dabei einem normalen Touch Event. Wenn ein Eingabefeld (s. 3.5.3) fokussiert ist, kann die markierte Dezimalstelle mit Hilfe des Mausekkrads verändert werden. Durch Drücken des Mausekkrads wird der blinkende Cursor eine Stelle nach links verschoben. Das Mausekkrad hat somit die gleiche Funktion wie der Drehgeber „Setting“ (s. 3.1.3).



Bei der Verwendung einer Maus kann kein USB-Stick mehr angeschlossen werden. Die USB-Schnittstelle unterstützt keinen USB-Hub.

3.1.6 Summer

Der Summer dient zur akustischen Signalisierung

- eines Fehlerereignisses (für jedes Ereignis wird ein kurzer Piepton erzeugt)
- eines Alarms bei kritischen Systemzuständen (teilweise einstellbar)
- einer Drehgebereingabe (einstellbar)

3.2 Aufbau des Touchscreens

Der Touchscreen dient zur Interaktion des Benutzers mit dem Gerät und gliedert sich in 4 Bereiche.

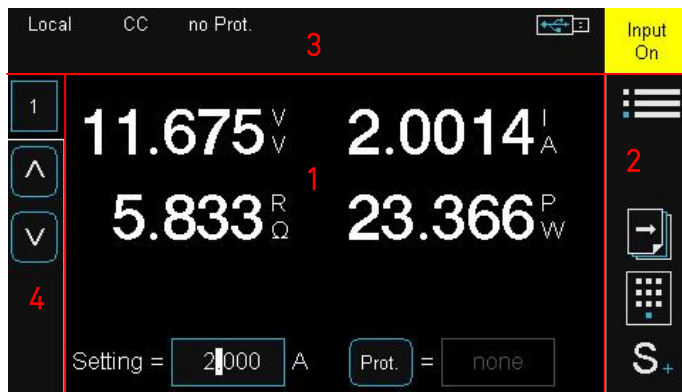


Abbildung 3.1: Gliederung des Touchscreens

1. Hauptbereich
2. Rechte Seitenleiste
3. Statusleiste
4. Kanalleiste

Außerdem werden auf dem Touchscreen bei spezifischen Ereignissen Pop-Up-Fenster eingeblendet, um dem Benutzer zusätzliche Informationen zukommen zu lassen. Eine detaillierte Beschreibung dieser einzelnen Pop-Up-Fenster finden Sie im Kapitel 3.6 Pop-up-Fenster.

3.2.1 Hauptbereich

In diesem Bereich werden die verschiedenen Haupt-, Menü- und Dialogfenster angezeigt.

3.2.1.1 Hauptfenster



Abbildung 3.2: Hauptfenster

Das Hauptfenster stellt je nach gewählter Ansicht unterschiedliche Messwerte dar und erlaubt die Änderung von wichtigen Sollwerten, die sofort wirksam werden.

Das Hauptfenster wird nach Einschalten der elektronischen Last angezeigt und kann in einem Menü- oder Dialogfenster durch Drücken der folgenden Schaltfläche aufgerufen werden:



Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Ansichten finden Sie im Kapitel 3.3 Hauptansichten.

3.2.1.2 Menüfenster

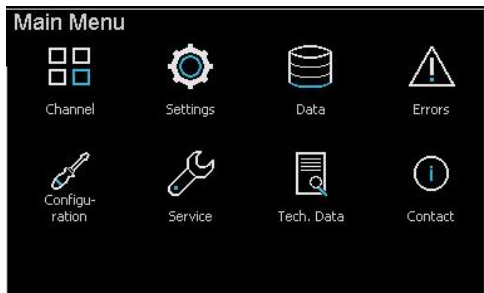


Abbildung 3.3: Menüfenster

Ein Menüfenster ermöglicht das Öffnen eines weiteren Menü- oder Dialogfensters. Jedes Menüfenster enthält Menü-Einträge in Form von Symbolen, die per Berührung über den Touchscreen auswählbar sind. Wenn mehr als 8 Menüeinträge vorhanden sind, kann das Menü mit vertikalen Wischbewegungen gescrollt werden.

Durch Drücken der Schaltfläche "Esc" wird das aktuelle Menüfenster geschlossen und in das vorherige Menü- oder Hauptfenster gewechselt.

Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Menüeinträge finden Sie im Kapitel 3.7 Menüstrukturplan.

3.2.1.3 Dialogfenster

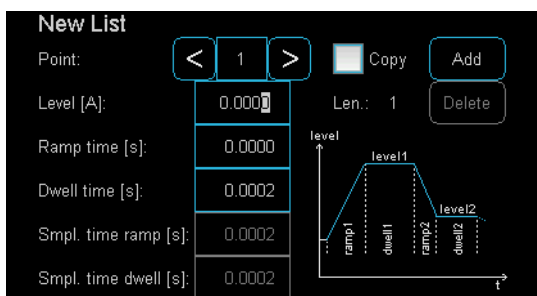


Abbildung 3.4: Dialogfenster

Dialogfenster ermöglichen das Betrachten und Anpassen von Einstellungen für Funktionen mittels verschiedenen grafischen Bedienelementen.

Mit Hilfe der Schaltflächen "OK" oder "Esc" wird das Dialogfenster verlassen. "OK" übernimmt dabei die Änderungen, während "Esc" die Änderungen verwirft.

Eine detaillierte Beschreibung der grafischen Bedienelemente finden Sie im Kapitel 3.5 Grafische Bedienelemente.

3.2.2 Rechte Seitenleiste



Abbildung 3.5: Rechte Seitenleiste

In dieser Leiste werden wichtige Schaltflächen für die Navigation und Schnellbedienung angezeigt (z.B. Menü, virtuelle Tastatur usw.).

Die Symbole der Seitenleiste sind im Kapitel 3.4 Grafische Bedienelemente für die Navigation beschrieben.

3.2.3 Statusleiste



Abbildung 3.6: Statusleiste

In dieser Leiste werden Betriebszustände und Statussignale unabhängig von Menü- und Dialogfenstern angezeigt. Beispiele:

- Ansteuerquelle (Local, RS-232, USB, CAN, LAN, GPIB)
- Aktivierungszustände des Lasteingangs (On, Off)
- Betriebsart der Regelung (CC, CV, CR, CP)
- Aktivierungszustand der externen Steuerung über den I/O-Port (extern)
- Operation, Questionable, Function und Service Status
- Zustand des Fehlerspeichers (ERR)
- System Unit Mode (Master, Slave)
- Steuerung einer Funktion durch das UI ($f^{(i)}$)
- Aktivierte Tastensperre ( oder )
- Enumerierter USB-Stick ()

Detaillierte Beschreibung der angezeigten Statussignale siehe 5.11.15 STATus Subsystem.



Durch Antippen der Statusleiste öffnet sich das Statusfenster, in dem alle aktiven Statussignale in einer Tabelle aufgelistet sind (siehe 3.6.7 Statusübersicht).

3.2.4 Kanalleiste



Abbildung 3.7: Kanalleiste

In der Kanalleiste wird die Adresse des fokussierten Kanals angezeigt. Die gewünschte Kanalnummer kann numerisch eingegeben oder mithilfe der beiden Schaltflächen inkrementiert oder dekrementiert werden.

3.3 Hauptansichten

Die Hauptansichten werden üblicherweise während der Belastung eines Prüflings angezeigt. Sie liefern einen Überblick über wichtige Messwerte und deren Verlauf und erlauben die Eingabe von Sollwerten.

3.3.1 Hauptansicht mit numerischen Messwerten

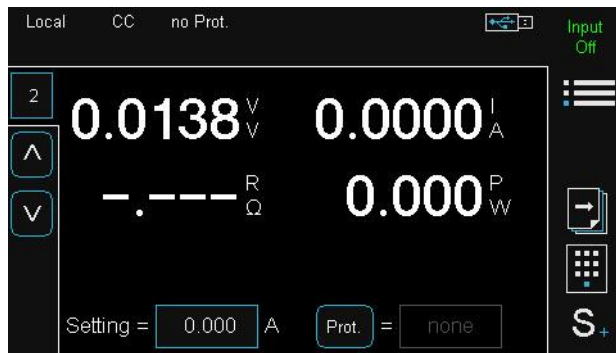


Abbildung 3.8: Hauptansicht

In dieser Hauptansicht werden folgende Messwerte angezeigt:

- Eingangsspannung (in Volt)
- Eingangsstrom (in Ampere)
- Eingangswiderstand (in Ohm)
- Eingangsleistung (in Watt)

Außerdem können hier der Sollwert für die Regelung und die Strom- bzw. Spannungsbegrenzung während der Belastung verändert werden. Änderungen dieser Werte werden unmittelbar übernommen.

3.3.2 Hauptansicht Yt-Graph

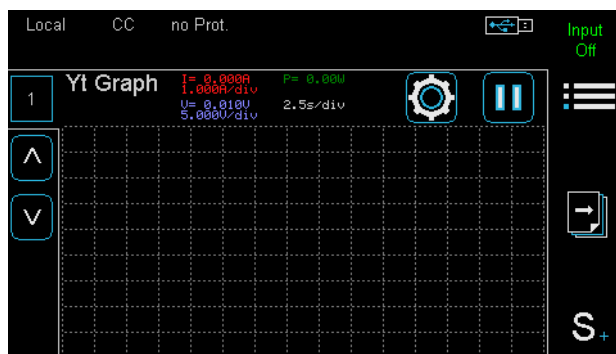


Abbildung 3.9: Yt-Graph

In dieser Hauptansicht wird der zeitliche Verlauf von gemessenen Strom-, Spannungs- und Leistungssignalen dargestellt. Die Eigenschaften der dargestellten Graphen können nach dem Tippen auf das Zahnradsymbol in einem Popup-Fenster angepasst werden. Mit der Pause-Taste in der rechten oberen Ecke wird die Aktualisierung dieser Anzeige pausiert. Ein erneutes Drücken dieser Taste führt die Messwertaufzeichnung lückenlos fort.

3.3.3 Funktionsspezifische Hauptansichten

Für wichtige Funktionen gibt es funktionsspezifische Hauptansichten, die bei aktivierter Funktion wichtige Mess- und Statuswerte anzeigen sowie die Änderung wichtiger Sollwerte erlauben. Änderungen dieser Werte werden unmittelbar übernommen.

Abhängig von der Funktion kann deren Ausführung mit der Shortcut-Kombination S+ -> Start gestartet und mit S+ -> Stop beendet werden (siehe 3.4.7 Symbol für Shortcut-Auswahl).

3.4 Grafische Bedienelemente für die Navigation

Grafische Bedienelemente für die Navigation werden abhängig vom angezeigten Fenster im Hauptbereich in der rechten Seitenleiste angezeigt. Sie ermöglichen die Navigation zwischen Haupt-, Menü- und Dialogfenstern.

3.4.1 Symbol für Hauptmenü



Dieses Symbol wird bei aktiven Hauptfenstern eingeblendet und ermöglicht das Öffnen des Hauptmenüs.

3.4.2 Symbol für Hauptfenster



Dieses Symbol wird mit den meisten Menü- und Dialogfenstern angezeigt. Es erlaubt den direkten Wechsel in das Hauptfenster. Änderungen in Dialogfenstern werden dabei verworfen.

3.4.3 Symbol für Hauptansicht



Dieses Blättern-Symbol wird angezeigt, wenn verschiedene Ansichten im Hauptfenster vorhanden sind und eine Umschaltung möglich ist (siehe 3.3 Hauptansichten).

3.4.4 Symbol für virtuelle Tastatur



Dieses Symbol wird immer dann eingeblendet, wenn sich ein Eingabefeld im Bearbeitungsmodus befindet. Es erlaubt die direkte Eingabe eines numerischen Dezimal- oder Gleitkommawerts.

3.4.5 OK Symbol



Dieses Symbol wird hauptsächlich mit Dialogfenstern angezeigt, in denen Änderungen an Sollwerten möglich sind. Nach dem Drücken dieses Symbols werden die Änderungen übernommen und das vorherige Fenster angezeigt.

3.4.6 Esc Symbol



Dieses Symbol wird hauptsächlich mit Menü- und Dialogfenstern angezeigt und dient zum Verlassen des Fensters. Änderungen in Dialogfenstern werden verworfen.

3.4.7 Symbol für Shortcut-Auswahl



Abbildung 3.10: Shortcut-Symbol (links) und Shortcut-Liste

Das Shortcut-Symbol wird mit Haupt-, Menü- und Dialogfenstern angezeigt. Es öffnet ein Fenster, welches das schnelle Auswählen wichtiger Funktionen und Dialogfenster ermöglicht.

- Anzeige der Einträge im Fehlerspeicher
- Anzeige der Hilfe für das aktuelle Dialog- oder Menüfenster
- Tastensperre für den lokalen Betrieb
- Verlassen des Fernsteuerbetriebs und Wechsel in den lokalen Betrieb
- Starten einer voreingestellten Funktion
- Stoppen einer laufenden Funktion
- Aktivieren aller Lasteingänge
- Deaktivieren aller Lasteingänge
- Aufruf des Function Menüs
- Aufruf des Dialogfensters "Save/Recall"
- Aufruf des Menüfensters "Mode"
- Erzeugung eines Screenshots auf einem angeschlossenen USB-Stick

3.5 Grafische Bedienelemente für Ein- und Ausgabe

Grafische Bedienelemente für die Ein- und Ausgabe kommen in den Haupt- und Dialogfenstern vor und werden für die Interaktion mit dem Gerät verwendet. Sie sind durch blaue Umrahmungen, blaue Bereiche im Symbol oder blaue Nuancen gekennzeichnet.

3.5.1 Messwertanzeige



Die Messwertanzeige stellt einen formatierten Messwert dar. In den meisten Fällen wird hinter dem Wert das entsprechende Formelzeichen (oben) mit der Einheit (unten) angezeigt.

3.5.2 Graphanzeige

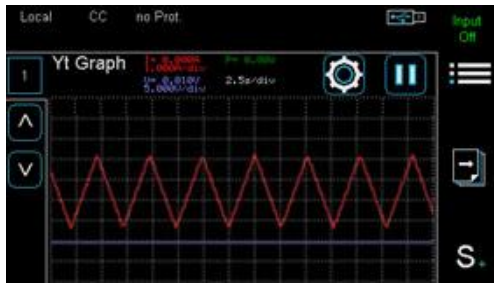


Abbildung 3.11: Graphanzeige

Die Graphanzeige dient zur optischen Darstellung eines Yt- oder XY- Diagramms. Es wird zum Beispiel dazu verwendet, den zeitlichen Verlauf eines Messsignals darzustellen.

3.5.3 Eingabefeld

Setting= 0.0000 A

Dieses Element dient zur Eingabe bzw. Veränderung von numerischen Werten. Es wird durch einen eckigen blauen Rahmen mit einem Zahlenwert dargestellt. Das Eingabefeld kann auf zwei verschiedene Arten bedient werden.

Drehgeber:

Ein Eingabefeld kann durch Berührung in den Bearbeitungsmodus versetzt werden. Der Bearbeitungsmodus wird durch einen blinkenden Cursor an der berührten Dezimalstelle signalisiert. Durch Drehen des Drehgebers kann diese Dezimalstelle nun verändert werden. Bei einem Über- bzw. Unterlauf wird die benachbarte Dezimalstelle inkrementiert bzw. dekrementiert. Ein Drücken des Drehgebers schiebt den Cursor eine Dezimalstelle nach links. Nun kann der Wert dieser Stelle verändert werden, usw.

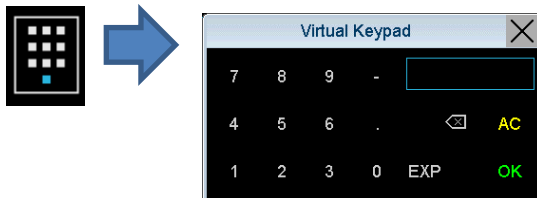


Abbildung 3.12: Tastenfeldsymbol und virtuelles Tastenfeld

Virtuelles Tastenfeld:

Wenn sich ein Eingabefeld im Bearbeitungsmodus befindet, wird in der rechten Leiste ein Tastenfeldsymbol eingeblendet. Das Berühren dieses Symbols öffnet die virtuelle Tastatur. Mit dieser Tastatur ist die Direkteingabe eines numerischen Werts möglich. Mit der Schaltfläche "AC" wird die komplette Eingabe gelöscht. "OK" übernimmt die Eingabe, "Esc" verwirft die Eingabe.



Das virtuelle Tastenfeld kann auch durch wiederholtes, schnelles Antippen des entsprechenden Eingabefelds geöffnet werden.

3.5.4 Schaltfläche

Save

Eine Schaltfläche wird durch Berührung bedient. Sie ist gekennzeichnet durch einen abgerundeten blauen Rahmen mit einem Text. Nach dem Loslassen der Schaltfläche wird die entsprechende Aktion ausgeführt.

3.5.5 Markierungsfeld



Das Markierungsfeld wird durch Berührung bedient. Dadurch wird der Haken, der den Zustand des Markierungsfeldes darstellt, ein- oder ausgeblendet.

3.5.6 Auswahlfeld



Das Auswahlfeld wird durch Berührung bedient. Es wird durch einen abgerundeten blauen Rahmen mit kleinem Dreieck gekennzeichnet. Nach dem Berühren des Auswahlfelds wird eine Auswahlliste mit vordefinierten Einträgen aufgeklappt. Wenn viele Einträge in der Auswahlliste sind, so kann die Liste per Wischgeste gescrollt werden. Der ausgewählte Listeneintrag hat eine blaue Schriftfarbe und ist mit einem blauen Rechteck markiert. Durch Drücken auf einen Eintrag wird dieser übernommen und die Auswahlliste schließt sich.

3.5.7 Schieberegler



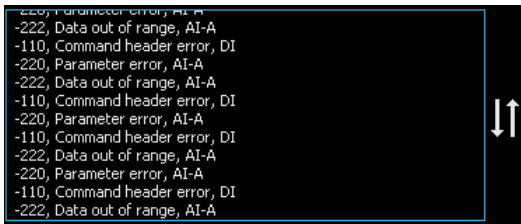
Der Schieberegler kann durch Berührung, durch eine Wischgeste bedient werden.

3.5.8 Listenansicht



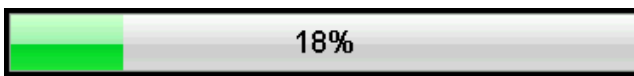
Die Listenansicht dient zur Anzeige von "read only"-Informationen. Die Listenansicht kann durch eine Wischgeste vertikal gescrollt werden.

3.5.9 Vereinfachte Listenansicht



Die vereinfachte Listenansicht dient zur Anzeige von "read only"-Informationen. Wenn viele Listeneinträge vorhanden sind, werden rechts neben der vereinfachten Listenansicht zwei Pfeile eingeblendet, die signalisieren, dass die Liste mit einer Wischgeste vertikal gescrollt werden kann.

3.5.10 Fortschrittsbalken



Der Fortschrittsbalken dient zur optischen Anzeige des Verlaufs einer zeitlich begrenzten Aktion. Zusätzlich wird der prozentuale Fortschritt als Dezimalzahl auf dem Fortschrittsbalken dargestellt.

3.6 Pop-up-Fenster

Pop-up-Fenster werden über das aktuell angezeigte Haupt-, Menü- oder Dialogfenster geblendet. Sie werden verwendet, um dem Benutzer Informationen anzuzeigen (z.B. über Fehler) oder eine Aktion vom Benutzer bestätigen zu lassen.

3.6.1 Fehlerfenster

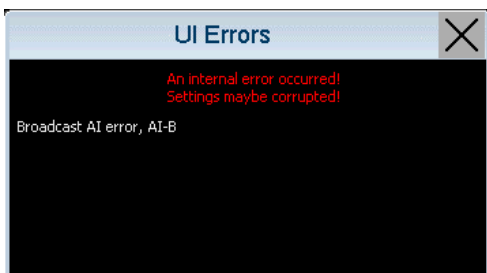


Abbildung 3.13: Fehlerfenster

Dieses Fenster wird angezeigt, wenn ein unerwarteter Fehler oder ein Fehler während der lokalen Bedienung auftrat. Die Fehler werden in Klartext angezeigt.

Dieses Fenster kann durch Drücken der Schaltflächen "X" oder "Esc" verlassen werden.

3.6.2 Benachrichtigungsfenster

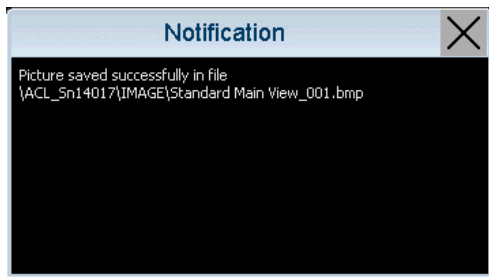


Abbildung 3.14: Benachrichtigungsfenster

Dieses Fenster wird angezeigt, um den Benutzer über Ereignisse zu informieren, z.B. wenn ein USB-Stick erkannt wurde.

Das Fenster wird nach einer kurzen Anzeigedauer ausgeblendet oder kann vorher durch Drücken der Schaltflächen "X" oder "Esc" ausgeblendet werden.

3.6.3 Benachrichtigungsfenster im Fernsteuerbetrieb

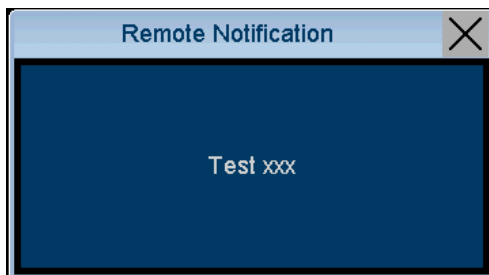


Abbildung 3.15: Benachrichtigungsfenster im Fernsteuerbetrieb

Dieses Fenster wird angezeigt, wenn ein Text mit dem SCPI-Befehl DISP:TEXT über eine der digitalen Datenschnittstellen an das Gerät gesendet wurde.

Das Fenster wird so lange eingeblendet, bis es durch Drücken der Schaltfläche "X", Neuzeichnen des angezeigten Screens oder durch den SCPI-Befehl DISP:TEXT "" (leerer Text) ausgeblendet wird.

3.6.4 Warnfenster

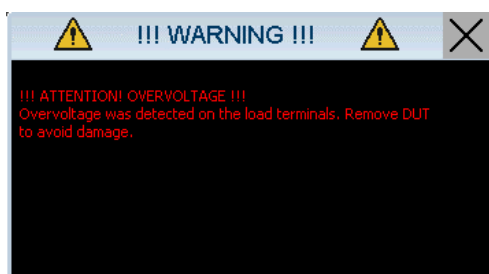


Abbildung 3.16: Warnfenster

Dieses Fenster wird angezeigt, um den Benutzer über gefährliche Systemzustände, die die Last zerstören und Menschen verletzen können, zu informieren (z.B. unzulässige Überspannung am Lasteingang).

Das Fenster wird dauerhaft angezeigt, solange der gefährliche Systemzustand vorhanden ist. Diese Warnung kann in dieser Zeit nicht ausgeblendet werden. Nachdem der gefährliche Systemzustand nicht

mehr vorhanden ist, wird die Warnung noch so lange angezeigt, bis der Benutzer sie aktiv mit der Taste "Esc" quittiert.

3.6.5 Hilfefenster

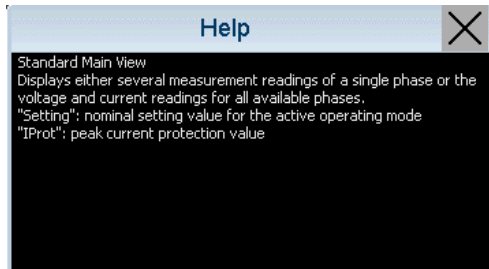


Abbildung 3.17: Hilfefenster

Dieses Fenster wird nach der Auswahl von S+ -> Help eingeblendet. Es enthält eine kurze Erläuterung des angezeigten Menü- oder Dialogfensters.

3.6.6 Bestätigungsfenster

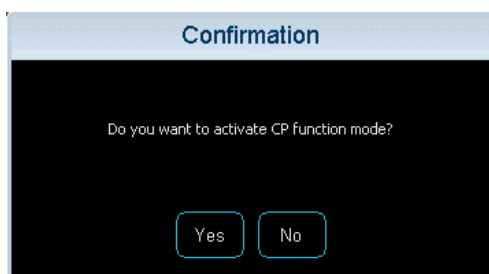


Abbildung 3.18: Bestätigungsfenster

Dieses Fenster wird eingeblendet, um eine Rückfrage an den Benutzer zu stellen, ob eine nachfolgende Aktion ausgeführt werden soll.

3.6.7 Statusübersicht

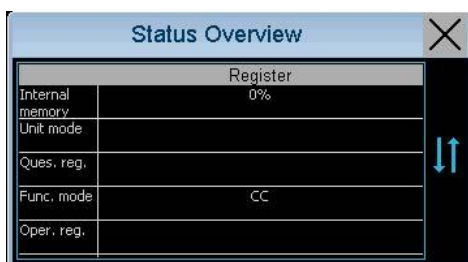


Abbildung 3.19: Statusübersicht

Dieses Fenster wird nach dem Berühren der Statusleiste eingeblendet. Es beinhaltet eine Angabe zum aktuellen Füllstand des internen Messdatenspeichers und eine Übersicht aller aktiven Statussignale.

Eine detaillierte Beschreibung der angezeigten Statussignale ist in 5.11.15 STATus Subsystem zu finden.

3.7 Menüstrukturplan

	Main Menu (Level 1)	Menu (Level 2)	Menu (Level 3)	Menu (Level 4)
Main Menu	Channel Menu	Focus		
		Address		
		Info		
	Settings menu	Basic settings menu	Mode menu	CC (Constant Current)
				CP (Constant Power)
				CR (Constant Resistance)
				CV (Constant Voltage)
			External control	
			Protection	
			Speed	
		Function menu	List	New list
				Edit list
				Import list from USB
				List settings
			Discharge	Initialize
			MPPT	
		Cooling		
		Acquisition		
		Save/Recall	Import from USB flash drive	
		Reset		
	Data menu	Export		
		USB info		
	Errors			
	Configuration menu	Power-on		
		Communication menu	RS-232	
			USB VCP	
			LAN	LAN Configuration
				LAN Status
			CAN	
			GPIB ¹⁾	
		User interface menu	Display	
			Help language	
			Tips and tricks	
		Alarms		
		Buzzer		
		Time and date		
		Factory settings		
	Service menu	Firmware update		
		User manual export		
		Calibration	Calibration	
			Calibration signal name	
		Parameter menu	View parameter	
			Edit user parameter	
			Edit calibration parameter	
	Technical data	Power stage temperature		
		H&H Service		
	Contact			

¹⁾ „GPIB“ wird nur angezeigt, wenn die optionale GPIB-Schnittstelle verbaut ist.

3.8 Hilfe zu Dialog- und Menüfenster



Zur Erklärung der einzelnen Dialog- und Menüfenster gibt es ein geräteinternes Hilfesystem (siehe 3.6.5 Hilfefenster).

4 Funktionen

In diesem Kapitel werden die Funktionen der elektronischen Last beschrieben. Nach jeder Funktionsbeschreibung wird nacheinander auf die verschiedenen Möglichkeiten verwiesen, die entsprechende Funktion in verschiedenen Ansteuerarten zu realisieren:

- Lokale Bedienung
- Digitale Fernsteuerung
- Analoge Fernsteuerung

Lokale Bedienung

Die lokale Bedienung erfolgt durch die Benutzerschnittstelle an der Geräte-Vorderseite (siehe 3 Grundlagen der lokalen Bedienung).

Spezialfunktionen sind an der Benutzerschnittstelle im Menü „Function“ $f(x)$ zusammengefasst. Diese Funktionen werden jeweils in einem eigenen Dialog definiert. Das Starten und Stoppen geschieht mit dem Shortcut S+ -> Start bzw. S+ -> Stop. Wenn eine Spezialfunktion definiert worden ist, beendet das eine evtl. bereits laufende andere Funktion.

Digitale Fernsteuerung

Die digitale Fernsteuerung erfolgt durch eine der Datenschnittstellen an der Geräte-Rückseite (siehe 5 Digitale Fernsteuerung). Lokale Bedienung und digitale Fernsteuerung schließen sich wechselseitig aus: nach dem Einschalten des Gerätes ist automatisch die lokale Bedienung aktiv, nach Empfang eines SCPI-Befehls über eine der Datenschnittstellen wechselt das Gerät automatisch zur digitalen Fernsteuerung.

Externe Steuerung

Die externe Steuerung erfolgt durch den optionalen I/O-Port an der Geräte-Rückseite (siehe 6 Externe Steuerung über I/O-Port). Die externe Steuerung ist unabhängig von lokaler Bedienung und digitalen Fernsteuerung und wird durch den Dialog *Main Menu -> Settings -> Basic settings -> Ext. control* oder mit Hilfe von SCPI-Befehlen konfiguriert. Durch sie lassen sich spezifische Sollwerte (z.B. Sollwert für den Ausgangszustand) durch analoge und digitale Eingangssignale vorgeben.

4.1 Wahl der Steuerquelle

Die Bedienung der elektronischen Last kann von verschiedenen Steuerquellen aus erfolgen.

- User Interface (manuell über die Frontplatte)
- Datenschnittstelle
- I/O-Port (nicht bei LP-Varianten)

Die elektronische Last wechselt automatisch in den Fernsteuerzustand "Remote", wenn es ein Kommando über eine der vorhandenen Datenschnittstellen erhält, unabhängig vom selektierten Kanal. Die über die jeweilige Steuerquelle vorgenommenen Einstellungen werden beim Wechsel der Steuerquelle nicht gelöscht.

Lokale Bedienung:

Main Menu -> Settings -> Basic Settings -> Ext. control

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.11.14 SETTING Subsystem

4.2 Grundbetriebsarten und Sollwerte

Jeder Kanal der elektronischen Last bietet vier Grundbetriebsarten:

- Strombetrieb

- Spannungsbetrieb
- Widerstandsbetrieb
- Leistungsbetrieb

Die aktive Betriebsart der Regelung wird durch die Grundbetriebsart oder eine aktive Funktion (z.B. Listenfunktion) vorgegeben. Wird der Lasteingang ohne aktivierte Funktionen eingeschaltet oder bei eingeschaltetem Eingang eine Funktion deaktiviert, wird die Grundbetriebsart verwendet.

Beim Wechsel der Betriebsart wird der jeweils zuvor eingestellte Sollwert in der gewählten Betriebsart wieder eingestellt. Der Lasteingang wird beim Wechsel der Betriebsart nicht deaktiviert, auch nicht vorübergehend.



Warnung vor undefinierten Zuständen während Betriebsartwechsel! Bei Änderung der Betriebsart können für den Prüfling gefährliche Zustände entstehen, die zu dessen Beschädigung oder Zerstörung führen können.

Schalten Sie den Lasteingang vor dem Wechsel der Betriebsart aus und erst nach Einstellen der neuen Betriebsart wieder ein.

4.2.1 Strombetrieb (CC)

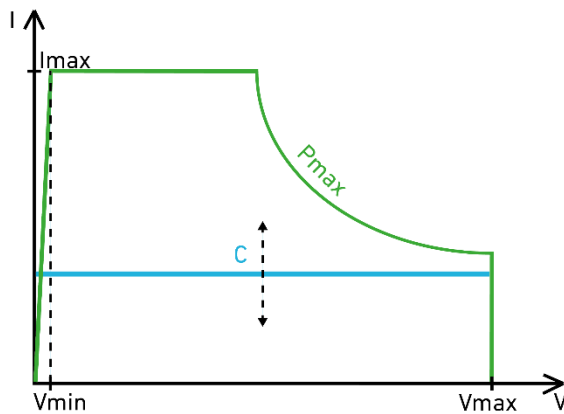


Abbildung 4.1: Strombetrieb (CC)

Der eingestellte Strom ist unabhängig von der Eingangsspannung. Die Stromregelung sorgt dafür, dass Änderungen der Eingangsspannung keinen Einfluss auf den Laststrom haben.



Quellen mit geregelterm Ausgangsstrom können nicht im Strombetrieb belastet werden. Eine physikalische Größe kann nur einmal geregelt werden, an der Quellen- oder Senkenseite.

Lokale Bedienung:

Main Menu -> Settings -> Basic Settings -> Mode -> Constant current

Eingabefeld „Setting“: Sollwert für den Eingangsstrom eingeben.

Mit „OK“ bestätigen.

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.11.3 CURRent Subsystem, 5.11.7 FUNction Subsystem

Externe Steuerung:

Siehe 6 Externe Steuerung über I/O-Port

4.2.2 Leistungsbetrieb (CP)

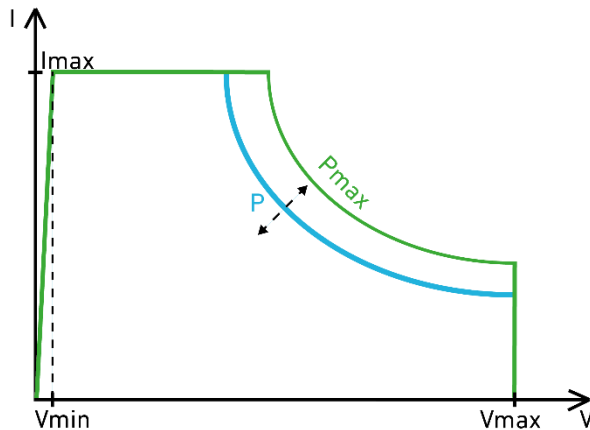


Abbildung 4.2: Leistungsbetrieb (CP)

Im Leistungsbetrieb regelt die elektronische Last die eingestellte Leistung per Software, indem der berechnete Strom in Abhängigkeit von der Eingangsspannung mittels eines PI-Reglers eingestellt wird.

Der Softwareregler arbeitet mit einer Abtastzeit von 100 μ s. Die Reglerparameter sind für jeden Kanal nichtflüchtig als Serviceparameter gespeichert und können manuell oder über eine Datenschnittstelle angepasst werden. Es gibt ein Parameterpaar für den langsamen Regelbetrieb (slow) und eines für den schnellen Regelbetrieb (fast).

Parameter Nr. 10: Kp_Power_Fast

Parameter Nr. 11: Ki_Power_Fast

Parameter Nr. 12: Kp_Power_Slow

Parameter Nr. 13: Ki_Power_Slow

Reglerparameter Kp

Dieser Parameter bestimmt die Regelkonstante für den Proportionalanteil des PI-Reglers. Dieser Parameter hat den Standardwert 0 und deaktiviert damit den Proportionalanteil des softwarebasierten PI-Reglers. Wird dieser Wert zur Beschleunigung der Regelung erhöht, so ist darauf zu achten, dass die Regelung in allen Betriebssituationen stabil bleibt.

Reglerparameter Ki

Dieser Parameter bestimmt die Regelkonstante für den Integralanteil des PI-Reglers. Dieser Parameter ist abhängig vom Innenwiderstand der Quelle. Wird diese Konstante zur Beschleunigung der Regelung erhöht, so ist darauf zu achten, dass die Regelung über den gesamten Spannungs- und Strombereich stabil bleibt.

Siehe auch 9.2 Geräteparameter.



Quellen mit geregelter Ausgangsstrom (z.B. durch eine Strombegrenzung) können nicht im Leistungsbetrieb belastet werden, wenn der erforderliche Strom den der Quelle übersteigt.

Lokale Bedienung:

Main Menu -> Settings -> Basic Settings -> Mode -> Constant power

Eingabefeld „Setting“: Sollwert für die Eingangsleistung eingeben.

Mit „OK“ bestätigen.

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.11.7 FUNCTION Subsystem, 5.11.11 POWER Subsystem, 5.11.13 SERVICE Subsystem

Externe Steuerung:

Siehe 6 Externe Steuerung über I/O-Port

4.2.3 Widerstandsbetrieb (CR)

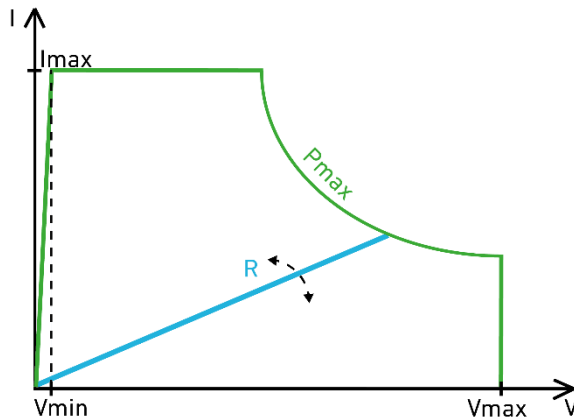


Abbildung 4.3: Widerstandsbetrieb (CR)

Im Widerstandsbetrieb regelt die elektronische Last den eingestellten Widerstand per Software, indem der berechnete Strom in Abhängigkeit von der Eingangsspannung mittels eines PI-Reglers eingestellt wird. Der Strom verhält sich nach dem Ohm'schen Gesetz und ändert sich linear mit der Eingangsspannung.



Im Gegensatz zu einem realen ohm'schen Widerstand kann der Strom bei einer elektronischen Last der Eingangsspannung nur mit seiner begrenzten Regelgeschwindigkeit folgen.

Der Softwareregler arbeitet mit einer Abtastzeit von 100 μ s. Die Reglerparameter sind für jeden Kanal nichtflüchtig als Serviceparameter in der elektronischen Last gespeichert und können angepasst werden. Es gibt ein Parameterpaar für den langsamen Regelbetrieb (slow) und eins für den schnellen Regelbetrieb (fast).

Parameter Nr. 14: Kp_Resistance_Fast
 Parameter Nr. 15: Ki_Resistance_Fast
 Parameter Nr. 16: Kp_Resistance_Slow
 Parameter Nr. 17: Ki_Resistance_Slow

Reglerparameter Kp

Dieser Parameter bestimmt die Regelkonstante für den Proportionalanteil des PI-Reglers. Dieser Parameter hat den Standardwert 0 und deaktiviert damit den Proportionalanteil des softwarebasierten PI-Reglers. Wird dieser Wert zur Beschleunigung der Regelung erhöht, so ist darauf zu achten, dass die Regelung in allen Betriebssituationen stabil bleibt.

Reglerparameter Ki

Dieser Parameter bestimmt die Regelkonstante für den Integralanteil des PI-Reglers. Dieser Parameter ist abhängig vom Innenwiderstand der Quelle. Wird diese Konstante zur Beschleunigung der Regelung erhöht, so ist darauf zu achten, dass die Regelung über den gesamten Spannungs- und Strombereich stabil bleibt.

Siehe auch 9.2 Geräteparameter.



Quellen mit geregelter Ausgangsstrom (zum Beispiel durch eine Strombegrenzung) können nicht im Widerstandsbetrieb belastet werden, wenn der erforderliche Strom den der Quelle übersteigt.

Lokale Bedienung:

Main Menu -> Settings -> Basic Settings -> Mode -> Constant resistance
 Eingabefeld „Setting“: Sollwert für den Eingangswiderstand eingeben. Mit „OK“ bestätigen.

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.11.7 FUNCTION Subsystem, 5.11.12 RESistance Subsystem, 5.11.13 SERVICE Subsystem

Externe Steuerung:

Siehe 6 Externe Steuerung über I/O-Port

4.2.4 Spannungsbetrieb (CV)

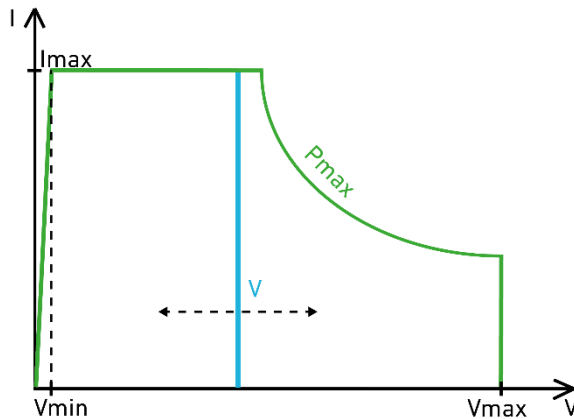


Abbildung 4.4: Spannungsbetrieb (CV)

Im Spannungsbetrieb nimmt die elektronische Last so viel Strom auf, bis sich durch den Innenwiderstand oder die Strombegrenzung des Prüflings die gewünschte Spannung einstellt.



Bei dynamischen Belastungen im Spannungsbetrieb können bei vorhandenen Kapazitäten am Ausgang des Prüflings extrem hohe Stromspitzen entstehen, die das Gerät nicht mehr einstellen kann.

Es kann dann zum Wirksamwerden der Strombegrenzung kommen und die erzeugte Kurvenform weicht dann von der vorgegebenen Kurvenform ab.



Dadurch, dass eine elektronische Last nur Strom aufnehmen und nicht liefern kann, kann sie im Spannungsbetrieb bei dynamischen Belastungen nur die fallenden Flanken regeln. Die steigenden Flanken sind von den Eigenschaften der zu belastenden Quelle abhängig.



Der minimale Laststrom im Spannungsbetrieb sollte aus Stabilitätsgründen nicht weniger als 10 % des Strombereiches des Gerätes betragen. Sollte es zu Regelschwingungen kommen, so kann das System eventuell durch Umschalten der Regelgeschwindigkeit stabilisiert werden (siehe Kapitel 4.4 Regelgeschwindigkeit).

Lokale Bedienung:

Main Menu -> Settings -> Basic Settings -> Mode -> Constant voltage

Eingabefeld „Setting“: Sollwert für die Eingangsspannung eingeben. Mit „OK“ bestätigen.

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.11.7 FUNCTION Subsystem, 0

VOLTage Subsystem, 5.11.13 SERVICE Subsystem

Externe Steuerung:

Siehe 6 Externe Steuerung über I/O-Port

4.2.5 Immediate Sollwerte

Für jede Grundbetriebsart kann der entsprechende Sollwert, der sofort (immediate) eingestellt wird, vorgegeben werden. Beim Betriebsartwechsel wird der zugehörige Sollwert, der zuletzt in dieser Betriebsart programmiert wurde, automatisch eingestellt. Wird ein Sollwert für eine Betriebsart vorgegeben, die gerade nicht aktiv ist, wird der Sollwert gespeichert und beim nächsten Wechsel in diese Betriebsart eingestellt.

Wurde bisher noch kein Sollwert für eine Betriebsart vorgegeben, stellt die Last einen Standardwert ein. Standardwerte sind immer so gewählt, dass sie einen möglichst geringen Stromfluss verursachen.

Lokale Bedienung:

Main Menu -> Settings -> Basic Settings -> Mode -> <mode>

Eingabefeld „Setting“: Sollwert eingeben, der eingeregelt werden soll. Mit „OK“ bestätigen.

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.11.3 CURRent Subsystem, 5.11.11 POWer Subsystem, 5.11.12 RESistance Subsystem, 0 VOLTage Subsystem

Externe Steuerung:

Siehe 6 Externe Steuerung über I/O-Port

4.2.6 Getriggerte Sollwerte

Neben dem Immediate Sollwert gibt es im digitalen Fernsteuerbetrieb für jede Betriebsart einen getriggerten Sollwert, der bei Eintreten eines Triggers einmalig eingestellt wird. Der getriggerte Sollwert der aktuellen Betriebsart wird bei Eintreten eines Triggers sofort aktiv. In den momentan nicht aktiven Betriebsarten überschreibt der getriggerte Sollwert den Immediate-Wert und wird aktiv, wenn die jeweilige Betriebsart aktiv wird. Sobald ein Sollwert getriggert wurde, haben weitere Trigger keinen Effekt auf das Sollwertsignal, bis wieder ein getriggelter Sollwert programmiert wird.

Nach einem Reset, nach Erhalt eines ABORt Kommandos oder nachdem der Wert getriggert wurde, folgen getriggerte Sollwerte dem Immediate Sollwert so lang, bis ein getriggelter Sollwert explizit programmiert wird.

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.11.3 CURRent Subsystem, 5.11.11 POWer Subsystem, 5.11.12 RESistance Subsystem, 0 VOLTage Subsystem

4.2.7 Sollwert bei mehreren Kanälen gleichzeitig setzen

Um durch einen Trigger bei mehreren Kanälen gleichzeitig den Sollwert zu verändern, gibt man für alle Kanäle den neuen Wert als getriggerten Sollwert vor. Beim Eintreten des Triggerereignisses (mit *TRG) stellen alle Kanäle unabhängig von der aktiven Betriebsart den getriggerten Sollwert ein.

Programmierbeispiel:

*RST	Reset (alle Kanäle)
CHAN 1	Kanal 1 selektieren
CURR 5.6; INP ON	5,6 A sofort einstellen
CURR:TRIG 13.3	13,3 A bei Trigger einstellen
CHAN 2	Kanal 2 selektieren
FUNC:MODE VOLT	CV Betrieb
VOLT 30; INP ON	30 V sofort einstellen
VOLT:TRIG 11.5	11,5 V bei Trigger einstellen
CHAN 3	Kanal 3 wie Kanal 2
FUNC:MODE VOLT	
VOLT 30; INP ON	
VOLT:TRIG 11.5	
INIT	auf Trigger warten (alle Kanäle)
*TRG	Trigger auslösen (alle Kanäle)

Siehe auch 4.16 Triggermodell, Beispiel.

4.3 Grenzwerte und kombinierte Betriebsarten

Eine einstellbare Überstrombegrenzung und ein einstellbarer Unterspannungsschutz sorgen dafür, dass neben den Grundbetriebsarten sogenannte kombinierte Betriebsarten möglich sind: CC+CV, CP+CV, CR+CV, CP+CC, CR+CC, CV+CC.

Wahlweise können Sie eine Überstrombegrenzung oder einen Unterspannungsschutz auswählen. Nach dem Einschalten des Gerätes sind die Begrenzungen ausgeschaltet.

4.3.1 Überstrombegrenzung

Jeder Kanal verfügt über eine einstellbare Überstrombegrenzung. Wird nach dem Einschalten des Geräts die Überstrombegrenzung aktiviert, steht die Überstrombegrenzung auf dem Maximalwert, was einen uneingeschränkten Betrieb ermöglicht.

Die Überstrombegrenzung wirkt in allen Betriebsarten und lässt keinen höheren Strom als den eingestellten Grenzwert zu. Ist die Überstrombegrenzung aktiv, wird am User Interface "OCP" angezeigt, wenn der betreffende Kanal fokussiert ist.

Die Überstrombegrenzung wird automatisch deaktiviert, wenn der Unterspannungsschutz aktiviert wird.

Lokale Bedienung:

Main Menu -> Settings -> Basic Settings -> Protection

Auswahlfeld „Active protection“: „Current“ wählen.

Im Eingabefeld „Current protection“ den Sollwert für die Strombegrenzung anpassen. Mit „OK“ bestätigen.

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.11.3 CURRent Subsystem

4.3.2 Unterspannungsschutz

Jeder Kanal verfügt über einen einstellbaren Unterspannungsschutz. Wird nach dem Einschalten des Geräts der Unterspannungsschutz aktiviert, steht der Unterspannungsschutz auf dem Minimalwert, was einen uneingeschränkten Betrieb ermöglicht. Der Unterspannungsschutz wirkt in allen Betriebsarten und lässt Stromfluss nur zu, wenn die Eingangsspannung höher ist als der eingestellte Grenzwert. Ist der Unterspannungsschutz aktiv, wird am User Interface "UVP" angezeigt, wenn der betreffende Kanal fokussiert ist.



Der Unterspannungsschutz wird je nach ausgewählter Regelgeschwindigkeit automatisch in zweierlei Modi betrieben:

- regelnder Übergang bei langsamer Regelung
- schaltender Übergang bei schneller Regelung

Der regelnde Übergang wird dazu verwendet, um z.B. bei einer Batterieentladung den CC-CV-Betrieb zu realisieren. Der regelnde Modus ist als PI-Regler ausgelegt und kann nicht verhindern, dass bei schlagartigem Absinken der Spannung unter den Sollwert dieser unterschritten wird, z. B. beim Prüfen der Strombegrenzung einer Stromversorgung im CC-Betrieb der elektronischen Last.

Der schaltende Modus ist als Komparatorfunktion ausgeführt. Bei Unterschreiten des Sollwertes wird der Strom schlagartig abgeschaltet. Das kann dazu führen, dass durch Entlastung der Spannungsquelle die Spannung wieder über den Sollwert steigt und der Strom erneut zugeschaltet wird. Dadurch kann um den Schaltzeitpunkt ein instabiles Verhalten auftreten. Der schaltende Übergang wird dazu verwendet, um beim Aufschalten der Eingangsspannung eine möglichst kurze Totzeit bis zum Fließen des Laststromes zu erreichen.

Lokale Bedienung:

Main Menu -> Settings -> Basic Settings -> Protection

Auswahlfeld „Active protection“: „Voltage“ wählen.

Im Eingabefeld „Voltage protection“ den Sollwert für den Unterspannungsschutz anpassen. Mit „OK“ bestätigen.

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.11.18 VOLTage Subsystem

4.4 Regelgeschwindigkeit

Bei bestimmten Prüflingen oder sehr langen Anschlussleitungen ist es eventuell notwendig, die Regelzeitkonstante anzupassen, um einen stabilen Betrieb zu erzielen. Dazu kann für jeden Kanal einzeln die Regelgeschwindigkeit umgeschaltet werden.

Nach dem Einschalten ist die Regelgeschwindigkeit "Fast" als Standardwert eingestellt. "Slow" dient zur Verwendung bei langen Anschlussleitungen oder bei Prüflingen mit zur Last inkompatiblen Regeleigenschaften.

Im Leistungsbetrieb und Widerstandsbetrieb können die Reglerparameter Kp und Ki an die Eigenschaften des Prüflings angepasst werden (siehe 4.2.2 Leistungsbetrieb und 4.2.3 Widerstandsbetrieb).

Die Regelgeschwindigkeiten (Anstiegszeiten) sind in den technischen Daten angegeben.

Lokale Bedienung:

Main Menu -> Settings -> Basic Settings -> Speed

Auswahlfeld „Regulation speed“: Regelgeschwindigkeit wählen.

Mit „OK“ bestätigen.

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.11.7 FUNCTION Subsystem

4.5 Lasteingang ein- und ausschalten

Mit der Taste **A4** kann der Lasteingang des fokussierten Kanals aus- und eingeschaltet werden. Bei eingeschaltetem Eingang ist die zugehörige LED "Input" **A2** ein und der angeschlossene Prüfling wird mit der Belastung beaufschlagt. Bei ausgeschaltetem Eingang ist die zugehörige LED "Input" aus. Der Eingangswiderstand des Gerätes ist im ausgeschalteten Zustand hochohmig.

Im Spannungsbetrieb erfolgt die Lastzuschaltung mit einem "Sanftanlauf". Es kann mehrere Millisekunden dauern, bis der voreingestellte Wert erreicht ist.

Lokale Bedienung:

Taste **A4**

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.11.8 INPut Subsystem

Externe Steuerung:

Siehe 6 Externe Steuerung über I/O-Port

4.6 LIST-Funktion

Jeder Kanal der elektronischen Last ist in der Lage, im sogenannten LIST-Betrieb Lastprofile nachzubilden, sowohl im Lokalbetrieb als auch bei Fernsteuerung über eine Datenschnittstelle. Dies ist in allen Betriebsarten möglich.

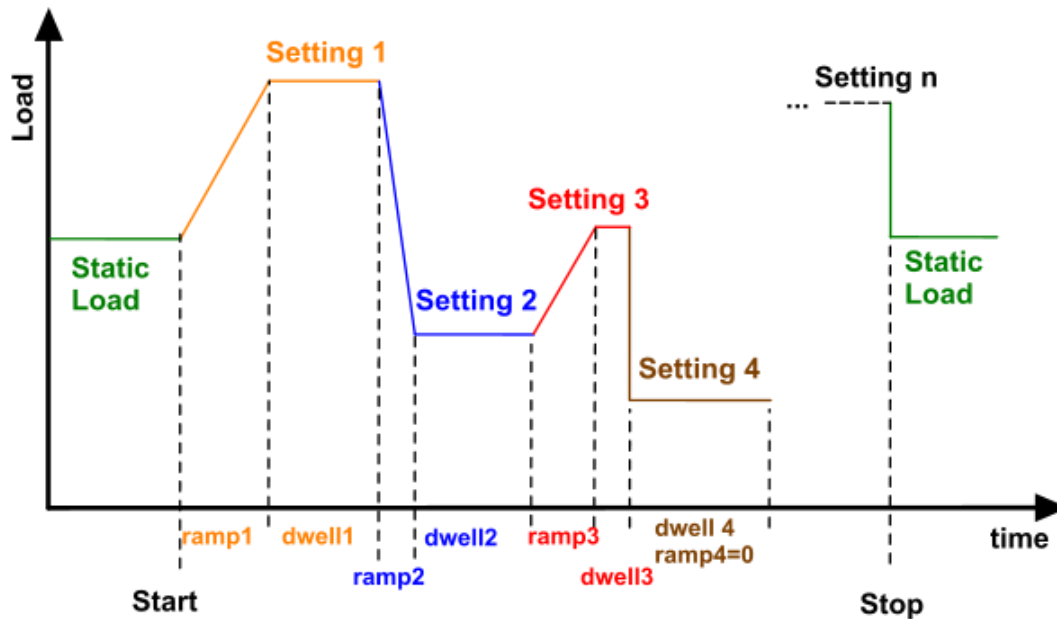


Abbildung 4.5: Lastprofil mit n LIST-Elementen

4.6.1 Begriffsdefinitionen

Lastprofil

Ein Lastprofil besteht aus aneinandergereihten Geradenstücken, die eine stetige Funktion für den zu regelnden Sollwert (Strom, Leistung, Widerstand, Spannung) bilden.

Liste für Sollwerte

Diese Liste wird zur Definition eines Lastprofils verwendet und enthält die Sollwerte für die entsprechende Betriebsart. Ein Wert in der Liste repräsentiert den Sollwert, der im LIST-Betrieb während der Verweilzeit (s. u.) geregelt wird.

Ein Reset setzt die Listenlänge auf 0.

Listen-Betriebsart

Die Listenbetriebsart definiert die Betriebsart (Current, Power, Resistance, Voltage), in welcher die Liste ausgeführt werden soll. Die Listen-Betriebsart wählt die entsprechende Sollwertliste aus.

Ein Reset setzt die Listen-Betriebsart Current.

Liste für Rampenzeiten

Diese Liste wird zur Definition eines Lastprofils verwendet. Ein Wert in der Liste repräsentiert die Zeitdauer für den Anstieg/Abfall zum entsprechenden nächsten Sollwert.

Ein Reset setzt die Listenlänge auf 0.

Liste für Verweilzeiten

Diese Liste wird zur Definition eines Lastprofils verwendet. Ein Wert in der Liste repräsentiert die Zeitdauer, für die der entsprechende Sollwert eingestellt wird.

Ein Reset setzt die Listenlänge auf 0.

Liste für Abtastzeiten in den Rampen

Diese Liste wird zur Definition von Messintervallen für die entsprechenden Rampen eines Lastprofils verwendet. Die Liste für Abtastzeiten muss nicht definiert werden, wenn die Messdatenerfassung nicht aktiviert wird. Ein Reset setzt die Listenlänge auf 0.

Liste für Abtastzeiten in den Verweilzeiten

Diese Liste wird zur Definition von Messintervallen für die entsprechenden Verweilzeiten eines Lastprofils verwendet. Die Liste für Abtastzeiten muss nicht definiert werden, wenn die Messdatenerfassung nicht aktiviert wird. Ein Reset setzt die Listenlänge auf 0.

Listensatz

Ein Listensatz besteht aus den Listen für das Lastprofil (Sollwerte, Rampenzeiten, Verweilzeiten). Die Elemente mit identischem Index in den einzelnen Listen (eines Listensatzes) definieren einen einzelnen Abschnitt des Lastprofils.

In einem gültigen Listensatz sind die Längen aller Listen > 0 und identisch, d.h. alle Listen enthalten die gleiche Anzahl von Elementen.

Ein Reset setzt die Länge aller Listen eines Listensatzes auf 0. Der Listensatz ist damit ungültig, und die Liste kann nicht ausgeführt werden.

Listendurchläufe

Die Anzahl der Durchläufe legt fest, wie oft der komplette Listensatz nach dem Starten ausgeführt wird.

Ein Reset setzt die Anzahl der Durchläufe auf 1.

Messdatensatz/Messdatenpunkt

Ein Messdatenpunkt ist ein Satz aus drei Messwerten bestehend aus Zeitstempel, Spannungswert und Stromwert. Beim Auslesen eines Messdatensatzes sind diese drei Werte jeweils durch Komma mit nachfolgendem Leerzeichen voneinander getrennt.

4.6.2 Listensatz definieren

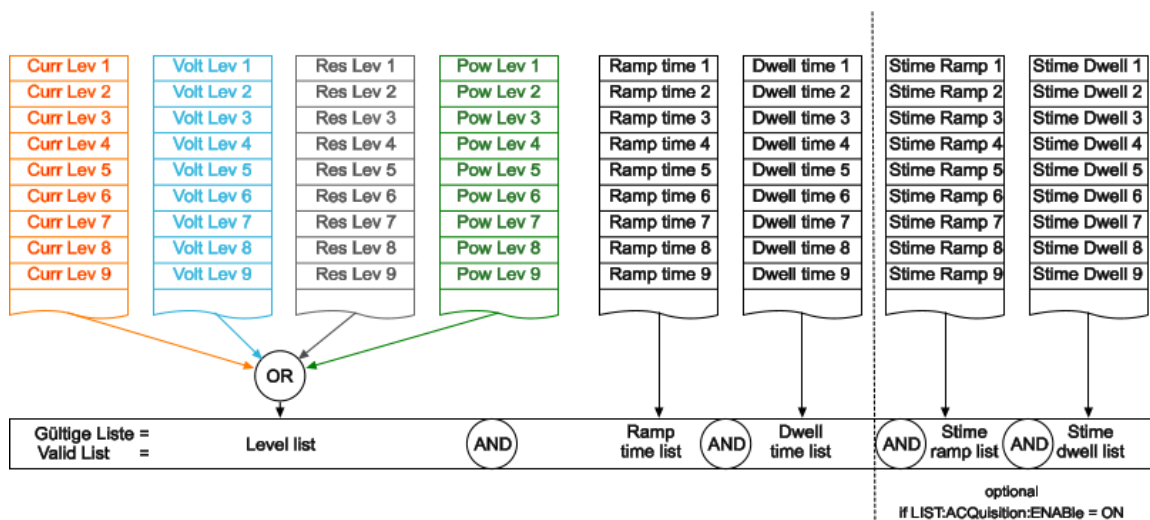


Abbildung 4.6: Speicherbedarf von Listen

Abbildung 4.6 zeigt die interne Speicherplatzbelegung der Listen in der Serie PMLA. Ein gültiger "Listensatz" besteht aus drei gleich langen Listen. Die Sollwertliste "Level list" wird abhängig von der Listenbetriebsart ausgewählt. Die Listen für die Rampenzeiten und die Verweilzeiten werden für alle Betriebsarten gemeinsam verwendet. Dies hat zur Folge, dass der Benutzer bei einem Betriebsartwechsel eventuell die Listen für die Rampenzeit und Verweildauer der neuen Listen-Betriebsart aktualisieren muss.

Bei aktiver Messdatenerfassung während der Listenausführung verhalten sich die beiden Listen für die Abtastzeiten („Stim ramp list“ und „Stim dwell list“) analog zu den Listen der Rampenzeit und der Verweildauer.

Lokale Bedienung:

Main Menu -> Settings -> Function -> List

Schaltfläche „New“: in Dialogfenster „Initialize New List“ wechseln.

Auswahlfeld „List mode“: Listen-Betriebsart wählen.

Wenn während der Listenausführung synchron Spannung und Strom aufgezeichnet werden sollen, dann Markierungsfeld „Data acquisition“ aktivieren.

Mit „OK“ bestätigen.

Im folgenden Dialogfenster „New List“ die Sollwerte für Level, Ramp time, Dwell time und ggf.

Sample Times des ersten Listenabschnittes definieren.

Den Wert für „Point“ inkrementieren und den Vorgang für alle Listenabschnitte wiederholen.

Einzelne Listenpunkte können mit der Schaltfläche „Add“ nach dem aktuell angezeigten Listenpunkt eingefügt werden. Mit der Schaltfläche „Delete“ wird der angezeigte Listenpunkt entfernt.

Mit „OK“ bestätigen.

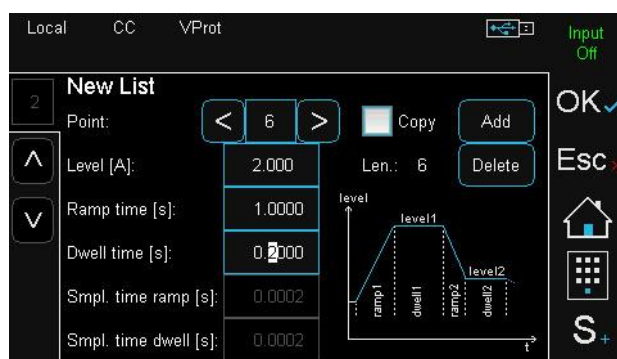


Abbildung 4.7: Dialogfenster zur Definition eines Lastprofils

Im Dialogfenster „List“ mit der Schaltfläche „Enter“ bei Bedarf weitere Sollwerte für die Listenfunktion editieren.

Wenn eine gültige Liste definiert wurde, ist die Liste aktiviert (aber noch nicht gestartet), und das Funktionszeichen $f(x)$ wird in der Statusleiste angezeigt.

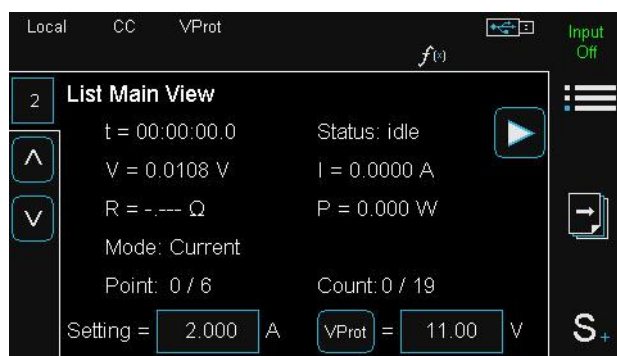


Abbildung 4.8: Hauptansicht der Listenfunktion

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.11.9 LIST Subsystem

4.6.3 Listendatei importieren

Alternativ zur manuellen Erstellung bzw. Programmierung der Listenfunktion über SCPI-Befehle gibt es eine Importfunktion für Listendateien. Die benötigte Datei kann mit dem PMLA-Tool am PC erstellt und auf einen USB-Stick übertragen werden. Die Listendateien mit der Endung *.lst müssen sich im Unterverzeichnis „LIST“ des

Stammverzeichnis des USB Sticks befinden. Über den Dialog „Import list from USB“ kann die vorbereitete Datei anschließend in die elektronische Last eingelesen werden.

Aufbau einer gültigen Listendatei:

```
[LIST_MODE]\n
VOLT\n
\n
[LIST_COUNT]\n
6\n
\n
[LIST_ACQ]\n
ON\n
\n
;comment
[LIST_VALUES]\n
1.234, 2.566, 2.854, 0.001,
0.01;comment\n
2.168, 3.987, 3.1, 0.02, 0.003\n
;comment\n
5.78, 6.77, 9.6, 0.01, 0.1\n
\n
```

Eine gültige Listendatei muss folgende Elemente enthalten:

- Tag „[LIST_MODE]“
- Betriebsart nach dem Tag „[LIST_MODE]“
- Tag „[LIST_COUNT]“
- Anzahl der Listenwiederholungen nach Tag „[LIST_COUNT]“
- Tag „[LIST_ACQ]“
- Aktivierungszustand der synchronen Datenerfassung nach dem Tag „[LIST_ACQ]“
- Tag „[LIST_VALUES]“
- Listenwerte nach Tag „[LIST_VALUES]“

Jede Zeile muss mit einem Linefeed („LF“ bzw. „0x0A“ bzw. „\n“) abgeschlossen sein. Der Datenteil wird mit einer zusätzlichen Leerzeile abgeschlossen.

LIST_MODE:

Betriebsart, in der die Listenfunktion ausgeführt wird. Gültige Bezeichner für die Betriebsart sind: CURR, CURRENT, VOLT, VOLTAGE, POW, POWER, RES und RESISTANCE (Groß-/Kleinschreibung wird nicht beachtet).

LIST_COUNT:

Der Wert für die Anzahl der Listenwiederholungen muss ein positiver Wert zwischen 1 und 4E9 sein. Eine unendliche Listenausführung kann mit dem Wert 9.9E37 erreicht werden.

LIST_ACQ:

Die Messdatenerfassung durch die Listenfunktion kann mit „1“ oder „ON“ aktiviert und mit „0“ oder „OFF“ deaktiviert werden. Ist die Messdatenerfassung aktiviert, müssen pro Listenpunkt 5 Einstellwerte vorhanden sein: Sollwert, Rampenzeit, Verweildauer, Abtastzeit für die Rampenzeit und Abtastzeit für die Verweildauer. Ist die Messdatenerfassung deaktiviert, werden nur die Einstellwerte für Sollwert, Rampenzeit und Verweildauer benötigt.

LIST_VALUES:

Die Listenwerte der einzelnen Stützpunkte sind nach folgendem Schema angeordnet:

Sollwert in A, V, W oder Q, Rampenzeit in s, Verweildauer in s[, Abtastzeit Rampe in s, Abtastzeit Verweildauer in s]

z.B. 1.234, 2.566, 2.854, 0.001, 0.0002

Die Eingabe der Listenwerte muss in einem gültigen Format für Fließkommazahlen gemäß IEEE 754 in der jeweiligen Grundeinheit (A, V, Q, s) erfolgen. Die Werte dürfen dabei auch in Exponentialform angegeben werden.

Als Trennzeichen zwischen den einzelnen Werten eines Stützpunkts dient das Komma. Am Ende der Listeneinträge muss eine Leerzeile folgen.

Ein Semikolon kennzeichnet einen Kommentar. Kommentare können in einer eigenen Zeile oder am Zeilenende stehen. Die Zeichen zwischen dem Semikolon und dem nächsten Linefeed werden nicht ausgewertet.

Mögliche Meldungen nach dem Laden der Listendatei:

List imported successfully (x steps)	Die Liste (x Listeneinträge) wurde erfolgreich geladen.
Line x; Invalid char. or separator missing	In Zeile x befindet sich ein ungültiges Zeichen oder das Trennzeichen fehlt.
Line x; Blank line missing	Leerzeile in Zeile x fehlt.
LIST_MODE tag not found	Tag "[LIST_MODE]" nicht gefunden.
LIST_MODE value not found	Keine gültige Betriebsart für den LIST_MODE gefunden.
LIST_COUNT tag not found	Tag "[LIST_COUNT]" nicht gefunden.
LIST_COUNT value not found	Kein gültiger Wert für die Anzahl der Listenwiederholungen gefunden.
LIST_ACQ tag not found	Tag "[LIST_ACQ]" nicht gefunden.
LIST_ACQ state not found	Kein gültiger Wert für den Zustand der Messdatenerfassung gefunden.
LIST_VALUES tag not found	Tag "[LIST_VALUES]" nicht gefunden.
LIST_VALUES data not found	Keine gültigen Werte für LIST_VALUES gefunden.
Line x; LIST_VALUES data missing	Mindestens ein benötigter Einstellwert für den Listeneintrag in Zeile x fehlt.
Line x; Value out of range	Listeneintrag in Zeile x außerhalb des gültigen Bereichs.
SBP data error	Bei der Abfrage der minimalen und maximalen Einstellwerte trat ein Fehler auf.
Sample time values missing	Die Abtastzeiten für die Rampenzeit und die Verweildauer fehlen (wird nur angezeigt, wenn LIST_ACQ aktiviert ist).
Line x; Too long data string, end missing	Die Länge der Zeile x ist größer als 70 Zeichen.
List exceeds max. length	Die maximale Listenlänge wurde überschritten (max. Listenlänge s. technische Daten)
Could not open file	Listendatei konnte nicht geöffnet werden.
Could not close file	Listendatei konnte nicht geschlossen werden.
Could not open directory	Das Verzeichnis LIST konnte nicht geöffnet werden.
USB flash drive not found	Der USB-Stick konnte nicht gefunden werden.

4.6.4 Liste ausführen

Für die Ausführung der Listenfunktion muss sich ein gültiger Listensatz im Gerät befinden (s. 3.3.2 Aufbau eines gültigen Listensatzes). Die Listenfunktion kann mit dem entsprechenden SCPI-Befehl, mit der Tastenfolge "Shortcut" -> "Start" oder mit einem Triggerereignis gestartet werden. Dabei schaltet das Gerät automatisch in die Betriebsart, in der die Listenfunktion ausgeführt werden soll. Bei laufender Listenausführung ist das FUNC-Bit im Operation Status Register gesetzt.

Wird während der Listenausführung der Lasteingang ausgeschaltet, wird die Listenausführung angehalten und mit dem Wiedereinschalten des Lasteingangs fortgesetzt. Nach dem Ablauf oder dem Abbruch einer Liste wechselt das Gerät wieder in die zuvor eingestellte statische Betriebsart mit dem dazugehörigen Sollwert. Der Lasteingang bleibt nach der Listenausführung eingeschaltet.

Lokale Bedienung:

Shortcut S+ -> Start

Die Ausführung der Liste startet, sobald die Tastenfolge ausgeführt wird. Dabei schaltet das Gerät automatisch in die Listen-Betriebsart. Bei laufender Listenausführung ist das FUNC-Bit im Operation Status Register gesetzt und LIST wird in der Statusleiste angezeigt.

Shortcut S+ -> Stop

Die Listenausführung wird gestoppt. Der Lasteingang wird dabei ausgeschaltet. Nach dem Ablauf oder dem Abbruch einer Liste wechselt das Gerät wieder in die zuvor eingestellte Grundbetriebsart mit dem dazugehörigen Sollwert.

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.11.9 LIST Subsystem

4.6.5 Liste per Trigger ausführen

Wenn die Listenausführung durch ein Trigger-Ereignis gestartet oder gestoppt werden soll, muss die Verarbeitung von Trigger-Ereignissen durch die Listenfunktion aktiviert werden.

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.11.9 LIST Subsystem, 5.11.17 TRIGger Subsystem

4.6.6 Messdatenerfassung durch die Listenfunktion

Synchron zur Ausführung einer Liste können Messdatensätze mit definierten Abtastraten in der elektronischen Last gespeichert werden. Für jeden Listenabschnitt wird dazu eine zugehörige Abtastrate angegeben. Bei aktivierter Datenaufzeichnung werden Spannung und Strom synchron gemessen und mit dem zugehörigen, relativen Zeitstempel gespeichert.

Die Datenaufzeichnung während der Ausführung der Listenfunktion muss explizit aktiviert werden. Ein Reset deaktiviert die Datenaufzeichnung.

Ein Datensatz besteht aus relativem Zeitstempel, Spannungswert und Stromwert. Ist das Ende des verfügbaren Datenspeichers erreicht, werden nach dem Ringpufferprinzip die ältesten Daten mit den neuen Daten überschrieben. Dies wird signalisiert, indem der Status MEM im Questionable Status Register gesetzt und in der Statusleiste der Benutzerschnittstelle angezeigt wird. Dieser Zustand bleibt so lange erhalten, bis entweder ein Datensatz gelesen, alle Datensätze gelöscht oder die Listenfunktion neu gestartet wird.

Um einen Überlauf des Messdatenspeichers zu vermeiden, sollten während sehr langen Messungen fortwährend Messdatensätze aus dem Speicher entnommen werden. Die gespeicherten Datensätze können dabei einzeln oder blockweise mit bis zu 100 Datensätzen pro Abruf aus der elektronischen Last ausgelesen werden.

Lokale Bedienung:

Siehe 4.6.2 Listensatz definieren

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.11.4 DATA Subsystem, 5.11.9 LIST Subsystem

4.6.7 Beispiel für eine Liste mit Messdatenerfassung

Programmierbeispiel: Lastprofil mit zwei Stromwerten (50 A, 20 A) und aktivierter Messdatenerfassung:

```
CURR 10;INP ON
LIST:MODE CURR
LIST:CURR 60,20
LIST:RTIM .025,.005
LIST:DWEL .01,.02
LIST:STIM:RTIM .005,.0025
LIST:STIM:DWEL .001,.01
LIST:COUN 10
```

```
LIST:ACQ ON
LIST:STAT ON
```

Dieses Beispiel erzeugt einen Laststromverlauf nach Abbildung 4.9. Die grünen Markierungen sind Messpunkte.

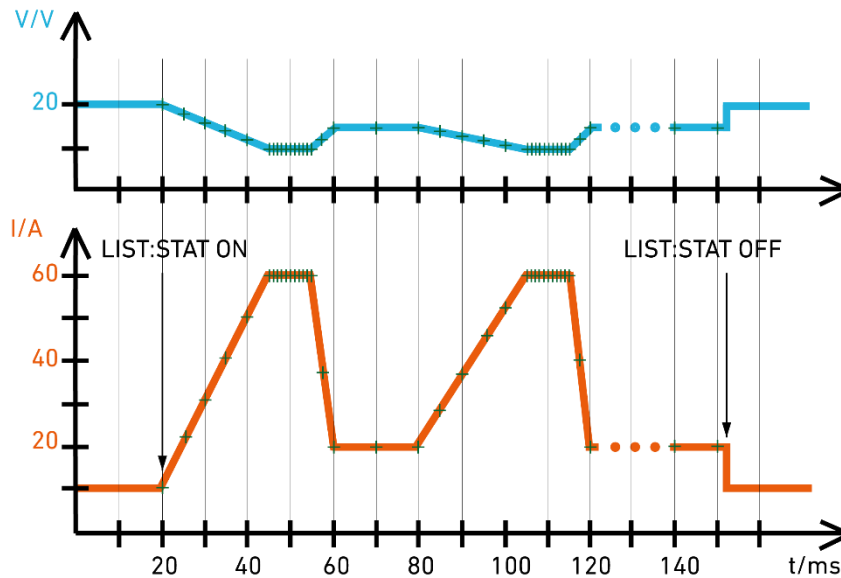


Abbildung 4.9: Beispiel einer Liste mit synchroner Datenerfassung

4.6.8 Allgemeine Hinweise für die LIST-Funktion



Die nutzbaren Zeiteinstellungen sind eventuell durch die Anstiegs- und Abfallzeit des jeweiligen Modells beschränkt (siehe technische Daten).

Für jede Listen-Betriebsart ist eine separate Sollwertliste vorhanden. Die Listen für die Rampen- und Verweilzeiten werden für alle Listen-Betriebsarten gemeinsam verwendet.



Während einer laufenden Liste kann die Listen-Betriebsart nicht geändert werden. Beim Versuch, die Listen-Betriebsart zu wechseln, während eine Liste ausgeführt wird, generiert die Last einen Settings Conflict Error (siehe 9.1 Fehlercodes).

Die List-Funktion kann nicht während einer laufenden internen Messdatenerfassung ausgeführt werden.

4.7 Interne Messdatenerfassung (ACQ)

Alle Kanäle können im digitalen Fernsteuerbetrieb unabhängig voneinander Messdatensätze erfassen und zyklisch in einem definierbaren Intervall (Sampling rate) im internen Speicher speichern.

Ein Datensatz besteht aus relativem Zeitstempel, Spannung und Strom.

Ist das Ende des verfügbaren Datenspeichers erreicht, wird entweder die Datenspeicherung gestoppt oder es werden nach dem Ringpufferprinzip die älteren Daten mit den neuen überschrieben. Letzteres erreichen Sie, indem Sie die kontinuierliche Messdatenerfassung aktivieren.

Die gespeicherten Daten können erst nach Beenden der Messdatenerfassung im ferngesteuerten Betrieb mit den Befehlen des DATA Subsystems ausgelesen werden. Dabei werden stets die Daten in zeitlich aufsteigender Reihenfolge ausgegeben, selbst wenn der Ringpuffer beim Speichern übergelaufen ist.



Die interne Messdatenerfassung kann nicht während einer laufenden Listenfunktion ausgeführt werden.

Ein Reset löscht den Messdatenspeicher.

Lokale Bedienung:

Main Menu -> Settings -> Acquisition

Markierungsfeld „Enable state“: Messwerterfassung aktivieren.

Eingabefeld „Sample rate [s]“: Messrate eingeben.

Beim Verlassen des Fensters mit „OK“ wird die Datenerfassung aktiviert und mit Einschalten des Lasteingangs gestartet.

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.11.1 ACQuisition Subsystem, 5.11.4 DATA Subsystem

4.8 Datenübertragung nach IEEE 488.2 – Binäre Blockdaten

Die Datenübertragung nach IEEE 488.2-Standard ermöglicht die Übertragung von Messdaten in einem definierten binären Blockformat. Diese Methode sorgt für eine effizientere und schnellere Übertragung großer Datenmengen.

Der binäre Blockdatentransfer wird ausschließlich zum Lesen von Messdaten verwendet. Mithilfe des SCPI-Befehls `DATA:REM?` können Messwerte in einem kompakten binären Format abgerufen werden, was die Übertragungszeit im Vergleich zu ASCII-Daten erheblich verkürzt.

1	2	3	4	5
'#'	number of elements that follow (ASCII) <nonzero digit>	number of bytes that follow (ASCII) <digit(s)>	binary data (non-ASCII) <8 bit data bytes>	termination character

Beispiel:

`#3144<data>NL`

Startzeichen

3 Anzahl an nachfolgenden Digits

144 Anzahl der zu übertragenden Datenbytes

<data> Binäre Blockdaten im IEEE 754-Format

NL Endezeichen

Um den binären Blockdatentransfer zu aktivieren, wird der SCPI-Befehl `FORM:DATA REAL,32` verwendet. Dieser konfiguriert die Datenübertragung im IEEE 754-Format, was für präzise und schnelle Übertragung von Gleitkommazahlen steht.

Die Byte-Reihenfolge kann mit dem Befehl `FORM:BORD NORM|SWAP` zwischen Little Endian und Big Endian umgeschaltet werden.



Die binäre Blockdatenübertragung nach IEEE 488.2 kann nur über die Kommunikationsschnittstellen RS-232, USB und LAN verwendet werden. Die Verwendung über GPIB und CAN ist nicht möglich.

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.11.4 DATA Subsystem, 5.11.6 FORMat Subsystem

4.9 Daten aus dem internen Speicher lesen

Die im internen Gerätespeicher gepufferten Messwerte (s. 4.6.6 Messdatenerfassung durch die Listenfunktion oder 4.7 Interne Messdatenerfassung (ACQ)) werden wie folgt ausgelesen.

Lokale Bedienung:

Main Menu -> Data -> Export

Eingabefeld „DUT directory“: Auf dem USB-Stick wird ein Verzeichnis mit der angegebenen Nummer erzeugt, in das die ausgelesenen Daten gespeichert werden.

Schaltfläche „start“: Lesen der Daten starten.

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.11.4 DATA Subsystem.

4.10 Ordnerstruktur auf USB-Stick

Bestimmte Funktionen der elektronischen Last können Messdaten oder Messergebnisse auf einen angesteckten USB-Stick speichern (z.B. Messdatenerfassung). Die erzeugten Dateien werden mit der folgenden Verzeichnisstruktur abgelegt:

Export/Import von Geräteeinstellungen:

Die elektronische Last kann die aktuellen Geräteeinstellungen auf einen USB-Stick exportieren oder diese von einem USB-Stick importieren. Diese „Settings“-Dateien müssen sich im Unterverzeichnis „SETTINGS“ im Stammverzeichnis befinden.

Export von Messdaten und Messergebnissen:

Im Stammverzeichnis des USB-Sticks wird von der Last ein Ordner erstellt, dessen Name sich aus der Geräteserie und der Gerätenummer zusammensetzt. Um die exportierten Dateien einem Prüfling zuordnen zu können, hat der Benutzer die Möglichkeit, in den jeweiligen Dialogfenstern der Funktionen eine Prüfungsnummer anzugeben. Anhand dieser Prüfungsnummer wird der Ordner „DUTxx“ (xx = Prüfungsnummer) erstellt. Im DUT-Ordner werden anhand der ausgeführten Funktion entsprechende Unterordner erstellt, in denen dann die Messdaten und -ergebnisse gespeichert werden.

4.11 Entladefunktion

Zur Prüfung von Energiespeichern wie Batterien, Ultracaps und Kondensatoren kann jeder Kanal einen angeschlossenen Prüfling kontrolliert entladen und die Werte für entnommene Ladung und Energie zur Verfügung stellen.

Diese Funktion ist bei lokaler Bedienung und bei digitaler Fernsteuerung möglich. Bei lokaler Bedienung wird der Benutzer durch das Menü geführt, so dass das Gerät einige wichtige Einstellungen wie z. B. Strom- und Spannungsbegrenzung fordert.

Sie starten die Entladung, indem Sie bei aktivierter Entladefunktion und vorgewählter Belastung den Lasteingang einschalten. Dazu müssen Sie bei lokaler Bedienung mindestens ein Stoppkriterium aktiviert haben.

Bei der laufenden Entladung kumuliert die Last im Sekundentakt die dem Prüfling entnommene Ladung in Ah und die Energie in Wh. Diese werden ebenso wie die aktuellen Messwerte für Spannung und Strom mit der verstrichenen Entladezeit auf dem User Interface angezeigt.

Der an den Lasteingang angeschlossene Prüfling wird so lange mit der gewählten Belastung beaufschlagt, bis eines der aktivierten Stoppkriterien erfüllt ist.

Betriebsart für die Entladung

Die Entladefunktion ist prinzipiell in jeder Betriebsart möglich. Bei lokaler Bedienung stehen die folgenden Betriebsarten zur Verfügung:

- Strombetrieb
- Leistungsbetrieb
- Widerstandsbetrieb
- dynamische Entladung im List-Betrieb

Den Sollwert für die gewählte Betriebsart geben Sie direkt im Fenster „Level“ ein. Diesen können Sie auch später bei laufender statischer Entladung verändern.

Dynamische Entladung

Die Entladefunktion bietet die Möglichkeit, einen Prüfling mit Hilfe eines dynamischen Lastprofils kontrolliert zu entladen. Für diesen Anwendungsfall muss zuerst ein gültiges Lastprofil mit Hilfe der List-Funktion erstellt werden (s. 4.6 LIST-Funktion). Anschließend kann im Dialogfenster "Discharge Mode" der Eintrag "List" angewählt werden. Nach dem Starten der Entladefunktion mit der Tastenfolge Shortcut -> Start werden die List- und Entladefunktion gemeinsam ausgeführt.

Im digitalen Fernsteuerbetrieb müssen die List- und Entladefunktion separat gestartet werden.

IUa-Entladung, CC+CV-Entladung

Eine besondere Entladeart ist die CC+CV- bzw. IUa-Entladung. Dabei wird der Prüfling zunächst mit konstantem Strom bis zu einer definierten Minimalspannung (Sollwert des Unterspannungsschutzes) entladen. Bei Erreichen dieser Spannung schaltet die elektronische Last implizit in den Spannungsbetrieb um, d. h. die angegebene Spannung wird konstant gehalten, und zwar so lange, bis der gemessene Strom unter den Wert des Stoppkriteriums Strom (siehe unten) gesunken ist. Erst dann schaltet die Last den Lasteingang ab und die Prüfung ist beendet.



Eine IUa-Entladung realisieren Sie, indem Sie den Wert der zu regelnden Minimalspannung als Sollwert für den Unterspannungsschutz vorgeben und das Stoppkriterium Strom aktivieren und definieren.

Stoppkriterien

Folgende Stoppkriterien sind unabhängig voneinander aktivierbar:

- Ladung (Charge)
- Energie (Energy)
- Zeit (Time)
- Strom (Current)
- Spannung (Voltage)

Die Stoppkriterien sind bei digitaler Fernsteuerung auch während der laufenden Entladung im Wert veränderbar.

Die Stoppkriterien Ladung, Energie und Zeit werden auf Überschreitung geprüft, die Stoppkriterien Strom und Spannung auf Unterschreitung. Das heißt, die Entladung stoppt z. B. wenn die kumulierte Ladung größer/gleich dem vorgegebenen Stopp-Wert ist oder wenn die gemessene Spannung kleiner/gleich dem vorgegebenen Stopp-Wert ist.



Wenn eines der aktivierten Stoppkriterien erreicht wird, schaltet die elektronische Last den Lasteingang aus und deaktiviert die Entladefunktion.

Statische Messdatenerfassung

Zur Speicherung von Messdaten kann bei digitaler Fernsteuerung die statische Messdatenerfassung aktiviert werden (siehe 4.7 Interne Messdatenerfassung (ACQ)).

Lokale Bedienung:

Main Menu -> Settings -> Function -> Discharge

„Initialize function“: „Enter“ drücken.

Im folgenden Dialogfenster „Discharge Stop Conditions“ mindestens ein Abschaltkriterium aktivieren und definieren. Mit „OK“ bestätigen.

Im folgenden Dialogfenster „Discharge Mode and Protection“ die Sollwerte für Betriebsart, Pegel und Schutzfunktionen anpassen. Mit „OK“ bestätigen.

Im folgenden Dialogfenster „Discharge“ mit „OK“ die Konfiguration der Funktion abschließen.

In der funktionsspezifischen Hauptansicht „Discharge Main View“ mit Shortcut S+ -> Start die Entladefunktion starten.

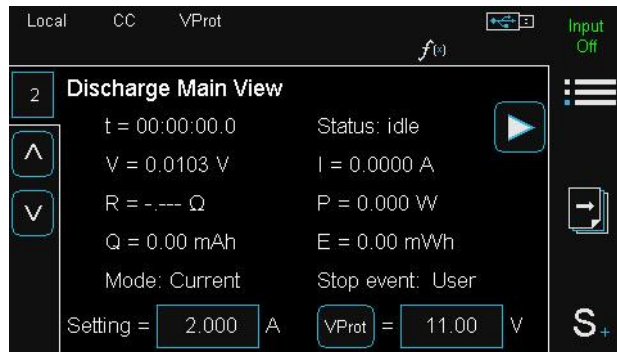


Abbildung 4.10: Hauptansicht der Entladefunktion

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.11.7 FUNCTION Subsystem: Befehle FUNCTION:DISCharge

4.12 Messdaten anzeigen

In der lokalen Bedienung gibt es verschiedene Arten der Messwert- bzw. Messdatenanzeige.

Neben der Messwertanzeige im numerischen Format zeigt der Yt-Graph den zeitlichen Verlauf von Spannung, Strom und/oder Leistung. Der Yt-Graph wird durch Berühren des Blättern-Symbols in der Hauptansicht angezeigt. Siehe Kapitel 3.3 Hauptansichten.



Abbildung 4.11: Hauptansichten der Messwerte/-daten

Lokale Bedienung:

Hauptansicht -> Blättern-Symbol

4.13 MPP Tracking

Die Maximum Power Point Tracking-Funktion (MPPT-Funktion) ermöglicht das Prüfen von Solar- bzw. Photovoltaikmodulen, indem ein Lastkanal den Punkt der maximalen Leistung des angeschlossenen Prüflings durch Variieren des Spannungssollwerts im Spannungsbetrieb regelt.

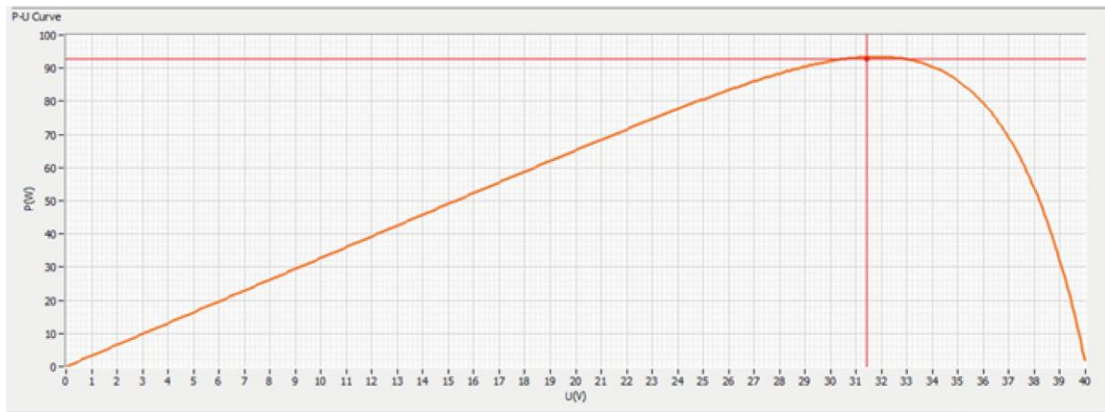


Abbildung 4.12: Leistungskurve über der Spannung mit MPP

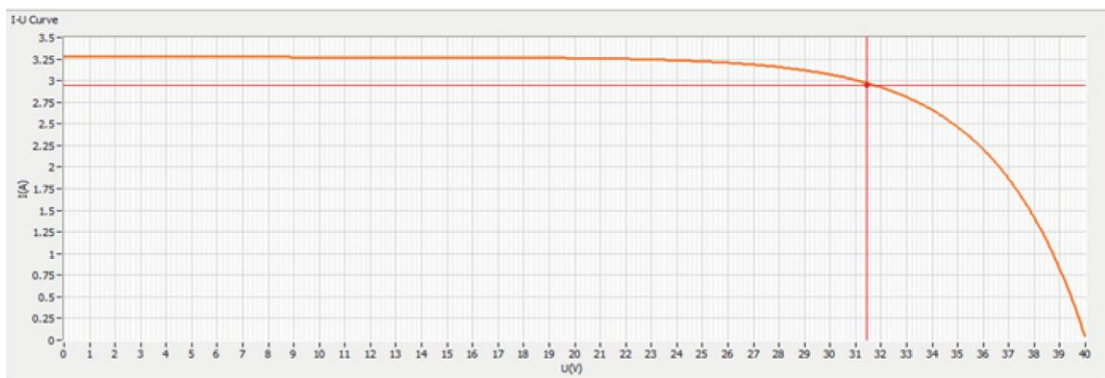


Abbildung 4.13: Stromkurve über der Spannung mit MPP

4.13.1 Begriffsdefinitionen

MPP

Der MPP (Maximum Power Point) ist der Betriebspunkt, an dem der Prüfling (Solar-/PV-Modul) die meiste Leistung abgibt. Der zuletzt gefundene/geregelte MPP wird an der Benutzerschnittstelle angezeigt und kann über eine Datenschnittstelle abgefragt werden.

Sweep

Die MPPT-Sweep-Funktion misst die Leerlaufspannung V_{oc} des Prüflings, vermisst die U/I-Kennlinie und bestimmt auf deren Basis den globalen MPP.

Sweep-Dauer

Die Sweep-Dauer bestimmt, wie lange ein einzelner Sweep dauert. Sie wird über die Benutzerschnittstelle oder über eine Datenschnittstelle eingestellt.

Sweep-Periode

Die Sweep-Periode bestimmt, in welchem zeitlichen Abstand ein Sweep durchgeführt wird. Sie wird über die Benutzerschnittstelle oder über eine Datenschnittstelle eingestellt.

Sweep-Richtung

Die Sweep-Richtung bestimmt, ob von der Leerlaufspannung V_{oc} des Prüflings aus bis auf 0 Volt die Spannung reduziert wird (Richtung „down“), oder ob von 0 Volt aus bis zur Leerlaufspannung V_{oc} die Spannung erhöht wird (Richtung „up“). Die Sweep-Richtung kann über die Benutzerschnittstelle oder über eine Datenschnittstelle vorgegeben werden.

Sweep-Messdaten

Die gemessenen Sweep-Messdaten bilden die U/I-Kennlinie des Prüflings mit 100 Punkten ab. Sie sind folgendermaßen zusammengesetzt:

<Volt_0>,<Curr_0>,<Volt_1>,<Curr_1>,...,<Volt_99>,<Curr_99>

Die Sweep-Messdaten können über eine Datenschnittstelle abgefragt werden. Ebenso kann die Anzahl der Messpunkte des letzten Sweeps über eine Datenschnittstelle abgefragt werden. Ist die Anzahl gleich 0, so hat noch kein Sweep stattgefunden.

Kumulierte Energie

Energie in Wh, die seit Aktivierung der MPPT-Funktion dem Prüfling entnommen wurde. Bei Aktivierung der MPPT-Funktion wird beginnend bei 0 die Energie in Wh aufkumuliert, bis die Ausführung deaktiviert wird. Wird bei laufendem MPPT der Lasteingang ausgeschaltet, pausiert die Kumulation solange bis der Eingang wieder eingeschaltet wird. Der Wert bleibt auch nach Deaktivierung der Funktion erhalten, bis die MPPT-Funktion erneut gestartet wird. Der Energiewert wird an der Benutzerschnittstelle in der Hauptansicht angezeigt und kann über eine Datenschnittstelle abgefragt werden.

Regelgenauigkeit ΔP

Die Regelgenauigkeit bestimmt, mit welcher Genauigkeit der MPP nachgeregelt wird. Beginnend beim MPP des letzten Sweeps wird die Spannung so lange in die gleiche Richtung variiert, bis sich die Leistung um $\Delta P \cdot MPP$ verringert hat. Dann wird die Richtung der Spannungsvariation umgekehrt, bis wieder ein Leistungsmaximum gefunden wird und dieses sodann um $\Delta P \cdot MPP$ zurückgeht usw. Die MPP-Regelgenauigkeit ist als Geräteparameter nichtflüchtig gespeichert (siehe 9.2 Geräteparameter). Dieser Parameter wird beim Zurücksetzen des Gerätes auf Werkseinstellungen (Factory Reset bzw. SYSTem:PRESet) auf den Standardwert gesetzt.

Mindestspannung

Die Mindestspannung bestimmt, ab welcher Leerlaufspannung des Prüflings Sweep und Tracking durchgeführt werden.

Die Mindestspannung ist als Geräteparameter nichtflüchtig gespeichert (siehe 9.2 Geräteparameter). Dieser Parameter wird beim Zurücksetzen des Gerätes auf Werkseinstellungen (Factory Reset bzw. SYSTem:PRESet) auf den Standardwert gesetzt.

4.13.2 MPPT-Funktion

Die Funktion besteht aus den beiden Unterfunktionen Sweeping und Tracking, die sich ständig in einem einstellbaren Intervall (Sweep-Periodendauer) abwechseln. Über eine Datenschnittstelle kann ein Sweep auch erzwungen werden, sofern die elektronische Last in diesem Moment nicht schon einen Sweep durchführt.

Zum Starten der MPP-Regelung muss die MPPT-Funktion aktiviert und der Lasteingang eingeschaltet werden. Ist die gemessene Leerlaufspannung größer als die Mindestspannung, führt die elektronische Last einen Sweep durch und regelt anschließend den dabei gefundenen MPP nach.

Die U/I-Kennlinie wird zusammen mit der U/P-Kennlinie im Funktionsgraph der Benutzerschnittstelle angezeigt.

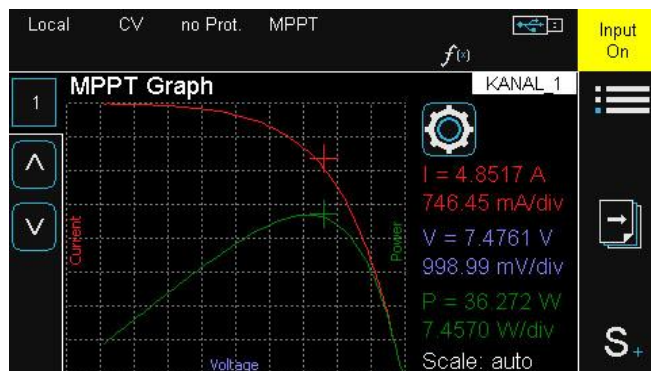


Abbildung 4.14: U/I- und U/P-Kennlinie

Lokale Bedienung:

Main Menu -> Settings -> Functions-> MPPT

Sollwerte für Sweep-Dauer, Sweep-Periode und Sweep-Richtung definieren. Mit „OK“ bestätigen.

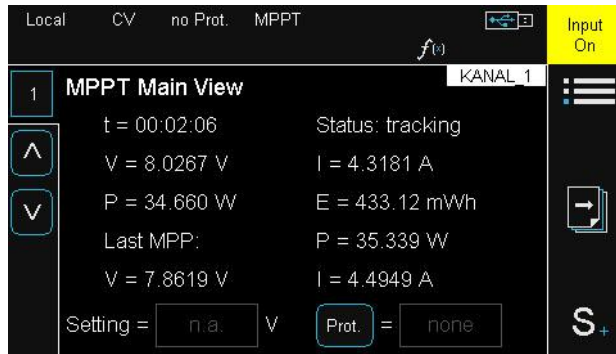


Abbildung 4.15: Hauptansicht der MPPT-Funktion

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.11.7 FUNCTION Subsystem.

4.14 Watchdog

Jeder Kanal hat eine Watchdog-Funktion, die den Lasteingang abschaltet, wenn die zuvor programmierte Watchdog-Verzögerungszeit abläuft, ohne dass der Watchdog zurückgesetzt wurde.

Die Watchdog-Verzögerungszeit wird per SCPI-Befehl auf eine definierte Zeit in Sekunden gesetzt. Ein weiterer Befehl aktiviert den Watchdog. Ein Steuerprogramm muss bei aktivem Watchdog dafür sorgen, dass zyklisch der Befehl zum Zurücksetzen des Watchdogs an die elektronische Last gesendet wird, bevor die Verzögerungszeit abläuft.

Beim Zurücksetzen des Watchdogs fängt die Zeit wieder bei der programmierten Verzögerungszeit an herunterzuzählen. Läuft die Zeit ohne einen Watchdog-Rücksetz-Befehl ab, schaltet der Kanal den Lasteingang aus und setzt den Status WDP. Um in diesem Fall den Lasteingang wieder zu reaktivieren, muss der Watchdog ausgeschaltet werden.



Der Watchdog verändert nicht den Sollwert für den Eingangszustand.

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.11.8 INPut Subsystem

4.15 Lüftersteuerung

Die Geräte verfügen über eine automatische Lüftersteuerung. Die Drehzahl der Lüfter wird in Abhängigkeit von der Temperatur der Leistungsstufe des heißesten Kanals in zwei Stufen umgeschaltet.

In einigen Anwendungen ist es von Vorteil, die Temperatur der Leistungsstufe so niedrig wie möglich zu halten. Dazu kann die Lüftersteuerung von "Automatic" auf "Full" gestellt werden, so dass die Lüfter mit der maximalen Kühlleistung laufen.

Lokale Bedienung:

Main Menu -> Settings -> Cooling

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.11.16 SYSTem Subsystem

4.16 Triggermodell

Verschiedene Triggeraktionen können im digitalen Fernsteuerbetrieb durch ein Triggerereignis ausgelöst werden:

- Getriggerte Sollwerte aller Betriebsarten setzen
- Aktivierungszustand des Lasteingangs, der List-Funktion und der Messdatenerfassung setzen

4.16.1 Zustände im Triggermodell

In der elektronischen Last ist ein systemspezifisches Triggermodell (s. Abbildung 4.16) integriert, bei dem folgende Zustände möglich sind:

- IDLE: Das Triggermodell befindet sich im Ruhezustand. Die elektronische Last wartet nicht auf einen Trigger. Triggerereignisse im Zustand IDLE verursachen einen Fehler. Der Zustand IDLE wird nach dem Befehl ABORT oder nach einem Reset eingenommen.
- INITIATED: Im Zustand INITIATED wartet das Gerät auf ein Triggerereignis.
- ACTION: Die Triggeraktionen werden ausgeführt. Danach wird wieder der Zustand IDLE eingenommen, wenn die kontinuierliche Initialisierung deaktiviert ist. Andernfalls wird der Zustand INITIATED eingenommen.

4.16.2 Trigger-Verzögerungszeit

Für den Zustandsübergang von INITIATED zu ACTION kann eine Verzögerungszeit (trigger delay) definiert werden, nach der die getriggerten Aktionen erst ausgeführt werden.

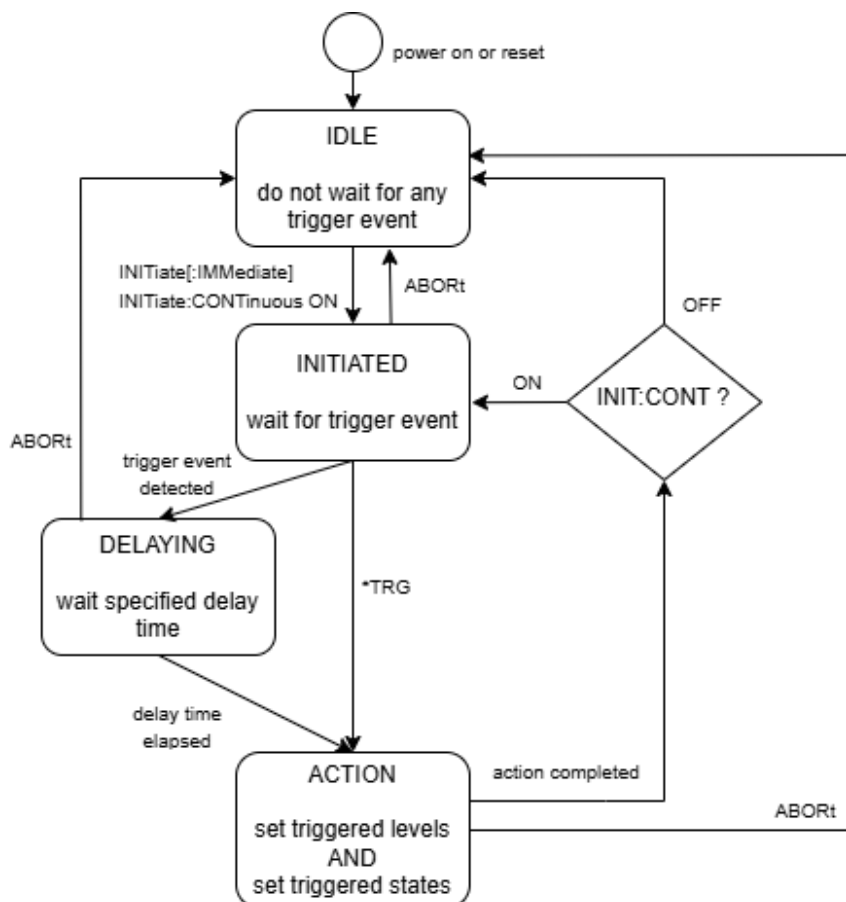


Abbildung 4.16: Triggermodell



Die Latenzzeit (Verzögerungszeit) vom Eintreffen eines Triggerbefehls (*TRG) bis zur Ausführung der Triggeraktion ist den technischen Daten zu entnehmen.

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.10.12 *TRG, 5.11.17 TRIGger Subsystem

4.17 SyncroLink

4.17.1 Funktionsprinzip

Die SyncroLink-Funktion ermöglicht die Synchronisation mehrerer elektronischer Lasten (serienübergreifend) mit Hilfe eines Triggersignals, um eine gleichzeitige Funktionsausführung der Geräte zu gewährleisten. Sie bietet eine präzise Synchronisation und ein deterministisches Verhalten, was sie ideal für Anwendungen macht, bei denen mehrere Lasten synchron gesteuert werden müssen, beispielsweise in Tests mit mehreren Lastkanälen der Serie PMLA.

Der SyncroLink verwendet die physikalische RS-232-Schnittstelle zur Übertragung des Synchronisationssignals.

Ein Gerät fungiert als SyncroLink Master, welches das Synchronisationssignal erzeugt, während die anderen Geräte als SyncroLink Slaves fungieren und das Signal empfangen. Welches Gerät SyncroLink Master bzw. Slave ist, bestimmt ein spezielles SyncroLink-Kabel, das über die RS-232-Anschlüsse aller Geräte verbunden wird. S. Abbildung 4.18.

Alle Geräte im SyncroLink-Netzwerk müssen initial über eine andere Datenschnittstelle (z. B. LAN oder USB) konfiguriert werden.

Konfigurationsbeispiel für die Aktivierung des Lasteingangs:

RS-232-Schnittstelle konfigurieren:

Lokale Bedienung:

Main Menu -> Configuration -> Communication -> RS-232 Configuration

Auswahlfeld „Mode“: „SyncroLink“ wählen. Mit „OK“ bestätigen.

Digitale Fernsteuerung:

`SYST:COMM:SER:MODE SLIN`

Diese Einstellung wird nach einem Neustart aktiv und bleibt dauerhaft erhalten.

SyncroLink aktivieren:

Digitale Fernsteuerung: `SYST:SLIN ON`

Aktivierung des getriggerten Lasteingangs: `INP:TRIG ON`

Triggersystem kontinuierlich initialisieren: `INIT:CONT ON`

Synchronisationssignal erzeugen, nur an SyncroLink Master: `*TRG`

Das Synchronisationssignal wird dann vom Master-Gerät über das SyncroLink-Kabel an alle angeschlossenen Slave-Geräte verteilt.

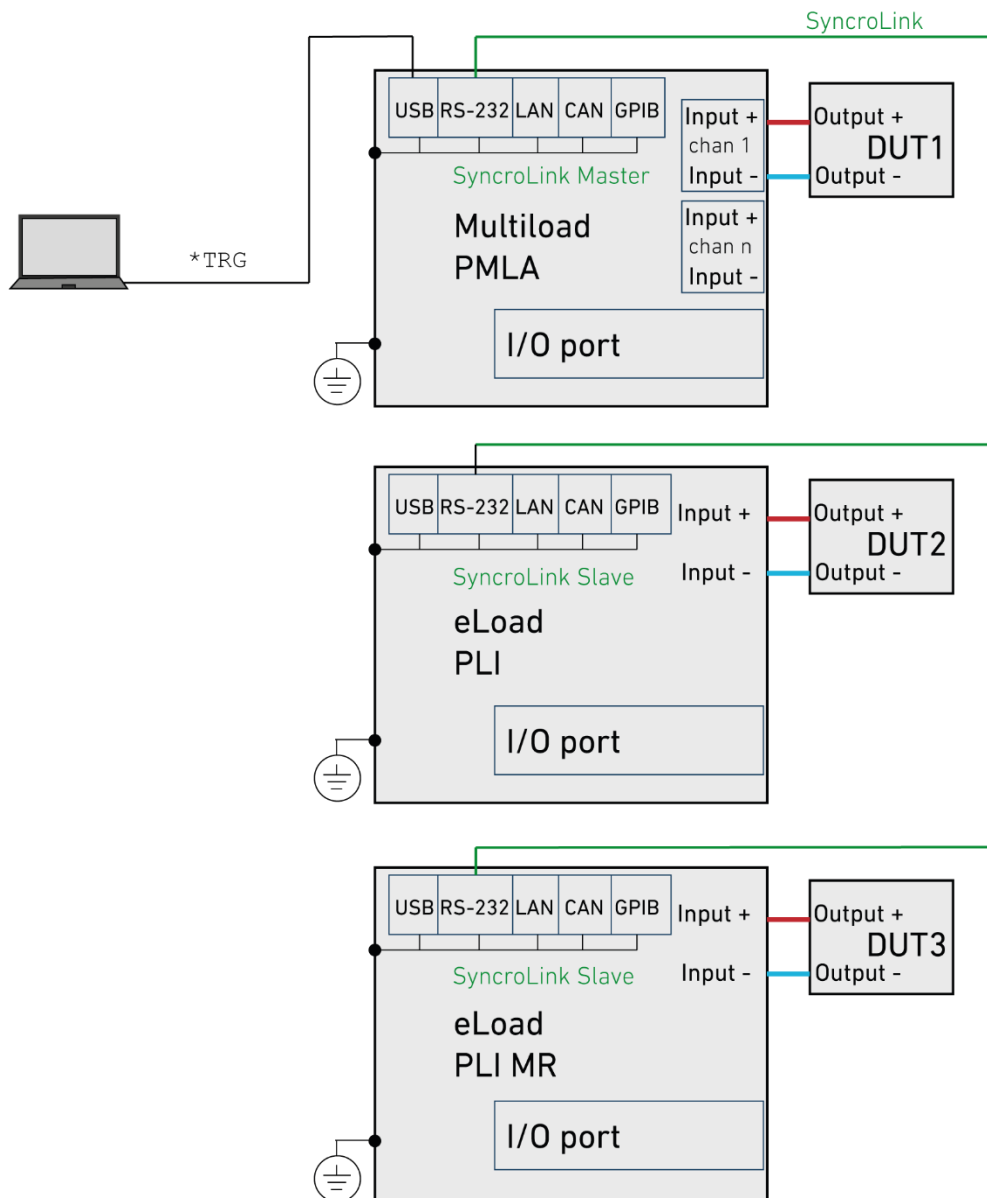


Abbildung 4.17: Verschaltung mehrerer Geräte mit SyncroLink

Vorteile

- Hohe Synchronität: Die SyncroLink-Funktion bietet eine Synchronisation mit einer Verzögerung von typischerweise unter 300 µs.
- Deterministisches Verhalten: Die Ausführung des Lasteingangs erfolgt in einem vorhersagbaren Zeitrahmen.
- Kein I/O-Port nötig: Die RS-232-Schnittstelle wird als physikalisches Medium genutzt, der I/O-Port wird nicht benötigt.
- Galvanische Trennung der Geräte

Pinbelegung SyncroLink Kabel:

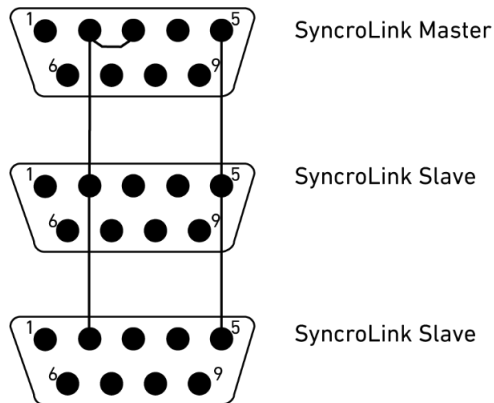


Abbildung 4.18: SyncroLink Kabelverdrahtung

4.17.2 SyncroLink Delay

Die Mehrkanal-Lastenserie PMLA verarbeitet Triggersignale unterschiedlich zu anderen H&H-Lasten, was zu unterschiedlichen Laufzeiten führt. Bei gemischten Systemen mit PMLA-Geräten sind diese Laufzeiten auszugleichen, indem bei den PMLA-Geräten eine Verzögerungszeit von 450 µs programmiert wird. Die Aktionen aller Geräte sind dann nur noch minimal versetzt.

Befehl an alle PMLA-Geräte:
`SYST:SLIN:DEL 0.00045`

Digitale Fernsteuerung:
 Siehe 5.11.16 SYSTem Subsystem



Ausführliche Informationen hierzu bietet die Application Note Nr. 21 auf der H&H Website:
<https://www.hoecherl-hackl.de/download/14527/>

4.18 Spannungsaufschaltung und PWM-Betrieb

Elektronische Lasten von H&H eignen sich zur Spannungsaufschaltung und zum Betrieb an PWM-Spannungen.

Zur Vermeidung von Einschaltstromspitzen beim Anlegen der Eingangsspannung bzw. bei der steigenden Flanke der PWM-Spannung sollte der Sollwert für den Unterspannungsschutz der elektronischen Last an den Wert der Eingangsspannung angepasst werden. Das heißt: setzen Sie den Sollwert auf einen Wert größer 0 V und kleiner als die Eingangsspannung.

Um eine möglichst kurze Totzeit bis zum Fließen des Laststromes zu erreichen, stellen Sie die schnelle Regelung ein (siehe 4.3.2 Unterspannungsschutz, 4.4 Regelgeschwindigkeit).

Ausführliche Informationen hierzu bietet die Application Note Nr. 7 auf der H&H Website:
www.hoecherl-hackl.de/download/1259/

4.19 Tastensperre

Um eine unbeabsichtigte oder unerlaubte Bedienung der elektronischen Last zu verhindern, kann die Tastensperre aktiviert werden.

Die Tastensperre kann lokal über die Tastenfolge Shortcut -> Lock oder per Fernsteuerung mit dem SCPI-Befehl SYSTem:KLOCK ON|OFF aktiviert und deaktiviert werden.



Wird die Tastensperre lokal aktiviert, wird im Hauptmenü ein Schlosssymbol mit 'L' für "Local lock" angezeigt. Die lokal aktivierte Tastensperre kann manuell (nochmaliger Shortcut Lock) oder per Fernsteuerung wieder aufgehoben werden.



Wird die Tastensperre per Fernsteuerbefehl über eine der Datenschnittstellen aktiviert, wird im Hauptmenü ein Schlosssymbol mit "R" für "Remote Lock" angezeigt. Die ferngesteuerte Aktivierung der Tastensperre kann nur per Fernsteuerung wieder aufgehoben werden. Das Remote-Attribut überschreibt das Local-Attribut.

Lokale Bedienung:

Shortcut S+ -> Lock

Shortcut S+ -> Unlock

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.11.16 SYSTem Subsystem

4.20 Remote-Benachrichtigung

Um den Bediener auf eine bestimmte Situation aufmerksam zu machen, kann eine Steuereinheit über eine der Datenschnittstellen akustische und/oder optische Hinweise am Gerät abgeben.

4.20.1 Piepser

Mit dem Befehl SYSTem:BEEP wird ein akustischer Signalton mit spezifizierbarer Dauer durch den Piepser ausgegeben.

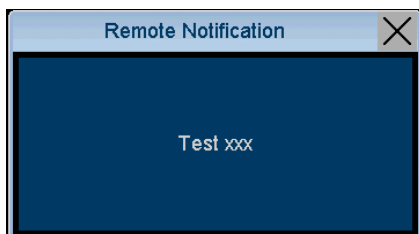
Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.11.16 SYSTem Subsystem

4.20.2 Benachrichtigungs-Fenster

Mit dem Befehl DISPlay:TEXT wird ein spezifischer Hinweistext in einem Benachrichtigungs-Fenster auf dem Display der Benutzerschnittstelle angezeigt.

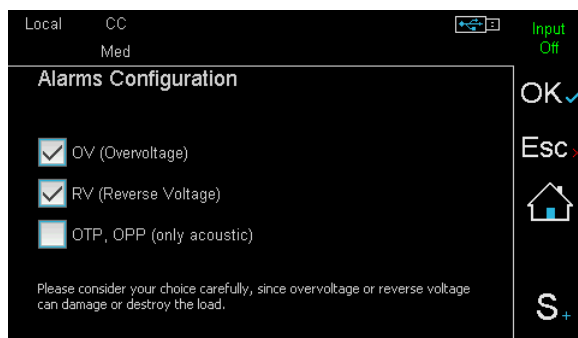
Wird eine leere Zeichenkette ("") übergeben, wird das Benachrichtigungs-Fenster wieder geschlossen. Außerdem kann der Bediener das Benachrichtigungs-Fenster quittieren und schließen.



Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.11.5 DISPlay Subsystem

4.21 Alarm konfigurieren



Beim Auftreten von kritischen Zuständen gibt die elektronische Last akustische und visuelle Meldungen.

Bei Übertemperatur und Überleistung kann ein akustisches Signal aktiviert werden (standardmäßig inaktiv). Bei Überspannung oder verpolter Eingangsspannung wird zusätzlich zum akustischen Alarmsignal ein Benachrichtigungsfenster eingeblendet, dass der Benutzer aktiv bestätigen muss (standardmäßig aktiv).

Für spezielle Anwendungsfälle, in denen die elektronische Last gezielt an der Schwelle eines kritischen Zustands betrieben werden soll, können die OV-, RV- und OTP/OPP-Alarmer separat aktiviert oder deaktiviert werden.

Die Einstellung „OTP, OPP (only acoustic)“ aktiviert das akustische Alarmsignal für die Temperatur- und Leistungsbegrenzung. Bei den Gerätezuständen OTP und OPP wird kein Benachrichtigungsfenster angezeigt.



Überspannung oder Verpolung verursachen einen Kurzschluss ohne jegliche Strombegrenzung! Das kann die elektronische Last und den Prüfling zerstören!

- Stellen Sie durch eine Sicherung im Lastkreis sicher, dass der auftretende Laststrom im Testaufbau begrenzt wird!
- Aktivieren Sie die Meldungen wieder, sobald die Anwendung mit deaktivierten Meldungen beendet ist!

Lokale Bedienung:

Main Menu -> Configuration -> Alarms

Markierungsfeld „OV (Overvoltage)“: Bei gesetztem Haken sind akustische und visuelle Warnungen bei Überspannung am Lasteingang aktiv.

Markierungsfeld „RV (Reverse Voltage)“: Bei gesetztem Haken sind akustische und visuelle Warnungen bei verpolter Spannung am Lasteingang aktiv.

Markierungsfeld „OTP, OPP“: Bei gesetztem Haken ist die akustische Warnung bei Übertemperatur oder Leistungsbegrenzung aktiv.

4.22 Geräteeinstellungen speichern und laden

4.22.1 Interner Speicher

Die aktiven Einstellungen aller Kanäle können nichtflüchtig im Gerät gespeichert werden, so dass sie zu einem späteren Zeitpunkt wieder geladen werden können. Zum Speichern der aktiven Einstellungen kann der Benutzer aus 10 vorhandenen Speicherpositionen auswählen: Speicherposition 0 bis 9.



Diese Funktion gilt nicht nur für den selektierten Kanal, sondern für alle Kanäle im System.

Folgende Einstellungen werden beim Ausführen der Speicherfunktion gesichert und beim Laden eingestellt:

- Aktivierungszustand für die Messdatenerfassung
- Aktivierungszustand für die kontinuierliche Messdatenerfassung
- Abtastintervall der Messdatenerfassung
- Sollwert für den Laststrom im CC-Betrieb
- Sollwert für die Überstrombegrenzung
- Aktivierungszustand für die Entladefunktion
- Sollwerte für die Stoppkriterien der Entladefunktion
- Aktivierungszustände der Stoppkriterien
- Aktivierungszustand für die MPPT-Funktion
- Ausführungsrichtung der Sweep-Funktion
- Ausführungszeit der Sweep-Funktion
- Ausführungsintervall der Sweep-Funktion
- Betriebsart für die Regelung
- Regelgeschwindigkeit
- Art der Begrenzung (Strombegrenzung- oder Unterspannungsschutz)
- Aktivierungszustand für die Begrenzung
- Aktivierungszustand für den Eingang
- Aktivierungszustand für die Entladefunktion
- Aktivierungszustand aller Stoppkriterien der Entladefunktion
- Werte der Stoppkriterien der Entladefunktion
- Aktivierungszustand der MPPT-Funktion
- Sweep-Richtung der MPPT-Funktion
- Sweep-Dauer der MPPT-Funktion
- Sweep-Periode der MPPT-Funktion
- Aktivierungszustand für den Listensatz
- Anzahl der Durchläufe für den Listensatz
- Betriebsart für den Listensatz
- Sollwert-Liste für den Strom
- Sollwert-Liste für die Leistung
- Sollwert-Liste für den Widerstand
- Sollwert-Liste für die Spannung
- Liste für die Verweilzeiten
- Liste für die Rampenzeiten
- Sollwert für die Leistung im CP-Betrieb
- Sollwert für den Widerstand im CR-Betrieb
- Steuerquelle für Eingangszustand und Sollwert
- Betriebsart für die Kühlung
- Trigger Verzögerungszeit
- Sollwert für die Spannung im CV-Betrieb
- Sollwert für den Unterspannungsschutz

Wird eine Speichernummer zum Laden angegeben, in der zuvor noch keine Einstellungen gespeichert worden sind, generiert die Last einen "Memory use Error".

Lokale Bedienung:

Main Menu -> Settings -> Save-Recall

Über die Benutzerschnittstelle kann außerdem eine der 10 Speicherpositionen zum Laden von Einstellungen beim Einschalten ausgewählt werden:

Main Menu -> Configuration -> Power-on

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.10.7 *RCL, 5.10.9 *SAV

4.22.2 USB-Speicher

Die im System (alle verbauten Lastkanäle) aktiven Einstellungen können auch auf einen angeschlossenen USB-Stick exportiert und davon importiert werden. So können zum Beispiel Einstellungen für verschiedene Prüfaufgaben abgespeichert und verwaltet werden. Außerdem kann in einem möglichen Supportfall der Export der Einstellungen die Unterstützung erleichtern.

Zum Exportieren der aktiven Systemeinstellungen kann der Benutzer aus 100 Speichernummern auswählen. Die Einstellungen werden im Verzeichnis „Settings“ des angeschlossenen USB-Sticks gespeichert. Für jede Speichernummer wird ein entsprechender Unterordner erzeugt, der die Einstellungsdateien der verfügbaren Lastkanäle enthält.

Namensschema für den Unterordner der Speichernummer:

PMLA_xx (xx = Speichernummer)

Namensschema für die erzeugten Einstellungsdateien:

PMLA_Chan_xx.set (xx = Kanalnummer)

Für den Import von Einstellungen kann aus den vorhandenen Unterordnern der Speichernummern im Ordner „Settings“ gewählt werden.

Aufbau einer gültigen Einstellungsdatei:

```
MA30-04C60, 1.0, 2015-01-01 00:00:09
;FW versions: AI1.3.1, DI1.3.0, UI1.3.3

[ACQ]
[:STAT]
1
[:STIM]
0.00215
[END_ACQ]

[CURR]
[:LEV:IMM]
2.158
[:PROT:LEV]
10
...
[END_CURR]

[FUNC]
[:MODE]
CURR
...
[END_FUNC]

[LIST]
[:CURR]
3.2588, 6.2411, 3.58712, 4.547212, ...
...
[END_LIST]

[END_FILE]
```

Eine gültige Einstellungsdatei muss folgende Elemente enthalten:

- Kopfzeile mit Modellbezeichnung und Versionsnummer der Einstellungsdatei
- Subsystem-Starttags (z.B. [ACQ])
- Subsystem-Endetags (z.B. [END_ACQ])
- Befehlstags (z.B. [:TRIG:ENAB])
- Einstellungswerte nach den Befehlstags

- Datei-Endetag

Außerdem muss jede Zeile mit einem Linefeed (LF bzw. '0x0A' bzw. '\n') abgeschlossen sein.

Leerzeilen dürfen eingefügt werden (Ausnahme: Bei Listen (z.B. LIST:CURR:LEV) bedeutet eine Leerzeile, dass keine Liste vorhanden ist.).

Ein Semikolon kennzeichnet einen Kommentar. Kommentare können in einer eigenen Zeile oder am Zeilenende stehen. Die Zeichen zwischen dem Semikolon und dem nächsten Linefeed werden nicht ausgewertet.

Folgende Meldungen sind nach dem Laden der Einstellungsdatei möglich:

- Settings imported successfully: Die Systemeinstellungen wurden erfolgreich geladen.
- Could not open file: Die Einstellungsdatei konnte nicht geöffnet werden.
- Could not close file: Die Einstellungsdatei konnte nicht geschlossen werden.
- USB flash drive not found: Der USB-Stick konnte nicht gefunden werden.
- Device mismatch error: Die Einstellungsdatei und das Zielgerät stimmen nicht überein.
- Document version error: Die Hauptversionsnummer der Einstellungsdatei passt nicht zur Firmwareversion des User Interfaces.
- Document version warning: Die Unterversionsnummer der Einstellungsdatei passt nicht zur Firmwareversion -> Es wurden evtl. nicht alle Einstellungen aus der Einstellungsdatei übernommen.
- Unknown tag error: Ein unbekannter Tag wurde eingelesen.
- Read line error: Beim Lesen einer Zeile von der Einstellungsdatei trat ein Fehler auf.
- Value error: Ein Einstellwert ist außerhalb seines gültigen Bereichs.
- Reset error: Fehler beim Gerätereset am Beginn der Importfunktion.
- Error detected: Ein unspezifizierter Fehler ist aufgetreten

Lokale Bedienung:

Main Menu -> Settings -> Save-Recall

4.23 Geräteeinstellungen rücksetzen

Beim Rücksetzen wird die elektronische Last in einen definierten Gerätezustand versetzt.



Diese Funktion gilt nicht nur für den selektierten Kanal, sondern für alle Kanäle im System.

Mit dem rückseitigen "Reset Interface" Taster **B6** werden lediglich folgende Datenschnittstellen neu aufgestartet, ohne die Einstellungen wie Adressen, Baudraten etc. zu verändern:

- RS-232
- LAN
- USB (VCP)
- CAN

Lokale Bedienung:

Main Menu -> Settings -> Reset

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.10.8 *RST

4.24 Werkseinstellungen setzen (Preset)

Beim Setzen der Werkseinstellungen werden alle nichtflüchtig gespeicherten Geräte- und Schnittstellen-Einstellungen in den Auslieferungszustand zurückgesetzt.

Diese Funktion kann mit dem Befehl SYSTem:PRESet über eine der Datenschnittstellen ausgelöst werden.

Werkseinstellungen RS-232

Mode: SCPI

Baudrate: 115200

Paritätsbit: Keines

Anzahl Stoppbits: 1

Werkseinstellungen USB VCP

Baudrate: 115200

Paritätsbit: Keines

Anzahl Stoppbits: 1

Werkseinstellungen LAN

DHCP: An

Port: 1001

Werkseinstellungen GPIB

GPIB-Adresse: 7

Werkseinstellungen CAN

Adresse: 1

Baudrate: 1000000

Terminierung: Aus



Die zurückgesetzten Schnittstellen-Einstellungen werden erst nach dem nächsten Aus- und Wiedereinschalten aktiv.

Lokale Bedienung:

Main Menu -> Configuration -> Factory Settings

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.11.16 SYSTem Subsystem

4.25 Firmware- und Bedienungsanleitungs-Update

Die Geräte der Serie PMLA bieten die Möglichkeit, die Firmware aller mikrocontrollergesteuerten Komponenten zu aktualisieren. Dies geschieht in Zusammenarbeit mit H&H, denn nur der Hersteller kann die Kompatibilität von Hardware und Firmware als auch der Komponenten untereinander beurteilen.

Zur Durchführung eines Firmware-Updates benötigen Sie einen FAT16- oder FAT32-formatierten USB-Massenspeicher. Auf diesen kopieren Sie die Hex-Datei(en) und die dazugehörige Bedienungsanleitung im PDF Format, welche Sie vom H&H Support erhalten.

Es gibt für jede der drei folgenden Baugruppen eine zugehörige Hex-Datei, welche die elektronische Last anhand des Dateinamens erkennt:

Baugruppe	Dateiname
Analog Interface AI	PMLA_AI_xx_yy_zz.hex
Data Interface DI	PMLA_DI_xx_yy_zz.hex
User Interface UI	PMLA_UI_xx_yy_zz.hex

xx_yy_zz steht hier für die Versionsnummer der Firmware.



Die zum Update erforderlichen Dateien müssen sich direkt im Stammverzeichnis des USB-Sticks befinden. Außerdem darf sich pro Baugruppe nur EINE Hex-Datei im Stammverzeichnis des Speichers befinden, andernfalls erscheint die Fehlermeldung „multiple files“. Wenn die Last keine Datei mit dem erforderlichen Dateinamen für eine Baugruppe findet, erscheint in der betreffenden Zeile „n.a.“.

Während des Firmware-Updates kann das Gerät nicht bedient werden.

Lokale Bedienung:

Main Menu -> Service -> Firmware/User manual update

USB-Stick in die USB-Buchse **A5** an der Vorderseite des Geräts anstecken. Wenn die Last das Speichermedium erkannt hat, mit den entsprechenden Markierungsfeldern die Baugruppe(n) auswählen, deren Firmware aktualisiert werden soll. Ebenso mit der Bedienungsanleitung (Manual) verfahren. Mit „OK“ das Update aller ausgewählten Komponenten starten. Die ausgewählten Komponenten werden nun nacheinander aktualisiert.

Der Updatevorgang verläuft für die verschiedenen Baugruppen unterschiedlich.

Beim Update der Analog Interfaces ist es möglich, eine Teilmenge von Kanälen für das Update festzulegen. Die entsprechenden Als werden dann automatisch nacheinander aktualisiert. Zwei Fortschrittsbalken zeigen den Update-Verlauf des einzelnen Kanals und den Gesamtverlauf an.

Beim Update vom User Interface wird für den Zeitraum des Firmware Updates die Bootloaderausgabe angezeigt. Das UI startet nach dem Firmware-Update selbständig neu.

Das Update von Slave-Geräten ist nur über das Master-Gerät möglich.

Nachdem Sie alle Komponenten aktualisiert haben, müssen Sie die Last aus- und nach 5 Sekunden wieder einschalten.

4.26 Handbuch-Download

Die Bedienungsanleitung ist in einem internen Speicher des Geräts abgelegt und kann auf einen angeschlossenen USB-Stick exportiert werden.

Lokale Bedienung:

Main Menu -> Service -> User Manual

USB-Stick in die USB-Buchse **A6** an der Vorderseite des Geräts anstecken. Wenn die Last das Speichermedium erkannt hat, die Schaltfläche Export drücken. Der Verlauf des Exports wird mit einem Fortschrittsbalken graphisch dargestellt. Das Handbuch wird als PDF- Datei ins Stammverzeichnis des USB-Sticks kopiert.

5 Digitale Fernsteuerung

Für die elektronische Last sind serienmäßig folgende Datenschnittstellen verfügbar:

- LAN (Ethernet)
- RS-232
- USB (VCP)
- CAN

Optional gibt es:

- GPIB (Option PMLA02)

Sämtliche Gerätefunktionen sind neben der manuellen Bedienung auch ferngesteuert bedienbar. Lediglich die CAN-Schnittstelle hat einen reduzierten Befehlsumfang gegenüber den übrigen Schnittstellen.

Standard-Einstellungen

Die Standard-Schnittstelleneinstellungen sind aufgeführt in Kapitel 4.24 Werkseinstellungen setzen (Preset).

5.1 Standards

Die Busschnittstellen GPIB, LAN, RS-232 und USB implementieren für die übertragenen Befehle und Abfragen die folgenden Standards:

IEEE 488.1-1987

IEEE 488.2-1992

SCPI Specification 1999.0

IEEE Std 1174-2000 für die Performance Class 1

Universal Serial Bus Specification 2.0, Full Speed

5.2 Schnittstelle selektieren und deselektieren

Eine Schnittstelle wird durch den Empfang eines gültigen Befehls automatisch selektiert. Beim Empfang einer Abfrage, die eine Antwort der Last auslöst, wird die Antwort an die gleiche Schnittstelle zurückgesendet, von der die Anfrage gekommen ist.

Sobald die elektronische Last einen gültigen Befehl über eine der Datenschnittstellen empfängt, wechselt die Last in den Remote-Zustand. Sie erkennen dies, indem das Wort "Local" links oben am User Interface durch den Namen der aktiven Datenschnittstelle ersetzt wird (z. B. RS232). Kurzzeitig wird ein „Notification“-Fenster am User Interface überblendet.

Eine Schnittstelle wird durch den Empfang eines gültigen Befehls über eine andere Kommunikationsschnittstelle deselektiert, wenn keine Abfrage mehr offen ist, d.h. wenn die Antwort auf eine empfangene Abfrage zurückgesendet worden ist.

Das Betätigen einer Taste (außer „Shortcut“ -> „Local“) oder des Drehgebers an der Frontplatte wird im Remote-Zustand ignoriert. Dies wird dadurch signalisiert, indem für einige Sekunden ein "Notification"-Fenster am User Interface überblendet wird, wenn Sie eine Taste drücken.

Durch Drücken der Tastenfolge „Shortcut“ -> „Local“ bzw. mit dem SCPI-Befehl SYSTem:LOCal können Sie wieder in den Handbetrieb wechseln.



Die zeitgleiche Kommunikation über verschiedene Schnittstellen ist nicht zulässig, d. h. es dürfen nicht zeitgleich über verschiedene Schnittstellen Befehle an das Gerät gesendet werden. Jedoch können zeitlich nacheinander verschiedene Schnittstellen benutzt werden.



Wird diese Einschränkung nicht befolgt, können an das Gerät gesendete Befehle verlorengehen.

5.3 CAN-Schnittstelle

Die CAN-Schnittstelle unterstützt den Standard CAN 2.0A mit 11-Bit-Identifizier.

Nur die wichtigsten, für eine automatisierte Prüfung relevanten Funktionen der elektronischen Last lassen sich über die CAN-Schnittstelle steuern:

- Kanalselektierung
- Setzen und Abfragen des Soll- und getriggerten Wertes für den Strom in der Betriebsart "Stromregelung"
- Setzen und Abfragen des Soll- und getriggerten Wertes für den Widerstand in der Betriebsart "Widerstandsregelung"
- Setzen und Abfragen des Soll- und getriggerten Wertes für die Leistung in der Betriebsart "Leistungsregelung"
- Setzen und Abfragen des Soll- und getriggerten Wertes für die Spannung in der Betriebsart "Spannungsregelung"
- Setzen und Abfragen des Begrenzungswertes für den Strom in allen Betriebsarten
- Setzen und Abfragen des Begrenzungswertes für die Spannung in allen Betriebsarten
- Setzen und Abfragen der Betriebsart
- Setzen und Abfragen des Eingangszustands
- Setzen und Abfragen des getriggerten Eingangszustands
- Common Commands für Reset, Trigger, Status und Settingsspeicher
- Abfrage von aktuellen Messwerten
- Abfrage von Statuswerten
- Abfrage des aktuellen Wertes für die Spitzenleistung
- Setzen und Abfragen der Betriebsart für die Kühlung
- Abfrage der Anzahl der Fehler in der Error Queue
- Abfrage des letzten Fehlers in der Error Queue

5.3.1 CAN-Stecker

Das Master-Gerät muss durch den 9-poligen D-Sub-Stecker auf der Geräterückseite mit einem CAN-Kommunikationsnetzwerk verbunden werden. Die Belegung der Buchse ist der folgenden Tabelle zu entnehmen:

Pin 1	nicht belegt
Pin 2	CAN_L
Pin 3	GND
Pin 4	nicht belegt
Pin 5	nicht belegt
Pin 6	GND
Pin 7	CAN_H
Pin 8	nicht belegt
Pin 9	nicht belegt

5.3.2 Terminierung

Ein CAN-Kommunikationsbus (ISO 11898-2) muss für eine korrekte Funktion an beiden Enden mit 120 Ω terminiert werden. Ohne Terminierung kommt es ansonsten zu störenden Signalreflexionen auf dem Kommunikationsbus.

Die CAN-Schnittstelle der elektronischen PMLA Last enthält einen schaltbaren internen Terminierungs-Widerstand mit 120 Ω , der mit dem SCPI-Befehl

SYSTem:COMMunicate:CAN:TERMination[:STATe]

ein- oder ausgeschaltet werden kann, so dass ein Terminierungswiderstand im D-Sub-Steckverbinder ggf. überflüssig wird.

Ein Reset hat keinen Einfluss auf den Aktivierungszustand des Terminierungswiderstandes. Die Werkseinstellung für den Terminierungswiderstand ist OFF.

5.3.3 CAN-Kabel

Die maximale Ausdehnung eines CAN-Kommunikationsbusses und damit der Kabellänge bei einer Punkt-zu-Punkt-Verbindung ist primär von der Übertragungsrate abhängig.

Die folgende Tabelle zeigt die theoretisch maximal mögliche Kabellänge bei verschiedenen Übertragungsraten:

Übertragungsrate	Kabellänge
1 Mbit/s	40 m
500 Kbit/s	110 m
250 Kbit/s	240 m
125 Kbit/s	500 m

5.3.4 Übertragungsrate

Die Übertragungsrate für die CAN-Schnittstelle kann durch den SCPI-Befehl

SYSTem:COMMunicate:CAN:BAUD

konfiguriert werden.



Bei allen Geräten, die an einen gemeinsamen CAN-Kommunikationsbus angeschlossen sind, muss die identische Übertragungsrate konfiguriert werden!

Nach Änderung des Wertes für die Übertragungsrate muss die elektronische Last zur Übernahme des neuen Wertes aus- und wieder eingeschaltet werden.

5.3.5 CAN-Adresse

Die gerätespezifische CAN-Adresse kann durch den SCPI-Befehl

SYSTem:COMMunicate:CAN:ADDRess

konfiguriert werden.

Aus dieser Adresse leiten sich die Identifier der beiden CAN-Nachrichten ab, die von der elektronischen Last für die Kommunikation über die CAN-Schnittstelle verwendet werden:

0x100 + CAN-Adresse: ID der Request-Nachricht

0x300 + CAN-Adresse: ID der Response-Nachricht



Bei allen Geräten, die an einem gemeinsamen CAN-Kommunikationsbus angeschlossen sind, muss eine eindeutige Adresse konfiguriert werden. Nach Änderung des Wertes für die Adresse muss die elektronische Last zur Übernahme des neuen Wertes aus- und wieder eingeschaltet werden.

5.3.6 CAN-Nachrichten

Request-Nachricht:

Diese Nachricht wird für Anfragen an die elektronische Last zur Ausführung einer Funktion verwendet. Sie enthält einen 16-Bit-Multiplexer-Wert für den auszuführenden Befehl oder die auszuführende Abfrage mit den entsprechenden Parameterwerten.

Response-Nachricht:

Diese Nachricht wird für Antworten von der elektronischen Last nach Ausführung einer Funktion verwendet. Sie enthält den 16-Bit-Multiplexer-Wert der Anfrage, den Wert für den Ausführungsstatus sowie den von der elektronischen Last angeforderten Wert bei einer Abfrage.



Jede Request-Nachricht wird mit einer Response-Nachricht von der elektronischen Last beantwortet. Der detaillierte Aufbau der Nachrichten kann einer CAN-Symboldatei (Datenaustauschformat der Firma PEAK-System, Dateiendung .sym) oder einer CAN-Datenbankdatei (Datenaustauschformat der Firma Vector Informatik, Dateiendung .dbc) entnommen werden. Mit Hilfe dieser Dateien ist es möglich, mit dem Software-Tool PCAN-Explorer der Firma PEAK-System oder CANoe der Firma Vector Informatik die elektronische Last über die CAN-Schnittstelle zu steuern. Beide Dateien sind auf Anfrage bei H&H erhältlich.

5.4 LAN-Schnittstelle

Die integrierte LAN-Schnittstelle unterstützt den Austausch von SCPI-Befehlen und -Abfragen zur Konfiguration und Steuerung der elektronischen Last über eine TCP/IP-Socket-Verbindung im lokalen Netzwerk (Local Area Network, LAN).

Für die Inbetriebnahme der LAN-Schnittstelle können deren Konfigurationswerte über die Benutzerschnittstelle oder eine andere SCPI-fähige Geräteschnittstelle (GPIB, RS-232, USB) mit den weiter unten beschriebenen Befehlen und Abfragen angepasst werden.

Ausführliche Informationen zur Konfiguration der LAN-Schnittstelle bietet die Application Note Nr. 19 auf der H&H Website:

www.hoecherl-hackl.de/download/13647/

5.4.1 Ethernet

Die Ethernet-Schnittstelle ist konform zum Ethernet-Standard IEEE 802.3 (100BASE-TX, 10BASE-T).

5.4.2 Ethernet-Stecker

Die elektronische Last wird durch die RJ-45-Buchse (8P8C-Modularbuchse) auf der Geräterückseite mit dem LAN verbunden. Buchsenbelegung:

Pin 1	Tx+
Pin 2	Tx-
Pin 3	Rx+
Pin 4	nicht belegt
Pin 5	nicht belegt
Pin 6	Rx-
Pin 7	nicht belegt
Pin 8	nicht belegt

Die RJ-45-Buchse zeigt anhand zweier LEDs den Status der Ethernet-Verbindung an:

Linke grüne LED:

Diese LED leuchtet dauerhaft bei einer hergestellten Verbindung und blinkt bei einer aktiven Übertragung (Senden oder Empfangen von Daten).

Rechte gelbe LED:

Diese LED zeigt je nach Gerätetyp entweder die Verbindungsgeschwindigkeit oder ebenfalls Datenaktivität an.

5.4.3 Ethernet-Kabel

Für den Anschluss der elektronischen Last an das LAN sind geschirmte oder ungeschirmte Twisted-Pair-Kabel der Kategorie 3 oder 5 zu verwenden. Die Kabellänge darf unabhängig der Schirmung 100 Meter nicht überschreiten.

5.4.4 Übertragungsrate

Die Übertragungsrate für Ethernet beträgt 10 Mbit/s oder 100 Mbit/s und kann durch den Anwender nicht konfiguriert werden. Sie wird vom entsprechenden Switch oder Router im LAN, mit dem die elektronische Last verbunden ist, automatisch konfiguriert.

5.4.5 Identifikation

Die elektronische Last kann im Netzwerksegment durch die weltweit eindeutige Ethernet-Adresse (MAC-Adresse) identifiziert werden. Diese kann durch den SCPI-Befehl `SYSTem:COMMunicate:LAN:MAC[:ADDRESS]?` abgefragt werden. Die Ethernet-Adresse kann durch den Anwender nicht verändert werden.

5.4.6 TCP/IP

Für die Kommunikation im LAN benötigt die elektronische Last eine gültige Konfiguration in Form einer IP-Adresse und Subnetz-Maske. Diese Konfiguration kann automatisch durch einen DHCP-Server im LAN mit Hilfe des DHCP-Protokolls (Dynamic Host Configuration Protocol, DHCP) durchgeführt werden.



Die durch einen DHCP-Server zugewiesenen, dynamischen Konfigurationswerte, insbesondere die IP-Adresse, können sich im Laufe der Zeit ändern. Wird deshalb die elektronische Last über einen längeren Zeitraum über die LAN-Schnittstelle automatisiert gesteuert, sollte eine Konfiguration mit statischen Konfigurationswerten vorgenommen werden. Fragen Sie in diesem Fall Ihren Netzwerk-Administrator nach statischen Konfigurationswerten für die TCP/IP-Kommunikation.

Automatische Konfiguration der Netzwerkparameter

Zur automatischen Konfiguration der Netzwerkparameter durch einen DHCP-Server im LAN muss die DHCP-Funktionalität der elektronischen Last durch den SCPI-Befehl `SYSTem:COMMunicate:LAN:DHCP[:STATE] ON` aktiviert werden.



Nach der Aktivierung der DHCP-Client-Funktionalität muss die elektronische Last zur Übernahme des neuen Wertes für den Aktivierungszustand aus- und wieder eingeschaltet werden.

Durch den DHCP-Server werden die IP-Adresse der elektronischen Last, die Subnetz-Maske des Netzwerks sowie die IP-Adressen des DNS- und Gateway-Servers konfiguriert. Die aktuellen Konfigurationswerte können durch die SCPI-Befehle

SYSTem:COMMunicate:LAN:DNS[:ADdResS]?
SYSTem:COMMunicate:LAN:GATeway[:ADdResS]?
SYSTem:COMMunicate:LAN:IP[:ADdResS]?
SYSTem:COMMunicate:LAN:SUBNet[:MASK]?
abgefragt überprüft werden.

Sollten die abgefragten Werte für die Adresse bzw. Maske den Wert "0:0:0:0" haben, so wurde durch den DHCP-Server noch keine Konfiguration durchgeführt.



Sollte keine Konfiguration der LAN-Parameter durch den DHCP-Server innerhalb von 60 Sekunden erfolgen, wenden Sie sich an Ihren Netzwerk-Administrator.

Manuelle Konfiguration der Netzwerkparameter

Zur manuellen Konfiguration der Netzwerkparameter muss die DHCP-Client-Funktionalität der elektronischen Last durch den SCPI-Befehl

SYSTem:COMMunicate:LAN:DHCP[:STATe] OFF
deaktiviert werden.



Nach der Deaktivierung der DHCP-Client-Funktionalität muss die elektronische Last zur Übernahme des neuen Wertes für den Aktivierungszustand aus- und wieder eingeschaltet werden.

Die statischen Konfigurationswerte für die IP-Adresse der elektronischen Last, die Subnetz-Maske des Netzwerks sowie die IP-Adressen des DNS- und Gateway-Servers können durch die SCPI-Befehle

SYSTem:COMMunicate:LAN:IP[:ADdResS]
SYSTem:COMMunicate:LAN:SUBNet[:MASK]
SYSTem:COMMunicate:LAN:DNS[:ADdResS]
SYSTem:COMMunicate:LAN:GATeway[:ADdResS]
gesetzt werden.



Stimmen Sie die Konfigurationswerte für die Netzwerkparameter mit Ihrem Netzwerk-Administrator ab. Ungültige Konfigurationswerte können das Netzwerk stören!



Nach der Änderung eines Wertes für einen Kommunikationsparameter muss die elektronische Last zur Übernahme des neuen Wertes bzw. der neuen Werte aus- und wieder eingeschaltet werden.

Identifikation

Die elektronische Last kann im LAN durch den Hostnamen identifiziert werden. Dieser kann durch den SCPI-Befehl

SYSTem:COMMunicate:LAN:HOSTname?
abgefragt werden. Der Hostname kann nicht verändert werden.

5.4.7 TCP-Socket

Zum Austausch von SCPI-Befehlen und -Abfragen muss eine TCP-Verbindung zum integrierten TCP-Socket der elektronischen Last aufgebaut werden. Hierzu kann ein Terminalprogramm oder ein kunden-/anwendungsspezifisches Programm eingesetzt werden.

Die Port-Nummer des Sockets kann durch den SCPI-Befehl

SYSTem:COMMunicate:LAN:PORT?
abgefragt werden. Sie ist standardmäßig auf den Wert 1001 konfiguriert.

5.5 RS-232-Schnittstelle

Die RS-232-Schnittstelle erlaubt die Programmierung der elektronischen Last in der Standard-Programmiersprache SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments).

Sie realisiert die Anforderungen des Standards IEEE Std 1174-2000 für die Performance Class 1.

Die RS-232-Schnittstelle der elektronischen Last ist ein 9-poliger Standard Sub-D-Stecker.

5.5.1 RS-232-Kabel

Als RS-232-Kabel ist ein Standard-Nullmodem-Kabel mit RTS-CTS-Handshake zu verwenden oder ein nach folgendem Verdrahtungsschema gefertigtes Kabel (Buchsen in Verdrahtungsansicht):

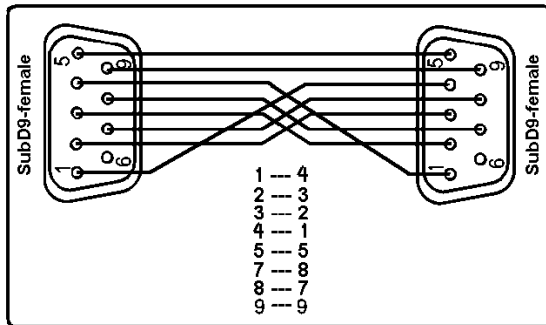


Abbildung 5.1: Verdrahtungsschema RS-232-Kabel

Die RxD- und TxD-Leitung (Pin 2 und 3) werden ausgekreuzt, d. h. Pin 2 der linken Buchse wird mit Pin 3 der rechten verbunden, Pin 3 der linken Buchse wird mit Pin 2 der rechten verbunden. Ebenso werden jeweils die RTS- und CTS-Leitungen (Pin 7 und 8) sowie die DCD- und DTR-Leitungen (Pin 1 und 4) ausgekreuzt verdrahtet. Pin 5 und Pin 9 werden durchverdrahtet.

5.5.2 RS-232-Schnittstellenparameter

Die RS-232-Schnittstellenparameter können durch die SCPI-Befehle
 SYSTem:COMMunicate:SERial:BAUD
 SYSTem:COMMunicate:SERial:PARity
 SYSTem:COMMunicate:SERial:SBITs
 konfiguriert werden.



Nachdem ein oder mehrere Parameter verändert worden sind, müssen Sie das Gerät aus- und einschalten, um die neuen Einstellungen zu übernehmen.

5.5.3 Datenformat bei RS-232-Kommunikation

Die RS-232-Schnittstelle der elektronischen Last erwartet als Terminierungszeichen (Endekennung) das Zeichen <LineFeed> (10 dez.).

Als Terminierungszeichen beim Senden von Daten sendet die Last ebenfalls <LineFeed> (10 dez.).

5.6 USB-Schnittstelle

Die USB-Schnittstelle realisiert einen Virtual COM Port (VCP) und erlaubt die Programmierung der elektronischen Last in der Standard-Programmiersprache SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments).

Sie realisiert die Anforderungen des Standards IEEE Std 1174-2000 für die Performance Class 1.

Nach dem Verbinden der elektronischen Last mit einem Steuerrechner durch ein USB-Kabel kann die Last über einen virtuellen seriellen Anschluss (äquivalent zu RS-232) angesprochen werden.



Der entsprechende USB VCP Treiber kann von der Homepage des USB-Chipherstellers FTDI heruntergeladen werden:

<http://www.ftdichip.com/Drivers/VCP.htm>

5.6.1 USB-Kabel

Zur Steuerung der elektronischen Last per USB ist ein handelsübliches USB 2.0-Kabel vom Typ A/B-Kabel zu verwenden. Dieses ist im Lieferumfang nicht enthalten.

5.6.2 USB-Schnittstellenparameter

Die USB-Schnittstellenparameter können durch die SCPI-Befehle

SYSTem:COMMunicate:VCP:BAUD

SYSTem:COMMunicate:VCP:PARity

SYSTem:COMMunicate:VCP:SBITs

konfiguriert werden.



Nachdem ein oder mehrere Parameter verändert worden sind, müssen Sie das Gerät aus- und einschalten, um die neuen Einstellungen zu übernehmen.

5.6.3 Datenformat bei USB-Kommunikation

Die USB-Schnittstelle der elektronischen Last erwartet als Terminierungszeichen (Endekennung) das Zeichen <LineFeed> (10 dez.).

Als Terminierungszeichen beim Senden von Daten sendet die Last ebenfalls <LineFeed> (10 dez.).

5.7 GPIB-Schnittstelle (Option PMLA02)

Die optionale GPIB-Schnittstelle erlaubt die Programmierung der elektronischen Last in der Standard-Programmiersprache SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments). Sie ist an die Anforderungen des Standards IEEE 488.2 angelehnt.

Die GPIB-Schnittstelle implementiert die folgenden standardisierten Funktionen:

Source handshake SH1
Acceptor handshake AH1
Talker T6
Listener L4
Service request SR1
Remote local RL1
Device clear DC1
Device trigger DT1
Electrical interface E1

Die folgenden Funktionen werden nicht unterstützt:

Parallel poll PP0
Controller C0

5.7.1 GPIB-Kabel

H&H empfiehlt die Verwendung von doppelt geschirmten Standardkabeln. Diese sind nicht im Lieferumfang enthalten, können aber bei diversen Messgeräteherstellern bezogen werden.



Sind in einem System mehrere GPIB-Geräte enthalten, darf die Gesamtlänge aller Kabel höchstens 2 m mal die Anzahl der GPIB-Geräte sein, wobei jedoch insgesamt 20 m keinesfalls zu überschreiten sind.

Nicht mehr als 15 Geräte dürfen an den GPIB-Bus angeschlossen sein. Mindestens zwei Drittel der angeschlossenen Geräte müssen eingeschaltet sein.

5.7.2 GPIB-Adresse

Die Einstellung der GPIB-Adresse ist mit dem Befehl
SYSTem:COMMunicate:GPIB:ADDRes
möglich.

Bei der Auslieferung einer elektronischen Last von H&H ist standardmäßig die GPIB-Adresse 7 eingestellt.

Nachdem die GPIB-Adresse verändert worden ist, müssen Sie die elektronische Last aus- und einschalten, um die neue Einstellung zu übernehmen.

5.7.3 Datenformat bei GPIB-Kommunikation

Die GPIB-Schnittstelle der elektronischen Last erwartet beim Empfang von Daten als Terminierungszeichen (Endekennung) das Zeichen <LineFeed> (10 dez.) oder EOI mit dem letzten Datenbyte oder EOI mit <LineFeed>.

Als Terminierungszeichen beim Senden von Daten über den GPIB-Bus sendet die Last <LineFeed> mit EOI.



Der Ausgabepuffer für SCPI-Antworten beträgt bei der GPIB-Schnittstelle 15.000 Bytes.

5.8 SCPI-Befehlssyntax

Der SCPI-Standard (Standard Commands for Programmable Instruments) beschreibt einen einheitlichen Befehlssatz zur Programmierung von Geräten, unabhängig von Gerätetyp und Hersteller. Damit sollen die gerätespezifischen Befehle vereinheitlicht werden.

Grundsätzlich gibt es zwei Gruppen von SCPI-Befehlen:

- Common Commands
- Gerätespezifische Befehle

Common Commands sind geräteunabhängige Befehle, die in der Norm IEEE 488.2 definiert sind. Sie bestehen aus einem Stern (*) und drei Buchstaben mit evtl. folgendem Parameter. Abfragebefehle werden durch Anhängen eines Fragezeichens gebildet.

Gerätespezifische Befehle unterliegen einer gewissen Syntax, die im Folgenden beschrieben wird.

5.8.1 Aufbau des Headers

Die Struktur der gerätespezifischen Befehle ist hierarchisch aufgebaut. Ein Befehl besteht aus einem sog. Header und eventuell einem oder mehreren folgenden Parametern, durch ein "White Space" (s.u.) vom Header getrennt.

Der Header besteht aus einem oder mehreren Schlüsselwörtern, die wiederum durch einen Doppelpunkt (:) voneinander getrennt werden.

5.8.2 Einrückungen

Die verschiedenen Ebenen der Befehlshierarchie sind in der Übersicht durch Einrücken nach rechts dargestellt. Je tiefer die Ebene liegt, desto weiter wird nach rechts eingerückt.

Beispiel: Befehlssystem CURRENT:

```
CURRENT
  [:LEVel]
    [:IMMediate] <num>
    [:IMMediate]?
    :TRIGgered <num>
    :TRIGgered?
  :PROT
    [:LEVel] <num>
    [:LEVel]?
```

5.8.3 Auswahl

Für einige Befehle existiert eine Auswahl an möglichen Parametern. Diese Schlüsselwörter werden in der Befehlsübersicht in der gleichen Zeile angegeben, durch einen senkrechten Strich (|) getrennt. Nur eines der alternativen Schlüsselwörter darf im Befehlsstring angegeben werden.

Beispiel: Befehlssystem FUNCTION:

```
FUNCTION
```

```
[ :SPEed] FAST|SLOW  
[ :SPEed] ?
```

5.8.4 White Space

Zum "White Space" gehören alle Zeichen mit dem ASCII-Code von 0 bis 9 und von 11 bis 32 dezimal. Das Zeichen LineFeed (10 dez.) ist also vom White Space ausgeschlossen. Dieses dient zur Terminierung.

Das White Space wird benutzt, um Parameter vom Header zu trennen. Es dürfen mehrere White Spaces nacheinander folgen.

5.8.5 Lang- und Kurzform, Groß- und Kleinschreibung

Es gibt bei den Schlüsselwörtern eine Kurz- und eine Langform (soweit das Wort aus mehr als vier Zeichen besteht).

Es kann entweder nur die Kurzform oder die vollständige Langform eines Schlüsselwortes angegeben werden. Andere Abkürzungen sind nicht erlaubt und verursachen einen Syntaxfehler.

Zur Unterscheidung wird in diesem Handbuch die Kurzform in Großbuchstaben geschrieben. Der restliche String, der zusammen mit der Kurzform die Langform ergibt, wird in Kleinbuchstaben an die Kurzform angehängt.

Das Gerät selbst unterscheidet nicht zwischen Groß- und Kleinschreibung.

Es gibt z.B. folgende Möglichkeiten, einen Strombegrenzungswert von 5A zu programmieren:

```
CURRENT:PROT 5
```

```
curr:protection 5
```

```
Curr:PRot 5
```

```
nicht jedoch: CURR:PROTECT 5
```

Für möglichst kurze Übertragungszeiten ist die Kurzform zu verwenden.

5.8.6 Optionale Schlüsselwörter

In manchen Befehlssystemen ist es aus Gründen der SCPI-Konformität möglich, bestimmte Schlüsselwörter wahlweise in den Header einzufügen oder auszulassen. In dieser Beschreibung sind solche Wörter durch eckige Klammern gekennzeichnet.

Beachten Sie, dass sich der Befehlsstring durch Weglassen der wahlweisen Schlüsselwörter erheblich verkürzen kann.

Beispiel: Laststrom 10 A

```
CURRent[:LEVel][:IMMediate] 10
```

lässt sich verkürzen zu:

```
CURR 10
```

5.8.7 Parameter

Zu den meisten Befehlen muss an den Header ein Parameter angehängt werden (mit White Space getrennt, s.o.). Je nach dem erkannten Header wird vom Gerät ein bestimmter Parametertyp erwartet. Dieser Typ kann sein:

Zahlenwert, Boolean, Text

Benötigt ein Befehl mehrere Parameter, so werden diese durch ein Komma (,) voneinander getrennt.

Beispiel:

```
LIST:CURR 5.5,44,83.2
```

5.8.8 Zahlenwerte

Zahlenwerte können grundsätzlich in jeder im IEEE488.2 Standard (Kap. 7.7.2) definierten dezimalen Form an die elektronische Last gesendet werden.

- <NR1> Dezimale Ganzzahl (z. B. 132)
- <NR2> Fließkommazahl (z. B. 132.0)
- <NR3> Zahl im Exponentialformat (z. B. +1.320000E+02)
- <NRf> Flexible numerische Repräsentation
<NR1>|<NR2>|<NR3>

Dezimaltrennzeichen ist der Punkt (.), kein Komma! Als Platzhalter für von der Last empfangene Zahlenwerte steht in der Befehlsübersicht <NRf> (flexible numeric representation).

Beispiel (Widerstand 0.558 Ohm):

```
RESistance 55.8E-2
```

```
RES .558
```

5.8.9 Einheiten und Multiplizierer

Nach den meisten Zahlenwerten kann die Einheit (Suffix) mit angegeben werden. Außerdem kann vor die Einheit ein Multiplizierer gesetzt werden.

Gebräuchliche Multiplizierer sind bei den elektronischen Lasten:

Mnemonic	Definition	Multiplikator
M	Milli	0,001
K	Kilo	1000

In Bezug auf die physikalische Größe sind bei den elektronischen Lasten grundsätzlich folgende Einheiten erlaubt:

Größe	Einheit	Beschreibung
Strom	A	Ampere
	MA	Milliampere
	KA	Kiloampere
Widerstand	OHM	Ohm
	KOHM	Kilohm
Leistung	W	Watt
	MW	Milliwatt
	KW	Kilowatt
Spannung	V	Volt
	MV	Millivolt
Zeit	S	Sekunde
	MS	Millisekunde

Beispiel (Laststrom 520 mA):

```
CURRENT 520MA
```

```
CURR:IMM 0.52
```

```
CURR 520E-3
```

5.8.10 Zahlen- und Extremwerte <NRF>|MIN|MAX

Bei den meisten Befehlen, die einen numerischen Wert als Parameter haben, können auch die Text-Parameter MIN und MAX angegeben werden. MIN bezeichnet den kleinstmöglichen Wert, den ein Parameter annehmen kann (meist 0). MAX bezeichnet den größtmöglichen Wert eines Parameters.

Beispiel: maximalen Strom einstellen
CURR MAX

An MIN und MAX darf kein Suffix angehängt werden.

Minimal- und Maximalwert eines Zahlenparameters können durch Abfrage ermittelt werden. Dazu wird nach dem Fragezeichen ein White Space und MIN bzw. MAX angehängt.

Beispiel: Ermittlung des maximalen Laststromes:
CURR? MAX könnte zurückgeben:
+3.000000E+01

5.8.11 Boolesche Parameter <boolean>

Einige Befehle benötigen einen booleschen Parameter, z.B. der Befehl zum Schalten des Geräteeinganges:
INPut ON

Boolesche Parameter haben zwei logische Zustände. Der logische Zustand "FALSE" wird durch den Parameter OFF oder den Zahlenwert 0 repräsentiert. Entsprechend steht für den Zustand "TRUE" der Parameter ON oder 1.

Bei der Programmierung eines booleschen Parameters ist es egal, ob die Zahlenform oder die Textform gewählt wird. Zahlen werden grundsätzlich von der elektronischen Last gerundet. Ist die Zahl nach dem Runden größer als Null, bedeutet das logisch TRUE.

So hat z.B. der Befehl
INPut ON die gleiche Wirkung wie
INPut 1 oder
INPut 34.8

Bei der Abfrage von booleschen Zuständen wird immer der boolesche Zahlenwert 0 oder 1 zurückgegeben.

Beispiel:
INPut? (Antwort: 1)

5.8.12 Text-Parameter

Text-Parameter folgen den syntaktischen Regeln für Schlüsselwörter, besitzen also eine Lang- und eine Kurzform. Die Trennung vom Header erfolgt wie bei jedem Parameter durch ein White Space.

Beispiel:
FUNC:MODE VOLT

Bei der Abfrage von Text-Parametern wird die Kurzform zurückgegeben.

Beispiel:
FUNC:MODE? Antwort: VOLT

5.8.13 Name-Parameter <name>

Bei Name-Parametern handelt es sich um spezielle Text-Parameter, die zu einem früheren Zeitpunkt durch den Benutzer definiert worden sind, wie etwa Kanal- oder Gruppennamen. Im Gegensatz zu den Text-Parametern wird keine Kurzform unterstützt.

Beispiel:

```
CHANnel:FOCUS INDI_1R
```

5.8.14 String-Parameter <string>

String-Parameter werden zur Definition/Übergabe von IP-Adressen oder Netzwerkmasken und zur Definition von Kanal- oder Gruppennamen verwendet.

Sie stehen immer in Anführungszeichen (""), wobei die zulässige Länge und Zusammensetzung vom Befehl abhängt.

Beispiel:

```
CHANnel:NAME 1, "INDI_1R"
```

5.8.15 Benutzung des Semikolons

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, mehrere Befehle in einem einzigen Befehlsstring zu kombinieren.

Ein Semikolon (;) am Ende des ersten Befehls kehrt zum letzten Doppelpunkt (:) zurück, und es kann ein weiterer Befehl der selben Hierarchiestufe eines Befehlssystems hinzugefügt werden.

Beispiel:

Die beiden einzelnen Anweisungen

```
CURR:IMM 10 und
```

```
CURR:PROT 15
```

können zu einem String zusammengefasst werden:

```
CURR:IMM 10;PROT 15
```

In die höchste Hierarchiestufe gelangt man, indem man an das Semikolon direkt einen Doppelpunkt anhängt (;;).

Beispiel:

```
CURR:LEV:IMM 10;PROT 15;;INP ON
```

Hat der erste Befehl nur eine Hierarchiestufe, kann man den Doppelpunkt nach dem Semikolon weglassen, da man sich nach dem Semikolon ohnehin wieder in der höchsten Hierarchiestufe befindet.

Beispiel:

CURR 15;;INP ON ergibt dasselbe wie

```
CURR 15;INP ON
```

Jedoch bei

```
FUNC:MODE RES;;INP ON
```

muss die Folge ;; angegeben werden.

Wenn das Ende einer Zeichenkette erreicht ist, wechselt der SCPI-Parser automatisch wieder in die höchste Hierarchiestufe.

Das Ende einer Zeichenkette wird durch das Zeichen LineFeed (10 dez.) gekennzeichnet.

5.8.16 Abfragebefehle (Queries)

Zu den meisten Befehlen gibt es einen zugehörigen Abfragebefehl, der den aktuellen Sollwert zurückgibt. Dazu wird dem Header ein Fragezeichen (?) angehängt.

Beispiel: Ermittlung des aktuellen Sollwertes für den Laststrom
CURRent?

Antwort z.B. +1.000000E+01

Die vom Gerät gesendete Zahl erscheint im Exponentialformat mit Vorzeichen, einer Vorkomma-, sechs Nachkommastellen, Exponent, Vorzeichen, zwei Exponentstellen. Das Gerät sendet grundsätzlich keine Einheiten nach Zahlenwerten.

Zur Ermittlung des minimal bzw. maximal zulässigen Sollwertes für den dazugehörigen Befehl hängen Sie dem Fragezeichen ein White Space und MIN bzw. MAX an. Als Antwort erhalten Sie den Zahlenwert ohne Einheit.

Beispiel: Ermittlung des Maximalstromes
CURRent? MAX

Antwort z. B.: +1.200000E+02

5.9 Fehlerwarteschlange

Wenn die elektronische Last einen ungültigen Befehl empfängt oder ein Befehl einen Konflikt mit dem momentanen Zustand auslöst, trägt die Last einen Fehler in die Fehlerwarteschlange (Error Queue) ein. Dabei ertönt ein kurzer Piepton.

Siehe Befehl SYSTem:ERRor in 5.11.16 SYSTem Subsystem und 9.1 Fehlercodes

5.10 Befehlsbeschreibung Common Commands

<systemspezifisch>

Common Commands sind im IEEE488.2 Standard definiert. Sie beginnen mit einem * und enthalten drei Zeichen bei einem Befehl bzw. drei Zeichen und ein Fragezeichen (?) bei einer Abfrage.



Common Commands sind systemspezifisch, betreffen also immer das ganze System, nicht nur den momentan selektierten Kanal.

5.10.1 *CLS

Löscht den Inhalt folgender Statusregister:

- Questionable Status Event Register
- Operation Status Event Register
- Standard Event Status Register
- Status Byte Register
- Fehlerwarteschlange (Error Queue)

5.10.2 *ESE <NRf>, *ESE?

Setzt den Wert des Standard Event Status Enable Registers.

Parameter: 0 ... 255

Der numerische Parameter spezifiziert den neuen Wert des Registers und wird implizit zur nächsten Ganzzahl gerundet.

Abfrage: *ESE?

Fragt den Wert des Standard Event Status Enable Registers als dezimale Ganzzahl ab.

Siehe auch 5.11.15 STATus Subsystem.

5.10.3 *ESR?

Fragt den Wert des Standard Event Status Registers als dezimale Ganzzahl ab. Durch diese Abfrage wird der Registerwert gelöscht, d.h. auf den Wert 0 zurückgesetzt.

Siehe auch 5.11.15 STATus Subsystem.

5.10.4 *IDN?

Fragt die kanalunabhängigen Identifikationsdaten der elektronischen Last ab.

Der zurückgegebene ID-String besteht aus den folgenden Angaben:

Hersteller, Gerätetyp, Seriennummer, Firmware-Version des Daten- und User Interface.



Die Identifikationsdaten des selektierten Kanals erhalten Sie mit dem Befehl
CHANnel:ID?

Siehe auch 5.11.2 CHANnel Subsystem

5.10.5 *OPC, *OPC?

Setzt das Operation Complete Bit (Bit 0) im Standard Event Status Register, wenn alle vorausgegangenen Befehle abgearbeitet worden sind.

Abfrage: *OPC?

Fragt den Ausführungsstatus aller vorausgegangenen Befehle ab. Sind alle vorausgegangenen Befehle abgearbeitet worden, so wird der numerische Wert 1 als dezimale Ganzzahl zurückgeliefert.

5.10.6 *OPT?

Fragt die aktuell im Gerät verbauten und aktivierten Optionen ab.

Ein String wird zurückgeliefert, der aus aneinandergereihten, durch Komma getrennten Teilstrings besteht.

Position 0: "CAN"

Position 1: "GPIB"

Position 2: reserviert

Position 3: reserviert

Position 4: reserviert

Position 5: reserviert

Position 6: reserviert

Position 7: reserviert

Ist eine Option in der elektronischen Last aktiviert, wird bei der Antwort der entsprechende Teilstring an die dafür vorgesehene Position gesetzt. Ist die Option nicht aktiviert, steht an der entsprechenden Stelle im Antwortstring das Zeichen ,0'.



Die CAN-Schnittstelle ist ab PMLA Baureihe D zwar standardmäßig eingebaut (früher optional), aus Kompatibilitätsgründen bleibt Bit 1 aber mit CAN belegt.

Beispiel

*OPT?

Antwortstring, wenn keine Option verfügbar:

CAN,0

Antwortstring, wenn Option GPIB verfügbar:

CAN,GPIB

5.10.7 *RCL

Lädt die Einstellungen aller Kanäle aus einem bestimmten Settingsspeicher und aktiviert diese.

Parameter: 0 ... 9

Der numerische Parameter wird implizit zur nächsten Ganzzahl gerundet und spezifiziert die Speichernummer.

Siehe 4.22 Geräteeinstellungen speichern und laden.

5.10.8 *RST

Führt einen Reset aller Kanäle der elektronischen Last durch. Folgende Einstellungen werden bei einem Reset, ebenso wie beim Einschalten eingestellt:

ABORt

ACQuisition OFF

ACQuisition:CONTInuous OFF

ACQuisition:TRIGgered OFF

ACQuisition:STIMe MIN

CHANnel MIN

CURRent MIN

CURRent:PROTection MAX

CURRent:TRIGgered MIN

FORMat:BORDer NORM

FORMat:DATA ASCii,7

FORMat:SREGister ASCii
FUNction:DISCharge OFF
FUNction:DISCharge:STOP:CHARge 0
FUNction:DISCharge:STOP:CURREnt 0
FUNction:DISCharge:STOP:ENERgy 0
FUNction:DISCharge:STOP:TIME 1
FUNction:DISCharge:STOP:VOLTage 0
FUNction:DISCharge:STOP:ENABLE CHARge,OFF
FUNction:DISCharge:STOP:ENABLE CURREnt,OFF
FUNction:DISCharge:STOP:ENABLE ENERgy,OFF
FUNction:DISCharge:STOP:ENABLE TIME,OFF
FUNction:DISCharge:STOP:ENABLE VOLTage OFF
FUNction:MODE CURREnt
FUNction:MPPT OFF
FUNction:MPPT:SWEep:DIRection DOWN
FUNction:MPPT:SWEep:TIME 1.0
FUNction:MPPT:SWEep:PERiod MIN
FUNction:PROTection OFF
FUNction:PROTection:MODE CURREnt
FUNction:SPEed FAST
INITiate:CONTinuous OFF
INPut OFF
INPut:TRIGgered OFF
LIST OFF
LIST:ACQuisition OFF
LIST:TRIGgered OFF
LIST:COUNt MIN
LIST:CURREnt <undefined>
LIST:DWELL <undefined>
LIST:MODE CURREnt
LIST:POWer <undefined>
LIST:RESistance <undefined>
LIST:RTIME <undefined>
LIST:STIME:RTIME <undefined>
LIST:STIME:VOLTage <undefined>
LIST:VOLTage <undefined>
POWer MIN
POWer:TRIGgered MIN
RESistance MAX
RESistance:TRIGgered MAX
SETTing:EXTErnal OFF
SETTing:EXTErnal:ENABle INPut, OFF
SETTing:EXTErnal:ENABle ILEVel, OFF
SYSTem:COOLing AUTO
SYSTem:SLINK OFF
SYSTem:SLINK:DELay 0
TRIGger:DELay 0
VOLTage MAX
VOLTage:PROTection MIN
VOLTage:TRIGgered MAX

5.10.9 *SAV

Speichert die aktiven Einstellungen aller Kanäle in einen bestimmten Settingsspeicher.

Parameter: 0 ... 9

Der numerische Parameter wird implizit zur nächsten Ganzzahl gerundet und spezifiziert die Speichernummer.
Siehe 4.22 Geräteeinstellungen speichern und laden

5.10.10 *SRE <NRf>, *SRE?

Setzt den Wert des Service Request Enable Registers.

Parameter: 0 ... 255

Der numerische Parameter spezifiziert den neuen Wert des Registers und wird implizit zur nächsten Ganzzahl gerundet.

Abfrage: *SRE?

Fragt den Wert des Service Request Enable Registers als dezimale Ganzzahl ab.

Siehe auch 5.11.15 STATus Subsystem.

5.10.11 *STB?

Fragt den Wert des Status Byte Registers als dezimale Ganzzahl ab.

Siehe auch 5.11.15 STATus Subsystem.

5.10.12 *TRG

Erzeugt einen Trigger für alle Aktionen.

5.10.13 *TST?

Startet den Selbsttest der elektronischen Last und liefert das Testergebnis.

Ist der zurückgegebene numerische Wert 0, so sind im Rahmen des Selbsttests keine Fehler aufgetreten. Andernfalls wird ein durch SCPI definierter Fehlercode zurückgeliefert.

5.10.14 *WAI

Blockiert die Abarbeitung nachfolgender Befehle solange, bis alle vorhergehenden Befehle ausgeführt worden sind.

5.11 Befehlsbeschreibung Gerätespezifische Befehle

In diesem Kapitel werden die gerätespezifischen SCPI-Befehle der elektronischen Last beschrieben. Sie sollten mit der grundlegenden SCPI-Syntaxbeschreibung in Kapitel 5.8 vertraut sein.

Am Anfang eines Subsystems steht eine Information darüber, inwieweit die Befehle des Subsystems sich nur auf den selektierten Kanal (<kanalspezifisch>) oder auf das gesamte System auswirken (<systemspezifisch>).

Die Befehle werden mit folgenden Angaben beschrieben:

Syntax

Syntaxdefinitionen sind immer in der Langform mit optionalen Schlüsselwörtern aufgeführt.

Parameter

Die meisten Befehle brauchen einen oder mehrere Parameter. Bei einigen Befehlen hängt der gültige Bereich der zugehörigen Parameter vom Modelltyp (also vom Strom-, Spannungs-, Widerstands-, Leistungsbereich) der elektronischen Last ab. Die tatsächlichen kleinst- und größtmöglichen Parameterwerte können durch Abfrage mit Anhängen von MIN oder MAX abgefragt werden, z.B. CURR? MAX

Einheit

Wenn nach dem Parameter eine Einheit erlaubt ist, wird diese ggf. mit dem gültigen Multiplizierer angegeben, z. B. A|MA

**RST Wert*

Bei Befehlen, deren Sollwert sich durch einen Reset ändert, ist der *RST Wert angegeben. Dieser entspricht auch dem Wert nach dem Einschalten.

Beispiele

Beispiele sind immer in der Kurzform angegeben, ohne optionale Schlüsselwörter.

Abfragesyntax

Die meisten Befehle haben einen zugehörigen Abfragebefehl, die den entsprechenden Sollwert zurückgeben.

Rückgabewert

Der Parametertyp der Abfrage ist in der Beschreibung angegeben.

In Kapitel 5.12 und 5.13 sind alle Befehle in alphabetischer Reihenfolge aufgelistet.

5.11.1 ACQuisition Subsystem

<kanalspezifisch>

ACQuisition

Dieser Befehl setzt den Aktivierungszustand der Messdatenerfassung.

Der Parameter OFF oder 0 deaktiviert die Messdatenerfassung, der Parameter ON oder 1 aktiviert sie.

<i>Syntax</i>	ACQuisition[:STATe] <boolean>
<i>Parameter</i>	0 OFF 1 ON
<i>*RST Wert</i>	OFF
<i>Beispiel</i>	ACQ ON
<i>Abfragesyntax</i>	ACQuisition[:STATe]?
<i>Rückgabewert</i>	0 1

ACQuisition:TRIGgered

Dieser Befehl setzt den Trigger-Zustand der Messdatenerfassung.

Der Parameter OFF oder 0 deaktiviert die Messdatenerfassung bei Auftreten eines Trigger-Ereignisses, der Parameter ON oder 1 aktiviert die Messdatenerfassung bei Eintreten eines Trigger-Ereignisses.

<i>Syntax</i>	ACQuisition[:STATe]:TRIGgered <boolean>
<i>Parameter</i>	0 OFF 1 ON
<i>*RST Wert</i>	OFF
<i>Beispiel</i>	ACQ:TRIG ON
<i>Abfragesyntax</i>	ACQuisition[:STATe]:TRIGgered?
<i>Rückgabewert</i>	0 1

ACQuisition:CONTInuous

Dieser Befehl setzt den Aktivierungszustand für die kontinuierliche Messdatenerfassung.

Bei aktivierter kontinuierlicher Messdatenerfassung werden bei einem vollen Messdatenspeicher die ältesten Daten überschrieben (Ringpuffer).

Ist die kontinuierliche Messdatenerfassung deaktiviert, werden bei vollem Messdatenspeicher keine weiteren Daten mehr gespeichert und die Messdatenerfassung wird beendet.

Der Parameter OFF oder 0 deaktiviert die kontinuierliche Erfassung, der Parameter ON oder 1 aktiviert die kontinuierliche Erfassung.

<i>Syntax</i>	ACQuisition:CONTInuous <boolean>
<i>Parameter</i>	0 OFF 1 ON
<i>*RST Wert</i>	OFF
<i>Beispiel</i>	ACQ:CONT ON
<i>Abfragesyntax</i>	ACQuisition:CONTInuous?
<i>Rückgabewert</i>	0 1

ACQuisition:STIme

Dieser Befehl setzt das Abtastintervall für die Messdatenerfassung.

Der numerische Parameter spezifiziert das Abtastintervall in der Grundeinheit Sekunden.

<i>Syntax</i>	ACQuisition:STIme <NRf>
<i>Parameter</i>	1E-03 ... 100 MIN MAX
<i>Einheit</i>	S MS
<i>*RST Wert</i>	0.001
<i>Beispiel</i>	ACQ:STIM 0.5
<i>Abfragesyntax</i>	ACQuisition:STIM? [MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>

5.11.2 CHANnel Subsystem

<kanalspezifisch>, <systemspezifisch>

Zum Verständnis der Begrifflichkeiten und Funktionen des CHANnel Subsystems siehe Kapitel 2.6 Kanäle und Kanalgruppen.

Das CHANnel Subsystem dient dazu, um bei einem Mehrkanalsystem die einzelnen Kanäle durch ihre Adressen identifizieren, selektieren und konfigurieren zu können.

Das CHANnel Subsystem stellt außerdem Befehle zur Definition von Kanalgruppen, Kanalnamen und Gruppennamen zur Verfügung. Wird eine vordefinierte Gruppe adressiert, führen alle Kanäle der Gruppe die entsprechenden Befehle gleichzeitig aus.



Ist eine Kanalgruppe selektiert, können keine kanalspezifischen Abfragen ausgeführt werden.

CHANnel

Dieser Befehl selektiert einen bestimmten Kanal. Ist ein Kanal selektiert, werden alle folgenden Befehle von diesem Kanal ausgeführt, bis ein anderer Kanal selektiert wird.

Der numerische Parameter spezifiziert die Adresse des zu selektierenden Kanals. Der alternativ mögliche Parameter <name> spezifiziert den zuvor definierten Namen des zu selektierenden Kanals.

Der <min>-Wert entspricht der niedrigsten Adresse, der <max>-Wert entspricht der höchsten im System verfügbaren Adresse.

<i>Syntax</i>	CHANnel[:SElect] <NRf> <name>
<i>Parameter</i>	<min> ... <max>

<i>Beispiel</i>	CHAN 2
<i>Abfragesyntax</i>	CHANnel[:SElect]? [MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	<NR1>

CHANnel:ADDRess

Dieser Befehl vergibt eine neue Adresse an den momentan selektierten Kanal. Die neue Adresse wird sofort übernommen und bleibt auch nach dem Aus- und Einschalten des Gerätes erhalten.

Der numerische Parameter spezifiziert die neue Adresse. Die Abfrage mit dem Zusatz MIN liefert den kleinsten zulässigen Wert für die Adresse, die Abfrage mit Zusatz MAX liefert den größten zulässigen Wert für die Adresse.

<i>Syntax</i>	CHANnel:ADDRess <NRf>
<i>Parameter</i>	1 ... 98
<i>Beispiel</i>	CHAN:ADDR 2
<i>Abfragesyntax</i>	CHANnel:ADDRess? [MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	<NR1>

CHANnel:CATalog?

Dieser Abfragebefehl liefert die Adressen aller im System vorhandenen Kanäle in aufsteigender Reihenfolge, durch Kommata voneinander getrennt.

<i>Abfragesyntax</i>	CHANnel:CATalog?
<i>Rückgabewert</i>	<NR1>{,<NR1>...}
<i>Rückgabe-Beispiel</i>	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12

CHANnel:COUNt?

Dieser Abfragebefehl liefert die Anzahl der Lastkanäle im System.

Die Abfrage mit dem Zusatz MIN liefert die kleinstmögliche Anzahl an Kanälen, die Abfrage mit Zusatz MAX liefert die theoretisch größte Anzahl an Kanälen in einem System. In der Praxis ist die Angabe für die maximale Kanalanzahl in den technischen Daten zu beachten.

<i>Abfragesyntax</i>	CHANnel:COUNt? [MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	<NR1>
<i>Rückgabe-Beispiel</i>	12

CHANnel:FOCus

Dieser Befehl fokussiert den spezifizierten Kanal, d. h. die Soll-, Mess- und Statuswerte des spezifizierten Kanals werden auf dem User Interface des Master-Geräts angezeigt.

Der numerische Parameter spezifiziert die Adresse des zu fokussierenden Kanals. Der alternativ mögliche Parameter <name> spezifiziert den zuvor definierten Namen des zu selektierenden Kanals.

Der <min>-Wert entspricht der niedrigsten Adresse, der <max>-Wert entspricht der höchsten im System verfügbaren Adresse.

<i>Syntax</i>	CHANnel:FOCus <NRf> <name>
<i>Parameter</i>	<min> ... <max>
<i>Beispiel</i>	CHAN:FOC 2
<i>Abfragesyntax</i>	CHANnel:FOCus? [MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	<NR1>

CHANnel:GROup

Dieser Befehl selektiert die spezifizierte Kanalgruppe.

Der numerische Parameter spezifiziert die Gruppennummer. Der alternativ mögliche Parameter <name> spezifiziert den zuvor definierten Namen der zu selektierenden Gruppe.

Die Gruppennummer 10 selektiert alle verfügbaren Kanäle des Systems.

<i>Syntax</i>	CHANnel:GROup[:SElect] <NRf> <name>
<i>Parameter</i>	1 ... 10
<i>Beispiel</i>	CHAN:GRO 2
<i>Abfragesyntax</i>	CHANnel:GROup[:SElect]? [MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	<NR1>

CHANnel:GROup:MEMBers

Dieser Befehl setzt die Kanäle der aktuell selektierten Kanalgruppe im nichtflüchtigen Speicher. Dieser Befehl steht nicht für die Gruppe mit der Nummer 10 zur Verfügung.

Ein numerischer Parameter spezifiziert die Nummer eines verfügbaren Kanals.

Soll ein Kanal aus einer Gruppe entfernt werden, muss der Befehl erneut gesendet werden, jedoch nur noch mit den Kanälen, die in der Gruppe verbleiben. Zum Auflösen einer Gruppe wird gar kein Parameter angegeben.

<i>Syntax</i>	CHANnel:GROup:MEMBers <NRf>{,<NRf>}
<i>Parameter</i>	<min> ... <max>{,<min> ... <max>}
<i>Beispiel</i>	CHAN:GRO:MEMB 2,4,9
<i>Abfragesyntax</i>	CHANnel:GROup:MEMBers?
<i>Rückgabewert</i>	<NR1>{,<NR1>}

CHANnel:GROup:NAME

Dieser Befehl setzt den Namen der spezifizierten Kanalgruppe.

Der erste numerische Parameter spezifiziert die Gruppennummer. Der zweite Parameter spezifiziert den zu setzenden Gruppennamen (z. B. "GROUP_1").

<i>Syntax</i>	CHANnel:GROup:NAME <NRf>,<string>
<i>Parameter1</i>	1 ... 10
<i>Parameter2</i>	<string>
<i>Beispiel</i>	CHAN:GRO:NAME 1,"GROUP_1"
<i>Abfragesyntax</i>	CHANnel:GROup:NAME? <NRf>
<i>Rückgabewert</i>	<string>

CHANnel:ID?

Dieser Befehl fragt die Identifikationsdaten des selektierten Kanals ab.

Der zurückgegebene Identifikationsstring besteht aus den folgenden Angaben: Hersteller, Kanaltyp, Modulnummer, Firmware-Version des Kanals

<i>Abfragesyntax</i>	CHANnel:ID?
<i>Rückgabewert</i>	<name>,<name>,<name>,<name>

CHANnel:NAME

Dieser Befehl setzt den Namen des spezifizierten Kanals.

Der erste numerische Parameter spezifiziert die Kanalnummer. Der zweite Parameter spezifiziert den zu setzenden Kanalnamen (z. B. "WIPER_FRONT").

<i>Syntax</i>	CHANnel:NAME <NRf>,<string>
<i>Parameter1</i>	<min> ... <max>
<i>Parameter2</i>	<string>
<i>Beispiel</i>	CHAN:NAME 1,"WIPER_FRONT"
<i>Abfragesyntax</i>	CHANnel:NAME? <NRf>
<i>Rückgabewert</i>	<string>

5.11.3 CURRent Subsystem

<kanalspezifisch>

CURRent

Dieser Befehl setzt den Sollwert für den geregelten Eingangsstrom im Strombetrieb.

Der numerische Parameter spezifiziert die Stromstärke in der Grundeinheit Ampere. Der Parameter MIN setzt den kleinsten zulässigen Wert für die Stromstärke, der Parameter MAX setzt den größten zulässigen Wert für die Stromstärke.

Der <max>-Wert entspricht dem Strombereich und ist aus den technischen Daten ersichtlich.

<i>Syntax</i>	CURRent[:LEVel][:IMMediate] <NRf> MIN MAX
<i>Parameter</i>	0 ... <max> MIN MAX
<i>Einheit</i>	A MA
<i>*RST Wert</i>	0
<i>Beispiel</i>	CURR 12.5
<i>Abfragesyntax</i>	CURRent[:LEVel][:IMMediate]? [MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>

CURRent:PROTection

Dieser Befehl setzt den benutzerspezifischen oberen Grenzwert für den Eingangsstrom unabhängig von der Betriebsart.

Der numerische Parameter spezifiziert die Stromstärke in der Grundeinheit Ampere. Der Parameter MIN setzt den kleinsten zulässigen Wert für die Stromstärke, der Parameter MAX setzt den größten zulässigen Wert für die Stromstärke.

Der <max>-Wert entspricht dem Strombereich und ist aus den technischen Daten ersichtlich.

<i>Syntax</i>	CURRent:PROTection[:LEVel] <NRf> MIN MAX
<i>Parameter</i>	0 ... <max> MIN MAX
<i>Einheit</i>	A MA
<i>*RST Wert</i>	MAX
<i>Beispiel</i>	CURR:PROT 6.5
<i>Abfragesyntax</i>	CURRent[:PROTection][:LEVel]? [MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>

CURRent:TRIGgered

Dieser Befehl setzt den getriggerten Wert für den Eingangsstrom im Strombetrieb.

Der numerische Parameter spezifiziert die Stromstärke in der Grundeinheit Ampere. Der Parameter MIN setzt den kleinsten zulässigen Wert für die Stromstärke, der Parameter MAX setzt den größten zulässigen Wert für die Stromstärke.

Der <max>-Wert entspricht dem Strombereich und ist aus den technischen Daten ersichtlich.

<i>Syntax</i>	CURRent[:LEVel]:TRIGgered <NRf> MIN MAX
<i>Parameter</i>	0 ... <max> MIN MAX
<i>Einheit</i>	A MA
<i>*RST Wert</i>	0
<i>Beispiel</i>	CURR:TRIG 18.5
<i>Abfragesyntax</i>	CURRent[:LEVel]:TRIGgered? [MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>

5.11.4 DATA Subsystem

<kanalspezifisch>

Das DATA Subsystem steht zum Auslesen von in der elektronischen Last gespeicherten Messdatensätzen zur Verfügung.

Ein Messdatensatz besteht aus einer Folge von <NRf>-Werten in der Reihenfolge Zeitstempel_x, Spannung_x, Strom_x. Die zurückgelesenen Messdatensätze werden in folgender Weise aneinandergereiht:

Zeitstempel_1, Spannung_1, Strom_1, Zeitstempel_2, Spannung_2, Strom_2, ... Zeitstempel_n, Spannung_n, Strom_n.

Alle Werte sind im ASCII-Format durch Komma mit nachfolgendem Leerzeichen voneinander getrennt. Im REAL-Format werden die Daten im IEEE 754-Format zurückgegeben.

Siehe 4.8 Datenübertragung nach IEEE 488.2 – Binäre Blockdaten, 5.11.6 FORMat Subsystem.

DATA:POINts?

Dieser Befehl fragt die Anzahl der in der elektronischen Last gespeicherten Messdatensätze ab.

<i>Abfragesyntax</i>	DATA:POINts? [VMEM]
<i>Rückgabewert</i>	<NR1>

DATA:REMOve?

Dieser Befehl fragt die durch den Parameter spezifizierte Anzahl von in der elektronischen Last gespeicherten Messdatensätzen ab.

In einer Abfrage kann nur eine begrenzte Anzahl von Messdatensätzen gelesen werden. Wenn mehr Datensätze zur Verfügung stehen als in einem Lesevorgang ausgelesen werden können, so sind die vorhandenen Datensätze auf mehrere Abfragen aufzuteilen.

Der Parameter des Abfragebefehls darf nicht größer sein als die Anzahl der gespeicherten Datensätze.

Während der Messdatenerfassung können keine Messdatensätze ausgelesen werden.

<i>Abfragesyntax</i>	DATA:REMOve? <NRf>
<i>Parameter</i>	1 ... 100
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>{,<NR3>}
<i>Beispiel</i>	DATA:POIN? // Antwort: 324 DATA:REM? 100 DATA:REM? 100 DATA:REM? 100 DATA:REM? 24

5.11.5 DISPlay Subsystem

<systemspezifisch>

DISPlay:TEXT

Dieser Befehl zeigt die spezifizierte Zeichenkette in einem Benachrichtigungs-Fenster an der Benutzerschnittstelle an bzw. fragt diese ab.

Der Parameter spezifiziert die Zeichenkette mit einer maximalen Länge von 32 Zeichen. Ist die Zeichenkette leer (""), wird das Benachrichtigungs-Fenster geschlossen.

Das Benachrichtigungs-Fenster mit dem Hinweistext kann durch den Bediener bestätigt und geschlossen werden. Mit der Abfrage DISPlay:TEXT? kann festgestellt werden, ob das Benachrichtigungs-Fenster mit dem Hinweistext noch sichtbar ist. Die Abfrage liefert entweder den

angezeigten Text oder eine leere Zeichenkette ("") wenn kein Benachrichtigungs-Fenster angezeigt wird.

<i>Syntax</i>	DISPlay:TEXT <string>
<i>Parameter</i>	<string>
<i>Beispiel</i>	DISP:TEXT "Funktion abgebrochen"
<i>Abfragesyntax</i>	DISPlay:TEXT?
<i>Rückgabewert</i>	<string>

5.11.6 FORMat Subsystem

<systemspezifisch>

FORMat

Dieser Befehl setzt das Datenformat für dezimale Zahlenwerte, die durch SCPI-Befehle abgefragt werden.

Durch den ersten Parameter ASCii werden die Werte in Form von ASCII-Zeichen zurückgegeben. Durch den Parameter REAL werden die Werte im IEEE 754-Format zurückgegeben. Siehe. 4.8 Datenübertragung nach IEEE 488.2 – Binäre Blockdaten. Der zweite Parameter bestimmt die Anzahl von signifikanten Stellen eines abgefragten Wertes.

Das Datenformat und die Anzahl der signifikanten Stellen sind flüchtig, d. h. sie werden nach dem Aus- und Einschalten wieder auf ihre Defaultwerte gesetzt.

<i>Syntax</i>	FORMat[:DATA] ASCii,<NRf>
<i>Parameter1</i>	ASCii REAL
<i>Parameter2</i>	1 ... 7 32
<i>*RST Wert</i>	7
<i>Beispiel</i>	FORM REAL,32
<i>Abfragesyntax</i>	FORMat[:DATA]?
<i>Rückgabewert</i>	ASC REAL,<NR1>

FORMat:BORDER

Dieser Befehl setzt die Byte-Reihenfolge für abgefragte Messdaten im REAL-Format.

Bei Übergabe des Parameters NORM werden die Messdaten im Little Endian Format (LSBF) übertragen.

Bei Übergabe des Parameters SWAP werden die Messdaten im Big Endian Format (MSBF) übertragen.

<i>Syntax</i>	FORMat:BORDER <order>
<i>Parameter</i>	NORMal SWAPped
<i>Default Wert</i>	NORMal
<i>Beispiel</i>	FORM:BORD NORM
<i>Abfragesyntax</i>	FORMat:BORDER?
<i>Rückgabewert</i>	NORM SWAP

FORMat:SREGister

Dieser Befehl setzt das Datenformat für abgefragte SCPI-Status-Registerwerte.

Bei Übergabe des Parameters ASCii wird ein abgefragter Registerwert als ASCII-String im Dezimalzahl-Format zur Basis 10 gemäß des Standards IEEE 488.2 übertragen.

Bei Übergabe des Parameters HEXadecimal wird ein abgefragter Registerwert als ASCII-Zeichen im Hexadezimal-Format zur Basis 16 gemäß des Standards IEEE 488.2 übertragen. Die elektronische Last sendet dann jedem angeforderten Registerwert die Zeichenfolge "#H" voran.

Bei Übergabe des Parameters OCTal wird ein abgefragter Registerwert als ASCII-Zeichen im Oktal-Format zur Basis 8 gemäß des Standards IEEE 488.2 übertragen. Die elektronische Last stellt dann jedem angeforderten Registerwert die Zeichenfolge "#Q" voran.

<i>Syntax</i>	FORMat:SREGister <format>
<i>Parameter</i>	ASCIi HEXadecimal OCTal
<i>*RST Wert</i>	ASCIi
<i>Beispiel</i>	FORM:SREG ASC
<i>Abfragesyntax</i>	FORMat:SREGister?
<i>Rückgabewert</i>	ASC HEX OCT

5.11.7 FUNction Subsystem

<kanalspezifisch>

FUNction:DISCharge

Die Befehlsgruppe FUNction:DISCharge konfiguriert und bedient die Entladefunktion der Elektronischen Last.

Der Befehl FUNction:DISCharge[:STATe] setzt den Aktivierungszustand für die Entladefunktion.

Der Parameter OFF oder 0 deaktiviert die Entladefunktion, der Parameter ON oder 1 aktiviert die Entladefunktion.

<i>Syntax</i>	FUNction:DISCharge[:STATe] <boolean>
<i>Parameter</i>	0 OFF 1 ON
<i>*RST Wert</i>	OFF
<i>Beispiel</i>	FUNC:DISC ON
<i>Abfragesyntax</i>	FUNction:DISCharge[:STATe]?
<i>Rückgabewert</i>	0 1

FUNction:DISCharge:CHARge?

Dieser Befehl fragt die Ladungsmenge in Ah ab, die dem Prüfling seit Aktivierung der Entladefunktion entnommen worden ist.

<i>Abfragesyntax</i>	FUNction:DISCharge:CHARge?
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>

FUNction:DISCharge:ENERgy?

Dieser Befehl fragt die Energiemenge in Wh ab, die dem Prüfling seit Aktivierung der Entladefunktion entnommen worden ist.

<i>Abfragesyntax</i>	FUNction:DISCharge:ENERgy?
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>

FUNction:DISCharge:STOP:CHARge

Dieser Befehl setzt den Wert für die Ladungsmenge, bei der die Entladefunktion deaktiviert und der Lasteingang ausgeschaltet wird. Die Freigabe des Stoppkriteriums erfolgt mit dem Befehl FUNction:DISCharge:STOP:ENABle.

Der numerische Parameter spezifiziert die Ladungsmenge in der Einheit Amperestunden. Der Parameter MIN setzt den kleinsten zulässigen Wert für die Ladungsmenge, der Parameter MAX setzt den größten zulässigen Wert für die Ladungsmenge.

<i>Syntax</i>	FUNction:DISCharge:STOP:CHARge <NRf>
<i>Parameter</i>	0 ... 999999.9 MIN MAX
<i>Einheit</i>	AH MAH KAH
<i>*RST Wert</i>	0
<i>Beispiel</i>	FUNC:DISC:STOP:CHAR 1.2

<i>Abfragesyntax</i>	FUNCTION:DISCharge:STOP:CHARge? [MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>

FUNCTION:DISCharge:STOP:CURRent

Dieser Befehl setzt den Wert für die minimale Stromstärke, bei der die Entladefunktion deaktiviert und der Lasteingang ausgeschaltet wird. Die Freigabe des Stoppkriteriums erfolgt mit dem Befehl FUNCTION:DISCharge:STOP:ENABle.

Der numerische Parameter spezifiziert die Stromstärke in der Einheit Ampere. Der Parameter MIN setzt den kleinsten zulässigen Wert für die Stromstärke, der Parameter MAX setzt den größten zulässigen Wert für die Stromstärke.

Der <max>-Wert ist aus den technischen Daten ersichtlich.

<i>Syntax</i>	FUNCTION:DISCharge:STOP:CURRent [:LEVel] <NRf>
<i>Parameter</i>	0 ... <max> MIN MAX
<i>Einheit</i>	A MA KA
<i>*RST Wert</i>	0
<i>Beispiel</i>	FUNC:DISC:STOP:CURR 1.2
<i>Abfragesyntax</i>	FUNCTION:DISCharge:STOP:CURRent [:LEVel]? [MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>

FUNCTION:DISCharge:STOP:ENABle

Dieser Befehl setzt den Aktivierungszustand für ein Kriterium zum Beenden der Entladefunktion (Stoppkriterium).

Der erste Parameter spezifiziert das Stoppkriterium:

- CHARge: Stopp wenn definierte Ladungsmenge akkumuliert
- CURRent: Stopp wenn definierte Minimal-Stromstärke erreicht
- ENERgy: Stopp wenn definierte Energiemenge akkumuliert
- TIME: Stopp wenn definierte Entladezeit verstrichen
- VOLTage: Stopp wenn definierte Minimal-Spannung erreicht

Der zweite Parameter spezifiziert den Aktivierungszustand für das Stoppkriterium:

- 0|OFF: Das Kriterium kann die Entladung nicht beenden.
- 1|ON: Das Kriterium kann die Entladung beenden.

<i>Syntax</i>	FUNCTION:DISCharge:STOP:ENABle <signal>,<boolean>
<i>Parameter1</i>	CHARge CURRent ENERgy TIME VOLTage
<i>Parameter2</i>	0 OFF 1 ON
<i>*RST Wert</i>	Alle OFF
<i>Beispiel</i>	FUNC:DISC:STOP:ENAB CHAR,ON
<i>Abfragesyntax</i>	FUNCTION:DISCharge:STOP:ENABle? <signal>
<i>Rückgabewert</i>	0 1

FUNCTION:DISCharge:STOP:ENERgy

Dieser Befehl setzt den Wert für die Energiemenge, bei der die Entladefunktion deaktiviert und der Lasteingang ausgeschaltet wird. Die Aktivierung des Stoppkriteriums erfolgt mit dem Befehl FUNCTION:DISCharge:STOP:ENABle.

Der numerische Parameter spezifiziert die Energiemenge in der Einheit Wattstunden. Der Parameter MIN setzt den kleinsten zulässigen Wert für die Energiemenge, der Parameter MAX setzt den größten zulässigen Wert für die Energiemenge.

<i>Syntax</i>	FUNCTION:DISCharge:STOP:ENERgy <NRf>
---------------	--------------------------------------

<i>Parameter</i>	0 ... 999999.9 MIN MAX
<i>Einheit</i>	WH MWH KWH
<i>*RST Wert</i>	0
<i>Beispiel</i>	FUNC:DISC:STOP:ENER 10.56
<i>Abfragesyntax</i>	FUNCTION:DISCharge:STOP:ENERgy? [MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>

FUNCTION:DISCharge:STOP:EVENT?

Dieser Abfragebefehl fragt das Ereignis ab, durch das die Entladefunktion zuletzt beendet wurde.

Der Rückgabewert kann einen der folgenden Werte annehmen:

NONE: kein Ereignis eingetreten
CHAR: definierte Ladungsmenge akkumuliert
CURR: definierte Minimal-Stromstärke erreicht
ENER: definierte Energiemenge akkumuliert
TIME: definierte Entladezeit verstrichen
VOLT: definierte Minimal-Spannung erreicht

<i>Abfragesyntax</i>	FUNCTION:DISCharge:STOP:EVENT?
<i>Rückgabewert</i>	NONE CHAR CURR ENER TIME VOLT

FUNCTION:DISCharge:STOP:TIME

Dieser Befehl setzt den Wert für die Zeitdauer, nach der die Entladefunktion deaktiviert und der Lasteingang ausgeschaltet wird. Die Aktivierung des Stoppkriteriums erfolgt mit dem Befehl FUNCTION:DISCharge:STOP:ENABLE.

Der numerische Parameter spezifiziert die Zeit in der Einheit Sekunden. Der Parameter MIN setzt den kleinsten zulässigen Wert für die Zeit, der Parameter MAX setzt den größten zulässigen Wert für die Zeit.

<i>Syntax</i>	FUNCTION:DISCharge:STOP:TIME <NRf>
<i>Parameter</i>	1 ... 999999 MIN MAX
<i>Einheit</i>	S MS
<i>*RST Wert</i>	1
<i>Beispiel</i>	FUNC:DISC:STOP:TIME 18000
<i>Abfragesyntax</i>	FUNCTION:DISCharge:STOP:TIME? [MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>

FUNCTION:DISCharge:STOP:VOLTage

Dieser Befehl setzt den Wert für die minimale Spannung, nach der die Entladefunktion deaktiviert und der Lasteingang ausgeschaltet wird. Die Aktivierung des Stoppkriteriums erfolgt mit dem Befehl FUNCTION:DISCharge:STOP:ENABLE.

Der numerische Parameter spezifiziert die Spannung in der Einheit Volt. Der Parameter MIN setzt den kleinsten zulässigen Wert für die Spannung, der Parameter MAX setzt den größten zulässigen Wert für die Spannung.

Der <max>-Wert ist aus den technischen Daten ersichtlich.

<i>Syntax</i>	FUNCTION:DISCharge:STOP:VOLTage [:LEVel] <NRf>
<i>Parameter</i>	0 ... <max> MIN MAX
<i>Einheit</i>	V MV
<i>*RST Wert</i>	0
<i>Beispiel</i>	FUNC:DISC:STOP:VOLT 1.253
<i>Abfragesyntax</i>	FUNCTION:DISCharge:STOP:VOLTage [:LEVel]? [MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>

FUNCTION:DISCharge:TIME?

Dieser Befehl fragt die Zeitdauer in Sekunden ab, die seit Aktivierung der Entladefunktion verstrichen ist.

<i>Abfragesyntax</i>	FUNCTION:DISCharge:TIME?
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>

FUNCTION:MODE

Dieser Befehl setzt die Betriebsart für die Regelung.

Der Parameter CURRent aktiviert die Stromregelung.

Der Parameter RESistance aktiviert die Widerstandsregelung.

Der Parameter VOLTage aktiviert die Spannungsregelung.

Der Parameter POWer aktiviert die Leistungsregelung.

<i>Syntax</i>	FUNCTION:MODE <mode>
<i>Parameter</i>	CURRent RESistance VOLTage POWer
<i>*RST Wert</i>	CURRent
<i>Beispiel</i>	FUNC:MODE VOLT
<i>Abfragesyntax</i>	FUNCTION:MODE?
<i>Rückgabewert</i>	CURR RES VOLT POW

FUNCTION:MPPT

Dieser Befehl setzt den Aktivierungszustand für die MPP Tracking-Funktion.

Der Parameter OFF oder 0 deaktiviert die MPPT-Funktion, der Parameter ON oder 1 aktiviert die MPPT-Funktion.

<i>Syntax</i>	FUNCTION:MPPT[:STATe] <boolean>
<i>Parameter</i>	0 OFF 1 ON
<i>*RST Wert</i>	OFF
<i>Beispiel</i>	FUNC:MPPT ON
<i>Abfragesyntax</i>	FUNCTION:MPPT[:STATe]?
<i>Rückgabewert</i>	0 1

FUNCTION:MPPT:ENERgy?

Dieser Befehl fragt die bei einer MPP Tracking-Funktion kumulierte Energie in Wh ab.

<i>Abfragesyntax</i>	FUNCTION:MPPT:ENERgy?
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>

FUNCTION:MPPT:MPP?

Dieser Befehl fragt den zuletzt gefundenen und geregelten MPP ab.

Der Rückgabewert ist ein Tupel bestehend aus folgenden Werten:

Vmpp, Imp, Pmpp

<i>Abfragesyntax</i>	FUNCTION:MPPT:MPP?
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>,<NR3>,<NR3>

FUNCTION:MPPT:SWEep

Dieser Befehl löst einen sofortigen Sweep aus, sofern nicht bereits ein Sweep läuft.

<i>Syntax</i>	FUNCTION:MPPT:SWEep[:IMMediate]
<i>Beispiel</i>	FUNC:MPPT:SWE

FUNCTION:MPPT:SWEep:DATA?

Dieser Befehl fragt die aufgenommenen Messdaten des letzten Sweeps ab.

Die zurückgelesenen Messdaten bestehen aus 100 Spannung-Strom-Wertepaaren und sind folgendermaßen zusammengesetzt:

<Volt_0>,<Curr_0>,...,<Volt_99>,<Curr_99>

<i>Abfragesyntax</i>	FUNCTION:MPPT:SWEep:DATA?
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>{,<NR3>}

FUNCTION:MPPT:SWEep:DATA:POINts?

Dieser Befehl fragt die Anzahl der Messdatenpunkte des letzten Sweeps ab.

Ist noch kein Sweep durchgeführt worden, ist die Anzahl der Messdatenpunkte gleich 0, ansonsten immer 100.

<i>Abfragesyntax</i>	FUNCTION:MPPT:SWEep:DATA:POINts?
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>

FUNCTION:MPPT:SWEep:DIRection

Dieser Befehl setzt die Sweep-Richtung der MPP Tracking-Funktion.

Der Textparameter spezifiziert die Sweep-Richtung:

DOWN: von Uoc aus in Richtung 0 V

UP: von 0 V aus in Richtung Uoc

<i>Syntax</i>	FUNCTION:MPPT:SWEep:DIRection DOWN UP
<i>Parameter</i>	DOWN UP
<i>*RST Wert</i>	DOWN
<i>Beispiel</i>	FUNC:MPPT:SWE:DIR UP
<i>Abfragesyntax</i>	FUNCTION:MPPT:SWEep:DIRection?
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>

FUNCTION:MPPT:SWEep:PERiod

Dieser Befehl setzt die Sweep-Periode der MPP Tracking-Funktion.

Der numerische Parameter spezifiziert die Sweep-Periode in der Einheit Sekunden. Der Parameter MIN setzt den kleinsten zulässigen Wert für die Zeit, der Parameter MAX setzt den größten zulässigen Wert für die Zeit.

<i>Syntax</i>	FUNCTION:MPPT:SWEep:PERiod <NRf>
<i>Parameter</i>	10 ... 3600
<i>*RST Wert</i>	10
<i>Beispiel</i>	FUNC:MPPT:SWE:PER 60
<i>Abfragesyntax</i>	FUNCTION:MPPT:SWEep:PERiod? [MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>

FUNCTION:MPPT:SWEep:TIME

Dieser Befehl setzt die Sweep-Dauer der MPP Tracking-Funktion.

Der numerische Parameter spezifiziert die Sweep-Dauer in der Einheit Sekunden. Der Parameter MIN setzt den kleinsten zulässigen Wert für die Zeit, der Parameter MAX setzt den größten zulässigen Wert für die Zeit.

<i>Syntax</i>	FUNCTION:MPPT:SWEep:TIME <NRf>
<i>Parameter</i>	0.1 ... 5
<i>*RST Wert</i>	1
<i>Beispiel</i>	FUNC:MPPT:SWE:TIME 60
<i>Abfragesyntax</i>	FUNCTION:MPPT:SWEep:TIME? [MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>

FUNCTION:MPPT:TIME?

Dieser Befehl fragt die Zeitdauer ab, die seit Aktivierung der MPPT-Funktion verstrichen ist.

Der zurückgegebene Wert hat die Einheit Sekunden.

<i>Abfragesyntax</i>	FUNCTION:MPPT:TIME?
<i>Beispiel</i>	FUNC:MPPT:TIME?
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>

FUNCTION:PROTection

Dieser Befehl setzt den Aktivierungszustand für die Spannungs- oder Strombegrenzung.

Der Parameter OFF oder 0 deaktiviert die Begrenzung, der Parameter ON oder 1 aktiviert die Begrenzung.

<i>Syntax</i>	FUNCTION:PROTection[:STATe] <boolean>
<i>Parameter</i>	0 OFF 1 ON
<i>*RST Wert</i>	OFF
<i>Beispiel</i>	FUNC:PROT ON
<i>Abfragesyntax</i>	FUNCTION:PROTection[:STATe]?
<i>Rückgabewert</i>	0 1

FUNCTION:PROTection:MODE

Dieser Befehl setzt die Betriebsart für die Begrenzung.

Der Parameter CURRent wählt die Überstrombegrenzung.

Der Parameter VOLTage wählt den Unterspannungsschutz.

<i>Syntax</i>	FUNCTION:PROTection:MODE <mode>
<i>Parameter</i>	CURRent VOLTage
<i>*RST Wert</i>	CURRent
<i>Beispiel</i>	FUNC:PROT:MODE VOLT
<i>Abfragesyntax</i>	FUNCTION:PROTection:MODE?
<i>Rückgabewert</i>	CURR VOLT

FUNCTION:SPEEd

Dieser Befehl setzt die Regelgeschwindigkeit für die hardwarebasierte Regelung.

Der Parameter kann einen der folgenden Werte annehmen:

SLOW: geringe Regelgeschwindigkeit

FAST: hohe Regelgeschwindigkeit

<i>Syntax</i>	FUNCTION:SPEEd <speed>
<i>Parameter</i>	SLOW FAST
<i>*RST Wert</i>	FAST
<i>Beispiel</i>	FUNC:SPE SLOW
<i>Abfragesyntax</i>	FUNCTION:SPEEd?
<i>Rückgabewert</i>	SLOW FAST

5.11.8 INPut Subsystem

<kanalspezifisch>

INPut

Dieser Befehl setzt den Zustand des Lasteingangs.

Der Parameter OFF oder 0 deaktiviert den Eingang, der Parameter ON oder 1 aktiviert den Eingang.



Der Abfragebefehl liefert immer den Sollzustand. D. h. wenn der Befehl INPut ON bei der elektronischen Last eingegangen ist, sendet diese bei der Abfrage 1 zurück, auch wenn z. B. durch einen Übertemperaturschutz tatsächlich der Lasteingang ausgeschaltet ist. Den tatsächlichen Aktivierungszustand des Lasteingangs liefert die Abfrage des Operation Status Registers.

<i>Syntax</i>	INPut[:STATe] <boolean>
---------------	-------------------------

<i>Parameter</i>	0 OFF 1 ON
<i>*RST Wert</i>	OFF
<i>Beispiel</i>	INP ON
<i>Abfragesyntax</i>	INPut[:STATe]?
<i>Rückgabewert</i>	0 1

INPut:TRIGgered

Dieser Befehl setzt den Trigger-Zustand des Lasteingangs.

Der Parameter OFF oder 0 deaktiviert den Lasteingang bei Auftreten eines Trigger-Ereignisses, der Parameter ON oder 1 aktiviert den Lasteingang bei Eintreten eines Trigger-Ereignisses.

<i>Syntax</i>	INPut[:STATe]:TRIGgered <boolean>
<i>Parameter</i>	0 OFF 1 ON
<i>*RST Wert</i>	OFF
<i>Beispiel</i>	INP:TRIG ON
<i>Abfragesyntax</i>	INPut[:STATe]:TRIGgered?
<i>Rückgabewert</i>	0 1

INPut:WDOG

Dieser Befehl setzt den Aktivierungszustand des Watchdogs.

Der Parameter OFF oder 0 deaktiviert den Watchdog, der Parameter ON oder 1 aktiviert den Watchdog.

Der Watchdog ist nach dem Einschalten der elektronischen Last für alle Kanäle deaktiviert. Ein Geräte-Reset verändert den Aktivierungszustand nicht.

<i>Syntax</i>	INPut:WDOG[:STATe] <boolean>
<i>Parameter</i>	0 OFF 1 ON
<i>Beispiel</i>	INP:WDOG ON
<i>Abfragesyntax</i>	INPut:WDOG[:STATe]?
<i>Rückgabewert</i>	0 1

INPut:WDOG:DELay

Dieser Befehl setzt die Verzögerungszeit für den Watchdog.

Der numerische Parameterwert spezifiziert die Verzögerungszeit in Sekunden. Der numerische Wert wird implizit zur nächsten Ganzzahl gerundet. Der Parameter MIN setzt den kleinsten zulässigen Wert, der Parameter MAX setzt den größten zulässigen Wert.

Die Verzögerungszeit beträgt nach dem Einschalten der elektronischen Last 60 s für alle Kanäle. Ein Geräte-Reset verändert die Verzögerungszeit nicht.

INPut:WDOG:RESet

Dieser Befehl setzt den Watchdog zurück.

Dieser Befehl hat keine Abfrageform.

<i>Syntax</i>	INPut:WDOG:RESet
<i>Beispiel</i>	INP:WDOG:RES

5.11.9 *LIST Subsystem*

<kanalspezifisch>

LIST

Dieser Befehl setzt den Aktivierungszustand für die Ausführung einer Liste.

Der Parameter ON oder 1 aktiviert die Ausführung einer Liste, der Parameter OFF oder 0 deaktiviert die Ausführung einer Liste.

<i>Syntax</i>	LIST[:STATe] <boolean>
<i>Parameter</i>	0 OFF 1 ON
<i>*RST Wert</i>	OFF
<i>Beispiel</i>	LIST ON
<i>Abfragesyntax</i>	LIST[:STATe]?
<i>Rückgabewert</i>	0 1

LIST:ACQuisition

Dieser Befehl setzt den Aktivierungszustand für die synchrone Datenerfassung bei Ausführung einer Liste.

Der Parameter ON oder 1 aktiviert die Datenerfassung, der Parameter OFF oder 0 deaktiviert sie.

<i>Syntax</i>	LIST:ACQuisition[:ENABLE] <boolean>
<i>Parameter</i>	0 OFF 1 ON
<i>Beispiel</i>	LIST:ACQ ON
<i>Abfragesyntax</i>	LIST:ACQuisition[:ENABLE]?
<i>Rückgabewert</i>	0 1
<i>Reset-Wert</i>	OFF

LIST:COUNT

Dieser Befehl setzt die Anzahl, wie oft eine Liste nach dem Aktivieren abgearbeitet wird.

Der numerische Parameterwert spezifiziert die Anzahl der Durchläufe und wird implizit zur nächsten Ganzzahl gerundet. Der Parameter MIN setzt den kleinsten zulässigen Wert, der Parameter MAX setzt den größten zulässigen Wert. Ein größerer Wert als der MAX-Wert oder der numerische Wert für Unendlich (9.9E37) bewirkt eine kontinuierliche Ausführung der Liste solange, bis diese mit LIST:STATe OFF beendet wird.

<i>Syntax</i>	LIST:COUNT <NRf>
<i>Parameter</i>	1 ... 999 MIN MAX
<i>*RST Wert</i>	1
<i>Beispiel</i>	LIST:COUN 23
<i>Abfragesyntax</i>	LIST:COUNT? [MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>

LIST:CURRent

Dieser Befehl setzt die einzelnen Sollwerte in der Liste für den Eingangsstrom.

Ein numerischer Parameter spezifiziert die Stromstärke in der Grundeinheit Ampere. Die maximale Anzahl an Parameterwerten ist 100.

<i>Syntax</i>	LIST:CURRent[:LEVel] <NRf>{,<NRf>}
<i>Parameter</i>	<NRf>{,<NRf>}
<i>Einheit</i>	A MA
<i>*RST Wert</i>	Ungültige Liste
<i>Beispiel</i>	LIST:CURR 12.75,56.2,0
<i>Abfragesyntax</i>	LIST:CURRent[:LEVel]?
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>{,<NR3>}

LIST:CURRent:POINts?

Dieser Befehl fragt die aktuelle Anzahl an spezifizierten Sollwerten für den Eingangsstrom in der Liste ab.

Bei Übergabe des optionalen Parameters MIN wird der kleinste zulässige Wert für die Anzahl abgefragt, bei Übergabe des optionalen Parameters MAX wird der größte zulässige Wert für die Anzahl abgefragt.

<i>Abfragesyntax</i>	LIST:CURR[:LEVel]:POINts? [MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	<NR1>

LIST:DWELL

Dieser Befehl setzt die einzelnen Sollwerte in der Liste für die Verweilzeiten (Dwell time).

Ein numerischer Parameter spezifiziert die Verweilzeit in der Grundeinheit Sekunde. Die maximale Anzahl an Parameterwerten ist 100.

<i>Syntax</i>	LIST:DWELL <NRf>{,<NRf>}
<i>Parameter</i>	0.0002 ... 1000.0{,0.0002 ... 1000.0}
<i>Einheit</i>	S MS
<i>*RST Wert</i>	Ungültige Liste
<i>Beispiel</i>	LIST:DWEL 5.5E-3,0.01,1.02
<i>Abfragesyntax</i>	LIST:DWELL?
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>{,<NR3>}

LIST:DWELL:POINts?

Dieser Befehl fragt die aktuelle Anzahl an spezifizierten Verweilzeiten in der Liste ab.

Bei Übergabe des optionalen Parameters MIN wird der kleinste zulässige Wert für die Anzahl abgefragt, bei Übergabe des optionalen Parameters MAX wird der größte zulässige Wert für die Anzahl abgefragt.

<i>Abfragesyntax</i>	LIST:DWELL:POINts? [MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	<NR1>

LIST:MODE

Dieser Befehl setzt die für die LIST-Funktion gültige Betriebsart. Sie wählt die zugehörige Sollwert-Liste aus.

<i>Syntax</i>	LIST:MODE <mode>
<i>Parameter</i>	CURRent POWer RESistance VOLTage
<i>*RST Wert</i>	CURRent
<i>Beispiel</i>	LIST:MODE VOLT
<i>Abfragesyntax</i>	LIST:MODE?
<i>Rückgabewert</i>	CURR POW RES VOLT

LIST:POINts?

Dieser Befehl fragt die Anzahl der ausgeführten Listenpunkte seit Aktivierung der Liste ab.

<i>Abfragesyntax</i>	LIST:POINts?
<i>Rückgabewert</i>	<NR1>

LIST:POWer

Dieser Befehl setzt die einzelnen Sollwerte für eine Leistungsliste.

Ein numerischer Parameter spezifiziert die Leistung in der Grundeinheit Watt. Die maximale Anzahl an Parameterwerten ist 100.

<i>Syntax</i>	LIST:POWer[:LEVel] <NRf>{,<NRf>}
<i>Parameter</i>	<NRf>{,<NRf>}
<i>Einheit</i>	W MW KW
<i>*RST Wert</i>	Ungültige Liste
<i>Beispiel</i>	LIST:POW 50,8.5,26.8
<i>Abfragesyntax</i>	LIST:POWer[:LEVel]?
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>{,<NR3>}

LIST:POWer:POINts?

Dieser Befehl fragt die aktuelle Anzahl an spezifizierten Sollwerten für die Leistung in der Liste ab.

Bei Übergabe des optionalen Parameters MIN wird der kleinste zulässige Wert für die Anzahl abgefragt, bei Übergabe des optionalen Parameters MAX wird der größte zulässige Wert für die Anzahl abgefragt.

<i>Abfragesyntax</i>	LIST:POWer[:LEVel]:POINts? [MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	<NR1>

LIST:RESistance

Dieser Befehl setzt die einzelnen Sollwerte für eine Widerstandsliste.

Ein numerischer Parameter spezifiziert den Eingangswiderstand in der Grundeinheit Ohm. Die maximale Anzahl an Parameterwerten ist 100.

<i>Syntax</i>	LIST:RESistance[:LEVel] <NRf>{,<NRf>}
<i>Parameter</i>	<NRf>{,<NRf>}
<i>Einheit</i>	OHM KOHM
<i>*RST Wert</i>	Ungültige Liste
<i>Beispiel</i>	LIST:RES 5.0,0.85,2.667E-2
<i>Abfragesyntax</i>	LIST:RESistance[:LEVel]?
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>{,<NR3>}

LIST:RESistance:POINts?

Dieser Befehl fragt die aktuelle Anzahl an spezifizierten Sollwerten für den Eingangswiderstand in der Liste ab.

Bei Übergabe des optionalen Parameters MIN wird der kleinste zulässige Wert für die Anzahl abgefragt, bei Übergabe des optionalen Parameters MAX wird der größte zulässige Wert für die Anzahl abgefragt.

<i>Abfragesyntax</i>	LIST:RESistance[:LEVel]:POINts? [MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	<NR1>

LIST:RTIME

Dieser Befehl setzt die einzelnen Sollwerte in der Liste für die Rampenzeiten (Ramp time).

Ein numerischer Parameter spezifiziert die Rampenzeit in der Grundeinheit Sekunde. Die maximale Anzahl an Parameterwerten ist 100.

<i>Syntax</i>	LIST:RTIME <NRf>{,<NRf>}
<i>Parameter</i>	0.0 ... 1000.0{,0.0 ... 1000.0}
<i>Einheit</i>	S MS
<i>*RST Wert</i>	Ungültige Liste
<i>Beispiel</i>	LIST:RTIME 5.5E-3,0.01,1.02
<i>Abfragesyntax</i>	LIST:RTIME?
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>{,<NR3>}

LIST:RTIME:POINts?

Dieser Befehl fragt die aktuelle Anzahl an spezifizierten Rampenzeiten in der Liste ab.

Bei Übergabe des optionalen Parameters MIN wird der kleinste zulässige Wert für die Anzahl abgefragt, bei Übergabe des optionalen Parameters MAX wird der größte zulässige Wert für die Anzahl abgefragt.

<i>Abfragesyntax</i>	LIST:RTIME:POINts? [MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	<NR1>

LIST:STIME:DWELl

Dieser Befehl setzt die Sollwerte in der Liste für Abtastzeiten während den Verweilzeiten.

Ein numerischer Parameter spezifiziert die Abtastzeit in der Grundeinheit Sekunden. Die maximale Anzahl an Parameterwerten ist 300.

<i>Syntax</i>	LIST:STIM:DWELL <NRf>{,<NRf>}
<i>Parameter</i>	2E-04 ... 1E+03{,2E-04 ... 1E+03}
<i>Einheit</i>	S
<i>Beispiel</i>	LIST:STIM:DWELL 1E-3,0.01,0.05
<i>Abfragesyntax</i>	LIST:STIM:DWELL?
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>{,<NR3>}
<i>Reset-Wert</i>	Leere Liste

LIST:STIM:DWELL:POINTs?

Dieser Befehl fragt die aktuelle Anzahl an Sollwerten in der Liste für Abtastzeiten während den Verweilzeiten ab.

Bei Übergabe des optionalen Parameters MIN wird der kleinste, zulässige Wert für die Anzahl abgefragt, bei Übergabe des optionalen Parameters MAX wird der größte, zulässige Wert für die Anzahl abgefragt.

<i>Abfragesyntax</i>	LIST:STIM:DWELL:POINTs? [MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	<NR1>

LIST:STIM:RTIME

Dieser Befehl setzt die Sollwerte in der Liste für Abtastzeiten während den Rampenzeiten.

Ein numerischer Parameter spezifiziert die Abtastzeit in der Grundeinheit Sekunden. Die maximale Anzahl an Parameterwerten ist 300.

<i>Syntax</i>	LIST:STIM:RTIME <NRf>{,<NRf>}
<i>Parameter</i>	2E-04 ... 1E+03{,2E-04 ... 1E+03}
<i>Einheit</i>	S
<i>Beispiel</i>	LIST:STIM:RTIME 1E-3,0.01,0.05
<i>Abfragesyntax</i>	LIST:STIM:RTIME?
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>{,<NR3>}
<i>Reset-Wert</i>	Leere Liste

LIST:STIM:RTIME:POINTs?

Dieser Befehl fragt die aktuelle Anzahl an Sollwerten in der Liste für Abtastzeiten während den Rampenzeiten ab.

Bei Übergabe des optionalen Parameters MIN wird der kleinste, zulässige Wert für die Anzahl abgefragt, bei Übergabe des optionalen Parameters MAX wird der größte, zulässige Wert für die Anzahl abgefragt.

<i>Abfragesyntax</i>	LIST:STIM:RTIME:POINTs? [MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	<NR1>

LIST:TIME?

Dieser Befehl fragt die Zeitdauer ab, die seit Aktivierung der Liste verstrichen ist.

Der zurückgegebene Wert hat die Einheit Sekunden.

<i>Abfragesyntax</i>	LIST:TIME?
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>

LIST:TRIGgered

Dieser Befehl setzt den Trigger-Zustand für die Ausführung einer Liste.

Der Parameter OFF oder 0 deaktiviert die Listenausführung bei Auftreten eines Trigger-Ereignisses, der Parameter ON oder 1 aktiviert die Listenausführung bei Eintreten eines Trigger-Ereignisses.

<i>Syntax</i>	LIST[:STATe]:TRIGgered <boolean>
<i>Parameter</i>	0 OFF 1 ON
<i>*RST Wert</i>	OFF

<i>Beispiel</i>	LIST:TRIG ON
<i>Abfragesyntax</i>	LIST[:STATe]:TRIGgered?
<i>Rückgabewert</i>	0 1

LIST:VOLTage

Dieser Befehl setzt die spezifizierten Sollwerte in der Liste für die Eingangsspannung.

Ein numerischer Parameter spezifiziert die Eingangsspannung in der Einheit Volt. Die maximale Anzahl an Parameterwerten ist 100.

<i>Syntax</i>	LIST:VOLTage[:LEVel] <NRf>{,<NRf>}
<i>Parameter</i>	<NRf>{,<NRf>}
<i>Einheit</i>	V MV
<i>*RST Wert</i>	Ungültige Liste
<i>Beispiel</i>	LIST:VOLT 12.75,56.2,0
<i>Abfragesyntax</i>	LIST:VOLTage[:LEVel]?
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>{,<NR3>}

LIST:VOLTage:POINts?

Dieser Befehl fragt die aktuelle Anzahl an spezifizierten Sollwerten für die Spannung in der Liste ab.

Bei Übergabe des optionalen Parameters MIN wird der kleinste zulässige Wert für die Anzahl abgefragt, bei Übergabe des optionalen Parameters MAX wird der größte zulässige Wert für die Anzahl abgefragt.

<i>Abfragesyntax</i>	LIST:VOLTage[:LEVel]:POINts? [MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	<NR1>

5.11.10 MEASure Subsystem

<kanalspezifisch>

MEASure:CURRent?

Dieser Befehl fragt den aktuellen, gemessenen Wert für den Laststrom ab.

Der zurückgegebene Wert für die Stromstärke hat die Einheit Ampere.

<i>Abfragesyntax</i>	MEASure:CURRent?
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>

MEASure:POWer?

Dieser Befehl fragt den aktuellen, aus Spannung und Strom berechneten Wert für die Eingangsleistung ab.

Der zurückgegebene Wert für die Leistung hat die Einheit Watt.

<i>Abfragesyntax</i>	MEASure:POWer?
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>

MEASure:RESistance?

Dieser Befehl fragt den aktuellen, aus Spannung und Strom berechneten Wert für den Eingangswiderstand ab.

Der zurückgegebene Wert für den Widerstand hat die Einheit Ohm.

<i>Abfragesyntax</i>	MEASure:RESistance?
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>

MEASure:TEMPerature?

Dieser Befehl fragt den aktuellen, gemessenen Wert für die Endstufentemperatur ab.

Der zurückgegebene Wert für die Temperatur hat die Einheit Grad Celsius.

<i>Abfragesyntax</i>	MEASure:TEMPerature?
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>

MEASure:VOLTage?

Dieser Befehl fragt den aktuellen, gemessenen Wert für die Eingangsspannung ab.

Der zurückgegebene Wert für die Spannung hat die Einheit Volt.

<i>Abfragesyntax</i>	MEASure:VOLTage?
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>

MEASure:VOLTage:EXTeRnal?

Dieser Befehl fragt den aktuellen gemessenen Wert für die Spannung am analogen Ansteuereingang LEVEL+ gegen LEVEL- am I/O-Port ab.

PMLA LP Varianten haben keine analogen Ansteuereingänge und liefern bei diesem Befehl einen Execution Error.

Der zurückgegebene Wert für die Spannung hat die Einheit Volt.

<i>Abfragesyntax</i>	MEASure:VOLTage:EXTeRnal?
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>

5.11.11 POWer Subsystem

<kanalspezifisch>

POWer

Dieser Befehl setzt den Sollwert für die geregelte Leistung im Leistungsbetrieb.

Der numerische Parameter spezifiziert die Leistung in der Grundeinheit Watt. Der Parameter MIN setzt den kleinsten zulässigen Wert für die Leistung, der Parameter MAX setzt den größten zulässigen Wert für die Leistung.

Der <max> bzw. MAX-Wert entspricht der maximalen Kurzzeitleistung und ist aus den technischen Daten ersichtlich.

<i>Syntax</i>	POWer[:LEVel][:IMMediate] <NRf> MIN MAX
<i>Parameter</i>	0 ... <max> MIN MAX
<i>Einheit</i>	W KW MW
<i>*RST Wert</i>	0
<i>Beispiel</i>	POW 57.88
<i>Abfragesyntax</i>	POWer[:LEVel][:IMMediate]? [MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>

POWer:TRIGgered

Dieser Befehl setzt den getriggerten Sollwert für die geregelte Leistung im Leistungsbetrieb.

Der numerische Parameter spezifiziert die Leistung in der Grundeinheit Watt. Der Parameter MIN setzt den kleinsten zulässigen Wert für die Leistung, der Parameter MAX setzt den größten zulässigen Wert für die Leistung.

Der <max> bzw. MAX-Wert entspricht der maximalen Kurzzeitleistung und ist aus den technischen Daten ersichtlich.

<i>Syntax</i>	POWer[:LEVel]:TRIGgered <NRf> MIN MAX
<i>Parameter</i>	0 ... <max> MIN MAX
<i>Einheit</i>	W KW MW
<i>*RST Wert</i>	0
<i>Beispiel</i>	POW:TRIG 2.3E3
<i>Abfragesyntax</i>	POWer[:LEVel]:TRIGgered? [MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>

POWer:PEAK?

Dieser Befehl fragt die aktuell mögliche Spitzenleistung, welche von der Endstufentemperatur abhängt, ab.

Der zurückgegebene Wert für die Spitzenleistung hat die Einheit Watt.

<i>Abfragesyntax</i>	POWer:PEAK?
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>

5.11.12 RESistance Subsystem

<kanalspezifisch>

RESistance

Dieser Befehl setzt den Sollwert für den geregelten Eingangswiderstand im Widerstandsbetrieb.

Der numerische Parameter spezifiziert den Widerstand in der Grundeinheit Ohm. Der Parameter MIN setzt den kleinsten zulässigen Wert für den Widerstand, der Parameter MAX setzt den größten zulässigen Wert für den Widerstand.

<min> und MIN-Werte sind die kleinstmöglichen Sollwerte, <max> und MAX-Werte die größtmöglichen Sollwerte. Sie sind aus den technischen Daten ersichtlich.

<i>Syntax</i>	RESistance[:LEVel][:IMMediate] <NRf> MIN MAX
<i>Parameter</i>	<min> ... <max> MIN MAX
<i>Einheit</i>	OHM KOHM
<i>*RST Wert</i>	MAX
<i>Beispiel</i>	RES 3.77
<i>Abfragesyntax</i>	RESistance[:LEVel][:IMMediate]? [MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>

RESistance:TRIGgered

Dieser Befehl setzt den getriggerten Sollwert für den geregelten Eingangswiderstand.

Der numerische Parameter spezifiziert den Widerstand in der Grundeinheit Ohm. Der Parameter MIN setzt den kleinsten zulässigen Wert für den Widerstand, der Parameter MAX setzt den größten zulässigen Wert für den Widerstand.

Die Werte für <min> und <max> bzw. MIN und MAX sind aus den technischen Daten ersichtlich.

<i>Syntax</i>	RESistance[:LEVel]:TRIGgered <NRf> MIN MAX
<i>Parameter</i>	<min> ... <max> MIN MAX
<i>Einheit</i>	OHM KOHM
<i>*RST Wert</i>	MAX
<i>Beispiel</i>	RES:TRIG 0.91
<i>Abfragesyntax</i>	RESistance[:LEVel]:TRIGgered? [MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>

5.11.13 **SERvice Subsystem**

<kanalspezifisch>

SERvice:CALibration

Dieser Befehl setzt den Aktivierungszustand für den Justiermodus des selektierten Kanals.

Der erste Parameter spezifiziert den Zustand: der Parameter ON oder 1 aktiviert den Kalibriermodus, der Parameter OFF oder 0 deaktiviert den Kalibriermodus. Der zweite Parameter spezifiziert das Kennwort zur Aktivierung des Modus. Er ist zur Deaktivierung nicht nötig.

Der Abfragebefehl liefert lediglich den Aktivierungszustand des Kalibriermodus. Bei Rückgabe des numerischen Wertes 0 ist der Kalibriermodus deaktiviert, bei Rückgabe des Wertes 1 ist der Kalibriermodus aktiviert.



Dieser Befehl ist nur für geschultes Fachpersonal vorgesehen, die mit dem Kalibriervorgang der elektronischen Lasten von H&H vertraut sind. Er ist daher kennwortgeschützt. Missbrauch dieses Befehls kann zur Fehlfunktion der elektronischen Last führen und diese unbrauchbar machen!

<i>Syntax</i>	SERvice:CALibration[:STATe] <boolean> [,<code>]
<i>Parameter1</i>	0 OFF 1 ON
<i>Parameter2</i>	<code>
<i>*RST Wert</i>	OFF
<i>Beispiel</i>	SERV:CAL OFF
<i>Abfragesyntax</i>	SERvice:CALibration[:STATe]?
<i>Rückgabewert</i>	0 1

SERvice:CALibration:EXternal:HIGH

Dieser Befehl setzt den Referenzwert des oberen Justierpunkts zur Justierung des externen Messpfades. Der Befehl ist nur wirksam, wenn die Kalibrierung aktiv ist und daher speziell für geschultes Servicepersonal vorgesehen.

Der numerische Parameter spezifiziert den Referenzwert am Justierpunkt. Die Einheit des Referenzwerts ist Volt.

Dieser Befehl hat keine Abfrageform.

<i>Syntax</i>	SERvice:CALibration:EXternal:HIGH <NRf>
<i>Parameter</i>	0 ... <max>
<i>Beispiel</i>	SERV:CAL:EXT:HIGH 18.5

SERvice:CALibration:EXternal:LOW

Dieser Befehl setzt den Referenzwert des unteren Justierpunkts zur Justierung des externen Messpfades. Der Befehl ist nur wirksam, wenn die Kalibrierung aktiv ist und daher speziell für geschultes Servicepersonal vorgesehen.

Der numerische Parameter spezifiziert den Referenzwert am Justierpunkt. Die Einheit des Referenzwerts ist Volt.

Dieser Befehl hat keine Abfrageform.

<i>Syntax</i>	SERvice:CALibration: EXternal:LOW <NRf>
<i>Parameter</i>	0 ... <max>
<i>Beispiel</i>	SERV:CAL:EXT:LOW 1.5

SERvice:CALibration:LEVel:HIGH

Dieser Befehl setzt den Referenzwert des oberen Justierpunkts zur Justierung des Sollwerts der aktiv geregelten Eingangsgröße. Der Befehl ist nur wirksam, wenn die Kalibrierung aktiv ist und daher speziell für geschultes Servicepersonal vorgesehen.

Der numerische Parameter spezifiziert den Referenzwert am Justierpunkt.

Dieser Befehl hat keine Abfrageform.

<i>Syntax</i>	SERVice:CALibration:LEVel:HIGH <NRf>
<i>Parameter</i>	0 ... <max>
<i>Beispiel</i>	SERV:CAL:LEV:HIGH 18.5

SERVice:CALibration:LEVel:LOW

Dieser Befehl setzt den Referenzwert des unteren Justierpunkts zur Justierung des Sollwerts der aktiv geregelten Eingangsgröße. Der Befehl ist nur wirksam, wenn die Kalibrierung aktiv ist und daher speziell für geschultes Servicepersonal vorgesehen.

Der numerische Parameter spezifiziert den Referenzwert am Justierpunkt.

Dieser Befehl hat keine Abfrageform.

<i>Syntax</i>	SERVice:CALibration:LEVel:LOW <NRf>
<i>Parameter</i>	0 ... <max>
<i>Beispiel</i>	SERV:CAL:LEV:LOW 1.5

SERVice:CALibration:MEASure:HIGH

Dieser Befehl setzt den Referenzwert des oberen Justierpunkts zur Justierung des Messwerts der aktiv geregelten Eingangsgröße. Der Befehl ist nur wirksam, wenn die Kalibrierung aktiv ist und daher speziell für geschultes Servicepersonal vorgesehen.

Der numerische Parameter spezifiziert den Referenzwert am Justierpunkt.

Dieser Befehl hat keine Abfrageform.

<i>Syntax</i>	SERVice:CALibration:MEASure:HIGH <NRf>
<i>Parameter</i>	0 ... <max>
<i>Beispiel</i>	SERV:CAL:MEAS:HIGH 18.5

SERVice:CALibration:MEASure:LOW

Dieser Befehl setzt den Referenzwert des unteren Justierpunkts zur Justierung des Messwerts der aktiv geregelten Eingangsgröße. Der Befehl ist nur wirksam, wenn die Kalibrierung aktiv ist und daher speziell für geschultes Servicepersonal vorgesehen.

Der numerische Parameter spezifiziert den Referenzwert am Justierpunkt.

Dieser Befehl hat keine Abfrageform.

<i>Syntax</i>	SERVice:CALibration:MEASure:LOW <NRf>
<i>Parameter</i>	0 ... <max>
<i>Beispiel</i>	SERV:CAL:MEAS:LOW 1.5

SERVice:CALibration:PROTection:HIGH

Dieser Befehl setzt den Referenzwert des oberen Justierpunkts zur Justierung der Begrenzung (Protection) der aktiv geregelten Eingangsgröße. Der Befehl ist nur wirksam, wenn die Kalibrierung aktiv ist und daher speziell für geschultes Servicepersonal vorgesehen.

Der numerische Parameter spezifiziert den Referenzwert am Justierpunkt.

Dieser Befehl hat keine Abfrageform.

<i>Syntax</i>	SERVice:CALibration:PROTection:HIGH <NRf>
<i>Parameter</i>	0 ... <max>
<i>Beispiel</i>	SERV:CAL:PROT:HIGH 18.5

SERvice:CALibration:PROtection:LOW

Dieser Befehl setzt den Referenzwert des unteren Justierpunkts zur Justierung der Begrenzung (Protection) der aktiv geregelten Eingangsgröße. Der Befehl ist nur wirksam, wenn die Kalibrierung aktiv ist und daher speziell für geschultes Servicepersonal vorgesehen.

Der numerische Parameter spezifiziert den Referenzwert am Justierpunkt.

Dieser Befehl hat keine Abfrageform.

<i>Syntax</i>	SERvice:CALibration:PROtection:LOW <NRf>
<i>Parameter</i>	0 ... <max>
<i>Beispiel</i>	SERV:CAL:PROT:LOW 1.5

SERvice:PRODUCTION

Dieser Befehl setzt den Aktivierungszustand für den Produktionsmodus des selektierten Kanals.

Der erste Parameterwert spezifiziert den neuen Zustand: der Parameter ON oder 1 aktiviert den Produktionsmodus, der Parameter OFF oder 0 deaktiviert den Produktionsmodus. Der zweite Parameterwert spezifiziert das Kennwort zur Aktivierung des Produktionsmodus. Er ist zur Deaktivierung nicht nötig.

Der Abfragebefehl liefert lediglich den Aktivierungszustand des Produktionsmodus. Bei Rückgabe des numerischen Wertes 0 ist der Produktionsmodus deaktiviert, bei Rückgabe des Wertes 1 ist der Produktionsmodus aktiviert.



Dieser Befehl ist nur für geschultes Fachpersonal vorgesehen, die mit dem Produktionsvorgang der elektronischen Lasten von H&H vertraut sind. Er ist daher kennwortgeschützt. Missbrauch dieses Befehls kann zur Fehlfunktion der elektronischen Last führen und diese unbrauchbar machen!

<i>Syntax</i>	SERvice:PRODUCTION[:STATe] <boolean> [,<code>]
<i>Parameter1</i>	0 OFF 1 ON
<i>Parameter2</i>	<code>
<i>*RST Wert</i>	OFF
<i>Beispiel</i>	SERV:PROD OFF
<i>Abfragesyntax</i>	SERvice:PRODUCTION[:STATe]?
<i>Rückgabewert</i>	0 1

SERvice:STRing

Dieser Befehl setzt den spezifizierten Parameter-String mit der spezifizierten Zeichenkette im nichtflüchtigen Speicher.

Der erste numerische Parameter spezifiziert die Nummer des Strings. Der zweite Parameter spezifiziert die zu setzende Zeichenkette.



Dieser Befehl ist nur für geschultes Fachpersonal vorgesehen, die mit dem Produktionsvorgang der elektronischen Lasten von H&H vertraut sind. Er ist daher kennwortgeschützt und nur im Produktionsmodus erlaubt. Missbrauch dieses Befehls kann zur Fehlfunktion der elektronischen Last führen und diese unbrauchbar machen!

<i>Syntax</i>	SERvice[:PARAmeter]:STRing <NRf>, <string>
<i>Parameter1</i>	0 ... 19
<i>Parameter2</i>	<string>
<i>Beispiel</i>	SERV:STR 8,"Abc123"
<i>Abfragesyntax</i>	SERvice[:PARAmeter]:STRing? <NRf>
<i>Rückgabewert</i>	<string>

SERvice:VALue

Dieser Befehl setzt den spezifizierten Systemparameter mit dem spezifizierten Wert im nichtflüchtigen Speicher.

Der erste numerische Parameter spezifiziert die Nummer des Systemparameters. Der zweite numerische Parameter spezifiziert den zu setzenden Parameterwert.



Die Systemparameter sind bis auf einen kleinen ungeschützten Teil für geschultes Fachpersonal vorgesehen, die mit dem Produktionsvorgang der elektronischen Lasten von H&H vertraut sind. Ein gewisser Parameterbereich ist daher kennwortgeschützt und nur im Produktions- bzw. Kalibriermodus beschreibbar.

Missbrauch dieses Befehls kann zur Fehlfunktion der elektronischen Last führen und diese unbrauchbar machen!

Siehe auch 5.11.16 SYSTem Subsystem (Befehl SYSTem:PRESet).

<i>Syntax</i>	SERvice[:PARAmeter]:VALue <NRf>,<NRf>
<i>Parameter1</i>	0 ... 101
<i>Parameter2</i>	<NRf>
<i>Beispiel</i>	SERV:VAL 7,0.8
<i>Abfragesyntax</i>	SERvice[:PARAmeter]:VALue? <NRf>
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>

5.11.14 SETTing Subsystem

<kanalspezifisch>

SETTing:EXtErnal

Dieser Befehl setzt den Aktivierungszustand für die externe Ansteuerung über den I/O-Port.

PMLA LP Varianten haben keinen I/O-Port und liefern bei diesem Befehl einen Execution Error.

Der Parameter ON oder 1 aktiviert die externe Ansteuerung, der Parameter OFF oder 0 deaktiviert die externe Ansteuerung.

Mit dem Befehl SETTing:EXtErnal:ENABle müssen die gewünschten, extern steuerbaren Signale freigegeben werden.

<i>Syntax</i>	SETTing:EXtErnal[:STATe] <boolean>
<i>Parameter</i>	0 OFF 1 ON
<i>*RST Wert</i>	OFF
<i>Beispiel</i>	SETT:EXT ON
<i>Abfragesyntax</i>	SETTing:EXtErnal[:STATe]?
<i>Rückgabewert</i>	0 1

SETTing:EXtErnal:ENABle

Dieser Befehl setzt den Freigabezustand des entsprechenden externen Signals für die Regelung.

PMLA LP Varianten haben keinen I/O-Port und liefern bei diesem Befehl einen Execution Error.

Der erste Parameter spezifiziert das externe Signal:

INPut: Aktivierungszustand des Lasteingangs

ILEVel: Sollwert für die Regelung (Immediate Level)

Der zweite Parameter spezifiziert den Freigabezustand:

0|OFF: Das externe Signal ist für die Regelung nicht freigegeben.

1|ON: Das externe Signal ist für die Regelung freigegeben.

<i>Syntax</i>	SETTing:EXtErnal:ENABle <signal>,<boolean>
---------------	--

<i>Parameter1</i>	INPut ILEVel
<i>Parameter2</i>	0 OFF 1 ON
<i>*RST Wert</i>	Alle OFF
<i>Beispiel</i>	SETT:EXT:ENAB INP,ON
<i>Abfragesyntax</i>	SETTing:EXTernal:ENABLE? <signal>
<i>Rückgabewert</i>	0 1

5.11.15 STATus Subsystem

<kanalspezifisch>, <systemspezifisch>

Das Subsystem STATus dient zur Ermittlung des Status der einzelnen Lastkanäle sowie des Systemstatus und zur Konfiguration des Sammelzustands im Status Byte.

Der Inhalt eines Statusregisters wird durch eine Dezimalzahl repräsentiert, die sich aus den Werten der gesetzten Bits zusammensetzt:

Bit	Wert	Bit	Wert
0	1	8	256
1	2	9	512
2	4	10	1024
3	8	11	2048
4	16	12	4096
5	32	13	8192
6	64	14	16384
7	128	15	32768

Nach dem Einschalten sind alle Bits sämtlicher Statusregister FALSE – mit Ausnahme von Bit 7 (PON) im Standard Event Register (s.u.).

Das Statusmodell gliedert sich in folgende Gruppen (s.u.):

- Channel Questionable Status
- Channel Operation Status
- System Questionable Status
- System Operation Status
- Standard Event Status
- Status Byte

Die Channel Questionable, Channel Condition und Standard Event Statusgruppen sind unterteilt in

- Condition Register (nur Questionable und Operation Status)
- Event Register
- Enable Register

Condition Register

Repräsentiert den momentanen Status von Zuständen/Funktionen und Fehlern. Der Bitzustand eines Condition Registers wird durch das Lesen nicht verändert. Ein Zustand/Fehler ist aktiv, wenn das zugehörige Bit gesetzt ist. Ist der entsprechende Zustand nicht mehr aktiv, wird auch das jeweilige Bit im zugehörigen Condition Register wieder gelöscht.

Event Register

Speichert Informationen über aufgetretene Ereignisse und Fehler. Jedes Bit eines Event Registers korrespondiert mit einem Bit im Condition Register (beim Questionable Status und Operation Status) oder direkt mit bestimmten Ereignissen (Standard Event Status).

Ein Bit im Event Register ist gesetzt, wenn das zugehörige Ereignis aktiv geworden ist. Das Ereignis bleibt so lange gesetzt, bis das entsprechende Event Register gelesen worden ist. Beim Lesen werden alle Bits im betreffenden Event Register auf 0 zurückgesetzt.

Enable Register

bestimmt, welche Bits des zugehörigen Event Registers logisch zu einem Summenbit verODERT werden. Das Enable Register wirkt wie ein Filter auf das zugehörige Event Register. Der Bitzustand eines Enable Registers wird durch das Lesen nicht verändert.

PMLA Channel- und System-Statusmodell

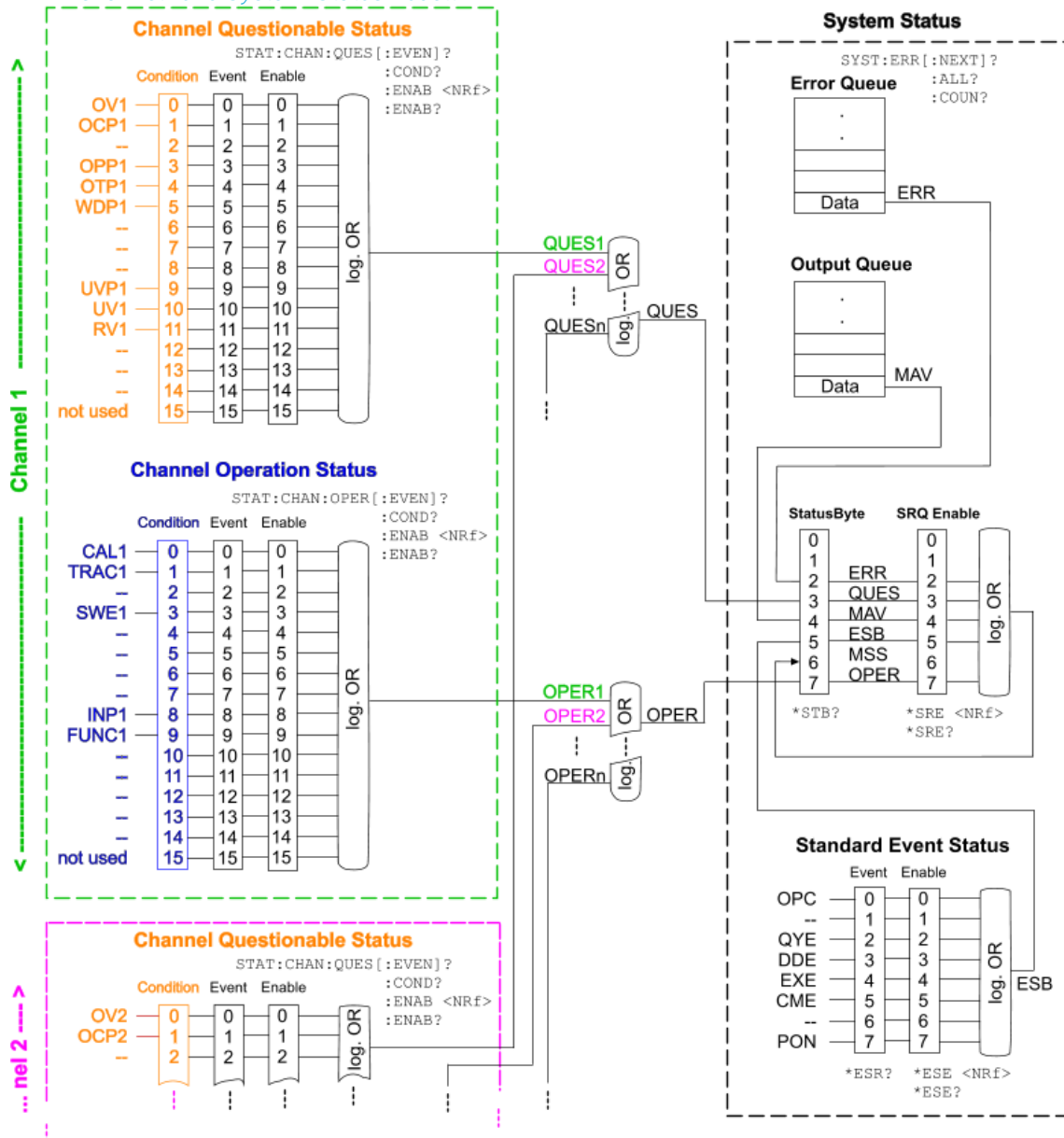


Abbildung 5.2: PMLA Channel- und System-Statusmodell

Channel Operation Status

Die Channel Operation Status Register geben Auskunft über den Betriebszustand des selektierten Kanals.

Die Register können mit der Befehlsgruppe STATus:CHANnel:OPERation konfiguriert bzw. gelesen werden (s. u.).

Bit	Wert	Bedeutung
0 CAL	1	Ein Kalibriervorgang ist aktiv.
1 TRAC	2	MPP Tracking ist aktiv.
3 SWE	8	MPP Sweeping ist aktiv.
8 INP	256	Der Lasteingang ist eingeschaltet. Dies ist der Istzustand, d.h. wenn ein Eingriff (z.B. OTP) aktiv ist, wird der Eingang abgeschaltet, selbst wenn der Zustandssollwert ein (INPut ON) ist.
9 FUNC	512	Eine der Funktionen ACQ, LIST, MPPT oder DISC ist aktiv.

Die kanalspezifischen Channel Operation Status OPER1 bis OPERn (n = 1 ... 99) werden zum Summenbit OPER verodert, das sich im Status Byte Register wiederfindet.

Channel Questionable Status

Die Channel Questionable Status Register informieren über bestimmte Fehler- bzw. Überlastzustände des selektierten Kanals.

Die Register können mit der Befehlsgruppe
`STATus:CHANnel:QUESTionable`
konfiguriert bzw. gelesen werden (s. u.).

Bit	Wert	Bedeutung
0 OV	1	Überspannungsfehler. OV wird am User Interface angezeigt.
1 OCP	2	Überstrombegrenzung. OCP wird am User Interface angezeigt.
3 OPP	8	Überleistungsbegrenzung. OPP wird am User Interface angezeigt.
4 OTP	16	Übertemperaturbegrenzung. OTP wird am User Interface angezeigt.
5 WDP	32	Watchdog. WDP wird am User Interface angezeigt.
9 UVP	512	Unterspannungsschutz. Wird gesetzt, wenn die programmierte Voltage Protection unterschritten wird. UVP wird am User Interface angezeigt.
10 UV	1024	Unterspannung. Wird gesetzt, wenn die Eingangsspannung nicht ausreicht, um die eingestellte Belastung aufrechtzuerhalten. UV wird am User Interface angezeigt.
11 RV	2048	Reverse Voltage. Wird gesetzt, wenn die am Lasteingang anliegende Spannung kleiner als ca. -0,5 V ist. RV wird am User Interface angezeigt.

Die kanalspezifischen Channel Questionable Status QUES1 bis QUESn (n = 1 ... 99) werden zum Summenbit QUES verodert, das sich im Status Byte Register wiederfindet.

Standard Event Status

Das systemspezifische Standard Event Status Register enthält Informationen über Standardereignisse, die in der Norm IEEE 488.2 definiert sind.
Es wird mit dem Common Command `*ESR?` gelesen (s. 5.9.3).

Der Befehl `*ESE <NRf>` (s. 5.9.2) setzt die durch den dezimalen Parameter festgelegte Bitkombination im Standard Event Status Enable Register. Damit wird festgelegt, welche Bits aus dem Standard Event Register in der Auswertung für das ESB Summenbit relevant sind. Mit `*ESE?` kann das Enable Register ausgelesen werden.

Bit	Wert	Bedeutung
0 OPC	1	Operation Complete. Das Gerät hat alle anstehenden Befehle ausgeführt. Bei den elektronischen Lasten immer TRUE, da die Befehle nicht im Overlapped Modus ausgeführt werden, sondern immer nacheinander.
2 QYE	4	Query Error. Fehler im Bereich von -400 bis -499 können dieses Bit setzen.
3 DDE	8	Device Dependent Error. Fehler im Bereich von -399 bis -300 können dieses Bit setzen.
4 EXE	16	Execution Error. Fehler im Bereich von -299 bis -200 können dieses Bit setzen.
5 CME	32	Command Error. Fehler im Bereich von -199 bis -100 können dieses Bit setzen.
7 PON	128	Power On. Zeigt an, dass seit dem letzten Lesen des Registerwerts die elektronische Last aus- und wieder eingeschaltet wurde bzw. ein Netzausfall aufgetreten ist.

Status Byte

Im Status Byte Register sind die Status Events aller Status Register sowie die Summenbits für die systemspezifischen QUES und OPER Status gesammelt.

Das Status Byte wird mit dem Common Command `*STB?` gelesen (s. 5.10.11 `*STB?`).

Bit	Wert	Bedeutung
2 ERR	4	Error. Ein Fehlereintrag ist in der Error Queue.
3 QUES	8	Questionable. Ein enabeltes Questionable Event ist eingetreten.
4 MAV	16	Message Available.
5 ESB	32	Event Status Bit. Ein enabeltes Standard Event ist eingetreten.
6 MSS	64	Master Summary Status.
7 OPER	128	Operation. Ein enabeltes Operation Event ist eingetreten.

System Operation Status

Die einzelnen, kanalspezifischen Channel Operation Status Condition Bits aller Kanäle sind jeweils zu einem Summenbit verodert, das sich im System Operation Status Condition Register wiederfindet.

Die System Operation Status Condition und Event Register können gelesen werden mit den Befehlen `STATus:OPERation[:EVENT]?`

`STATus:OPERation:CONDition?`

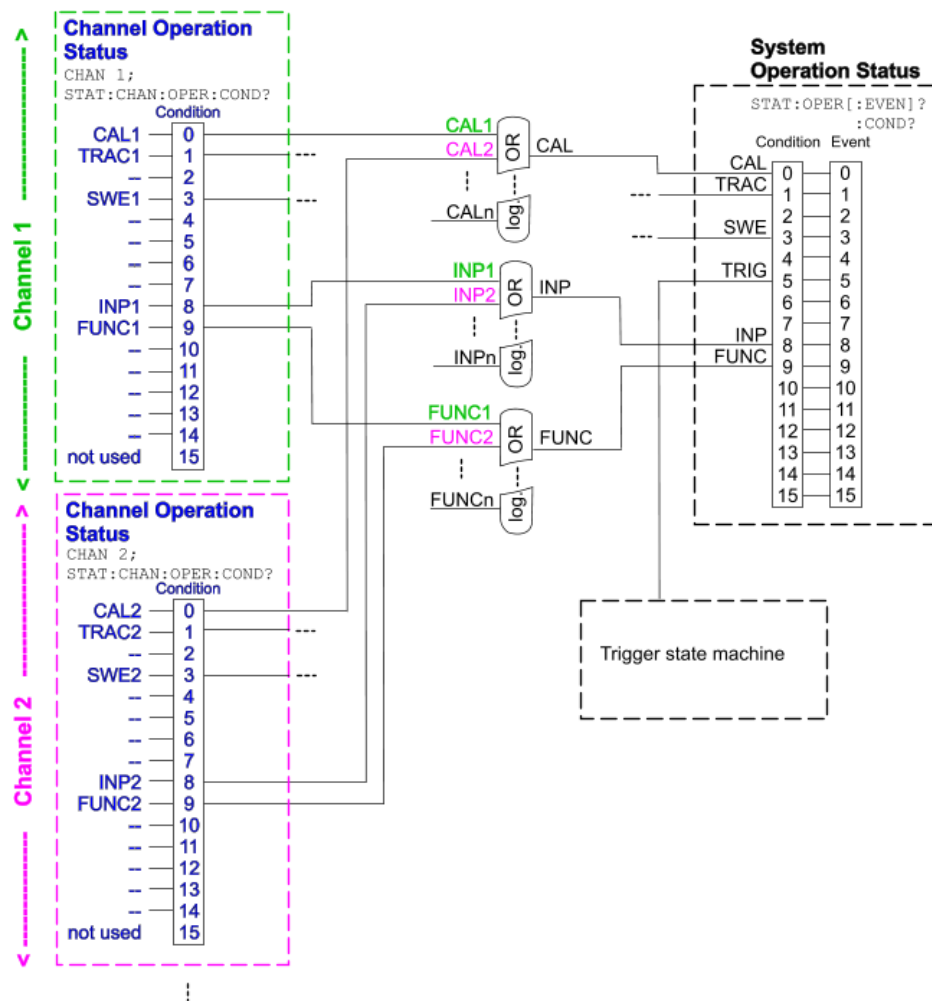


Abbildung 5.3: Erzeugung des System Operation Status

System Questionable Status

Die einzelnen, kanalspezifischen Channel Questionable Status Condition Bits aller Kanäle sind jeweils zu einem Summenbit verodert, das sich im System Questionable Status Condition Register wiederfindet.

Die System Questionable Status Condition und Event Register können gelesen werden mit den Befehlen

STATUS:QUESTionable[:EVENT]?

STATUS:QUESTionable:CONDition?

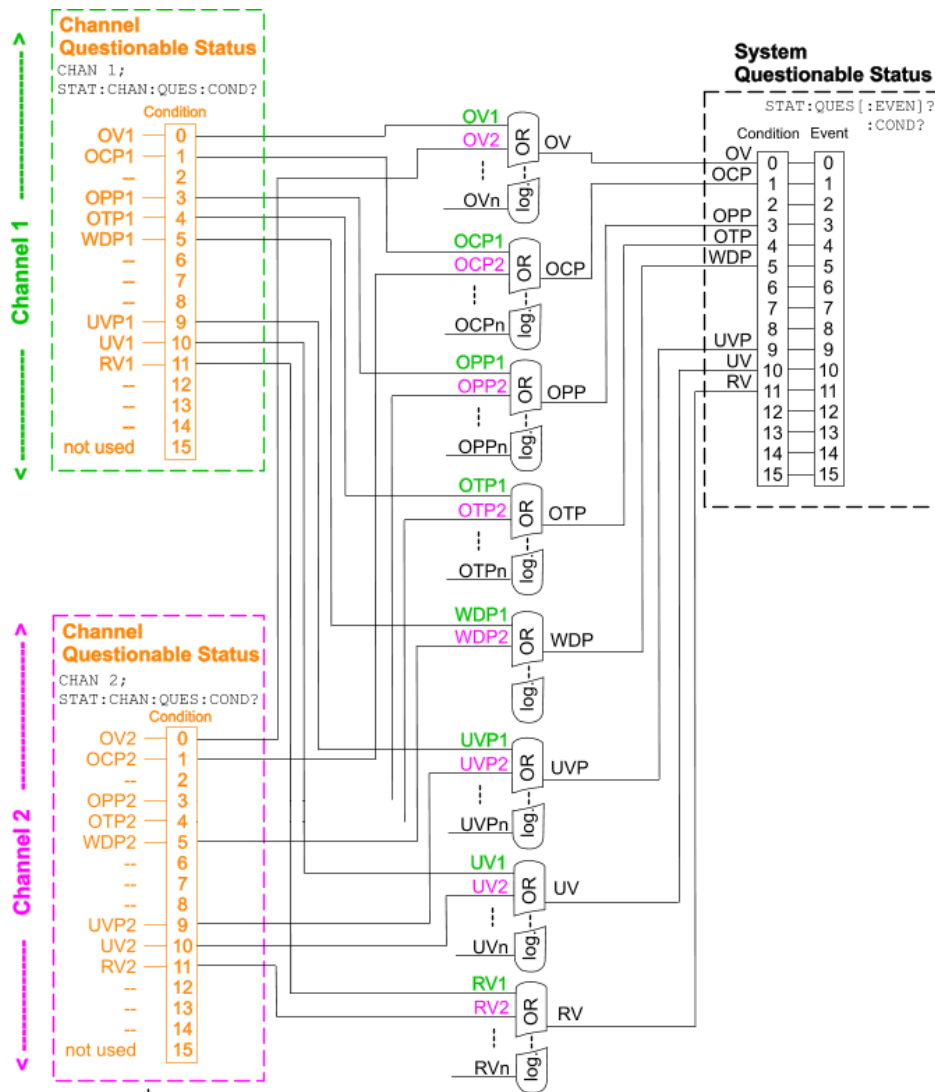


Abbildung 5.4: Erzeugung des System Questionable Status

STATus:CHANnel:OPERation?

Dieser Befehl fragt den Wert des kanalspezifischen Operation Status Event Registers des selektierten Kanals ab.

Durch diese Abfrage wird der Registerwert gelöscht, das heißt, auf den Wert 0 zurückgesetzt.

Abfragesyntax STATus:CHANnel:OPERation[:EVENT]?
Rückgabewert <NR1>

STATus:CHANnel:OPERation:CONDition?

Dieser Befehl fragt den Wert des kanalspezifischen Operation Status Registers des selektierten Kanals ab.

Abfragesyntax STATus:CHANnel:OPERation:CONDition?
Rückgabewert <NR1>

STATus:CHANnel:OPERation:ENABle

Dieser Befehl setzt die durch den dezimalen Parameter festgelegte Bitkombination des kanalspezifischen Operation Status Enable Registers des selektierten Kanals.

Der numerische Parameter spezifiziert den neuen Wert für das Register.
 Der Registerinhalt bleibt nach einem Reset (*RST) erhalten.

<i>Syntax</i>	STATus:CHANnel:OPERation:ENABle <NRf>
<i>Parameter</i>	0 ... 32767
<i>Beispiel</i>	STAT:CHAN:OPER:ENAB 16
<i>Abfragesyntax</i>	STATus:CHANnel:OPERation:ENABle?
<i>Rückgabewert</i>	<NR1>

STATus:CHANnel:PRESet

Dieser Befehl setzt die kanalspezifischen SCPI Status Enable Register des selektierten Kanals auf definierte Werte.

Channel Operation Status Enable: Register-Wert 0

Channel Questionable Status Enable: Register-Wert 0

Dieser Befehl hat keine Abfrageform.

<i>Syntax</i>	STATus:CHANnel:PRESet
<i>Beispiel</i>	STAT:CHAN:PRES

STATus:CHANnel:QUEStionable?

Dieser Befehl fragt den Wert des kanalspezifischen Questionable Status Event Registers des selektierten Kanals ab.

Durch diese Abfrage wird der Registerwert gelöscht, das heißt, auf den Wert 0 zurückgesetzt.

<i>Abfragesyntax</i>	STATus:CHANnel:QUEStionable[:EVENT]?
<i>Rückgabewert</i>	<NR1>

STATus:CHANnel:QUEStionable:CONDition?

Dieser Befehl fragt den Wert des kanalspezifischen Questionable Status Registers des selektierten Kanals ab.

<i>Abfragesyntax</i>	STATus:CHANnel:QUEStionable:CONDition?
<i>Rückgabewert</i>	<NR1>

STATus:CHANnel:QUEStionable:ENABle

Dieser Befehl setzt den Wert des kanalspezifischen QUEStionable Status Enable Registers des selektierten Kanals.

Der numerische Parameter spezifiziert den neuen Wert für das Register.

Der Registerinhalt bleibt nach einem Reset (*RST) erhalten.

<i>Syntax</i>	STATus:CHANnel:QUEStionable:ENABle <NRf>
<i>Parameter</i>	0 ... 32767
<i>Beispiel</i>	STAT:CHAN:QUES:ENAB 16
<i>Abfragesyntax</i>	STATus:CHANnel:QUEStionable:ENABle?
<i>Rückgabewert</i>	<NR1>

STATus:OPERation?

Dieser Befehl fragt den Wert des System Operation Status Event Registers ab.

Durch diese Abfrage wird der Registerwert gelöscht, das heißt, auf den Wert 0 zurückgesetzt.

<i>Abfragesyntax</i>	STATus:OPERation[:EVENT]?
<i>Rückgabewert</i>	<NR1>

STATus:OPERation:CONDition?

Dieser Befehl fragt den Wert des System Operation Status Registers ab.

<i>Abfragesyntax</i>	STATus:OPERation:CONDition?
<i>Rückgabewert</i>	<NR1>

STATus:PRESet

Dieser Befehl setzt alle SCPI Status Enable Register des gesamten Systems auf definierte Werte.

Alle Channel Operation Status Enable Register: 0
Alle Channel Questionable Status Enable Register: 0
SRQ Enable Register: 0
Standard Event Status Enable Register: 0

Dieser Befehl hat keine Abfrageform.

<i>Syntax</i>	STATus:PRESet
<i>Beispiel</i>	STAT:PRES

STATus:QUEStionable?

Dieser Befehl fragt den Wert des System Questionable Status Event Registers ab.

Durch diese Abfrage wird der Registerwert gelöscht, das heißt, auf den Wert 0 zurückgesetzt.

<i>Abfragesyntax</i>	STATus:QUEStionable[:EVENT]?
<i>Rückgabewert</i>	<NR1>

STATus:QUEStionable:CONDition?

Dieser Befehl fragt den Wert des System Questionable Status Registers ab.

<i>Abfragesyntax</i>	STATus:QUEStionable:CONDition?
<i>Rückgabewert</i>	<NR1>

5.11.16 SYSTem Subsystem

<systemspezifisch>

SYSTem:BEEP

Dieser Befehl aktiviert den Piepser der elektronischen Last für die spezifizierte Zeitdauer.

Der numerische Parameter spezifiziert die Zeitdauer in Sekunden (Wertebereich von 0,1 bis 2,0 s). Der Parameter MIN aktiviert den Piepser für die kürzest mögliche Zeitdauer, der Parameter MAX aktiviert den Piepser für die am längsten mögliche Zeitdauer.

<i>Syntax</i>	SYSTem:BEEP <NRf> MIN MAX
<i>Parameter</i>	0.1 ... 2.0
<i>Beispiel</i>	SYST:BEEP 0.8

SYSTem:COMMunicate:CAN:ADDRes

Dieser Befehl setzt die Adresse für die CAN-Schnittstelle.

Der numerische Parameter spezifiziert die neue Adresse für die CAN-Schnittstelle. Der Parameter MIN setzt die kleinste zulässige Adresse, der Parameter MAX setzt die größte zulässige Adresse.

<i>Syntax</i>	SYSTem:COMMunicate:CAN:ADDRes <NRf>
<i>Parameter</i>	1 ... 127 MIN MAX
<i>Beispiel</i>	SYST:COMM:CAN:ADDR 4
<i>Abfragesyntax</i>	SYSTem:COMMunicate:CAN:ADDRes? [MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	<NR1>

SYSTem:COMMunicate:CAN:BAUD

Dieser Befehl setzt die Baudrate für die CAN-Schnittstelle.

Der numerische Parameter spezifiziert die Baudrate in der Einheit Bits/Sekunde. Der Parameter MIN setzt die kleinste zulässige Baudrate, der Parameter MAX setzt die größte zulässige Baudrate.

<i>Syntax</i>	SYSTem:COMMUnicate:CAN:BAUD <NRf>
<i>Parameter</i>	125000 250000 500000 1000000 MIN MAX
<i>Einheit</i>	Bits/s
<i>Beispiel</i>	SYST:COMM:CAN:BAUD 500000
<i>Abfragesyntax</i>	SYSTem:COMMUnicate:CAN:BAUD? [MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	<NR1>

SYSTem:COMMUnicate:CAN:TERMination

Dieser Befehl setzt den Aktivierungszustand für den Abschlusswiderstand zur Bus-Terminierung.

Der Parameter OFF oder 0 deaktiviert den Abschlusswiderstand, der Parameter ON oder 1 aktiviert den Abschlusswiderstand.

<i>Syntax</i>	SYSTem:COMMUnicate:CAN:TERMination[:STATe] <boolean>
<i>Parameter</i>	0 OFF 1 ON
<i>Beispiel</i>	SYST:COMM:CAN:TERM ON
<i>Abfragesyntax</i>	SYSTem:COMMUnicate:CAN:TERMination[:STATe]?
<i>Rückgabewert</i>	0 1

SYSTem:COMMUnicate:GPIB:ADDRess

Dieser Befehl setzt die Adresse für die GPIB-Schnittstelle.

Der numerische Parameter spezifiziert die neue Adresse für die GPIB-Schnittstelle. Der Parameter MIN setzt die kleinste zulässige Adresse, der Parameter MAX setzt die größte zulässige Adresse.

<i>Syntax</i>	SYSTem:COMMUnicate:GPIB:ADDRess <NRf>
<i>Parameter</i>	1 ... 30 MIN MAX
<i>Beispiel</i>	SYST:COMM:GPIB:ADDR 12
<i>Abfragesyntax</i>	SYSTem:COMMUnicate:GPIB:ADDRess? [MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	<NR1>

SYSTem:COMMUnicate:LAN:DHCP

Dieser Befehl aktiviert/deaktiviert die Verwendung des Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP).

Der Parameter OFF oder 0 deaktiviert die Verwendung von DHCP, der Parameter ON oder 1 aktiviert die Verwendung von DHCP.

<i>Syntax</i>	SYSTem:COMMUnicate:LAN:DHCP[:STATe] <boolean>
<i>Parameter</i>	0 OFF 1 ON
<i>Beispiel</i>	SYST:COMM:LAN:DHCP ON
<i>Abfragesyntax</i>	SYSTem:COMMUnication:LAN:DHCP[:STATe]?
<i>Rückgabewert</i>	0 1

SYSTem:COMMUnicate:LAN:DNS

Dieser Befehl setzt die statische IP-Adresse des Servers für das Domain Name System (DNS).

Der Parameter spezifiziert die IP-Adresse in der Punktnotation ("XXX.XXX.XXX.XXX"). Für XXX sind die Werte 0 bis 255 zulässig.

Der Abfragebefehl liest durch Anhängen des Schlüsselwortes STATic die konfigurierte Adresse. Durch Anhängen des Schlüsselwortes ACTual bzw. ohne Anhängen eines Schlüsselwortes wird die tatsächlich verwendete DNS-Adresse gelesen.

<i>Syntax</i>	SYSTem:COMMUnicate:LAN:DNS[:ADDRess] <string>
<i>Parameter</i>	<string>
<i>Beispiel</i>	SYST:COMM:LAN:DNS "192.168.0.253"
<i>Abfragesyntax</i>	SYSTem:COMMUnication:LAN:DNS[:ADDRess]? [ACTual STATic]

Rückgabewert <string>

SYSTem:COMMunicate:LAN:GATeway

Dieser Befehl setzt die statische IP-Adresse des Gateways.

Der Parameter spezifiziert die IP-Adresse in der Punktnotation ("XXX.XXX.XXX.XXX"). Für XXX sind die Werte 0 bis 255 zulässig.

Der Abfragebefehl liest durch Anhängen des Schlüsselwortes STATic die konfigurierte Gateway-Adresse. Durch Anhängen des Schlüsselwortes ACTual bzw. ohne Anhängen eines Schlüsselwortes wird die tatsächlich verwendete Gateway-Adresse gelesen.

<i>Syntax</i>	SYSTem:COMMunicate:LAN:GATeway[:ADDRESS] <string>
<i>Parameter</i>	<string>
<i>Beispiel</i>	SYST:COMM:LAN:GAT "192.168.0.254"
<i>Abfragesyntax</i>	SYSTem:COMMunicate:LAN:GATeway[:ADDRESS]? [ACTual STATic]
<i>Rückgabewert</i>	<string>

SYSTem:COMMunicate:LAN:HOSTname?

Dieser Befehl fragt den Host-Namen für die elektronische Last ab.

Der Host-Name wird in Form eines Strings zurückgegeben.

<i>Abfragesyntax</i>	SYSTem:COMMunicate:LAN:HOSTname?
<i>Rückgabewert</i>	<string>

SYSTem:COMMunicate:LAN:IP

Dieser Befehl setzt die statische IP-Adresse für die LAN-Schnittstelle.

Der Parameter spezifiziert die IP-Adresse in der Punktnotation ("XXX.XXX.XXX.XXX"). Für XXX sind die Werte 0 bis 255 zulässig.

Der Abfragebefehl liest durch Anhängen des Schlüsselwortes STATic die konfigurierte IP-Adresse. Durch Anhängen des Schlüsselwortes ACTual bzw. ohne Anhängen eines Schlüsselwortes wird die tatsächlich verwendete IP-Adresse gelesen.

<i>Syntax</i>	SYSTem:COMMunicate:LAN:IP[:ADDRESS] <string>
<i>Parameter</i>	<string>
<i>Beispiel</i>	SYST:COMM:LAN:IP "192.168.0.1"
<i>Abfragesyntax</i>	SYSTem:COMMunicate:LAN:IP[:ADDRESS]? [ACTual STATic]
<i>Rückgabewert</i>	<string>

SYSTem:COMMunicate:LAN:MAC?

Dieser Befehl fragt die Media Access Control (MAC)-Adresse der Ethernet-Schnittstelle ab. Diese 48-Bit lange Adresse ist weltweit eindeutig und lässt sich nicht ändern.

Die MAC-Adresse wird in der Form "XX:XX:XX:XX:XX:XX" zurückgegeben, wobei XX jeweils ein hexadezimaler Wert zwischen 00 und FF ist.

<i>Abfragesyntax</i>	SYSTem:COMMunicate:LAN:MAC[:ADDRESS]?
<i>Rückgabewert</i>	<string>

SYSTem:COMMunicate:LAN:PORT

Dieser Befehl setzt die TCP-Port-Nummer für die LAN-Schnittstelle.

<i>Syntax</i>	SYSTem:COMMunicate:LAN:PORT <NRf>
<i>Parameter</i>	0 ... 65535
<i>Beispiel</i>	SYST:COMM:LAN:PORT 1001
<i>Abfragesyntax</i>	SYSTem:COMMunicate:LAN:PORT?
<i>Rückgabewert</i>	<NR1>

SYSTem:COMMunicate:LAN:SUBNet

Dieser Befehl setzt die Subnet Mask für die LAN-Schnittstelle.

Der Parameter spezifiziert die Netzmaske in der Punktnotation ("XXX.XXX.XXX.XXX"). Für XXX sind die Werte 0 bis 255 zulässig.

Der Abfragebefehl liest durch Anhängen des Schlüsselwortes STATic die konfigurierte Subnet Mask. Durch Anhängen des Schlüsselwortes ACTual bzw. ohne Anhängen eines Schlüsselwortes wird die tatsächlich verwendete Subnet Mask gelesen.

<i>Syntax</i>	SYSTem:COMMunicate:LAN:SUBNet[:MASK] <string>
<i>Parameter</i>	<string>
<i>Beispiel</i>	SYST:COMM:LAN:SUBN "255.255.255.0"
<i>Abfragesyntax</i>	SYSTem:COMMunicate:LAN:SUBNet[:MASK]? [ACTual STATic]
<i>Rückgabewert</i>	<string>

SYSTem:COMMunicate:SERial:BAUD

Dieser Befehl setzt die Baudrate für die RS-232-Schnittstelle.

Der numerische Parameter spezifiziert die Baudrate in der Einheit Bits/Sekunde. Der Parameter MIN setzt die kleinste, zulässige Baudrate, der Parameter MAX setzt die größte, zulässige Baudrate.

<i>Syntax</i>	SYSTem:COMMunicate:SERial:BAUD <NRf>
<i>Parameter</i>	1200 2400 4800 9600 19200 38400 57600 115200 250000 MIN MAX
<i>Beispiel</i>	SYST:COMM:SER:BAUD 57600
<i>Abfragesyntax</i>	SYSTem:COMMunicate:SERial:BAUD?[MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	<NR1>

SYSTem:COMMunicate:SERial:BITS?

Dieser Befehl fragt die aktuelle Anzahl an Daten-Bits eines Zeichens ab, das über die RS-232-Schnittstelle übertragen wird.

Der optionale Parameter MIN fragt die kleinste zulässige Bitzahl ab, der optionale Parameter MAX fragt die größte zulässige Bitzahl ab.

<i>Abfragesyntax</i>	SYSTem:COMMunicate:SERial:BITS?[MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	<NR1>

SYSTem:COMMunicate:SERial:MODE

Dieser Befehl setzt den Kommunikationsmodus der RS-232-Schnittstelle.

Der Parameter kann die folgenden Werte annehmen:

SCPI: Verwendung der Schnittstelle zur Kommunikation mit SCPI-Protokoll

SLINK: Verwendung der Schnittstelle als SyncroLink zur Synchronisierung mehrerer Geräte

Ein Reset hat keinen Einfluss auf den konfigurierten Mode.

<i>Syntax</i>	SYSTem:COMMunicate:SERial:MODE <NRf>
<i>Parameter</i>	[SCPI SLINK]
<i>Beispiel</i>	SYST:COMM:SER:MODE SLIN
<i>Abfragesyntax</i>	SYSTem:COMMunicate:SERial:MODE?
<i>Rückgabewert</i>	SCPI SLINK

SYSTem:COMMunicate:SERial:PARity

Dieser Befehl konfiguriert die Parität der einzelnen Zeichen, die über die RS-232-Schnittstelle übertragen werden.

Der Parameter kann die folgenden Werte annehmen:

EVEN: Die Parität eines Zeichens ist gerade.

NONE: Die Parität wird nicht geprüft und nicht erzeugt.

ODD: Die Parität eines Zeichens ist ungerade.

<i>Syntax</i>	SYSTem:COMMUnicate:SERIal:PARity <parity>
<i>Parameter</i>	EVEN NONE ODD
<i>Beispiel</i>	SYST:COMM:SER:PAR EVEN
<i>Abfragesyntax</i>	SYSTem:COMMUnicate:SERIal:PARity?
<i>Rückgabewert</i>	EVEN NONE ODD

SYSTem:COMMUnicate:SERIal:SBITs

Dieser Befehl setzt die Anzahl der Stopp-Bits eines Zeichens, das über die RS-232-Schnittstelle übertragen wird.

Der numerische Parameter spezifiziert die Anzahl der Stopp-Bits pro Datenbyte.

<i>Syntax</i>	SYSTem:COMMUnicate:SERIal:SBITs <NRf>
<i>Parameter</i>	1 ... 2 MIN MAX
<i>Beispiel</i>	SYST:COMM:SER:SBIT 2
<i>Abfragesyntax</i>	SYSTem:COMMUnicate:SERIal:SBITs? [MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	1 2

SYSTem:COMMUnicate:VCP:BAUD

Dieser Befehl setzt die Baudrate für die USB-VCP-Schnittstelle (Virtual COM Port).

Der numerische Parameter spezifiziert die Baudrate in der Einheit Bits/Sekunde. Der Parameter MIN setzt die kleinste zulässige Baudrate, der Parameter MAX setzt die größte zulässige Baudrate.

<i>Syntax</i>	SYSTem:COMMUnicate:VCP:BAUD <NRf>
<i>Parameter</i>	1200 2400 4800 9600 19200 38400 57600 115200 250000 500000 MIN MAX
<i>Beispiel</i>	SYST:COMM:VCP:BAUD 115200
<i>Abfragesyntax</i>	SYSTem:COMMUnicate:VCP:BAUD? [MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	<NR1>

SYSTem:COMMUnicate:VCP:BITs?

Dieser Befehl fragt die aktuelle Anzahl an Daten-Bits eines Zeichens ab, das über die USB-VCP-Schnittstelle übertragen wird.

Der optionale Parameter MIN fragt die kleinste zulässige Bitzahl ab, der optionale Parameter MAX fragt die größte zulässige Bitzahl ab.

<i>Abfragesyntax</i>	SYSTem:COMMUnicate:VCP:BITs? [MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	<NR1>

SYSTem:COMMUnicate:VCP:PARity

Dieser Befehl konfiguriert die Parität der einzelnen Zeichen, die über die USB-VCP-Schnittstelle übertragen werden.

Der Parameter kann die folgenden Werte annehmen:

EVEN: Die Parität eines Zeichens ist gerade.

NONE: Die Parität wird nicht geprüft und nicht erzeugt.

ODD: Die Parität eines Zeichens ist ungerade.

<i>Syntax</i>	SYSTem:COMMUnicate:VCP:PARity <parity>
<i>Parameter</i>	EVEN NONE ODD
<i>Beispiel</i>	SYST:COMM:VCP:PAR EVEN
<i>Abfragesyntax</i>	SYSTem:COMMUnicate:VCP:PARity?
<i>Rückgabewert</i>	EVEN NONE ODD

SYSTem:COMMUnicate:VCP:SBITs

Dieser Befehl setzt die Anzahl der Stopp-Bits eines Zeichens, das über die USB-VCP-Schnittstelle übertragen wird.

Der numerische Parameter spezifiziert die Anzahl der Stopp-Bits pro Datenbyte.

<i>Syntax</i>	SYSTem:COMMunicate:VCP:SBITs <NRf>
<i>Parameter</i>	1 ... 2 MIN MAX
<i>Beispiel</i>	SYST:COMM:VCP:SBIT 2
<i>Abfragesyntax</i>	SYSTem:COMMunicate:VCP:SBITs? [MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	1 2

SYSTem:COOLing

Dieser Befehl setzt den Modus für die Kühlung der Leistungsstufe.

Wird der Parameter AUTO übergeben, so wird die Endstufe temperaturgeregelt gekühlt. Wird der Parameter FULL übergeben, so wird die Endstufe mit voller Lüfterleistung gekühlt.

<i>Syntax</i>	SYSTem:COOLing[:MODE] <mode>
<i>Parameter</i>	AUTO FULL
<i>*RST Wert</i>	AUTO
<i>Beispiel</i>	SYST:COOL FULL
<i>Abfragesyntax</i>	SYSTem:COOLing[:MODE]?
<i>Rückgabewert</i>	AUTO FULL

SYSTem:DATE

Dieser Befehl setzt das Datum.

Alle Parameterwerte müssen numerisch sein. Der erste Parameterwert spezifiziert das Jahr, der zweite Wert den Monat und der dritte Wert den Tag.

Ebenso ist bei der Abfrage der erste Rückgabewert das Jahr, der zweite Wert der Monat und der dritte Wert der Tag.

<i>Syntax</i>	SYSTem:DATE <NRf>,<NRf>,<NRf>
<i>Parameter1</i>	2000 ... 2099
<i>Parameter2</i>	1 ... 12
<i>Parameter3</i>	1 ... 31
<i>Beispiel</i>	SYST:DATE 2016,10,28
<i>Abfragesyntax</i>	SYSTem:DATE?
<i>Rückgabewert</i>	<NR1>,<NR1>,<NR1>

SYSTem:ERRor?

Dieser Befehl fragt den nächsten Eintrag aus der Fehler-Warteschlange (Error Queue) ab und löscht anschließend diesen Eintrag aus der Warteschlange.

Die Fehlerwarteschlange ist ein FIFO-Puffer (first in, first out), d.h. die älteren Fehlermeldungen werden als erstes ausgelesen. Wenn mehr Fehler aufgelaufen sind, als die Error Queue aufnehmen kann, wird als letzter Eintrag

-350,"Queue Overflow;DI"
gespeichert.

Der zurückgegebene Eintrag besteht aus der Fehler-/Ereignisnummer, einem Text für die Beschreibung des Fehlers/Ereignisses und der Angabe über die Fehlerquelle <source>. Ist der Fehler im Dateninterface (CAN, GPIB, LAN, RS-232, USB) aufgetreten, wird als dritter Parameter die Zeichenkette DI gelesen. Ist der Fehler im internen Analoginterface von einem der Lastkanäle aufgetreten, wird als dritter Parameter die Zeichenkette Al*n* gelesen (*n* = Adresse des Kanals).

Ist die Warteschlange leer, so ist die Antwort:

0,"No error"

<i>Abfragesyntax</i>	SYSTem:ERRor[:NEXT]?
<i>Rückgabewert</i>	<NR1>,<string>;<source>

Eine Tabelle mit möglichen Fehlercodes ist in Anhang 9.1 Fehlercodes ersichtlich.

SYSTem:ERRor:ALL?

Dieser Befehl fragt alle ungelesenen Einträge aus der Warteschlange für Fehler und Ereignisse (Error Queue) ab und löscht anschließend diese Einträge.

Die in der Reihenfolge ihres Auftretens zurückgegebenen Einzeleinträge (s. SYSTem:ERRor[:NEXT]?) werden durch Kommazeichen separiert und bestehen jeweils aus der Fehler-/Ereignisnummer, einem Text für die Beschreibung des Fehlers /Ereignisses und der Fehlerquelle <source>.

Ist die Warteschlange leer, so ist die Antwort:
0,"No error"

<i>Abfragesyntax</i>	SYSTem:ERRor:ALL?
<i>Rückgabewert</i>	<NR1>,<string>;<source>{,<NR1>,<string>;<source>}

Eine Tabelle mit möglichen Fehlercodes ist in Anhang 9.1 Fehlercodes ersichtlich.

SYSTem:ERRor:COUNT?

Dieser Befehl fragt die Anzahl an ungelesenen Einträgen in der Warteschlange für Fehler und Ereignisse (Error Queue) ab.

Der zurückgegebene, numerische Wert spezifiziert die Anzahl der ungelesenen Einträge in der Warteschlange.

<i>Abfragesyntax</i>	SYSTem:ERRor:COUNT?
<i>Rückgabewert</i>	<NR1>

Eine Tabelle mit möglichen Fehlercodes bei den elektronischen Lasten ist in Anhang 9.1 Fehlercodes ersichtlich.

SYSTem:HELP:HEADers?

Dieser Befehl fragt alle SCPI-Header (kompletter Befehl ohne Parameter) von der elektronischen Last ab. Die Header sind durch das Zeichen Line Feed (10 dez.) voneinander getrennt.



Am Ende der Liste aller SCPI-Header sendet die elektronische Last deshalb zwei Line Feed Zeichen (10 dez.), eins zur Terminierung der letzten Zeile und eins zur Terminierung der Antwort.

In der ersten Zeile sendet die elektronische Last ein Doppelkreuz (#), gefolgt von einer mehrstelligen Zahl. Die erste Ziffer dieser Zahl gibt die Anzahl der übrigen Ziffern an, welche die Zahl für die Anzahl der folgenden Zeichen incl. aller Zeilenterminierungen angibt.

Wenn zu einem Befehl keine Abfrage verfügbar ist, wird an den zurückgegebenen Header die Zeichenkette /nquery/ angehängt.

Wenn zu einem Header nur eine Abfrage, aber kein Befehl verfügbar ist, wird an den zurückgegebenen Header die Zeichenkette /qonly/ angehängt.

<i>Abfragesyntax</i>	SYSTem:HELP:HEADers?
<i>Rückgabewert</i>	#<NR1> <header 1><LF> {<header n><LF>}

SYSTem:KLOCK

Dieser Befehl setzt den Aktivierungszustand für die Tastensperre.

Der Parameter OFF oder 0 deaktiviert die Tastensperre, der Parameter ON oder 1 aktiviert die Tastensperre.



Wenn die Tastensperre per Fernsteuerung aktiviert worden ist, kann sie manuell nicht deaktiviert werden. Dies wird durch den Buchstaben 'R' im Sperrsymbol am User Interface angezeigt.

<i>Syntax</i>	SYSTem:KLOCK <boolean>
<i>Parameter</i>	0 OFF 1 ON

<i>*RST Wert</i>	OFF
<i>Beispiel</i>	SYST:KLOC ON
<i>Abfragesyntax</i>	SYSTem:KLOCk?
<i>Rückgabewert</i>	0 1

SYSTem:LOCaI

Dieser Befehl aktiviert die manuelle Steuerung der elektronischen Last über die Benutzerschnittstelle.

<i>Syntax</i>	SYSTem:LOCaI
<i>Beispiel</i>	SYST:LOC

SYSTem:PRESet

Dieser Befehl setzt alle nichtflüchtig in der elektronischen Last gespeicherten Schnittstelleneinstellungen auf Werkseinstellungen zurück.

Die betreffenden Parameter sind beschrieben in Kap. 4.24 Werkseinstellungen setzen.

<i>Syntax</i>	SYSTem:PRESet
<i>Beispiel</i>	SYST:PRES

SYSTem:REMOte

Dieser Befehl aktiviert die Ansteuerung der elektronischen Last über eine Datenschnittstelle (z.B. RS-232, GPIB, LAN, USB).

<i>Syntax</i>	SYSTem:REMOte
<i>Beispiel</i>	SYST:REM

SYSTem:SLINk

Dieser Befehl setzt den Aktivierungszustand für den SyncroLink.

Der Parameter ON oder 1 aktiviert den SyncroLink, der Parameter OFF oder 0 deaktiviert den SyncroLink.

<i>Syntax</i>	SYSTem:SLINk[:STATe] <boolean>
<i>Parameter</i>	0 OFF 1 ON
<i>*RST Wert</i>	OFF
<i>Beispiel</i>	SYST:SLIN ON
<i>Abfragesyntax</i>	SYSTem:SLINk[:STATe]?
<i>Rückgabewert</i>	0 1

SYSTem:SLINk:DELay

Dieser Befehl setzt die Verzögerungszeit für den SyncroLink.

Der numerische Parameter spezifiziert die Verzögerungszeit in der Grundeinheit Sekunden. Der Parameter MIN setzt den kleinsten zulässigen Wert für die Verzögerungszeit, der Parameter MAX setzt den größten zulässigen Wert für die Verzögerungszeit.

<i>Syntax</i>	SYSTem:SLINk:DELay <NRf> MIN MAX
<i>Parameter</i>	<0 ... 0.01> MIN MAX
<i>*RST Wert</i>	0
<i>Beispiel</i>	SYST:SLIN:DEL 0.4
<i>Abfragesyntax</i>	SYSTem:SLINk:DELay?
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>

SYSTem:TIME

Dieser Befehl setzt die Zeit.

Alle Parameterwerte müssen numerisch sein. Der erste Parameterwert spezifiziert die Stunde, der zweite Parameterwert spezifiziert die Minute und der dritte Parameterwert spezifiziert die Sekunde.

Ebenso ist bei der Abfrage der erste zurückgelesene Rückgabewert die Stunde, der zweite Wert die Minute und der dritte Wert die Sekunde.

<i>Syntax</i>	SYSTem:TIME <NRf>,<NRf>,<NRf>
<i>Parameter1</i>	0 ... 23
<i>Parameter2</i>	0 ... 59
<i>Parameter3</i>	0 ... 59
<i>Beispiel</i>	SYST:TIME 10,22,30
<i>Abfragesyntax</i>	SYSTem:TIME?
<i>Rückgabewert</i>	<NR1>,<NR1>,<NR1>

SYSTem:VERSion?

Dieser Befehl fragt die Versionsnummer des SCPI-Standards ab, an dem sich die SCPI-Befehlssyntax und Befehlssemantik orientiert.

Der zurückgegebene Wert hat das folgende Format:
YYYY.V

YYYY: Freigabejahr des SCPI-Standards

V: Revisionsnummer des SCPI-Standards im Freigabejahr

<i>Abfragesyntax</i>	SYSTem:VERSion?
<i>Rückgabewert</i>	<NR1>.<NR1>
<i>Beispiel</i>	1999.0

5.11.17 **TRIGger Subsystem, ABORt Subsystem, INITiate Subsystem**

<systemspezifisch>

ABORt

Dieser Befehl stoppt das Trigger-System, das heißt setzt das Trigger-System in den Zustand IDLE zurück. Die getriggerten Werte folgen den Immediate-Werten. Der INIT:CONT Zustand wird auf OFF gesetzt.

<i>Syntax</i>	ABORt
<i>Beispiel</i>	ABOR

INITiate

Dieser Befehl initialisiert das Trigger-System, das heißt setzt das Trigger-System vom Zustand IDLE in den Zustand INITiated. In diesem Zustand ist das Trigger-System bereit, Trigger-Ereignisse zu empfangen und auszuwerten.

Dieser Befehl hat keine Abfrageform.

<i>Syntax</i>	INITiate[:IMMediate]
<i>Parameter</i>	Keiner
<i>Beispiel</i>	INIT

INITiate:CONTinuous

Dieser Befehl aktiviert/deaktiviert das kontinuierliche Initialisieren des Trigger-Systems nach Empfang und Abarbeitung eines Trigger-Ereignisses.

Der Parameter OFF oder 0 deaktiviert das kontinuierliche Starten des Trigger-Systems, der Parameter ON oder 1 aktiviert das kontinuierliche Starten.

<i>Syntax</i>	INITiate:CONTinuous <boolean>
<i>Parameter</i>	0 OFF 1 ON
<i>*RST Wert</i>	OFF
<i>Beispiel</i>	INIT:CONT ON

<i>Abfragesyntax</i>	INITiate:CONTinuous?
<i>Rückgabewert</i>	0 1

TRIGger:DElay

Dieser Befehl setzt die Wartezeit, die zwischen dem Empfang eines Triggers und dem Auslösen einer Aktion gewartet wird.

Der numerische Parameter spezifiziert die Wartezeit in der Grundeinheit Sekunden. Bei Übergabe des optionalen Parameters MIN wird der kleinste, zulässige Wert für die Wartezeit gesetzt, bei Übergabe des optionalen Parameters MAX wird der größte, zulässige Wert für die Wartezeit gesetzt.

<i>Syntax</i>	TRIGger:DElay <NRf> MIN MAX
<i>Parameter</i>	<0 ... 10> MIN MAX
<i>*RST Wert</i>	0
<i>Beispiel</i>	TRIG:DEL 0.4
<i>Abfragesyntax</i>	TRIGger:DElay?
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>

5.11.18 VOLTage Subsystem

<kanalspezifisch>

VOLTage

Dieser Befehl setzt den Sollwert für die geregelte Eingangsspannung im Spannungsbetrieb.

Der numerische Parameter spezifiziert die Spannung in der Grundeinheit Volt. Der Parameter MIN setzt den kleinsten zulässigen Wert 0 für die Spannung, der Parameter MAX setzt den größten zulässigen Wert für die Spannung.

Der <max> bzw. MAX-Wert ist aus den technischen Daten ersichtlich.

<i>Syntax</i>	VOLTage[:LEVel][:IMMediate] <NRf> MIN MAX
<i>Parameter</i>	0 ... <max> MIN MAX
<i>Einheit</i>	V MV
<i>*RST Wert</i>	MAX
<i>Beispiel</i>	VOLT 45.6
<i>Abfragesyntax</i>	VOLTage[:LEVel][:IMMediate]? [MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>

VOLTage:TRIGgered

Dieser Befehl setzt den getriggerten Sollwert für die geregelte Eingangsspannung im Spannungsbetrieb.

Der numerische Parameter spezifiziert die Spannung in der Grundeinheit Volt. Der Parameter MIN setzt den kleinsten zulässigen Wert 0 für die Spannung, der Parameter MAX setzt den größten zulässigen Wert für die Spannung.

Der <max> bzw. MAX-Wert ist aus den technischen Daten ersichtlich.

<i>Syntax</i>	VOLTage[:LEVel]:TRIGgered <NRf>
<i>Parameter</i>	0 ... <max> MIN MAX
<i>Einheit</i>	V MV
<i>*RST Wert</i>	MAX
<i>Beispiel</i>	VOLT:TRIG 1.08E1
<i>Abfragesyntax</i>	VOLTage[:LEVel]:TRIGgered? [MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>

VOLTage:PROTection

Dieser Befehl setzt den benutzerspezifischen unteren Grenzwert für die Eingangsspannung unabhängig von der Betriebsart.

Der numerische Parameter spezifiziert die Spannung in der Grundeinheit Volt. Der Parameter MIN setzt den kleinsten zulässigen Wert 0 für den Unterspannungsschutz, der Parameter MAX setzt den größten zulässigen Wert für den Unterspannungsschutz.

Der <max> bzw. MAX-Wert ist aus den technischen Daten ersichtlich.

<i>Syntax</i>	VOLTage:PROTection[:LEVel] <NRf>
<i>Parameter</i>	0 ... <max> MIN MAX
<i>Einheit</i>	V MV
<i>*RST Wert</i>	0.0
<i>Beispiel</i>	VOLT:PROT 1.65
<i>Abfragesyntax</i>	VOLTage:PROTection[:LEVel]? [MIN MAX]
<i>Rückgabewert</i>	<NR3>

5.12 Befehlsübersicht Common Commands

Command	Parameter	Beschreibung
*CLS		Status löschen
*ESE	<NRf>	Wert des Standard Event Status Enable Register setzen
*ESE?		Wert des Standard Event Status Enable Register lesen
*ESR?		Wert des Standard Event Status Register lesen
*IDN?		Identifikationsdaten lesen
*OPC		Operation Complete Bit setzen
*OPC?		Operation Complete Bit lesen
*OPT?		Optionen lesen
*RCL	<NRf>	Geräteeinstellungen laden
*RST		Geräteeinstellungen zurücksetzen
*SAV	<NRf>	Geräteeinstellungen speichern
*SRE	<NRf>	Wert des Service Request Enable Register setzen
*SRE?		Wert des Service Request Enable Register lesen
*STB?		Status Byte lesen
*TRG		Triggerereignis erzeugen
*TST?		Selbsttest durchführen
*WAI		Warten, bis alle Kommandos ausgeführt sind

5.13 Befehlsübersicht Gerätespezifische Befehle

Befehl	Parameter	Einheit	Beschreibung
ABORt			Triggersystem zurücksetzen zu IDLE Zustand
ACQuisition			
[:STATe]	<Boolean>		Aktivierungszustand für die Messdatenerfassung setzen
[:STATe]?			Aktivierungszustand für die Messdatenerfassung abfragen
:TRIGgered	<Boolean>		Trigger-Zustand für die Messdatenerfassung setzen
:TRIGgered?			Trigger-Zustand für die Messdatenerfassung abfragen
:CONTInuous	<Boolean>		Aktivierungszustand für kontinuierliche Messdatenspeicherung setzen
:CONTInuous?			Aktivierungszustand für kontinuierliche Messdatenspeicherung abfragen
:STIMe	<NRf> MIN MAX	[S MS]	Abtastintervall setzen
:STIMe?	[MIN MAX]		Abtastintervall abfragen
CHANnel			
[:SElect]	<NRf> <name>		Kanal selektieren
[:SElect]?	[MIN MAX]		Selektierten Kanal abfragen
:ADDRes	<NRf>		Neue Adresse des selektierten Kanals setzen
:ADDRes?	[MIN MAX]		Adresse des selektierten Kanals abfragen
:CATalog?			Liste der verfügbaren Kanäle abfragen

:COUNT?			Anzahl der vorhandenen Kanäle abfragen
:FOCus	<NRf> <name>		Kanal fokussieren
:FOCus?	[MIN MAX]		Fokussierten Kanal abfragen
:GROup			
[:SElect]	<NRf> <name>		Kanalgruppe selektieren
[:SElect]?	[MIN MAX]		Selektierte Kanalgruppe abfragen
:MEMBers	<NRf>{,<NRf>}		Kanäle an selektierte Gruppe zuweisen
:MEMBers?			Kanäle der selektierten Gruppe abfragen
:NAME	<NRf>,<string>		Name der spezifizierten Gruppe setzen
:NAME?	<NRf>		Name der spezifizierten Gruppe abfragen
:ID?			ID des selektierten Kanals abfragen
:NAME	<NRf>,<string>		Name des spezifizierten Kanals setzen
:NAME	<NRf>		Name des spezifizierten Kanals abfragen
CURRent			
[:LEVel]			
[:IMMediate]	<NRf> MIN MAX	[A MA] KA	Sollwert für Laststrom setzen
[:IMMediate]?	[MIN MAX]		Sollwert für Laststrom abfragen
:TRIGgered	<NRf> MIN MAX	[A MA] KA	Sollwert für getriggerten Laststrom setzen
:TRIGgered?	[MIN MAX]		Sollwert für getriggerten Laststrom abfragen
:PROTection			
[:LEVel]	<NRf> MIN MAX		Wert für Strombegrenzung setzen
[:LEVel]?	[MIN MAX]		Wert für Strombegrenzung abfragen
DATA			
:POINts?	[VMEM]		Anzahl der gespeicherten Messdatensätze abfragen
:REMOve?	<NRf>		Messdatensätze auslesen
DISPlay			
:TEXT	<String>		String in Benachrichtigungsfenster an Benutzerschnittstelle anzeigen
:TEXT?			String in Benachrichtigungsfenster an Benutzerschnittstelle abfragen
FORMat			
[:DATA]	ASCIi REAL,<NRf>		Datenformat für abgefragte <NRf>-Werte setzen
[:DATA]?			Datenformat für abgefragte <NRf>-Werte abfragen
:BORDer	NORMal SWAPped		Byte-Reihenfolge für abgefragte Messdaten im Real-Format setzen
:BORDer?			Byte-Reihenfolge für abgefragte Messdaten im Real-Format abfragen
:SREGister	ASCIi HEXadecimal		Datenformat für abgefragte Statusregister-Werte setzen
:SREGister?			Datenformat für abgefragte Statusregister-Werte abfragen
FUNCTION			

:DISCharge [:STATe]	<Boolean>		Aktivierungszustand für Entlade- funktion setzen
:CHARge?			Entnommene Ladung abfragen
:ENERgy?			Entnommene Energie abfragen
:STOP			
:CHARge	<NRf> MIN MAX		Wert für Stoppkriterium Ladung setzen
:CHARge?	MIN MAX		Wert für Stoppkriterium Ladung abfragen
:CURRent [:LEVEl]	<NRf> MIN MAX	[A MA KA]	Wert für Stoppkriterium Mindest- strom setzen
[:LEVEl]?	MIN MAX		Wert für Stoppkriterium Mindest- strom abfragen
:ENABLE	CHARge CURRent ENER gy TIME VOLTage, <Boolean>		Freigabezustand für das spezifizierte Ereignis zum Beenden der Entlade-Funktion setzen
:ENABLE?	CHARge CURRent ENER gy TIME VOLTage		Freigabezustand für das spezifizierte Ereignis zum Beenden der Entlade-Funktion abfragen
:ENERgy	<NRf> MIN MAX		Wert für Stoppkriterium Energie setzen
:ENERgy?	MIN MAX		Wert für Stoppkriterium Energie abfragen
:EVENT?			Stoppereignis abfragen
:TIME	<NRf> MIN MAX	[S MS]	Wert für Stoppkriterium Entladezeit setzen
:TIME?	MIN MAX		Wert für Stoppkriterium Entladezeit abfragen
:VOLTage [:LEVEl]	<NRf> MIN MAX	[V MV]	Wert für Stoppkriterium Min.spannung setzen
[:LEVEl]?	MIN MAX		Wert für Stoppkriterium Min.spannung abfragen
:TIME?			Verstrichene Entladezeit abfragen
:MODE	CURRent POWEr RESistance VOLTage		Grund-Betriebsart setzen
:MODE?			Grund-Betriebsart abfragen
:MPPT			
[:STATe]	<Boolean>		Aktivierungszustand für MPP Tracking Funktion setzen
[:STATe]?			Aktivierungszustand für MPP Tracking Funktion abfragen
:ENERgy?			Bei MPPT kumulierte Energie abfragen
:MPP?			Letzten gefundenen MPP abfragen
:SWEep			
[:IMMediate]			Sweep sofort ausführen
:DATA			
:POINTS?	MIN MAX		Anzahl der Messdatenpaare des letzten Sweeps abfragen
:DATA?			Zuletzt aufgenommene Sweep- Kurve auslesen
:DIRection			Sweep-Richtung setzen
:DIRection?			Sweep-Richtung abfragen

:PERiod	<NRf> MIN MAX	[S MS]	Sweep-Periode setzen
:PERiod?			Sweep-Periode abfragen
:TIME	<NRf> MIN MAX	[S MS]	Sweep-Dauer setzen
:TIME?			Sweep-Dauer abfragen
:TIME?			Zeitdauer seit Aktivierung der MPPT-Funktion abfragen
:PROTection			
[:STATe]	<Boolean>		Aktivierungszustand für Spannungs- oder Strombegrenzung setzen
[:STATe]?			Aktivierungszustand für Spannungs- oder Strombegrenzung abfragen
:MODE	CURRent VOLTage		Betriebsart für die Begrenzung setzen
:MODE?			Betriebsart für die Begrenzung abfragen
:SPEed	SLOW FAST		Regelgeschwindigkeit setzen
:SPEed?			Regelgeschwindigkeit abfragen
INITiate			
[:IMMediate]			Triggersystem in INIT Zustand setzen
:CONTInuous	<Boolean>		Aktivierungszustand zum kontinuierlichen Initialisieren des Triggersystems setzen
:CONTInuous?			Aktivierungszustand zum kontinuierlichen Initialisieren des Triggersystems abfragen
INPut			
[:STATe]	<Boolean>		Zustand des Lasteingangs setzen
[:STATe]?			Zustand des Lasteingangs abfragen
:TRIGgered	<Boolean>		Trigger-Zustand des Eingangs setzen
:TRIGgered?			Trigger-Zustand des Eingangs abfragen
:WDOG			
[:STATe]	<Boolean>		Aktivierungszustand des Watchdogs setzen
[:STATe]?			Aktivierungszustand des Watchdogs abfragen
:DELay	<NRf> MIN MAX		Verzögerungszeit des Watchdogs setzen
:DELay?	[MIN MAX]		Verzögerungszeit des Watchdogs abfragen
:RESet			Watchdog zurücksetzen
LIST			
[:STATe]	<Boolean>		Aktivierungszustand für die Ausführung einer Liste setzen
[:STATe]?			Aktivierungszustand für die Ausführung einer Liste abfragen
:TRIGgered	<Boolean>		Trigger-Zustand für die Ausführung einer Liste setzen
:TRIGgered?			Trigger-Zustand für die Ausführung einer Liste abfragen
:ACQuisition			

[:ENABle]	<Boolean>		Aktivierungszustand für die Messdatenerfassung beim Ausführen einer Liste setzen
[:ENABle]?			Aktivierungszustand für die Messdatenerfassung beim Ausführen einer Liste abfragen
:COUNT	<NRf> MIN MAX		Anzahl der Listendurchläufe setzen
:COUNT?			Anzahl der Listendurchläufe abfragen
:CURRent			
[:LEVe]	<NRf>{,<NRf>}	[A MA KA]	Stromsollwert-Liste definieren
[:LEVe]?			Stromsollwert-Liste abfragen
:POINts?	[MIN MAX]		Anzahl der spezifizierten Stromsollwerte in der Liste abfragen
:DWELL	<NRf>{,<NRf>}	[S MS]	Liste mit Verweildauern definieren
:DWELL?			Liste mit Verweildauern abfragen
:POINts?	[MIN MAX]		Anzahl der spezifizierten Verweildauern in der Liste abfragen
:MODE	CURRent RESistance VOLTage		Listen-Betriebsart setzen
:MODE?			Listen-Betriebsart abfragen
:POINts?			Anzahl der ausgeführten Listenpunkte seit Aktivierung der Liste abfragen
:POWe			
[:LEVe]	<NRf>{,<NRf>}	[W MW KW]	Leistungssollwert-Liste definieren
[:LEVe]?			Leistungssollwert-Liste abfragen
:POINts?	[MIN MAX]		Anzahl der spezifizierten Leistungssollwerte in der Liste abfragen
:RESistance			
[:LEVe]	<NRf>{,<NRf>}	[OHM KOHM]	Widerstandssollwert-Liste definieren
[:LEVe]?			Widerstandssollwert-Liste abfragen
:POINts?	[MIN MAX]		Anzahl der spezifizierten Widerstandssollwerte in der Liste abfragen
:RTIME	<NRf>{,<NRf>}	[S MS]	Liste mit Rampenzeiten definieren
:RTIME?			Liste mit Rampenzeiten abfragen
:POINts?	[MIN MAX]		Anzahl der spezifizierten Rampenzeiten in der Liste abfragen
:STIME			
:DWELL	<NRf>{,<NRf>}		Periodenzeiten zur Abtastung während den Verweilphasen setzen
:DWELL?			Periodenzeiten zur Abtastung während den Verweilphasen abfragen
:POINts?	[MIN MAX]		Anzahl an spezifizierten Werten für die Abtastperioden während den Verweilphasen abfragen
:RTIME	<NRf>{,<NRf>}		Periodenzeiten für die Abtastung während den Rampenphasen setzen
:RTIME?			Periodenzeiten für die Abtastung während den Rampenphasen abfragen

:POINTs?	[MIN MAX]		Anzahl der Periodenzeiten für die Abtastung während den Rampenphasen abfragen
:TIME?			Zeitdauer seit Aktivierung der Liste abfragen
:VOLTage			
[:LEVe]	<NRf>[,<NRf>]	[V MV]	Spannungssollwert-Liste definieren
[:LEVe]?			Spannungssollwert-Liste abfragen
:POINTs?	[MIN MAX]		Anzahl der spezifizierten Spannungssollwerte in der Liste abfragen
MEASure			
:CURRent?			Strommesswert abfragen
:POWeR?			Leistungsmesswert abfragen
:RESistance?			Widerstandsmesswert abfragen
:TEMPerature?			Temperaturmesswert abfragen
:VOLTage?			Spannungsmesswert abfragen
:EXTernal?			Externen Spannungsmesswert abfragen
POWeR			
[:LEVe]			
[:IMMediate]	<NRf> MIN MAX	[W MW KW]	Sollwert für Leistung setzen
[:IMMediate]?	[MIN MAX]		Sollwert für Leistung abfragen
:TRIGgered	<NRf> MIN MAX	[W MW KW]	Getriggerten Sollwert für Leistung setzen
:TRIGgered?	[MIN MAX]		Getriggerten Sollwert für Leistung abfragen
:PEAK?			Momentane Spitzenleistung abfragen
RESistance			
[:LEVe]			
[:IMMediate]	<NRf> MIN MAX	[OHM KOHM]	Sollwert für Widerstand setzen
[:IMMediate]?	[MIN MAX]		Sollwert für Widerstand abfragen
:TRIGgered	<NRf> MIN MAX	[OHM KOHM]	Getriggerten Sollwert für Widerstand setzen
:TRIGgered?	[MIN MAX]		Getriggerten Sollwert für Widerstand abfragen
SERVICE			
:CALibration			
[:STATe]	<Boolean>[,<Code>]		Aktivierungszustand für Kalibrierung setzen
[:STATe]?			Aktivierungszustand für Kalibrierung abfragen
:EXTernal			
:HIGH	<NRf>		Referenzwert der oberen Extern-Messwert-Stützstelle setzen
:LOW	<NRf>		Referenzwert der unteren Extern-Messwert -Stützstelle setzen
:LEVe			
:HIGH			Referenzwert der oberen Sollwert-Stützstelle setzen
:LOW			Referenzwert der unteren Sollwert-Stützstelle setzen
:MEASure			
:HIGH			Referenzwert der oberen Messwert-Stützstelle setzen

:LOW			Referenzwert der unteren Messwert-Stützstelle setzen
:PROTection			
:HIGH			Referenzwert der oberen Protection-Stützstelle setzen
:LOW			Referenzwert der unteren Protection-Stützstelle setzen
[:PARAmeter]			
:STRing	<NRf>,<string>		Zeichenkette in Parameter schreiben
:STRing?	<NRf>		Zeichenkette aus Parameter lesen
:VALue	<NRf>,<NRf>		Wert in Parameter schreiben
:VALue?	<NRf>		Wert aus Parameter lesen
:PRODUction			
[:STATe]	<Boolean>[,<Code>]		Aktivierungszustand für Produktion setzen
[:STATe]?			Aktivierungszustand für Produktion abfragen
SETTing			
:EXTeRnal			
[:STATe]	<Boolean>		Aktivierungszustand für externe Ansteuerung setzen
[:STATe]?			Aktivierungszustand für externe Ansteuerung abfragen
:ENABle	INPut ILEVeL,<Boolean>		Freigabezustand eines externen Signals für die Regelung setzen
:ENABle?	INPut ILEVeL		Freigabezustand eines externen Signals für die Regelung abfragen
STATus			
:CHANnel			
:OPERation			
[:EVENt]?			Channel Operation Status Event Register abfragen
:CONDition?			Channel Operation Status Condition Register abfragen
:ENABle	<NRf>		Channel Operation Status Enable Register setzen
:ENABle?			Channel Operation Status Enable Register abfragen
:PRESet			Kanalspezifische Status Enable Register des selektierten Kanals auf definierte Werte setzen
:QUESTionable			
[:EVENt]?			Channel Questionable Status Event Register abfragen
:CONDition?			Channel Questionable Status Condition Register abfragen
:ENABle	<NRf>		Channel Questionable Status Enable Register setzen
:ENABle?			Channel Questionable Status Enable Register abfragen
:OPERation			
[:EVENt]?			Operation Status Event Register abfragen
:CONDition?			Operation Status Condition Register abfragen

:PRESet			Status Enable Register auf definierte Werte setzen
:QUEStionable [:EVENT]?			Questionable Status Event Register abfragen
:CONDition?			Questionable Status Condition Register abfragen
SYSTem			
:BEEP	<NRf> MIN MAX	[S MS]	System-Piepser für die spezifizierte Zeitdauer aktivieren
:COMMunication			
:CAN			
:ADDRess	<NRf> MIN MAX		Adresse der CAN-Schnittstelle setzen
:ADDRess?	[MIN MAX]		Adresse der CAN-Schnittstelle abfragen
:BAUD	<NRf> MIN MAX		Baudrate für die CAN-Schnittstelle setzen
:BAUD?	[MIN MAX]		Baudrate für die CAN-Schnittstelle abfragen
:TERMination [:STATe]	<boolean>		Aktivierungszustand für CAN-Terminierung setzen
[:STATe]?			Aktivierungszustand für CAN-Terminierung abfragen
:GPIB			
:ADDRess	<NRf> MIN MAX		Adresse der GPIB-Schnittstelle setzen
:ADDRess?	[MIN MAX]		Adresse der GPIB-Schnittstelle abfragen
:LAN			
:DHCP [:STATe]	<Boolean>		Aktivierungszustand für die Verwendung des DHCP-Protokolls setzen
[:STATe]?			Aktivierungszustand für die Verwendung des DHCP-Protokolls abfragen
:DNS			
[:ADDRess]	<string>		Statische IP-Adresse des DNS-Servers setzen
[:ADDRess]?	[ACTual STATic]		IP-Adresse des DNS-Servers abfragen
:GATEway			
[:ADDRess]	<string>		Statische IP-Adresse des Gateways setzen
[:ADDRess]?	[ACTual STATic]		IP-Adresse des Gateways abfragen
:HOSTname?			Hostname der elektronischen Last abfragen
:IP			
[:ADDRess]	<string>		Statische IP-Adresse der LAN-Schnittstelle setzen
[:ADDRess]?	[ACTual STATic]		IP-Adresse der LAN-Schnittstelle abfragen
:MAC			

[:ADDRess]?			MAC-Adresse der LAN-Schnittstelle abfragen
:PORT	<NRf>		TCP-Port-Nummer der LAN-Schnittstelle setzen
:PORT?			TCP-Port-Nummer der LAN-Schnittstelle abfragen
:SUBNet			
[:MASK]	<string>		Subnet Mask der LAN Schnittstelle setzen
[:MASK]?	[ACTual STATic]		Subnet Mask der LAN Schnittstelle abfragen
:SERial			
:BAUD	<NRf> MIN MAX		Baudrate für die RS-232-Schnittstelle setzen
:BAUD?	[MIN MAX]		Baudrate für die RS-232-Schnittstelle abfragen
:BITS?	[MIN MAX]		Anzahl der Datenbits für die RS-232-Schnittstelle abfragen
:MODE	[SCPI SLINK]		Kommunikationsmodus der RS-232-Schnittstelle setzen
:MODE?			Kommunikationsmodus der RS-232-Schnittstelle abfragen
:PARity	EVEN NONE ODD		Parität für die RS-232-Schnittstelle setzen
:PARity?			Parität für die RS-232-Schnittstelle abfragen
:SBITs	<NRf> MIN MAX		Anzahl der Stoppbits der RS-232-Schnittstelle setzen
:SBITs?	[MIN MAX]		Anzahl der Stoppbits der RS-232-Schnittstelle abfragen
:VCP			
:BAUD	<NRf> MIN MAX		Baudrate für die USB VCP-Schnittstelle setzen
:BAUD?	[MIN MAX]		Baudrate für die USB VCP-Schnittstelle abfragen
:BITS?	[MIN MAX]		Anzahl der Datenbits für die USB VCP-Schnittstelle abfragen
:PARity	EVEN NONE ODD		Parität für die USB VCP-Schnittstelle setzen
:PARity?			Parität für die USB VCP-Schnittstelle abfragen
:SBITs	<NRf> MIN MAX		Anzahl der Stoppbits der USB VCP-Schnittstelle setzen
:SBITs?	[MIN MAX]		Anzahl der Stoppbits der USB VCP-Schnittstelle abfragen
:COOLing			
[:MODE]	AUTO FULL		Kühlmodus der Lüfter setzen
[:MODE]?			Kühlmodus der Lüfter abfragen
:DATE	<year>,<month>,<day>		Datum setzen
:DATE?			Datum abfragen
:ERRor			
[:NEXT]?			Nächsten Eintrag aus der Fehlerwarteschlange auslesen
:ALL?			Alle Einträge aus der Fehlerwarteschlange auslesen

:COUNT?			Anzahl der Einträge in der Fehlerwarteschlange abfragen
:HELP			
:HEADers?			Alle SCPI-Befehlsheader abfragen
:KLOCK	<Boolean>		Aktivierungszustand der Tastensperre setzen
:LOCAL			Manuelle Steuerung aktivieren
:PRESet			Werkseinstellungen setzen
:REMOte			Steuerung über eine Datenschnittstelle aktivieren
:SLINK			
[:STATe]	<Boolean>		Aktivierungszustand SyncroLink setzen
[:STATe]?			Aktivierungszustand SyncroLink abfragen
:DELay	<NRf> MIN MAX	[S MS]	Verzögerung für SyncroLink setzen
:DELay?	[MIN MAX]		Verzögerung für SyncroLink lesen
:TIME	<hour>,<minute>,<second>		Uhrzeit setzen
:TIME?			Uhrzeit abfragen
:VERSion?			Version des kompatiblen SCPI-Standards abfragen
TRIGger			
:DELay	<NRf> MIN MAX	[S MS]	Sollwert für Trigger-Verzögerung setzen
:DELay?			Sollwert für Trigger-Verzögerung abfragen
VOLTage			
[:LEVeL]			
[:IMMediate]	<NRf> MIN MAX	[V MV]	Sollwert für Spannung setzen
[:IMMediate]?	[MIN MAX]		Sollwert für Spannung abfragen
:TRIGgered	<NRf> MIN MAX	[V MV]	Getriggerten Sollwert für Spannung setzen
:TRIGgered?	[MIN MAX]		Getriggerten Sollwert für Spannung abfragen
:PROTection			
[:LEVeL]	<NRf> MIN MAX	[V MV]	Wert für Unterspannungsschutz setzen
[:LEVeL]?	[MIN MAX]		Wert für Unterspannungsschutz abfragen

6 Externe Steuerung über I/O-Port

6.1 PMLA Standard und HP

Die Geräte der PMLA Standard- und HP-Variante verfügen serienmäßig über einen I/O-Port, über den Einstellungen und Messungen vorgenommen werden können.

Bei der Standard-Variante sind bis zu 3 Stück 37-polige D-Sub-Buchsenleisten **B1** vorhanden. Pro Buchsenleiste stehen die Signale für max. 4 Kanäle zur Verfügung.

Bei der HP-Variante gibt es eine 9-polige D-Sub-Buchsenleiste **B1**.

6.1.1 I/O-Port



Der I/O-Port ist nicht isoliert!

Alle Ein- und Ausgänge eines Kanals sind galvanisch mit dem negativen Lasteingang verbunden. Eine zusätzliche Verbindung irgendeines Anschlusses am I/O-Port mit einem Lasteingang oder Sense-Eingang eines Kanals erzeugt Kurzschlüsse oder Masseschleifen und kann zu Fehlfunktionen, Fehlmessungen bis hin zur Zerstörung des Gerätes führen!



Ist ein Standard-Gerät nicht mit allen Lastmodulen ausgerüstet, sind die betreffenden Pins der freien Module nicht belegt. Das ist auch der Fall, wenn Lastmodule mit höherer Leistung als 150 W eingebaut sind. Dann sind pro weitere 150 W des Kanals die Pins des jeweils nächsten Moduls frei. Die HP-Variante hat ohnehin nur einen Lastkanal.

Siehe auch:

2.4.4 Eingangsklemmleiste, 2.4.6 Zulässige Potentiale an den Geräteanschlüssen

6.1.2 Steuerbare Funktionen

Um den I/O-Port verwenden zu können, muss dieser entweder manuell über das Menü "Basic configuration" oder über eine Datenschnittstelle mit den SCPI-Befehlen der Gruppe SETTING:EXTERNAL aktiviert werden.

Die folgenden Sollwerte können extern vorgegeben werden:

- Input state (Aktivierungszustand des Lasteingangs)
- Level (Sollwert für die geregelte Eingangsgröße)



Wird der Lasteingang über den I/O-Port gesteuert und die Taste "Input" an der Frontplatte betätigt, wird diese Benutzereingabe ignoriert. Dies wird dem Bediener dadurch signalisiert, indem für einige Sekunden ein "Notification"-Fenster am User Interface überblendet wird. Ist die Sollwerteingabe über den I/O-Port aktiviert und der Benutzer betätigt den Drehgeber, wird die Benutzereingabe ignoriert und ebenfalls kurzzeitig ein "Notification"-Fenster angezeigt.

Lokale Bedienung:

Main Menu -> Settings -> Basic settings -> Ext. control

Markierungsfeld "External control activation": Übergeordnete Aktivierung der extern steuerbaren Signale aktivieren.

Markierungsfeld „Input state“: externe Steuerung des Lasteingangs aktivieren.

Markierungsfeld „Setting control“: externe Steuerung der analogen Ansteuerung des Sollwerts aktivieren.

Digitale Fernsteuerung: 5.11.14 SETting Subsystem

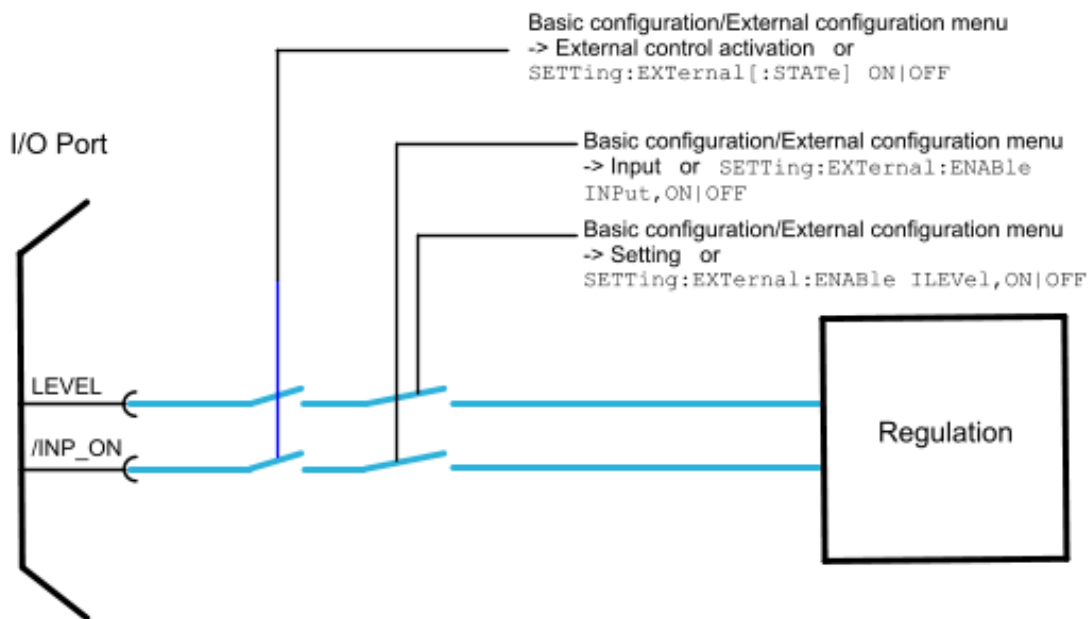
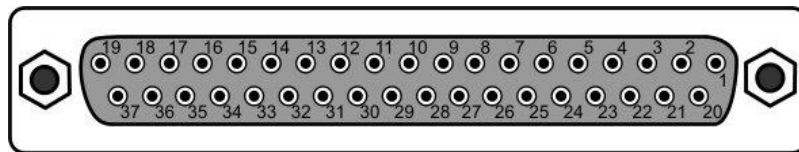


Abbildung 6.1: Schematischer Aufbau der extern steuerbaren Funktionen

6.1.3 Steckerbelegung Standard-Variante



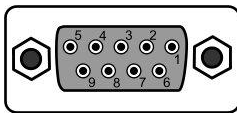
Pin	Input 1-4 Name	Input 5-8 Name	Input 9-12 Name	Beschreibung	Rich- tung ¹⁾	Pegel ²⁾
1	Input4 Sense +	Input8 Sense +	Input12 Sense +	Positiver Sense-Anschluss	I	U _{max}
2	Input4 Level -	Input8 Level -	Input12 Level -	Negativer Steuereingang	I	10 V
3	Input4 VMON	Input8 VMON	Input12 VMON	Spannungsmessausgang	0	10 V
4	Input4 /INP_ON	Input8 /INP_ON	Input12 /INP_ON	Steuereingang Lasteingang	I	Logic
5	NC	NC	NC		NC	
6	Input3 Sense -	Input7 Sense -	Input11 Sense -	Negativer Sense-Anschluss	I	U _{max}
7	Input3 Level +	Input7 Level +	Input11 Level +	Positiver Steuereingang	I	10 V
8	Input3 IMON	Input7 IMON	Input11 IMON	Strommessausgang	0	10 V
9	Input3 GND	Input7 GND	Input11 GND	Ground		
10	Input2 Sense +	Input6 Sense +	Input10 Sense +	Positiver Sense-Anschluss	I	U _{max}
11	Input2 Level -	Input6 Level -	Input10 Level -	Negativer Steuereingang	I	10 V
12	Input2 VMON	Input6 VMON	Input10 VMON	Spannungsmessausgang	0	10 V
13	Input2 /INP_ON	Input6 /INP_ON	Input10 /INP_ON	Steuereingang Lasteingang	I	Logic
14	NC	NC	NC		NC	

15	Input1 Sense -	Input5 Sense -	Input9 Sense -	Negativer Sense-Anschluss	I	Umax
16	Input1 Level +	Input5 Level +	Input9 Level +	Positiver Steuerungseingang	I	10 V
17	Input1 IMON	Input5 IMON	Input9 IMON	Strommessausgang	O	10 V
18	Input1 GND	Input5 GND	Input9 GND	Ground		
19	NC	NC	NC		NC	
20	Input4 Sense -	Input8 Sense -	Input12 Sense -	Negativer Sense-Anschluss	I	Umax
21	Input4 Level +	Input8 Level +	Input12 Level +	Positiver Steuerungseingang	I	10 V
22	Input4 IMON	Input8 IMON	Input12 IMON	Strommessausgang	O	10 V
23	Input4 GND	Input8 GND	Input12 GND	Ground		
24	Input3 Sense +	Input7 Sense +	Input11 Sense +	Positiver Sense-Anschluss	I	Umax
25	Input3 Level -	Input7 Level -	Input11 Level -	Negativer Steuerungseingang	I	10 V
26	Input3 VMON	Input7 VMON	Input11 VMON	Spannungsmessausgang	O	10 V
27	Input3 /INP_ON	Input7 /INP_ON	Input11 /INP_ON	Steuereingang Lasteingang	I	Logic
28	NC	NC	NC		NC	
29	Input2 Sense -	Input6 Sense -	Input10 Sense -	Negativer Sense-Anschluss	I	Umax
30	Input2 Level +	Input6 Level +	Input10 Level +	Positiver Steuerungseingang	I	10 V
31	Input2 IMON	Input6 IMON	Input10 IMON	Strommessausgang	O	10 V
32	Input2 GND	Input6 GND	Input10 GND	Ground		
33	Input1 Sense +	Input5 Sense +	Input9 Sense +	Positiver Sense-Anschluss	I	Umax
34	Input1 Level -	Input5 Level -	Input9 Level -	Negativer Steuerungseingang	I	10 V
35	Input1 VMON	Input5 VMON	Input9 VMON	Spannungsmessausgang	O	10 V
36	Input1 /INP_ON	Input5 /INP_ON	Input9 /INP_ON	Steuereingang Lasteingang	I	Logic
37	NC	NC	NC		NC	

¹⁾ Signalrichtung: O: Ausgang, I: Eingang, NC: nicht anschließen!

²⁾ Signalpegel: Logic: siehe technische Daten, 10 V: 0 ... 10 V DC, Umax: maximale Eingangsspannung des Kanals

6.1.4 Steckerbelegung HP-Variante



Pin	Name	Beschreibung	Richtung ¹⁾	Pegel ²⁾
1	GND	Ground		
2	LEVEL-	Negativer Steuereingang	I	10 V
3	VMON	Spannungsmessausgang	O	10 V
4	/INP_ON	Steuereingang Lasteingang	I	Logic
5	n.c.	Keine Funktion. Nicht anschließen!		
6	GND	Ground		
7	LEVEL+	Positiver Steuereingang	I	10 V
8	IMON	Strommessausgang	O	10 V
9	/STAT_INP_ON	Statusausgang Lasteingang	O	Logic

¹⁾ Signalrichtung: O: Ausgang, I: Eingang

²⁾ Signalpegel: Logic: siehe technische Daten, 10 V: 0 ... 10 V DC

6.1.5 Logik-Eingänge für Lasteingänge

Über den Eingang /INP_ON kann der Lasteingang (Input) des entsprechenden Kanals ein- und ausgeschaltet werden. Der Steuereingang hat einen internen Pull-Up-Widerstand (10 kΩ) auf 3 V. Im unbeschalteten Zustand sind die Steuereingänge deshalb logisch "high".

Der Eingang ist low-aktiv und kann entweder über einen entsprechenden Logikpegel oder über einen Schaltkontakt eines externen Relais oder Schalters bedient werden.

Die Steuereingänge stehen in Bezug zum GND. Die Aktivierung eines Einganges kann somit durch Brücken der entsprechenden Leitung zu GND vorgenommen werden.

6.1.6 Analoger Steuereingang

In allen Betriebsarten ist der Sollwert der geregelten Eingangsgröße für jeden Kanal über ein externes Steuersignal mit 0 ... 10 V für 0 ... 100 % des jeweiligen Einstellbereiches einstellbar.

In den Betriebsarten CC und CV erfolgt die Regelung in Echtzeit (analog), in CP und CR software-geregelt.

Den Steuereingang LEVEL + mit dem positiven Ausgang der Steuerquelle, den Steuereingang LEVEL – mit dem negativen Ausgang der Steuerquelle verbinden.

Die Eingänge sind differentiell ausgeführt und können Gleichtaktspannungen bis zu 2 V zwischen dem negativen Lasteingang und dem analogen Steuereingang ausgleichen.

Bei höheren Gleichtaktspannungen sollten Sie die Steuerquelle zusätzlich am negativen Ausgang mit dem GND Pin des Gerätes verbinden.

PMLA I/O Port

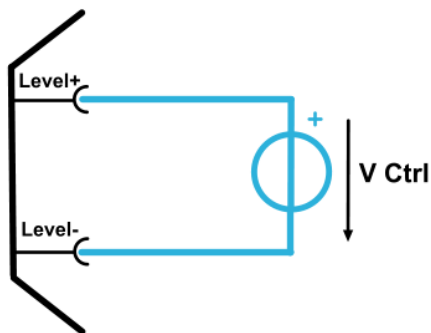


Abbildung 6.2: Analoge Sollwert-Einstellung



Beachten Sie die maximal zulässigen Betriebsspannungen an den Eingängen des Gerätes!

Siehe auch:

2.4.4 Eingangsklemmleiste, 2.4.6 Zulässige Potentiale an den Geräteanschlüssen



Eine negative Ansteuerspannung beschädigt das Gerät nicht, es kann aber zu erhöhten Totzeiten für die nachfolgende Einstellung kommen.

Dieser Effekt kann schon bei wenigen mV negativer Ansteuerung auftreten.

6.1.7 Analoge Messausgänge

Jeder Kanal verfügt über 2 analoge Messausgänge.

VMON: Spannungsproportionaler Messausgang

IMON: Stromproportionaler Messausgang

Die Messausgänge sind auf GND bezogen.

Die Ausgangsspannung ist mit 0 ... 10 V auf 0 ... 100 % des jeweiligen Bereiches bezogen.



Die Ausgänge dürfen mit max. 5 mA (2 kΩ) belastet werden.

GND darf mit max. ± 2 V gegenüber dem negativen Lasteingang beaufschlagt werden.

Höhere Spannungen können das Gerät beschädigen!

Siehe auch:

2.4.4 Eingangsklemmleiste, 2.4.6 Zulässige Potentiale an den Geräteanschlüssen

6.1.8 Anschluss an ein DAQ-System

Abbildung 6.3 zeigt anhand eines Beispiels, wie mehrere Lastkanäle per DAQ-System zu steuern sind.



Bei jedem Kanal ist der Pin InputX GND mit dem zugehörigen negativen Lasteingang an der Eingangsklemmleiste galvanisch verbunden. Um Masseschleifen zu vermeiden, müssen die DAQ-Kanäle galvanisch voneinander isoliert sein. Ist dies nicht möglich, ist für jeden Lastkanal ein eigenes DAQ-System zu verwenden.

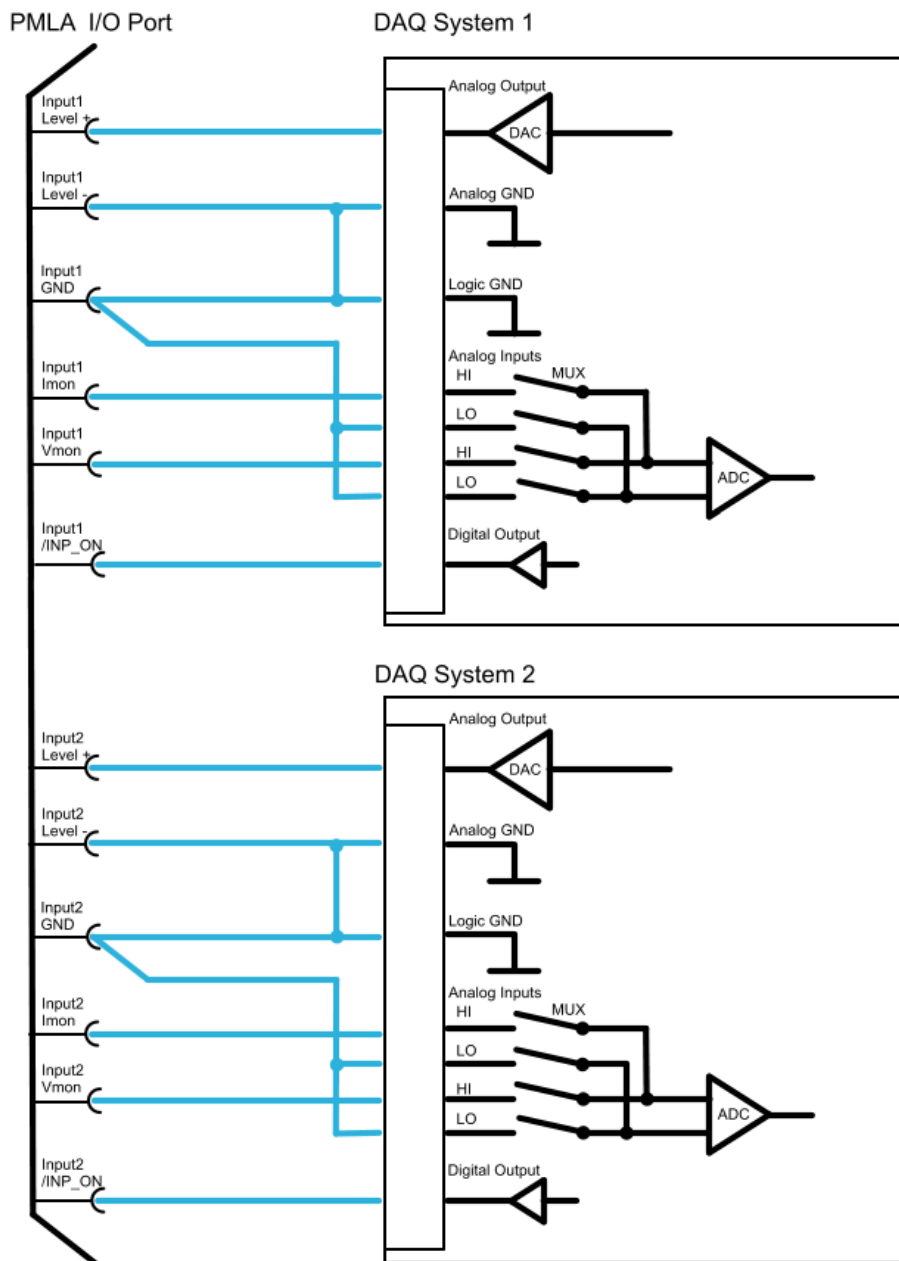


Abbildung 6.3: Anschluss an verschiedene DAQ-Systeme zur Vermeidung von Masseschleifen

6.1.9 Sense-Eingänge

Die Pinbelegung der Sense-Anschlüsse am Analog-I/O-Port ist in 6.1.3 Steckerbelegung bzw. 6.1.4 Steckerbelegung HP-Variante gegeben.

Siehe auch 2.4.2 Last- und Sense-Leitungen!

6.2 PMLA LP

Die PMLA LP-Variante hat keinen I/O-Port.

Die LP-Variante kann nicht extern angesteuert werden und stellt keine analogen Monitorsignale zur Verfügung.

7 Analoger Master-Slave-Betrieb (Standard- und HP-Varianten)

7.1 Funktion

Zur Erhöhung der Leistung oder des Stromes können bei Standard- und HP-Varianten maximal 5 Lastkanäle in einem analogen Master-Slave-Verfahren parallelgeschaltet werden.

Ein steuernder Kanal gibt über seinen IMON-Ausgang das analoge Ansteuersignal für die übrigen Kanäle vor. Die analog gesteuerten Kanäle arbeiten in CC-Betrieb ohne Überstrom- oder Unterspannungsschutz.

Bei PMLA LP-Varianten ist diese Art der Ansteuerung nicht möglich, da die entsprechenden externen Steuerleitungen fehlen.

7.2 Verschaltung der Kanäle

Die Lasteingänge der parallelgeschalteten Kanäle sowie die Sense-Eingänge des steuernden Kanals müssen an den Prüfling geschaltet werden.



Verbinden Sie die Leitungen am Prüfling (s. folgende Skizze), und nicht an den Eingängen der Lasten.

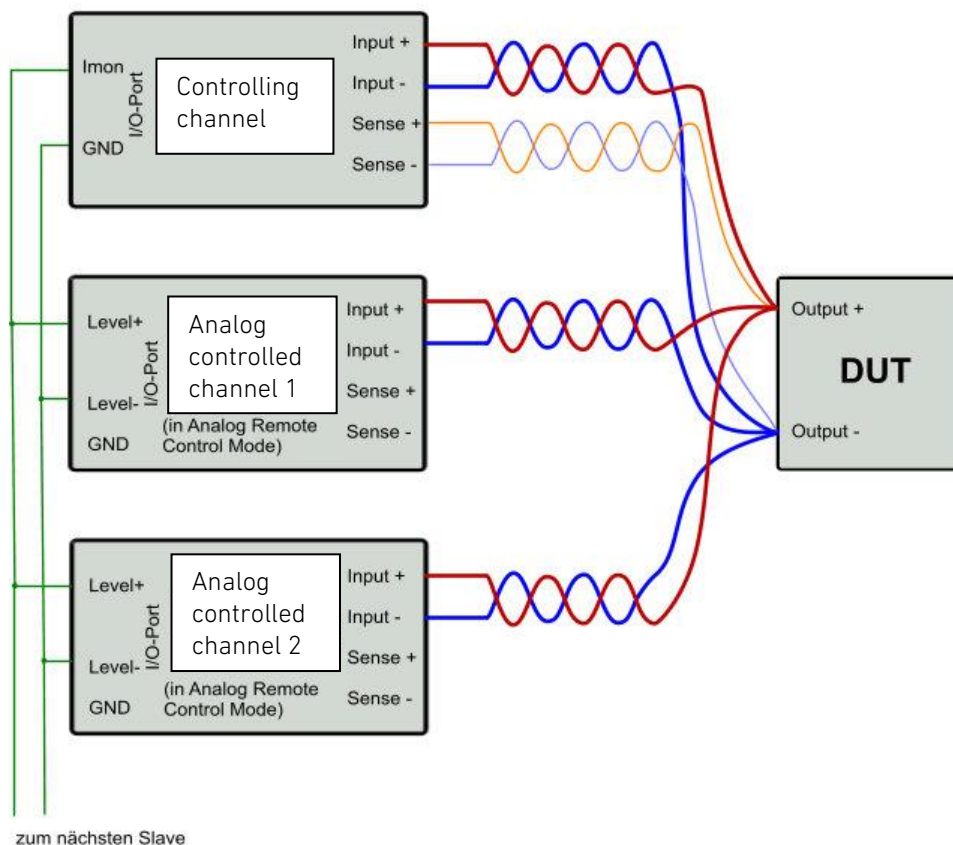


Abbildung 7.1: Verschaltung in analogem Master-Slave-Mode



Eine Serienschaltung zur Erhöhung der Eingangsspannung ist unzulässig!

Die Verschaltung erfolgt über den/die I/O-Port-Stecker der einzelnen Kanäle.

Pins folgendermaßen verbinden:

Signal Master-Kanal	verbinden mit	Signal Slave-Kanal*
IMON	↔	LEVEL+
GND	↔	LEVEL-

* und weitere Slave-Kanäle

Sollwert-Einstellungen sind am steuernden Kanal vorzunehmen. Er bestimmt die Stromaufnahme der analog gesteuerten Kanäle.

- Alle analog gesteuerten Kanäle in CC-Betrieb stellen.
- Bei allen analog gesteuerten Kanälen Überstrom- und Unterspannungsschutz deaktivieren. Bei Anwendungen mit Eingangsspannungs-Aufschaltung Unterspannungsschutz aktivieren.
- Bei allen analog gesteuerten Kanälen als Steuerquelle "Extern" aktivieren und den Signalpfad des I/O-Ports zur externen Steuerung des Settings freischalten.
- Lasteingänge aller analog gesteuerten Kanäle und des steuernden Kanals einschalten.

Siehe:

4.1 Wahl der Steuerquelle

5.11.14 SETTING Subsystem



Werden Kanäle mit unterschiedlichen Strom- bzw. Leistungsbereichen verwendet, beachten Sie die entsprechend unterschiedlichen Stromverteilungen! Jeder Kanal muss sich in seinem zulässigen Betriebsbereich befinden.

8 Problembehandlung

8.1 Regelschwingungen



Häufig ist die Verkabelung Ursache von Regelschwingungen.

Lange Kabel (im Extremfall nicht verdreht) haben hohe Eigeninduktivitäten, die das Regelverhalten der elektronischen Last beeinflussen.

Überprüfen Sie als erste Maßnahme die Verkabelung.

Siehe auch: 2.4.1 Sicherheitshinweise zum Anschluss des Prüflings, 2.4.2 Last- und Sense-Leitungen.



Verwenden Sie bei Regelgeschwindigkeit "FAST" nur sehr kurze verdrehte Lastkabel! Andernfalls ist die Gefahr von Regelschwingungen gegeben!

Beim Prüfen von Stromversorgungen oder sonstigen Schaltungen, die über einen Regelkreis eine Ausgangsgröße stabilisieren, werden beim Anschluss der elektronischen Last zwei Regler miteinander verbunden. Unter bestimmten Bedingungen, nämlich dann, wenn im Gesamtsystem eine Phasenverschiebung größer als 180° auftritt und die Verstärkung größer 1 ist, ist die Schwingungsbedingung erfüllt, und das System fängt an zu oszillieren.

Dieser Zustand ist kein Mangel der elektronischen Last, sondern ein physikalisch ganz normaler Zustand, der jedoch für Prüfungen unerwünscht ist.

Siehe auch: 4.4 Regelgeschwindigkeit.

In der Praxis hilft zur Stabilisierung häufig ein parallel zum Lasteingang geschalteter MKT-Kondensator von ca. 1 µF mit einem Serienwiderstand von ca. 1,5 Ω (5 W).

8.2 Elektromagnetische Einkopplungen

Speziell im Widerstandsbetrieb besteht die Gefahr, dass bei Verwendung der Sense-Leitungen eine Einkopplung der stromführenden Lastkabel auf die Spannungsmessung des Gerätes erfolgt.

Da im Widerstandsbetrieb die genaue Erfassung der Spannung am Prüfling als Einstellgröße für den Strom verwendet wird, kann durch magnetische Kopplung in die Sense-Leitungen eine Mitkopplung auftreten, die das System instabil macht.

Als erste Maßnahme ist die Verringerung der Einkopplung vorzunehmen.

Das heißt:

Verlegen Sie die Sense-Leitungen so weit wie möglich weg von den stromführenden Lastleitungen (natürlich auch weg von allen anderen stromführenden Kabeln, Netzleitungen, etc.). Am besten die Sense-Leitungen miteinander verdrehen, da sich dann die magnetisch induzierte Spannung wieder aufhebt.

Siehe auch: 2.4.1 Sicherheitshinweise zum Anschluss des Prüflings, 2.4.2 Last- und Sense-Leitungen.



Nie die Sense-Leitungen mit den stromführenden Leitungen verdrehen!

Am besten auch die stromführenden Leitungen miteinander verdrehen oder zumindest parallel verlegen, damit sich die Magnetfelder wenigstens teilweise kompensieren.

Alle Leitungen so kurz wie möglich halten!

Wenn das alles keine Verbesserung bringt, kann ein Kondensator zwischen die Sense-Leitungen geschaltet werden.

8.3 Verzerrter Stromanstieg im dynamischen Betrieb

8.3.1 Ursachen

Zum Erreichen des bestmöglichen Stromanstieges im dynamischen Betrieb müssen bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein:

- der dynamische Innenwiderstand der Spannungsquelle muss sehr gering sein. Das Einbrechen der Spannung am Lasteingang bei Stromanstieg durch das Regelverhalten der Spannungsquelle oder durch induktionsbehaftete Zuleitungen wirkt einem schnellen Stromanstieg entgegen.
- Die Impedanz der Zuleitungen muss sehr gering sein.
- Die Zuleitungen müssen induktionsarm sein. Induktive Zuleitungen (jedes Kabel hat eine induktive Komponente) ergeben zusammen mit dem Ohm'schen Widerstand eine Begrenzung der maximal möglichen Stromanstiegsgeschwindigkeit. Die Last kann keinen schnellen Stromanstieg erreichen, wenn die Anschlusskabel die Geschwindigkeit begrenzen. Außerdem wirken die Zuleitungen als Energiespeicher (Selbstinduktion) und liefern bei Entlastung Strom in Last und Prüfling zurück.

8.3.2 Messen der Stromanstiegsgeschwindigkeit

Die Messung der Stromanstiegsgeschwindigkeit darf nur mit einer Stromzange von ausreichender Geschwindigkeit erfolgen (z. B. Tektronix Current Measurement).

Die Strommessung über Messshunts ergibt meist falsche Ergebnisse, da die meisten Messshunts nicht induktionsfrei sind. Es ergeben sich bei derartigen Messungen zwangsläufig langsamere Anstiegsgeschwindigkeiten mit erheblichem Überschwingen.

8.4 Verzerre Analoge Messsignale

Speziell beim Prüfen von getakteten Stromversorgungen kann es vorkommen, dass die Messsignale am I/O-Port für Spannung, Strom, etc. (IMON, VMON) verzerrt sind. Die Ursache dazu ist im Aufbau des Messkreises zu suchen.

Getaktete Stromversorgungen haben Filter im Ausgangskreis, unter anderem sogenannte Y-Kondensatoren, die vom Ausgang zur Schutzterde des Gerätes geschaltet sind.

Auch die elektronische Last und andere Messgeräte haben aus EMV-Gründen Filter eingebaut.

Durch die Common Mode Störspannung (Spannung, die beide Ausgangsanschlüsse der Stromversorgung gegenüber der Schutzterde aufweisen) fließt ein Fehlerstrom durch den Entstörkondensator über die elektronische Last oder angeschlossene Messgeräte zurück auf den Lasteingang.

Dieser Störstrom erzeugt meist hochfrequente Überlagerungen an den Messsignalen.

Besonders hohe Störspannungen werden bei dynamischen Prüfungen erzeugt.

Abhilfe schafft hier, die elektronische Last und/oder die weiteren angeschlossenen Messgeräte über Trenntransformatoren mit geringer Kopplungskapazität zu versorgen. Der Störstromkreis wird damit unterbrochen, und die Qualität der Messsignale wird verbessert.

8.5 Auswirkungen der Eingangskapazität

Jede elektronische Last hat eine gewisse Eingangskapazität (siehe technische Daten). Diese macht sich bei sauberen DC-Eingangsspannungen wenig bis gar nicht bemerkbar.

Ist die Spannung am Lasteingang jedoch mit einem Wechselspannungsanteil behaftet, ergibt sich auf dem Laststrom ebenfalls ein Wechselstromanteil abhängig von Amplitude und Frequenz der Wechselspannung. Dies ist kein Regelschwingen der elektronischen Last.



Bei hohem Amplitudenanteil bzw. hoher Frequenz des Wechselspannungsanteils kann eine Überlastung der Eingangskapazität auftreten!

Die angegebenen Genauigkeiten in den technischen Daten gelten für saubere Gleichspannungen am Lasteingang.

9 Anhang

9.1 Fehlercodes

9.1.1 Command Errors

Ein Fehlercode im Bereich [-199 ... -100] zeigt an, dass ein Syntaxfehler in einem Befehl an die elektronische Last festgestellt wurde. Wenn ein Fehler dieser Klasse auftritt, wird das Command Error Bit (Bit 5) im Event Status gesetzt.

Fehlercode		Beschreibung
-100	Command error	Allgemeiner Syntaxfehler.
-101	Invalid character	Ein syntaktisches Element enthält ein ungültiges Zeichen.
-104	Data type error	Der Parser hat ein unerlaubtes Datenelement erkannt.
-108	Parameter not allowed	Für den entsprechenden Header wurden zu viele Parameter empfangen.
-109	Missing parameter	Für den entsprechenden Header wurden zu wenige Parameter empfangen.
-110	Command header error	Ein Fehler im Header wurde erkannt.
-120	Numeric data error	Ein numerisches Datenelement ist fehlerhaft.
-130	Suffix error	Allgemeiner Suffixfehler.
-138	Suffix not allowed	Ein Suffix wurde bei einem Datenelement ohne erlaubtem Suffix erkannt.
-140	Character data error	Zeichenfehler
-150	String data error	Stringfehler
-160	Block data error	Blockdatenfehler
-170	Expression error	Ausdrucksfehler
-180	Macro error	Makrofehler

9.1.2 Execution Errors

Ein Fehlercode im Bereich [-299 ... -200] zeigt an, dass ein Fehler bei der Ausführung eines Befehls festgestellt wurde. Wenn ein Fehler dieser Klasse auftritt, wird das Execution Error Bit (Bit 4) im Event Status gesetzt.

Fehlercode		Beschreibung
-200	Execution error	Allgemeiner Ausführungsfehler
-210	Trigger error	Ein Triggerfehler ist aufgetreten.
-211	Trigger ignored	Ein Triggerereignis wurde erkannt, aber ignoriert.
-213	Init ignored	Eine Trigger-Initiierung wurde ignoriert.
-220	Parameter error	Ein Parameterfehler wurde festgestellt.
-221	Settings conflict	Ein zulässiger Befehl wurde erkannt, der aber aufgrund des momentanen Gerätezustands nicht ausgeführt werden konnte.
-222	Data out of range	Ein Parameter wurde erkannt, der außerhalb des zulässigen Wertebereichs der elektronischen Last liegt.
-224	Illegal parameter value	Ein exakter Wert aus einer Liste möglicher Parameter wurde erwartet.
-226	Lists not same length	Der Start der LIST-Funktion wurde aufgrund von unterschiedlichen Listenlängen abgebrochen.
-230	Data corrupt or stale	Ungültige Daten sind aufgetreten.
-240	Hardware error	Ein zulässiger Befehl wurde erkannt, der aber aufgrund eines Hardwarefehlers nicht ausgeführt werden konnte.
-250	Mass storage error	Ein Massenspeicher-Fehler ist aufgetreten.
-280	Program error	Ein programmbezogener Ausführungsfehler ist aufgetreten.
-290	Memory use error	Eine Benutzeranfrage hat direkt oder indirekt einen speicherbezogenen Fehler verursacht.

9.1.3 Device-specific Errors

Ein Fehlercode im Bereich [-399 ... -300] zeigt einen gerätespezifischen Fehler an, der daher weder ein Command Error, noch ein Query Error (s. u.), noch ein Execution Error ist; einige Gerätefunktionen sind möglicherweise infolge einer anormalen Hardware- oder Firmwarebedingung fehlgeschlagen. Wenn ein Fehler dieser Klasse auftritt, wird das Device-Dependent Error Bit (Bit 3) im Event Status gesetzt.

Fehlercode		Beschreibung
-300	Device-specific error	Allgemeiner gerätespezifischer Fehler
-310	System error	Ein gerätespezifischer Systemfehler ist aufgetreten.
-315	Configuration memory lost	Nichtflüchtige, in der elektronischen Last gespeicherte Konfigurationsdaten sind verloren.
-320	Storage fault	Die Firmware hat einen Fehler bei der Benutzung des Datenspeichers festgestellt.
-330	Self-test failed	Selbsttest ist fehlgeschlagen.
-340	Calibration failed	Kalibrierung ist fehlgeschlagen.
-350	Queue overflow	Die Fehler-Warteschlange ist voll, und der verursachende Fehler wurde nicht eingetragen.
-360	Communication error	Allgemeiner Kommunikationsfehler wie z. B. Parity Error oder Framing Error in Daten, die über eine serielle Schnittstelle angekommen sind.

9.1.4 Query Errors

Ein Fehlercode im Bereich [-499 ... -400] zeigt an, dass die Output-Queue-Steuerung der elektronischen Last ein Problem mit dem Nachrichtenaustausch-Protokoll festgestellt hat. Das Auftreten eines Fehlers dieser Klasse verursacht, dass das Query Error Bit (Bit 2) im Event Status Register gesetzt wird.

Fehlercode		Beschreibung
-400	Query error	Allgemeiner Abfragefehler.
-410	Query interrupted	Eine Abfrage ist unterbrochen worden.
-420	Query unterminated	Eine Abfrage wurde nicht terminiert.
-430	Query deadlocked	Eine Abfrage ist stehengeblieben (Ein- und Ausgangspuffer der elektronischen Last sind voll).

9.1.5 Nicht standardisierte Errors

Fehlercodes mit positiven Fehlernummern sind solche, die nicht im SCPI-Standard spezifiziert sind, sondern vom Hersteller der elektronischen Last.



Fehler mit positiven Fehlernummern sollten bei einem fehlerfreien Gerät nicht oder nur in Ausnahmefällen auftreten.

Die folgenden Fehlercodes können während des Firmware-Update-Vorgangs auftreten.

Fehlercode	Beschreibung
602	Fehler beim Öffnen der Update-Datei
604	Fehler beim Lesen der Update-Datei
605	Fehler beim Schließen der Update-Datei
1000	Allgemeiner Update-Fehler
1002	USB-Stick nicht erkannt
1003	Update-Datei nicht gefunden
1004	Mehrere Update-Dateien für die Zielhardware vorhanden
1005	Fehler in der Update-Datei
1006	Der Bootloader stellte einen Fehler fest
1008	Die Update-Datei und die Zielhardware passen nicht zueinander

Alle anderen Fehler können aus einem Fehlverhalten oder einer Beschädigung der Last resultieren. Um genauere Informationen zu den Fehlern zu erhalten, kontaktieren Sie den H&H-Support.

9.2 Geräteparameter

Im Folgenden sind die anwender-relevanten Geräteparameter und deren Funktionen aufgelistet.



Reservierte Parameter dürfen nicht beschrieben werden!

Par. Nr.	Funktion	Wert bei Auslieferung	Zugriff
0 ... 9	<i>reserviert</i>		-
10	Regelkonstante Kp für Betriebsart CP in Regelbetriebsart FAST	0	lesen, schreiben
11	Regelkonstante Ki für Betriebsart CP in Regelbetriebsart FAST	0.1	lesen, schreiben
12	Regelkonstante Kp für Betriebsart CP in Regelbetriebsart SLOW	0	lesen, schreiben
13	Regelkonstante Ki für Betriebsart CP in Regelbetriebsart SLOW	0.02	lesen, schreiben
14	Regelkonstante Kp für Betriebsart CR in Regelbetriebsart FAST	0	lesen, schreiben
15	Regelkonstante Ki für Betriebsart CR in Regelbetriebsart FAST	0.01	lesen, schreiben
16	Regelkonstante Kp für Betriebsart CR in Regelbetriebsart SLOW	0	lesen, schreiben
17	Regelkonstante Ki für Betriebsart CR in Regelbetriebsart SLOW	0.02	lesen, schreiben
18 ... 19	<i>reserviert</i>		-
20	MPPT Genauigkeit	0.001	lesen, schreiben
21	MPPT Mindestspannung	10	lesen, schreiben
22 ... 100	<i>reserviert</i>		-
101 ...	Produktions- und Kalibrierparameter		lesen

9.3 Informationen zu Sonderausführungen

Informationen zu Sonderausführungen finden Sie in der Datei TechDat_PMLA_dn.pdf (dn = Gerätenummer) auf einem mitgelieferten USB-Stick.

9.4 Mitgeliefertes Zubehör

Das mitgelieferte Zubehör ist in der Datei TechDat_PMLA_*dn*.pdf (*dn* = Gerätenummer) auf einem mitgelieferten USB-Stick aufgeführt.

9.5 Technische Daten

Die technischen Daten zu Ihrer elektronischen Last finden Sie in der Datei TechDat_PMLA_*dn*.pdf (*dn* = Gerätenummer) auf einem mitgelieferten USB-Stick.

9.6 Konformitätserklärung

Die Konformitätserklärung zu Ihrer elektronischen Last finden Sie in der Datei TechDat_PMLA_*dn*.pdf (*dn* = Gerätenummer) auf einem mitgelieferten USB-Stick.

10 Stichwortverzeichnis

Abkürzungen	19	Lastprofil	60
Abtastintervall	105	Listensatz	61
Abwärme	12	Messdatenpunkt	61
Adresse	36	Mode	66
Auspacken	8	Rampenzeiten	60
Batterieprüfung	<i>Siehe</i> Entladefunktion	Sollwerte	60
Bediener	9	Verweilzeiten	60
Berührungsschutz	31	Lüftersteuerung	73
Betreiber	10	MAC-Adresse	89
Betriebsart	52, 63, 65, 114	Masseschleife	157, 161
Betriebsbereich	34	Maximum Power Point	70
CAT	<i>Siehe</i> Messkategorie	Messdatenpunkt	61
CC	<i>Siehe</i> Strombetrieb	Messkategorie	13
CP	<i>Siehe</i> Leistungsbetrieb	MPPT	70, 114
CR	<i>Siehe</i> Widerstandsbetrieb	Muskelverkrampfung	11
Datenformat	110	Name	37
Datenschnittstelle	52	Netzspannung	16
Eingangskapazität	166	Nullmodem-Kabel	91
Eingangswiderstand	59	OCP	58
Elektronische Last	7	OPP	35, 79
Entladefunktion	68, 111	OTP	35, 79
Erdung	<i>Siehe</i> Schutzleiter	OV	79
Error Queue	141	Piepser	78
FIFO	141	Potential	33
Firmware-Update	83	Preset	82
Fokus	36	PWM-Spannung	77
Format	<i>Siehe</i> Datenformat	Regelgeschwindigkeit	59
Gefährdungen	11	Reinigen	17
Gewährleistung	17	Remote	85
Grenzwerte		Reparatur	17
Überstrombegrenzung	58	Reset	82
Unterspannungsschutz	58	Reverse Voltage	35
Gruppenadressierung	<i>Siehe</i> Kanalgruppe	Ringpuffer	65
Haarnetz	8, 12	RV	35
Handschuhe	8, 12	Schutzerde	166
Herzschriffmacher	13	Schutzklasse	11, 13
Herzstillstand	11	Schutzleiter	11, 20, 24, 26
Hilfe	50	SCPI	94
I/O-Port	20, 52, 157	Selektierung	36
IEEE 488.2	85, 93, 110	Sicherheitsabdeckung	31
Input	59, 160	Sicherheitsschuhe	8, 12
Justierung	<i>Siehe</i> Kalibrierung	Sicherung	12, 27, 34, 35
Kalibrierung	17	Sollwert	65
Kanal	36	getriggert	57, 74
Kanalgruppe	36	immediate	56
Kodierstifte	29	Speicherposition	79
Latenzzeit	75	Standards	85
Leistungsbegrenzung	35	Statusmodell	129
Leistungsbetrieb	54	Stoppkriterium	68
Lichtbogen	12	Strombegrenzung	34
LIST	60, 117	Strombetrieb	53
Abtastzeiten	61	Sweep	71
Ausführung	64	Symboldatei	88
Betriebsart	60, 61, 64	Tastensperre	77, 142
count	61	Terminierung	87

Totzeit	58	Unterspannungsschutz.....	<i>Siehe</i>
Trigger	57, 74	Grenzwerte:Unterspannungsschutz	
Triggerereignis	74	UV	34
Triggermodell	74	UVP	58
Triggerverzögerung	74	VCP.....	<i>Siehe</i> Virtual COM Port
Überspannung	12, 27, 34	Verpolung	12, 27
Überstrom	34	Verzögerungszeit	<i>Siehe</i> Latenzzeit
Übertemperatur	35	Virtual COM Port	92
Übertragungsrate	87, 89	Wartung.....	16
Umwelt	13	Watchdog-Verzögerungszeit.....	73
Unendlich.....	118	Widerstandsbetrieb.....	55
		Zubehör	8