



## Bedienungsanleitung

Elektronische Netzzurückspeise-Last  
Serie TRL Baureihe A



## User Manual

Electronic Energy Recycling Load  
TRL Series Production Series A



## Inhalt

|          |                                                          |           |
|----------|----------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einführung und Sicherheit .....</b>                   | <b>10</b> |
| 1.1      | Über diese Bedienungsanleitung .....                     | 10        |
| 1.2      | Beschreibung der verwendeten Symbole .....               | 10        |
| 1.3      | Begriffsdefinition und bestimmungsgemäßer Gebrauch ..... | 11        |
| 1.4      | Schutzausrüstung .....                                   | 11        |
| 1.5      | Allgemeine Hinweise .....                                | 12        |
| 1.5.1    | Beim Auspacken .....                                     | 12        |
| 1.5.2    | Identifikation des Produkts .....                        | 12        |
| 1.5.3    | Verpackung .....                                         | 13        |
| 1.6      | Anforderungen an den Bediener .....                      | 13        |
| 1.7      | Pflichten des Betreibers .....                           | 14        |
| 1.8      | Grundlegende Sicherheitshinweise .....                   | 16        |
| 1.9      | Mögliche Gefährdungen .....                              | 17        |
| 1.9.1    | Elektrischer Schlag .....                                | 17        |
| 1.9.2    | Verbrennungen .....                                      | 17        |
| 1.9.3    | Mechanische Verletzungen .....                           | 18        |
| 1.9.4    | Beeinflussung elektro-medizinischer Geräte .....         | 19        |
| 1.10     | Messkategorie .....                                      | 19        |
| 1.11     | Betriebsbedingungen und Aufstellen des Gerätes .....     | 20        |
| 1.11.1   | Umwelt und Emissionen .....                              | 20        |
| 1.11.2   | Betriebsbedingungen .....                                | 20        |
| 1.11.3   | Am Gerät verwendete Symbole .....                        | 21        |
| 1.11.4   | Tragen und Verlagern .....                               | 22        |
| 1.12     | Netzanschluss und Energierückspeisung .....              | 22        |
| 1.13     | Service und Wartung .....                                | 23        |
| 1.14     | Kalibrierung .....                                       | 24        |
| 1.15     | Energieeffizienz .....                                   | 24        |
| 1.16     | Gewährleistung und Reparatur .....                       | 25        |
| 1.17     | Entsorgung .....                                         | 27        |
| 1.18     | Abkürzungen in diesem Handbuch .....                     | 27        |
| <b>2</b> | <b>Inbetriebnahme .....</b>                              | <b>28</b> |
| 2.1      | Bedienelemente an der Vorderseite .....                  | 28        |
| 2.2      | Anschlüsse an der Rückseite .....                        | 29        |
| 2.3      | Anschluss des Prüflings .....                            | 30        |
| 2.3.1    | Sicherheitshinweise zum Anschluss des Prüflings .....    | 30        |
| 2.3.2    | Last- und Sense-Leitungen anschließen .....              | 31        |
| 2.3.3    | Anschlussbeispiele .....                                 | 32        |

## Content

|          |                                                                 |           |
|----------|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Introduction and Safety .....</b>                            | <b>10</b> |
| 1.1      | About This Manual .....                                         | 10        |
| 1.2      | Description of the Symbols .....                                | 10        |
| 1.3      | Terminology and Intended Use .....                              | 11        |
| 1.4      | Safety Equipment .....                                          | 11        |
| 1.5      | General Information .....                                       | 12        |
| 1.5.1    | Unpacking .....                                                 | 12        |
| 1.5.2    | Product Identification .....                                    | 12        |
| 1.5.3    | Packing .....                                                   | 13        |
| 1.6      | Requirements to the User .....                                  | 13        |
| 1.7      | Operator's Responsibilities .....                               | 14        |
| 1.8      | General Safety Instructions .....                               | 16        |
| 1.9      | Possible Hazards .....                                          | 17        |
| 1.9.1    | Electric Shock .....                                            | 17        |
| 1.9.2    | Burns .....                                                     | 17        |
| 1.9.3    | Injury by Mechanical Effects .....                              | 18        |
| 1.9.4    | Effects on Electro-Medical Devices .....                        | 19        |
| 1.10     | Measuring Category .....                                        | 19        |
| 1.11     | Operating Conditions and Installation of the Device .....       | 20        |
| 1.11.1   | Environment and Emissions .....                                 | 20        |
| 1.11.2   | Operating Conditions .....                                      | 20        |
| 1.11.3   | Symbols on the Device .....                                     | 21        |
| 1.11.4   | Moving and Relocating .....                                     | 22        |
| 1.12     | Mains Connection and Energy Regeneration .....                  | 22        |
| 1.13     | Service and Maintenance .....                                   | 23        |
| 1.14     | Calibration .....                                               | 24        |
| 1.15     | Energy Efficiency .....                                         | 24        |
| 1.16     | Warranty and Repair .....                                       | 25        |
| 1.17     | Disposal .....                                                  | 27        |
| 1.18     | Abbreviations Used in This Manual .....                         | 27        |
| <b>2</b> | <b>Putting into Operation .....</b>                             | <b>28</b> |
| 2.1      | Control Elements on the Front Panel .....                       | 28        |
| 2.2      | Connections at the Rear Panel .....                             | 29        |
| 2.3      | Connection of the Device Under Test (DUT) .....                 | 30        |
| 2.3.1    | Safety Instructions When Connecting the Device Under Test ..... | 30        |
| 2.3.2    | Connecting Load and Sense Lines .....                           | 31        |
| 2.3.3    | Wiring Examples .....                                           | 32        |

|          |                                                     |           |
|----------|-----------------------------------------------------|-----------|
| 2.3.4    | Zulässige Spannungen an den Geräteanschlüssen ..... | 34        |
| 2.3.5    | Montage der Sicherheitsabdeckung .....              | 34        |
| 2.4      | Betriebsbereich .....                               | 37        |
| 2.5      | Schutzfunktionen und Meldungen .....                | 38        |
| 2.6      | Einschalten des Gerätes .....                       | 40        |
| <b>3</b> | <b>Grundlagen der lokalen Bedienung .....</b>       | <b>41</b> |
| 3.1      | Bedienelemente .....                                | 41        |
| 3.1.1    | Touchscreen .....                                   | 41        |
| 3.1.2    | Taste „Input“ .....                                 | 41        |
| 3.1.3    | Drehgeber „Setting“ .....                           | 41        |
| 3.1.4    | Last- und Sense-Anschlüsse .....                    | 41        |
| 3.1.5    | Netzschalter .....                                  | 41        |
| 3.1.6    | USB-Buchse .....                                    | 42        |
| 3.1.7    | Summer .....                                        | 43        |
| 3.2      | Aufbau des Touchscreens .....                       | 44        |
| 3.2.1    | Hauptbereich .....                                  | 44        |
| 3.2.2    | Rechte Seitenleiste .....                           | 47        |
| 3.2.3    | Statusleiste .....                                  | 48        |
| 3.3      | Hauptansichten .....                                | 48        |
| 3.3.1    | Hauptansicht mit numerischen Messwerten .....       | 49        |
| 3.3.2    | Hauptansicht Yt-Graph .....                         | 50        |
| 3.3.3    | Funktionsspezifische Hauptansichten .....           | 50        |
| 3.4      | Grafische Bedienelemente für die Navigation .....   | 51        |
| 3.4.1    | Symbol für Hauptmenü .....                          | 51        |
| 3.4.2    | Symbol für Hauptfenster .....                       | 51        |
| 3.4.3    | Symbol für Hauptansicht .....                       | 51        |
| 3.4.4    | Symbol für virtuelle Tastatur .....                 | 51        |
| 3.4.5    | OK-Symbol .....                                     | 52        |
| 3.4.6    | Esc-Symbol .....                                    | 52        |
| 3.4.7    | Symbol für Shortcut-Auswahl .....                   | 52        |
| 3.5      | Grafische Bedienelemente für Ein- und Ausgabe ..... | 53        |
| 3.5.1    | Messwertanzeige .....                               | 53        |
| 3.5.2    | Graphanzeige .....                                  | 53        |
| 3.5.3    | Eingabefeld .....                                   | 53        |
| 3.5.4    | Schaltfläche .....                                  | 54        |
| 3.5.5    | Markierungsfeld .....                               | 55        |
| 3.5.6    | Auswahlfeld .....                                   | 55        |
| 3.5.7    | Schieberegler .....                                 | 55        |
| 3.5.8    | Listenansicht .....                                 | 56        |
| 3.5.9    | Vereinfachte Listenansicht .....                    | 56        |

|          |                                                       |           |
|----------|-------------------------------------------------------|-----------|
| 2.3.4    | Permissible Voltages at the Device Terminals .....    | 34        |
| 2.3.5    | Installing the Safety Cover .....                     | 34        |
| 2.4      | Operating Range .....                                 | 37        |
| 2.5      | Protections and Messages .....                        | 38        |
| 2.6      | Powering the Device On .....                          | 40        |
| <b>3</b> | <b>Basics of Local Operation .....</b>                | <b>41</b> |
| 3.1      | Control Elements .....                                | 41        |
| 3.1.1    | Touchscreen .....                                     | 41        |
| 3.1.2    | Key "Input" .....                                     | 41        |
| 3.1.3    | Rotary Encoder "Setting" .....                        | 41        |
| 3.1.4    | Load and Sense Terminals .....                        | 41        |
| 3.1.5    | Mains Switch .....                                    | 41        |
| 3.1.6    | USB Socket .....                                      | 42        |
| 3.1.7    | Buzzer .....                                          | 43        |
| 3.2      | Structure of the Touchscreen .....                    | 44        |
| 3.2.1    | Main Section .....                                    | 44        |
| 3.2.2    | Right Sidebar .....                                   | 47        |
| 3.2.3    | Status Bar .....                                      | 48        |
| 3.3      | Main Views .....                                      | 48        |
| 3.3.1    | Main View with Numeric Measurement Values .....       | 49        |
| 3.3.2    | Main View Yt Graph .....                              | 50        |
| 3.3.3    | Function-specific Main Views .....                    | 50        |
| 3.4      | Graphical Control Elements for Navigation .....       | 51        |
| 3.4.1    | Main Menu Icon .....                                  | 51        |
| 3.4.2    | Main Screen Icon .....                                | 51        |
| 3.4.3    | Main View Icon .....                                  | 51        |
| 3.4.4    | Virtual Keypad Icon .....                             | 51        |
| 3.4.5    | OK Icon .....                                         | 52        |
| 3.4.6    | Esc Icon .....                                        | 52        |
| 3.4.7    | Shortcut Icon .....                                   | 52        |
| 3.5      | Graphical Control Elements for Input and Output ..... | 53        |
| 3.5.1    | Measurement Widget .....                              | 53        |
| 3.5.2    | Graph Widget .....                                    | 53        |
| 3.5.3    | Edit Widget .....                                     | 53        |
| 3.5.4    | Button Widget .....                                   | 54        |
| 3.5.5    | Checkbox Widget .....                                 | 55        |
| 3.5.6    | Dropdown Widget .....                                 | 55        |
| 3.5.7    | Slider Widget .....                                   | 55        |
| 3.5.8    | Swipelist Widget .....                                | 56        |
| 3.5.9    | Simplified Swipelist Widget .....                     | 56        |

|          |                                                         |           |
|----------|---------------------------------------------------------|-----------|
| 3.5.10   | Fortschrittsbalken .....                                | 56        |
| 3.6      | Pop-up-Fenster .....                                    | 57        |
| 3.6.1    | Fehlerfenster .....                                     | 57        |
| 3.6.2    | Benachrichtigungsfenster .....                          | 57        |
| 3.6.3    | Benachrichtigungsfenster im Fernsteuerbetrieb .....     | 58        |
| 3.6.4    | Warnfenster .....                                       | 58        |
| 3.6.5    | Hilfefenster .....                                      | 59        |
| 3.6.6    | Bestätigungsfenster .....                               | 59        |
| 3.6.7    | Statusübersicht .....                                   | 60        |
| 3.7      | Menüstrukturplan .....                                  | 61        |
| 3.8      | Hilfe zu Dialog- und Menüfenster .....                  | 62        |
| <b>4</b> | <b>Funktionen .....</b>                                 | <b>63</b> |
| 4.1      | Grundbetriebsarten und Sollwerte .....                  | 64        |
| 4.1.1    | Strombetrieb .....                                      | 65        |
| 4.1.2    | Leistungsbetrieb .....                                  | 66        |
| 4.1.3    | Widerstandsbetrieb .....                                | 68        |
| 4.1.4    | Spannungsbetrieb .....                                  | 69        |
| 4.1.5    | Sollwerte für die Grundbetriebsarten .....              | 69        |
| 4.1.6    | Getriggerte Sollwerte für die Grundbetriebsarten .....  | 70        |
| 4.1.7    | Sollwertumschaltung .....                               | 71        |
| 4.2      | Kombinierte Betriebsarten .....                         | 72        |
| 4.3      | Schutzfunktionen .....                                  | 72        |
| 4.3.1    | Überstrombegrenzung .....                               | 72        |
| 4.3.2    | Unterspannungsschutz .....                              | 73        |
| 4.4      | Regelgeschwindigkeit .....                              | 74        |
| 4.5      | Lasteingang .....                                       | 75        |
| 4.5.1    | Sollwert für den Lasteingangszustand .....              | 75        |
| 4.5.2    | Getriggelter Sollwert für den Lasteingangszustand ..... | 75        |
| 4.6      | Rechteck-Funktion .....                                 | 76        |
| 4.7      | PWM-Funktion .....                                      | 77        |
| 4.8      | Listenfunktion .....                                    | 78        |
| 4.8.1    | Begriffsdefinitionen .....                              | 79        |
| 4.8.2    | Listensatz definieren .....                             | 81        |
| 4.8.3    | Liste ausführen .....                                   | 86        |
| 4.8.4    | Liste per Trigger ausführen .....                       | 87        |
| 4.8.5    | Messdatenerfassung durch die Listenfunktion .....       | 88        |
| 4.8.6    | Beispiel für eine Liste mit Messdatenerfassung .....    | 89        |
| 4.8.7    | Allgemeine Hinweise für die Listenfunktion .....        | 90        |
| 4.9      | Entladefunktion .....                                   | 90        |
| 4.10     | Innenwiderstandsmessung .....                           | 94        |

|          |                                                    |           |
|----------|----------------------------------------------------|-----------|
| 3.5.10   | Progress Bar .....                                 | 56        |
| 3.6      | Pop-Up Windows .....                               | 57        |
| 3.6.1    | Error Window .....                                 | 57        |
| 3.6.2    | Notification Window .....                          | 57        |
| 3.6.3    | Notification Window in Remote Operation .....      | 58        |
| 3.6.4    | Warning Window .....                               | 58        |
| 3.6.5    | Help Window .....                                  | 59        |
| 3.6.6    | Confirmation Window .....                          | 59        |
| 3.6.7    | Status Overview .....                              | 60        |
| 3.7      | Menu Structure .....                               | 61        |
| 3.8      | Help for Dialog and Menu Windows .....             | 62        |
| <b>4</b> | <b>Functions .....</b>                             | <b>63</b> |
| 4.1      | Basic Operating Modes and Settings .....           | 64        |
| 4.1.1    | Current Mode .....                                 | 65        |
| 4.1.2    | Power Mode .....                                   | 66        |
| 4.1.3    | Resistance Mode .....                              | 68        |
| 4.1.4    | Voltage Mode .....                                 | 69        |
| 4.1.5    | Settings for Basic Operating Modes .....           | 69        |
| 4.1.6    | Triggered Settings for Basic Operating Modes ..... | 70        |
| 4.1.7    | Setting Toggling .....                             | 71        |
| 4.2      | Combined Operating Modes .....                     | 72        |
| 4.3      | Protections .....                                  | 72        |
| 4.3.1    | Overcurrent Protection .....                       | 72        |
| 4.3.2    | Undervoltage Protection .....                      | 73        |
| 4.4      | Regulation Speed .....                             | 74        |
| 4.5      | Load Input .....                                   | 75        |
| 4.5.1    | Setting for Load Input State .....                 | 75        |
| 4.5.2    | Triggered Setting for Load Input State .....       | 75        |
| 4.6      | Rectangular Function .....                         | 76        |
| 4.7      | PWM Function .....                                 | 77        |
| 4.8      | List Function .....                                | 78        |
| 4.8.1    | Terminology .....                                  | 79        |
| 4.8.2    | List Set Definition .....                          | 81        |
| 4.8.3    | Listendatei importieren .....                      | 83        |
| 4.8.4    | Importing List File .....                          | 83        |
| 4.8.5    | List Execution .....                               | 86        |
| 4.8.6    | List Execution by Trigger .....                    | 87        |
| 4.8.7    | Data Acquisition by List Function .....            | 88        |
| 4.8.8    | List Example with Data Acquisition .....           | 89        |
| 4.8.9    | General Information for the List Function .....    | 90        |

|          |                                                   |            |
|----------|---------------------------------------------------|------------|
| 4.11     | Modulator .....                                   | 97         |
| 4.12     | MPP Tracking .....                                | 98         |
| 4.12.1   | Begriffsdefinitionen .....                        | 99         |
| 4.12.2   | MPPT-Funktion .....                               | 101        |
| 4.13     | Master-Slave-Betrieb im Systemverbund .....       | 102        |
| 4.13.1   | Funktion und Begriffe .....                       | 102        |
| 4.13.2   | Voraussetzungen für einen Systemverbund .....     | 103        |
| 4.13.3   | Einschränkungen im Master-Slave-Betrieb .....     | 103        |
| 4.13.4   | Systemverbund herstellen .....                    | 104        |
| 4.13.5   | Systemverbund auflösen .....                      | 107        |
| 4.13.6   | Steckerbelegung des K-MS-TRL-Kabels .....         | 107        |
| 4.13.7   | Buchsenbelegung des K-MS-CAN-Kabels .....         | 108        |
| 4.14     | Messdatenerfassung .....                          | 109        |
| 4.14.1   | Interne Messdatenerfassung .....                  | 109        |
| 4.14.2   | Daten-Logging auf USB-Stick .....                 | 110        |
| 4.15     | Daten aus dem internen Speicher lesen .....       | 110        |
| 4.16     | Ordnerstruktur auf USB-Stick .....                | 111        |
| 4.17     | Messdaten anzeigen .....                          | 112        |
| 4.18     | Triggersystem .....                               | 113        |
| 4.18.1   | Zustände im Trigger-Modell .....                  | 113        |
| 4.18.2   | Trigger-Verzögerungs- und Freihaltezeit .....     | 113        |
| 4.18.3   | Trigger-Quellen .....                             | 115        |
| 4.19     | Lüftersteuerung .....                             | 116        |
| 4.20     | Null-Volt-Funktion .....                          | 117        |
| 4.21     | Tastensperre .....                                | 119        |
| 4.22     | Watchdog .....                                    | 120        |
| 4.23     | Remote-Benachrichtigung .....                     | 121        |
| 4.23.1   | Piepser .....                                     | 121        |
| 4.23.2   | Benachrichtigungs-Fenster .....                   | 121        |
| 4.24     | Alarm konfigurieren .....                         | 122        |
| 4.25     | Geräteeinstellungen speichern und laden .....     | 123        |
| 4.25.1   | Interner Speicher .....                           | 123        |
| 4.25.2   | USB-Speicher .....                                | 125        |
| 4.26     | Geräteeinstellungen rücksetzen .....              | 129        |
| 4.27     | Werkseinstellungen setzen (Preset) .....          | 131        |
| 4.28     | Firmware- und Handbuch-Update .....               | 132        |
| 4.29     | Handbuch-Download .....                           | 133        |
| <b>5</b> | <b>Digitale Fernsteuerung .....</b>               | <b>134</b> |
| 5.1      | Standards .....                                   | 134        |
| 5.2      | Schnittstelle selektieren und deselektieren ..... | 134        |

|        |                                              |     |
|--------|----------------------------------------------|-----|
| 4.9    | Discharge Function .....                     | 90  |
| 4.10   | Internal Resistance Measurement .....        | 94  |
| 4.11   | Modulator .....                              | 97  |
| 4.12   | MPP Tracking .....                           | 98  |
| 4.12.1 | Terminology .....                            | 99  |
| 4.12.2 | MPPT Function .....                          | 101 |
| 4.13   | Master-Slave Mode in System Connection ..... | 102 |
| 4.13.1 | Function and Terminology .....               | 102 |
| 4.13.2 | Conditions for a System Connection .....     | 103 |
| 4.13.3 | Restrictions in Master-Slave Mode .....      | 103 |
| 4.13.4 | Establishing System Connection .....         | 104 |
| 4.13.5 | Terminate System Connection .....            | 107 |
| 4.13.6 | Pin Assignment of the K-MS-TRL Cable .....   | 107 |
| 4.13.7 | Pin Assignment of the K-MS-CAN Cable .....   | 108 |
| 4.14   | Measurement Data Acquisition .....           | 109 |
| 4.14.1 | Internal Data Acquisition .....              | 109 |
| 4.14.2 | Data Logging on USB Flash Drive .....        | 110 |
| 4.15   | Reading Data from Internal Memory .....      | 110 |
| 4.16   | Directory Structure on USB Flash Drive ..... | 111 |
| 4.17   | Displaying Measurement Data .....            | 112 |
| 4.18   | Trigger System .....                         | 113 |
| 4.18.1 | Trigger Model States .....                   | 113 |
| 4.18.2 | Trigger Delay and Holdoff .....              | 113 |
| 4.18.3 | Trigger sources .....                        | 115 |
| 4.19   | Fan Speed Control .....                      | 116 |
| 4.20   | Zero-Volt Function .....                     | 117 |
| 4.21   | Keylock Function .....                       | 119 |
| 4.22   | Watchdog .....                               | 120 |
| 4.23   | Remote Notification .....                    | 121 |
| 4.23.1 | Beep .....                                   | 121 |
| 4.23.2 | Notification Window .....                    | 121 |
| 4.24   | Configuring Alarm .....                      | 122 |
| 4.25   | Save and Recall Device Settings .....        | 123 |
| 4.25.1 | Internal Memory .....                        | 123 |
| 4.25.2 | USB Memory .....                             | 125 |
| 4.26   | Reset Device Settings .....                  | 129 |
| 4.27   | Factory Reset (Preset) .....                 | 131 |
| 4.28   | Firmware and User Manual Update .....        | 132 |
| 4.29   | User Manual Download .....                   | 133 |

|          |                                     |            |
|----------|-------------------------------------|------------|
| <b>5</b> | <b>Digital Remote Control .....</b> | <b>134</b> |
|----------|-------------------------------------|------------|

|        |                                                     |     |
|--------|-----------------------------------------------------|-----|
| 5.3    | CAN-Schnittstelle .....                             | 135 |
| 5.3.1  | CAN-Stecker .....                                   | 136 |
| 5.3.2  | Terminierung .....                                  | 136 |
| 5.3.3  | CAN-Kabel .....                                     | 137 |
| 5.3.4  | Übertragungsrate .....                              | 137 |
| 5.3.5  | CAN-Adresse .....                                   | 137 |
| 5.3.6  | CAN-Nachrichten .....                               | 138 |
| 5.4    | LAN-Schnittstelle .....                             | 139 |
| 5.4.1  | Ethernet .....                                      | 139 |
| 5.4.2  | Ethernet-Buchse .....                               | 139 |
| 5.4.3  | Ethernet-Kabel .....                                | 140 |
| 5.4.4  | Übertragungsrate .....                              | 140 |
| 5.4.5  | Identifikation .....                                | 140 |
| 5.4.6  | TCP/IP .....                                        | 141 |
| 5.4.7  | TCP-Socket .....                                    | 143 |
| 5.5    | RS-232-Schnittstelle .....                          | 143 |
| 5.5.1  | RS-232-Kabel .....                                  | 144 |
| 5.5.2  | RS-232-Schnittstellenparameter .....                | 144 |
| 5.5.3  | Datenformat bei RS-232-Kommunikation .....          | 145 |
| 5.6    | USB-Schnittstelle .....                             | 145 |
| 5.6.1  | USB-Kabel .....                                     | 145 |
| 5.6.2  | USB-Schnittstellenparameter .....                   | 145 |
| 5.6.3  | Datenformat bei USB-Kommunikation .....             | 146 |
| 5.7    | GPIO-Schnittstelle (Option TRL02) .....             | 146 |
| 5.7.1  | GPIO-Kabel .....                                    | 147 |
| 5.7.2  | GPIO-Adresse .....                                  | 147 |
| 5.7.3  | Datenformat bei GPIO-Kommunikation .....            | 147 |
| 5.8    | SCPI-Befehlssyntax .....                            | 148 |
| 5.8.1  | Aufbau des Headers .....                            | 148 |
| 5.8.2  | Einrückungen .....                                  | 149 |
| 5.8.3  | Auswahl .....                                       | 149 |
| 5.8.4  | White Space .....                                   | 149 |
| 5.8.5  | Lang- und Kurzform, Groß- und Kleinschreibung ..... | 150 |
| 5.8.6  | Optionale Schlüsselwörter .....                     | 150 |
| 5.8.7  | Parameter .....                                     | 151 |
| 5.8.8  | Zahlenwerte .....                                   | 151 |
| 5.8.9  | Einheiten und Multiplizierer .....                  | 152 |
| 5.8.10 | Zahlen- und Extremwerte <NRf> MIN MAX .....         | 153 |
| 5.8.11 | Boolesche Parameter <boolean> .....                 | 153 |
| 5.8.12 | Textparameter .....                                 | 154 |
| 5.8.13 | Benutzung des Semikolons .....                      | 154 |

|        |                                                 |     |
|--------|-------------------------------------------------|-----|
| 5.1    | Standards .....                                 | 134 |
| 5.2    | Selecting and Deselecting an Interface .....    | 134 |
| 5.3    | CAN Interface .....                             | 135 |
| 5.3.1  | CAN Connector .....                             | 136 |
| 5.3.2  | Termination .....                               | 136 |
| 5.3.3  | CAN Cable .....                                 | 137 |
| 5.3.4  | Transmission Rate .....                         | 137 |
| 5.3.5  | CAN Address .....                               | 137 |
| 5.3.6  | CAN Messages .....                              | 138 |
| 5.4    | LAN Interface .....                             | 139 |
| 5.4.1  | Ethernet .....                                  | 139 |
| 5.4.2  | Ethernet Connector .....                        | 139 |
| 5.4.3  | Ethernet Cable .....                            | 140 |
| 5.4.4  | Transmission Rate .....                         | 140 |
| 5.4.5  | Identification .....                            | 140 |
| 5.4.6  | TCP/IP .....                                    | 141 |
| 5.4.7  | TCP Socket .....                                | 143 |
| 5.5    | RS-232 Interface .....                          | 143 |
| 5.5.1  | RS-232 Cable .....                              | 144 |
| 5.5.2  | RS-232 Interface Parameters .....               | 144 |
| 5.5.3  | Data Format at RS-232 Communication .....       | 145 |
| 5.6    | USB Interface .....                             | 145 |
| 5.6.1  | USB Cable .....                                 | 145 |
| 5.6.2  | USB Interface Parameters .....                  | 145 |
| 5.6.3  | Data Format at USB Communication .....          | 146 |
| 5.7    | GPIO Interface (Option TRL02) .....             | 146 |
| 5.7.1  | GPIO Cable .....                                | 147 |
| 5.7.2  | GPIO Address .....                              | 147 |
| 5.7.3  | Data Format at GPIO Communication .....         | 147 |
| 5.8    | SCPI Command Syntax .....                       | 148 |
| 5.8.1  | Header Construction .....                       | 148 |
| 5.8.2  | Indentations .....                              | 149 |
| 5.8.3  | Selection .....                                 | 149 |
| 5.8.4  | White Space .....                               | 149 |
| 5.8.5  | Long and Short Form, Upper and Lower Case ..... | 150 |
| 5.8.6  | Optional Keywords .....                         | 150 |
| 5.8.7  | Parameters .....                                | 151 |
| 5.8.8  | Numeric Values .....                            | 151 |
| 5.8.9  | Units and Multipliers .....                     | 152 |
| 5.8.10 | Numeric and Extreme Values <NRf> MIN MAX .....  | 153 |
| 5.8.11 | Boolean Parameters <boolean> .....              | 153 |

|         |                                                          |     |
|---------|----------------------------------------------------------|-----|
| 5.8.14  | Abfragebefehle (Queries) .....                           | 155 |
| 5.9     | Beschreibung der Common Commands .....                   | 156 |
| 5.9.1   | *CLS.....                                                | 156 |
| 5.9.2   | *ESE <NRf>, *ESE?.....                                   | 156 |
| 5.9.3   | *ESR? .....                                              | 157 |
| 5.9.4   | *IDN? .....                                              | 157 |
| 5.9.5   | *OPC, *OPC?.....                                         | 157 |
| 5.9.6   | *OPT?.....                                               | 157 |
| 5.9.7   | *RCL <NRf> .....                                         | 158 |
| 5.9.8   | *RST.....                                                | 158 |
| 5.9.9   | *SAV <NRf> .....                                         | 160 |
| 5.9.10  | *SRE <NRf>, *SRE? .....                                  | 161 |
| 5.9.11  | *STB?.....                                               | 161 |
| 5.9.12  | *TRG .....                                               | 161 |
| 5.9.13  | *TST?.....                                               | 161 |
| 5.9.14  | *WAI.....                                                | 161 |
| 5.10    | Beschreibung gerätespezifische Befehle .....             | 162 |
| 5.10.1  | ACQuisition-Subsystem .....                              | 163 |
| 5.10.2  | CURRent-Subsystem .....                                  | 164 |
| 5.10.3  | DATA-Subsystem.....                                      | 166 |
| 5.10.4  | DISPlay Subsystem.....                                   | 167 |
| 5.10.5  | FORMat-Subsystem.....                                    | 168 |
| 5.10.6  | FUNCTion-Subsystem.....                                  | 169 |
| 5.10.7  | INPut-Subsystem.....                                     | 181 |
| 5.10.8  | LIST-Subsystem.....                                      | 183 |
| 5.10.9  | MEASure-Subsystem .....                                  | 191 |
| 5.10.10 | PORT-Subsystem.....                                      | 193 |
| 5.10.11 | POWer-Subsystem .....                                    | 194 |
| 5.10.12 | Rectangle-Subsystem.....                                 | 195 |
| 5.10.13 | RESistance-Subsystem .....                               | 198 |
| 5.10.14 | SERVice-Subsystem .....                                  | 199 |
| 5.10.15 | SETTing-Subsystem .....                                  | 203 |
| 5.10.16 | STATus-Subsystem .....                                   | 204 |
| 5.10.17 | SYSTem-Subsystem.....                                    | 212 |
| 5.10.18 | TRIGger-Subsystem.....                                   | 227 |
| 5.10.19 | VOLTage-Subsystem .....                                  | 231 |
| 5.11    | Befehlsübersicht für die Common Commands.....            | 234 |
| 5.12    | Befehlsübersicht für die gerätespezifischen Befehle..... | 235 |
| 6       | Externe Steuerung über I/O-Port.....                     | 248 |
| 6.1     | Isolierter I/O-Port (Option TRL06) .....                 | 248 |

|         |                                             |     |
|---------|---------------------------------------------|-----|
| 5.8.12  | Textparameter.....                          | 154 |
| 5.8.13  | The Semicolon.....                          | 154 |
| 5.8.14  | Queries.....                                | 155 |
| 5.9     | Common Commands Description .....           | 156 |
| 5.9.1   | *CLS.....                                   | 156 |
| 5.9.2   | *ESE <NRf>, *ESE? .....                     | 156 |
| 5.9.3   | *ESR? .....                                 | 157 |
| 5.9.4   | *IDN? .....                                 | 157 |
| 5.9.5   | *OPC, OPC?.....                             | 157 |
| 5.9.6   | *OPT? .....                                 | 157 |
| 5.9.7   | *RCL <NRf> .....                            | 158 |
| 5.9.8   | *RST .....                                  | 158 |
| 5.9.9   | *SAV <NRf> .....                            | 160 |
| 5.9.10  | *SRE <NRf>, *SRE? .....                     | 161 |
| 5.9.11  | *STB? .....                                 | 161 |
| 5.9.12  | *TRG .....                                  | 161 |
| 5.9.13  | *TST?.....                                  | 161 |
| 5.9.14  | *WAI.....                                   | 161 |
| 5.10    | Device-Dependent Commands Description ..... | 162 |
| 5.10.1  | ACQuisition Subsystem .....                 | 163 |
| 5.10.2  | CURRent Subsystem .....                     | 164 |
| 5.10.3  | DATA Subsystem .....                        | 166 |
| 5.10.4  | DISPlay Subsystem.....                      | 167 |
| 5.10.5  | FORMat Subsystem .....                      | 168 |
| 5.10.6  | FUNCTion Subsystem .....                    | 169 |
| 5.10.7  | INPut Subsystem .....                       | 181 |
| 5.10.8  | LIST Subsystem .....                        | 183 |
| 5.10.9  | MEASure Subsystem.....                      | 191 |
| 5.10.10 | PORT Subsystem .....                        | 193 |
| 5.10.11 | POWer Subsystem .....                       | 194 |
| 5.10.12 | Rectangle Subsystem .....                   | 195 |
| 5.10.13 | RESistance Subsystem .....                  | 198 |
| 5.10.14 | SERVice Subsystem .....                     | 199 |
| 5.10.15 | SETTing Subsystem.....                      | 203 |
| 5.10.16 | STATus Subsystem.....                       | 204 |
| 5.10.17 | SYSTem Subsystem .....                      | 212 |
| 5.10.18 | TRIGger Subsystem .....                     | 227 |
| 5.10.19 | VOLTage Subsystem .....                     | 231 |
| 5.11    | Common Commands Overview.....               | 234 |
| 5.12    | Device-Dependent Commands Overview .....    | 235 |

|       |                                                     |     |
|-------|-----------------------------------------------------|-----|
| 6.2   | Steckerbelegung I/O-Port.....                       | 248 |
| 6.3   | Aktivierung der Steuersignale .....                 | 250 |
| 6.4   | Logikpegel und Remote Shut-Down-Funktion .....      | 253 |
| 6.5   | Logik-Ein- und Ausgänge .....                       | 254 |
| 6.5.1 | Steuereingänge.....                                 | 254 |
| 6.5.2 | Statusausgänge.....                                 | 256 |
| 6.6   | Analoge Ein- und Ausgänge.....                      | 257 |
| 6.6.1 | Analoge Eingänge .....                              | 257 |
| 6.6.2 | Analoge Ausgänge .....                              | 258 |
| 7     | Optionen .....                                      | 260 |
| 7.1   | GPIO-Datenschnittstelle (Option TRL02) .....        | 260 |
| 7.2   | Isolierter I/O-Port (Option TRL06).....             | 260 |
| 7.3   | 19" Einbausätze (Optionen TRL10, TRL11) .....       | 260 |
| 7.3.1 | Einbausatz für 1 Gerät (TRL10) .....                | 261 |
| 7.3.2 | Einbausatz für 2 Geräte (TRL11).....                | 262 |
| 7.3.3 | Einbausatz montieren.....                           | 263 |
| 8     | Problembehandlung .....                             | 265 |
| 8.1   | Regelschwingungen .....                             | 265 |
| 8.2   | Elektromagnetische Einkopplungen .....              | 266 |
| 8.3   | Verzerrter Stromanstieg im dynamischen Betrieb..... | 266 |
| 8.4   | Verzerrte Monitorsignale .....                      | 267 |
| 8.5   | Auswirkungen der Eingangskapazität .....            | 268 |
| 9     | Anhang.....                                         | 269 |
| 9.1   | Fehlercodes.....                                    | 269 |
| 9.1.1 | Command Errors .....                                | 269 |
| 9.1.2 | Execution Errors .....                              | 270 |
| 9.1.3 | Device-specific Errors .....                        | 271 |
| 9.1.4 | Query Errors .....                                  | 272 |
| 9.1.5 | Nicht standardisierte Error Codes.....              | 272 |
| 9.2   | Geräteparameter .....                               | 272 |
| 9.3   | Informationen zu Sonderausführungen .....           | 274 |
| 9.4   | Mitgeliefertes Zubehör .....                        | 274 |
| 9.5   | Technische Daten .....                              | 274 |
| 9.6   | Konformitätserklärung.....                          | 274 |
| 10    | Stichwortverzeichnis.....                           | 275 |

|       |                                                  |     |
|-------|--------------------------------------------------|-----|
| 6     | External Control via I/O Port .....              | 248 |
| 6.1   | Isolated I/O Port (Option TRL06) .....           | 248 |
| 6.2   | Pin Assignment I/O Port .....                    | 248 |
| 6.3   | Activation of the Control Signals.....           | 250 |
| 6.4   | Logic Levels and Remote Shut-Down Function ..... | 253 |
| 6.5   | Logic Inputs and Outputs.....                    | 254 |
| 6.5.1 | Control Inputs.....                              | 254 |
| 6.5.2 | Status Outputs .....                             | 256 |
| 6.6   | Analog Inputs and Outputs.....                   | 257 |
| 6.6.1 | Analog Inputs.....                               | 257 |
| 6.6.2 | Analog Outputs .....                             | 258 |
| 7     | Options .....                                    | 260 |
| 7.1   | GPIO Data Interface (Option TRL02) .....         | 260 |
| 7.2   | Isolated I/O Port (Option TRL06) .....           | 260 |
| 7.3   | 19" Mounting Kits (Options TRL10, TRL11) .....   | 260 |
| 7.3.1 | Mounting Kit for 1 Device (TRL10) .....          | 261 |
| 7.3.2 | Mounting Kit for 2 Devices (TRL11).....          | 262 |
| 7.3.3 | Assembling Mounting Kit .....                    | 263 |
| 8     | Troubleshooting .....                            | 265 |
| 8.1   | Oscillations.....                                | 265 |
| 8.2   | Electromagnetic Coupling .....                   | 266 |
| 8.3   | Distorted Slew Rate in Dynamic Operation .....   | 266 |
| 8.4   | Distorted Monitor Signals.....                   | 267 |
| 8.5   | Effects of the Input Capacity.....               | 268 |
| 9     | Appendix .....                                   | 269 |
| 9.1   | Error Codes .....                                | 269 |
| 9.1.1 | Command Errors.....                              | 269 |
| 9.1.2 | Execution Errors.....                            | 270 |
| 9.1.3 | Device-specific Errors .....                     | 271 |
| 9.1.4 | Query Errors .....                               | 272 |
| 9.1.5 | Non-standardized Error Codes.....                | 272 |
| 9.2   | Device Parameters .....                          | 272 |
| 9.3   | Information for Special Models .....             | 274 |
| 9.4   | Supplied Accessories.....                        | 274 |
| 9.5   | Technical Data.....                              | 274 |
| 9.6   | Declaration of Conformity .....                  | 274 |



|    |             |     |
|----|-------------|-----|
| 10 | Index ..... | 275 |
|----|-------------|-----|

## 1 Einführung und Sicherheit

### 1.1 Über diese Bedienungsanleitung

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



Bevor Sie die elektronische Last in Betrieb nehmen, 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 der zugehörigen elektronischen Last verfügbar sein. Wird der Ort der elektronischen Last 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. Aktuelle Versionen werden auf der Homepage [www.hoecherl-hackl.de](http://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](mailto: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 Sachschäden zu vermeiden.

## 1 Introduction and Safety

### 1.1 About This Manual

This user manual describes the functions and operating of series TRL electronic loads from Höcherl & Hackl GmbH (also called H&H in the following). This manual includes the description of the hardware as well as the description of the firmware functions.



Before operating the electronic load you must have carefully read and understood this manual. Follow the instructions in this manual when operating the electronic load.

This user manual must be present near the electronic load at any time. When moving the electronic load the user manual must be moved with it or, respectively, it must be available electronically readable.

H&H reserves the right to make changes or updates in user manuals at any time. The latest revisions are provided on the homepage [www.hoecherl-hackl.com](http://www.hoecherl-hackl.com). The user manuals provided at the homepage are only valid for devices with up-to-date hardware and firmware release. If you need a user manual for a used device ask the H&H support [support@hoecherl-hackl.com](mailto:support@hoecherl-hackl.com) to get a manual corresponding to your device (provide serial number).

### 1.2 Description of the Symbols



This symbol indicates information in the operating manual that the user must follow to avoid injury to persons or damage to property.



Dieses Symbol weist auf ein Verbot hin.



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

### 1.3 Begriffsdefinition und bestimmungsgemäßer Gebrauch

Die elektronische Last der Serie TRL ist ein Gerät, das als Ersatz für einen konventionellen (ohmschen) Lastwiderstand eingesetzt wird. Die von der elektronischen Last aufgenommene elektrische Energie wird größtenteils ins lokale Stromversorgungsnetz zurückgespeist. Für die Kühlung der Elektronik und Abführung der Abwärme sorgen Lüfter.

Die elektronische Last der Serie TRL ist für Gleichstrom konzipiert und darf mit den Lasteingängen NICHT an Wechselspannungen oder an das Wechselstromnetz angeschlossen werden.

Bei einer elektronischen Last der Serie TRL 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.



Der Betrieb im Sinne einer Energieerzeugung am öffentlichen Stromnetz ist mit diesen Rückspeiselasen NICHT vorgesehen (siehe 1.12 Netzanschluss).

Die elektronische Last ist NICHT geeignet, um durch die abgegebene warme Luft Gegenstände, Tiere oder menschliches Haar zu trocknen. Halten Sie die Lüftungsschlitze frei.

Die elektronische Last darf nicht als Schemel benutzt werden. Steigen Sie nicht auf das Gerät und verwenden Sie es nicht als Unterlage für andere Teile.

### 1.4 Schutzausrüstung

#### Sicherheitsschuhe

Beim Auspacken, Tragen und Verlagern

#### Handschuhe

Beim Auspacken, Tragen und Verlagern



This symbol refers to a prohibition.



This symbol refers to a note which is useful for operating the device.

### 1.3 Terminology and Intended Use

The electronic load of TRL series is a device used as a substitute for a conventional ohmic resistor. The consumed electrical energy is mostly fed back to the local mains supply. Fans cool the electronic parts and transport the thermal energy.

The electronic load of TRL series is designed for DC applications only and must NOT be connected to AC voltages or to the mains lines at the DC input terminals.

According to DIN EN 55011, an electronic load of TRL series is a class A device. This equipment is not intended to be used in domestic areas and cannot provide adequate protection for radio reception in such environments.



The operation in the sense of a power generation into the public electricity grid is NOT provided with these energy recycling loads (see also 1.12 Mains Connection).

The electronic load is NOT intended for drying objects, animals or human hair by the warm air exhaust. Do not cover the ventilation slots. The electronic load must not be used as a footstool. Do not step on it and do not use it as a base for other parts.

### 1.4 Safety Equipment

#### Safety shoes

When unpacking, carrying and relocating

#### Gloves

When unpacking, carrying and relocating

**Haarnetz**

Für langhaarige Bediener in der Nähe der Lüftungsschlitze

**1.5 Allgemeine Hinweise****1.5.1 Beim Auspacken****Zubehör**

Das zu Ihrer elektronischen Last gehörende Zubehör wie Netzkabel, Schrauben etc. ist in der separaten Datei TechDat\_TRL\_gn.PDF (*gn* = Gerätenummer, s. 1.5.2 Identifikation des Produkts) auf einem mitgelieferten USB-Stick aufgeführt. Es ist abhängig vom Gerätetyp 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, teilen Sie das unverzüglich dem Spediteur mit, vermerken das auf dem Frachtbrief und lassen den Spediteur gegenzeichnen. Eine Reklamation, die später als drei Tage nach dem Empfang der Sendung gemacht wird, erkennt der Spediteur meist nicht mehr an. Informieren Sie auch unverzüglich den Lieferanten der elektronischen Last.

**1.5.2 Identifikation des Produkts**

Sie identifizieren die elektronische Last anhand der Seriennummer auf dem Typenschild am Geräteboden.

**Hairnet**

For long-haired users near the ventilation slots

**1.5 General Information****1.5.1 Unpacking****Accessories**

Accessories coming with your electronic load such as mains cable, screws etc. are listed in the separate file TechDat\_TRL\_gn.PDF (*gn* = device number, see 1.5.2 Product Identification) on the supplied USB flash drive. It depends on the type of electronic load and on installed options. When unpacking, check if the packing actually contains all listed accessory parts and inform your supplier if necessary.

**Mechanical Check-up**

Check the electronic load for mechanical damages and loose parts inside the case immediately after unpacking.



If you recognize any mechanical damages you must NOT put the electronic load into operation!

If there is damage because of transportation inform the carrier immediately about this fact and write it down on the consignment note. The carrier should countersign the note. Any complaints later than three days after receiving the goods generally aren't accepted by the carrier. Inform also the supplier of the electronic load immediately.

**1.5.2 Product Identification**

You can identify the electronic load by the serial number printed on the identification label at the bottom of the device.

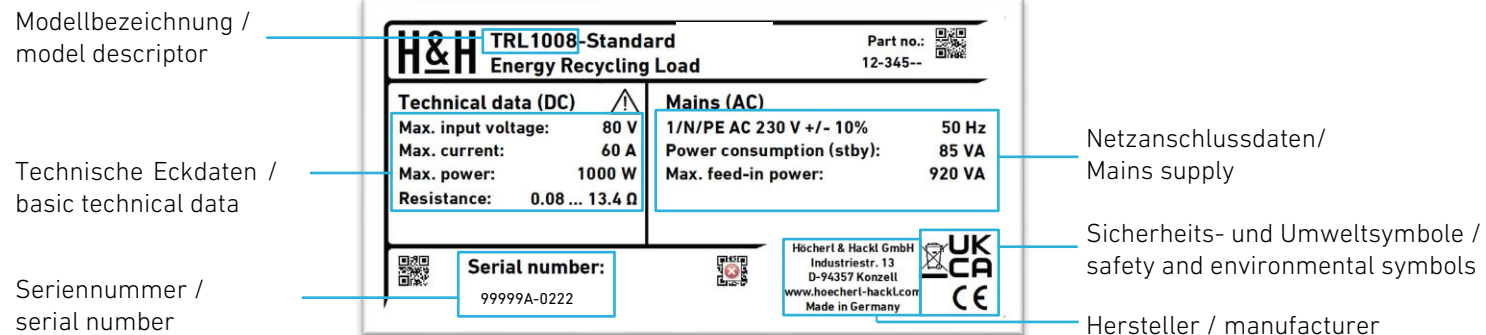


Abbildung 1.1: TRL Typenschild  
Figure 1.1: TRL identification label

Seriennummer:

99999 A-0222

Gerätenummer      Baureihe      Date Code

Sie finden die Seriennummer außerdem bei eingeschaltetem Gerät im Dialog *Main Menu -> Tech. Data*

### 1.5.3 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. Nur kostenfreie Rücksendungen werden angenommen.

## 1.6 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 Bedienungs-

Serial number:

99999 A-0222

device number      production series      date code

When the device is powered on, you will find the serial number also in the dialog *Main Menu -> Tech. Data*

### 1.5.3 Packing



H&H recommends to store the original packing and to reuse it when forwarding or returning a device.

You shall recycle materials labelled with the symbol shown on the left. Dispose the packing to the corresponding recycling container according to the national regulations.

You can return the packing to the manufacturer. Deliveries are only accepted free of costs.

## 1.6 Requirements to the User

Each person using an electronic load is obligated to the legal job safety regulations and must apply the safety and warning notices in the user manual as well as the safety and accident prevention regulations valid for the given environment.

Anleitung 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.

## 1.7 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

Persons using the electronic load

- must be skilled workers who are familiar with the risks during measuring electric magnitudes and have the corresponding qualification;
- may not be influenced in their reaction capability, e.g. by drugs, alcohol or medicines;
- must be informed about the relevant job safety requirements
- must be informed about the responsibilities for maintenance and cleaning of the device;
- must have read and understood the General Safety Instructions and the user manual before operating the device;
- must use the mandatory safety equipment.



Improper use can cause injury or damage. Any activities should be performed only by persons who have the required training, knowledge and experience.

Skilled personnel are workers who are due to their professional training, knowledge and experience as well as knowledge of relevant regulations able to properly perform the assigned work, to recognize potential hazards and avoid injury or damage.

Each person operating an electronic load must check that the device is in a technically faultless state.

## 1.7 Operator's Responsibilities

An operator is any natural or legal person who uses the device or making the application available. He is responsible for the safety of the user, staff or third parties.

The device is used in the commercial sector. Therefore, the operator of the device is subject to legal industrial safety obligations. In addition to the warning and safety instructions in this manual the safety and

Sicherheits-, Unfallverhütungs- und Umweltschutzvorschriften eingehalten werden.

Insbesondere muss der Betreiber

- sich über die anzuwendenden 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.

Der Betreiber muss das Personal in regelmäßigen Abständen im Umgang mit dem Gerät schulen und über die möglichen Gefahren informieren. Weiterhin ist der Betreiber dafür verantwortlich, dass die elektronische Last stets in einem technisch einwandfreien Zustand ist.

accident prevention regulations as well as environmental protection rules must be respected.

Particularly, the operator must

- inform itself of the applicable health and safety regulations;
- determine other hazards that may arise from the special working conditions at the site of operation in a risk assessment and minimize the hazards;
- implement the necessary rules of conduct for using the electronic load on site in operating instructions;
- check regularly throughout the period of use whether the provided user instructions correspond to the current status of the regulations;
- adjust the operating instructions, if necessary, to new regulations, standards and operating conditions;
- regulate clearly and unambiguously the responsibilities for installation, operation, maintenance and cleaning of the electronic load;
- ensure that all employees who are working with the electronic loads have read and understood the user manual and the General Safety Instructions;
- provide the required and recommended safety equipment to the employees who are working with the electronic loads;

The operator must train the employees working with the electronic loads at regular intervals how to use the devices and which possible dangers may appear. Furthermore, the operator must ensure that the device is technically proper functioning at any time.

## 1.8 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! Siehe auch 1.12 Netzanschluss.

Keine Gegenstände in die Lüftungsschlitze einführen!

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

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 Schrankeinsatz 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 die I/O-Port-Karte installieren bzw. deinstallieren oder das Gehäuse öffnen wollen, trennen Sie das Gerät zuerst von allen Spannungsquellen!

Wenn die I/O-Port-Karte entfernt wird, muss die Rückwand mit einer entsprechenden Blindplatte verschlossen werden, bevor die Last wieder mit einer Spannungsquelle verbunden wird.

## 1.8 General Safety Instructions



Use the electronic load only under supervision!

If the electronic load does not work properly anymore immediately abort operating the device. Do not try to repair the device on your own. Immediately contact the manufacturer.

All case and chassis parts are connected to the protective earth corresponding to Protection Class 1. For the operating of the devices all protective contact systems have to be correctly established.

DO NOT remove the protective earth connection of the power cable or inside the device! See also 1.12 Mains Connection.

Do not insert any objects into the ventilation slots!

If you assume that a safe operating is not possible, you must disconnect the device and secure it against unintentional operation.

This may occur if:

- the device shows visible damages;
- there are loose parts inside the device;
- smoke is recognized;
- the device has been overheated;
- liquids have gone into the device;
- the device does not work

If you unscrew the device feet, e.g. because a cabinet installation is to be carried out, keep the feet together with the screws and only use the original feet and screws if you want to screw them on again at a later time.

Do not screw the screws into the bottom panel without the corresponding foot!

Before installing or deinstalling the I/O port card or opening the cover remove the mains supply and all other voltage sources!

If the I/O port card is removed, the rear panel must be covered with an appropriate dummy plate before the load is reconnected to any voltage source.



Prüfungen 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 2.3.1.

#### Sicherheitshinweise zum Anschluss des Prüflings:

Siehe 2.3.1 Sicherheitshinweise zum Anschluss des Prüflings

## 1.9 Mögliche Gefährdungen

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

### 1.9.1 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 Herzkammer-flimmern, Herzstillstand, Atemlähmung, neurologische Verletzungen, indirekt verursachte Unfälle wie Stürze.

- Bei berührungsgefährlichen Potentialen H&H-Sicherheitsabdeckung am Lasteingang anbringen!
- Querschnitt der Lastanschlussleitungen ausreichend dimensionieren!

### 1.9.2 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

Checks or repairs with open case or calibration must be carried out by qualified personnel acquainted with the safety regulations.

The safety of a system in which the device is integrated is the responsibility of the system designer.

Also follow the safety instructions when connecting the device under test in chapter 2.3.1.

#### Safety Instructions When Connecting the DUT:

See 2.3.1 Safety Instructions When Connecting the Device Under Test

## 1.9 Possible Hazards

When using this product hazards for persons and property can occur.

### 1.9.1 Electric Shock



Warning of electric shock caused by dangerous potentials, wrong connection cables, or insufficiently covered input terminals!

Electric shock can lead to serious injury resulting in death: Burns, muscle irritation such as muscle cramps, muscle paralysis, cardiac arrhythmias such as ventricular fibrillation, cardiac arrest, respiratory paralysis, neurological injuries, indirectly caused accidents such as falls.

- Install H&H safety cover at the load input if dangerous voltages appear!
- Adequately dimension the cross-section of the load lines!

### 1.9.2 Burns



Warning of burn caused by thermal energy, bad connection cables or bad connection, or reverse polarity, or overvoltage!

Electronic loads produce thermal energy fed out through the rear panel. Touchable parts in the hot airflow can heat up and cause burn when being touched. Readily combustible solids and liquids which are in the hot air outlet can ignite.

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 Überspannung. Überspannung erzeugt einen Kurzschluss und damit unkontrollierten Stromfluss!

- 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!

Brände an einer elektronischen Last sind mit einem CO<sub>2</sub>-Feuerlöscher zu löschen.

### 1.9.3 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 1.11.4 Tragen und Verlagern befolgen!
- Sicherheitsschuhe und Handschuhe tragen!
- Nicht mit den Händen zwischen Geräteboden und Abstellfläche greifen!
- Ggf. Haarnetz tragen!

Risk of burn is also given when the device under test is connected with unsuitable cables or when the used cable lugs or plugs are not sufficiently tightened. So the terminals can heat up and cause burns when touched. Cables held in hands can cause burns. Untightened terminals can cause electric arcs which can ignite materials in near environment.

Risk of burn is also given when the device under test is connected at overvoltage. Overvoltage causes short-circuit and therefore uncontrolled current flow!

- Do not put any touchable parts or readily combustible materials in the hot airflow!
- Sufficiently dimension the cross-section of the load lines!
- Fix cable lugs and plugs tightly!
- Take care that the device under test is connected in right polarity!
- NEVER exceed the maximum input voltage!
- Connect an external fuse in the load circuit!

Extinguish fire at an electronic load with a CO<sub>2</sub> extinguisher.

### 1.9.3 Injury by Mechanical Effects



Warning of injury by drop, clamp, trapping of hair!

The electronic load can drop or fall and cause injuries such as bruising, bone fractures, skin-abrasion.

When carrying or relocating the device fingers can clamp between device bottom and installation surface.

Long hair may be sucked in by the rotating fans.

- Follow the notes in 1.11.4 Moving and Relocating when unpacking, transporting, carrying and moving the device!
- Wear safety shoes and gloves!
- Do not put hands between device bottom and installation surface!
- Wear a hairnet if you have long hair!

### 1.9.4 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 eingeschalteten elektronischen Lasten aufhalten!

### 1.10 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 I     | Angabe nach EN 61010:2004 entspricht 0 nach aktueller Norm                                                                 |
| CAT II    | Messungen an Stromkreisen, die elektrisch direkt mit dem Niederspannungsnetz verbunden sind:                               |

### 1.9.4 Effects on Electro-Medical Devices



Warning of injury by effects on electro-medical devices!

Electronic loads can work at very high currents. High currents generate strong magnetic fields, which can have effects on electro-medical devices like pacemakers.

- Persons with electro-medical devices must not be near operating electronic loads.

### 1.10 Measuring Category



The measuring categories refer to the transients on the mains supply. Transients are short and very fast voltage and current changes which appear periodically or non-periodically. The shorter the distance to the source of the low-voltage installation the higher possible transients can be.

The following applies for electronic DC loads: the electronic DC load is meant for operating the load inputs at circuits which are not or not directly wired to the mains.

At electronic DC Loads no transient overvoltages may occur. Direct operation (without galvanic insulation) of devices under test (DUTs) with measurement category II, III, or IV is not allowed!

The current circuits of a test object are not connected directly to the mains if the test object is operated via an insulating transformer with protection class 2.

**Measurement Categories referring to IEC 61010-2-30:**

| Category | Definition                                                                                                              |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0        | Measurements at current circuits not directly connected to the mains:<br><i>e.g. airborne supply systems, batteries</i> |
| CAT I    | Definition according to EN 61010:2004<br>Corresponds to 0 according to current standard                                 |

|         |                                                                                                                                         |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         | <i>z. B. Haushaltsgeräte, tragbare Werkzeuge</i>                                                                                        |
| CAT III | Messungen in der Gebäudeinstallation:<br><i>z. B. Verteiler, Leistungsschalter, Steckdosen der festen Installation</i>                  |
| CAT IV  | Messungen an der Quelle der Niederspannungsinstallation:<br><i>z. B. Zähler, Rundsteuergeräte, primäre Überstromschutzeinrichtungen</i> |

## 1.11 Betriebsbedingungen und Aufstellen des Gerätes

### 1.11.1 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 gegebenenfalls mit gesonderten Maßnahmen für die Einhaltung der Umgebungsbedingungen laut Arbeitsstättenverordnung.

### 1.11.2 Betriebsbedingungen

Die Betriebsbedingungen sind in den technischen Daten TechDat\_TRL\_gn.PDF (*gn* = Gerätenummer, s. 1.5.2 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!

Die Geräte sind zum Gebrauch in sauberen, trockenen Räumen bestimmt. Sie dürfen nicht bei besonders großem Staubgehalt der

|         |                                                                                                                                                      |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CAT II  | Measurements at current circuits electrically directly connected to the low-voltage mains supply:<br><i>e.g. household appliance, portable tools</i> |
| CAT III | Measurements in the building installation:<br><i>e.g. junction box, power switches, mains sockets</i>                                                |
| CAT IV  | Measurements at the source of the low-voltage installation:<br><i>e.g. counters, primary overcurrent protection equipment</i>                        |

## 1.11 Operating Conditions and Installation of the Device

### 1.11.1 Environment and Emissions

The electronic load's noise emission depends on its construction, power, and operating mode. Considering the other noise emissions existing at the workplace, the operator has to choose a suitable location for the device corresponding to the requirements of the Workplace Ordinance.

Electronic loads produce heat and heat up the environment. Ensure to maintain the required environmental conditions corresponding to the requirements of the Workplace Ordinance by special measures.

### 1.11.2 Operating Conditions

The operating conditions are listed in the technical data TechDat\_TRL\_gn.PDF (*gn* = device number, see 1.5.2 Product Identification) on the supplied USB flash drive.



Warning of voltage flashovers due to condensation!  
If the device is operated despite condensation, malfunctions or total destruction of the device may occur.

- When stored below the minimum operating temperature, the device must first be brought to the minimum operating temperature before it is powered on!
- No condensation may occur!

The operating of all devices has to take place in clean, dry rooms. They shall not be brought into operation in rooms that are contaminated with

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 Netzschalter leicht zu erreichen ist.

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 Leistungsderating (siehe technische Daten).

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



### 1.11.3 Am Gerät verwendete Symbole



Gleichstrom



Wechselstrom



Gleich- oder Wechselstrom



Erdungs-Anschluss



Schutzleiteranschluss



Warnung vor einer Gefahrenstelle; Bedienungsanleitung lesen!



Warnung vor gefährlicher elektrischer Spannung

dust or humidity, under the danger of explosion or aggressive chemical influence. You may use the device only in upright alignment. Ensure that the mains switch is easily reachable when positioning the device.

For rack-mounted devices take care for good air circulation.

Never bring the device into operation when the rear door of the rack is closed! Never operate the device unattended!

Closed rear doors with ventilation slots will reduce the load's power consumption.

At higher environment temperatures take the power derating into account (see technical data).

If the device is used in a manner not specified by the manufacturer, the protection supported by the device may be weakened.



### 1.11.3 Symbols on the Device



DC current



AC current



DC or AC current



Grounding terminal



Protective earth terminal



Warning about a dangerous place; read user manual!



Warning about dangerous electrical voltage



Warnung vor heißer Oberfläche

#### 1.11.4 Tragen und Verlagern

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

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

### 1.12 Netzanschluss und Energierückspeisung



Bei den Geräten der Serie TRL handelt es sich um mobile netzrückspeisende elektronische Lasten, die mit einem herkömmlichen Netzkabel mit Kaltgerätestecker an das Stromnetz angeschlossen werden. Sie benötigen also keine feste Verdrahtung an das Netz.

Die Informationen in diesem Kapitel beziehen sich auf die Verwendung in Deutschland. Außerhalb Deutschlands können andere Bestimmungen wirksam sein!

Die elektronische Last speist zwar elektrische Energie ins lokale Niederspannungsnetz zurück, darf aber nicht als Energieerzeuger für das öffentliche Netz verwendet werden. Die rückgespeiste Energie muss also vollständig im lokalen Stromnetz, beispielsweise innerhalb des Unternehmens, verbraucht werden.

Die elektronische Last fällt unter den Anwendungsbereich „Prüfstände“ nach VDE.

Die VDR AR-N-4100 ist einzuhalten.

Die Übergabezählung der Anschlussnutzeranlage muss rücklaufgesperrt oder als Zweirichtungszähler ausgeführt werden.

Beim gleichzeitigen Betrieb von Prüfständen und EEG- oder KWK-Anlagen muss sichergestellt werden, dass keine Energiemengen aus Prüfständen als geförderte Strommengen vergütet werden.

Ein Rückspeisesystem ist beim örtlichen öffentlichen Netzbetreiber anzumelden. Außerdem ist ein Netz- und Anlagenschutz gemäß VDE-AR-N 4105 vorzusehen. Evtl. können weitere sicherheitstechnische Maßnahmen nach Vorgabe des Netzbetreibers erforderlich sein.



Warning about hot surface

#### 1.11.4 Moving and Relocating

If you want to relocate the electronic load make sure that the power is switched off and all cables are disconnected.

Make sure to include the user manual when moving the electronic load and keep the manual near the electronic load or, respectively, the manual must be available electronically readable.

### 1.12 Mains Connection and Energy Regeneration

The devices of the TRL series are mobile energy recovering electronic loads which are connected to the mains by a conventional mains cable and an IEC plug. I. e. they do not need fixed wiring to the grid.



The information in this chapter relates to use in Germany. Other regulations may apply outside Germany!

Although the electronic load feeds electrical energy back into the local low-voltage grid, it may not be used as an energy generator for the public electricity grid. The energy fed back must therefore be entirely consumed in the local electrical grid, e. g. within the company.

According to VDE, the electronic load comes under the “test stands” scope of application according to VDE.

VDR AR-N-4100 must be complied with.

The transfer metering of the connection user system must be reverse-blocked or be designed as a bidirectional meter.

If test benches and EEG or CHP systems are operated simultaneously, ensure that no energy quantities from test stands are remunerated as subsidized electricity quantities.

An feedback system has to be registered with the local public grid provider. In addition, network and system protection must be provided in accordance with VDE-AR-N 4105. Further safety measures may be necessary as specified by the grid provider. Contact your local grid provider to get instructions.

Kontaktieren Sie Ihren örtlichen Stromnetzbetreiber, um Informationen hierzu zu erhalten.

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



Schutzkontaktverbindung am Netzkabel oder innerhalb des Gerätes NICHT auftrennen!

Verwenden Sie nur Netzkabel mit ausreichendem Querschnitt. Abnehmbare Netzanschlussleitungen 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 Netzanschlussleitung befestigten Netzkupplung bemessen sein.

Vergewissern Sie sich vor Anschluss der elektronischen Last an die Netzversorgung, dass die am Gerät eingestellte bzw. geforderte Netzspannung mit der Spannung der Netzversorgung übereinstimmt.

### 1.13 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 Übertemperaturwarnung (OTW) oder Übertemperaturabschaltung (OTP) erfolgt.

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 darauf, dass keine Flüssigkeit in das Gerät eindringt.

All case and chassis parts are connected to the protective earth corresponding to Safety Class 1. For the operating of the devices all protective contact systems have to be correctly established.



Do NOT remove the protective earth connection of the mains cable or inside the device!

Only use a mains cable with sufficient diameter. Detachable mains cables with mains couplings in accordance with IEC 60320 must either meet the requirements of IEC 60799, or they shall be designed at least for a current corresponding to the rated data of the mains connector attached to the mains cable.

Before connecting the electronic load to the mains make sure that the mains voltage setting or, respectively, the allowed mains voltage at the device matches the technical data of the mains supply.

### 1.13 Service and Maintenance

#### Cleaning the Cooling Paths

For the maintenance of any device it is necessary to clean the cooling paths regularly. Because of the strong forced air cooling dust will deposit on the cooling fins and fans.

This is noticeable when the device can't take its nominal power anymore and an overtemperature warning (OTW) or overtemperature shutdown (OTP) occurs more frequently.

You can clean the cooling fins and the fans with ionized compressed air. To do so, switch off the device and disconnect it from all voltages. Blow through the rear panel onto the cooling fins because especially there dust has settled down.

#### Cleaning the Case

For cleaning the case put the unit out of operation and disconnect all wires and cables.



Clean the case only with a damp rag. Use only water. For strong dirt you may use a glass cleaner. Take care that no liquids enter the cabinet.

**Netzsicherung ersetzen**

Nehmen Sie vor dem Ersetzen der Netzsicherung das Gerät außer Betrieb. Trennen Sie alle Anschlüsse vom Gerät.

Die Netzsicherung ist von außen zugänglich (siehe 2.2 Anschlüsse an der Rückseite). Lösen Sie den Sicherungshalter, indem Sie jeweils links und rechts mit einem kleinen Schraubendreher in die Nut des Sicherungshalters ansetzen und die Verriegelungslaschen gleichzeitig nach innen drücken und den Halter nach außen ziehen. Dann können Sie die Sicherung ersetzen. Der Halter muss beim Zurückschieben einrasten.



Verwenden Sie nur die in den technischen Daten angegebenen Sicherungen. Das Kurzschließen des Sicherungshalters oder geflickte Sicherungen sind nicht zulässig! Dadurch entstehende Schäden unterliegen nicht der Gewährleistung.

**1.14 Kalibrierung**

Verschiedene wichtige Eigenschaften des Gerätes 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.

Fordern Sie zur Kalibrierung eine RMA-Nummer von H&H an (siehe 1.16 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.

**1.15 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.

**Replacing the Mains Fuse**

Before replacing the mains fuse put the unit out of operation and disconnect all wires and cables.

The mains fuse is accessible from outside (see 2.2 Connections at the Rear ). Release the fuse holder by inserting a small screwdriver into the groove of the fuse holder on both the left and right sides and simultaneously pressing the locking tabs inward and pulling the holder outward. Then you can replace the fuse. The holder must lock into place when pushed back.



Use only the type of fuse specified in the technical data.

Short-circuiting the fuse holder or repairing safety devices is not permissible! Thus caused damages are not subject to the warranty.

**1.14 Calibration**

Several important characteristics of the device shall be inspected in regular periods, for example the accurate setting of the current or the accuracy of all displays. When there are noticeable deviations that are not within the specified tolerance range the device should be readjusted.

To do so, you can send the device to H&H where it is checked and calibrated at a fixed price. Before delivery, every new series device is calibrated at H&H.

Order an RMA number if you want to send the device to H&H for calibration (see 1.16 Warranty and Repair).

For use under laboratory conditions, H&H recommends a calibration interval of 2 years. This is an empirical value that can be used as a guiding value for the first period of use. Depending on the intended purpose, period of use, relevance of the application and ambient conditions, the operator should adjust this interval accordingly.

**1.15 Energy Efficiency**

Electronic devices consume energy as soon as they are powered on even when they are not in operation. Therefore power off devices which are not in use.



## 1.16 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 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 (siehe Kapitel 2.5).

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

Transportschäden sind ebenfalls vom Gewährleistungsanspruch ausgeschlossen.

Die Geräte sind in jedem Fall auf dem Geräteboden bzw. auf den Gerätefüßen stehend zu verpacken.

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 94357 Konzell, Deutschland. Der Käufer ist verpflichtet, die bemängelte Ware mit genauer Beschreibung der festgestellten Mängel frachtfrei zu übersenden. Für Rückfragen bitte 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:**

## 1.16 Warranty and Repair

H&H grants a 24-month warranty with new devices, under the condition that the device wasn't manipulated and the failure has occurred during intended use of the device.

Defects will be eliminated by repair or replacement, if they are registered and accepted by H&H or one of its representatives within 24 months after delivery date (bill of delivery).

Since H&H doesn't neither know the exact application of the electronic loads nor the physical conditions of the units under test, no warranty for the correct operation of a whole system in the customer's sense can be given.

Damaged devices because of disregarding the technical data are not covered by warranty, especially in case of exceeding the maximum permissible input voltage (see chapter 2.5).

Worn out parts like fuses, relays and air filters are not subject to the warranty.

Damages caused by transport are not subject to the warranty.

The devices must always be packed standing on the bottom or feet of the device.

Do not send sensitive measuring devices by parcel service! We recommend that you use the original packaging when sending devices by forwarding agent. If the original packaging is no longer available, you can request it from H&H at cost price. Please state the exact model of the device.

Location of warranty fulfillment is 94357 Konzell, Germany. The customer has to send the faulty product with detailed descriptions of the established lacks carriage free. For queries please specify contact persons and telephone number. Deliveries not prepaid are not accepted.

In case of warranty repairs at the customer's locations the customer will be charged for the journey expenses.

**This is Excluded from Warranty:**

- Zerstörung des Gerätes durch Spannungen größer als die maximale Eingangsspannung
- 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 berechtigte Reklamationen

### H&H Service innerhalb der Gewährleistungsfrist

#### Gewährleistung bei H&H:

- Material und Arbeitszeit werden nicht berechnet.
- 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 Rückreise, 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 an [support@hoecherl-hackl.com](mailto:support@hoecherl-hackl.com) oder über die H&H Homepage

- Damages caused by input voltages higher than the maximum input voltage
- Fuses in the load input circuit
- Damages of the I/O port by exceeding the electrical specifications
- Modifications made by the customer
- Damages caused by transport
- Damages caused by improper handling (e.g. dropping, entrance of liquids)
- Costs for checking the unit when no failure can be detected

### H&H Service Within the Warranty Period

#### Warranty at H&H:

- Material and working time are free.
- Forwarding expenses to H&H must be paid by the customer.
- H&H takes over the costs of the return shipment (standard shipment, no express shipment)

#### Warranty on site:

- Material and working time on site are free.
- The costs for travelling durations, driven distance and if necessary overnight accommodation are charged.

### After Expiration of the Warranty Period

#### Repair at H&H:

- Material and working time are charged.
- The repair takes place at H&H.
- Forwarding expenses to H&H and the return shipment have to be paid by the customer.

#### Repair on site:

- Material and working time for the repair have to be charged.
- The costs for travelling durations, driven distance and if necessary overnight accommodation have to be charged.

### Requesting an RMA Number

When you intend to send the unit back for repair you have to request an RMA number (Return Material Authorization) from H&H.

[www.hoecherl-hackl.de](http://www.hoecherl-hackl.de) machen. Geben Sie die RMA-Nummer auf den Rücksendepapieren sowie außen auf der Verpackung der Ware an.

## 1.17 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.

## 1.18 Abkürzungen in diesem Handbuch

In diesem Handbuch werden folgende Abkürzungen gebraucht:

|                  |                                                   |
|------------------|---------------------------------------------------|
| AI               | Analog Interface                                  |
| CC               | Constant current – Konstantstrom                  |
| CP               | Constant power – Konstantleistung                 |
| CR               | Constant resistance – Konstantwiderstand          |
| CV               | Constant voltage – Konstantspannung               |
| DC               | Direct current – Gleichstrom                      |
| DI               | Data interface – Datenschnittstelle               |
| DUT              | Device under test – Prüfling                      |
| GND              | Ground – Masse                                    |
| I <sub>max</sub> | Maximaler Laststrom                               |
| OCP              | Overcurrent protection – Überstrombegrenzung      |
| OPP              | Overpower protection – Leistungsbegrenzung        |
| OTP              | Overtemperature protection – Temperaturbegrenzung |
| OTW              | Overtemperature warning – Temperaturwarnung       |
| OV               | Overvoltage – Überspannung                        |
| P <sub>max</sub> | Maximale Leistung                                 |
| RV               | Reverse voltage – Verpolte Spannung               |
| UI               | User interface – Benutzerschnittstelle            |
| UV               | Undervoltage – Unterspannung                      |
| V <sub>max</sub> | Maximale Eingangsspannung                         |
| V <sub>min</sub> | Minimale Eingangsspannung für maximalen Strom     |
| WDP              | Watchdog Protection – Abschaltung durch Watchdog  |

You can do this by phone, e-mail to [support@hoecherl-hackl.com](mailto:support@hoecherl-hackl.com) or via H&H homepage [www.hoecherl-hackl.com](http://www.hoecherl-hackl.com). Note the RMA numbers on your return papers as well as on the packaging of the goods.

## 1.17 Disposal



Electrical appliances must not be disposed of with household waste. The end user is legally obliged to properly dispose of used appliances. This can be done via community collection points or by returning them to the manufacturer, where they will be disposed of at no charge. Appliances are marked accordingly with the crossed-out dustbin.

## 1.18 Abbreviations Used in This Manual

This manual uses the following abbreviations:

|                  |                                           |
|------------------|-------------------------------------------|
| AI               | Analog Interface                          |
| CC               | Constant current                          |
| CP               | Constant power                            |
| CR               | Constant resistance                       |
| CV               | Constant voltage                          |
| DC               | Direct current                            |
| DI               | Data interface                            |
| DUT              | Device under test                         |
| GND              | Ground                                    |
| I <sub>max</sub> | Maximum load current                      |
| OCP              | Overcurrent protection                    |
| OPP              | Overpower protection                      |
| OTP              | Overtemperature protection                |
| OTW              | Overtemperature warning                   |
| OV               | Overvoltage                               |
| P <sub>max</sub> | Maximum power                             |
| RV               | Reverse voltage                           |
| UI               | User Interface                            |
| UV               | Undervoltage                              |
| V <sub>max</sub> | Maximum input voltage                     |
| V <sub>min</sub> | Minimum input voltage for maximum current |
| WDP              | Watchdog protection                       |

## 2 Inbetriebnahme

### 2.1 Bedienelemente an der Vorderseite

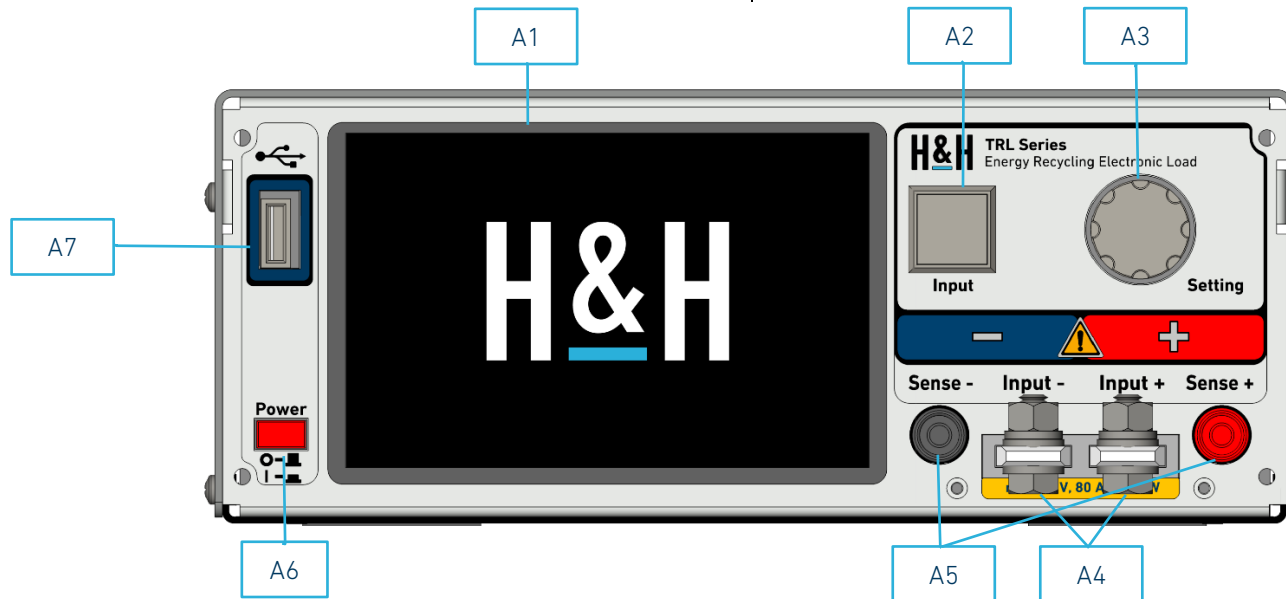


Abbildung 2.1: Bedienelemente an der Vorderseite  
Figure 2.1: Control elements at the front panel

- A1 Touchscreen
- A2 Schalter für Lasteingang ein/aus
- A3 Drehgeber für Einstellungen
- A4 Frontseitige Lastanschlüsse (Stromschienen oder Sicherheitsbuchsen)
- A5 Frontseitige Sense-Klemmen
- A6 Netzschalter
- A7 USB Host-Buchse

## 2 Putting into Operation

### 2.1 Control Elements on the Front Panel

- A1 Touchscreen
- A2 Switch for load input on/off
- A3 Encoder for settings
- A4 Front-side input terminals (copper bars or safety sockets)
- A5 Front-side sense terminals
- A6 Mains switch
- A7 USB host socket

## 2.2 Anschlüsse an der Rückseite

## 2.2 Connections at the Rear Panel

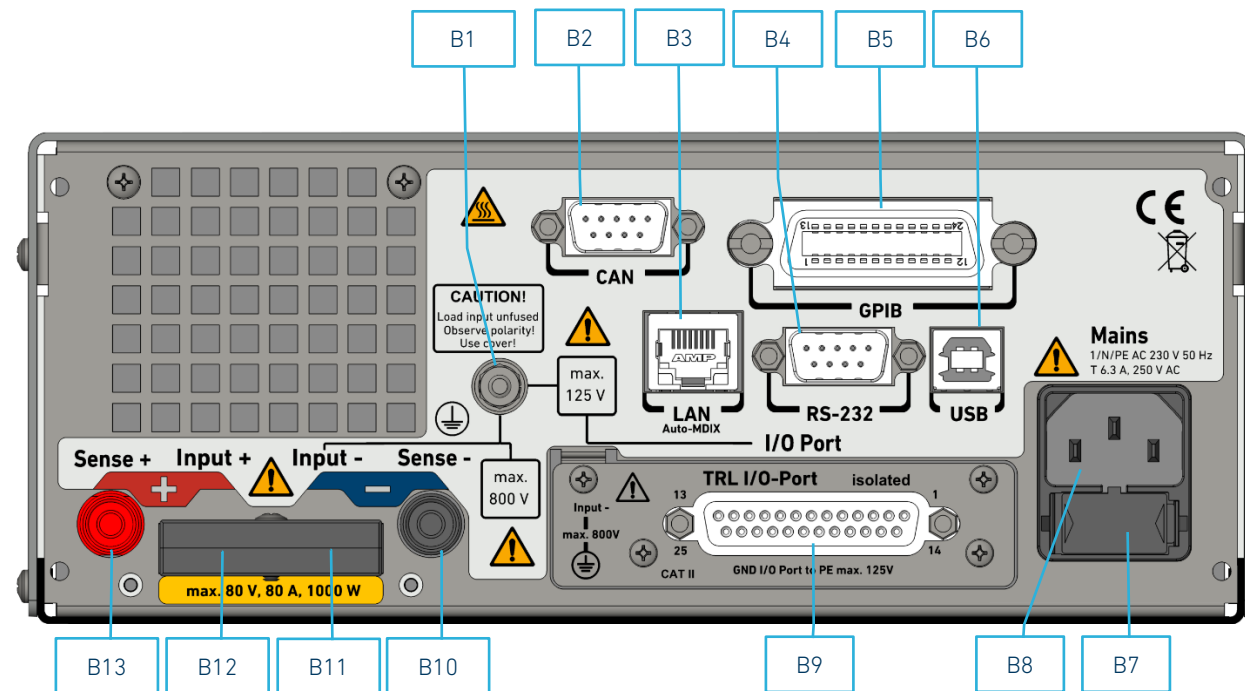


Abbildung 2.2: Anschlüsse an der Rückseite eines Gerätes  
Figure 2.2 Connections at the rear panel of a device

- B1** Schutzleiter-Anschluss
- B2** CAN-Schnittstelle
- B3** Ethernet-Schnittstelle
- B4** RS-232-Schnittstelle
- B5** GPIB-Schnittstelle (optional)
- B6** USB-Schnittstelle
- B7** Sicherungshalter
- B8** Netzspannungsanschluss
- B9** I/O-Port-Buchse (optional)
- B10** Negativer Sense-Eingang

- B1** Protective earth
- B2** CAN interface
- B3** Ethernet interface
- B4** RS-232 interface
- B5** GPIB interface (optional)
- B6** USB interface
- B7** Fuse holder
- B8** Mains voltage terminal
- B9** I/O port socket (optional)
- B10** Negative sense terminal

- B11 Negativer Lasteingang (hier Stromschienen hinter Abdeckung)
- B12 Positiver Lasteingang (hier Stromschienen hinter Abdeckung)
- B13 Positiver Sense-Eingang

## 2.3 Anschluss des Prüflings

### 2.3.1 Sicherheitshinweise zum Anschluss des Prüflings



Bringen Sie die Sicherheitsabdeckungen für den Lasteingang an, bevor Sie die elektronische Last in Betrieb nehmen (siehe 2.3.5 Montage der Sicherheitsabdeckung). Sie können den Berührungsschutz auch durch entsprechenden Einbau in andere Gehäuse, Schränke, etc. gewährleisten.

Berühren Sie die folgenden Kontakte an der elektronischen Last frühestens 10 Minuten nach dem Trennen sowohl von der Netzspannung als auch von der Lasteingangsspannung, dies könnte sonst aufgrund geladener interner Kondensatoren zu einem elektrischen Schlag führen:

- Kontakte des Kaltgerätesteckers
- Kontakte des Netzkabels
- Kontakte des Lasteingangs
- Kontakte eines der Lastkabel

Die maximal zulässigen Grenzwerte für Berührungsschutz sind  $30 V_{\text{eff}} / 42,4 V_s$  für Wechselspannung und 60 V für Gleichspannung.

Der Lastkreis der elektronischen Last besitzt **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 Ausgangszweig 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.

- B11 Negative load terminal (here copper bar behind cover)
- B12 Positive load terminal (here copper bar behind cover)
- B13 Positive sense terminal

## 2.3 Connection of the Device Under Test (DUT)

### 2.3.1 Safety Instructions When Connecting the Device Under Test



Assemble the safety covers for the load input before operating the electronic load (see 2.3.5 Installing the Safety Cover). Alternatively, you may realize the touch protection by installing the electronic load in other casings, racks, etc.

Do not touch the following contacts on the electronic load for at least 10 minutes after disconnecting from the mains supply voltage as well as from the load input voltage, otherwise this could lead to an electric shock due to charged internal capacitors:

- Contacts of the cold device plug
- Contacts of the mains cable
- Contacts of the load input
- Contacts of one of the load cables

The maximum permissible voltages for touch protection are  $30 V_{\text{eff}} / 42.4 V_p$  for AC voltage and 60 V for DC voltage.

The load circuit does **NOT have a fuse**. Connect a fuse suitable for your application between device under test and the electronic load's Input+ terminal!

If the potential on Input- of the electronic load against PE is increased, also connect a fuse in the positive output branch of the source which increases the potential!

When the device is used with dangerous voltages use a second measuring equipment to get a reliable information about the level of the connected voltage.

Die erlaubte Spannung zwischen negativem Lasteingang und Gehäuse ist den technischen Daten zu entnehmen.

Bevor Sie die zu belastende Spannungsquelle mit der elektronischen Last verbinden, schalten Sie die Last mit dem Netzschalter **A6** ein!

Schalten Sie den mit „Input“ bezeichneten Lasteingang aus, bevor Sie den Prüfling anschließen! Das Display muss „Input Off“ anzeigen!

Input- und Sense-Leitungen nur spannungslos an- und abklemmen!

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 **B1** muss immer mit der Schutz Erde des Gesamtsystems verbunden sein. Dazu eine Anschlussleitung von mindestens 4 mm<sup>2</sup> (AWG11) verwenden.

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 hohe Ströme, die im Fehlerfall des Gerätes oder Prüflings auftreten können!

### 2.3.2 Last- und Sense-Leitungen anschließen

Der Prüfling wird durch die Last-Leitungen an den mit „Input“ bezeichneten Lasteingang an der Geräterückseite angeschlossen. Der Lasteingang dient zur Belastung des Prüflings.

Die mit „Sense“ bezeichneten Klemmen sind Eingänge zur Spannungsmessung direkt am Prüfling. Werden die Sense-Anschlüsse nicht beschaltet, misst die Last die Spannung automatisch an den Lasteingängen.

The maximum voltage between the negative load input and load case is given in the technical data.

Before connecting the voltage source to be loaded to the electronic load, switch on the load with the **A6** power switch!

Switch off the load input before connecting the unit under test! The display must show “Input Off”!

Connect and disconnect input and sense terminals only without voltage!

The maximum input voltage defined in the technical data may NOT be exceeded, not even for a short time, neither at the load lines nor at the sense lines! **Overvoltage causes short-circuit without any current limitation!**

Ensure the right polarity when connecting the device under test to the electronic load's input terminals! **Reverse polarity causes a short-circuit without any current limitation!**

The rear protective earth terminal **B1** must always be connected to the whole system's protective earth potential. Use a wire with at least 4 mm<sup>2</sup> (AWG11) cross-section.

Do NOT connect several electronic loads in series to increase the maximum tolerable input voltage!

Only choose cables with sufficient diameter and electric strength for the connection. Be aware of possible high currents that may occur in the event of a fault in the device or unit under test.

### 2.3.2 Connecting Load and Sense Lines

The device under test is connected through the load lines to the load input labeled “Input” at the rear side of the electronic load. The load input is used for loading the device under test.

The terminals labeled with “Sense” are inputs for voltage measurement directly at the device under test. If the sense terminals are not connected, the load measures the voltage automatically at the input terminals.



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

Verdrillen Sie die Last-Leitungen miteinander, um die Induktivität der Zuleitungen zu minimieren. Verdrillen Sie auch die Sense-Leitungen miteinander, jedoch getrennt von den Last-Leitungen, um Einkopplungen durch die Last-Leitungen zu vermeiden (siehe Abbildung 2.4).

Die Sense-Anschlüsse sind intern über einen PTC-Widerstand mit den zugehörigen Lasteingängen verbunden (siehe Abbildung 2.3).

Die Leitungen sollten eine Länge von 3 Metern nicht überschreiten.



The voltage measurement accuracies specified in the technical data only apply when the sense lines are connected.

Twist the load lines to minimize the inductance. Twist also the sense lines, but do NOT twist the sense lines with the load lines to prevent coupling from the load lines (see Figure 2.4).

The sense terminals are internally connected by a PTC resistor to the corresponding Input terminals (see Figure 2.3).

The lines should not be longer than 3 meters.

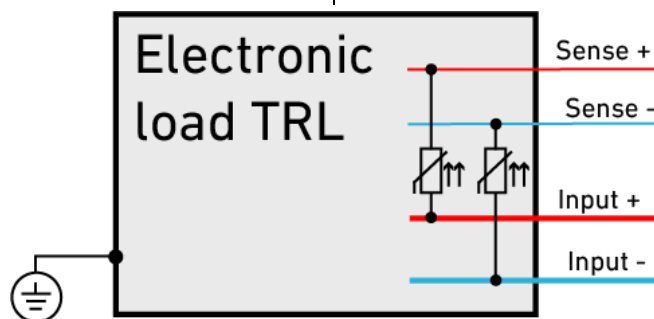


Abbildung 2.3: Interne Beschaltung der Sense-Eingänge  
Figure 2.3: Internal connection of the sense lines

### 2.3.3 Anschlussbeispiele

### 2.3.3 Wiring Examples

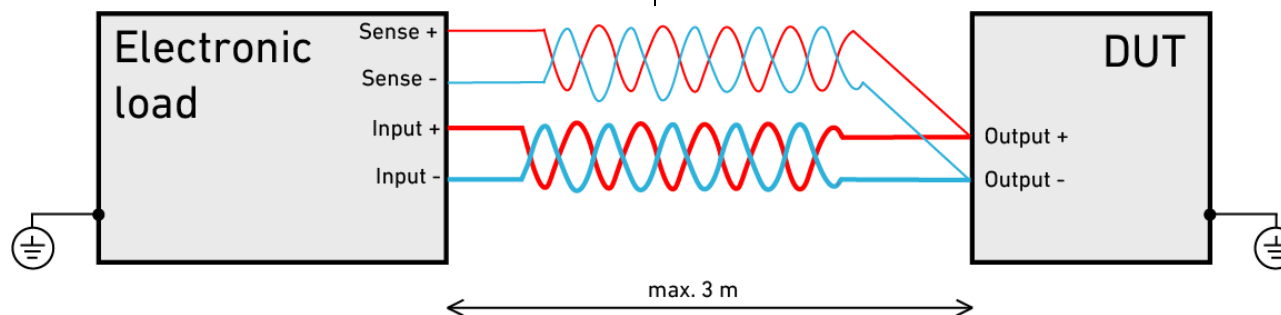


Abbildung 2.4: Anschlussbeispiel für eine Einzelspannung  
Figure 2.4: Wiring example for a single voltage



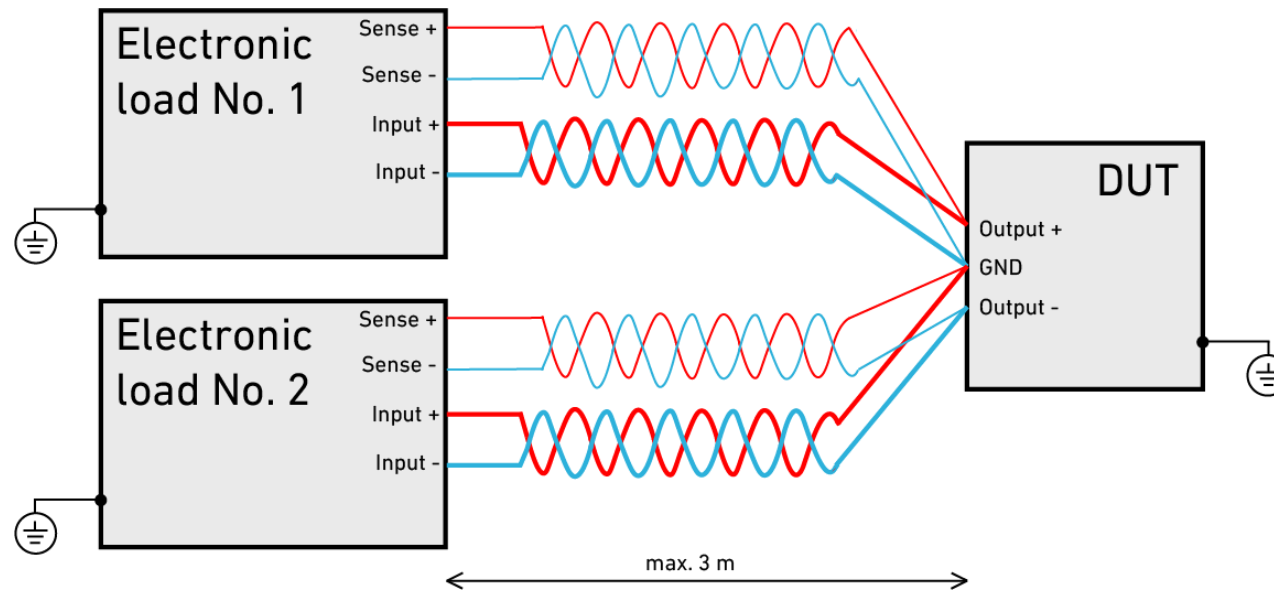


Abbildung 2.5: Anschlussbeispiel für eine bipolare Ausgangsspannung

Figure 2.5: Wiring example for a bipolar voltage

## 2.3.4 Zulässige Spannungen an den Geräteanschlüssen

## 2.3.4 Permissible Voltages at the Device Terminals

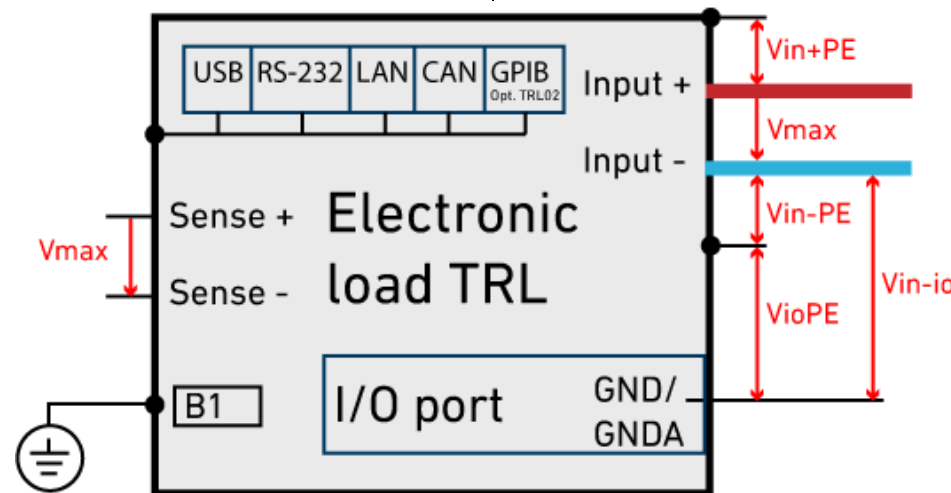


Abbildung 2.6: Zulässige Spannungen  
Figure 2.6: Admissible voltages



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

Potential an den Datenschnittstellen:

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



Schutzleiteranschluss:

Der rückseitige Schutzleiter-Anschluss [B1] muss immer mit der Schutzterde des Gesamtsystems verbunden sein. Dazu eine Anschlussleitung von mindestens 4 mm<sup>2</sup> (AWG11) verwenden.

## 2.3.5 Montage der Sicherheitsabdeckung

Für Modelle mit Flachkupferschienen als Lasteingang wird als Berührungsschutz je eine Sicherheitsabdeckung für die benutzten und für die unbenutzten Lasteingänge mitgeliefert, die vor der Inbetriebnahme der elektronischen Last anzubringen sind. Alle Sicherheitsabdeckungen sind bei H&H bestellbar.



The maximum permissible potentials/voltages are defined in the technical data. These voltages must not be exceeded, even not in an error case!

Potential at the Data Interfaces:

All data interfaces (USB, RS-232, Ethernet, CAN and GPIB) are connected to the protective earth terminal.



Protective earth Terminal:

The rear protective earth terminal [B1] must always be connected to the whole system's protective earth potential. Use a wire with at least 4 mm<sup>2</sup> (AWG11) cross-section.

## 2.3.5 Installing the Safety Cover

Models with flat copper bars as load input are delivered with two safety covers serving as touch protection for the used as well as for the unused load terminals. Mount the safety covers over the input bars before putting the electronic load into operation. All safety covers can be ordered from H&H.

## 2.3.5.1 Benutzte Lasteingänge (vorne oder hinten)

## 2.3.5.1 Used Load Inputs (Front or Rear)

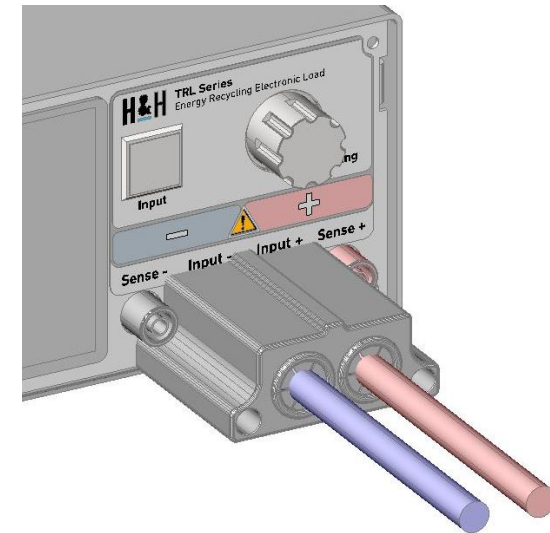
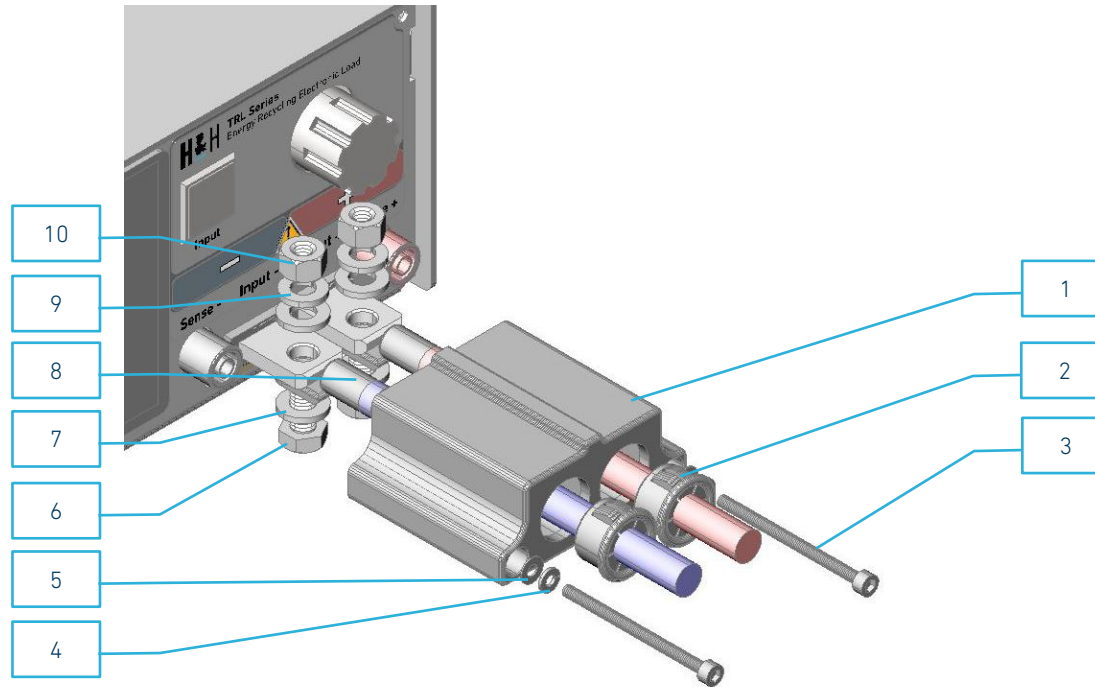


Abbildung 2.7: Sicherheitsabdeckung für benutzte Lastanschlüsse  
Figure 2.7: Safety cover for used load terminals

## Zubehör Lastanschlüsse und Abdeckung:

- 1 1 Stück Abdeckhaube
- 2 2 Stück Kabeldurchführung
- 3 2 Stück Innensechskant-Schraube M3x45
- 4 2 Stück Federring M3
- 5 2 Stück Beilagscheibe M3
- 6 2 Stück Sechskantschraube M6x18
- 7 4 Stück Beilagscheibe
- 8 2 Stück Lastkabel mit Kabelschuh (nicht im Standard-Lieferumfang enthalten)
- 9 2 Stück Federring M6

## Accessories load terminals and cover:

- 1 1 piece cover
- 2 2 pieces cable grommet
- 3 2 pieces hexagon socket screw M3x45
- 4 2 pieces spring washer M3
- 5 2 pieces washer M3
- 6 2 pieces hexagon head screw M6x18
- 7 4 pieces washer
- 8 2 pieces load cable with cable lug (not included in standard delivery)
- 9 2 pieces spring washer M6

### 10 2 Stück Mutter M6

#### Montage:

1. Elektronische Last von allen Zuleitungen trennen! Insbesondere Last- und Sense-Leitungen von allen Spannungsquellen trennen!
2. Mit Kabelschuhen konfektionierte Seiten der Lastleitungen entsprechend Abbildung 2.7 durch die Kabeldurchführungen 2 und die Abdeckhaube 1 führen und entsprechend Abbildung 2.7 mit den mitgelieferten Schrauben und Scheiben so an die Stromschienen anschließen, dass sie von unten an die Schienen anschlagen und geradeaus von ihnen weglaufen. Auf richtige Polarität achten!
3. Die Abdeckhaube über die Stromschienen ziehen und mit den Schrauben 3 ans Gerät schrauben.
4. Die Kabeldurchführungen über die Lastleitungen in die Abdeckhaube schieben und andrücken, bis sie einrasten.

#### 2.3.5.2 Unbenutzte Lasteingänge (vorne oder hinten)

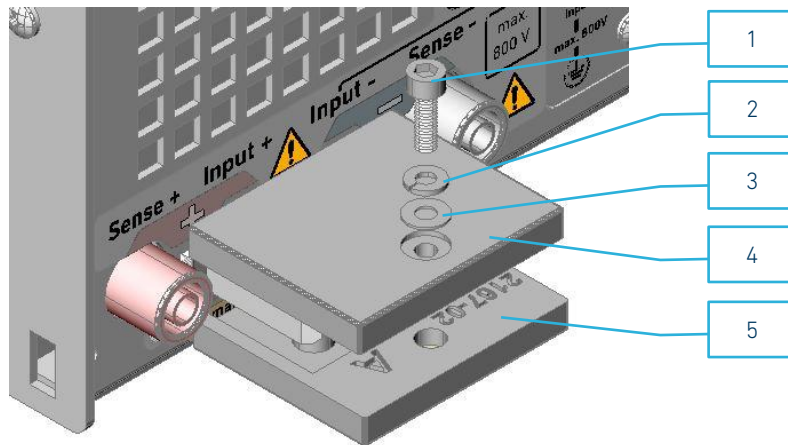


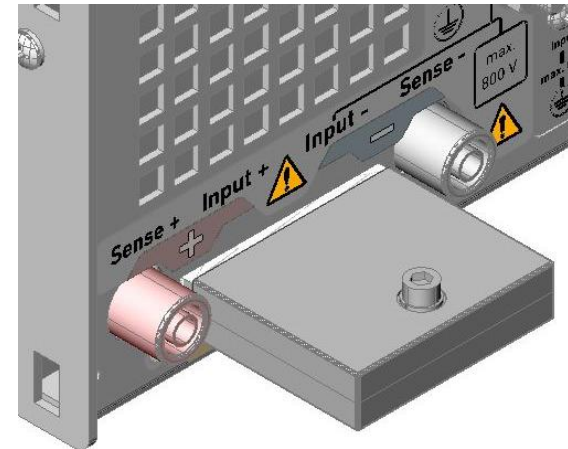
Abbildung 2.8: Sicherheitsabdeckung für unbenutzte Lasteingänge  
Figure 2.8: Safety cover for unused load inputs

### 10 2 pieces nut M6

#### Mounting:

1. Remove all cables and lines from the electronic load! Disconnect load and sense lines from all voltage sources!
2. Corresponding to Figure 2.7, lead the parts of the load lines assembled with cable lugs through the cable grommets 2 and the cover 1 and connect them with the supplied screws and washers to the copper bars so that they touch the bars from below and run straight away from them like it is shown in Figure 2.7. Ensure correct polarity!
3. Pull the cover over the copper bars and screw it to the device with the screws 3.
4. Slide the cable grommets over the load lines into the cover and press until they snap into place.

#### 2.3.5.2 Unused Load Inputs (Front or Rear)



**Zubehör Abdeckung:**

- 1 1 Stück Innensechskant-Schraube M3x10
- 2 1 Stück Federring M3
- 3 1 Stück Beilagscheibe M3
- 4 1 Stück Deckel
- 5 1 Stück Boden

**Montage:**

- Elektronische Last von allen Zuleitungen trennen. Insbesondere Last- und Sense-Leitungen von allen Spannungsquellen trennen!
- Das Bodenteil 5 entsprechend Abbildung 2.8 von unten an die Stromschienen drücken, dass die Nase durch das Schraubenloch der linken Schiene schlüpft.
- Deckel 4 von oben dagegenhalten und mit Schraube 1 und Scheiben 2, 3 beide Teile zusammenschrauben.

## 2.4 Betriebsbereich

**Accessories of cover:**

- 1 1 piece hexagon socket screw M3x10
- 2 1 piece spring washer M3
- 3 1 piece washer M3
- 4 1 piece top
- 5 1 piece bottom

**Mounting:**

- Remove all cables and lines from the electronic load. In particular, disconnect load and sense lines from all voltage sources!
- Corresponding to Figure 2.8 press the bottom part 5 from below against the copper bars so that the nose slips through the screw hole of the left bar.
- Press cover 4 from above against the bottom and screw both parts together with screw 1 and washers 2, 3.

## 2.4 Operating Range

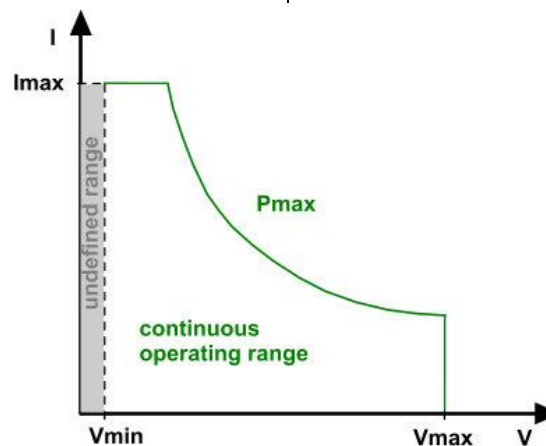


Abbildung 2.9: Betriebsbereich  
Figure 2.9: Operating range

Der Betriebsbereich des Gerätes wird durch die minimale und maximale Eingangsspannung  $V_{\min}$  und  $V_{\max}$ , den maximalen Strom  $I_{\max}$  und die maximale Leistungsaufnahme  $P_{\max}$  bestimmt. Die zutreffenden Grenzwerte sind den technischen Daten zu entnehmen:

The operating range of the device depends on the minimum and maximum input voltage  $V_{\min}$  and  $V_{\max}$ , the maximum current  $I_{\max}$  and the maximum power  $P_{\max}$ . The corresponding values are specified in the technical data:

V<sub>max</sub>: Geräteinformation -> Maximale Eingangsspannung  
 I<sub>max</sub>: Geräteinformation -> Maximaler Eingangsstrom  
 P<sub>max</sub>: Geräteinformation -> Maximale Dauerleistung  
 V<sub>min</sub>: Geräteinformation -> Minimale Eingangsspannung

Der Betriebsbereich unterhalb der minimalen Eingangsspannung ist nicht definiert.

## 2.5 Schutzfunktionen und Meldungen

### Überstrombegrenzung

Bei aktiver Leistungs-, Widerstands- oder Spannungsregelung werden die Überstrombegrenzung und damit der Status OCP (Overcurrent Protection) aktiv, sobald der Laststrom ca. 110 % des maximal zulässigen Eingangsstroms erreicht.

Der Status OCP wird in der Statusleiste (siehe 3.2 Aufbau des Touchscreens)) der Benutzerschnittstelle angezeigt.

Das Gerät geht von der jeweiligen Betriebsart in den Konstantstrombetrieb über und regelt den eingestellten Sollwert erst wieder ein, wenn sich der Strom im Nennbereich befindet.

### Überspannungsanzeige

Ist die Eingangsspannung höher als 105 % der maximal zulässigen Eingangsspannung, wird der Lasteingang ausgeschaltet und Status OV (Overvoltage) aktiv.

Der Status OV wird in der Statusleiste (siehe 3.2 Aufbau des Touchscreens) der Benutzerschnittstelle angezeigt. Zusätzlich wird eine Warnung eingeblendet, die zur Reduzierung der Eingangsspannung auffordert.



Überspannung verursacht einen Kurzschluss ohne jegliche Strombegrenzung und kann deshalb das Gerät beschädigen. Die in den technischen Daten angegebene maximale Eingangsspannung darf NICHT überschritten werden, auch nicht kurzfristig!

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

V<sub>max</sub>: Device information -> Maximum input voltage  
 I<sub>max</sub>: Device information -> Maximum input current  
 P<sub>max</sub>: Device information -> Maximum continuous power  
 V<sub>min</sub>: Device information -> Minimum input voltage

The operating range below the minimum input voltage is undefined.

## 2.5 Protections and Messages

### Overcurrent Protection

With active power, resistor or voltage regulation, the overcurrent protection and thus status OCP are activated when the load current reaches approx. 110 % of the maximum input current.

Status OCP is displayed in the status bar (see 3.2 Structure of the Touchscreen) of the user interface.

The device changes from the present operating mode to the operating mode constant current mode and only resumes the control of the setting value if the current returns to its rated range.

### Overvoltage Indication

If the input voltage is higher than 105 % of the maximum permissible input voltage, the load input is switched off and OV status becomes active.

Status OV is displayed in the status bar (see 3.2 Structure of the Touchscreen) of the user interface. Additionally, a warning is displayed that prompts you to reduce the input voltage.



Overvoltage causes a short-circuit without any current limitation and can therefore damage the device. The maximum input voltage defined in the technical data may NOT be exceeded, also not for a short time!

Damages caused by overvoltage are not covered by warranty!

Unterspannungsanzeige

Ist die Eingangsspannung zu gering, um den geregelten Eingangsstrom aufrechterhalten zu können, wird der Status UV (Undervoltage) aktiv.

Der Status UV wird in der Statusleiste (siehe 3.2 Aufbau des Touchscreens) der Benutzerschnittstelle angezeigt.

Verpolungsanzeige

Ist die Eingangsspannung verpolt, wird der Status RV (Reverse Voltage) aktiv.

Der Status RV wird in der Statusleiste (siehe 3.2 Aufbau des Touchscreens) der Benutzerschnittstelle angezeigt. Zusätzlich wird eine Warnung eingeblendet, die zum richtigen Anschließen der Eingangsspannung auffordert.



Verpolung verursacht einen Kurzschluss ohne jegliche Strombegrenzung und kann deshalb die elektronische Last beschädigen. Achten Sie deshalb auf die richtige Polarität, wenn Sie den Prüfling an die Lasteingänge anschließen!

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



Wir empfehlen, wie in Abbildung 2.10 gezeigt, zusätzlich eine entsprechend der Anwendung dimensionierte Verpoldiode zum Schutz der elektronischen Last und des Prüflings in den Lastkreis einzufügen.

Undervoltage Indication

If the input voltage is too low to keep the regulated input current, UV status becomes active.

Status UV is displayed in the status bar (see 3.2 Structure of the Touchscreen) of the user interface.

Reverse Voltage Indication

If the input voltage is reversed status RV becomes active.

Status RV is displayed in the status bar (see 3.2 Structure of the Touchscreen) of the user interface. Additionally, a warning is displayed that prompts you to connect the input voltage correctly.



Reverse polarity causes short-circuit without any current limitation and can therefore damage the device. Ensure the right polarity when connecting the device under test to the electronic load's input terminals!

Damages caused by reversed polarity are not covered by warranty!



We recommend to insert a reverse-polarity diode, dimensioned according to the application, into the load circuit, as it is shown in Figure 2.10 to protect the electronic load and the device under test.

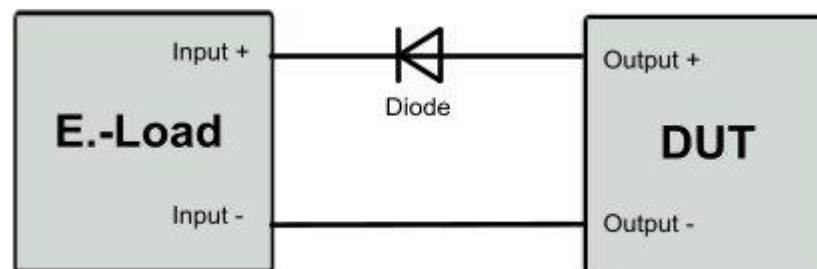


Abbildung 2.10: Verpolschutz durch Diode  
Figure 2.10: Reverse voltage protection by diode

Leistungsbegrenzung

Zum Schutz der eingebauten Leistungsstufe überwacht die Leistungsbegrenzung dauernd die aufgenommene Leistung und begrenzt den Laststrom so, dass ca. 105 % der zulässigen Leistung erreicht werden. Während der Begrenzung ist der Status OPP (Overpower Protection) aktiv.

Der Status OPP wird in der Statusleiste (siehe 3.2 Aufbau des Touchscreens) der Benutzerschnittstelle angezeigt.

Übertemperaturschutz

Zum Schutz der eingebauten Leistungstransistoren befindet sich auf der Leistungsstufe ein Temperatursensor, der laufend die Temperatur misst. Nähert sich die Temperatur dem zulässigen Maximalwert, so wird zuerst der Status OTW aktiv. Überschreitet die Temperatur den zulässigen Maximalwert, so wird der Stromfluss unterbrochen und der Status OTP aktiv. Nach Abkühlen der Leistungsstufe wird der Stromfluss wieder hergestellt und Status OTP inaktiv.

Die Status OTP und OTW werden in der Statusleiste (siehe 3.2 Aufbau des Touchscreens) der Benutzerschnittstelle angezeigt.

## 2.6 Einschalten des Gerätes

Ist das Gerät ordnungsgemäß aufgestellt, an **B1** mit der Schutz Erde verbunden und über **B8** an das erforderliche Spannungsnetz angeschlossen, können Sie es mit dem Schalter **A6** einschalten.

Nach dem Einschalten wird das H&H Logo angezeigt und das Gerät wird initialisiert. Anschließend werden die technischen Daten des Geräts angezeigt. Mit dem Pause-Icon in der rechten Seitenleiste kann man die Daten durchsehen. Durch Berühren des Run-Icons wechselt die elektronische Last in die Hauptansicht und ist betriebsbereit.

Die Einstellungen nach dem Einschalten sind identisch mit den Einstellungen nach einem Reset, sofern nach dem Einschalten keine anwender-spezifischen Einstellungen einer Speicherposition geladen werden (siehe 4.25 Geräteeinstellungen speichern und laden).

Kontrollieren Sie bei der Inbetriebnahme Datum und Uhrzeit der elektronischen Last und passen Sie beide gegebenenfalls in dem folgenden Dialog an:

*Main Menu -> Configuration -> Time and Date*

Overpower Protection

To protect the built-in power stage the power protection monitors the consumed power and limits the current in a way that approx. 105 % of the allowed power is possible. During limiting the power status OPP is active.

Status OPP is displayed in the status bar (see 3.2 Structure of the Touchscreen) of the user interface.

Overtemperature Protection

To protect the power stage of the electronic load a temperature sensor is provided which permanently monitors the temperature. If the temperature approaches the permissible maximum value, the OTW status becomes active first. If the temperature exceeds the permissible maximum, the current will be turned off and status OTP becomes active. After the power stage has cooled down, the current is automatically turned on again and status OTP becomes inactive.

Status OTP and OTW are displayed in the status bar (see 3.2 Structure of the Touchscreen) of the user interface.

## 2.6 Powering the Device On

When the load is set up properly, connected to the protective earth by **B1** and to the mains by **B8** it can be switched on by pressing switch **A6**.

After switching on, the H&H logo is displayed and the device is being initialized. The technical data of the device will then be displayed. By touching the pause icon in the right sidebar, the data can be read through. By touching the Run icon the electronic load changes to the main screen and is ready for operation.

The settings after power-on are identical with the settings after a reset, provided that no user-specific settings of a memory position are loaded after power-on (see 4.25 Save and Recall Device Settings).

Check time and date when putting the device into operation and adjust both in the following dialog if necessary:

*Main Menu -> Configuration -> Time and Date*



## 3 Grundlagen der lokalen Bedienung

### 3.1 Bedienelemente

#### 3.1.1 Touchscreen

Der grafische Touchscreen **A1** ist das Kernelement der Benutzerschnittstelle und dient der einfachen Bedienung des Geräts. Es zeigt verschiedene Haupt-, Menü- und Dialogfenster an und erlaubt Benutzereingaben über grafische Bedienelemente.

#### 3.1.2 Taste „Input“

Die "Input"-Taste **A2** dient zum Ein- oder Ausschalten des Lasteingangs. 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 **A3** 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 Last- und Sense-Anschlüsse

Je nach Modell sind die Lastanschlüsse **A4** als Sicherheitsbuchsen oder als verzinnte Flachkupferschienen ausgeführt.

Informationen zum Anschluss der Last- und Sense-Leitungen findet man im Kapitel 2.3 Anschluss des Prüflings.

#### 3.1.5 Netzschalter

Mit dem Netzschalter **A6** schalten Sie die elektronische Last ein und aus. In gedrückter Position () ist das Gerät eingeschaltet. In ungedrückter Position () ist das Gerät ausgeschaltet.

## 3 Basics of Local Operation

### 3.1 Control Elements

#### 3.1.1 Touchscreen

The graphical touchscreen **A1** is the core element of the user interface and is used for easy device operation. It shows the different main windows, menus and dialog windows and allows user input via graphical control widgets.

#### 3.1.2 Key "Input"

The "Input" key **A2** activates or deactivates the load input. The load input state toggles with each keystroke between "ON" and "OFF".

#### 3.1.3 Rotary Encoder "Setting"

The rotary encoder **A3** is used to change numerical values in edit widgets. Turn clockwise to increase the decimal digit marked by a blinking cursor. Turning counterclockwise decrements the decimal digit. Pressing the rotary encoder moves the blinking cursor one decimal place to the left.

#### 3.1.4 Load and Sense Terminals

Depending on the model, the load terminals **A4** are configured as safety socket or as tinned flat copper bar.

Information about connecting the load and sense lines can be found in the chapter 2.3 Connection of the Device Under Test (DUT).

#### 3.1.5 Mains Switch

Use the mains switch **A6** to switch the electronic load on and off. In pushed position () the power is switched on. In released position () the power is switched off.

## 3.1.6 USB-Buchse

## 3.1.6.1 USB-Stick

An die USB-Buchse **A7** (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 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 Formatierungs-Tool.

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

## 3.1.6 USB Socket

## 3.1.6.1 USB Flash Drive

The USB socket **A7** (USB embedded host interface) is used to communicate with FAT16 and FAT32 formatted USB flash drives (mass storage devices). A connected and properly enumerated USB flash drive is indicated by a USB symbol in the status bar.

The USB interface is used for the following functions:

- measurement data logging
- importing setting values for executing a load profile
- exporting measurement data from the internal memory
- exporting/importing the user manual from/to the internal memory
- updating the firmware



The following USB flash drives were tested:

- Intenso Alu Line 4GB USB2.0 FAT32
- Intenso Alu Line 32GB USB2.0 FAT32
- Intenso Speed Line 8GB USB3.0 FAT32
- Intenso Ultra Line 32GB USB3.0 FAT32
- Sandisk Ultra USB 3.0 64 GB
- Transcend Jetflash 700 USB 3.1 64 GB
- Verbatim Onestripe USB 3.0 128 GB

Only FAT16 and FAT32 formatted USB flash drives can be used. exFat and NTFS formatted USB flash drives are not compatible. Windows only offers the possibility to format NTFS and exFAT on 64 GB USB flash drives. Therefore use a suitable formatting tool.

Other USB flash drives should also be compatible, but H&H cannot guarantee this.



## 3.1.6.2 USB-Maus

Zur einfacheren Bedienung der Last im Laborbetrieb kann an die USB-Buchse **A7** (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.

## 3.1.7 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)

## 3.1.6.2 USB Mouse

For easier operation of the device in laboratory environments, a wired standard mouse can be connected to the USB socket **A7** (USB embedded host interface). Pressing the left mouse button corresponds to a normal touch event. If an Edit Widget (see 3.5.3) is focused, the marked decimal place can be changed with the mouse wheel. Pressing the mouse wheel moves the blinking cursor one position to the left. The mouse wheel thus has the same function as the Rotary Encoder “Setting” (see 3.1.3).



When using a mouse, it is no longer possible to connect a USB flash drive. The USB interface does not support a USB hub.

## 3.1.7 Buzzer

The buzzer is used for acoustic signalling of

- an error event (a short beep is generated for each event)
- an alarm for critical system states (partially adjustable)
- an encoder input (adjustable)

## 3.2 Aufbau des Touchscreens

Der Touchscreen dient zur Interaktion des Benutzers mit dem Gerät und gliedert sich in 3 Bereiche.

## 3.2 Structure of the Touchscreen

The touchscreen serves for the interaction with the user and is divided into 3 sections.

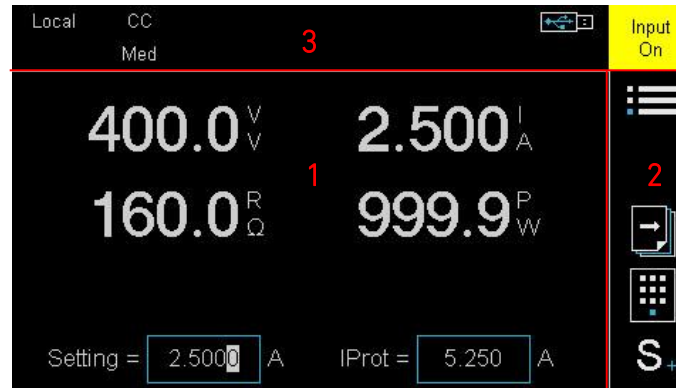


Abbildung 3.1: Gliederung des Touchscreen  
Figure 3.1: Touchscreen division

- 1: Hauptbereich
- 2: Rechte Seitenleiste
- 3: Statusleiste

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.

- 1: main section
- 2: right sidebar
- 3: status bar

In addition, pop-up windows are displayed on the touch screen for specific events to provide the user with additional information. A detailed description of these pop-up windows can be found in the chapter 3.6 Pop-Up Windows.

### 3.2.1 Hauptbereich

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

### 3.2.1 Main Section

This section displays the various main, menu and dialog windows.

## 3.2.1.1 Hauptfenster

## 3.2.1.1 Main Window

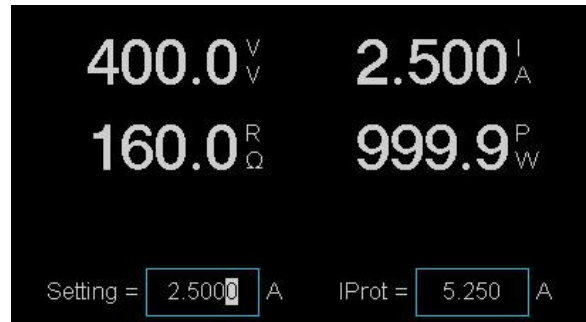


Abbildung 3.2: Hauptfenster  
Figure 3.2: Main window

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 aktiviert werden:



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

Depending on the view selected, the main window displays different measurement values and allows important setting values to be changed, which take effect immediately.

The main window is displayed after starting the electronic load and can be activated in a menu or dialog window by pressing the following button:



A detailed description of the individual views can be found in the chapter 3.3 Main Views.

## 3.2.1.2 Menüfenster

## 3.2.1.2 Menu Window

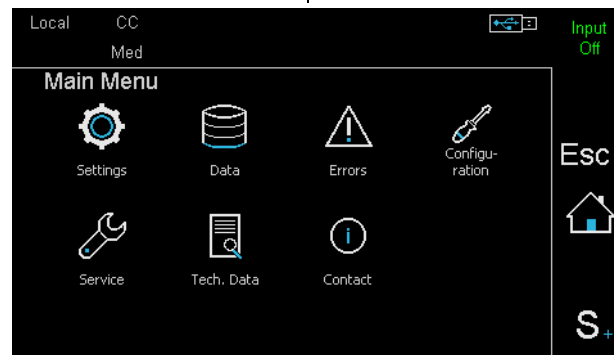


Abbildung 3.3: Menüfenster

Figure 3.3: Menu window

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.

A menu window allows to open another menu or dialog window. Each menu window contains menu items in the form of icons that can be selected by touching them on the touchscreen. If there are more than 8 menu items, the menu can be scrolled with vertical swipe movements.

Pressing the "Esc" button closes the current menu window and switches to the previous menu or main window.

A detailed description of the individual menu items can be found in the chapter 3.7 Menu Structure.

## 3.2.1.3 Dialogfenster

## 3.2.1.3 Dialog Window

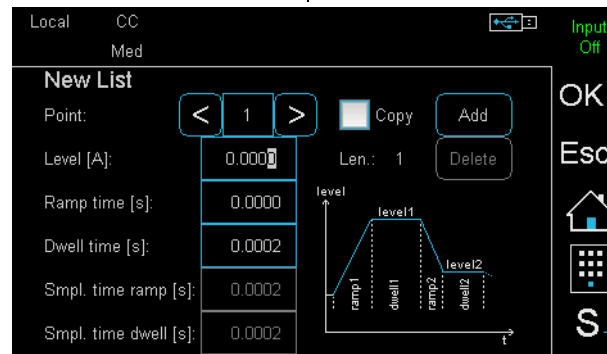


Abbildung 3.4: Dialogfenster  
Figure 3.4: Dialog screen

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.

Dialog windows allow you to view and adjust setting values for functions using various graphical control elements.

The dialog window is exited using the "OK" or "Esc" buttons. "OK" accepts the changes, while "Esc" rejects the changes.

A detailed description of the graphical control elements can be found in the chapter 3.5 Graphical Control Elements.

## 3.2.2 Rechte Seitenleiste

## 3.2.2 Right Sidebar



Abbildung 3.4: Rechte Seitenleiste  
Figure 3.4: Right sidebar

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

This sidebar displays important buttons for navigation and quick device operation (e. g. menu, virtual keyboard etc.).

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

The symbols of this sidebar are described in the chapter 3.4 Graphical Control Elements for Navigation.

### 3.2.3 Statusleiste

### 3.2.3 Status Bar



Abbildung 3.5: Statusleiste  
Figure 3.5: Status bar

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)
- Regelgeschwindigkeit (Slow, Medium, Fast)
- 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 (  )
- Aktivierte Tastensperre (  oder  )
- Enumerierter USB-Stick (  )

Eine detaillierte Beschreibung der angezeigten Statussignale findet man in 5.10.16 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).

## 3.3 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.

In this bar, operation states and status signals are displayed independent of menu and dialog windows. Examples:

- control source (Local, RS-232, USB, CAN, LAN, GPIB)
- activation state of the load input (On, Off)
- operating mode of regulation (CC, CV, CR, CP)
- regulation speed (slow, medium, fast)
- activation status of the external control via the I/O port (external)
- operation, questionable, function and service status
- status of the error queue (ERR)
- system unit mode (Master, Slave)
- control of a function by the UI (  )
- activated key lock (  or  )
- enumerated USB flash drive (  )

A detailed description of the displayed status signals can be found in 5.10.16 STATus Subsystem.



By touching the status bar, the status window opens, in which all active status signals are listed in a table (see 3.6.7 Status Overview).

## 3.3 Main Views

The main views are usually displayed during the loading of a device under test. They provide an overview of important measurement values and their history and allow the entry of setting values.



## 3.3.1 Hauptansicht mit numerischen Messwerten

## 3.3.1 Main View with Numeric Measurement Values

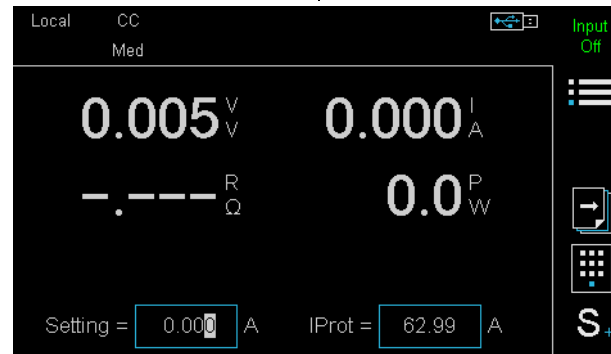


Abbildung 3.6: Hauptansicht  
Figure 3.6: Main View

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 Strombegrenzung während der Belastung verändert werden. Änderungen dieser Werte werden unmittelbar übernommen.

In this main view, the following measurement values are displayed:

- input voltage (in volts)
- input current (in amps)
- input resistance (in ohms)
- input power (in watts)

Furthermore, the setting values for the regulation and current protection can be changed here during the load operation. The changes to these values are applied immediately.

## 3.3.2 Hauptansicht Yt-Graph

## 3.3.2 Main View Yt Graph

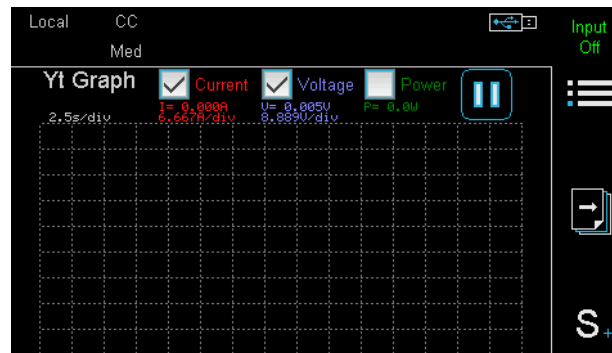


Abbildung 3.7: Zeitlicher Verlauf von U und I bei ausgeführter Liste  
Figure 3.7: Temporal course of V and I during list execution

In dieser Hauptansicht wird der zeitliche Verlauf von gemessenen Strom-, Spannungs- und Leistungssignalen dargestellt. Die einzelnen Signale können mit Hilfe von Markierungsfeldern angezeigt oder ausgeblendet werden. Unter den Markierungsfeldern werden die aktuellen Messwerte und die vertikale Auflösung der Messsignale angezeigt. Die zeitliche Auflösung und die Auflösungen der einzelnen Messsignale können im Dialogfenster Main Menu -> Settings -> Yt graph settings verändert werden. Außerdem kann mit dem Pause-Icon in der rechten oberen Ecke die Aktualisierung dieser Anzeige pausiert werden. Ein erneutes Drücken dieser Taste reaktiviert die Aktualisierung der Anzeige.

In this main view, the temporal course of measured current, voltage and power signals is displayed. The individual signals can be displayed or hidden using checkboxes. The measurement values and the vertical resolution of the measurement signals are displayed below the checkboxes. The temporal resolution and the resolutions of the individual measurement signals can be changed in the dialog window Main Menu -> Settings -> Yt graph settings. Furthermore the updating of this view can be paused with the "Pause" icon in the upper right corner. Pressing this key again reactivates the display update.

## 3.3.3 Funktionsspezifische Hauptansichten

## 3.3.3 Function-specific Main Views

Für wichtige Funktionen stehen funktionsspezifische Hauptansichten zur Verfügung, 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).

Function-specific main views are available for important functions, which display important measurement and status values and allow important setting values to be changed when the function is activated. The changes of these values are applied immediately.

Depending on the function, its execution can be started with the shortcut combination S+ -> Start and ended with S+ -> Stop (see 3.4.7 Shortcut icon).

### 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 Graphical Control Elements for Navigation

Graphical control elements for navigation are displayed in the right sidebar depending on the window displayed in the main area. They allow you to navigate between the main, menu, and dialog windows.

#### 3.4.1 Main Menu Icon

This icon is displayed with active main windows and allows to open the main menu.

#### 3.4.2 Main Screen Icon

This icon is displayed with most menu and dialog windows and allows to switch directly to the main window. Changes in dialog windows are discarded.

#### 3.4.3 Main View Icon

This page turn icon is displayed if several main views are available and a switch of these views is possible (see 3.3 Main Views).

#### 3.4.4 Virtual Keypad Icon

This icon is displayed whenever a numeric edit widget is in editing mode. It allows the direct input of a numeric decimal or floating point value. The virtual keypad also opens by double-touching the edit widget.



## 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.

## 3.4.5 OK Icon

This icon is mainly displayed with dialog windows in which changes to setting values are possible. After pressing this icon, the changes are applied and the previous window is displayed.



## 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.

## 3.4.6 Esc Icon

This icon is mainly displayed with menu and dialog windows and is used to exit the currently displayed window. Changes in dialog windows are discarded.



## 3.4.7 Symbol für Shortcut-Auswahl

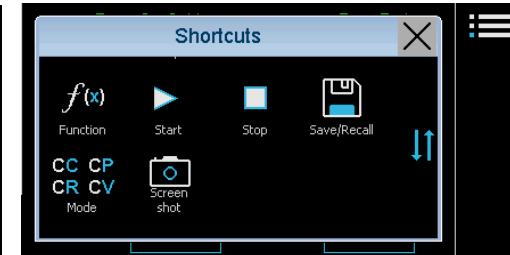
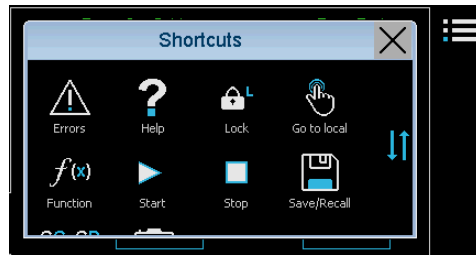
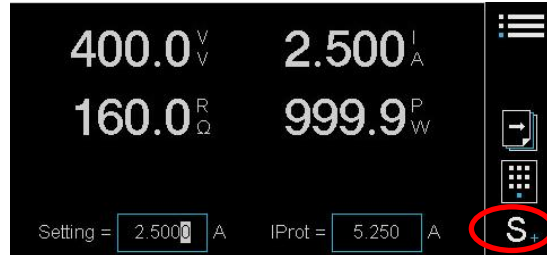


Abbildung 3.8: Shortcut-Symbol (links) und Shortcut-Liste  
Figure 3.8: Shortcut symbol (left) and shortcut list

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 die lokale Bedienung
- Wechsel zur lokalen Bedienung
- Aufruf des Untermenüs "Function"
- Starten einer vorkonfigurierten Funktion

The shortcut icon is displayed with main, menu and dialog windows. It opens a window with shortcuts that allows to quickly select important functions and dialog windows.

- Display of error queue entries
- Display help window for the current dialog or menu window
- Keylock for local operation
- Change to local operation mode
- Calling the "Function" submenu
- Starting a previously configured function

- Stoppen einer laufenden Funktion
- Aufruf des Menüfensters "Mode"
- Erzeugung eines Screenshots

### 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 mit der Einheit angezeigt.

#### 3.5.2 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

- Stopping a running function
- Calling the "Mode" menu window
- Creation of a screenshot

### 3.5 Graphical Control Elements for Input and Output

Graphical control elements for input and output appear in the main and dialog windows and are used for interaction with the device. They are identified by blue frames, blue sub-areas or blue nuances in a symbol.

#### 3.5.1 Measurement Widget

The measurement widget displays a formatted measurement value. In most cases, the corresponding symbol with the unit is displayed next to the value.

#### 3.5.2 Graph Widget

The graph widget is used for the optical representation of an Yt or XY diagram. For example, it is used to display the time course of a measurement signal.

#### 3.5.3 Edit Widget

400.0 V

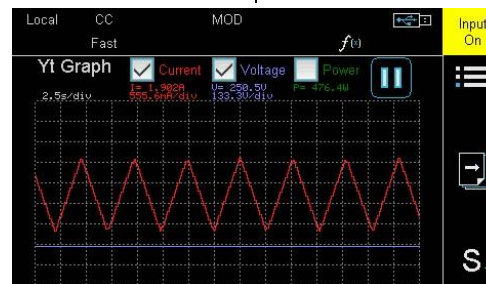


Abbildung 3.9: Graphanzeige  
Figure 3.9: Graph widget

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.

This element is used to enter or change numerical values. It is represented by an angular blue frame with a numerical value. The edit widget can be operated in two different ways.

#### Rotary encoder:

An edit widget can be set to editing mode by touching it. The editing mode is indicated by a blinking cursor at the decimal digit touched. This decimal digit can now be changed by turning the rotary encoder. In the event of an overflow or underflow, the adjacent decimal digit is incremented or decremented. Pressing the rotary encoder moves the cursor one digit to the left. Now the value of this digit can be changed, etc.

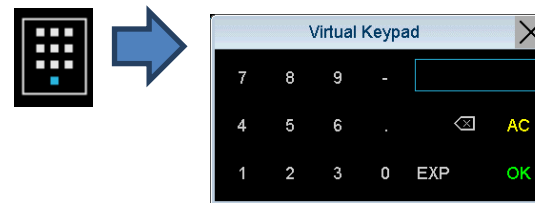


Abbildung 3.10: Tastenfeldsymbol und virtuelles Tastenfeld  
Figure 3.10: Keypad icon and virtual keypad

#### 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.

#### Virtual keypad:

When an edit widget is in editing mode, a keypad icon appears on the right sidebar. Touching this icon opens the virtual keyboard. This keyboard can be used to enter a numeric value directly. With the button "AC" the complete input is deleted. "OK" accepts the input, "Esc" rejects it.



Das virtuelle Tastenfeld kann auch mit einem „Doppel-Touch“ auf das entsprechende Eingabefeld aufgerufen werden.



The virtual keypad can also be opened by "double-touching" on the corresponding edit widget.

### 3.5.4 Schaltfläche

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.



### 3.5.4 Button Widget

The button widget is operated by touch. It is marked by a rounded blue frame with text. After releasing the button, the corresponding action is executed.

## 3.5.5 Markierungsfeld



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

## 3.5.5 Checkbox Widget



The checkbox widget is operated by touch. This causes the check mark, which represents the state of the checkbox to be shown or hidden.

## 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 klappt ein.

## 3.5.6 Dropdown Widget



The dropdown widget is operated by touch. It is marked by a rounded blue frame and a small triangle. After touching the dropdown widget, a selection list with predefined entries is opened. If there are many entries in the selection list, the list can be scrolled by a swipe gesture. The selected list entry has a blue font color and is marked with a blue rectangle. By pressing on an entry it is taken over and the selection list collapses.

## 3.5.7 Schieberegler

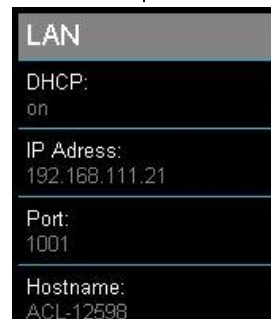


Der Schieberegler kann durch Berührung, durch eine Wischgeste oder mit dem Drehgeber bedient werden.

## 3.5.7 Slider Widget

The slider widget can be operated by a touch, swipe gesture or by the rotary encoder.

## 3.5.8 Listenansicht

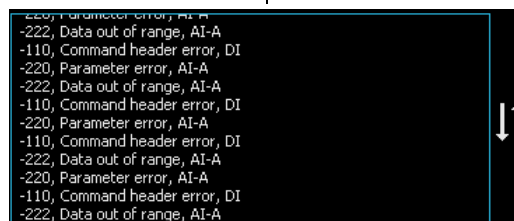


Die Listenansicht dient zur Anzeige von "read only"-Informationen. Die Listenansicht kann durch eine Wischgeste vertikal gescrollt werden.

## 3.5.8 Swipelst Widget

The swipelst widget is used to display "read only" information. The swipelst widget can be scrolled vertically by a swipe gesture.

## 3.5.9 Vereinfachte Listenansicht

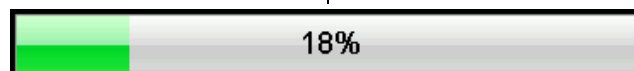


Die vereinfachte Listenansicht dient zur Anzeige von "read only"-Informationen. Wenn viele Listeneinträge vorhanden sind, werden rechts neben der vereinfachten Listenansicht zwei Pfeile eingeblendet, die signalisieren, dass die Liste mit einer Wischgeste vertikal gescrollt werden kann.

## 3.5.9 Simplified Swipelst Widget

The simplified swipelst widget is used to display "read only" information. If there are many list entries, two arrows appear to the right hand side of the simplified swipelst widget in order to indicate that the list can be scrolled vertically by a swipe gesture.

## 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.

## 3.5.10 Progress Bar

The progress bar is used to visually display the progress of a time-limited action. In addition, the percentage progress is displayed as a decimal number on the progress bar.



### 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

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

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

### 3.6 Pop-Up Windows

Pop-up windows are displayed above the currently displayed main, menu or dialog window. They are used to display information for the user (e.g. about errors) or to have the user confirm an action.

#### 3.6.1 Error Window

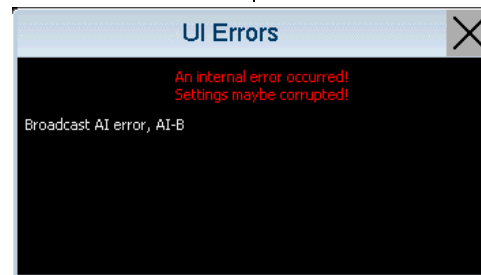


Abbildung 3.11: Fehlerfenster  
Figure 3.11: Error window

This window is displayed if an unexpected error or an error during local operation occurred. The errors are displayed in plain text.

This window can be closed by pressing the "X" or "Esc" button.

#### 3.6.2 Notification Window

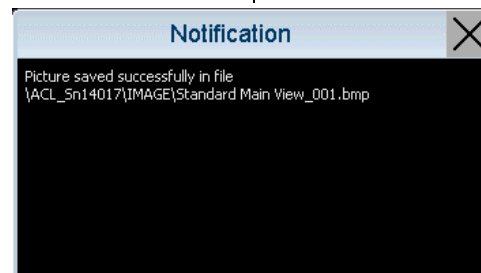


Abbildung 3.12: Benachrichtigungsfenster  
Figure 3.12: Notification window

This window is displayed to inform the user about events, e.g. when a USB flash drive has been detected.

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

The window is closed after a short display period or can previously be closed by pressing the "X" or "Esc" buttons.

### 3.6.3 Notification Window in Remote Operation

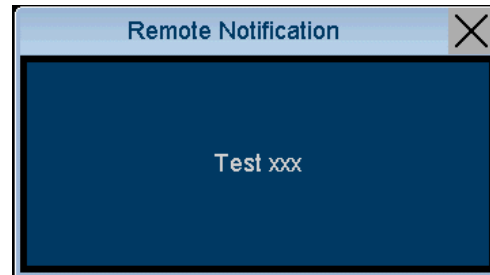


Abbildung 3.13: Benachrichtigungsfenster im Fernsteuerbetrieb  
Figure 3.13: Notification window in remote operation

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 "" ausgeblendet wird.

This window is displayed if a text has been sent to the device with the SCPI command DISP:TEXT via one of the digital data interfaces.

The window is displayed until it is removed by pressing the "X" button, redrawing the displayed screen or by the SCPI command DISP:TEXT "".

### 3.6.4 Warnfenster

### 3.6.4 Warning Window

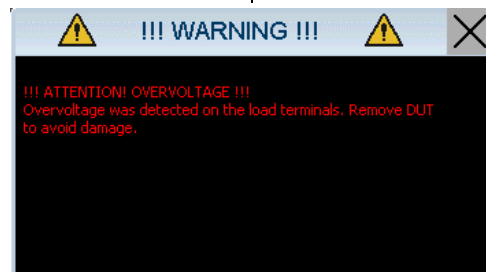


Abbildung 3.14: Warnfenster  
Figure 3.14: Warning window

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).

This window is displayed to inform the user about dangerous system conditions that can destroy the load and injure humans (e.g. inadmissible overvoltage at load input).

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 solange angezeigt, bis der Benutzer sie aktiv mit der Taste "Esc" quittiert.

The window is permanently displayed as long as the dangerous system condition is present. This warning cannot be closed during this time. After the dangerous system condition no longer exists, the warning remains displayed until the user actively closes it with the "Esc" key.

### 3.6.5 Hilfefenster

### 3.6.5 Help Window

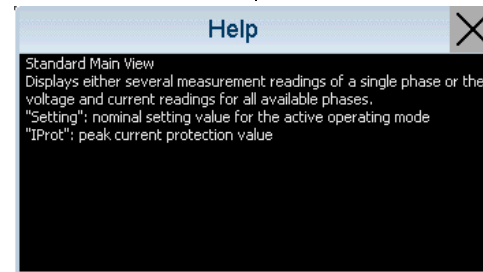


Abbildung 3.15: Hilfefenster  
Figure 3.15: Help window

Dieses Fenster wird nach der Auswahl von S+ -> Help eingeblendet. Es enthält eine kurze Erläuterung des angezeigten Menü- oder Dialogfensters. Die Sprache der Hilfe-Texte kann im Menü *Main Menu -> Configuration -> User interface -> Help language* umgestellt werden (deutsch oder englisch).

This window appears after selecting S+ -> Help. It contains a short explanation of the displayed menu or dialog window. The language of the help texts can be selected in the menu *Main Menu -> Configuration -> User interface -> Help language* (German or English).

### 3.6.6 Bestätigungsfenster

### 3.6.6 Confirmation Window

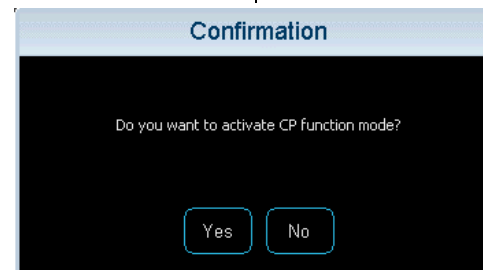


Abbildung 3.16: Bestätigungsfenster  
Figure 3.16: Confirmation window

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

This window is displayed to ask the user whether a subsequent action should be performed.

## 3.6.7 Statusübersicht

## 3.6.7 Status Overview

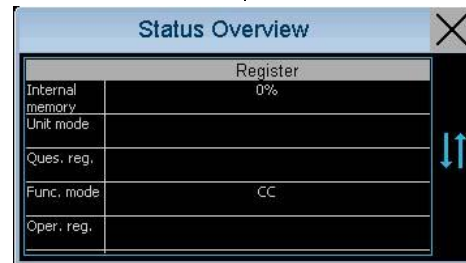


Abbildung 3.17: Statusübersicht  
Figure 3.17: Status overview

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 5.10.16 STATus-Subsystem zu finden.

This window is displayed after touching the status bar. It contains an indication of the current fill level of the internal memory for measurement data and an overview of all active status signals.

A detailed description of the displayed status signals can be found in 5.10.16 STATus Subsystem.

## 3.7 Menüstrukturplan

## 3.7 Menu Structure

| Main Menü Einträge<br>(Level 1) | Menü Einträge<br>(Level 2) | Menü Einträge<br>(Level 3)     | Menü Einträge<br>(Level 4)  |
|---------------------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Main Menu                       | Settings menu              | Basic settings menu            | CC (Constant Current)       |
|                                 |                            |                                | CP (Constant Power)         |
|                                 |                            |                                | CR (Constant Resistance)    |
|                                 |                            |                                | CV (Constant Voltage)       |
|                                 |                            |                                |                             |
|                                 |                            | External control <sup>1)</sup> |                             |
|                                 |                            | Protection                     |                             |
|                                 |                            | Cooling                        |                             |
|                                 |                            | Speed                          |                             |
|                                 |                            | Zero voltage                   |                             |
|                                 |                            | Function menu                  | Edit rectangular            |
|                                 |                            |                                | New list                    |
|                                 |                            |                                | Edit list                   |
|                                 |                            |                                | Import list from USB        |
|                                 |                            |                                | List settings               |
|                                 |                            |                                |                             |
|                                 |                            |                                | Initialize                  |
|                                 |                            |                                |                             |
|                                 |                            |                                |                             |
|                                 | Data menu                  | Discharge                      |                             |
|                                 |                            | Ri measurement                 |                             |
|                                 |                            | Modulator                      |                             |
|                                 |                            | MPPT                           | Graph                       |
|                                 |                            | Trigger                        |                             |
|                                 |                            |                                |                             |
|                                 |                            |                                |                             |
|                                 |                            |                                |                             |
|                                 |                            |                                |                             |
|                                 |                            | Acquisition                    |                             |
|                                 |                            | Yt graph settings              |                             |
|                                 |                            | Save/Recall                    | Import from USB flash drive |
|                                 |                            | Reset                          |                             |
|                                 |                            | Export                         |                             |
|                                 | Errors                     | Graphical data viewer          |                             |
|                                 |                            | USB data logging               |                             |
|                                 |                            |                                |                             |
|                                 | Configuration menu         | Power-on                       |                             |
|                                 |                            | Master/Slave                   |                             |
|                                 |                            | Communication menu             | RS-232                      |
|                                 |                            |                                | USB VCP                     |

|  |                         |                     |                            |                   |
|--|-------------------------|---------------------|----------------------------|-------------------|
|  |                         |                     | LAN                        | LAN Configuration |
|  |                         |                     |                            | LAN Status        |
|  |                         |                     | CAN                        |                   |
|  |                         |                     | GPIB <sup>2)</sup>         |                   |
|  |                         | 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 |                   |
|  | Power stage temperature |                     |                            |                   |
|  |                         | H&H Service         |                            |                   |
|  | Technical data          |                     |                            |                   |
|  | Contact                 |                     |                            |                   |

<sup>1)</sup> "External Control" wird nur angezeigt, wenn der optionale I/O-Port verbaut ist.

<sup>2)</sup> „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).

<sup>1)</sup> "External Control" is only displayed if the optional I/O port is installed.

<sup>2)</sup> "GPIB" is only displayed if the optional GPIB interface is installed.

### 3.8 Help for Dialog and Menu Windows



For an explanation of the individual dialog and menu windows there is a device-internal help system (see 3.6.5 Help Window).

## 4 Funktionen

In diesem Kapitel werden Grund- und Spezialfunktionen der Quelle-Senke beschrieben. Am Ende der Funktionsbeschreibung werden die verschiedenen Möglichkeiten angegeben, die entsprechende Funktion zu steuern:

- Lokale Bedienung
- Digitale Fernsteuerung
- Externe Steuerung

### 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 Functions

In this chapter the source-sink's basic and special functions are described. With each function description the various possibilities are given for controlling the corresponding function:

- Local operation
- Digital remote control
- External control

### Local Operation

The local operation is done via the user interface on the front panel of the device (see 3 Basics of Local Operation).

At the user interface, special functions are arranged in the menu "Function"  $f(x)$ . These functions are each defined in a separate dialog. Starting and stopping is done with the shortcut S+ -> Start or S+ -> Stop. If a special function has been defined, this terminates any other function that may already be running.

### Digital Remote Control

The digital remote control is done by one of the data interfaces on the rear side of the device (see 5 Digital Remote Control). Local operation and digital remote control are mutually exclusive: after switching on the device, local operation is automatically activated, after receiving a SCPI command via one of the data interfaces, the device automatically switches to digital remote control.

### External Control

External control is done by the optional I/O port on the rear side of the device (see 6 External Control via I/O Port). The external control is independent of the local operation and digital remote control and is configured via the menu *Main Menu -> Settings -> Basic settings -> Ext. control* or the corresponding SCPI commands. Specific setting values (e.g. setting value for output state) can be controlled by analog and digital input signals.

## 4.1 Grundbetriebsarten und Sollwerte

Die elektronische Last bietet vier Grundbetriebsarten:

- Strombetrieb
- Leistungsbetrieb
- Widerstandsbetrieb
- Spannungsbetrieb

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 Grundbetriebsart wird der jeweils zuletzt vorgegebene Sollwert für die neue Grundbetriebsart wieder eingeregelt.



Der Lasteingang wird beim Wechsel der Grundbetriebsart NICHT deaktiviert, auch nicht vorübergehend. Bei Änderung der Grundbetriebsart können deshalb für den Prüfling gefährliche Situationen entstehen, die zu dessen Beschädigung oder Zerstörung führen können.

Um beim Wechsel der Grundbetriebsart keine für den angeschlossenen Prüfling unzulässigen Zustände zu erhalten, empfehlen wir, den Lasteingang vor Wechsel der Grundbetriebsart auszuschalten und erst nach Einstellen der neuen Grundbetriebsart wieder einzuschalten.

## 4.1 Basic Operating Modes and Settings

The electronic load can work in four different basic operating modes:

- Current mode
- Power mode
- Resistance mode
- Voltage mode

The active operating mode of the regulation is specified by the basic operating mode or an active function (e.g. list function). If the load input is switched on without activated functions or if a function is deactivated when the load input is switched on, the basic operating mode is used.

When changing the basic operating mode the last setting value for the new basic operating mode is regulated again.



The load input is NOT deactivated when changing the basic operating mode, not even temporarily. Because of this changing the basic operating mode can cause dangerous situations which can damage or destroy the device under test.

To avoid improper settings for the device under test while the operating mode is changed we recommend switching off the load input before changing the mode and switching it on again after the mode change has been performed.



## 4.1.1 Strombetrieb

## 4.1.1 Current Mode

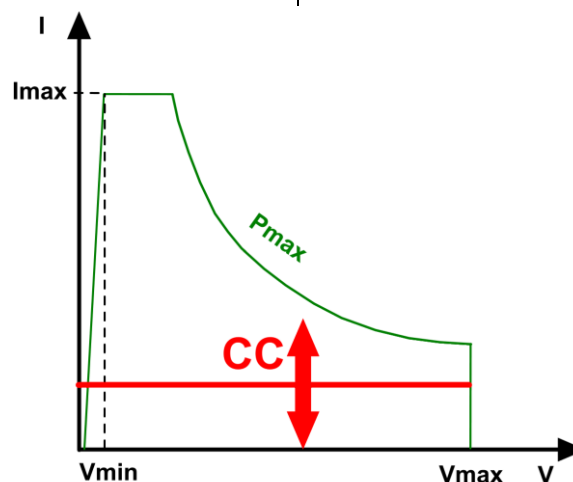


Abbildung 4.1: Strombetrieb (CC)

Figure 4.1: Current mode (CC)

Im Strombetrieb regelt die elektronische Last den Eingangsstrom unabhängig von der Eingangsspannung auf den vorgegebenen Sollwert. Änderungen der Eingangsspannung haben keinen Einfluss auf den Eingangsstrom. Diese Grundbetriebsart wird aufgrund der Regelung auch Konstantstrombetrieb (Constant Current, CC) genannt.

Lokale Bedienung:

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

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.10.2 CURRent-Subsystem.

Externe Steuerung:

Siehe 6 Externe Steuerung über I/O-Port.

Using the current mode the electronic load regulates the input current independent of the input voltage to the specified setting level. Changes of the input voltage don't have any effect on the input current. This basic operating mode is also called Constant Current (CC) due to the current regulation.

Local operation:

Main Menu -> Settings -> Basic Settings -> Mode -> Constant current  
Edit widget "Setting": enter setting value for the input current.  
Confirm with "OK".

Digital remote operation:

See 5.10.2 CURRent Subsystem.

External control:

See 6 External Control via I/O Port.

## 4.1.2 Leistungsbetrieb

## 4.1.2 Power Mode

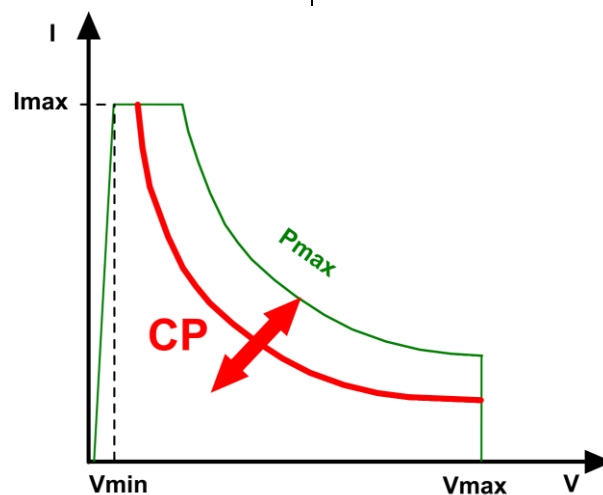


Abbildung 4.2: Leistungsbetrieb (CP)

Figure 4.2: Power mode (CP)

Im Leistungsbetrieb wird die Eingangsleistung  $P$  per Software durch Anpassung des Laststroms  $I$  bei einer vorgegebenen Eingangsspannung  $U$  geregelt. Durch eine Erhöhung/Verminderung des Eingangsstroms  $I$  erhöht/vermindert sich die Eingangsleistung  $P$  gemäß der Beziehung  $P = U \cdot I$ . Diese Grundbetriebsart wird aufgrund der Regelung auch Konstantleistungsbetrieb (Constant Power, CP) genannt.

Die Reglerparameter sind nichtflüchtig in der elektronischen Last gespeichert und können angepasst werden (siehe 9.2 Geräteparameter).

#### Reglerparameter $K_p$

Dieser Parameter bestimmt 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, ist darauf zu achten, dass die Regelung in allen Betriebssituationen stabil bleibt.

In power mode the input power  $P$  is controlled by software by adjusting the input current  $I$  at a given input voltage  $V$ . By increasing/decreasing the input current  $I$ , the input power  $P$  is increased/decreased in accordance with the relation  $P = V \cdot I$ . This basic operating mode is also called Constant Power (CP) due to the power regulation.

The control parameters are nonvolatily saved in the electronic load and can be changed (see 9.2 Device Parameters).

#### Control parameter $K_p$

This parameter determines the proportional part of the PI controller. This parameter has the standard value 0 and therefore deactivates the proportional part of the software-based PI controller. If you increase this value to accelerate the controller then you must ensure that the controller works stable in all operation situations.

Reglerparameter Ki

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



Quellen mit Konstantstromausgang können nicht im Leistungsbetrieb belastet werden, wenn der geregelte Strom den der Quelle übersteigt. Wenn die an der elektronischen Last eingestellte Leistung die der Quelle übersteigt, kommt es zu einem Kippeffekt in den Kurzschluss!

Lokale Bedienung:

*Main Menu -> Settings -> Basic Settings -> Mode -> Constant power*  
Eingabefeld „Setting“: Sollwert für die Eingangsleistung eingeben.  
Mit „OK“ bestätigen.

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.10.11 POWer-Subsystem.

Externe Steuerung:

Nicht möglich.

Control parameter Ki

This parameter determines the integral part of the PI controller and is significantly dependent on the internal resistance of the source. If you increase this value to accelerate the controller then you must ensure that the controller works stable in all operation situations.



Sources with constant current regulated output cannot be loaded in constant power mode if the regulated current is higher than the source's current.

If the power set on the electronic load exceeds that of the source, the load circuit will flip over into short-circuit!

Local operation:

*Main Menu -> Settings -> Basic Settings -> Mode -> Constant power*  
Edit widget "Setting": enter setting value for the input power.  
Confirm with "OK".

Digital remote operation:

See 5.10.11 POWer Subsystem.

External control:

Not available.

## 4.1.3 Widerstandsbetrieb

## 4.1.3 Resistance Mode

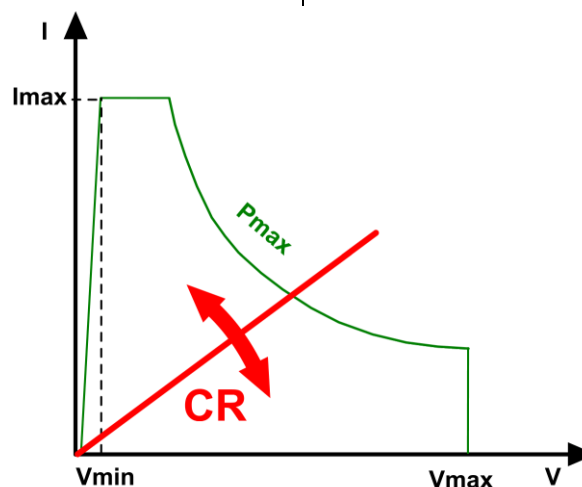


Abbildung 4.3: Widerstandsbetrieb (CR)

Figure 4.3: Resistance mode (CR)

Im Widerstandsbetrieb regelt die elektronische Last den Eingangswiderstand auf den vorgegebenen Sollwert, indem der Eingangsstrom in Abhängigkeit der Eingangsspannung gemäß dem Ohm'schen Gesetz eingestellt wird. Diese Grundbetriebsart wird aufgrund der Regelung auch Konstantwiderstandsbetrieb (Constant Resistance, CR) genannt.



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

Lokale Bedienung:

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

Eingabefeld „Setting“: Sollwert für den Eingangswiderstand eingeben. Mit „OK“ bestätigen.

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.10.13 RESistance-Subsystem.

Externe Steuerung:

Nicht möglich.

Using the resistance mode the electronic load regulates the input resistance to the specified setting level by setting the input current dependent on the measured input voltage according to Ohm's law. This basic operating mode is also called Constant Resistance (CR) due to the resistance regulation.



In contrast to a real ohmic resistance, the current of the electronic load can follow the voltage only with a limited control speed.

Local operation:

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

Edit widget "Setting": enter setting value for the input resistance. Confirm with "OK".

Digital remote operation:

See 5.10.13 RESistance Subsystem.

External control:

Not available.

## 4.1.4 Spannungsbetrieb

## 4.1.4 Voltage Mode

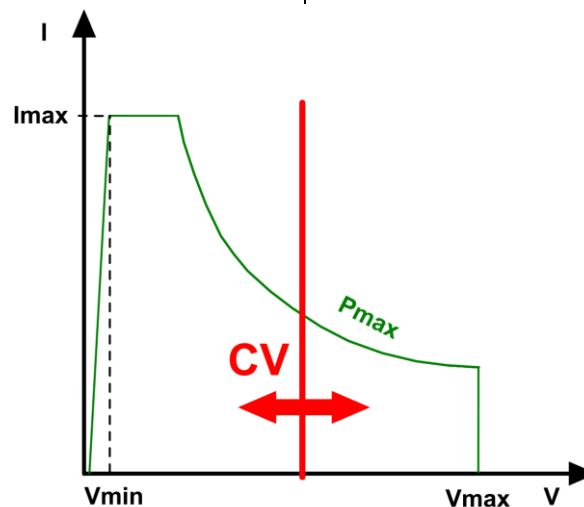


Abbildung 4.4: Spannungsbetrieb (CV)  
Figure 4.4: Voltage mode (CV)

Im Spannungsbetrieb regelt die elektronische Last die Eingangsspannung auf den vorgegebenen Sollwert, indem sie den Eingangsstrom anpasst, bis sich durch den Innenwiderstand oder die Strombegrenzung des Prüflings die gewünschte Spannung einstellt. Diese Grundbetriebsart wird aufgrund der Regelung auch Konstantspannungsbetrieb (Constant Voltage, CV) genannt.

Lokale Bedienung:

Main Menu -> Settings -> Basic Settings -> Mode -> Constant voltage  
Eingabefeld „Setting“: Sollwert für die Eingangsspannung eingeben.  
Mit „OK“ bestätigen.

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.10.19 VOLTage-Subsystem.

Externe Steuerung:

Siehe 6 Externe Steuerung über I/O-Port.

## 4.1.5 Sollwerte für die Grundbetriebsarten

Für jede Grundbetriebsart kann der entsprechende, sofort einzu-  
regelnde Sollwert vorgegeben werden.

Using the voltage mode the electronic load regulates the input voltage to the specified setting level by adjusting the input current until the desired voltage is reached, either due to the internal impedance or the current limitation of the unit under test. This basic operating mode is also called Constant Voltage (CV) due to the voltage regulation.

Local operation:

Main Menu -> Settings -> Basic Settings -> Mode -> Constant voltage  
Edit widget "Setting": enter setting value for the input voltage.  
Confirm with "OK".

Digital remote operation:

See 5.10.19 VOLTage Subsystem.

External control:

See 6 External Control via I/O Port.

## 4.1.5 Settings for Basic Operating Modes

In each basic operating mode a corresponding immediate setting value  
can be specified.

Wird die Grundbetriebsart gewechselt, so wird der zugehörige Sollwert automatisch eingeregelt. Wird ein Sollwert für eine Grundbetriebsart vorgegeben, die gerade nicht aktiv ist, wird der Sollwert gespeichert und beim nächsten Wechsel in diese Grundbetriebsart eingeregelt.

Wurde bisher noch kein Sollwert für eine Grundbetriebsart vorgegeben, stellt das Gerät einen Standardwert ein, der einen möglichst geringen Stromfluss verursacht.

#### Lokale Bedienung:

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

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

#### Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.10.2 CURRent-Subsystem,  
5.10.11 POWer-Subsystem,  
5.10.13 RESistance-Subsystem,  
5.10.19 VOLTage-Subsystem.

#### Externe Steuerung:

Siehe 6 Externe Steuerung über I/O-Port.

### 4.1.6 Getriggerte Sollwerte für die Grundbetriebsarten

Neben dem sofort einzuregelnden Sollwert gibt es für jede Grundbetriebsart einen getriggerten Sollwert, der bei Eintreten eines Trigger-Ereignisses den sofort einzuregelnden Sollwert überschreibt. Der getriggerte Sollwert der aktiven Grundbetriebsart wird dann sofort aktiv. In den momentan nicht aktiven Grundbetriebsarten überschreibt der getriggerte Sollwert den sofort einzuregelnden Sollwert und wird aktiv, wenn die jeweilige Grundbetriebsart aktiv wird.

Sobald ein Sollwert getriggert wurde, haben weitere Trigger keinen Effekt auf den sofort einzuregelnden Sollwert, 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 sofort einzuregelnden Sollwert solange, bis ein getriggelter Sollwert programmiert wird (siehe auch 4.18 Triggersystem).

When changing the basic operating mode its associated setting value is regulated automatically. If a setting level is set for a basic operating mode currently not active the setting is saved by the load and regulated when this basic operating mode becomes active.

If no setting level has been specified for a basic operating mode, the device uses a default level that causes the lowest possible current flow..

#### Local operation:

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

Edit widget "Setting": enter setting value for the controlled input level. Confirm with "OK".

#### Digital remote operation:

See 5.10.2 CURRent Subsystem,  
5.10.11 POWer Subsystem,  
5.10.13 RESistance Subsystem,  
5.10.19 VOLTage Subsystem.

#### External control:

See 6 External Control via I/O Port.

### 4.1.6 Triggered Settings for Basic Operating Modes

Besides the immediate setting level there is a triggered setting level for each basic operating mode which overwrites the immediate setting level when a trigger event occurs. The triggered setting level of the active basic operating mode becomes immediately active while in the inactive modes the corresponding triggered setting level overwrites the immediate value and becomes active as soon as the new basic operating mode is set.

Once a setting level is triggered, subsequent triggers will have no effect on the immediate setting level unless another triggered setting level is programmed.

After a reset, after getting an ABORt command or after a level has been triggered, triggered setting levels will follow the immediate setting level until a triggered setting level is programmed (see also 4.18 Trigger System).

Lokale Bedienung:

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

Markierungsfeld „Triggered setting“ aktivieren.

Eingabefeld „Triggered setting“: Sollwert eingeben, der nach einem Trigger-Ereignis geregelt werden soll. Mit „OK“ bestätigen.

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.10.2 CURRENT-Subsystem,

5.10.11 POWER-Subsystem,

5.10.13 RESistance-Subsystem,

5.10.19 VOLTage-Subsystem,

5.10.18 TRIGger-Subsystem.

Externe Steuerung:

Nicht möglich.

## 4.1.7 Sollwertumschaltung

Um einen möglichst einfachen Wechsel zwischen zwei Sollwerten zu ermöglichen, bietet die elektronische Last bei lokaler Bedienung in jeder der vier Grundbetriebsarten die Einstellung „Toggle settings“. Ist die Sollwertumschaltung aktiviert, kann der Sollwert in der Hauptansicht mit nur einem Tastendruck umgeschaltet werden. Die Sollwertumschaltung erleichtert z.B. die Aufnahme von Sprungantworten.



Temporäre Änderungen der beiden Sollwerte in der Hauptansicht werden bei aktivierter Power-On-Konfiguration „last setting“ nicht berücksichtigt.

Lokale Bedienung:

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

Markierungsfeld „Toggle settings“ aktivieren.

Eingabefelder „Setting A“ und „Setting B“: Sollwerte eingeben.

Mit „OK“ bestätigen.

In der Hauptansicht zum Umschalten jeweils auf „Set A“ bzw. „Set B“ drücken. Die Sollwerte können auch in der Hauptansicht verändert werden.

Digitale Fernsteuerung:

Nicht möglich.

Externe Steuerung:

Nicht möglich.

Local operation:

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

Activate checkbox „Triggered setting“.

Edit widget „Triggered setting“: enter setting value to be controlled after a trigger event. Confirm with „OK“.

Digital remote operation:

See 5.10.2 CURRENT Subsystem,

5.10.11 POWER Subsystem,

5.10.13 RESistance Subsystem,

5.10.19 VOLTage Subsystem,

5.10.18 TRIGger Subsystem.

External control:

Not available.

## 4.1.7 Setting Toggling

In local operation, the electronic load offers „Toggle settings“ in each of the four basic operating modes in order to make it as easy as possible to switch between two setting values. If setting toggling is activated, the setting value can be switched in the main screen with a single keystroke. Setting toggling makes it easy to record step responses, for example.



Temporary changes of the two setting values in the main screen are not taken into account when the power-on configuration „last setting“ is activated.

Local operation:

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

Activate checkbox „Toggle settings“.

Edit widgets „Setting A“ and „Setting B“: enter setting values.

Confirm with „OK“.

In main screen, press „Set A“ or, respectively „Set B“ to choose the corresponding setting. The settings may be edited also in the main screen.

Digital remote operation:

Not available.

External control:

Not available.

## 4.2 Kombinierte Betriebsarten

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

Da Strombegrenzung und Unterspannungsschutz in allen Grundbetriebsarten permanent aktiv sind (siehe 4.3 Schutzfunktionen), stehen die kombinierten Betriebsarten nicht zur Auswahl bei der Betriebsart-Wahl. In der Statusleiste wird immer nur die Grundbetriebsart angezeigt.

## 4.3 Schutzfunktionen

### 4.3.1 Überstrombegrenzung

Die elektronische Last verfügt über eine einstellbare Überstrombegrenzung. Diese wirkt in allen Betriebsarten und lässt keinen höheren Strom als den eingestellten Grenzwert zu. Wenn die Überstrombegrenzung aktiv ist, wird in der Statusleiste der Benutzerschnittstelle „OCP“ angezeigt.

Nach dem Einschalten des Geräts steht die Überstrombegrenzung auf dem Maximalwert, was einen uneingeschränkten Betrieb ermöglicht. Die Überstrombegrenzung kann nicht deaktiviert, sondern nur auf den Maximalwert gesetzt werden.

#### Lokale Bedienung:

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

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

#### Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.10.2 CURRent-Subsystem.

#### Externe Steuerung:

Siehe 6 Externe Steuerung über I/O-Port.

## 4.2 Combined Operating Modes

An adjustable overcurrent protection and an adjustable undervoltage protection ensure that so-called combined operating modes exist in addition to the basic operating modes: CC+CV, CR+CC+CV, CP+CC+CV, CV+CC

Since overcurrent and undervoltage protection are permanently active in all basic operating modes (see 4.3 Protections), the combined operating modes are not available for selection when selecting the operating mode. Only the basic operating mode is displayed in the status bar.

## 4.3 Protections

### 4.3.1 Overcurrent Protection

The electronic load has an adjustable overcurrent protection. The overcurrent protection works in all modes and does not allow currents higher than the protection value. When the overcurrent protection is active the user interface shows "OCP" in the status bar.

After power-on the overcurrent protection is set to the load's maximum to allow unrestricted operation. Overcurrent protection can not be deactivated but can be set to its maximum value.

#### Local operation:

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

In the "Current protection" edit widget, adjust the setting value for the current limitation. Confirm with "OK".

#### Digital remote operation:

See 5.10.2 CURRent Subsystem.

#### External control:

See 6 External Control via I/O Port.



### 4.3.2 Unterspannungsschutz

Die elektronische Last verfügt über einen einstellbaren Unterspannungsschutz. Dieser wirkt in allen Betriebsarten außer Spannungsbetrieb und lässt einen Stromfluss nur zu, wenn die Eingangsspannung höher ist als der eingestellte Grenzwert. Wenn der Unterspannungsschutz aktiv ist, wird der Status UVP im Questionable Status Register gesetzt und in der Statusleiste der Benutzerschnittstelle angezeigt.

Sie können den Unterspannungsschutz deaktivieren, indem Sie den Wert auf 0,0 Volt setzen.

Der Unterspannungsschutz kann in zweierlei Modi betrieben werden:

- regelnd
- schaltend

#### Regelnder Modus

Der regelnde Modus reduziert beim Absinken der Lasteingangsspannung auf den Sollwert für den Unterspannungsschutz den Eingangsstrom und wird dazu verwendet, um beispielsweise beim Entladen einer Batterie eine Tiefentladung zu vermeiden.

Der regelnde Modus ist als PI-Regler ausgelegt und kann nicht verhindern, dass bei schlagartigem Absinken der Spannung unter den Sollwert dieser unterschritten wird.

#### Schaltender Modus

Der schaltende Modus schaltet beim Unter-/Überschreiten des Sollwerts für den Unterspannungsschutz durch die Lasteingangsspannung den Eingangsstrom ab/an und wird dazu verwendet, um eine möglichst kurze Totzeit bis zum Fließen des Laststromes zu erreichen.

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 Schaltpunkt ein instabiles Verhalten auftreten.

### 4.3.2 Undervoltage Protection

The electronic load has an adjustable undervoltage protection. This is effective in all operating modes except voltage mode and allows current flow only when the input voltage is higher than the protection value. When the undervoltage protection is active, the status UVP is set in the Questionable Status Register and displayed in the status bar of the user interface.

You can deactivate the undervoltage protection by setting the level to 0.0 Volts.

The undervoltage protection can be used in two modes:

- regulating
- switching

#### Regulating Mode

The regulating mode reduces the input current if the input voltage falls to the setting value for voltage protection and is used to prevent deep discharging a battery for example.

The regulating mode is designed as a PI controller and cannot prevent the voltage from falling below the setting value when the voltage suddenly drops below it.

#### Switching Mode

The switching mode switches the current on/off if the input voltage exceeds/falls below the setting value for the voltage protection and is used to achieve the shortest possible dead time until the load current flows.

The switching mode is executed as a comparator function. If the value falls below the setting value, the current is suddenly switched off. Relieving the voltage source can cause the voltage to rise above the setting value and the current to be switched on again. As a result, instable behaviour can occur around the switching point.



Beim Aufschalten der Eingangsspannung oder bei PWM-Spannungen können die im Eingang vorhandenen Filterkondensatoren zu erheblichen Stromspitzen führen!



Werkseitig steht der Wert für den Unterspannungsschutz nach dem Einschalten auf  $V_{min}$  (s. technische Daten). Bei aktiver Spannungsregelung wird der Unterspannungsschutz automatisch auf 0,0 V gestellt.

#### Lokale Bedienung:

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

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

Auswahlfeld „Voltage protection mode“: regelnden oder schaltenden Modus wählen.

Mit „OK“ bestätigen.

#### Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.10.19 VOLTage-Subsystem.

#### Externe Steuerung:

Siehe 6 Externe Steuerung über I/O-Port.

## 4.4 Regelgeschwindigkeit

Bei bestimmten Prüflingen oder sehr langen Anschlussleitungen ist es eventuell notwendig, die Regelzeitkonstante der elektronischen Last anzupassen, um eine stabile Regelung zu erzielen. Dazu kann die Regelgeschwindigkeit in drei Stufen angepasst werden.

Die Regelgeschwindigkeiten (Anstiegs- und Abfallzeiten) sind in den technischen Daten angegeben.

Für die meisten Anwendungen ist die Regelgeschwindigkeit „Medium“ geeignet. „Fast“ sollte nur verwendet werden, wenn die Zuleitungen sehr kurz und verdreht sind oder wenn spezielle, induktionsarme Kabel verwendet werden. „Slow“ dient zur Verwendung bei langen Anschlussleitungen oder bei Prüflingen mit zur Last inkompatiblen Regeleigenschaften.



When switching on the input voltage or with PWM voltages, the filter capacitors present in the input can lead to considerable current peaks!



As factory default, the undervoltage protection is set to  $V_{min}$  (see technical data) after power-on. When voltage regulation is active, the undervoltage protection is automatically set to 0.0 V.

#### Local operation:

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

Adjust the setting value for undervoltage protection in the "Voltage protection" edit widget.

Dropdown widget "Voltage protection mode": select regulating or switching mode.

Confirm with "OK".

#### Digital remote operation:

See 5.10.19 VOLTage Subsystem.

#### External control:

See 6 External Control via I/O Port.

## 4.4 Regulation Speed

For some devices under test or when using long load lines it can be necessary to change the electronic load's regulation speed to achieve a stable regulation. For this the regulation speed can be changed in three steps.

The regulation speeds (rise and fall times) are given in the technical data.

"Medium" speed is suitable for most purposes. "Fast" should only be selected when the load lines are very short and twisted or when special low-inductance cables are used. "Slow" is intended for use with long load lines or for devices under test with control characteristics incompatible to the electronic load.

In der softwaregeregelten Betriebsart Leistungsregelung können die Reglerparameter Kp und Ki an die Eigenschaften des Prüflings angepasst werden, siehe 4.1.2 Leistungsbetrieb.

Lokale Bedienung:

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

Auswahlfeld „Regulation speed“: Regelgeschwindigkeit wählen.

Mit „OK“ bestätigen.

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.10.6 FUNCTION-Subsystem.

Externe Steuerung:

Siehe 6.5.1.4 Regelgeschwindigkeit wählen.

## 4.5 Lasteingang

### 4.5.1 Sollwert für den Lasteingangszustand

Mit der Taste  wird der Lasteingang aus- und eingeschaltet. Bei eingeschaltetem Eingang wird im Display "Input On" angezeigt und der angeschlossene Prüfling wird mit der Belastung beaufschlagt. Bei ausgeschaltetem Eingang zeigt das Display "Input Off". Der Eingangswiderstand des Gerätes ist in den technischen Daten angegeben.

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

Lokale Bedienung:

Taste „Input“ 

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.10.7 INPUT-Subsystem.

Externe Steuerung:

Siehe 6.5.1.2 Lasteingang ein- und ausschalten.

### 4.5.2 Getriggert Sollwert für den Lasteingangszustand

Neben dem sofort einzustellenden Sollwert des Aktivierungszustandes für den Lasteingang gibt es einen getriggerten Sollwert, der

In the software-controlled power mode you can adjust the control parameters Kp and Ki to the requirements of the device under test, see 4.1.2 Power Mode.

Local operation:

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

Dropdown widget "Regulation speed": select regulation speed.

Confirm with "OK".

Digital remote operation:

See 5.10.6 FUNCTION Subsystem.

External control:

See 6.5.1.4 Regulation Speed Selection.

## 4.5 Load Input

### 4.5.1 Setting for Load Input State

You can switch the load input off and on by pressing . When the input is switched on the display shows "Input On" and the connected device under test is loaded. When the input is switched off the display shows "Input Off". The input resistance of the device is defined in the technical data.

In voltage mode the current will be started with a "soft start" when the input is switched on. It can take several milliseconds until the desired setting is achieved.

Local operation:

"Input" button 

Digital remote operation:

See 5.10.7 INPUT Subsystem.

External control:

See 6.5.1.2 Input On-Off.

### 4.5.2 Triggered Setting for Load Input State

Besides the immediate setting value for the input activation state there is a triggered setting value which overwrites the immediate setting value

bei Auftreten eines Trigger-Ereignisses den sofort einzustellenden Sollwert überschreibt. Der getriggerte Sollwert wird dann sofort aktiv.

Sobald ein Sollwert getriggert wurde, haben weitere Trigger keinen Effekt auf den sofort einzustellenden Sollwert, 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 sofort einzustellenden Sollwert solange, bis ein getriggelter Sollwert programmiert wird (siehe auch 4.18 Triggersystem).

Lokale Bedienung:

Nicht möglich.

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.10.7 INPut-Subsystem.

Externe Steuerung:

Nicht möglich.

## 4.6 Rechteck-Funktion

Die Rechteckfunktion dient zur Belastung eines Prüflings mit einem rechteck-förmigen Signal, bei dem die Sollwerte für High- und Low-Pegel sowie die dazugehörigen Verweilzeiten während der Ausführung der Funktion geändert werden können.



Der technisch sinnvolle Bereich für die Verweilzeiten ist eventuell durch die Regelgeschwindigkeit bzw. durch die Anstiegs-/Abfallzeit des jeweiligen Modells beschränkt (siehe technische Daten).

Lokale Bedienung:

*Main Menu -> Settings -> Function -> Rectangular/PWM*

Markierungsfeld „PWM Mode“: deaktivieren.

Schaltfläche „Edit“ drücken.

Auswahlfeld „Mode“: Betriebsart wählen.

Eingabefelder „Level A“ und „Level B“, „Time A“ und „Time B“: Sollwerte für Pegel und Verweilzeiten definieren.

Mit „OK“ bestätigen.

Fenster „Rectangular/PWM“ mit „OK“ bestätigen.

Funktion mit S+ -> Start starten.

when a trigger event occurs. The triggered setting value becomes immediately active then.

Once a setting value is triggered, subsequent triggers will have no effect on the immediate setting value unless another triggered setting value is programmed.

After a reset, after getting an ABORt command or after a value has been triggered, triggered setting values will follow the immediate setting value until a triggered setting value is programmed (see also 4.18 Trigger System).

Local operation:

Not available.

Digital remote operation:

See 5.10.7 INPut Subsystem.

External control:

Not available.

## 4.6 Rectangular Function

The rectangular function is used to load a device under test with a rectangular signal, where the setting values for high and low levels as well as the associated dwell times can be changed on the function-specific main view during the execution of the function.



The technically reasonable range for dwell times may be limited by the regulation speed respectively by the rise/fall time of the particular model (see technical data).

Local operation:

*Main Menu -> Settings -> Function -> Rectangular/PWM*

Checkbox „PWM Mode“: uncheck.

Press „Edit“ button.

Dropdown widget „Mode“: select operating mode.

Edit widgets „Level A“ and „Level B“, „Time A“ and „Time B“: define setting values for levels and dwell times.

Confirm with „OK“.

Confirm „Rectangular/PWM“ window with „OK“.

Start function with S+ -> Start.

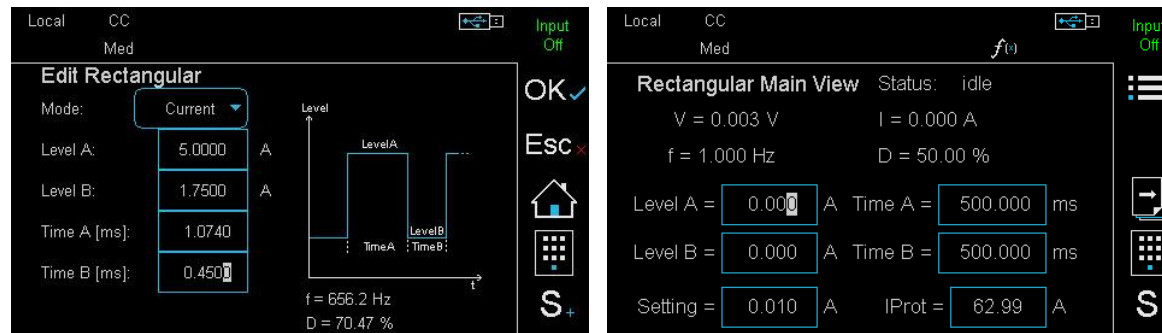


Abbildung 4.5: Hauptansicht der Rechteckfunktion  
Figure 4.5: Main view of rectangular function

#### Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.10.12 Rectangle-Subsystem.

#### Externe Steuerung:

Nicht möglich.

#### Digital remote operation:

See 5.10.12\_Rectangle Subsystem

#### External control:

Not available.

## 4.7 PWM-Funktion

Die PWM-Funktion dient zur Belastung eines Prüflings mit einem pulsweiten-modulierten Signal, bei dem die Sollwerte für Pegel, Frequenz sowie Tastverhältnis während der Ausführung der Funktion geändert werden können.



Der technisch sinnvolle Bereich für die Frequenz und das Tastverhältnis ist eventuell durch die Regelgeschwindigkeit bzw. durch die Anstiegs- und Abfallzeit des jeweiligen Modells beschränkt (siehe technische Daten).

#### Lokale Bedienung:

Main Menu -> Settings -> Function -> Rectangular/PWM

Markierungsfeld „PWM Mode“: aktivieren.

Schaltfläche „Edit“ drücken.

Auswahlfeld „Mode“: Betriebsart wählen.

Eingabefelder „Level A“, „Level B“, „f“ und „Duty cycle“: Sollwerte für Pegel, Frequenz und Tastverhältnis definieren.

Mit „OK“ bestätigen.

Fenster „Rectangular/PWM“ mit „OK“ bestätigen.

Funktion mit S+ -> Start starten.

## 4.7 PWM Function

The PWM function is used to load a device under test with a pulse width modulated signal where the setting value for levels, frequency as well as duty cycle can be changed during the execution of the function.



The technically reasonable range for frequency and duty cycle may be limited by the regulation speed respectively by the rise and fall time of the particular model (see technical data).

#### Local operation:

Main Menu -> Settings -> Function -> Rectangular/PWM

Checkbox "PWM Mode": check.

Press "Edit" button.

Dropdown widget "Mode": select operating mode.

Edit widgets "Level A", "Level B", "f" and "Duty cycle": define setting values for levels, frequency and duty cycle.

Confirm with "OK".

Confirm "Rectangular/PWM" window with "OK".

Start function with S+ -> Start.

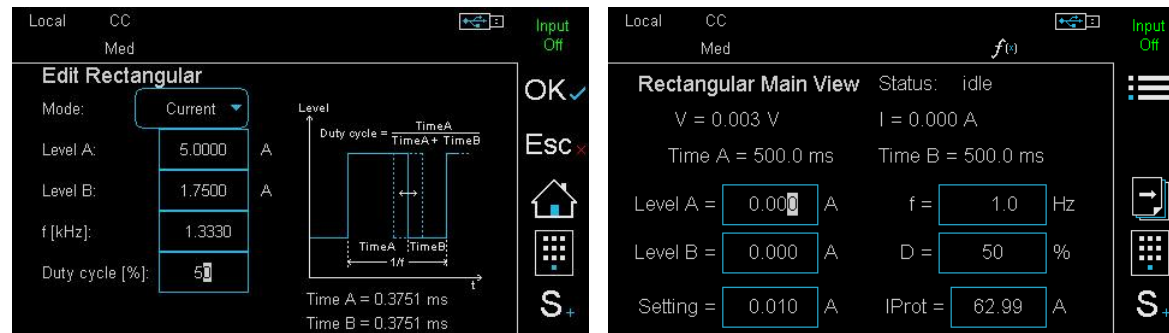


Abbildung 4.6: Hauptansicht der PWM-Funktion  
Figure 4.6: Main view of PWM function

Digitale Fernsteuerung:  
Nicht möglich.

Externe Steuerung:  
Nicht möglich.

#### 4.8 Listenfunktion

Die elektronische Last ist in der Lage, durch die Listenfunktion Lastprofile nachzubilden. Dies ist im Strom-, Leistungs-, Widerstands- und Spannungsbetrieb der Regelung möglich.

Digital remote operation:  
Not available.

External control:  
Not available.

#### 4.8 List Function

The electronic load is able to generate dynamic load profiles with the list function. This is possible in current, power, resistance and voltage regulation mode.

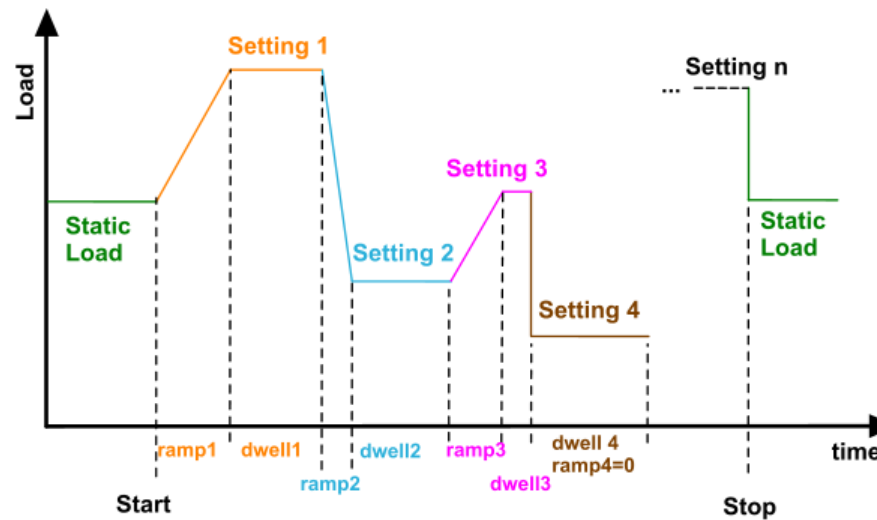


Abbildung 4.7: Lastprofil mit n Segmenten  
Figure 4.7: Load profile with n segments

#### 4.8.1 Begriffsdefinitionen

##### Lastprofil

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

##### Liste für Sollwerte

Diese Liste wird zur Definition eines Lastprofils verwendet und enthält die Sollwerte für die entsprechende Betriebsart der Regelung. Ein Wert in der Liste repräsentiert den Sollwert, der bei Ausführung einer Liste während der Verweilzeit geregelt wird. Ein Reset setzt die Listenlänge auf 0. Die maximale Listenlänge ist den technischen Daten zu entnehmen.

##### Listen-Betriebsart

Die Listen-Betriebsart definiert die Betriebsart der Regelung, die bei Ausführung der Liste aktiv ist und wählt die entsprechende Sollwert-liste aus. Ein Reset setzt die Listen-Betriebsart auf Strombetrieb.

##### 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.

#### 4.8.1 Terminology

##### Load profile

A load profile consists of a consecutively chained set of setting values building a continuous function (current, resistance, power, voltage).

##### Setting list

This list is used to define a load profile and contains the setting values for the corresponding regulation mode. A value in this list represents the setting value being regulated during the corresponding dwell time. The list length is set to 0 at reset. The maximum list length is defined in the technical data.

##### List Mode

The list mode defines the regulation mode which is active during list execution and selects the corresponding setting list. A reset sets list mode current.

##### List of ramp times

This list is used to define a load profile. A value in this list represents the duration of the rise or fall time to the next setting value of the list. The list length is set to 0 at reset.

Liste für Verweilzeiten

Diese Liste wird zur Definition eines Lastprofils verwendet. Ein Wert in der Liste repräsentiert die Zeitdauer, für die der entsprechende Sollwert konstant geregelt 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 und Verweilzeiten) und den Listen für die Abtastzeiten. 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 größer als Null und identisch, d. h. alle Listen enthalten die gleiche Anzahl von Elementen.

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

Anzahl der Durchläufe

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.

List of dwell times

This list is used to define a load profile. A value in this list represents the duration of which the corresponding setting value is regulated constantly. The list length is set to 0 at reset.

List of sample times in ramps

This list is used to define sample intervals for the corresponding ramps of a load profile. The list for sample times needs not to be defined if the data acquisition is not activated. The list length is set to 0 at reset.

List of sample times in dwells

This list is used to define sample intervals for the corresponding dwells of a load profile. The list for sample times needs not to be defined if the data acquisition is not activated. The list length is set to 0 at reset.

List set

A list set consists of the lists defining a load profile (settings, ramp times and dwell times) and the lists of sample rates, if enabled. The elements with matching index in the single lists define a section of the load profile. In a valid list set the length of all lists are greater than zero and identical, e. g. all lists contain equal numbers of elements.

The length of all lists in the list set is set to 0 at reset. This makes the list set invalid and inexecutable.

List count

The list count defines the number of list iterations after starting the list function. The list count is set to 1 at reset.

Measurement data point

A measurement data point is a set of three measurement values consisting of timestamp, voltage value and current value. When reading data points these three values are separated from each other by a comma and a following space character.



## 4.8.2 Listensatz definieren

## 4.8.2 List Set Definition

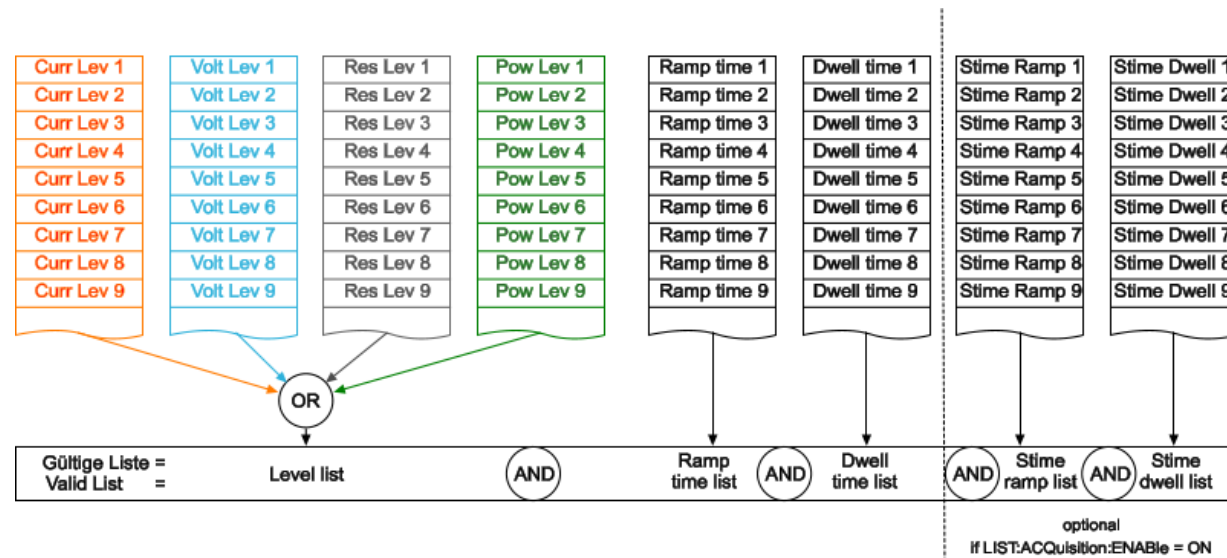


Abbildung 4.8: Speicherbedarf von Listen  
Figure 4.8: LIST memory usage

Abbildung 4.8 zeigt die interne Speicherplatzbelegung der Listen in der elektronischen Last. Ein gültiger „Listensatz“ besteht aus mindestens drei gleich langen Listen. Die Liste für Sollwerte (setting list) wird abhängig von der Listen-Betriebsart ausgewählt. Die Listen für die Rampenzeiten und die Verweilzeiten werden für alle Listen-Betriebsarten gemeinsam verwendet. Dies hat zur Folge, dass der Benutzer bei einem Listen-Betriebsartwechsel die Listen für die Rampenzeiten, die Verweilzeiten und ggf. Abtastzeiten 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.

Figure 4.8 shows the internal memory usage of lists in electronic loads. A valid list set consists of at least three lists with equal length. The setting list is chosen according to the operating mode of the list function. The lists for the ramp times and dwell times are used commonly in every list operating mode. This means that the user must update the lists for ramp and dwell times and if applicable the sample times when changing the list operating mode.

If data acquisition is enabled during list execution the behavior of the lists for the sample times ("Stim ramp" and "Stim dwell") is analog to the lists for ramp times and dwell times.

#### Local operation:

Main Menu -> Settings -> Function -> List

Button "New": press to switch to the "Initialize New List" dialog window.

Dropdown widget "List mode": select list mode.

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 Listensegmente können mit der Schaltfläche „Add“ nach dem aktuell angezeigten Listensegment eingefügt werden. Mit der Schaltfläche „Delete“ wird der angezeigte Listensegment entfernt.

Mit „OK“ bestätigen.

If voltage and current are to be recorded synchronously during list execution, activate the "Data acquisition" checkbox.

Confirm with "OK".

In the following dialog window "New List" define setting values for Level, Ramp time, Dwell time and if necessary Sample times of the first list section.

Increment the value for "Point" and repeat the process for all list sections.

Single list points can be inserted after the currently displayed list point with the "Add" button. With the "Delete" button the displayed list point is removed.

Confirm with "OK".

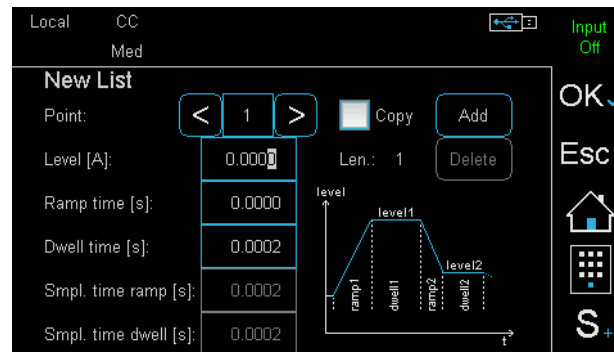


Abbildung 4.9: Dialogfenster zur Definition eines Lastprofils

Figure 4.9: Dialog window for definition of a load profile

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

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

If required, edit further setpoints for the list function in the "List" dialog box using the "Enter" button.

If a valid list has been defined, the list function is activated (but not yet started) and the function sign  $f(x)$  is displayed in the status bar.

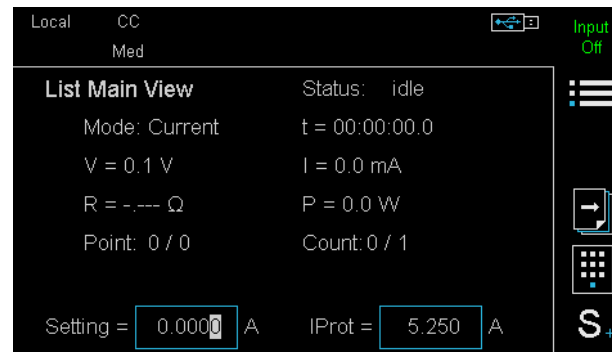


Abbildung 4.10: Hauptansicht der Listenfunktion  
Figure 4.10: Main view of list function

Digitale Fernsteuerung:  
Siehe 5.10.8 LIST-Subsystem.

Externe Steuerung:  
Nicht möglich.

Digital remote operation:  
See 5.10.8 LIST Subsystem.

External control:  
Not available.

#### 4.8.3 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 Load Control Tool am PC erstellt und auf einen USB-Stick übertragen werden. Die Listendateien mit der Endung \*.lst müssen sich im Unterverzeichnis „LIST“ des Stammverzeichnisses 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:

#### 4.8.4 Importing List File

As an alternative to manually creating or programming the list function using SCPI commands, there is an import function for list files. The required file can be created on a PC using the Load Control Tool and transferred to a USB stick. The list files with the extension \*.lst must be located in the “LIST” subdirectory of the USB stick’s root directory. The prepared file can then be imported into the electronic load via the “Import list from USB” dialog.

Structure of a valid list file:

```
[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 Listefunktion 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

A valid list file must contain the following elements:

- “[LIST\_MODE]” tag
- Operating mode after “[LIST\_MODE]” tag
- “[LIST\_COUNT]” tag
- Number of list repetitions after “[LIST\_COUNT]” tag
- “[LIST\_ACQ]” tag
- Activation status of synchronous data acquisition after “[LIST\_ACQ]” tag
- “[LIST\_VALUES]” tag
- List values after the “[LIST\_VALUES]” tag

Each line must end with a line feed ('LF' or '0x0A' or '\n'). The data section ends with an additional blank line.

#### LIST\_MODE:

Operating mode in which the list function is executed. Valid identifiers for the operating mode are: CURR, CURRENT, VOLT, VOLTAGE, POW, POWER, RES, and RESISTANCE (upper/lower case is ignored).

#### LIST\_COUNT:

The value for the number of list repetitions must be a positive value between 1 and 4E9. An infinite list execution can be achieved by the value 9.9E37.

#### LIST\_ACQ:

The measurement data acquisition by the list function can be activated with “1” or “ON” and deactivated with “0” or “OFF”.

If measurement data acquisition is activated, there must be 5 setting values per list point: setting, ramp time, dwell time, sampling time for the ramp time, and sampling time for the dwell time. If measurement

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  $\Omega$ , 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,  $\Omega$ , 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.

data acquisition is deactivated, only the values for setting, ramp time, and dwell time are required.

#### LIST\_VALUES:

The list values of the individual setpoints are arranged according to the following scheme:

Setting in A, V, W, or  $\Omega$ , ramp time in s, dwell time in s[, sampling time ramp in s, sampling time dwell in s]

e.g. 1.234, 2.566, 2.854, 0.001, 0.0002

The list values must be entered in a valid format for floating point numbers in accordance with IEEE 754 in the respective base unit (A, V,  $\Omega$ , s). The values may also be specified in exponential form. A comma is used as the separator between the individual values of a data point. The list entries must be followed by a blank line.

A semicolon indicates a comment. Comments can be on a separate line or at the end of a line. The characters between the semicolon and the next line feed are not evaluated.

Mögliche Meldungen nach dem Laden der Listendatei:

|                                            |                                                                              |                                                                                   |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| List imported successfully (x steps)       | Die Liste (x Listenpunkte) wurde erfolgreich geladen.                        | The list (x steps) was successfully imported.                                     |
| Line x; Invalid char. or separator missing | In Zeile x befindet sich ein ungültiges Zeichen oder das Trennzeichen fehlt. | An invalid character was found, or the separation character is missing in line x. |
| Line x; Blank line missing                 | Leerzeile in Zeile x fehlt.                                                  | A blank line is expected in line x.                                               |
| LIST_MODE tag not found                    | Tag "[LIST_MODE]" nicht gefunden.                                            | The tag "[LIST_MODE]" was not found.                                              |
| LIST_MODE value not found                  | Keine gültige Betriebsart für den LIST_MODE gefunden.                        | There is no valid identifier after the [LIST_MODE] tag.                           |
| LIST_COUNT tag not found                   | Tag "[LIST_COUNT]" nicht gefunden.                                           | The tag "[LIST_COUNT]" was not found.                                             |
| LIST_COUNT value not found                 | Kein gültiger Wert für die Anzahl der Listenwiederholungen gefunden.         | No valid value for the amount of list iterations found.                           |
| LIST_ACQ tag not found                     | Tag "[LIST_ACQ]" nicht gefunden.                                             | The tag "[LIST_ACQ]" was not found.                                               |
| LIST_ACQ state not found                   | Kein gültiger Wert für den Zustand der Messdatenerfassung gefunden.          | No valid state for the data acquisition found.                                    |
| LIST_VALUES tag not found                  | Tag "[LIST_VALUES]" nicht gefunden.                                          | The tag "[LIST_VALUES]" was not found.                                            |
| LIST_VALUES data not found                 | Keine gültigen Werte für LIST_VALUES gefunden.                               | There are no valid values after the "[LIST_VALUES]" tag.                          |

|                                           |                                                                                                                    |                                                                                            |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Line x; LIST_VALUES data missing          | Mindestens ein benötigter Einstellwert für den Listensatzpunkt in Zeile x fehlt.                                   | At least one required setting value of the current list step is missing in line x.         |
| Line x; Value out of range                | Listensatzwert in Zeile x außerhalb des gültigen Bereichs.                                                         | List value in line x is out of its valid range.                                            |
| SBP data error                            | Bei der Abfrage der minimalen und maximalen Einstellwerte trat ein Fehler auf.                                     | Error during query of the min. and max. valid setting values.                              |
| Sample time values missing                | Die Abtastzeiten für die Rampenzeit und die Verweildauer fehlen (wird nur angezeigt, wenn LIST_ACQ aktiviert ist). | The sample times for the ramp and dwell times are missing (only if LIST_ACQ is activated). |
| Line x; Too long data string, end missing | Die Länge der Zeile x ist größer als 70 Zeichen.                                                                   | The string length of a single element in line x is longer than 70 characters.              |
| List exceeds max. length                  | Die maximale Listensatzlänge wurde überschritten (max. Listensatzlänge s. technische Daten)                        | The max. list length is exceeded.                                                          |
| Could not open file                       | Listendatei konnte nicht geöffnet werden.                                                                          | The list file could not be opened.                                                         |
| Could not close file                      | Listendatei konnte nicht geschlossen werden.                                                                       | The list file could not be closed.                                                         |
| Could not open directory                  | Das Verzeichnis LIST konnte nicht geöffnet werden.                                                                 | The directory LIST could not be opened.                                                    |
| USB flash drive not found                 | Der USB-Stick konnte nicht gefunden werden.                                                                        | USB flash drive not found: No USB mass storage device was recognized.                      |

Lokale Bedienung:

Main Menu -> Settings -> Function -> List

Schaltfläche "Import": in Dialogfenster "Choose File" wechseln (nur wenn ein USB-Stick an  gesteckt ist).

Datei aus Liste wählen. Mit „OK“ bestätigen. Im „Import List“ Dialog Schaltfläche „Import“ drücken.

Local operation:

Main Menu -> Settings -> Function -> List

"Import" button: change to „Choose file“ dialog (only if a USB flash drive is connected to .

Choose file from dropdown list. Confirm with OK. Press "Import" button in „Import List“ dialog.

## 4.8.3 Liste ausführen

Für die Ausführung der Listenfunktion muss sich ein gültiger Listensatz im Gerät befinden (siehe 4.8.2 Listensatz definieren). Die Listenfunktion kann mit dem entsprechenden SCPI-Befehl, mit dem Shortcut S+ -> Start oder durch ein Trigger-Ereignis aktiviert werden. Die Ausführung der Liste startet, sobald der Lasteingang eingeschaltet wird, bzw. das Trigger-Ereignis auftritt. Dabei schaltet das Gerät automatisch in die Listen-Betriebsart. Bei laufender Listenausführung ist das FUNC-Bit im Operation Status Register gesetzt.

Wird während der Listenausführung der Lasteingang ausgeschaltet, so wird die Listenausführung unterbrochen und mit dem Wiedereinschalten des Lasteingangs fortgesetzt. Nach dem Ablauf oder dem Abbruch einer Liste wechselt das Gerät wieder in die zuvor

## 4.8.5 List Execution

In order to execute the list function, a valid list set must reside in the device (see 4.8.2 List Set Definition). The list function can be started with the corresponding SCPI command, the Shortcut S+ -> Start or through a trigger event. The activated list function starts as soon as the load input is switched on or, respectively, the trigger event occurs. Thereby the device switches automatically into the desired list mode. During a running list the FUNC bit in the Operation Status Register is set.

If the input is switched off during a list execution, the list function will be paused and resumed with the next switching on. After the list was finished or aborted the device returns to the previously set operating

eingestellte Grundbetriebsart mit dem dazugehörigen Sollwert für die zu regelnde Eingangsgröße. 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 5.10.8 LIST-Subsystem.

Externe Steuerung:

Nicht möglich.

#### 4.8.4 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.

Lokale Bedienung:

*Main Menu -> Settings -> Function -> List*

„List settings“: Enter drücken.

Markierungsfeld „Trigger controlled“ aktivieren.

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.10.8 LIST-Subsystem,  
5.10.18 TRIGGER-Subsystem.

Externe Steuerung:

Nicht möglich.

mode and its corresponding setting value. The load input remains active after the list execution.

Local operation:

*Shortcut S+ -> Start*

The list execution is started as soon as the shortcut sequence is pressed. The list mode selected is automatically set. When a list is running the FUNC bit in the operation status is set and LIST is displayed in the status bar.

*Shortcut S+ -> Stop*

List execution is stopped and the load input is switched off. After the set list count has expired or the list is aborted, the device sets the previously set basic operating mode with the corresponding setting.

Digital remote operation:

See 5.10.8 LIST Subsystem.

External control:

Not available.

#### 4.8.6 List Execution by Trigger

If the list execution shall be started or stopped by a trigger event the processing of trigger events by the list function must be activated.

Local operation:

*Main Menu -> Settings -> Function -> List*

„List settings“: press Enter.

Activate checkbox „Trigger controlled“.

Digital remote operation:

See 5.10.8 LIST Subsystem,  
5.10.18 TRIGGER Subsystem.

External control:

Not available.

#### 4.8.5 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.



Diese Funktion verwendet den schnellen ADC. Details s. 5.10.9 MEASure-Subsystem und technische Daten.

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 4.8.2 Listensatz definieren

Siehe 4.15 Daten aus dem internen Speicher lesen

##### Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.10.3 DATA-Subsystem.

Siehe 5.10.8 LIST-Subsystem.

##### Externe Steuerung:

Nicht möglich.

#### 4.8.7 Data Acquisition by List Function

The electronic load can save measurement data points with defined sample rates. For each list segment a corresponding sampling rate is set. If data acquisition is enabled voltage and current are synchronously measured and saved with a relative timestamp.



This function uses the fast ADC. See 5.10.9 MEASure Subsystem and technical data for details.

Data acquisition during execution of the list function must be explicitly enabled. Data acquisition is disabled at reset.

A data point consists of a relative timestamp, voltage and current value. If the end of the available data memory is reached the electronic load overwrites the oldest data with the new data according to the ring buffer principle. This is signaled by setting the MEM status in the Questionable Status Register and displaying it in the status bar of the user interface. This status is kept until either a data point is read, all data points are deleted or the list function is restarted.

In order to avoid an overflow of the measurement data memory, data points should be continuously read from the memory during very long measurements. The saved data points can be read from the electronic load as one single data point or block-wise with up to 100 data points per query.

##### Local operation:

See 4.8.2 List Set Definition

See 4.15 Reading Data from Internal Memory

##### Digital remote operation:

See 5.10.3 DATA Subsystem.

See 5.10.8 LIST Subsystem.

##### External control:

Not available.



## 4.8.6 Beispiel für eine Liste mit Messdatenerfassung

Programmierbeispiel: Lastprofil mit zwei Stromwerten (60 A, 20 A) und aktiviertem Datensampling:

```
CURR 10;INP ON
LIST:MODE CURR
LIST:CURRE 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 4.11. Die grünen Markierungen sind Messpunkte.

## 4.8.8 List Example with Data Acquisition

Programming Example: load profile with two current levels (60 A, 20 A) and enabled data sampling:

```
CURR 10;INP ON
LIST:MODE CURR
LIST:CURRE 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
```

This example generates a load current according to the schematic shown in Figure 4.11. The green marks are measuring points.

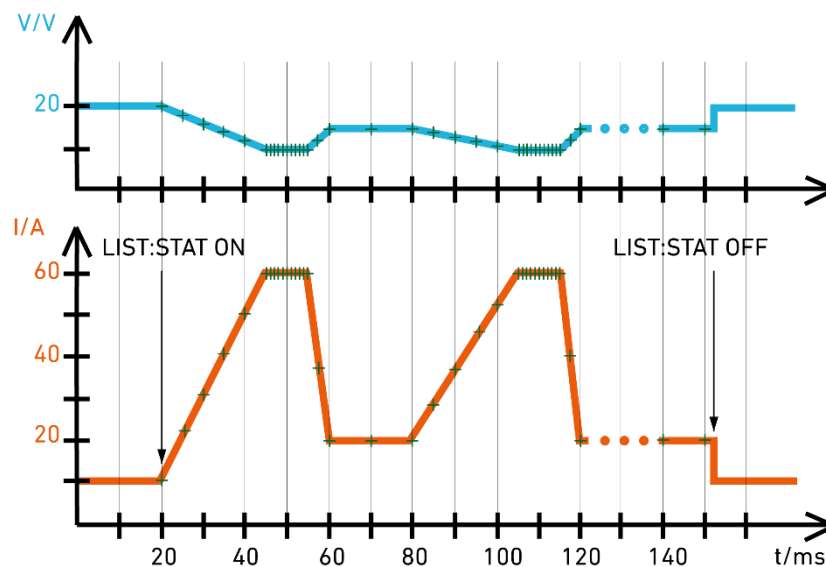


Abbildung 4.11: Beispiel einer Liste mit synchroner Datenerfassung  
Figure 4.11: Example of a list with synchronous data acquisition

#### 4.8.7 Allgemeine Hinweise für die Listenfunktion



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 externe Steuerung der Betriebsart für die Regelung während der Ausführung einer Liste ist nicht möglich.

#### 4.9 Entladefunktion

Zur Prüfung von Energiespeichern wie Batterien, Ultracaps und Kondensatoren kann die elektronische Last 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.

Die Entladung startet, indem bei aktivierter Entladefunktion und vorgewählter Belastung der Lasteingang eingeschaltet wird. Dazu muss bei lokaler Bedienung mindestens ein Stoppkriterium aktiv sein.

Die Entladefunktion pausiert die Ausführung, sobald der Eingang ausgeschaltet wird. Mit dem Wiedereinschalten des Eingangs wird die Entladung fortgesetzt. Bei der Deaktivierung der Entladung werden die kumulierten Werte und die Zeitmessung nicht weitergezählt. Die Betriebsart und der Sollwert bleiben erhalten.

#### 4.8.9 General Information for the List Function



The usable time settings may be limited by the rise and fall time of the particular model (see technical data).

There is a separate setting list for every list mode. The lists for the ramp and dwell times are shared for all list modes.



The list mode cannot be changed while a list is running. If you attempt to change the list mode while a list is executed, the load will generate a Settings Conflict Error (see 9.1 Error Codes).

The external control of the regulation mode during the execution of a list is not possible.

#### 4.9 Discharge Function

In order to test energy storage devices such as batteries, ultracaps and capacitors the electronic load can discharge a connected device under test and provide the values of the consumed amount of charge and energy.

This function is available in local operation and by digital remote control. In local operation you are guided by the menu.

By switching the load input on, the discharge function starts when the function is activated and the load setting is pre-defined. At local operation at least one stop condition must be activated.

The discharge function pauses execution as soon as the input is switched off. When the input is switched on again, discharging is continued. When the discharge is deactivated, the accumulated values and the time measurement are not increased. The operating mode and the setting value are retained.

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 an der Benutzerschnittstelle 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 der Regelung möglich. Bei lokaler Bedienung stehen die folgenden Betriebsarten zur Verfügung:

- Strombetrieb
- Leistungsbetrieb
- Widerstandsbetrieb



Im Leistungsbetrieb arbeitet die elektronische Last software-geregelt unter Verwendung eines schnellen, jedoch niedriger auflösenden A/D-Wandlers (siehe technische Daten). Ob Genauigkeit und Auflösung für die Prüfung ausreichend sind, bleibt dem Anwender zu entscheiden.

#### 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 Listenfunktion erstellt werden (s. 4.8 Listenfunktion). Anschließend kann im Dialogfenster "Discharge Mode and Protection" der Eintrag "List" angewählt werden. Nach dem Starten der Entladefunktion mit dem Shortcut S+ -> Start werden die Listen- und Entladefunktion gemeinsam ausgeführt.

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

During the running discharge function the electronic load accumulates the consumed charge in Ah and energy in Wh. The user interface displays these values for voltage and current and the elapsed time.

The device under test connected to the load input is loaded with the given setting until one of the activated stop conditions will be fulfilled.

#### Discharge mode

The discharge function is basically possible in any operating mode of the regulation. In local operation the following operating modes are available:

- Current mode
- Power mode
- Resistance mode



In power mode the electronic load works software-controlled using a fast A/D converter with low resolution (see technical data). The user must decide if accuracy and resolution are sufficient for the test.

#### Dynamic Discharging

The discharge function offers the possibility to discharge a device under test in a controlled manner with the help of a dynamic load profile. For this application case, a valid load profile must first be created using the List function (see 4.8 List Function). Afterwards, the "List" entry can be selected in the "Discharge Mode and Protection" dialog window. After starting the discharge function with the key sequence S+ -> Start, the list and discharge function are executed simultaneously.

In digital remote control, the list and discharge function must be started separately.

**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 wechselt die elektronische Last implizit in den Spannungsbetrieb, 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.

**IUa Discharging, CC+CV Discharging**

A special kind of discharging is CC+CV or IUa discharging. The device under test is firstly discharged with constant current until a defined voltage (setting value of voltage protection level) is reached. At this point the electronic load implicitly switches to voltage mode, which means the defined voltage is kept constant as long as the current is higher than the value of the current stop condition (see below). When the current stop condition is fulfilled the electronic load switches the load input off and the test is finished.

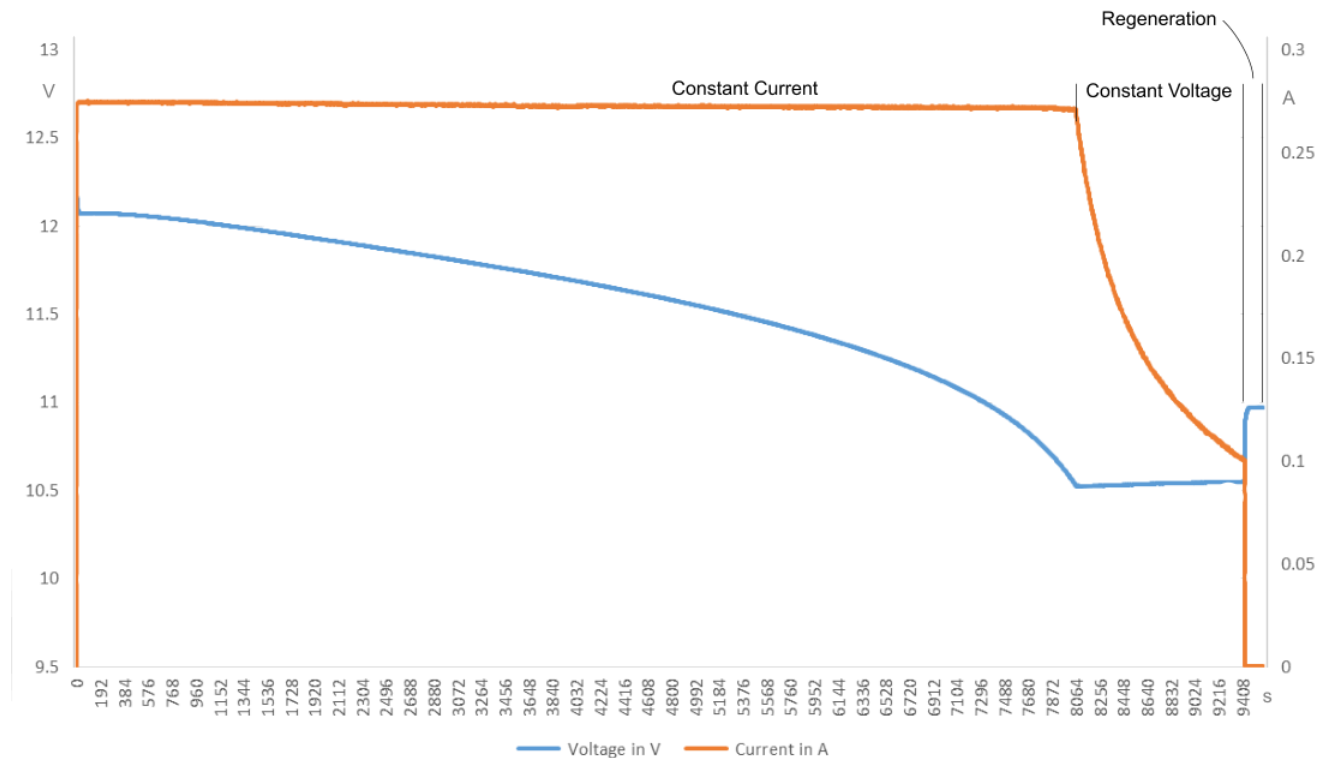


Abbildung 4.12: IUa-Entladung mit 0,27 A und 10,5 V Voltage Protection. Abschaltkriterium: Strom mit 0,1 A  
Figure 4.12: IUa discharge with 0.27 A and 10.5 V voltage protection. Stop condition: current with 0.1 A



Die 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.



To realize the IUa discharging set the value of the minimum voltage as setting value for the voltage protection and activate and set the current stop condition.

**Stoppkriterien**

Folgende Stoppkriterien sind unabhängig voneinander aktivierbar:

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

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 sowohl bei lokaler Bedienung als auch bei digitaler Fernsteuerung die statische Messdatenerfassung aktiviert werden (siehe 4.14 Messdatenerfassung).



Diese Funktion verwendet den schnellen ADC. Details s. 5.10.9 MEASure-Subsystem und technische Daten.

**Messdatenerfassung mit Nachlaufzeit auf USB-Speicher**

Bei lokaler Bedienung kann die elektronische Last die ermittelten Messwerte auf einen USB-Stick protokollieren (siehe 4.14.2 Daten-Logging auf USB-Stick).

Die Besonderheit bei der Entladefunktion liegt darin, dass Sie hier beim Datenlogging eine Nachlaufzeit definieren können, um die Erholungsphase des Prüflings nach dem Abschalten zu dokumentieren (siehe Abschnitt „Regeneration“ in Abbildung 4.12).

**Stop Conditions**

There are the following stop conditions independently from each other:

- Charge
- Energy
- Time
- Current
- Voltage

The stop conditions charge, energy and time are checked for being overrun, the stop conditions current and voltage are checked for being underrun. That means for example, the discharging is stopped if the accumulated charge is higher or equal the preset stop condition or if the measured voltage is lower or equal the preset stop condition.



If one of the activated stop conditions is reached the electronic load switches the input off and deactivates the discharge function.

**Static Measurement Data Acquisition**

Static measurement data acquisition can be activated for storage of measurement data both with local operation and with digital remote control (see 4.14 Measurement Data Acquisition).



This function uses the fast ADC. See 5.10.9 MEASure Subsystem and technical data for details.

**Data Acquisition with Follow-up time to USB Flash Drive**

In local operation the electronic load can log the measured data to an external USB flash drive (see 4.14.2 Data Logging on USB Flash Drive Data Logging on USB ).

The special feature with the discharge function is that you can specify a follow-up time for data logging after the discharge has finished in order to log the regeneration phase (see phase "Regeneration" in Figure 4.12) of the device under test.

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 funktions-spezifischen Hauptansicht „Discharge Main View“ mit Shortcut S+ -> Start die Entladefunktion starten.

Local operation:

Main Menu -> Settings -> Function -> Discharge

“Initialize function“: Press “Enter”.

In the following “Discharge Stop Conditions” dialog, activate and define at least one shutdown criterion. Confirm with “OK”.

In the following “Discharge Mode and Protection” dialog, edit the setting values for operating mode, level and protections. Confirm with “OK”.

In the following dialog “Discharge” finish the configuration of the function with “OK”.

In the function-specific main view “Discharge Main View”, start the discharge function by Shortcut S+ -> Start.

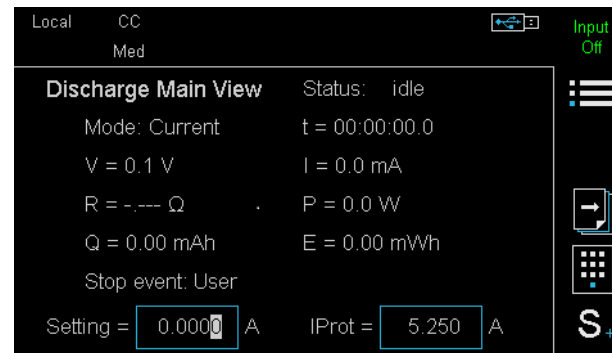


Abbildung 4.13: Hauptansicht der Entladefunktion

Figure 4.13: Main view of discharge function

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.10.6 FUNCTION-Subsystem

Befehle FUNCTION:DISCharge

Digital remote operation:

See 5.10.6 FUNCTION Subsystem

Commands FUNCTION:DISCharge

Externe Steuerung:

Nicht möglich.

External control:

Not available.

## 4.10 Innenwiderstandsmessung

Die elektronische Last kann den Gleichstrom-Innenwiderstand des angeschlossenen Prüflings vermessen.



Diese Funktion verwendet den schnellen ADC. Details s. 5.10.9 MEASure-Subsystem und technische Daten.

## 4.10 Internal Resistance Measurement

The electronic load is able to measure the internal DC resistance of the connected device under test.



This function uses the fast ADC. See 5.10.9 MEASure Subsystem and technical data for details.

Die Bestimmung des Innenwiderstandes richtet sich nach dem Prinzip, wie es in verschiedenen Standards für Batterien und Akkumulatoren, z. B. DIN EN 61951, DIN EN 61960, spezifiziert ist: im Abstand von einigen Sekunden wird bei zwei definierten Belastungsstufen die Klemmenspannung des Prüflings gemessen.

The determination of the internal resistance is done in the way specified in several standards for batteries and accumulators, e.g. DIN EN 61951, DIN EN 61960: the terminal voltage of the device under test is measured at two defined load levels lasting a defined duration.

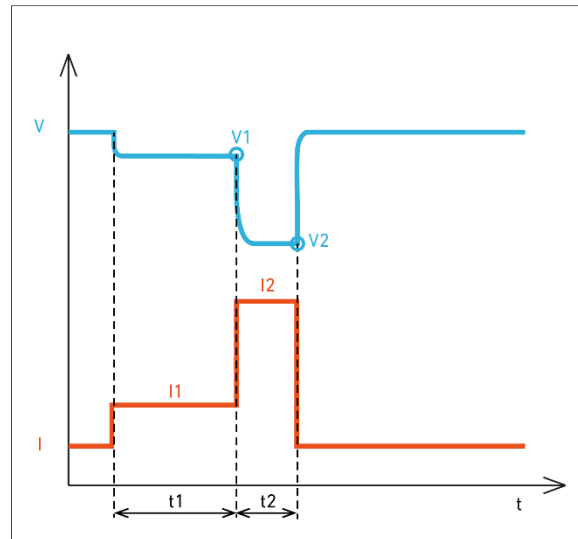


Abbildung 4.14: Prinzip der Innenwiderstandsmessung  
Figure 4.14: Internal resistance measurement principle

Am Ende der ersten Belastungsstufe I1 wird die Spannung V1 am Prüfling gemessen. Dann wird sofort die zweite, höhere Belastungsstufe eingestellt, an deren Ende die Spannung V2 gemessen wird. Die Last berechnet dann den Innenwiderstand aus dem Quotienten der gemessenen Spannungs- und Stromdifferenz:

$$R_i = (V_1 - V_2) / (I_2 - I_1)$$

Die Höhe der Belastungsstufen I1 und I2 sowie die Verweildauern t1 (für I1) und t2 (für I2) sind einstellbar. Die zweite Belastungsstufe I2 muss höher sein als I1, andernfalls generiert die elektronische Last beim Starten der Messfunktion einen Settings conflict Error.

At the end of the first load level I1 the voltage V1 is measured at the device under test. Then the second, higher load level I2 is immediately set. At the end of the duration of I2 the voltage V2 is measured. Then the load calculates the internal resistance from the quotient of the differences of the measured voltages and currents:

$$R_i = (V_1 - V_2) / (I_2 - I_1)$$

The load levels I1 and I2 as well as the dwells t1 (for I1) and t2 (for I2) are adjustable. The second load level I2 must be higher than I1, otherwise the electronic load will generate a Settings conflict Error when the measurement function is started.

Bei lokaler Bedienung kann die elektronische Last die Parameter und das Ergebnis der Messung auf einen angeschlossenen USB-Stick speichern.



Schließen Sie zur Innenwiderstandsmessung die Sense-Anschlüsse an den Prüfling, sonst verfälscht der Spannungsabfall auf den Lastleitungen das Messergebnis.

Die Innenwiderstandsmessung ist nicht gleichzeitig mit einer der folgenden Funktionen möglich:

- Entladefunktion
- MPP Tracking
- Listenfunktion
- Rechteck-/PWM-Funktion
- Extern gesteuerte Regelgröße oder Betriebsart

#### Lokale Bedienung:

*Main Menu -> Settings -> Function -> Ri Measurement*

Eingabefelder „Current/Time 1“ und „Current/Time 2“: Sollwerte für Strompegel und Zeit definieren. Mit „OK“ bestätigen.

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

In local operation the electronic load can store the parameters and the result of the measurement to an attached USB flash drive.



When measuring the internal resistance, connect the sense terminals to the device under test, otherwise the voltage drop on the load lines will lead to incorrect measurement results.

The internal resistance measurement is not possible at the same time as one of the following functions:

- discharge function
- MPP tracking
- list function
- Rectangular/PWM function
- externally controlled setting or operating mode

#### Local operation:

*Main Menu -> Settings -> Function -> Ri Measurement*

Edit widgets "Current/Time 1" and "Current/Time 2": define setting values for current level and time. Confirm with "OK".

Start the measurement function in the function-specific main view "Ri Main View" with shortcut S+ -> Start.

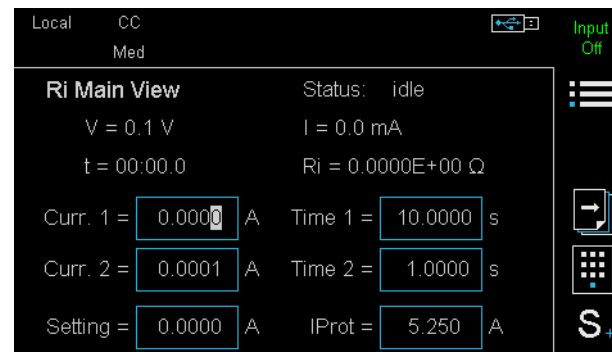


Abbildung 4.15: Hauptansicht der Innenwiderstandsmessung

Figure 4.15: Main view of internal resistance measurement

#### Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.10.6 FUNCTION-Subsystem.

Befehle FUNCTION:MEASure:IRESistance

#### Externe Steuerung:

#### Digital remote operation:

See 5.10.6 FUNCTION Subsystem.

Commands FUNCTION:MEASure:IRESistance

#### External control:



Nicht möglich.

Not available.

## 4.11 Modulator

## 4.11 Modulator

Durch die Modulator-Funktion kann dem konstanten Ausgangssignal in der Grundbetriebsart Spannungs- oder Stromregelung ein sinus-, rechteck-, dreieck- oder sägezahnförmiges Signal überlagert werden. Amplitude und Frequenz sind mit hoher Auflösung einstellbar.

The modulator function allows a sinusoidal, square-wave, triangular or sawtooth signal to be superimposed on the constant output signal in the basic voltage or current control mode. Amplitude and frequency are adjustable with high resolution.



Der erreichbare Modulationsgrad hängt durch die gerätebedingte Dämpfung von den Einstellwerten und dem verwendeten Modell ab. Der technisch mögliche Bereich für die Frequenz ist eventuell durch die Regelgeschwindigkeit bzw. durch die Anstiegs- und Abfallzeit des jeweiligen Geräts beschränkt (siehe technische Daten).



The achievable degree of modulation depends on the setting values and the model used due to the device-related damping. The technically possible range for the frequency may be limited by the regulation speed respectively by the rise and fall time of the particular device (see technical data).

### Lokale Bedienung:

*Main Menu -> Settings -> Function -> Modulator*

Auswahlfeld „Type“: Wellenform wählen.

Auswahlfeld „Mode“: Betriebsart der Regelung wählen.

Eingabefeld „Level (DC)“: Pegel der Grundbelastung eingeben.

Eingabefeld „Frequency“: Frequenz eingeben.

Eingabefeld „Amplitude“: Amplitude eingeben.

Mit „OK“ bestätigen.

Funktion mit S+ -> Start starten.

### Local operation:

*Main Menu -> Settings -> Function -> Modulator*

Dropdown widget „Type“: select waveform.

Dropdown widget „Mode“: select the regulation mode.

Edit widget „Level (DC)“: enter level of basic load.

Edit widget „Frequency“: enter frequency.

Edit widget „Amplitude“: enter amplitude.

Confirm with „OK“.

Start function with S+ -> Start.

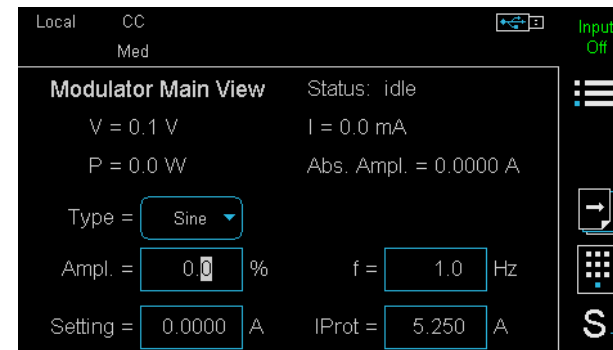
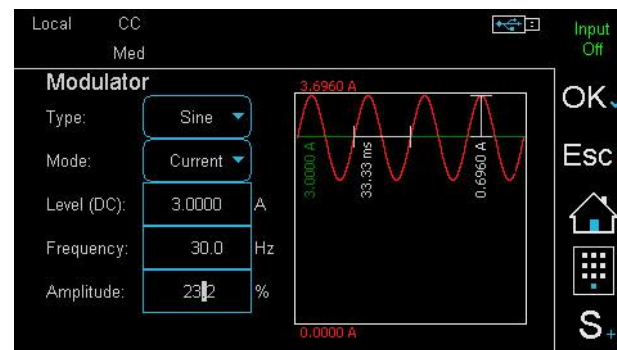


Abbildung 4.16: Hauptansicht der Modulator-Funktion

Figure 4.16: Main view of Modulator function

### Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.10.6 FUNCTION-Subsystem.

### Digital remote operation:

See 5.10.6 FUNCTION Subsystem.

Externe Steuerung: Nicht möglich.

External control: Not available.

## 4.12 MPP Tracking

## 4.12 MPP Tracking

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

The Maximum Power Point Tracking function (MPPT function) allows testing solar panels or photovoltaik modules. The electronic load controls the point of maximum power by varying the voltage setting in voltage regulation mode.



Diese Funktion verwendet den schnellen ADC. Details s. 5.10.9 MEASure-Subsystem und technische Daten.



This function uses the fast ADC. See 5.10.9 MEASure Subsystem and technical data for details.

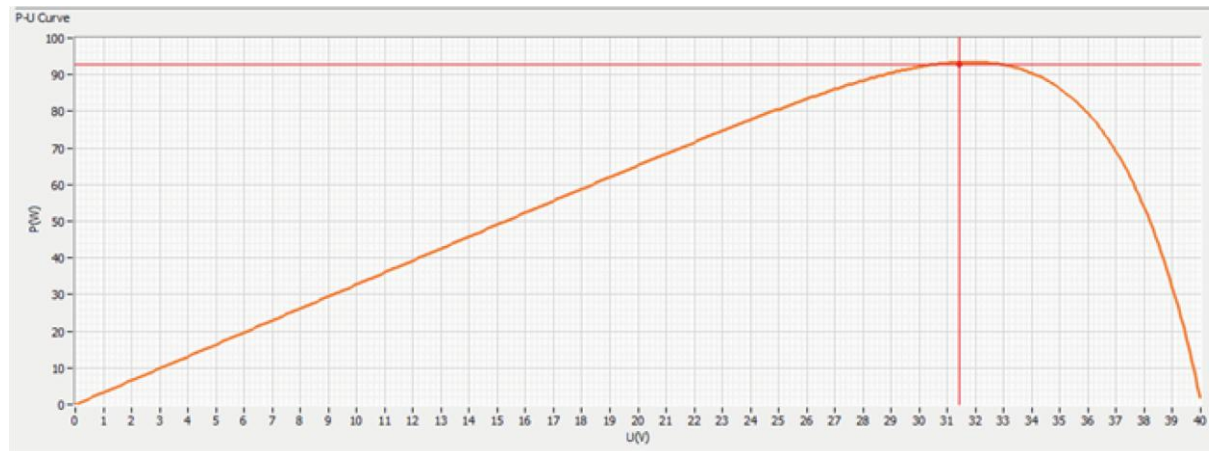


Abbildung 4.17: Leistungskurve über der Spannung mit MPP

Figure 4.17: Power-Voltage characteristic with MPP

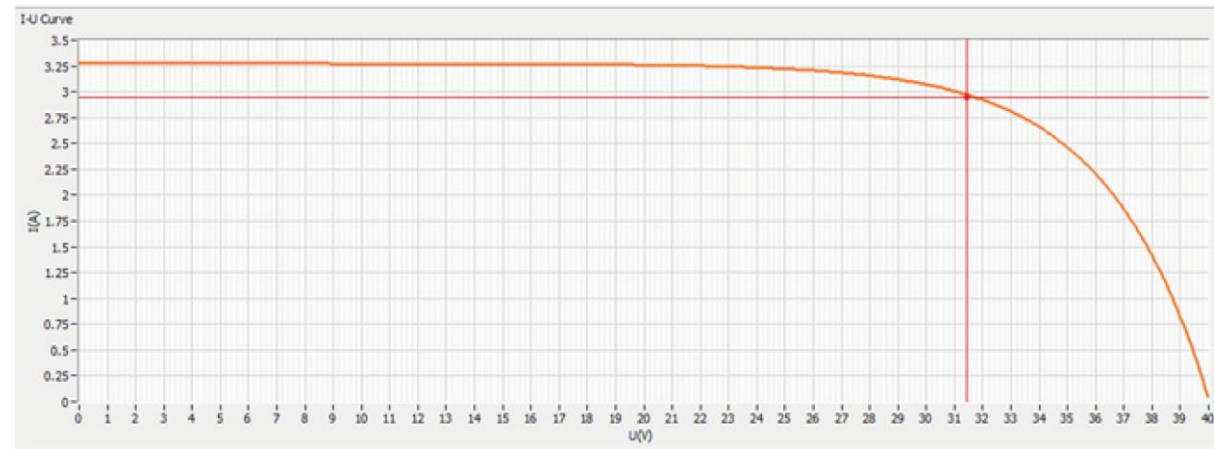


Abbildung 4.18: Stromkurve über der Spannung mit MPP

Figure 4.18: Current-voltage characteristic with MPP

#### 4.12.1 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 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

#### 4.12.1 Terminology

##### MPP

The MPP (Maximum Power Point) is the operating point at which the device under test (solar/PV module) supplies the most power. The last found/regulated MPP is displayed at the user interface and can be queried via a data interface.

##### Sweep

The sweep function measures the open-circuit voltage  $V_{oc}$  of the device under test, measures the V/I characteristic and determines the global MPP on its basis.

##### Sweep time

The sweep time determines how long a single sweep takes. It is set via the user interface or a data interface.

##### Sweep period

The sweep period determines the time interval at which a sweep is performed. It is set via the user interface or a data interface.

##### Sweep direction

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 250 Punkten ab. Sie sind folgendermaßen zusammengesetzt:

<Volt\_0>,<Curr\_0>,<Volt\_1>,<Curr\_1>,...,<Volt\_249>,<Curr\_249>

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 worden ist. 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 $\Delta P$

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

The sweep direction determines whether the voltage is reduced from the open-circuit voltage  $V_{oc}$  of the device under test to 0 Volts (direction "down") or whether the voltage is increased from 0 Volts to the open-circuit voltage  $V_{oc}$  (direction "up"). The sweep direction can be set via the user interface or a data interface.

#### Sweep measurement data

The measured sweep measurement data represent the V/I characteristic of the device under test with 250 points. They are composed as follows:

<Volt\_0>,<Curr\_0>,<Volt\_1>,<Curr\_1>,...,<Volt\_249>,<Curr\_249>

The sweep measurement data can be queried via a data interface. The number of measuring points of the last sweep can also be queried via a data interface. If the number is equal to 0, no sweep has been performed yet.

#### Cumulated energy

Energy in Wh, which has been drawn from the solar module since the MPPT function was activated. When the MPPT function is activated, the energy in Wh is cumulated starting at 0 until execution is deactivated. If the load input is switched off while MPPT is running, the cumulation pauses until the input is switched on again. The value is retained even after deactivation of the function until the MPPT function is restarted. The energy value is displayed at the user interface in the MPPT Main View and can be queried via a data interface.

#### Control accuracy $\Delta P$

The control accuracy determines the accuracy with which the MPP is regulated. Starting with the MPP of the last sweep, the voltage is varied in one direction until the power is reduced  $\Delta P \cdot MPP$ . Then the direction of the voltage variation is reversed until a power maximum is found again and this then decreases by  $\Delta P \cdot MPP$  and so on.

The MPP control accuracy is stored as a non-volatile device parameter (see 9.2 Device Parameters). This parameter is set to the default value when the device is reset to factory settings (Factory Reset or SYSTem:PRESet).

#### Minimum voltage

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.

#### 4.12.2 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.

The minimum voltage determines the minimum open-circuit voltage at which the device under test can be swept and tracked.

The minimum voltage is stored as a non-volatile device parameter. See 9.2 Device Parameters. This parameter is set to the default value when the device is reset to factory settings (Factory Reset or SYSTem:PRESet).

#### 4.12.2 MPPT Function

The function consists of the two sub-functions sweeping and tracking, which alternate continuously in an adjustable interval (sweep period). A sweep can also be forced via a data interface if the electronic load does not already carry out a sweep at this moment.

To start the MPP regulation the MPPT function must be enabled and the load input must be switched on. If the measured open-circuit voltage is higher than the minimum voltage, the electronic load performs a sweep and then regulates the MPP found.

The V/I characteristic is displayed together with the V/P characteristic in the function graph of the user interface.

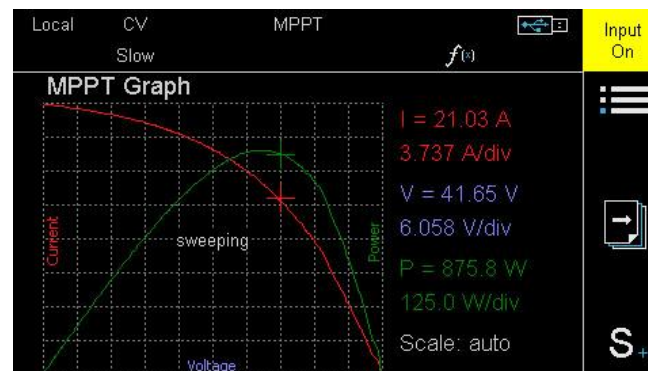


Abbildung 4.19: U/I- und U/P-Kennlinie  
Figure 4.19: V/I and V/P characteristics

Lokale Bedienung:

Main Menu -> Settings -> Functions-> MPPT

Local operation:

Main Menu -> Settings -> Functions-> MPPT

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

Define setting values for sweep duration, sweep period and sweep direction. Confirm with "OK".

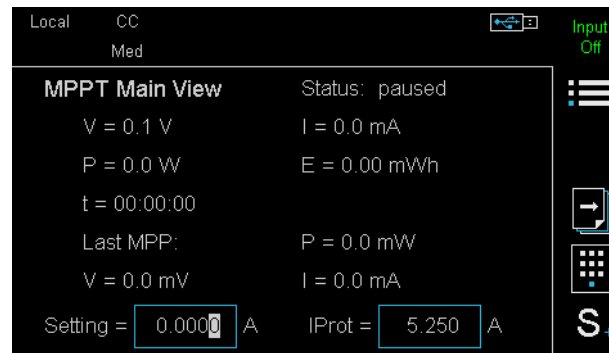


Abbildung 4.20: Hauptansicht der MPPT-Funktion  
Figure 4.20: Main view of MPPT function

Digitale Fernsteuerung:  
Siehe 5.10.6 FUNCTION-Subsystem.

Digital remote operation:  
Siehe 5.10.6 FUNCTION Subsystem.

Externe Steuerung:  
Nicht möglich.

External control:  
Not available.

## 4.13 Master-Slave-Betrieb im Systemverbund

## 4.13 Master-Slave Mode in System Connection

### 4.13.1 Funktion und Begriffe

### 4.13.1 Function and Terminology

Zur Erhöhung der Leistung oder des Stromes können elektronische Lasten gleichen Typs im Master-Slave-Betrieb als ein System parallel betrieben werden.

To increase the power or current capability electronic loads of equal type can be operated in parallel in master-slave mode as one system.

Die Master-Einheit regelt den gesamten Eingangsstrom des Systems. Sie zeigt auch die Messwerte des Systems an der Benutzerschnittstelle an und liefert diese bei Abfrage über eine der Datenschnittstellen (außer CAN) zurück. Die an der Master-Einheit gemessene Spannung ist die Grundlage für die geregelten Sollwerte im Spannungs-, Leistungs- und Widerstandsbetrieb.

The Master unit controls the total input current of the system. This unit also shows the system's total measurement values at its user interface and returns them in case of query via one of the data interfaces. The voltage measured at the Master unit is the base for the controlled settings in voltage mode, power mode and resistance mode.

Systemeinheit  
Eine elektronische Last ist eine Systemeinheit. Sie arbeitet in einer der System-Betriebsarten Single, Master oder Slave. Die Werksein-

System unit  
An electronic load is a system unit. It works in one of the system unit modes Single, Master or Slave. The factory preset of the system unit

stellung für die System-Betriebsart ist Single. Die System-Betriebsart wird bei einem Reset oder beim Aus- und Einschalten nicht verändert.

#### Systemverbund

Ein Systemverbund besteht aus mindestens zwei Systemeinheiten: genau ein Master- und bis zu vier Slave-Geräte.

#### Single-Betrieb

Im Single-Betrieb ist die elektronische Last mit keinen weiteren Einheiten über die CAN-Schnittstelle oder den I/O-Port verbunden. Die gesamte Geräte-Funktionalität und alle Datenschnittstellen stehen uneingeschränkt zur Verfügung.

#### Master-Betrieb

Im Master-Betrieb steuert die Systemeinheit über die CAN-Schnittstelle und den I/O-Port eine oder mehrere Systemeinheiten im Slave-Betrieb.

#### Slave-Betrieb

Im Slave-Betrieb wird die Systemeinheit über die CAN-Schnittstelle und den I/O-Port von der Master-Einheit gesteuert. Sie kann bis auf einige Diagnosefunktionen ansonsten nicht bedient werden.

### 4.13.2 Voraussetzungen für einen Systemverbund

- Alle Systemeinheiten müssen von der gleichen Serie und vom gleichen Typ sein.
- Die Firmware-Version (Major und Minor Version) aller Systemeinheiten muss identisch sein.
- Beim Einschalten der Master-Einheit müssen bereits alle Slave-Einheiten eingeschaltet sein bzw. alle Einheiten müssen gleichzeitig eingeschaltet werden.

### 4.13.3 Einschränkungen im Master-Slave-Betrieb

Einschränkungen im Systemverbund:

mode is Single. The system unit mode is kept after a reset or power cycling.

#### System connection

A system connection consists of minimum two system units: exactly one Master unit and up to four Slave units.

#### Single mode

In Single mode the electronic load is not connected via CAN interface or I/O Port to any other system unit. The whole device's functionality and all data interfaces are entirely available.

#### Master mode

In Master mode the system unit controls one or several Slave units via the CAN interface and the I/O Port.

#### Slave mode

In Slave mode the system unit is controlled via the CAN interface and the I/O Port of a Master unit. A Slave unit cannot be operated except for some diagnostic functions.

### 4.13.2 Conditions for a System Connection

- All system units must be of the same series and of the same type.
- All system units must have equal firmware versions (major and minor version).
- When the Master unit is powered on all Slave units must already be powered on or, respectively, all system units must be simultaneously powered on.

### 4.13.3 Restrictions in Master-Slave Mode

Restrictions in the system connection:

- Funktionen zur Messwerterfassung und -verwaltung (Subsystem ACQuisition, DATA und LIST:ACQuisition) stehen nicht zur Verfügung.
- Funktionen für die Entladung/Batterieprüfung (DISCharge) stehen nicht zur Verfügung.
- Funktionen für die Innenwiderstandsmessung stehen nicht zur Verfügung (MEASure:IRESistance).
- Funktionen für das Maximum Power Point Tracking (MPPT) stehen nicht zur Verfügung.
- Justierfunktionen (Subsystem SERvice:CALibration) stehen nicht zur Verfügung.
- Funktionen zum Setzen und Lesen von Geräteparametern sind nur eingeschränkt verfügbar (Subsystem SERvice:PARameter).

#### Einschränkungen Master-Gerät:

- Firmware-Updates können nicht durchgeführt werden.
- Die externe CAN-Schnittstelle steht für die Kommunikation mit einem Steuerrechner nicht zur Verfügung.
- Der I/O-Port steht bei Einsatz des Master-Slave-Kabels K-MS-TRL nur mit SubD25-Doppler (bestellbares Zubehör) zur Verfügung.
- Einzelne Funktionen, Menüeinträge der Benutzerschnittstelle und SCPI-Befehle stehen nicht oder nur eingeschränkt zur Verfügung.

#### Einschränkungen Slave-Gerät:

- Die Kommunikation über die Datenschnittstellen ist nicht möglich.
- Die Menüstruktur der Benutzerschnittstelle ist auf wenige Diagnosefunktionen reduziert.
- Der I/O-Port steht bei Einsatz des Master-Slave-Kabels K-MS-TRL nur mit SubD25-Doppler (bestellbares Zubehör) zur Verfügung.

#### 4.13.4 Systemverbund herstellen

1. Alle Systemeinheiten einschalten. Lasteingänge ausgeschaltet lassen.

- Functions for data acquisition and reading (ACQuisition, DATA and LIST:ACQuisition subsystem) are not available.
- Functions for discharging/battery test (DISCharge) are not available.
- Functions for internal resistance measurement are not available (MEASure:IRESistance).
- Functions for Maximum Power Point Tracking (MPPT) are not available.
- Adjustment functions (SERvice:CALibration subsystem) are not available.
- Functions for setting and reading device parameters are only restrictedly available (SERvice:PARameter subsystem).

#### Restrictions master device:

- Firmware updates cannot be performed.
- The external CAN interface is not available for communication with a controlling computer.
- When using the master-slave cable K-MS-TRL the I/O port is only available via SubD25 Doubler (orderable accessory).
- Some single functions, menu entries of the user interface and some SCPI commands are not or only restrictedly available.

#### Restrictions slave device:

- Communication via any data interface is not possible.
- The menu structure in the user interface is reduced to a few diagnostics functions.
- When using the master-slave cable K-MS-TRL the I/O port is only available via SubD25 Doubler (orderable accessory).

#### 4.13.4 Establishing System Connection

1. Power all system units on. Keep load inputs off.



2. An der elektronischen Last, die die anderen Einheiten steuert und die Gesamt-Messwerte anzeigen soll, Master-Betrieb einstellen.

Lokale Bedienung:

*Main Menu -> Configuration -> Master/Slave*

Auswahlfeld „Unit mode“: „Master“ auswählen. Mit „OK“ bestätigen. Nachfolgendes Benachrichtigungsfenster schließen.

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.10.17 SYSTem-Subsystem.

3. Auf die gleiche Weise an der ersten elektronischen Last, die von der Master-Einheit gesteuert werden soll, Slave-Betrieb mit Slave-Adresse 2 einstellen.
4. Bei Bedarf bis zu drei weitere elektronische Lasten in Slave-Betrieb versetzen. Slave-Adressen 3 bis 5 einstellen.



Jede Adresse darf nur einmal im System vorhanden sein! Bei Mehrfachadressen arbeitet das System fehlerhaft und berechnet falsche Messwerte.

5. Die Lasteingänge aller Systemeinheiten wie in Abbildung 4.21 verdrillt an den Prüfling schalten. Die Leitungen aller Systemeinheiten bis zum Prüfling führen, nicht an den Systemeinheiten verbinden!

2. Set Master mode at the electronic load which shall control the other units and display total measurement values.

Local operation:

*Main Menu -> Configuration -> Master/Slave*

Dropdown widget "Unit mode": select "Master". Confirm with "OK". Close the following notification window.

Digital remote operation:

See 5.10.17 SYSTem Subsystem.

3. In the same way, set Slave mode at the first electronic load which shall be controlled by the Master unit and set Slave address 2.
4. If required, set up to three further electronic loads to Slave mode. Set Slave addresses 3 to 5.



Each address may be present only once in the system! If multiple equal addresses are present the system will work faulty and will calculate wrong measurement values.

5. Lead the load lines of all system units as twisted pair to the device under test, like it is shown in Figure 4.21. Lead the wires of all system units to the device under test, do not interconnect the system units!

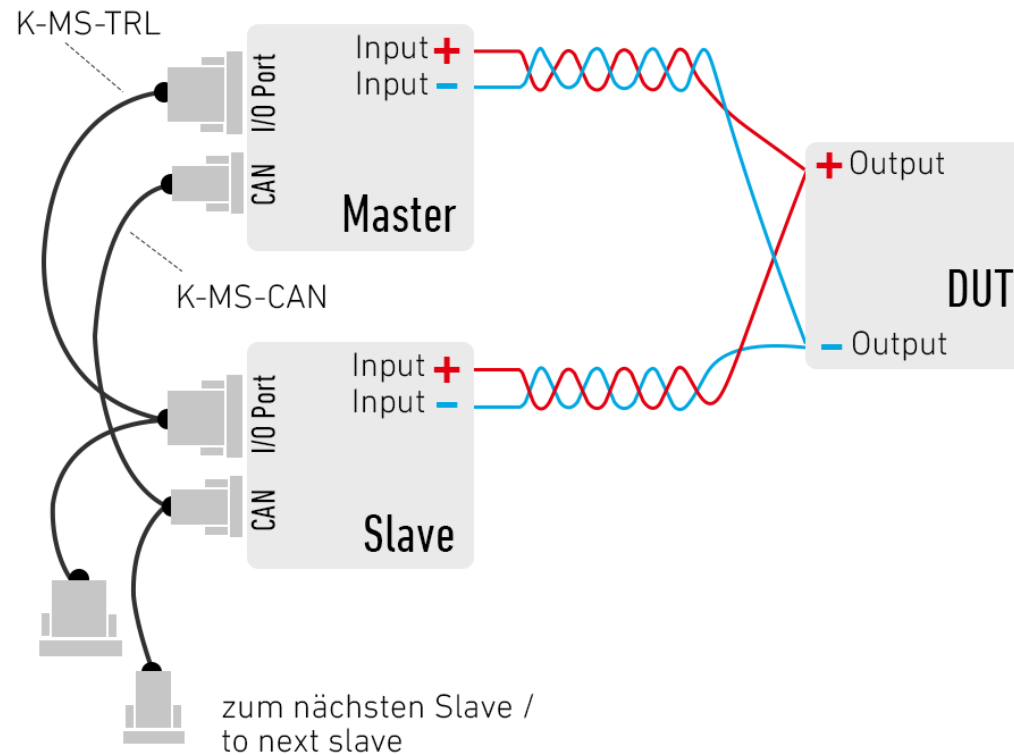


Abbildung 4.21: Verschaltung im Master-Slave-Betrieb  
Figure 4.21: Wiring in master-slave mode



Eine Serienschaltung der Lasteingänge zur Erhöhung der Eingangsspannung ist NICHT zulässig!

6. Alle Systemeinheiten ausschalten.
7. Die CAN-Schnittstellen aller Systemeinheiten mit K-MS-CAN-Kabeln verbinden. I/O-Ports aller Systemeinheiten mit K-MS-TTL-Kabeln verbinden.
8. Alle Slave-Einheiten einschalten.
9. Die Master-Einheit einschalten.



Do NOT connect several load inputs in series to increase the maximum tolerable input voltage!

6. Power all system units off.
7. Interconnect the CAN interfaces of all system units by K-MS-CAN cables. Interconnect I/O Ports of all system units by K-MS-TRL cables.
8. Power all Slave units on.
9. Power the Master unit on.

Jede Systemeinheit zeigt jetzt in der Statusleiste die aktive System-Betriebsart („Master“ oder „Slave“) und die Adresse der Systemeinheit an.

Der Systemverbund ist nun konfiguriert und kann über die Master-Einheit gesteuert werden. Die Master-Einheit bestimmt die Stromaufnahme und den Eingangszustand der Slave-Einheiten und zeigt Mess- und Statuswerte des gesamten Systemverbundes an.

Each system unit now displays the active system mode (“Master” or “Slave”) and address in the status bar.

The system connection is now completely configured and can be controlled by the Master unit. The Master unit establishes the current consumption and the input state of the Slave units and displays total measurement and status values of the system connection.

#### 4.13.5 Systemverbund auflösen

1. Die Lasteingänge bei allen Systemeinheiten ausschalten.
2. Bei allen Systemeinheiten Single Mode einstellen.

##### Lokale Bedienung:

*Main Menu -> Configuration -> Master/Slave*

Auswahlfeld „Unit mode“: „Single“ auswählen. Mit „OK“ bestätigen. Nachfolgendes Benachrichtigungsfenster schließen.

##### Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.10.17 SYSTem-Subsystem

3. Alle Systemeinheiten ausschalten.
4. Alle K-MS-TRL-Kabel von den I/O-Ports und alle K-MS-CAN-Kabel von den CAN-Schnittstellen abstecken.
5. Alle Systemeinheiten einschalten.

#### 4.13.6 Steckerbelegung des K-MS-TRL-Kabels

An beiden Enden des Kabels befindet sich ein 25-poliger D-Sub-Stecker.

#### 4.13.5 Terminate System Connection

1. Switch off load inputs at all system units.
2. Set single mode at all system units.

##### Local operation:

*Main Menu -> Configuration -> Master/Slave*

Dropdown widget “Unit mode”: select “Single”. Confirm with “OK”. Close the following notification window.

##### Digital remote operation:

See 5.10.17 SYSTem Subsystem

3. Power all system units off.
4. Disconnect all K-MS-TRL cables from the I/O ports and all K-MS-CAN cables from the CAN interfaces.
5. Power all system units on.

#### 4.13.6 Pin Assignment of the K-MS-TRL Cable

At both ends of the cable are 25-pin D-Sub male connectors.

Steckerbelegung:

| Master |          |   | Slave* |           |
|--------|----------|---|--------|-----------|
| Pin    | Signal   |   | Pin    | Signal    |
| 24     | GND      | ↔ | 24     | GND       |
| 5      | /STAT-ON | ↔ | 9      | /INP-ON   |
| 1      | GNDA     | ↔ | 3      | LEVEL10V- |
| 15     | IMON     | ↔ | 16     | LEVEL10V+ |

\* und weitere Slaves

Das Kabel K-MS-TRL dient zur Verbindung von zwei Systemeinheiten. Es stellt gleich eine Kupplung zum Anschluss einer weiteren Slave-Einheit zur Verfügung.

Für jede weitere Slave-Einheit wird ein Kabel K-MS-TRL benötigt.

#### 4.13.7 Buchsenbelegung des K-MS-CAN-Kabels

An beiden Enden des Kabels befindet sich eine 9-polige D-Sub-Buchse.

Buchsenbelegung:

| Master |        |   | Slave* |        |
|--------|--------|---|--------|--------|
| Pin    | Signal |   | Pin    | Signal |
| 2      | CAN_L  | ↔ | 2      | CAN_L  |
| 3      | GND    | ↔ | 3      | GND    |
| 6      | GND    | ↔ | 6      | GND    |
| 7      | CAN_H  | ↔ | 7      | CAN_H  |

\* und weitere Slaves

Das Kabel K-MS-CAN dient zur Verbindung von zwei Systemeinheiten. Es stellt eine Kupplung zum Anschluss einer weiteren Slave-Einheit zur Verfügung.

Für jede weitere Slave-Einheit wird ein Kabel K-MS-CAN benötigt.

Pin assignment:

| Master |          |   | Slave* |           |
|--------|----------|---|--------|-----------|
| Pin    | Signal   |   | Pin    | Signal    |
| 24     | GND      | ↔ | 24     | GND       |
| 5      | /STAT-ON | ↔ | 9      | /INP-ON   |
| 1      | GNDA     | ↔ | 3      | LEVEL10V- |
| 15     | IMON     | ↔ | 16     | LEVEL10V+ |

\* and further Slaves

The cable K-MS-TRL is for connecting 2 system units. It provides an additional plug for connecting the next slave unit.

For any further slave unit another K-MS-TRL cable is required.

#### 4.13.7 Pin Assignment of the K-MS-CAN Cable

At both ends of the cable are 9-pin D-Sub female connectors.

Pin assignment:

| Master |        |   | Slave* |        |
|--------|--------|---|--------|--------|
| Pin    | Signal |   | Pin    | Signal |
| 2      | CAN_L  | ↔ | 2      | CAN_L  |
| 3      | GND    | ↔ | 3      | GND    |
| 6      | GND    | ↔ | 6      | GND    |
| 7      | CAN_H  | ↔ | 7      | CAN_H  |

\* and further Slaves

The cable K-MS-CAN is for connecting 2 system units. It provides an additional plug for connecting the next slave unit.

For any further slave unit another K-MS-CAN cable is required.

## 4.14 Messdatenerfassung

## 4.14 Measurement Data Acquisition

### 4.14.1 Interne Messdatenerfassung

### 4.14.1 Internal Data Acquisition

Für Anwendungen mit hoher Abtastrate und hoher zeitlicher Genauigkeit kann die Messdatenerfassung mit einer definierbaren Abtastzeit Messwerte für Spannung und Strom periodisch erfassen und mit Zeitstempel im internen Gerätespeicher puffern. Die Messwerte werden dabei zeitlich synchron erfasst.



Diese Funktion verwendet den schnellen ADC. Details s. 5.10.9 MEASure-Subsystem und technische Daten.

Der interne Gerätespeicher kann bis zu 40.000 Datensätze puffern. Ein Datensatz besteht aus einem relativen Zeitstempel, Spannungswert und Stromwert. Ist das Ende des verfügbaren Datenspeichers erreicht, werden nach dem Ringpufferprinzip die ältesten Daten mit den neuen überschrieben. Dies wird signalisiert, indem an der Benutzerschnittstelle MEM in der Statusleiste angezeigt und das MEM-Bit im Questionable Status Register gesetzt wird. Dieser Zustand bleibt so lange erhalten, bis entweder ein Datensatz gelesen oder die Messdatenerfassung neu gestartet wird.

Wenn die Messdatenerfassung durch ein Trigger-Ereignis gestartet oder gestoppt werden soll, muss die Auswertung von Trigger-Ereignissen durch die Messdatenerfassung aktiviert werden (siehe auch 4.18 Triggersystem).



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

#### 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:



For applications with high sampling rates and high time accuracy the measurement data acquisition can periodically acquire measurement values for voltage and current with a user-defined sample rate and buffer these values with a time stamp in the internal device memory. The measured values are recorded synchronously.

This function uses the fast ADC. See 5.10.9 MEASure Subsystem and technical data for details.

The internal device memory can buffer up to 40,000 measurement data points. A data point consists of a relative timestamp, voltage value and current value. If the end of the available data memory is reached the electronic load overwrites the oldest data with the new data according to the ring buffer principle. This is signaled by displaying MEM in the status bar of the user interface and setting the MEM bit of the Operation Status Register. This status is kept until either a data point is read or the data acquisition is restarted.

If the measurement data acquisition is to be started or stopped by a trigger event, the evaluation of trigger events by the measurement data acquisition must be activated (see also 4.18 Trigger System).



The data acquisition cannot be executed while a list function is executed.

#### Local operation:

*Main Menu -> Settings -> Acquisition*

Checkbox “Enable state”: activate data acquisition.

Edit widget “Sample rate [s]”: edit sample rate.

The acquisition is immediately activated when the dialog window is exited by “OK” and started by switching the input on.

#### Digital remote operation:

Siehe 5.10.1 ACQuisition-Subsystem.

Externe Steuerung:

Nicht möglich.

#### 4.14.2 Daten-Logging auf USB-Stick

Für lange Messungen mit niedriger Abtastrate und geringer zeitlicher Genauigkeit kann die elektronische Last bei lokaler Bedienung angezeigte Messdaten (für Spannung und Strom) direkt auf einen externen USB-Stick speichern. Dazu muss ein USB-Stick an die USB-Buchse **A7** angeschlossen werden.



Diese Funktion verwendet den langsamen ADC. Details s. 5.10.9 MEASure-Subsystem und technische Daten.

Die Messwerte für Zeit, Spannung und Strom werden in einem einstellbarem Speicherintervall protokolliert und sofort auf dem USB-Stick im Verzeichnis „Logging“ gespeichert.

Lokale Bedienung:

*Main Menu -> Data -> USB Logging*

Eingabefeld „Sample time [s]“: Abtastintervall eingeben.

Eingabefeld „DUT directory“: Die hier eingegebene Nummer entspricht dem Verzeichnisnamen auf dem USB-Stick.

Schaltfläche „start“: Messwertspeicherung starten.

Siehe auch 4.16 Ordnerstruktur auf USB-Stick.

Digitale Fernsteuerung:

Nicht möglich.

Externe Steuerung:

Nicht möglich.

#### 4.15 Daten aus dem internen Speicher lesen

Die im internen Gerätespeicher gepufferten Messwerte (s. 4.8.5 Messdatenerfassung durch die Listenfunktion oder 4.14.1 Interne Messdatenerfassung) werden wie folgt ausgelesen.

See 5.10.1 ACQuisition Subsystem.

External control:

Not available.

#### 4.14.2 Data Logging on USB Flash Drive

For long lasting measurements with low sampling rate and low time accuracy the device can save displayed measurement readings for voltage and current directly to an external USB flash drive in local operation. To do this, a USB flash drive has to be connected to the USB host **A7**.



This function uses the slow ADC. See 5.10.9 MEASure Subsystem and technical data for details.

The measurement data for time, voltage and current are logged with a selectable logging interval and directly saved in the “Logging” directory on the USB flash drive.

Local operation:

*Main Menu -> Data -> USB Logging*

Edit widget “Sample time [s]”: define sample interval.

Edit widget “DUT directory”: the edited number will result in the directory name on the USB flash drive.

“start” button: start measurement recording.

See also 4.16 Directory Structure on USB Flash Drive.

Digital remote operation:

Not available.

External control:

Not available.

#### 4.15 Reading Data from Internal Memory

The data buffered in the internal device memory (s. 4.8.7 Data Acquisition by List Function or 4.14.1 Internal Data) are read as follows.

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 5.10.3 DATA-Subsystem.

Externe Steuerung:

Nicht möglich.

## 4.16 Ordnerstruktur auf USB-Stick

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



Abbildung 4.22: Beispiel Verzeichnisstruktur auf USB-Stick  
Figure 4.22: Example directory structure on USB flash drive

**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.

Local operation:*Main Menu -> Data -> Export*

Edit widget “DUT directory”: A directory with the defined number is created on the flash drive device in which the read data are stored.

“start” button: start data reading.

Digital remote operation:

See 5.10.3 DATA Subsystem.

External control:

Not available.

## 4.16 Directory Structure on USB Flash Drive

Some functions of the electronic load are able to save measurement data or results to an attached USB flash drive (e.g. data acquisition). The generated files are saved on the USB flash drive with the following directory structure:

**Export of measurement data and measurement results:**

A directory which name composes of the series and the device number is created in the root directory of the USB flash drive. In order to allocate the created files to a certain device under test, the user can determine a DUT number in the corresponding dialog windows. A directory “DUTxx” (xx = DUT number) is created due to the selected DUT number. Within the DUT directories there are further subdirectories which are created from the executed export functions. The measurement data and measurement results are saved in these subdirectories.

**Import von Listendateien:**

In einem Editor oder im Software-Tool erzeugte Listendateien zur Ausführung der Listenfunktion können von der elektronischen Last importiert werden. Diese Listendateien müssen sich im Unterverzeichnis „LIST“ im Stammverzeichnis befinden.

**4.17 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.

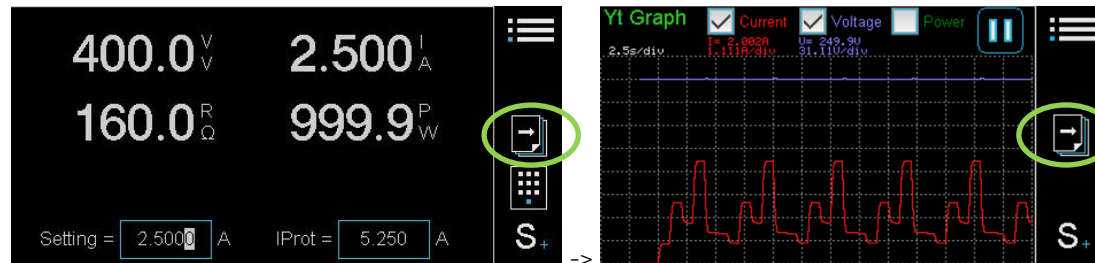


Abbildung 4.23: Hauptansichten der Messwerte/-daten  
Figure 4.23: Main views of the measurement readings

Siehe Kapitel 3.3 Hauptansichten.

Lokale Bedienung:

Hauptansicht -> Blättern-Symbol

Digitale Fernsteuerung:

Nicht möglich.

Externe Steuerung:

Nicht möglich.

**Import of list files:**

List files created with an editor or the software tool can be imported for the execution of the list function. These files must be saved in the subdirectory "LIST" of the root directory.

**4.17 Displaying Measurement Data**

There are different types of measured value or measured data display in local operation.

In addition to the measured value display in numeric format, the Yt graph shows the time course of voltage, current and/or power. The Yt graph is displayed by touching the page turn icon in the main view.

See chapter 3.3 Main Views.

Local operation:

Main view -> Page turn icon

Digital remote operation:

Not available.

External control:

Not available.



## 4.18 Triggersystem

Verschiedene Funktionen bzw. Einstellungen können durch ein definierbares Trigger-Ereignis gesteuert werden:

- Lasteingang aktivieren/deaktivieren (nur bei digitaler Fernsteuerung)
- Getriggerte Sollwerte aller Grundbetriebsarten setzen
- Ausführung einer Liste starten/stoppen
- Messdatenerfassung starten/stoppen

### 4.18.1 Zustände im Trigger-Modell

In der elektronischen Last ist ein Trigger-Modell integriert, bei dem folgende Zustände möglich sind:

- IDLE: Das Trigger-Modell befindet sich im Ruhezustand und wartet auf kein Trigger-Ereignis. Trigger-Ereignisse im Zustand IDLE verursachen einen Fehler. Der Zustand IDLE wird durch den Befehl ABORT, durch einen Reset oder durch Auswahl des Trigger State „Idle“ bei lokaler Bedienung aktiviert.
- INITIATED: Das Gerät wartet auf ein Trigger-Ereignis von der spezifizierten Quelle.
- ACTION: Die getriggerten Aktionen werden ausgeführt (z.B. Listenfunktion starten). Wird das Triggersystem kontinuierlich initiiert, so wird der Zustand INITIATED wieder eingenommen, ansonsten wird der Zustand IDLE eingenommen.

### 4.18.2 Trigger-Verzögerungs- und Freihaltezeit

Für den Zustandsübergang von INITIATED zu ACTION kann eine Verzögerungszeit (trigger delay) von 0 bis 10s (Auflösung 200 µs) definiert werden, nach der die getriggerten Aktionen ausgeführt werden.

Ebenso kann für den Zustandsübergang von ACTION zu IDLE bzw. INITIATED eine Freihaltezeit (holdoff) von 0 bis 1s (Auflösung 200 µs) definiert werden, um ein unbeabsichtigtes nochmaliges Auslösen eines Triggers z. B. bei Prellen des externen Triggersignals zu verhindern.

## 4.18 Trigger System

Several functions and settings can be controlled by a predefined trigger event:

- Activate/deactivate load input (only at digital remote operation)
- Set triggered setting values of all basic operating modes
- Start/stop list function
- Start/stop data acquisition

### 4.18.1 Trigger Model States

There is a trigger model integrated in the electronic load where the following states are possible:

- IDLE: The trigger model is in idle state and does not wait for any trigger event. Trigger events in idle state cause an error. Idle state is activated by the ABORT command, by a reset command or by setting trigger state "Idle" in local operation.
- INITIATED: The device waits for a trigger event from the specified source.
- ACTION: The triggered actions are executed (e.g. starting the list function). If the trigger system is continuously initiated the INITIATED state is entered again, otherwise the IDLE state is entered.

### 4.18.2 Trigger Delay and Holdoff

A trigger delay for the transition of INITIATED state to ACTION state can be defined from 0 to 10 seconds (200 µs resolution). ACTION state is entered after this trigger delay.

Furthermore, a holdoff time for the transition of ACTION state to IDLE or INITIATED state can be set from 0 to 1 second (200 µs resolution) to avoid unintended retriggering, for example by a bouncing external trigger input signal.

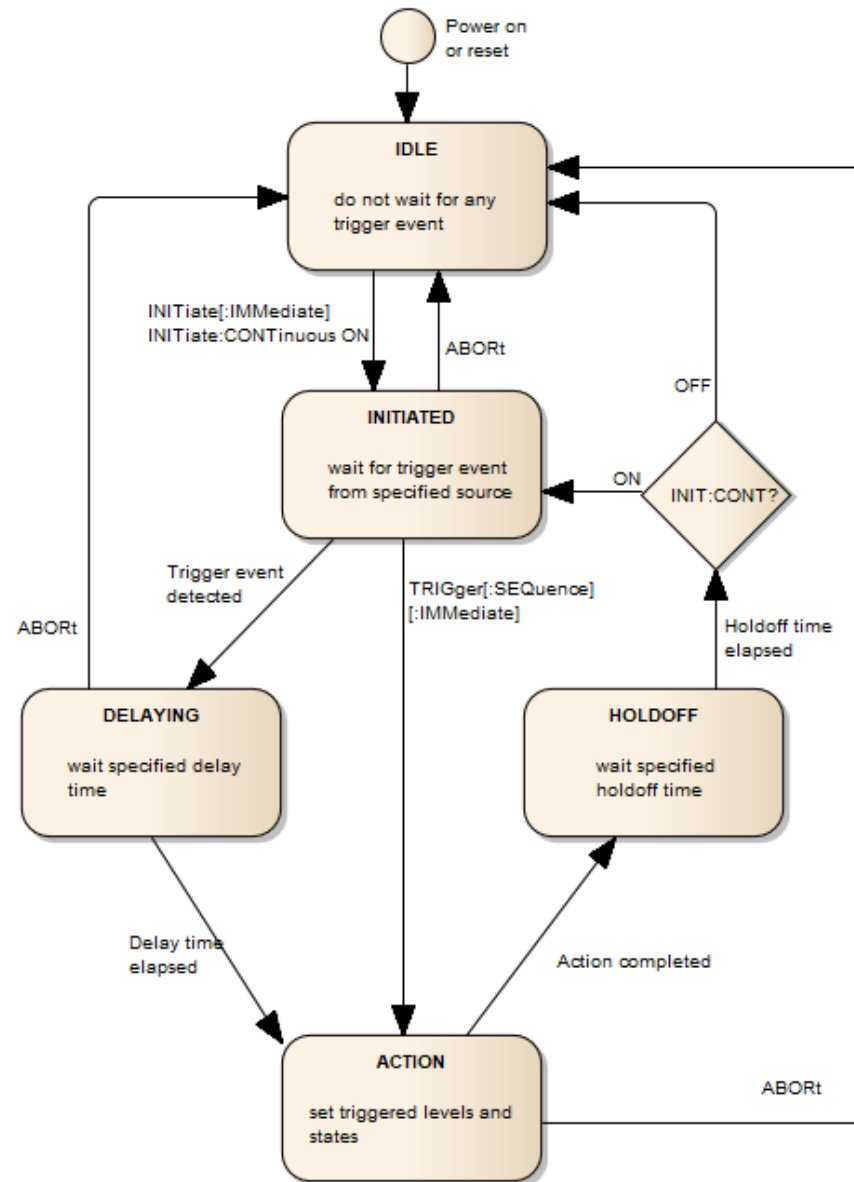


Abbildung 4.24: Trigger-Modell  
Figure 4.24: Trigger model

## 4.18.3 Trigger-Quellen

Ein Trigger-Ereignis wird nur von der ausgewählten Trigger-Quelle akzeptiert. Eine der folgenden Quellen kann ausgewählt werden:

- **BUS:** Trigger-Befehl auf einer Kommunikationsschnittstelle
- **EXternal:** Trigger-Eingangssignal am I/O-Port
- **HOLD:** Die Erkennung eines Trigger-Ereignisses ist deaktiviert
- **MANual:** Shortcut-Kombination S+ -> Manual Trigger
- **VOLTage:** Pegel der Eingangsspannung
- **CURRent:** Pegel des Eingangsstrom



Die Latenzzeit vom Auftreten eines externen Triggersignals bis zur Ausführung der Triggeraktion ist in den technischen Daten angegeben.

Tritt ein Trigger-Ereignis ein, dessen Quelle nicht ausgewählt ist, erzeugt die Last einen Trigger ignored Error, z. B. wenn im Zustand INITIATED die Trigger-Taste gedrückt wird, als Trigger-Quelle aber BUS aktiv ist.

Für das Trigger-Eingangssignal am I/O-Port (Trigger-Quelle EXternal), für den Eingangsstrom (Trigger-Quelle CURRent) und für die Eingangs-spannung (Trigger-Quelle VOLTage) kann außerdem noch die Flanke (SLOPe) vorgegeben werden, die ein Trigger-Ereignis erzeugt:

- Nur ansteigende Flanke (POSitive)
- Nur abfallende Flanke (NEGative)
- Ansteigende oder abfallende Flanke (EITHer)

#### Trigger-Spannung

In einigen Anwendungen ist es von Vorteil, eine bestimmte Aktion, z. B. eine definierte Lastkurve, durch das Anlegen einer spezifischen Eingangsspannung zu starten. Dazu kann die Trigger-Quelle auf Voltage gesetzt und eine Trigger-Spannung definiert werden.

Für diese Trigger-Quelle gilt auch die eingestellte Trigger-Flanke (Slope), d. h. bei ansteigender Flanke wird ein Trigger-Ereignis erzeugt, wenn die gemessene Eingangsspannung den Wert der programmierten Trigger-Spannung überschreitet. Umgekehrt wird ein Trigger-Ereignis bei fallender Flanke erzeugt, wenn die

## 4.18.3 Trigger sources

A trigger event is only accepted from the selected trigger source. One of the following sources can be chosen:

- **BUS:** Trigger command via one of the communication interfaces
- **EXternal:** Trigger input signal at the I/O Port
- **HOLD:** Detection of a trigger event is deactivated
- **MANual:** Shortcut combination S+ -> Manual Trigger
- **VOLTage:** Input voltage level
- **CURRent:** Load current level



The latency time from the occurrence of an external trigger signal to the execution of the trigger action is specified in the technical data.

If a trigger event occurs and its source is not selected, the electronic load generates a trigger ignored error, for example when in INITIATED state the trigger button is pressed but BUS is selected as trigger source.

For the trigger input signal at the I/O port (trigger source EXternal), for the input current (trigger source CURRent) and for the input voltage (trigger source VOLTage), the edge (SLOPe) that generates a trigger event can also be specified:

- Only rising edge (POSitive)
- Only falling edge (NEGative)
- Both rising and falling edge (EITHer)

#### Trigger voltage

In some applications it is useful to start a specific function, e.g. a defined load profile, by connecting a specific input voltage. For this purpose, the trigger source can be set to Voltage and a trigger voltage level can be defined.

The set trigger edge (slope) also applies to this trigger source, i.e. a trigger event is generated with a rising edge if the measured input voltage exceeds the value of the programmed trigger voltage. Conversely, a trigger event is generated on a falling edge when the

gemessene Eingangsspannung den Wert der programmierten Trigger-Spannung unterschreitet.

### Trigger-Strom

Analog zur Trigger-Quelle Spannung kann eine Aktion durch die Höhe eines gewissen Laststroms gestartet werden. Dazu kann die Trigger-Quelle auf Current gesetzt und ein Trigger-Strom definiert werden.

Für diese Trigger-Quelle gilt auch die eingestellte Trigger-Flanke (Slope), d. h. bei ansteigender Flanke wird ein Trigger-Ereignis erzeugt, wenn der gemessene Eingangsstrom den Wert des programmierten Trigger-Stroms überschreitet. Umgekehrt wird ein Trigger-Ereignis bei fallender Flanke erzeugt, wenn der gemessene Eingangsstrom den Wert des programmierten Trigger-Stroms unterschreitet.

#### Lokale Bedienung:

*Main Menu -> Settings -> Trigger*

Eingabefeld „Delay time“: Trigger-Verzögerung definieren.

Eingabefeld „Hold off time“: Trigger-Freihaltezeit definieren.

Auswahlfeld „Source“: Quelle für Trigger-Ereignisse auswählen. Ist „External“ ausgewählt, ist im Auswahlfeld „Slope“ die Trigger-Flanke festzulegen, die Trigger-Ereignisse erzeugt. Ist „Current“ oder „Voltage“ ausgewählt, ist im Eingabefeld „Level“ zusätzlich der Strom- oder Spannungspegel, der ein Trigger-Ereignis erzeugt, zu definieren.

Auswahlfeld „State“: Trigger-System mit „Single“ oder „Cont.“ aktivieren.

Mit „OK“ bestätigen.

#### Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.10.18 TRIGger-Subsystem.

#### Externe Steuerung:

Siehe 6.5.1.5 Triggereingang.

## 4.19 Lüftersteuerung

Die Geräte verfügen über eine automatische Lüftersteuerung, bei der die Drehzahl der Lüfter von der Temperatur der Leistungsstufe und des fließenden Eingangsstroms abhängt.

measured input voltage falls below the value of the programmed trigger voltage.

### Trigger current

Analogous to the voltage trigger source, an action can be started by the magnitude of a certain load current. For this purpose, you can set the trigger source to Current a trigger current level can be defined.

The set trigger edge (slope) also applies to this trigger source, i.e. a trigger event is generated on a rising edge if the measured input current exceeds the value of the programmed trigger current. Conversely, a falling edge trigger event is generated when the measured input current falls below the value of the programmed trigger current.

#### Local operation:

*Main Menu -> Settings -> Trigger*

Edit widget "Delay time": define trigger delay.

Edit widget "Holdoff time": define holdoff time.

Dropdown widget "Source": select source for trigger events. If "External" is selected, specify trigger-generating event in dropdown widget "Slope". If "Current" or "Voltage" is selected, define the trigger-generating current or voltage level in edit widget "Level".

Dropdown widget "State": activate trigger system by selecting "Single" or "Cont.".

Confirm with "OK".

#### Digital remote operation:

See 5.10.18 TRIGger Subsystem.

#### External control:

See 6.5.1.5 Trigger Input.

## 4.19 Fan Speed Control

The devices have an automatic fan control, where the speed of the fans depends on the temperature of the power stage and the flowing input current.

Um die Temperatur der Leistungsstufe so niedrig wie möglich zu halten, kann die Lüftersteuerung von „Automatic“ auf „Full“ gestellt werden, so dass die Lüfter für maximale Kühlleistung sorgen.

Lokale Bedienung:

*Main Menu -> Settings -> Basic settings -> Cooling*

Auswahlfeld "Mode": „Automatic“ oder „Full“ auswählen.

Mit „OK“ bestätigen.

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.10.17 SYSTem-Subsystem.

Externe Steuerung:

Nicht möglich.

## 4.20 Null-Volt-Funktion

Zur Belastung von Eingangsspannungen unter der minimalen Eingangsspannung der elektronischen Last kann eine externe Hilfsspannung angeschlossen werden, die die internen Verluste des Gerätes ausgleicht, siehe Abbildung 4.25. Dadurch eignet sich die elektronische Last zur Kennlinienaufnahme von Strombegrenzungskennlinien annähernd bis zum Kurzschluss.

Um diese Hilfsspannung nutzen zu können, aktivieren Sie im Basic Configuration Menü die Null-Volt-Funktion oder senden im Fernsteuerbetrieb den entsprechenden Befehl an die Last.

Wird im Strombetrieb ein größerer Laststrom eingestellt als der Prüfling liefern kann, so bricht die Spannung des Prüflings auf 0 Volt zusammen und es fließt der Kurzschlussstrom.

Im Spannungsbetrieb kann die Lastspannung bis 0 V eingestellt werden.

Beim Widerstandsbetrieb wird der Widerstandsbereich bis 0 Ohm erweitert. Wenn die Sense-Klemmen angeschlossen werden, so wird der Kurzschluss bis an die Stelle geregelt, an der die Sense-Klemmen mit den Ausgangsklemmen des Prüflings verbunden sind.

In order to keep the temperature of the power stage as low as possible the fan control can be set from "Automatic" to "Full" so that the fans provide maximum cooling performance.

Local operation:

*Main Menu -> Settings -> Basic settings -> Cooling*

Dropdown widget "Mode": select "Automatic" or "Full".

Confirm with "OK".

Digital remote operation:

5.10.17 SYSTem Subsystem.

External control:

Not available.

## 4.20 Zero-Volt Function

For loading input voltages under the minimum input voltage of the electronic load an external auxiliary voltage can be connected to compensate the internal losses of the device, see Figure 4.25. In this way the electronic load can be used to record current limitation characteristics close to short-circuit.

To use this external auxiliary voltage enable the zero-volt function in the Basic Configuration or, in remote operation, send the corresponding command to the electronic load.

If a higher load current is set in current mode than the device under test can supply, the voltage of the device under test collapses to 0 Volts and the short-circuit current flows.

In voltage mode the input voltage can be set down to 0 V.

In resistance mode the resistance range is extended to 0 Ohms. When the sense lines are connected the short-circuit will be regulated at that point where the sense cables are connected to the output terminals of the device under test.

Das heißt, auch der Widerstand der Lastkabel wird bei der Regelung berücksichtigt und ausgeglichen. Dazu können die Lastklemmen sogar leicht negativ werden, um den Spannungsverlust auf den Lastkabeln wieder auszugleichen. Damit kann auch trotz des Widerstandes des Kabels am Prüfling annähernd ein Kurzschluss eingestellt werden.

That means even the resistance of the load lines is taken into account and compensated. To do so, the load terminals can become even negative to compensate the voltage loss on the load lines. In this way nearly a short-circuit can be set despite of the resistance of the load lines.

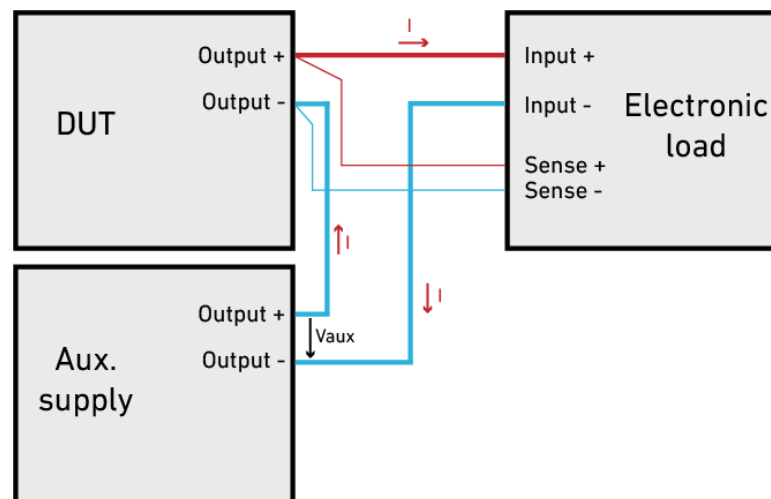


Abbildung 4.25: Verschaltung einer Hilfsspannung bei aktivierter Null-Volt-Funktion  
Figure 4.25: Wiring of an auxiliary supply with activated zero-volt function



#### Leistungsminderung durch externe Hilfsspannung

Die Leistungsbegrenzung der elektronischen Last berechnet sich aus der Spannung, die an den Sense-Eingängen gemessen wird. Bei Verwendung einer Hilfsspannung wie in Abbildung 4.25 ist die von der Last gemessene Leistung aber geringer als die tatsächliche Leistung.

Die für die Prüfung verbleibende Leistung  $P_{\max}$  ist abhängig vom Laststrom und errechnet sich nach der folgenden Formel:

$$P_{\max} = P_{\text{cont}} - (I \cdot V_{\text{aux}})$$

$P_{\max}$ : Verbleibende maximale Prüfleistung für elektronische Last  
 $P_{\text{cont}}$ : Dauerleistung der elektronischen Last (s. technische Daten)  
 $I$ : Laststrom  
 $V_{\text{aux}}$ : Hilfsspannung



#### Power reduction caused by the external auxiliary voltage

The overpower protection of the electronic load is calculated from the voltage measured at the sense inputs. However, when using an auxiliary voltage as shown in Figure 4.25, the power measured by the load is less than the actual power.

The remaining power  $P_{\max}$  for testing the device under test depends on the load current and is calculated according to the following formula:

$$P_{\max} = P_{\text{cont}} - (I \cdot V_{\text{aux}})$$

$P_{\max}$ : remaining maximum power for electronic load  
 $P_{\text{cont}}$ : continuous power of electronic load (see technical data)  
 $I$ : load current  
 $V_{\text{aux}}$ : auxiliary voltage

Eine höhere Leistung als  $P_{max}$  kann die elektronische Last zerstören. Die maximale Leistung  $P_{max}$  darf deshalb nicht überschritten werden!

Die Hilfsspannung sollte so gering wie möglich sein. Wir empfehlen 3,5 V. Sie darf nicht höher als 5 V sein. Sie muss den maximal auftretenden Strom liefern können.

Bei schnellen Regelvorgängen im Bereich um 0 Volt kann es aufgrund von Einschwingvorgängen zur kurzzeitigen Spannungsumkehr bis zur Höhe der angelegten Hilfsspannung Vaux am Prüfling kommen.

- Stellen Sie sicher, dass der Prüfling durch kurzzeitige Spannungsumkehr keinen Schaden nimmt!

Gegebenenfalls eine Verpoldiode in den Lastkreis schalten!



Die Qualität der Hilfsspannung ist auch maßgebend für die Qualität der zu regelnden Eingangsgröße. Störungen auf der Hilfsspannung wirken sich unter Umständen auf die geregelte Größe aus.



Um Belastungen bis zu 0 Volt ermöglichen zu können, muss bei aktivierter Null-Volt-Funktion der Unterspannungsschutz auf 0,0 Volt gesetzt und in regelndem Modus betrieben werden (siehe 4.3.2 Unterspannungsschutz).

#### Lokale Bedienung:

Main Menu -> Settings -> Basic settings -> Zero voltage  
Markierungsfeld „Enable zero voltage“ aktivieren. Mit „OK“ bestätigen.

#### Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.10.6 FUNCTION-Subsystem.

#### Externe Steuerung:

Nicht möglich.

### 4.21 Tastensperre

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

Die Tastensperre kann lokal über den Shortcut S+ -> Lock oder per Fernsteuerung mit dem SCPI-Befehl SYSTem:KLOCK ON/OFF aktiviert oder deaktiviert werden.

A higher power than  $P_{max}$  can damage the electronic load. Therefore the maximum power  $P_{max}$  must not be exceeded!

The auxiliary voltage should be as low as possible. We recommend to use a 3.5 V supply. The voltage must not be higher than 5 V. The supply must be able to deliver the set current.

Due to transient response, fast control processes in the range around 0 Volts may result in a short-term reverse voltage up to the level of the auxiliary voltage Vaux at the device under test.

- Make sure that the device under test does not suffer any damage as a result of short-term reverse voltage!

If necessary, switch a reverse-polarity diode into the load circuit!



The quality of the regulated input level results from the quality of the auxiliary voltage. If there is a high ripple on the auxiliary voltage the distortion will usually also be found on the regulated level.



To work at voltages down to 0 Volts while the zero-volt function is active the undervoltage protection must be set to 0.0 Volts and operated in regulating mode (see 4.3.2 Undervoltage Protection).

#### Local operation:

Main Menu -> Settings -> Basic settings -> Zero voltage  
Activate "Enable zero voltage" checkbox. Confirm with "OK".

#### Digital remote operation:

Siehe 5.10.6 FUNCTION-Subsystem.

#### External control:

Not available.

### 4.21 Keylock Function

In order to avoid accidental or unauthorized local operation, the keylock can be activated.

The keylock function can be activated or deactivated locally by the shortcut S+ -> Lock or remotely by the SCPI command SYSTem:KLOCK ON/OFF.



Wird die Tastensperre lokal aktiviert, wird in der Statusleiste ein Vorhängeschloss mit Attribut ‚L‘ für „Local“ angezeigt. Die Tastensperre mit L-Attribut kann lokal (Shortcut S+ -> Unlock) oder per Fernsteuerung wieder aufgehoben werden.



Wird die Tastensperre per Fernsteuerbefehl über eine der Datenschnittstellen aktiviert, wird im Hauptmenü ein Vorhängeschloss mit Attribut ‚R‘ für „Remote“ angezeigt. Die Tastensperre mit R-Attribut 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 5.10.17 SYSTem-Subsystem.

#### Externe Steuerung:

Nicht möglich.

## 4.22 Watchdog

Für rechnergesteuerte Systeme gibt es im digitalen Fernsteuerbetrieb eine Watchdog-Funktion, die zum Schutz von elektronischer Last und Prüfling bei einem ausfallenden Steuer-PC aktiviert werden kann.

Die Watchdog-Verzögerungszeit des Watchdog Timers 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 Watchdog Timers an die elektronische Last gesendet wird, bevor die Verzögerungszeit abläuft.

Beim Zurücksetzen des Watchdog Timers fängt die Zeit wieder bei der programmierten Verzögerungszeit an herunterzuzählen. Läuft die Zeit ohne einen Watchdog-Rücksetz-Befehl ab, schaltet die elektronische Last den Lasteingang aus. Der Status WDP wird im Questionable Status Register gesetzt und in der Statusleiste der Benutzerschnittstelle angezeigt. Um in diesem Fall den Lasteingang wieder reaktivieren zu können, muss der Watchdog deaktiviert werden.



If the keylock is locally activated the status bar displays a padlock symbol with 'L' attribute for "Local". The 'L' attributed keylock can be deactivated locally (Shortcut S+ -> Unlock) or remotely.



If the keylock is remotely activated the status bar displays a padlock symbol with 'R' attribute for "Remote". The 'R' attributed keylock can be deactivated only remotely by the SCPI command SYSTem:KLOCK OFF. The remote attribute overwrites the local attribute.

#### Local operation:

*Shortcut S+ -> Lock*

*Shortcut S+ -> Unlock*

#### Digital remote operation:

See 5.10.17 SYSTem Subsystem.

#### External control:

Not available.

## 4.22 Watchdog

For computer-controlled systems there is a watchdog function in digital remote control. It is used to protect the electronic load and the device under test when the controlling computer fails.

The watchdog timer's watchdog delay is set to a defined time by a SCPI command. Another SCPI command activates the watchdog. A control program must ensure that the command to reset the watchdog timer is continuously sent to the electronic load before the watchdog delay expires.

When the watchdog timer is reset the time restarts downcounting from the programmed delay value. If the delay expires without a watchdog reset command the electronic load deactivates the load input. The WDP status is set in the Questionable Status Register and displayed in the status bar of the user interface. To be able to reactivate the input the watchdog must be deactivated.





Der Watchdog verändert nicht den Sollwert für den Eingangszustand.

Lokale Bedienung:

Nicht möglich.

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.10.7 INPut-Subsystem.

Externe Steuerung:

Nicht möglich.

## 4.23 Remote-Benachrichtigung

Um den Bediener (eines Prüfstands zum Beispiel) auf eine bestimmte Situation aufmerksam zu machen, kann ein Steuer-PC über eine der Datenschnittstellen akustische und/oder optische Hinweise am Gerät ausgeben.

### 4.23.1 Piepser

Mit dem Befehl SYSTem:BEEP wird ein akustischer Signalton mit spezifischer Dauer erzeugt.

Lokale Bedienung:

Nicht möglich.

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.10.17 SYSTem-Subsystem.

Externe Steuerung:

Nicht möglich.

### 4.23.2 Benachrichtigungs-Fenster

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



The watchdog has no influence on the setting value for the input state.

Local operation:

Not available.

Digital remote operation:

See 5.10.7 INPut Subsystem.

External control:

Not available.

## 4.23 Remote Notification

In order to draw the attention of the operator (of a test stand, for example) to a certain situation, a control PC can output acoustic and/or optical indications on the device via one of the data interfaces.

### 4.23.1 Beep

With the command SYSTem:BEEP, an acoustic signal tone with a specific duration is generated.

Local operation:

Not available.

Digital remote operation:

See 5.10.17 SYSTem Subsystem.

External control:

Not available.

### 4.23.2 Notification Window

The DISPlay:TEXT command displays a specific message text in a notification window on the user interface.

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

Lokale Bedienung:

Nicht möglich.

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.10.4 DISPlay Subsystem.

Externe Steuerung:

Nicht möglich.

If an empty string ("" ) is transmitted, the window is closed again. The operator can also locally acknowledge and close the notification window.

Local operation:

Not available.

Digital remote operation:

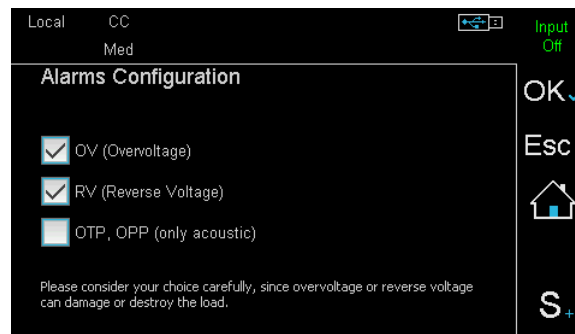
See 5.10.4 DISPlay Subsystem.

External control:

Not available.

## 4.24 Alarm konfigurieren

## 4.24 Configuring Alarm



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, das 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-Alarme separat aktiviert oder deaktiviert werden.

If safety-critical conditions occur the electronic load gives acoustic and visual notifications.

At overtemperature and overpower an acoustic signal can be activated (inactive as default). In case of overvoltage or reverse polarity of the input voltage, in addition to the acoustic alarm signal, a notification window is displayed, which the user must actively confirm (active by default).

For special applications in which the electronic load is to be operated specifically at the threshold of one of these states, the OV, RV and OTP /OPP alarms can be deactivated separately.

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

#### Digitale Fernsteuerung:

Nicht möglich.

#### Externe Steuerung:

Nicht möglich.

## 4.25 Geräteeinstellungen speichern und laden

### 4.25.1 Interner Speicher

Die in der elektronischen Last aktiven Einstellungen können nichtflüchtig gespeichert werden, so dass sie zu einem späteren Zeitpunkt wieder geladen werden können. Zum Speichern der aktiven Einstellungen kann der Benutzer die Speicherpositionen 1 bis 9 auswählen.

The setting "OTP, OPP (only acoustic)" activates the acoustic alarm signal for temperature and power protection. In case of OTP or OPP device state a notification window is not displayed.



Overvoltage or reverse polarity of the input voltage causes a short-circuit without any current protection! This can destroy the electronic load and the test object!

- Make sure that the load current is limited by a fuse in the load circuit!
- Activate the messages again as soon as the application with deactivated messages is finished!

#### Local operation:

*Main Menu -> Configuration -> Alarms*

Checkbox "OV (Overvoltage)": When checked, acoustic and visual warnings are active in the case of overvoltage at the load input.

Checkbox "RV (Reverse Voltage)": When checked, acoustic and visual warnings are active in the case of reverse polarity of the input voltage.

Checkbox "OTP/OPP": When checked, the acoustic warning at overtemperature or overpower is active.

#### Digital remote operation:

Not available.

#### External control:

Not available.

## 4.25 Save and Recall Device Settings

### 4.25.1 Internal Memory

The settings active in the electronic load can be stored non-volatile so that they can be reloaded at a later time. To save the active settings, the user can select memory positions 1 to 9.



In Speicherposition 0 werden stets automatisch die letzten Einstellungen vor dem Ausschalten der elektronischen Last abgelegt. Speicher 0 ist allein dafür reserviert und kann vom Benutzer nicht zum Speichern der Einstellungen ausgewählt werden. Zum Laden kann Speicher 0 ebenso wie Speicher 1 bis 9 ausgewählt werden.

Folgende Einstellungen werden beim Speichern und Laden berücksichtigt:

- Aktivierungszustand des Lasteingangs
- Getriggerteter Aktivierungszustand des Lasteingangs
- Grundbetriebsart für die Regelung
- Sollwerte für alle Grundbetriebsarten
- Grenzwerte für Strom und Spannung
- Betriebsart für Unterspannungsschutz
- Regelgeschwindigkeit
- Aktivierungszustand für die Messdatenerfassung
- Messintervall der Messdatenerfassung
- Aktivierungszustand für die Trigger-Auswertung durch die Messdatenerfassung
- Aktivierungszustand der externen Ansteuerung
- Aktivierungszustände der einzelnen externen Steuersignale
- Sollwerte aller Listen
- Betriebsart für die Listenausführung
- Anzahl der Durchläufe für den Listensatz
- Aktivierungszustand für die Listenausführung
- Aktivierungszustand für die Messdatenerfassung bei der Listenausführung
- Aktivierungszustand für die Trigger-Auswertung durch die Listenfunktion
- Aktivierungszustand für die Entladefunktion
- Aktivierungszustand aller Stoppkriterien der Entladefunktion
- Werte der Stoppkriterien der Entladefunktion
- Aktivierungszustand der Innenwiderstandsmessung
- Strompegel und Verweildauern der Innenwiderstandsmessung
- Aktivierungszustand der Rechteckfunktion
- Betriebsart der Rechteckfunktion
- Pegel und Verweildauern für die Rechteckfunktion
- Aktivierungszustand der Modulationsfunktion
- Betriebsart der Modulationsfunktion
- Relative Amplitude, Frequenz und Signalform für die Modulation
- Aktivierungszustand der Null-Volt-Funktion



Memory position 0 automatically saves the last applied settings when the electronic load is switched off. Memory 0 is exclusively reserved for this purpose and may not be chosen by the user to save any other settings to. For recall purposes memory 0 may also be used like memory 1 to 9.

The following settings are considered when saving and loading:

- Activation state of the load input
- Triggered activation state of the load input
- Basic operating mode
- Setting values of all basic operating modes
- Protection settings for current and voltage
- Mode for undervoltage protection
- Regulation speed
- Activation state of data acquisition
- Sample time of the data acquisition
- Activation state for trigger processing by acquisition function
- Activation state of external control
- Activation state of the single external control signals
- Settings values of all lists
- List operation mode
- Number of list iterations
- Activation state of list execution
- Activation state of data acquisition during list execution
- Activation state for trigger processing by list function
- Activation state of the discharge function
- Activation state of all stop conditions of the discharge function
- Values of all stop conditions of the discharge function
- Activation state of the internal resistance measurement
- Current levels and dwell times of the internal resistance measurement
- Activation state of rectangular function
- Operating mode of rectangular function
- Regulated levels and dwell times for rectangular function
- Activation state of modulator function
- Operating mode of modulator function
- Relative amplitude, frequency and waveform for modulation
- Activation state of the zero volt function
- Activation state of the MPPT function
- Sweep direction of the MPPT function

- Aktivierungszustand der MPPT-Funktion
- Sweep-Richtung der MPPT-Funktion
- Sweep-Dauer der MPPT-Funktion
- Sweep-Periode der MPPT-Funktion
- Aktivierungszustand für kontinuierliche Trigger-Initialisierung
- Trigger-Quelle
- Trigger-Flanke
- Trigger-Verzögerung
- Trigger-Freihaltezeit
- Trigger-Strompegel
- Trigger-Spannungspegel
- Aktivierungszustand des Digitalausgangs am I/O-Port
- Aktivierungszustand der lokalen Tastensperre

Wird zum Laden eine Speicher-Position 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 5.9.7 \*RCL <NRf>, 5.9.9 \*SAV <NRf>.

#### Externe Steuerung:

Nicht möglich.

### 4.25.2 USB-Speicher

Die in der elektronischen Last aktiven Einstellungen können auch auf einen angeschlossenen USB-Stick exportiert und davon importiert werden. So können z.B. Einstellungen für verschiedene Prüfaufgaben abgespeichert und verwaltet werden. Außerdem kann in einem möglichen Supportfall der Export der Einstellungen die Unterstützung erleichtern.

- Sweep time of the MPPT function
- Sweep period of the MPPT function
- Activation state for continuous trigger initialization
- Trigger source
- Trigger slope
- Trigger delay
- Trigger holdoff
- Trigger current level
- Trigger voltage level
- Activation state of the I/O port's digital output
- Activation state of the keylock function (only local)

If a memory position is specified for loading in which no settings have been saved before, the load generates a "Memory use error".

#### Local operation:

*Main Menu -> Settings -> Save-Recall*

In addition, one of the 10 memory positions can be selected via the user interface for loading settings at power-up:

*Main Menu -> Configuration -> Power-on*

#### Digital remote operation:

See 5.9.7 \*RCL <NRf>, 5.9.9 \*SAV <NRf>.

#### External control:

Not available.

### 4.25.2 USB Memory

The settings active in the electronic load can also be exported to and imported from an attached USB flash drive. This allows, for example, settings for different test tasks to be saved and managed. Furthermore, in a possible support case, the export of the settings can facilitate troubleshooting.

Zum Exportieren der Einstellungen kann der Benutzer aus 99 Speicherpositionen auswählen. Die Einstellungen werden im Verzeichnis „Settings“ des angeschlossenen USB-Sticks gespeichert.

Namensschema für den Unterordner der Speichernummer:  
**TRL\_xx** (xx = Speicherposition)

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

Aufbau einer gültigen Einstellungsdatei:

To export the settings, the user can choose from 99 storage positions. The settings are saved in the "Settings" directory of the attached USB flash drive.

Naming scheme for the subfolder of the memory number:  
**TRL\_xx** (xx = storage position)

For the import of settings you can choose from the existing subfolders of the storage positions in the "Settings" directory.

Structure of a valid setting file:

```
TRL1008, 1.0, 2021-10-25 10:13:44
Unit mode: SINGLE
;Device number: 14353
;FW versions: AI1.1.0, DI1.1.0, UI1.1.1

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

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

[SETT]
[:EXT:ENAB]
IMOD,0
[:EXT:STAT]
0
...
[END_SETT]

[LIST]
[:CURR]
```

```

3.2588, 6.2411, 3.58712, 4.547212, ...
...
[END_LIST]

[END_FILE]

```

#### Regeln für die Einstellungsdatei:

1. Die erste Zeile identifiziert das Gerätemodell und die Version der Datei.
2. Beim Importieren der Datei muss das Gerätemodell übereinstimmen, um ungültige Einstellungen zu vermeiden.
3. Die Dokumentenversion besteht aus der Haupt- und Nebenversionsnummer. Die Hauptversionsnummer spiegelt die Kompatibilität wider und wird erhöht, wenn sich z.B. die Syntax oder der Protokollaufbau ändert. Die Nebenversionsnummer wird mit jedem neu dazugekommenen oder weggelassenen Subsystem/Befehl erhöht.
4. Jede Zeile muss mit einem Line Feed (LF) abgeschlossen sein.
5. Tags müssen in eckigen Klammern stehen.
6. Subsysteme müssen mit einem "Subsystem Start"-Tag gestartet werden.
7. Subsysteme müssen mit einem "Subsystem Ende"-Tag abgeschlossen werden.
8. Befehlstags innerhalb eines Subsystems beginnen mit "[" und der längsten Kurzform des entsprechenden SCPI-Befehls.
9. Einstellwerte müssen in einer Zeile stehen (auch lange Listen, wie z.B. Listen mit 300 Listenpunkten).
10. Sind keine Listenwerte vorhanden, muss eine Leerzeile eingefügt werden.
11. Besteht ein Datum aus mehreren Werten, sind diese mit Komma zu trennen.
12. Leerzeilen sind erlaubt. Ausnahme: bei Listen bedeutet eine Leerzeile, dass keine Liste vorhanden ist.
13. Kommentare werden mit einem Semikolon gekennzeichnet und dürfen am Zeilenanfang oder -ende stehen.
14. Das Ende der Datei wird durch den "Datei Ende"-Tag bestimmt.

#### Rules for the setting file:

1. The first line identifies the device model and the version of the file.
2. When importing the file, the device model must match to avoid invalid settings.
3. The document version consists of the major and minor version number. The major version number reflects the compatibility and is increased if e.g. the syntax or the protocol structure changes. The minor version number is increased with each new subsystem/command added or omitted.
4. Each line must be terminated with a line feed (LF).
5. Tags must be stated in square brackets.
6. Subsystems must be started with a "Subsystem Start" tag.
7. Subsystems must be terminated with a "Subsystem end" tag.
8. Command tags within a subsystem start with "[" and the longest short form of the corresponding SCPI command.
9. Setting values must be in one line (even long lists, such as lists with 300 list items).
10. If no list values exist, a blank line must be inserted.
11. If a date consists of several values, they must be separated by commas.
12. Blank lines are allowed. Exception: for lists, a blank line means that no list exists.
13. Comments are marked with a semicolon and may appear at the beginning or end of the line.
14. The end of the file is determined by the "file end" tag.

**Meldungen:**

Folgende Meldungen sind nach dem Laden der Einstellungsdatei möglich:

- Settings imported successfully: Die Einstellungen 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 der Typ des Zielgeräts stimmen nicht überein.
- Unit mode error: Die Einstellungsdatei wurde in einer anderen Betriebsart des Geräts erzeugt.
- Document version error: Die Hauptversionsnummer der Einstellungsdatei passt nicht zur Firmware-Version der Benutzerschnittstelle.
- Document version warning: Die Nebenversionsnummer der Einstellungsdatei passt nicht zur Firmware-Version der Benutzerschnittstelle. 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 Reset zu Beginn der Importfunktion.
- Error detected: Ein unspezifizierter Fehler ist aufgetreten



Tritt ein Fehler während des Imports der Einstellungen auf, so wird ein Geräte- bzw. System-Reset durchgeführt.

**Notifications:**

The following messages can occur after loading the setting file:

- Settings imported successfully: The settings were successfully imported.
- Could not open file: The setting file could not be opened.
- Could not close file: The setting file could not be closed.
- USB flash drive not found: No USB flash drive found.
- Device mismatch error: The setting file and the type of target device do not match.
- Unit mode error: The settings file was created in a different operating mode of the device.
- Document version error: The major version of the setting file does not match with the firmware version of the user interface.
- Document version warning: The minor version of the setting file does not match with the firmware version. Maybe not all settings from the file were successfully loaded.
- Unknown tag error: An unknown tag was read from the setting file.
- Read line error: An error occurred during reading a line from the setting file.
- Value error: A setting value is out of the valid range.
- Reset error: An error occurred during the reset operation at the beginning of the import function.
- Error detected: An unspecified error occurred.



If an error occurs during the import of the settings, a device resp. system reset is performed.



## 4.26 Geräteeinstellungen rücksetzen

Beim Rücksetzen wird die Last in einen definierten Gerätezustand versetzt.

- Aktivierungszustand des Lasteingangs: AUS
- Getriggert Aktivierungszustand des Lasteingangs: undefiniert
- Grundbetriebsart: Strombetrieb
- Sollwert für CC-Betrieb: 0,0 A
- Getriggert Sollwert für CC-Betrieb: undefiniert
- Sollwert für CP-Betrieb: 0,0 W
- Getriggert Sollwert für CP-Betrieb: undefiniert
- Sollwert für CR-Betrieb: höchster zulässiger Wert
- Getriggert Sollwert für CR-Betrieb: undefiniert
- Sollwert für CV-Betrieb: höchster zulässiger Wert
- Getriggert Sollwert für CV-Betrieb: undefiniert
- Grenzwert für Strom: höchster zulässiger Wert
- Grenzwert für Spannung:  $V_{min}$
- Betriebsart für Unterspannungsschutz: regelnd
- Regelgeschwindigkeit: medium
- Aktivierungszustand für die Messdatenerfassung: AUS
- Trigger-Auswertung durch die Messdatenerfassung: AUS
- Messintervall der Messdatenerfassung: 0,0002 s
- Messdatenspeicher: gelöscht
- Externe Ansteuerung: AUS
- Externe Steuersignale INPut, MODE, ILEVeL, IMODE: AUS
- Sollwerte in Listen: gelöscht
- Anzahl der Durchläufe für Listensätze: 1
- Aktivierungszustand für die Listenausführung: AUS
- Trigger-Auswertung durch die Listenfunktion: AUS
- Messwerterfassung bei Listenausführung: AUS
- Betriebsart der Regelung für die Listenausführung: CURRent
- Aktivierungszustand für die Entladefunktion: AUS
- Stoppkriterien der Entladefunktion: alle AUS
- Stoppkriterium „Ladung“ der Entladefunktion: 0,0 Ah
- Stoppkriterium „Strom“ der Entladefunktion: 0,0 A
- Stoppkriterium „Energie“ der Entladefunktion: 0,0 Wh
- Stoppkriterium „Zeit“ der Entladefunktion: 1 s
- Stoppkriterium „Spannung“ der Entladefunktion: 0,0 V
- Kumulierter Wert für Ladung der Entladefunktion: 0,0 Ah

## 4.26 Reset Device Settings

At device reset the device applies the default reset setting values.

- Activation state load input: OFF
- Triggered activation state load input: undefined
- Basic operation mode: current mode
- Setting value for CC mode: 0.0 A
- Value for triggered setting in CC mode: undefined
- Setting value for CP mode: 0.0 W
- Value for triggered setting in CP mode: undefined
- Setting value for CR mode: maximum value
- Value for triggered setting in CR mode: undefined
- Setting value for CV mode: maximum value
- Value for triggered setting in CV mode: undefined
- Current protection: maximum value
- Voltage protection:  $V_{min}$
- Voltage protection mode: regulating
- Regulation speed: medium
- Activation state data acquisition: OFF
- Trigger evaluation by data acquisition: OFF
- Data acquisition sample time: 0.0002 s
- Data points memory: deleted
- External control: OFF
- External control signals INPut, MODE, ILEVeL, IMODE: OFF
- Setting values of lists: deleted
- Number of list count: 1
- Activation state for list execution: OFF
- Trigger evaluation by list function: OFF
- Activation state of data acquisition during list execution: OFF
- Operation mode for list execution: CURRent
- Activation state of discharge function: OFF
- Activation state of discharge function's stop conditions: all OFF
- Stop condition "Charge" of discharge function: 0.0 Ah
- Stop condition "Current" of discharge function: 0.0 A
- Stop condition "Energy" of discharge function: 0.0 Wh
- Stop condition "Time" of discharge function: 1 s
- Stop condition "Voltage" of discharge function: 0.0 V
- Accumulated value of discharge function's charge: 0.0 Ah

- Kumulierter Wert für Energie der Entladefunktion: 0,0 Wh
- Aktivierungszustand der Innenwiderstandsmessung: AUS
- Stromwerte für die Innenwiderstandsmessung: 0 A, 0 A
- Verweildauern für die Innenwiderstandsmessung: 10 s, 1 s
- Aktivierungszustand der Rechteckfunktion: AUS
- Betriebsart der Rechteckfunktion: CURRent
- Settingwerte der Rechteckfunktion: 0 A, 0 A
- Verweildauern der Rechteckfunktion: 500 ms, 500 ms
- Aktivierungszustand der Modulationsfunktion: AUS
- Betriebsart der Modulationsfunktion: CURRent
- Relative Amplitude für Modulation: 0 %
- Frequenz der Modulation: 1 Hz
- Signalform für Modulation: Sinus
- Aktivierungszustand Null-Volt-Funktion: AUS
- Aktivierungszustand MPPT-Funktion: AUS
- MPPT Sweep-Richtung: DOWN
- MPPT Sweep-Dauer: 1 s
- MPPT Sweep-Periodendauer: 10 s
- Trigger-Quelle: BUS
- Trigger-Flanke: POSitive
- Trigger-Verzögerung: 0,0 s
- Trigger-Freihaltezeit: 0,0 s
- Zustand des Trigger-Systems: IDLE
- Trigger-Pegel für Eingangsstrom: I<sub>max</sub>
- Trigger-Pegel für Eingangsspannung: 0,5 V
- Kontinuierlicher Trigger-Initialisierung: AUS
- Aktivierungszustand des Digitalausgangs am I/O-Port: AUS (low)
- Format von Gleitkommawerten: ASCII mit 7 signifikanten Stellen
- Format von Statusregister-Werten: ASCII
- Lokaler Keylock: AUS
- Remote Keylock: AUS

#### Lokale Bedienung:

*Main Menu -> Settings -> Reset*

#### Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.9.8 \*RST.

#### Externe Steuerung:

Nicht möglich.

- Accumulated value of discharge function's energy: 0.0 Wh
- Activation state of the internal resistance measurement: OFF
- Current values of the internal resistance measurement: 0 A, 0 A
- Dwell times of the internal resistance measurement: 10 s, 1 s
- Activation state of rectangular function: OFF
- Operating mode of rectangular function: CURRent
- Setting values of rectangular function: 0 A, 0 A
- Dwell times of rectangular function: 500 ms, 500 ms
- Activation state of modulator function: OFF
- Operating mode of modulator function: CURRent
- Relative amplitude for modulation: 0%
- Frequency for modulation: 1 Hz
- Waveform for modulation: Sine
- Activation state of Zero-Volt function: OFF
- Activation state of MPPT function: OFF
- MPPT sweep direction: DOWN
- MPPT sweep time: 1 s
- MPPT sweep period: 10 s
- Trigger source: BUS
- Trigger slope: POSitive
- Trigger delay: 0.0 s
- Trigger holdoff: 0.0 s
- State of trigger system: IDLE
- Trigger current level: I<sub>max</sub>
- Trigger voltage level: 0.5 V
- Continuous trigger initialization: OFF
- Activation state of digital output pin at I/O port: OFF (low)
- Format of returned floating point values: ASCII with 7 signif. digits
- Format of returned status register values: ASCII
- Local keylock: OFF
- Remote keylock: OFF

#### Local operation:

*Main Menu -> Settings -> Reset*

#### Digital remote operation:

See 5.9.8\*RST.

#### External control:

Not available.

## 4.27 Werkseinstellungen setzen (Preset)

Diese Funktion setzt alle nichtflüchtig in der elektronischen Last gespeicherten Konfigurationseinstellungen auf Werkseinstellungen zurück.

### Power-on

Power-on setting: Reset

Quick boot: OFF

### Communication/RS-232

Baud rate: 115200

Parity: None

Stop bits: 1

### Communication/USB VCP

Baud rate: 115200

Parity: None

Stop bits: 1

### Communication/LAN

LAN Settings DHCP: On

IP address: 192.168.0.1

Subnet mask: 255.255.255.0

Gateway: 192.168.0.254

DNS server: 192.168.0.253

### Communication/CAN

Address: 1

Baud rate in kbps: 1000

CAN bus terminated: OFF

### User Interface

Display backlight intensity: 50 %

Auto dimming: On

Time to dim: 30s

Help language: English

### Alarms

OV: ON

RV: ON

OTP, OPP: OFF

### Buzzer

Encoder sound: OFF

### Settings-Speicher

Alle gelöscht

## 4.27 Factory Reset (Preset)

This function resets all configuration settings saved in the electronic load's non-volatile memory to factory default settings.

### Power-on

Power-on setting: Reset

Quick boot: OFF

### Communication/RS-232

Baud rate: 115200

Parity: None

Stop bits: 1

### Communication/USB VCP

Baud rate: 115200

Parity: None

Stop bits: 1

### Communication/LAN

LAN Settings DHCP: On

IP address: 192.168.0.1

Subnet mask: 255.255.255.0

Gateway: 192.168.0.254

DNS server: 192.168.0.253

### Communication/CAN

Address: 1

Baud rate in kbps: 1000

CAN bus terminated: OFF

### User Interface

Display backlight intensity: 50 %

Auto dimming: On

Time to dim: 30s

Help language: English

### Alarms

OV: ON

RV: ON

OTP, OPP: OFF

### Buzzer

Encoder sound: OFF

### Settings-Memory

All deleted



Zurückgesetzte Einstellungen für die Kommunikations-Schnittstellen werden erst nach dem nächsten Aus- und Wiedereinschalten aktiv.

Lokale Bedienung:

*Main Menu -> Configuration -> Factory settings*

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.10.17 SYSTem-Subsystem.

Externe Steuerung:

Nicht möglich.

## 4.28 Firmware- und Handbuch-Update

Die elektronische Last bietet die Möglichkeit, die Firmware aller mikrocontroller-gesteuerten 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-Stick. Auf diesen kopieren Sie die Hex-Datei(en), welche Sie nach Rücksprache mit dem 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 | TRL_AI_x_y_z.hex |
| Data Interface   | TRL_DI_x_y_z.hex |
| User Interface   | TRL_UI_x_y_z.hex |

x\_y\_z steht hier für die Versionsnummer der Firmware.



Die zum Update erforderlichen Hex-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“.



Reset settings for communication interfaces will become active after power-cycling.

Local operation:

*Main Menu -> Configuration -> Factory settings*

Digital remote operation:

See 5.10.17 SYSTem Subsystem.

External control:

Not available.

## 4.28 Firmware and User Manual Update

The electronic load offers the possibility to update the firmware of all microcontroller-controlled modules. This can only happen in cooperation with H&H since only the manufacturer knows the compatibility between hardware and firmware as well as between the modules themselves.

To execute a firmware update you will need a FAT16 or FAT32-formatted USB flash drive. Copy the hex file(s) you get after having consulted the H&H support to this USB mass storage device.

There is a corresponding hex file for each of the following modules which the electronic load will validate by means of the file name.

| Module           | File name        |
|------------------|------------------|
| Analog Interface | TRL_AI_x_y_z.hex |
| Data Interface   | TRL_DI_x_y_z.hex |
| User Interface   | TRL_UI_x_y_z.hex |

x\_y\_z represents the firmware version number.



The hex files must be copied directly to the USB flash drive's root directory. Moreover, only ONE hex file per module may be present in the root directory, otherwise the error message "multiple files" will appear. If the electronic load doesn't detect any file with the required file name for a module, "n.a." will appear in the concerning row.

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 **A7** 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.

Digitale Fernsteuerung:

Nicht möglich.

Externe Steuerung:

Nicht möglich.

## 4.29 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 Export*

USB-Stick in die USB-Buchse **A7** 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.

Digitale Fernsteuerung:

Nicht möglich.

Externe Steuerung:

Nicht möglich.

The device cannot be operated during the firmware update.

Local operation:

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

Plug the USB flash drive into the USB socket **A7** on the front panel of the device. When the load has detected the storage device, use the appropriate check boxes to select the module(s) whose firmware should be updated. Follow the same procedure with the user manual. Start the update of all selected components with "OK". The selected components will be updated automatically one after the other.

Digital remote operation:

Not available.

External control:

Not available.

## 4.29 User Manual Download

The user manual is stored in an internal memory of the device and can be exported to an attached USB flash drive.

Local operation:

*Main Menu -> Service -> User Manual Export*

Attach the USB flash drive to the USB socket **A7** on the front panel. When the load has detected the flash drive, press the Export button. The progress of the export is displayed graphically with a progress bar. The manual is copied to the root directory of the USB flash drive as a PDF file.

Digital remote operation:

Not available.

External control:

Not available.

## 5 Digitale Fernsteuerung

Die elektronische Last der Serie TRL verfügt standardmäßig über folgende Kommunikationsschnittstellen:

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

Optional verfügbar ist die

- GPIB-Schnittstelle

Die meisten Gerätefunktionen sind neben der lokalen Bedienung auch fernsteuerbar. Lediglich die CAN-Schnittstelle hat einen reduzierten Befehlsumfang gegenüber den übrigen Schnittstellen.

### 5.1 Standards

Die Schnittstellen 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.

## 5 Digital Remote Control

The electronic load of series TRL provides the following communication interfaces as standard:

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

Optionally there is a

- GPIB interface

Besides the local operation, most device functions are controllable remotely. Only the CAN interface has a reduced command set with respect to the other interfaces.

### 5.1 Standards

For data transmission, the interfaces GPIB, LAN, RS-232 and USB implement the following standards:

IEEE 488.1-1987

IEEE 488.2-1992

SCPI Specification 1999.0

IEEE Std 1174-2000 for Performance Class 1

Universal Serial Bus Specification 2.0, Full Speed

### 5.2 Selecting and Deselecting an Interface

An interface is automatically selected by receiving a valid command. When receiving a query message causing an answer from the electronic load the answer is returned onto the same interface the query was received.

Sobald ein gültiger Befehl über eine der Schnittstellen an der elektronischen Last ankommt, geht die Last in Remote-Zustand. Sie erkennen dies in der Statusleiste der Benutzerschnittstelle anhand der Anzeige der aktiven Schnittstelle.

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.

Mit dem SCPI-Befehl `SYSTem:LOCal` wechseln Sie zur lokalen Bedienung an der elektronischen Last.



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 integrierte 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 diese Schnittstelle steuern:

- Speichern, Laden und Zurücksetzen von Geräteeinstellungen
- Setzen und Abfragen des Soll- und getriggerten Wertes für den Strom im Strombetrieb
- Setzen und Abfragen des Soll- und getriggerten Wertes für die Leistung im Leistungsbetrieb
- Setzen und Abfragen des Soll- und getriggerten Wertes für den Widerstand im Widerstandsbetrieb
- Setzen und Abfragen des Soll- und getriggerten Wertes für die Spannung im Spannungsbetrieb
- Setzen und Abfragen des Begrenzungswertes für den Eingangsstrom für die Betriebsarten Leistungs-, Widerstands- und Spannungsregelung

As soon as the electronic load receives a valid command it changes to remote state. You can recognize this in the status bar of the user interface by the display of the active interface.

Deselecting an interface is done by sending a command to a different interface when all queries are answered.

You set the electronic load back to local operation mode by sending the SCPI command `SYSTem:LOCal`.



Simultaneous communication via different interfaces is not permitted, e.g. commands may not be sent to the device via different interfaces at the same time. However, different interfaces can be used one after the other in time.

If this restriction is not followed, commands sent to the device may be lost.

### 5.3 CAN Interface

The integrated CAN interface conforms to the CAN 2.0 standard with 11 bit identifier. Only the most important load functions relevant for automated tests can be controlled via this interface:

- Save, load and reset device settings
- Set and query setting and triggered value for the current in the basic operating mode constant current
- Set and query setting and triggered value for the power in the basic operating mode constant power
- Set and query setting and triggered value for the resistance in the basic operating mode constant resistance
- Set and query setting and triggered value for the voltage in the basic operating mode constant voltage
- Set and query protection value for overcurrent in the power, resistance and voltage operating mode
- Set and query protection value for undervoltage in the current, power and resistance operating modes
- Set and query operating mode for regulation

- Setzen und Abfragen des Begrenzungswertes für die Eingangsspannung für die Betriebsarten Strom-, Leistungs- und Widerstandsregelung
- Setzen und Abfragen der Grundbetriebsart für die Regelung
- Setzen und Abfragen des Eingangszustands
- Abfrage von aktuellen Messwerten
- Abfrage von Statuswerten
- Abfrage von Fehlercodes

### 5.3.1 CAN-Stecker

Die elektronische Last wird durch den 9-poligen D-Sub-Stecker auf der Geräterückseite mit einem CAN-Kommunikationsbus verbunden. Die Belegung des Steckers 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  $\Omega$  terminiert werden. Ohne Terminierung kommt es ansonsten zu störenden Signalreflexionen auf dem Kommunikationsbus.

Zur Terminierung kann ein interner Abschlusswiderstand mittels SCPI-Befehl `SYSTem:COMMunicate:CAN:TERMination` aktiviert oder deaktiviert werden (siehe 5.10.17 SYSTem-Subsystem).

- Set and query load input state
- Query measurement values
- Query status values
- Query error codes

### 5.3.1 CAN Connector

The electronic load has to be connected with a CAN communication bus via the 9-pin D-Sub male connector on its rear side. The CAN connector has got the following pin assignment:

|       |               |
|-------|---------------|
| Pin 1 | not connected |
| Pin 2 | CAN_L         |
| Pin 3 | GND           |
| Pin 4 | not connected |
| Pin 5 | not connected |
| Pin 6 | GND           |
| Pin 7 | CAN_H         |
| Pin 8 | not connected |
| Pin 9 | not connected |

### 5.3.2 Termination

A CAN communication bus (ISO 11898-2) must be terminated with 120  $\Omega$  on both ends for a correct communication function. Without termination there may be corrupting signal reflexions on the communication bus.

For termination, an internal termination resistor can be activated or deactivated by SCPI command `SYSTem:COMMunicate:CAN:TERMination` (see 5.10.17 SYSTem Subsystem).



### 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      |

### 5.3.3 CAN Cable

The maximum dimension of a CAN communication bus and thereby the cable length of a point-to-point connection is primarily depending on the transmission rate. The following table shows the theoretically possible cable length at the given transmission rates:

| Transmission Rate | Cable Length |
|-------------------|--------------|
| 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  
 oder an der Benutzerschnittstelle im Dialog  
*Configuration -> Communication -> CAN*  
 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.

### 5.3.4 Transmission Rate

The transmission rate of the CAN interface can be configured by the command  
 SYSTem:COMMunicate:CAN:BAUD  
 or via the user interface in the dialog  
*Configuration -> Communication -> CAN*



All devices connected to a common CAN communication bus must have set identical transmission rates! After changing the value of the transmission rate the electronic load must be power-cycled to adopt the new transmission value.

### 5.3.5 CAN-Adresse

Die gerätespezifische CAN-Adresse kann durch den SCPI-Befehl  
 SYSTem:COMMunicate:CAN:ADDress  
 oder durch das User Interface im Dialog  
*Configuration -> Communication -> CAN*  
 konfiguriert werden.

### 5.3.5 CAN Address

The device-specific CAN address can be configured by the command  
 SYSTem:COMMunicate:CAN:ADDress  
 or via the user interface in the dialog  
*Configuration -> Communication -> CAN.*

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 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 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.

The identifiers of the two CAN messages the electronic load uses for communication via CAN interface are derived from this address:

0x100 + CAN Address: ID of request message

0x300 + CAN Address: ID of response message



A definite address must be configured at all devices connected to a common CAN bus. After the value of the CAN address was modified the electronic load must be power-cycled to adopt the new value.

### 5.3.6 CAN Messages

#### Request message:

This message is used for requests to the electronic load. It includes a 16 bit multiplexer value for the command or query to be executed with the corresponding parameter values.

#### Response message:

This message is used for responses from the electronic load. It includes the 16 bit multiplexer value of the request, the value for the execution status and the query response (if the request was a query).



Each request message is answered with a response message by the electronic load. The detailed structure of the messages can be taken from a CAN symbol file (data exchange format of PEAK System with file extension .sym) or a CAN data base file (data exchange format of Vector Informatik with file extension .dbc). Using these files enables controlling the electronic load via CAN interface using one of the software tools PCAN Explorer from PEAK System or CANoe from Vector Informatik. Both files are available from H&H on request.

## 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 Kommunikationsschnittstelle (GPIB, RS-232, USB) 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/](http://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).



Die elektronische Last ist vor dem Einschalten mit dem lokalen Netzwerk zu verbinden!

### 5.4.2 Ethernet-Buchse

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

|       |              |
|-------|--------------|
| 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 |

## 5.4 LAN Interface

The integrated LAN interface enables exchanging SCPI commands and queries to configure and control the electronic load via a TCP/IP socket connection in a local network (Local Area Network, LAN). To put the LAN interface into operation, its configuration values can be adjusted locally via the user interface or remotely by an SCPI-ready communication interface (GPIB, RS-232, USB).

Find detailed explanation about configuring the LAN interface in Application Note 19 on the H&H website:  
[www.hoecherl-hackl.com/download/9118/](http://www.hoecherl-hackl.com/download/9118/)

### 5.4.1 Ethernet

The Ethernet interface is conform to the Ethernet standard IEEE 802.3 (100BASE-TX, 10BASE-T).



The electronic load must be connected to the local network before being powered on.

### 5.4.2 Ethernet Connector

The electronic load can be connected to the LAN via the rear RJ-45 plug (8P8C modular plug). The following table shows the pin assignment:

|       |               |
|-------|---------------|
| Pin 1 | Tx+           |
| Pin 2 | Tx-           |
| Pin 3 | Rx+           |
| Pin 4 | not connected |
| Pin 5 | not connected |
| Pin 6 | Rx-           |
| Pin 7 | not connected |
| Pin 8 | not connected |

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 leuchtet bei Kollisionen auf der Verbindung (Verlust von übertragenen Daten).

### 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 von 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 lokalen Netzwerk durch die weltweit eindeutige Ethernet-Adresse (MAC-Adresse) identifiziert werden. Diese kann durch den SCPI-Befehl  
 SYSTem:COMMunicate:LAN:MAC[:ADDRess]?  
 abgefragt oder an der Benutzerschnittstelle im Dialog  
*Configuration -> Communication -> LAN -> Status*  
 abgelesen werden. Die Ethernet-Adresse kann durch den Anwender nicht verändert werden.

The RJ-45 connector has got two LEDs showing the status of the Ethernet connection:

**Left green LED:**

This LED permanently lights up at a valid connection and blinks when a transmission is in progress (sending or receiving data).

**Right yellow LED:**

This LED lights up when a data collision occurred (loss of transmitted data).

### 5.4.3 Ethernet Cable

To connect the electronic load to the LAN you must use a shielded or unshielded twisted-pair cable of category 3 or 5. The cable length must not exceed a length of 100 meters, regardless of the shielding.

### 5.4.4 Transmission Rate

The transmission rate with Ethernet is 10 Mbit/s or 100 Mbit/s and cannot be configured by the user. It is automatically configured by the switch or router in the LAN the electronic load is connected with.

### 5.4.5 Identification

The electronic load can be identified in the local network by the worldwide unique Ethernet address (MAC address). The MAC address can be queried with the SCPI command  
 SYSTem:COMMunicate:LAN:MAC[:ADDRess]?  
 or via the user interface in the dialog  
*Configuration -> Communication -> LAN -> Status*.  
 The Ethernet address cannot be modified by the user.

## 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 manuell durch den Benutzer oder 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 manuelle 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  
 oder an der Benutzerschnittstelle im Dialog  
*Configuration -> Communication -> LAN -> Configuration*  
 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 oder an der Benutzerschnittstelle im Dialog

## 5.4.6 TCP/IP

For the communication in a LAN the electronic load needs a valid configuration in form of an IP address and a subnet mask. This configuration can be assigned manually by the user or automatically by a DHCP server in the LAN using the DHCP protocol (Dynamic Host Configuration Protocol).



The dynamic configuration values assigned by a DHCP server, especially the IP address, may change over a period of time. Therefore, if the electronic load is controlled automatically via the LAN interface for a long time you should take a manual configuration with static configuration values into account. In this case ask your network administrator for configuration values for the TCP/IP communication.

#### Automatic Configuration of Network Parameters

To configure the network parameters automatically by a DHCP server in the LAN the DHCP functionality of the electronic load must be activated with the SCPI command  
 SYSTem:COMMunicate:LAN:DHCP[:STATe] ON  
 or via the user interface in the dialog  
*Configuration -> Communication -> LAN -> Configuration*.



After the DHCP client functionality was activated the electronic load must be power-cycled to adopt the new value for the activation state.

The DHCP server configures the electronic load's IP address, the network's subnet mask and the IP addresses of the DNS and Gateway server. The current configuration values can be queried by the SCPI commands  
 SYSTem:COMMunicate:LAN:DNS[:ADDReSS]?  
 SYSTem:COMMunicate:LAN:GATeway[:ADDReSS]?  
 SYSTem:COMMunicate:LAN:IP[:ADDReSS]?  
 SYSTem:COMMunicate:LAN:SUBNet[:MASK]?  
 or displayed via the user interface in the dialog

*Configuration -> Communication -> LAN -> Status*

angezeigt werden. Sollten die abgefragten oder im Dialog dargestellten 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

oder an der Benutzerschnittstelle im Dialog

*Configuration -> Communication -> LAN -> Configuration*  
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]

oder an der Benutzerschnittstelle im Dialog

*Configuration -> Communication -> LAN -> Configuration*  
konfiguriert werden.



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

*Configuration -> Communication -> LAN -> Status .*

If the DHCP server has not yet fully processed the configuration then the queried addresses or masks may have the value "0:0:0:0".



Contact your network administrator if the DHCP server will not configure the LAN parameters within 60 s.

### Manual Configuration of the Network Parameters

To manually configure the network parameters the DHCP client functionality of the electronic load must be deactivated by the SCPI command

SYSTem:COMMunicate:LAN:DHCP[:STATe] OFF

or via the user interface in the dialog

*Configuration -> Communication -> LAN -> Configuration .*



After the DHCP client functionality has been deactivated the electronic load must be power-cycled to adopt the new value for the activation state.

The static configuration values for the electronic load's IP address, the network's subnet mask and the IP addresses of the DNS and Gateway server can be configured by the SCPI commands

SYSTem:COMMunicate:LAN:IP[:ADdResS]

SYSTem:COMMunicate:LAN:SUBNet[:MASK]

SYSTem:COMMunicate:LAN:DNS[:ADdResS]

SYSTem:COMMunicate:LAN:GATeway[:ADdResS]

or via the user interface in the dialog

*Configuration -> Communication -> LAN -> Configuration*



Consult your network administrator to agree configuration values for the network parameters. Invalid configuration values may disturb the network!



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 oder an der Benutzerschnittstelle im Dialog *Configuration -> Communication -> LAN -> Status* angezeigt 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 kundenspezifisches Programm eingesetzt werden. Die Port-Nummer des Sockets kann durch den SCPI-Befehl `SYSTem:COMMunicate:LAN:PORT?` abgefragt oder an der Benutzerschnittstelle im Dialog *Configuration -> Communication -> LAN -> Configuration* angezeigt 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.



After changing a value for a communication parameter the electronic load must be power-cycled to adopt the new setting value or values.

#### Identification

The electronic load can be identified in the LAN by its Host Name. This name can be queried with the SCPI command `SYSTem:COMMunicate:LAN:HOSTname?` or displayed on the user interface in the dialog *Configuration -> Communication -> LAN -> Status*. The Host Name cannot be modified.

#### 5.4.7 TCP Socket

To transfer SCPI commands and queries a TCP link must be built to the TCP socket integrated in the electronic load. To do so, a terminal program or a user-specific program can be used. The socket's port number can be queried with the SCPI command `SYSTem:COMMunicate:LAN:PORT?` or locally via the user interface in the dialog *Configuration -> Communication -> LAN -> Configuration*. The default value for the port number is 1001.

### 5.5 RS-232 Interface

The RS-232 interface allows programming the electronic load in standard programming language SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments). It realizes the requirements of the IEEE 1174-2000 Standard for Performance Class 1.

The electronic load's RS-232 port is a standard D-sub 9-pin male connector.

## 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):

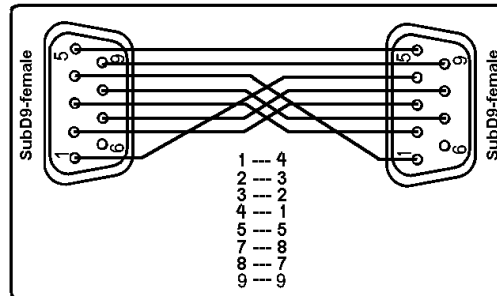


Abbildung 5.1: Verdrahtungsschema RS-232-Kabel

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 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  
 oder an der Benutzerschnittstelle im Dialog  
*Configuration -> Communication -> RS-232*  
 konfiguriert werden.



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

## 5.5.1 RS-232 Cable

For RS-232 communication a standard Nullmodem cable with RTS-CTS handshake or a cable with the following pin assignment must be used (sockets in wiring view):

Figure 5.1: Pin assignment RS-232 cable

The RxD and TxD lines (pin 2 and 3) are crossed-over, i.e. pin 2 of the left socket is wired to pin 3 of the right socket and pin 3 of the left socket is wired to pin 2 of the right socket. Also the RTS and CTS lines (pin 7 and 8) as well as the DCD and DTR lines (pin 1 and 4) are wired crossed-over. Pin 5 and 9 are straightly connected from the left to the right connector.

## 5.5.2 RS-232 Interface Parameters

The RS-232 interface parameters can be configured with the SCPI commands  
 SYSTem:COMMunicate:SERial:BAUD  
 SYSTem:COMMunicate:SERial:PARity  
 SYSTem:COMMunicate:SERial:SBITs  
 or at the user interface in the dialog  
*Configuration -> Communication -> RS-232*



After editing one or more parameters, you must cycle the power of the electronic load to apply the new values.



### 5.5.3 Datenformat bei RS-232-Kommunikation

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

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

### 5.5.3 Data Format at RS-232 Communication

The electronic load's RS-232 interface expects the <line feed> or <newline> character (10 dec.) as string termination.

When sending data the load also uses the <line feed> character (10 dec.) as termination.

## 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 elektronische 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 USB Interface

The USB interface realizes a Virtual COM Port (VCP) and allows programming the electronic load in standard programming language SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments). It realizes the requirements of the IEEE 1174-2000 Standard for Performance Class 1.

After connecting the electronic load with a computer via a USB cable the electronic load can be accessed via a virtual serial terminal which is equivalent to RS-232.



Download the concerning USB VCP driver from the homepage of the USB chip manufacturer FTDI:  
<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.

### 5.6.1 USB Cable

Use a standard USB 2.0 cable of type A/B to control the electronic load via USB. The cable is not included in the scope of delivery.

### 5.6.2 USB-Schnittstellenparameter

Die USB-Schnittstellenparameter können durch die SCPI-Befehle  
SYSTem:COMMunicate:VCP:BAUD  
SYSTem:COMMunicate:VCP:PARity

### 5.6.2 USB Interface Parameters

The USB interface parameters can be configured with the SCPI commands  
SYSTem:COMMunicate:VCP:BAUD

SYSTem:COMMunicate:VCP:SBITs  
oder an der Benutzerschnittstelle im Dialog  
*Configuration -> Communication -> USB VCP*  
konfiguriert werden.

Nachdem ein oder mehrere Parameter verändert worden sind,  
müssen Sie das Gerät aus- und wiedereinschalten, 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> bzw.  
<NewLine> (10 dez.).

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

## 5.7 GPIB-Schnittstelle (Option TRL02)

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

SYSTem:COMMunicate:VCP:PARity  
SYSTem:COMMunicate:VCP:SBITs  
or via the user interface in the dialog  
*Configuration -> Communication -> USB VCP*

After editing one or more parameters, you must cycle the power of the  
electronic load to apply the new values.

### 5.6.3 Data Format at USB Communication

The electronic load's USB interface expects the <line feed> or <newline>  
character (10 dec.) as string termination.

When sending data the load also uses the <line feed> character (10 dec.)  
as termination.

## 5.7 GPIB Interface (Option TRL02)

The optional GPIB interface allows programming the electronic load in  
standard programming language SCPI (Standard Commands for  
Programmable Instruments). It is aligned on the requirements of the  
IEEE 488.2 standard.

The GPIB interface implements the following standardized functions:

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

The following functions are not implemented:  
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 einen GPIB-Bus angeschlossen sein. Mindestens zwei Drittel der angeschlossenen Geräte müssen eingeschaltet sein.

### 5.7.2 GPIB-Adresse

Die GPIB-Adresse kann durch den SCPI-Befehl  
SYSTem:COMMunicate:GPIB:ADDRes  
oder an der Benutzerschnittstelle im Dialog  
*Configuration -> Communication -> GPIB*  
konfiguriert werden.

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 wiedereinschalten, 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> bzw. <NewLine> (10 dez.), EOI mit dem letzten Datenbyte oder EOI mit <LineFeed>.

Controller C0

### 5.7.1 GPIB Cable

H&H recommends to use double-shielded standard cables which are not included in the scope of delivery. You can buy such GPIB cables from many instrument manufacturers.



If several GPIB instruments are within one GPIB system the total length of all GPIB cables must not exceed 2 m times the number of connected instruments – up to a total of 20 m.

No more than 15 devices may be connected to one GPIB bus, with at least two-thirds of the connected devices powered on.

### 5.7.2 GPIB Address

The GPIB address can be configured with the SCPI command  
SYSTem:COMMunicate:GPIB:ADDRes  
or via the user interface in the dialog  
*Configuration -> Communication -> GPIB*.

The default factory setting of any electronic H&H load's GPIB address is 7.

After editing the GPIB address, you must cycle the power of the electronic load to apply the new value.

### 5.7.3 Data Format at GPIB Communication

The electronic load's GPIB interface expects the <line feed> or <newline> character (10 dec.), the EOI line with the last data character or the EOI line with the <line feed> character as end of string identification when receiving data.

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



Der Ausgabepuffer für SCPI-Antworten hat eine Größe von 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.

When sending data via the GPIB bus the load uses the <line feed> character (10 dec.) with asserted EOI line as termination.



The size of the output buffer for SCPI responses is 15,000 bytes.

## 5.8 SCPI Command Syntax

The SCPI Standard (Standard Commands for Programmable Instruments) includes a standardized command set for programming devices, independent of device type and manufacturer. In this way the device dependent commands are unified.

Basically there are two groups of SCPI commands:

- Common commands
- Device-dependent commands

**Common Commands** are device independent commands that are defined in the standard IEEE 488.2. They include an asterisk (\*) and three letters with optional parameter. Query commands are built by appending a question mark.

**Device-dependent commands** have a structured syntax which is described in the following sections.

### 5.8.1 Header Construction

The device dependent commands are hierarchically structured. A command contains a so-called header as well as one or more parameters, separated by a white space from the header.

The header contains one or more keywords separated by a colon (:).

### 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
[:LEVe]
  [:IMMediate] <num>
  [:IMMediate]?
  :TRIGgered <num>
  :TRIGgered?
  :PROTection <num>
  :PROTection?
```

### 5.8.2 Indentions

The levels of the command hierarchy are identified by indention to the right. The deeper the level, the more it is indented to the right.

#### Example: Command System CURRent

```
CURRent
[:LEVe]
  [:IMMediate] <num>
  [:IMMediate]?
  :TRIGgered <num>
  :TRIGgered?
  :PROTection <num>
  :PROTection?
```

### 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
:MODE CURRent|POWer|RESistance|VOLTage
MODE?
```

### 5.8.3 Selection

For some commands there are several certain parameters possible. These keywords are shown in the command syntax within one line, separated through a vertical bar (|). In a command string only one of the alternative keywords may be specified.

#### Example: Command System FUNction

```
FUNction
:MODE CURRent|POWer|RESistance|VOLTage
MODE?
```

### 5.8.4 White Space

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

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

### 5.8.4 White Space

"White Space" includes all characters with ASCII code from 0 to 9 dec. and from 11 to 32 dec. The <line feed> character (10 dec.) is not part of white space. It determines the termination.

White Space is used to separate the parameters from the header. Several white space characters may be combined.

### 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 getriggerten Sollwert für einen Eingangsstrom von 5A zu programmieren:

CURRENT:TRIG 5

curr:triggered 5

Curr:TRig 5

nicht jedoch: CURR:TRIGGER 5

Für möglichst kurze Übertragungszeiten ist die Kurzform zu bevorzugen.

### 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 optionalen Schlüsselwörter erheblich verkürzen kann.

Beispiel: Laststrom 2.5 A

CURRent[:LEVel][:IMMediate] 2.5

lässt sich verkürzen zu:

CURR 2.5

### 5.8.5 Long and Short Form, Upper and Lower Case

Keywords are provided in long and short format (if the word contains more than four characters). Both formats are allowed. All other abbreviations are not supported and result in a syntax error.

This manual shows the short form in upper case, to allow a distinction. The remaining string, that builds in combination with the short form the long form, is appended to the short form.

The device itself doesn't distinguish between upper case and lower case letters.

To program a triggered setting value for an input current of 5A there are several methods:

CURRENT:TRIG 5

curr:triggered 5

Curr:TRig 5

but not: CURR:TRIGGER 5

For minimum transmission times you should use the short form.

### 5.8.6 Optional Keywords

In some command systems it is possible to optionally use certain keywords in the header, to guarantee SCPI conformity. These words are marked using brackets ([ ]).

Note that the command string can be considerably shortened by omitting the optional keywords.

Example: Load Current 2.5 A

CURRent[:LEVel][:IMMediate] 2.5

can be reduced to:

CURR 2.5

### 5.8.7 Parameter

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

Werden bei bestimmten Befehlen mehrere Parameter erwartet, so werden diese durch ein Komma (,) voneinander getrennt.

Beispiel:

LIST:CURR 4.5,2.5,0.5

### 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 Ω):

RESistance 55.8E-2

RES .558

### 5.8.7 Parameters

For most commands parameters have to be appended to the header (separated through white space). Depending on the recognized header the device expects a certain parameter type: Numeric, Boolean, String

If a command needs several parameters they are separated by comma (,).

Example:

LIST:CURR 4.5,2.5,0.5

### 5.8.8 Numeric Values

Numeric values may be sent to the electronic load in every decimal format specified in IEEE488.2 standard (chapter 7.7.2).

<NR1> Decimal integer value (e.g. 132)

<NR2> Floating point value (e.g. 132.0)

<NR3> Value in exponential format (e.g. +1.320000E+02)

<NRf> Flexible numeric representation  
<NR1>|<NR2>|<NR3>

The decimal separator is the dot (.), no comma! In the syntax the variable <NRf> (flexible numeric representation) is used for numerical values received by the load.

Example (Resistance 0.558 Ω):

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    | Kiloohm            |
| Leistung   | W       | Watt               |
|            | MW      | Milliwatt          |
|            | KW      | Kilowatt           |
| Spannung   | V       | Volt               |
|            | MV      | Millivolt          |
| Zeit       | S       | Sekunde            |
|            | MS      | Millisekunde       |
| Energie    | WH      | Wattstunde         |
|            | MWH     | Milliwattstunde    |
|            | KWH     | Kilowattstunde     |
| Ladung     | AH      | Amperestunden      |
|            | MAH     | Milliamperestunden |
|            | KAH     | Kiloamperestunden  |

Beispiel (Laststrom 520 mA):

CURR 520MA

CURR 0.52

CURR 520E-3

## 5.8.9 Units and Multipliers

For most numerical values the unit may be specified (suffix).  
In front of the unit a multiplier can be set.

Common multipliers for electronic loads are:

| Mnemonic | Definition | Multiplier |
|----------|------------|------------|
| M        | Milli      | 0.001      |
| K        | Kilo       | 1000       |

For the physical dimension the following units are supported for electronic loads:

| Dimension  | Unit | Description       |
|------------|------|-------------------|
| Current    | A    | Amp               |
|            | MA   | Milliamp          |
|            | KA   | Kiloamp           |
| Resistance | OHM  | Ohm               |
|            | KOHM | Kiloohm           |
| Power      | W    | Watt              |
|            | MW   | Milliwatt         |
|            | KW   | Kilowatt          |
| Voltage    | V    | Volt              |
|            | MV   | Millivolt         |
| Time       | S    | Second            |
|            | MS   | Millisecond       |
| Energy     | WH   | Watt hour         |
|            | MWH  | Milliwatt hour    |
|            | KWH  | Kilowatt hour     |
| Charge     | AH   | Ampere hours      |
|            | MAH  | Milliampere hours |
|            | KAH  | Kiloampere hours  |

Example (Load Current 520 mA):

CURRENT 520MA

CURRENT:IMM 0.52

CURR 520E-3



### 5.8.10 Zahlen- und Extremwerte <NRf>|MIN|MAX

Bei den meisten Befehlen, die einen Zahlenwert als Parameter haben, können außer eines spezifischen Zahlenwertes auch MIN oder MAX angegeben werden. MIN bezeichnet den kleinstmöglichen Wert, den ein Parameter annehmen kann (meist 0). MAX bezeichnet den größtmöglichen Wert eines Parameters.

Als Platzhalter für Parameterwerte, die minimale bzw. maximale Werte repräsentieren, steht in der Befehlsübersicht MIN bzw. MAX.

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 liefern:  
+5.000000E+00

### 5.8.10 Numeric and Extreme Values <NRf>|MIN|MAX

For most commands that use a numeric value as parameter, the values MIN and MAX can be specified. MIN describes the lowest possible value for a parameter (mostly 0). MAX describes the highest possible value for a parameter.

As a placeholder for parameter values representing minimum or maximum values, the command overview shows MIN or MAX.

Example: Set maximal current  
CURR MAX

MIN and MAX must not be followed by a suffix.

The minimal and maximal value of a numeric parameter can be determined by query. To do so, a white space as well as MIN or MAX are appended after the question mark.

Example: Determining the maximal load current  
CURR? MAX may return:  
+5.000000E+00

### 5.8.11 Boolesche Parameter <boolean>

Einige Befehle verlangen einen booleschen Parameter, z.B. der Befehl zum Schalten des Lasteingangs: 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, wird das als logisch TRUE interpretiert.

So hat z.B. der Befehl

### 5.8.11 Boolean Parameters <boolean>

For some commands a boolean parameter has to be provided, for example to switch the load input: INPut ON

Boolean parameters can take two logic values. The logic state "FALSE" is represented by the parameter OFF or the numeric value 0. The logic state "TRUE" is represented by the parameter ON or 1.

For programming a boolean parameter it doesn't matter whether the numeric form or the text form is used. In general, numbers are rounded by the load. If the number is greater than zero after rounding, this is interpreted as a logical TRUE.

The command

INPut ON die gleiche Wirkung wie  
INPut 1 oder  
INPut 3.3

Bei der Abfrage von booleschen Sollwerten wird immer der boolesche Zahlenwert 0 oder 1 geliefert.

Beispiel:  
INPut? Antwort z.B. 1

### 5.8.12 Textparameter

Textparameter 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 Textparametern erhält man immer die Kurzform.

Beispiel:  
FUNC:MODE? Antwort z.B. VOLT

### 5.8.13 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 1.5 und  
CURR:TRIG 1.0  
können zu einem String zusammengefasst werden:  
CURR:IMM 1.5;TRIG 1.0

INPut ON has the same result as  
INPut 1 or  
INPut 3.3

When Boolean setting values are queried, always the boolean numeric values 0 or 1 are returned.

Example:  
INPut? Response e.g. 1

### 5.8.12 Textparameter

Text parameter obey the syntactic rules for keywords and provide a short and a long form. The separation from the header is realized by a white space.

Example:  
FUNC:MODE VOLT

For the query of text parameters the short form is returned.

Example:  
FUNC:MODE? Response e.g. VOLT

### 5.8.13 The Semicolon

There are several possibilities to combine commands in one command string.

A semicolon (;) at the end of the first command returns to the last colon (:), and another command of the same hierarchical level of a command system can be appended.

Example:  
The two single commands  
CURR:IMM 1.5 and  
CURR:TRIG 1.0  
can be combined to one string:  
CURR:IMM 1.5;TRIG 1.0

Mit dem Semikolon kann man immer nur eine Stufe im Hierarchiesystem zurückgehen. An den Anfang der Hierarchie (Root level) gelangt man, indem man an das Semikolon direkt einen Doppelpunkt anhängt (;:).

Beispiel:

CURR:LEV:IMM 1.5;TRIG 1.0::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 im Root level befindet.

Beispiel:

CURR 1.5::INP ON ergibt dasselbe wie  
CURR 1.5;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 zum Root Level. Das Ende einer Zeichenkette ist immer das Zeichen <LineFeed> bzw <NewLine> (10 dez.).

#### 5.8.14 Abfragebefehle (Queries)

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

Beispiel: Abfrage des Sollwerts für den Laststrom

CURR?

Antwort z. B. +1.500000E+00

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.

Using the semicolon only one level of the hierarchical system can be rolled back. The beginning of the hierarchy (root level) is reached by appending a colon to the semicolon (;:).

Example:

CURR:LEV:IMM 1.5;TRIG 1.0::INP ON

If the first command has got only one hierarchical level, the colon behind the semicolon can be omitted, because one semicolon switches back to the root level in such a case.

Example:

CURR 1.5::INP ON has the same result as  
CURR 1.5;INP ON

But for

FUNC:MODE RES::INP ON

the characters :: must be specified.

When the end of a character string is reached the SCPI parser automatically changes to the root level. The string terminator is always the <line feed> character (10 dec.).

#### 5.8.14 Queries

For most commands there is a corresponding query, that determines the actual setting. For the query a question mark (?) is appended to the header.

Example: Query the setting value for the load current

CURR?

Result (e.g.) +1.500000E+00

The numeric value that is sent from the device is presented in the exponential format with sign, one digit before the comma, as default six digits after the comma, exponent, sign, two exponent digits. The device never sends units appended to the numeric values.

Zur Ermittlung des minimal und maximal möglichen Zahlenwertes hängen Sie dem Fragezeichen ein White Space und MIN bzw. MAX an. Als Antwort erhalten Sie den Zahlenwert ohne Einheit.

Beispiel: Abfrage des maximalen Laststroms  
CURRent? MAX  
Antwort z. B.: +5.000000E+00

Innerhalb eines Befehlsstrings darf immer nur maximal ein Abfragebefehl enthalten sein. Die Antwort auf diesen Abfragebefehl muss erst ausgelesen werden, bevor der nächste Befehl an das Gerät gesendet wird.

## 5.9 Beschreibung der Common Commands

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

### 5.9.1 \*CLS

Löscht den Inhalt folgender Statusregister:

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

### 5.9.2 \*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?

To determine the minimum and maximum numeric value append a white space and MIN or MAX after the question mark. The response is a numeric value without unit.

Example: Query of the maximum load current  
CURRent? MAX  
Result e.g.: +5.000000E+00

A command string may only include one query. The result for this query must be read before the next query can be sent to the device.

## 5.9 Common Commands Description

Common Commands are defined in the IEEE488.2 standard. They begin with an \* and three characters for a command or three characters and a question mark (?) for a query.

### 5.9.1 \*CLS

Clears the following Status Registers:

- Questionable Status Event Register
- Operation Status Event Register
- Standard Event Status Register
- Status Byte Register
- Error queue

### 5.9.2 \*ESE <Nrf>, \*ESE?

Sets the value of the Standard Event Status Enable Register.

Parameter: 0 ... 255

The numeric parameter specifies the new value for the register and is implicitly rounded to the next decimal integer value.

Query: \*ESE?

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

Siehe auch 5.10.16 STATus-Subsystem.

### 5.9.3 \*ESR?

Frägt den Wert des Standard Event Status Registers als dezimale Ganzzahl ab. Durch diese Abfrage wird der Registerwert auf den Wert 0 zurückgesetzt.

Siehe auch 5.10.16 STATus-Subsystem.

### 5.9.4 \*IDN?

Frägt die Identifikationsdaten der elektronischen Last ab.  
Der zurückgegebene String besteht aus den folgenden Angaben:  
Hersteller, Modellbezeichnung, Seriennummer, Firmware-Version.

### 5.9.5 \*OPC, \*OPC?

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

Abfrage: \*OPC?

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

### 5.9.6 \*OPT?

Frägt die aktuell im Gerät verbauten und aktivierten Optionen ab.

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

Position 0: "ISO" (Isolierter I/O-Port)

Queries the value of the Standard Event Status Enable Register as decimal integer value.

See also 5.10.16 STATus Subsystem.

### 5.9.3 \*ESR?

Queries the value of the Standard Event Status Register as decimal integer value. This query resets the register value to 0.

See also 5.10.16 STATus Subsystem.

### 5.9.4 \*IDN?

Queries the identification data of the electronic load.  
The returned string contains the following data:  
Manufacturer, model name, serial number, firmware version.

### 5.9.5 \*OPC, OPC?

Sets the Operation Complete Bit (bit 0) in the Standard Event Status Register when all preceding commands have been executed.

Query: \*OPC?

Queries the execution state of all preceding commands. If all commands are executed the numeric value 1 is returned as decimal integer value.

### 5.9.6 \*OPT?

Queries the options installed and activated in the electronic load.

A string is returned which consists of concatenated substrings, separated by comma.

Position 0: "ISO" (isolated I/O port)

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

#### Beispiel

Antwortstring, wenn nur Option GPIB verfügbar:

\*OPT?

Antwort: 0,GPIB

### 5.9.7 \*RCL <Nrf>

Lädt die Einstellungen aus der spezifizierten Speicher-Position und aktiviert diese Einstellungen.

Parameter: 0 ... 9

Der numerische Parameter wird implizit zur nächsten Ganzzahl gerundet und spezifiziert die Speicher-Position.



Beim Ausschalten der elektronischen Last werden die aktiven Einstellungen automatisch unter Speicher-Position 0 abgespeichert (siehe 4.25 Geräteeinstellungen speichern und laden).

### 5.9.8 \*RST

Führt einen Reset der elektronischen Last durch. Hierzu werden die folgenden Befehle ausgeführt:

```
ABORt
ACQuisition OFF
ACQuisition:STIME 0.0002
```

Position 1: GPIB  
 Position 2: reserved  
 Position 3: reserved  
 Position 4: reserved  
 Position 5: reserved  
 Position 6: reserved  
 Position 7: reserved

If an option is available in the electronic load the corresponding substring is set to the scheduled position in the response string. If the option is not available, the corresponding substring will get the character '0'.

#### Example

Response string if only GPIB option is available:

\*OPT?

Response: 0,GPIB

### 5.9.7 \*RCL <Nrf>

Recalls the settings from the specified memory position and activates these settings.

Parameter: 0 ... 9

The numeric parameter is implicitly rounded to the next integer value and specifies the memory position.



At power-off the electronic load saves the active settings to memory position 0 (see 4.25 Save and Recall Device Settings).

### 5.9.8 \*RST

Performs a reset of the electronic load. The following commands are executed for this purpose:

```
ACQuisition:TRIGger OFF
CURRent 0
CURRent:PROTection MAX
DATA:DELeTe
FORMat ASCii,7
FORMat:SREGister ASCii
FUNctio:n:DISChargE OFF
FUNctio:n:DISChargE:STOP:CHARge 0
FUNctio:n:DISChargE:STOP:CURRent 0
FUNctio:n:DISChargE:STOP:ENERgy 0
FUNctio:n:DISChargE:STOP:TIME 1
FUNctio:n:DISChargE:STOP:VOLT 0
FUNctio:n:DISChargE:STOP:ENABle CHARge,OFF
FUNctio:n:DISChargE:STOP:ENABle CURRent,OFF
FUNctio:n:DISChargE:STOP:ENABle ENERgy,OFF
FUNctio:n:DISChargE:STOP:ENABle TIME,OFF
FUNctio:n:DISChargE:STOP:ENABle VOLTage,OFF
FUNctio:n:MEASure:IRESistance OFF
FUNctio:n:MEASure:IRESistance:CURRent 0,0
FUNctio:n:MEASure:IRESistance:DWELL 10,1
FUNctio:n:MODulate OFF
FUNctio:n:MODulate:MODE CURR
FUNctio:n:MODulate:WAVEform:AMPLitue 0.0
FUNctio:n:MODulate:WAVEform:FREQuency 1.0
FUNctio:n:MODulate:WAVEform:TYPE SINE
FUNctio:n:MODE CURRent
FUNctio:n:MPPT OFF
FUNctio:n:MPPT:SWEep:DIRection DOWN
FUNctio:n:MPPT:SWEep:TIME 1.0
FUNctio:n:MPPT:SWEep:PERiod 10.0
FUNctio:n:SPEEd MEDium
FUNctio:n:ZVOLtage OFF
INITiate:CONTinuous OFF
INPut OFF
LIST OFF
LIST:ACQuisition OFF
LIST:COUNT 1
LIST:CURRent
LIST:DWELL
LIST:MODE CURRent
LIST:POWer
LIST:RESistance
LIST:RTIME
LIST:STIME:RTIME
```

```

LIST:STIME:DWELL
LIST:TRIGger OFF
LIST:VOLTage
PORT:IO:OPIN 0,OFF
Power 0
RECTangle OFF
RECTangle:CURRENT MIN,MIN
RECTangle:DWELL 0.001,0.001
RECTangle:MODE CURR
RECTangle:RESistance MAX,MAX
RECTangle:VOLTage MAX,MAX
RESistance MAX
SETting:EXTernal OFF
SETting:EXTernal:ENABLE INPut, OFF
SETting:EXTernal:ENABLE MODE, OFF
SETting:EXTernal:ENABLE ILEVEL, OFF
SETting:EXTernal:ENABLE PLEVEL, OFF
SYSTEM:COOLing AUTO
SYSTEM:KLOCK OFF
TRIGger:DElay 0
TRIGger:HOLDoff 0
TRIGger:LEVEL:CURRENT MAX
TRIGger:LEVEL:VOLTage 0.5
TRIGger:SLOPe POSitive
TRIGger:SOURce BUS
VOLTage MAX
VOLTage:PROtection <Vmin>
VOLTage:PROtection:REGulation ON

```

### 5.9.9 \*SAV <NRf>

Speichert die aktiven Einstellungen unter der spezifizierten Speicher-Position.

Parameter: 1 ... 9

Der numerische Parameter wird implizit zur nächsten Ganzzahl gerundet und spezifiziert die Speicher-Position.

Die Einstellungen der Speicher-Position 0 können beim Einschalten der elektronischen Last automatisch geladen werden (siehe 4.25 Geräteeinstellungen speichern und laden).

### 5.9.9 \*SAV <NRf>

Saves the active settings to the specified memory position.

Parameter: 1 ... 9

The numeric parameter is implicitly rounded to the next integer value and specifies the memory position.

The settings of memory position 0 can be loaded automatically when the electronic load is switched on (see 4.25 Save and Recall Device Settings).



## 5.9.10 \*SRE &lt;NRf&gt;, \*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?

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

Siehe auch 5.10.16 STATus-Subsystem.

## 5.9.11 \*STB?

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

Siehe auch 5.10.16 STATus-Subsystem.

## 5.9.12 \*TRG

Erzeugt ein Trigger-Ereignis zur Ausführung von Trigger-Aktionen, wenn die Trigger-Quelle BUS ausgewählt ist.

## 5.9.13 \*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.

## 5.9.14 \*WAI

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

## 5.9.10 \*SRE &lt;NRf&gt;, \*SRE?

Sets the value of the Service Request Enable Register.

Parameter: 0 ... 255

The numeric parameter specifies the new value for the register and is implicitly rounded to the next decimal integer value.

Query: \*SRE?

Queries the value of the Service Request Enable Register as decimal integer value.

See also 5.10.16 STATus Subsystem.

## 5.9.11 \*STB?

Queries the value of the Status Byte Register as decimal integer value.

See also 5.10.16 STATus Subsystem.

## 5.9.12 \*TRG

Generates a trigger event for executing trigger actions, if the trigger source BUS is selected.

## 5.9.13 \*TST?

Starts the self test in the electronic load and returns the test result. If the returned value is 0 no errors occurred during the self test. Otherwise a SCPI-defined error code is returned.

## 5.9.14 \*WAI

Blocks the processing of subsequent commands as long as precedent commands have been completely processed.

## 5.10 Beschreibung 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.

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).

### Beispiele

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

### Abfragesyntax

Die meisten Befehle haben einen zugehörigen Abfragebefehl, die den aktuellen Soll- oder Istwert zurückgeben.

### Rückgabewert

Das Format des zurückgegebenen Werts ist in der Beschreibung angegeben.

### Reset-Wert

Bei Befehlen, deren Sollwert sich durch den Reset-Befehl \*RST ändert, ist der Reset-Wert angegeben. Dieser entspricht auch dem

## 5.10 Device-Dependent Commands Description

This chapter describes the device-dependent SCPI commands of the electronic load. You shall be familiar with the basic SCPI syntax rules described in chapter 5.8.

The commands are described by the following definitions:

### Syntax

Syntax definitions are always given in long form with optional keywords.

### Parameters

Most commands need one or more parameters. At some commands the valid range of a command depends on the model type of the electronic load, i.e. current, voltage, resistance, power range. The actual lowest or highest possible values of parameters can be determined by querying the parameter and appending MIN or MAX to the query, for example CURR? MAX

### Unit

If a unit specifier is allowed after the parameter it is given with possible multipliers, if available (e. g. A|MA).

### Examples

Examples are always defined in short form without optional keywords.

### Query Syntax

Most commands have an associated query command that return the setting or actual value.

### Return Value

The format of the returned value is defined in the description.

### Reset Value

When a command's setting value is changed by the reset command \*RST, the reset value is defined. This is also the power-on value, if saved setting values are not loaded.

Wert nach dem Einschalten, wenn gespeicherte Einstellungen nicht geladen werden.

In Kapitel 5.11 und 5.12 sind alle Befehle in alphabetischer Reihenfolge aufgelistet.

### 5.10.1 ACQuisition-Subsystem

#### 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>Beispiel</i>      | ACQ ON                        |
| <i>Abfragesyntax</i> | ACQuisition[:STATe]?          |
| <i>Rückgabewert</i>  | 0 1                           |
| <i>Reset-Wert</i>    | OFF                           |

#### 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>     | 2E-04 ... 1E+03 MIN MAX      |
| <i>Einheit</i>       | S MS                         |
| <i>Beispiel</i>      | ACQ:STIM 0.5                 |
| <i>Abfragesyntax</i> | ACQuisition:STIme? [MIN MAX] |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR3>                        |
| <i>Reset-Wert</i>    | 0.0002                       |

In chapter 5.11 and 5.12 all commands are listet in alphabetic order.

### 5.10.1 ACQuisition Subsystem

#### ACQuisition

This command sets the activation state of the data acquisition.

The parameter OFF or 0 deactivates data acquisition, parameter ON or 1 activates it.

|                     |                               |
|---------------------|-------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | ACQuisition[:STATe] <boolean> |
| <i>Parameter</i>    | 0 OFF 1 ON                    |
| <i>Example</i>      | ACQ ON                        |
| <i>Query Syntax</i> | ACQuisition[:STATe]?          |
| <i>Return Value</i> | 0 1                           |
| <i>Reset Value</i>  | OFF                           |

#### ACQuisition:STIme

This command sets the sample time for the data acquisition.

The numeric parameter specifies the sample time in the base unit seconds.

|                     |                              |
|---------------------|------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | ACQuisition:STIme <NRf>      |
| <i>Parameter</i>    | 2E-04 ... 1E+03 MIN MAX      |
| <i>Unit</i>         | S MS                         |
| <i>Example</i>      | ACQ:STIM 0.5                 |
| <i>Query Syntax</i> | ACQuisition:STIme? [MIN MAX] |
| <i>Return Value</i> | <NR3>                        |
| <i>Reset Value</i>  | 0.0002                       |

**ACQuisition:TRIGger**

Dieser Befehl setzt den Aktivierungszustand für die Trigger-Auswertung zum Starten oder Stoppen der Messdatenerfassung.

Der Parameter ON oder 1 aktiviert die Trigger-Auswertung, der Parameter OFF oder 0 deaktiviert die Trigger-Auswertung.

|                      |                                        |
|----------------------|----------------------------------------|
| <i>Syntax</i>        | ACQuisition:TRIGger[:ENABLE] <boolean> |
| <i>Parameter</i>     | 0 OFF 1 ON                             |
| <i>Beispiel</i>      | ACQ:TRIG ON                            |
| <i>Abfragesyntax</i> | ACQuisition:TRIGger[:ENABLE]?          |
| <i>Rückgabewert</i>  | 0 1                                    |
| <i>Reset-Wert</i>    | OFF                                    |

**5.10.2 CURRent-Subsystem****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>Beispiel</i>      | CURR 1.5                                  |
| <i>Abfragesyntax</i> | CURRent[:LEVel][:IMMediate]? [MIN MAX]    |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR3>                                     |
| <i>Reset-Wert</i>    | 0                                         |

**ACQuisition:TRIGger**

This command sets the activation state for trigger processing to start or stop data acquisition.

The parameter ON or 1 activates trigger processing, the parameter OFF or 0 deactivates trigger processing.

|                     |                                        |
|---------------------|----------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | ACQuisition:TRIGger[:ENABLE] <boolean> |
| <i>Parameter</i>    | 0 OFF 1 ON                             |
| <i>Example</i>      | ACQ:TRIG ON                            |
| <i>Query Syntax</i> | ACQuisition:TRIGger[:ENABLE]?          |
| <i>Return Value</i> | 0 1                                    |
| <i>Reset Value</i>  | OFF                                    |

**5.10.2 CURRent Subsystem****CURRent**

This command sets the setting value for the regulated input current in current operating mode.

The numeric parameter specifies the current in the base unit amps. The parameter MIN sets the lowest admissible value for the current, the parameter MAX sets the highest admissible value for the current.

The <max> value corresponds to the current range and is specified in the technical data.

|                     |                                           |
|---------------------|-------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | CURRent[:LEVel][:IMMediate] <NRf> MIN MAX |
| <i>Parameter</i>    | 0 ... <max> MIN MAX                       |
| <i>Unit</i>         | A MA                                      |
| <i>Example</i>      | CURR 1.5                                  |
| <i>Query Syntax</i> | CURRent[:LEVel][:IMMediate]? [MIN MAX]    |
| <i>Return Value</i> | <NR3>                                     |
| <i>Reset Value</i>  | 0                                         |

**CURRent:TRIGgered**

Dieser Befehl setzt den getriggerten 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][:TRIGgered] <NRf> MIN MAX |
| <i>Parameter</i>     | 0 ... <max> MIN MAX                       |
| <i>Einheit</i>       | A MA                                      |
| <i>Beispiel</i>      | CURR:TRIG 3.0                             |
| <i>Abfragesyntax</i> | CURRent[:LEVel][:TRIGgered]? [MIN MAX]    |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR3>                                     |
| <i>Reset-Wert</i>    | undefiniert                               |

**CURRent:PROTection**

Dieser Befehl setzt den Sollwert für die Strombegrenzung 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>Beispiel</i>      | CURR:PROT 6                              |
| <i>Abfragesyntax</i> | CURRent:PROTection[:LEVel]? [MIN MAX]    |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR3>                                    |
| <i>Reset-Wert</i>    | <max>-Wert                               |

**CURRent:TRIGgered**

This command sets the trigger value for the regulated input current in current operating mode.

The numeric parameter specifies the current in the base unit amps. The parameter MIN sets the lowest admissible value for the current, the parameter MAX sets the highest admissible value for the current.

The <max> value corresponds to the current range and is specified in the technical data.

|                     |                                           |
|---------------------|-------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | CURRent[:LEVel][:TRIGgered] <NRf> MIN MAX |
| <i>Parameter</i>    | 0 ... <max> MIN MAX                       |
| <i>Unit</i>         | A MA                                      |
| <i>Example</i>      | CURR:TRIG 3.0                             |
| <i>Query Syntax</i> | CURRent[:LEVel][:TRIGgered]? [MIN MAX]    |
| <i>Return Value</i> | <NR3>                                     |
| <i>Reset Value</i>  | undefined                                 |

**CURRent:PROTection**

This command sets the setting value for the input current protection in all operating modes.

The numeric parameter specifies the current in the base unit amps. The parameter MIN sets the lowest admissible value for the current, the parameter MAX sets the highest admissible value for the current.

The <max> value corresponds to the current range and is specified in the technical data.

|                     |                                          |
|---------------------|------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | CURRent:PROTection[:LEVel] <NRf> MIN MAX |
| <i>Parameter</i>    | 0 ... <max> MIN MAX                      |
| <i>Unit</i>         | A MA                                     |
| <i>Example</i>      | CURR:PROT 6                              |
| <i>Query Syntax</i> | CURRent:PROTection[:LEVel]? [MIN MAX]    |
| <i>Return Value</i> | <NR3>                                    |
| <i>Reset Value</i>  | <max> value                              |

## 5.10.3 DATA-Subsystem

Das DATA-Subsystem steht zum Auslesen von in der elektronischen Last gepufferten 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 also durch Komma mit nachfolgendem Leerzeichen voneinander getrennt.

**DATA:DELeTe**

Dieser Befehl löscht alle in der elektronischen Last gepufferten Messdatensätze.

Dieser Befehl hat keine Abfrageform.

|                  |             |
|------------------|-------------|
| <i>Syntax</i>    | DATA:DELeTe |
| <i>Parameter</i> | Keine       |
| <i>Beispiel</i>  | DATA:DEL    |

**DATA:POINts?**

Dieser Befehl fragt die Anzahl der in der elektronischen Last gepufferten Messdatensätze ab.

|                      |              |
|----------------------|--------------|
| <i>Abfragesyntax</i> | DATA:POINts? |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR1>        |

**DATA:REMOve?**

Dieser Befehl fragt die durch den Parameter spezifizierte Anzahl von in der elektronischen Last gepufferten 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

## 5.10.3 DATA Subsystem

The DATA subsystem is available to read measurement data points buffered in the electronic load.

A measurement data point consists of a sequence of <NRf> values in the order timestamp\_x, voltage\_x, current\_x. The returned measurement data points are concatenated as follows:

timestamp\_1, voltage\_1, current\_1, timestamp\_2, voltage\_2, current\_2, ... timestamp\_n, voltage\_n, current\_n.

All values are separated from each other by a comma followed by a space character.

**DATA:DELeTe**

This command deletes all data points buffered in the electronic load.

This command has no query form.

|                  |             |
|------------------|-------------|
| <i>Syntax</i>    | DATA:DELeTe |
| <i>Parameter</i> | None        |
| <i>Example</i>   | DATA:DEL    |

**DATA:POINts?**

This query reads the number of measurement data points currently buffered in the electronic load.

|                     |              |
|---------------------|--------------|
| <i>Query Syntax</i> | DATA:POINts? |
| <i>Return Value</i> | <NR1>        |

**DATA:REMOve?**

This query reads the number of measurement data points specified by the parameter buffered in the electronic load.



Only a limited amount of measurement data points may be read in one query. If more data points are available than readable in one read cycle you must read the available data points by several queries.

können, so sind die vorhandenen Datensätze durch mehrere Abfragen auszulesen.

Der Parameter des Abfragebefehls darf nicht größer sein als die Anzahl der gepufferten Datensätze.

|                      |                            |
|----------------------|----------------------------|
| <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               |

#### 5.10.4 DISPlay Subsystem

##### 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>                         |

The parameter of the query must not be greater than the number of the buffered data points.

|                     |                             |
|---------------------|-----------------------------|
| <i>Query Syntax</i> | DATA:REMove? <NRf>          |
| <i>Parameter</i>    | 1 ... 100                   |
| <i>Return Value</i> | <NR3>{,<NR3>}               |
| <i>Example</i>      | DATA:POIN? // Response: 324 |
|                     | DATA:REM? 100               |
|                     | DATA:REM? 100               |
|                     | DATA:REM? 100               |
|                     | DATA:REM? 24                |

#### 5.10.4 DISPlay Subsystem

##### DISPlay:TEXT

This command displays or queries the specified string in a notification window at the user interface.

The parameter specifies the string with a maximum length of 32 characters. If the string is empty (""), the notification window is closed.

The notification window with the notification text can be confirmed and closed by the operator. With the query "DISPlay:TEXT?" you can determine whether the notification window with the message text is still visible. The query returns either the displayed text or an empty string (""), if no notification window is displayed.

|                     |                                |
|---------------------|--------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | DISPlay:TEXT <string>          |
| <i>Parameter</i>    | <string>                       |
| <i>Example</i>      | DISP:TEXT "Function cancelled" |
| <i>Query Syntax</i> | DISPlay:TEXT?                  |
| <i>Return Value</i> | <string>                       |

## 5.10.5 FORMat-Subsystem

**FORMat**

Dieser Befehl setzt das Datenformat für dezimale Zahlenwerte, die bei SCPI-Abfragen zurückgegeben werden.

Durch den ersten Parameter ASCii werden die Werte in Form von ASCII-Zeichen zurückgegeben. Der zweite Parameter bestimmt die Anzahl von signifikanten Stellen eines zurückgegebenen Wertes.

Die Anzahl der signifikanten Stellen ist flüchtig, d. h. sie wird nach dem Aus- und Einschalten wieder auf den Defaultwert gesetzt.

|                      |                           |
|----------------------|---------------------------|
| <i>Syntax</i>        | FORMat[:DATA] ASCii,<NRf> |
| <i>Parameter 1</i>   | ASCii                     |
| <i>Parameter 2</i>   | 1 ... 7                   |
| <i>Beispiel</i>      | FORM ASC,6                |
| <i>Abfragesyntax</i> | FORMat[:DATA]?            |
| <i>Rückgabewert</i>  | ASC,<NR1>                 |
| <i>Reset-Wert</i>    | 7                         |

**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 zurückgegeben.

Bei Übergabe des Parameters HEXadecimal wird ein abgefragter Registerwert als ASCII-String im Hexadezimal-Format zur Basis 16 gemäß des Standards IEEE 488.2 zurückgegeben. Die Last sendet dann jedem angeforderten Registerwert die Zeichenfolge "#H" voran.

Bei Übergabe des Parameters OCTal wird ein abgefragter Registerwert als ASCII-String im Oktal-Format zur Basis 8 gemäß des Standards IEEE 488.2 zurückgegeben. Die Last stellt dann jedem angeforderten Registerwert die Zeichenfolge "#Q" voran.

## 5.10.5 FORMat Subsystem

**FORMat**

This command sets the data format for decimal values returned by SCPI queries.

The first parameter defines that values shall be returned as ASCII characters. The second parameter defines the number of significant digits of a returned value.

The number of significant digits is volatile, i. e. it is set to the default value when power is cycled.

|                     |                           |
|---------------------|---------------------------|
| <i>Syntax</i>       | FORMat[:DATA] ASCii,<NRf> |
| <i>Parameter 1</i>  | ASCii                     |
| <i>Parameter 2</i>  | 1 ... 7                   |
| <i>Example</i>      | FORM ASC,6                |
| <i>Query Syntax</i> | FORMat[:DATA]?            |
| <i>Return Value</i> | ASC,<NR1>                 |
| <i>Reset Value</i>  | 7                         |

**FORMat:SREGister**

This command sets the data format for queried SCPI Status register values.

When parameter ASCii is specified the queried register values will be returned as ASCII strings in decimal format corresponding to IEEE 488.2 standard.

When parameter HEXadecimal is specified the queried register values will be returned in hexadecimal format corresponding to IEEE 488.2 standard. The electronic load will set the prefix "#H" with each returned register value.

When parameter OCTal is specified the queried register values will be returned in octal format corresponding to IEEE 488.2 standard. The electronic load will set the prefix "#Q" with each returned register value.



|                      |                           |
|----------------------|---------------------------|
| <i>Syntax</i>        | FORMat:SREGister <format> |
| <i>Parameter</i>     | ASCIi HEXadecimal OCTal   |
| <i>Beispiel</i>      | FORM:SREG ASC             |
| <i>Abfragesyntax</i> | FORMat:SREGister?         |
| <i>Rückgabewert</i>  | ASC HEX OCT               |
| <i>Reset-Wert</i>    | ASCIi                     |

|                     |                           |
|---------------------|---------------------------|
| <i>Syntax</i>       | FORMat:SREGister <format> |
| <i>Parameter 1</i>  | ASCIi HEXadecimal OCTal   |
| <i>Example</i>      | FORM:SREG ASC             |
| <i>Query Syntax</i> | FORMat:SREGister?         |
| <i>Return Value</i> | ASC HEX OCT               |
| <i>Reset Value</i>  | ASCIi                     |

### 5.10.6 FUNCTION-Subsystem

#### FUNCTION:DISCharge

Dieser Befehl 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>Beispiel</i>      | FUNC:DISC ON                         |
| <i>Abfragesyntax</i> | FUNCTION:DISCharge[:STATE]?          |
| <i>Rückgabewert</i>  | 0 1                                  |
| <i>Reset-Wert</i>    | OFF                                  |

#### 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>                      |

### 5.10.6 FUNCTION Subsystem

#### FUNCTION:DISCharge

This command sets the activation state for the discharge function.

The parameter OFF or 0 deactivates the discharge function, the parameter ON or 1 activates the discharge function.

|                     |                                      |
|---------------------|--------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | FUNCTION:DISCharge[:STATE] <boolean> |
| <i>Parameter</i>    | 0 OFF 1 ON                           |
| <i>Example</i>      | FUNC:DISC ON                         |
| <i>Query Syntax</i> | FUNCTION:DISCharge[:STATE]?          |
| <i>Return Value</i> | 0 1                                  |
| <i>Reset Value</i>  | OFF                                  |

#### FUNCTION:DISCharge:CHARge?

This command queries the charge in Ah having taken from the device under test since the discharge function was started.

|                     |                            |
|---------------------|----------------------------|
| <i>Query Syntax</i> | FUNCTION:DISCharge:CHARge? |
| <i>Return Value</i> | <NR3>                      |

#### FUNCTION:DISCharge:ENERgy?

This command queries the energy in Wh having taken from the device under test since the discharge function was started.

|                     |                            |
|---------------------|----------------------------|
| <i>Query Syntax</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>Beispiel</i>      | FUNC:DISC:STOP:CHAR 1.2                      |
| <i>Abfragesyntax</i> | FUNCTION:DISCharge:STOP:CHARge?<br>[MIN MAX] |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR3>                                        |
| <i>Reset-Wert</i>    | 0                                            |

**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<br>[:LEVel] <NRf>      |
| <i>Parameter</i>     | 0 ... <max> MIN MAX                                    |
| <i>Einheit</i>       | A MA KA                                                |
| <i>Beispiel</i>      | FUNC:DISC:STOP:CURR 1.2                                |
| <i>Abfragesyntax</i> | FUNCTION:DISCharge:STOP:CURREnt<br>[:LEVel]? [MIN MAX] |

**FUNCTION:DISCharge:STOP:CHARge**

This command sets the value for the amount of charge at which the discharging is deactivated and the input is switched off. The stop condition is activated by the FUNCTION:DISCharge:STOP:ENABle command.

The numeric parameter specifies the charge in ampere hours. The parameter MIN sets the lowest possible value for the charge, the parameter MAX sets the highest possible value for the charge.

|                     |                                              |
|---------------------|----------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | FUNCTION:DISCharge:STOP:CHARge <NRf>         |
| <i>Parameter</i>    | 0 ... 999999.9 MIN MAX                       |
| <i>Unit</i>         | AH MAH KAH                                   |
| <i>Example</i>      | FUNC:DISC:STOP:CHAR 1.2                      |
| <i>Query Syntax</i> | FUNCTION:DISCharge:STOP:CHARge?<br>[MIN MAX] |
| <i>Return Value</i> | <NR3>                                        |
| <i>Reset Value</i>  | 0                                            |

**FUNCTION:DISCharge:STOP:CURREnt**

This command sets the value for the minimum current at which the discharge function is deactivated and the input is switched off. The stop condition is activated by the FUNCTION:DISCharge:STOP:ENABle command.

The numeric parameter specifies the current in amps. The parameter MIN sets the lowest possible value for the current, the parameter MAX sets the highest possible value for the current.

The MAX value is given in the technical data.

|                     |                                                        |
|---------------------|--------------------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | FUNCTION:DISCharge:STOP:CURREnt<br>[:LEVel] <NRf>      |
| <i>Parameter</i>    | 0 ... <max> MIN MAX                                    |
| <i>Unit</i>         | A MA KA                                                |
| <i>Example</i>      | FUNC:DISC:STOP:CURR 1.2                                |
| <i>Query Syntax</i> | FUNCTION:DISCharge:STOP:CURREnt<br>[:LEVel]? [MIN MAX] |

*Rückgabewert* <NR3>  
*Reset-Wert* 0

### **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 definierter Strompegel erreicht  
 ENERgy: Stopp, wenn definierte Energiemenge akkumuliert  
 TIME: Stopp, wenn definierte Entladezeit verstrichen  
 VOLTage: Stopp, wenn definierter Spannungspegel 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.

*Syntax* FUNCTION:DISCharge:STOP:ENABLE  
 <signal>,<boolean>  
*Parameter 1* CHARge|CURRent|ENERgy|TIME|  
 VOLTage  
*Parameter 2* 0|OFF|1|ON  
*Beispiel* FUNC:DISC:STOP:ENAB VOLT,ON  
*Abfragesyntax* FUNCTION:DISCharge:STOP:ENABLE?  
 <signal>  
*Rückgabewert* 0|1  
*Reset-Wert* Alle OFF

### **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.

*Return Value* <NR3>  
*Reset Value* 0

### **FUNCTION:DISCharge:STOP:ENABLE**

This command sets the activation state of the specified condition for stopping the discharge function (stop condition).

The first parameter specifies the stop condition:

CHARGE: stop if defined charge is accumulated  
 CURRENT: stop if defined current level is reached  
 ENERGY: stop if defined energy is accumulated  
 TIME: stop if defined discharge time has expired  
 VOLTage: stop if defined voltage level is reached

The second parameter specifies the activation state of the stop condition:

0|OFF: The condition cannot stop the discharge.

1|ON: The condition can stop the discharge.

*Syntax* FUNCTION:DISCharge:STOP:ENABLE  
 <signal>,<boolean>  
*Parameter 1* CHARge|CURRent|ENERgy|TIME|  
 VOLTage  
*Parameter 2* 0|OFF|1|ON  
*Example* FUNC:DISC:STOP:ENAB VOLT,ON  
*Query Syntax* FUNCTION:DISCharge:STOP:ENABLE?  
 <signal>  
*Return Value* 0|1  
*Reset Value* All OFF

### **FUNCTION:DISCharge:STOP:ENERgy**

This command sets the value for the amount of energy at which the discharging is deactivated and the input is switched off. The stop condition is activated by the FUNCTION:DISCharge:STOP:ENABLE command.

The numeric parameter specifies the energy in watt hours. The parameter MIN sets the lowest possible value for the energy, the parameter MAX sets the highest possible value for the energy.

|                      |                                              |
|----------------------|----------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>        | FUNCTION:DISCharge:STOP:ENERgy <NRf>         |
| <i>Parameter</i>     | 0 ... 999999.9 MIN MAX                       |
| <i>Einheit</i>       | WH MWH KWH                                   |
| <i>Beispiel</i>      | FUNC:DISC:STOP:ENER 10.56                    |
| <i>Abfragesyntax</i> | FUNCTION:DISCharge:STOP:ENERgy?<br>[MIN MAX] |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR3>                                        |
| <i>Reset-Wert</i>    | 0                                            |

**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: definierten Strompegel erreicht  
 ENER: definierte Energiemenge akkumuliert  
 TIME: definierte Entladezeit verstrichen  
 VOLT: definierten Spannungspegel 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 Zeitdauer in der Einheit Sekunden. Der Parameter MIN setzt den kleinsten zulässigen Wert für die Zeitdauer, der Parameter MAX setzt den größten zulässigen Wert für die Zeitdauer.

|                      |                                         |
|----------------------|-----------------------------------------|
| <i>Syntax</i>        | FUNCTION:DISCharge:STOP:TIME <NRf>      |
| <i>Parameter</i>     | 1 ... 999999 MIN MAX                    |
| <i>Einheit</i>       | S MS                                    |
| <i>Beispiel</i>      | FUNC:DISC:STOP:TIME 18000               |
| <i>Abfragesyntax</i> | FUNCTION:DISCharge:STOP:TIME? [MIN MAX] |

|                     |                                              |
|---------------------|----------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | FUNCTION:DISCharge:STOP:ENERgy <NRf>         |
| <i>Parameter</i>    | 0 ... 999999.9 MIN MAX                       |
| <i>Unit</i>         | WH MWH KWH                                   |
| <i>Example</i>      | FUNC:DISC:STOP:ENER 10.56                    |
| <i>Query Syntax</i> | FUNCTION:DISCharge:STOP:ENERgy?<br>[MIN MAX] |
| <i>Return Value</i> | <NR3>                                        |
| <i>Reset Value</i>  | 0                                            |

**FUNCTION:DISCharge:STOP:EVENT?**

This query returns the event which has stopped the discharge function.

The return value can be one out of the following:

NONE: no stop event occurred  
 CHAR: defined charge accumulated  
 CURR: defined current level reached  
 ENER: defined energy accumulated  
 TIME: defined discharge time elapsed  
 VOLT: defined voltage level reached

|                     |                                |
|---------------------|--------------------------------|
| <i>Query Syntax</i> | FUNCTION:DISCharge:STOP:EVENT? |
| <i>Return Value</i> | NONE CHAR CURR ENER TIME VOLT  |

**FUNCTION:DISCharge:STOP:TIME**

This command sets the value for the duration after which the discharge will be deactivated and the input will be switched off. The stop condition is activated by the command FUNCTION:DISCharge:STOP:ENABLE.

The numeric parameter specifies the duration in seconds. The parameter MIN sets the lowest possible value for the duration, the parameter MAX sets the highest possible value for the duration.

|                     |                                         |
|---------------------|-----------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | FUNCTION:DISCharge:STOP:TIME <NRf>      |
| <i>Parameter</i>    | 1 ... 999999 MIN MAX                    |
| <i>Unit</i>         | S MS                                    |
| <i>Example</i>      | FUNC:DISC:STOP:TIME 18000               |
| <i>Query Syntax</i> | FUNCTION:DISCharge:STOP:TIME? [MIN MAX] |

*Rückgabewert* <NR3>  
*Reset-Wert* 1

### **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.

*Syntax* FUNCTION:DISCharge:STOP:VOLTage  
 [:LEVel] <NRf>  
*Parameter* 0 ... <max>|MIN|MAX  
*Einheit* V|MV  
*Beispiel* FUNC:DISC:STOP:VOLT 1.253  
*Abfragesyntax* FUNCTION:DISCharge:STOP:VOLTage  
 [:LEVel]? [MIN|MAX]  
*Rückgabewert* <NR3>  
*Reset-Wert* 0

### **FUNCTION:DISCharge:TIME?**

Dieser Befehl fragt die Zeitdauer in Sekunden ab, die seit Aktivierung der Entladefunktion verstrichen ist.

*Abfragesyntax* FUNCTION:DISCharge:TIME?  
*Rückgabewert* <NR3>

### **FUNCTION:MEASure:IRESistance**

Dieser Befehl setzt den Aktivierungszustand für die Funktion, den Innenwiderstand eines angeschlossenen Prüflings zu messen.

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

*Return Value* <NR3>  
*Reset Value* 1

### **FUNCTION:DISCharge:STOP:VOLTage**

This command sets the value for the minimum voltage after which the discharge will be deactivated and the input will be switched off. The stop condition is activated by the command FUNCTION:DISCharge:STOP:ENABLE command.

The numeric parameter specifies the voltage in volts. The parameter MIN sets the lowest possible value for the voltage, the parameter MAX sets the highest possible value for the voltage.

The MAX value is given in the technical data.

*Syntax* FUNCTION:DISCharge:STOP:VOLTage  
 [:LEVel] <NRf>  
*Parameter* 0 ... <max>|MIN|MAX  
*Unit* V|MV  
*Example* FUNC:DISC:STOP:VOLT 1.253  
*Query Syntax* FUNCTION:DISCharge:STOP:VOLTage[:LEVel]?  
 [MIN|MAX]  
*Return Value* <NR3>  
*Reset Value* 0

### **FUNCTION:DISCharge:TIME?**

This command reads the time in seconds having elapsed since the discharge function was started.

*Abfragesyntax* FUNCTION:DISCharge:TIME?  
*Rückgabewert* <NR3>

### **FUNCTION:MEASure:IRESistance**

This command sets the activation state for the function to measure the internal resistance of the connected device under test.

The parameter OFF or 0 deactivates the function, the parameter ON or 1 activates it.

|                      |                                                    |
|----------------------|----------------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>        | FUNCTION:MEASure:IRESistance<br>[:STATe] <boolean> |
| <i>Parameter</i>     | 0 OFF 1 ON                                         |
| <i>Beispiel</i>      | FUNC:MEAS:IRES ON                                  |
| <i>Abfragesyntax</i> | FUNCTION:MEASure:IRESistance[:STATe]?              |
| <i>Rückgabewert</i>  | 0 1                                                |
| <i>Reset-Wert</i>    | OFF                                                |

**FUNCTION:MEASure:IRESistance:CURRENT**

Dieser Befehl setzt die beiden Lastströme zur Ermittlung des Innenwiderstands. Der zweite Strom muss größer sein als der erste.

Die numerischen Parameter spezifizieren die Stromstärken in der Grundeinheit Ampere. Sie werden als zwei durch Komma separierte Parameter angegeben.

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

|                      |                                                              |
|----------------------|--------------------------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>        | FUNCTION:MEASure:IRESistance:CURRENT<br>[:LEVeL] <NRf>,<NRf> |
| <i>Parameter 1</i>   | 0 ... <max>                                                  |
| <i>Parameter 2</i>   | 0 ... <max>                                                  |
| <i>Beispiel</i>      | FUNC:MEAS:IRES:CURR 0.5, 4.5                                 |
| <i>Abfragesyntax</i> | FUNCTION:MEASure:IRESistance:CURRENT<br>[:LEVeL]?            |
| <i>Rückgabewerte</i> | <NR3>,<NR3>                                                  |
| <i>Reset-Werte</i>   | 0, 0                                                         |

**FUNCTION:MEASure:IRESistance:DWELL**

Dieser Befehl setzt die beiden Verweildauern der jeweiligen Lastströme zur Ermittlung des Innenwiderstands.

Die numerischen Parameter spezifizieren die Verweildauern in der Grundeinheit Sekunden. Sie werden als zwei durch Komma separierte Parameter angegeben.

|                    |                                                   |
|--------------------|---------------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>      | FUNCTION:MEASure:IRESistance:DWELL<br><NRf>,<NRf> |
| <i>Parameter 1</i> | 0.1 ... 100                                       |

|                     |                                                    |
|---------------------|----------------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | FUNCTION:MEASure:IRESistance<br>[:STATe] <boolean> |
| <i>Parameter</i>    | 0 OFF 1 ON                                         |
| <i>Example</i>      | FUNC:MEAS:IRES ON                                  |
| <i>Query Syntax</i> | FUNCTION:MEASure:IRESistance[:STATe]?              |
| <i>Return Value</i> | 0 1                                                |
| <i>Reset Value</i>  | OFF                                                |

**FUNCTION:MEASure:IRESistance:CURRENT**

This command sets the two load currents to determine the internal resistance. The second current must be higher than the first.

The numeric parameters specify the currents in the base unit amps. They are set as two parameters separated by a comma.

The <max> value corresponds to the current range and is specified in the technical data.

|                      |                                                              |
|----------------------|--------------------------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>        | FUNCTION:MEASure:IRESistance:CURRENT<br>[:LEVeL] <NRf>,<NRf> |
| <i>Parameter 1</i>   | 0 ... <max>                                                  |
| <i>Parameter 2</i>   | 0 ... <max>                                                  |
| <i>Example</i>       | FUNC:MEAS:IRES:CURR 0.5, 4.5                                 |
| <i>Query Syntax</i>  | FUNCTION:MEASure:IRESistance:CURRENT<br>[:LEVeL]?            |
| <i>Return Values</i> | <NR3>,<NR3>                                                  |
| <i>Reset Values</i>  | 0, 0                                                         |

**FUNCTION:MEASure:IRESistance:DWELL**

This command sets the two dwell times for the corresponding load currents to determine the internal resistance.

The numeric parameters specify the dwell times in the base unit seconds. They are set as two parameters separated by a command.

|                    |                                                   |
|--------------------|---------------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>      | FUNCTION:MEASure:IRESistance:DWELL<br><NRf>,<NRf> |
| <i>Parameter 1</i> | 0.1 ... 100                                       |

|                      |                                    |
|----------------------|------------------------------------|
| <i>Parameter 2</i>   | 0.1 ... 100                        |
| <i>Beispiel</i>      | FUNC:MEAS:IRES:DWEL 1.5,12         |
| <i>Abfragesyntax</i> | FUNCTION:MEASure:IRESistance:DWEL? |
| <i>Rückgabewerte</i> | <NR3>,<NR3>                        |
| <i>Reset-Werte</i>   | 10, 1                              |

**FUNCTION:MEASure:IRESistance:RESistance?**

Dieser Befehl fragt den Innenwiderstand des angeschlossenen Prüflings ab, den die elektronische Last zuletzt ermittelt hat.

Hat die elektronische Last noch keinen Wert für den Innenwiderstand ermittelt, gibt sie den Wert 0 zurück.

|                      |                              |
|----------------------|------------------------------|
| <i>Abfragesyntax</i> | FUNCTION:MEASure:IRESistance |
|                      | :RESistance?                 |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR3>                        |

**FUNCTION:MEASure:IRESistance:TIME?**

Dieser Befehl fragt die Zeitdauer in Sekunden ab, die seit Aktivierung der Innenwiderstands-Messfunktion verstrichen ist.

Der Wert wird beim Start der Funktion auf 0 zurückgesetzt.

|                      |                                    |
|----------------------|------------------------------------|
| <i>Abfragesyntax</i> | FUNCTION:MEASure:IRESistance:TIME? |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR3>                              |

**FUNCTION:MODE**

Dieser Befehl setzt die Grundbetriebsart 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>Beispiel</i>      | FUNC:MODE VOLT                   |
| <i>Abfragesyntax</i> | FUNCTION:MODE?                   |
| <i>Rückgabewert</i>  | CURR RES VOLT POW                |

|                      |                                    |
|----------------------|------------------------------------|
| <i>Parameter 2</i>   | 0.1 ... 100                        |
| <i>Example</i>       | FUNC:MEAS:IRES:DWEL 1.5,12         |
| <i>Query Syntax</i>  | FUNCTION:MEASure:IRESistance:DWEL? |
| <i>Return Values</i> | <NR3>,<NR3>                        |
| <i>Reset Values</i>  | 10, 1                              |

**FUNCTION:MEASure:IRESistance:RESistance?**

This command queries the internal resistance of the connected device under test which the electronic load has last determined.

If the electronic load has not determined an internal resistance value yet it returns the value 0.

|                     |                              |
|---------------------|------------------------------|
| <i>Query Syntax</i> | FUNCTION:MEASure:IRESistance |
|                     | :RESistance?                 |
| <i>Return Value</i> | <NR3>                        |

**FUNCTION:MEASure:IRESistance:TIME?**

This command reads the time in seconds having elapsed since the internal resistance measurement function was started.

The value is reset to 0 when the function is started.

|                     |                                    |
|---------------------|------------------------------------|
| <i>Query Syntax</i> | FUNCTION:MEASure:IRESistance:TIME? |
| <i>Return Value</i> | <NR3>                              |

**FUNCTION:MODE**

This command sets the basic operating mode for the regulation.

The parameter CURRENT activates current mode.

The parameter RESistance activates resistance mode.

The parameter VOLTage activates voltage mode.

The parameter POWER activates power mode.

|                     |                                  |
|---------------------|----------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | FUNCTION MODE <mode>             |
| <i>Parameter</i>    | CURRENT RESistance VOLTage POWER |
| <i>Example</i>      | FUNC:MODE VOLT                   |
| <i>Query Syntax</i> | FUNCTION:MODE?                   |
| <i>Return Value</i> | CURR RES VOLT POW                |

*Reset-Wert*                      CURRent

### FUNCTION:MODulate

Dieser Befehl setzt den Aktivierungszustand der Modulation.

Der Parameter ON oder 1 aktiviert diese Funktion, der Parameter OFF oder 0 deaktiviert diese Funktion.

*Syntax*                      FUNCTION:MODulate[:STATe] <boolean>  
*Parameter*                  0|OFF|1|ON  
*Beispiel*                    FUNC:MOD ON  
*Abfragesyntax*            FUNCTION:MODulate[:STATe]?  
*Rückgabewert*            0|1  
*Reset-Wert*                OFF

### FUNCTION:MODulate:MODE

Dieser Befehl setzt die Betriebsart der Regelung für die Modulation.

Der Parameter CURRent aktiviert die Stromregelung.  
 Der Parameter VOLTage aktiviert die Spannungsregelung.

*Syntax*                      FUNCTION:MODulate:MODE <mode>  
*Parameter*                  CURRent|VOLTage  
*Beispiel*                    FUNC:MOD VOLT  
*Abfragesyntax*            FUNCTION:MODulate:MODE?  
*Rückgabewert*            CURR|VOLT  
*Reset-Wert*                CURRent

### FUNCTION:MODulate:WAVEform:AMPLitude

Dieser Befehl setzt die Amplitude für die Modulation.

Der numerische Parameterwert spezifiziert den Sollwert für die Amplitude im normierten Bereich von 0 bis 1. Der Parameter MIN setzt den kleinsten zulässigen Wert 0 für die Amplitude, der Parameter MAX setzt den größten zulässigen Wert 1 für die Amplitude.

*Reset Value*                      CURRent

### FUNCTION:MODulate

This command sets the activation state for modulation.

The parameter ON or 1 activates the function, the parameter OFF or 0 deactivates the function.

*Syntax*                      FUNCTION:MODulate[:STATe] <boolean>  
*Parameter*                  0|OFF|1|ON  
*Example*                    FUNC:MOD ON  
*Query Syntax*            FUNCTION:MODulate[:STATe]?  
*Return Value*            0|1  
*Reset Value*                OFF

### FUNCTION:MODulate:MODE

This command sets the regulation mode for the modulation.

The parameter CURRent activates current mode.  
 The parameter VOLTage activates voltage mode.

*Syntax*                      FUNCTION:MODulate:MODE <mode>  
*Parameter*                  CURRent|VOLTage  
*Example*                    FUNC:MOD VOLT  
*Query Syntax*            FUNCTION:MODulate:MODE?  
*Return Value*            CURR|VOLT  
*Reset Value*                CURRent

### FUNCTION:MODulate:WAVEform:AMPLitude

This command sets the amplitude for the modulation.

The numerical parameter value specifies the setting value for the amplitude in the normalized range from 0 to 1. The parameter MIN sets the smallest possible value 0 for the amplitude, the parameter MAX sets the largest possible value 1 for the amplitude.



|                      |                                       |
|----------------------|---------------------------------------|
| <i>Syntax</i>        | FUNCTION:MODulate:WAVEform:AMPLitude  |
|                      | <NRf> MIN MAX                         |
| <i>Parameter</i>     | 0 ... 1 MIN MAX                       |
| <i>Beispiel</i>      | FUNC:MOD:WAV:AMPL 0.27                |
| <i>Abfragesyntax</i> | FUNCTION:MODulate:WAVEform:AMPLitude? |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR3>                                 |
| <i>Reset-Wert</i>    | 0.0                                   |

### FUNCTION:MODulate:WAVEform:FREQUENCY

Dieser Befehl setzt die Frequenz für die Modulation.

Der numerische Parameterwert spezifiziert den Sollwert für die Frequenz in der Einheit Hertz. Der Parameter MIN setzt den kleinsten zulässigen Wert für die Frequenz, der Parameter MAX setzt den größten zulässigen Wert für die Frequenz.

|                      |                                       |
|----------------------|---------------------------------------|
| <i>Syntax</i>        | FUNCTION:MODulate:WAVEform:FREQUENCY  |
|                      | <NRf> MIN MAX                         |
| <i>Parameter</i>     | 0 ... 1 MIN MAX                       |
| <i>Beispiel</i>      | FUNC:MOD:WAV:FREQ 50.0                |
| <i>Abfragesyntax</i> | FUNCTION:MODulate:WAVEform:FREQUENCY? |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR3>                                 |
| <i>Reset-Wert</i>    | 0.0                                   |

### FUNCTION:MODulate:WAVEform:TYPE

Dieser Befehl setzt die Wellenform für die Modulation.

Der Parameter SINE aktiviert die sinusförmige Modulation.  
Der Parameter SQUARE aktiviert die rechteckförmige Modulation.  
Der Parameter TRIangle aktiviert die dreieckförmige Modulation.

|                      |                                  |
|----------------------|----------------------------------|
| <i>Syntax</i>        | FUNCTION:MODulate:WAVEform:TYPE  |
|                      | <type>                           |
| <i>Parameter</i>     | SINE SQUare TRIangle             |
| <i>Beispiel</i>      | FUNC:MOD:WAV:TYPE TRI            |
| <i>Abfragesyntax</i> | FUNCTION:MODulate:WAVEform:TYPE? |
| <i>Rückgabewert</i>  | SINE SQU TRI                     |
| <i>Reset-Wert</i>    | 0.0                              |

|                     |                                       |
|---------------------|---------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | FUNCTION:MODulate:WAVEform:AMPLitude  |
|                     | <NRf> MIN MAX                         |
| <i>Parameter</i>    | 0 ... 1 MIN MAX                       |
| <i>Example</i>      | FUNC:MOD:WAV:AMPL 0.27                |
| <i>Query Syntax</i> | FUNCTION:MODulate:WAVEform:AMPLitude? |
| <i>Return Value</i> | <NR3>                                 |
| <i>Reset Value</i>  | 0.0                                   |

### FUNCTION:MODulate:WAVEform:FREQUENCY

This command sets the frequency for the modulation.

The numerical parameter value specifies the setting value for the frequency in the unit Hertz. The parameter MIN sets the lowest possible value for the frequency, the parameter MAX sets the highest possible value for the frequency.

|                     |                                       |
|---------------------|---------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | FUNCTION:MODulate:WAVEform:FREQUENCY  |
|                     | <NRf> MIN MAX                         |
| <i>Parameter</i>    | 0 ... 1 MIN MAX                       |
| <i>Example</i>      | FUNC:MOD:WAV:FREQ 50.0                |
| <i>Query Syntax</i> | FUNCTION:MODulate:WAVEform:FREQUENCY? |
| <i>Return Value</i> | <NR3>                                 |
| <i>Reset Value</i>  | 0.0                                   |

### FUNCTION:MODulate:WAVEform:TYPE

This command sets the waveform for the modulation.

The parameter SINE activates sinusoidal waveform.  
The parameter SQUARE activates square waveform.  
The parameter TRIangle activates triangular waveform.

|                     |                                  |
|---------------------|----------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | FUNCTION:MODulate:WAVEform:TYPE  |
|                     | <type>                           |
| <i>Parameter</i>    | SINE SQUare TRIangle             |
| <i>Example</i>      | FUNC:MOD:WAV:TYPE TRI            |
| <i>Query Syntax</i> | FUNCTION:MODulate:WAVEform:TYPE? |
| <i>Return Value</i> | SINE SQU TRI                     |
| <i>Reset Value</i>  | 0.0                              |

**FUNCTION:MPPT**

Dieser Befehl setzt den Aktivierungszustand für die MPPT-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>Beispiel</i>      | FUNC:MPPT ON                    |
| <i>Abfragesyntax</i> | FUNCTION:MPPT[:STATe]?          |
| <i>Rückgabewert</i>  | 0 1                             |
| <i>Reset-Wert</i>    | OFF                             |

**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, Impp, 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**

This command sets the activation state of the MPPT function.

The parameter OFF or 0 deactivates the MPPT function, the parameter ON or 1 activates the function.

|                     |                                 |
|---------------------|---------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | FUNCTION:MPPT[:STATe] <boolean> |
| <i>Parameter</i>    | 0 OFF 1 ON                      |
| <i>Example</i>      | FUNC:MPPT ON                    |
| <i>Query Syntax</i> | FUNCTION:MPPT[:STATe]?          |
| <i>Return Value</i> | 0 1                             |
| <i>Reset Value</i>  | OFF                             |

**FUNCTION:MPPT:ENERgy?**

This command queries the energy in Wh accumulated while an MPP Tracking function is running.

|                     |                       |
|---------------------|-----------------------|
| <i>Query Syntax</i> | FUNCTION:MPPT:ENERgy? |
| <i>Return Value</i> | <NR3>                 |

**FUNCTION:MPPT:MPP?**

This command queries the latest found and controlled MPP. The return value is a tuple consisting of the following values: Vmpp, Impp, Pmpp

|                     |                    |
|---------------------|--------------------|
| <i>Query Syntax</i> | FUNCTION:MPPT:MPP? |
| <i>Return Value</i> | <NR3>,<NR3>,<NR3>  |

**FUNCTION:MPPT:SWEep**

This command triggers an immediate sweep if no sweep is already running.

|                |                                 |
|----------------|---------------------------------|
| <i>Syntax</i>  | FUNCTION:MPPT:SWEep[:IMMediate] |
| <i>Example</i> | FUNC:MPPT:SWE                   |

**FUNCTION:MPPT:SWEep:DATA?**

Dieser Befehl fragt die aufgenommenen Messdaten des letzten Sweeps ab.

Die zurückgelesenen Messdaten bestehen aus 250 Spannung-Strom-Wertepaaren und sind folgendermaßen zusammengesetzt:  
<Volt\_0>,<Curr\_0>,...,<Volt\_249>,<Curr\_249>

|                      |                           |
|----------------------|---------------------------|
| <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 250.

|                      |                                  |
|----------------------|----------------------------------|
| <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 Parameter 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>Beispiel</i>      | FUNC:MPPT:SWE:DIR UP                  |
| <i>Abfragesyntax</i> | FUNCTION:MPPT:SWEep:DIRection?        |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR3>                                 |
| <i>Reset-Wert</i>    | DOWN                                  |

**FUNCTION:MPPT:SWEep:PERiod**

Dieser Befehl setzt die Sweep-Periode der MPP Tracking-Funktion.

**FUNCTION:MPPT:SWEep:DATA?**

This command queries the acquired measurement data of the latest sweep.

The returned measurement data consist of 250 voltage-current couples which are composed as follows:  
<Volt\_0>,<Curr\_0>,...,<Volt\_249>,<Curr\_249>

|                      |                           |
|----------------------|---------------------------|
| <i>Abfragesyntax</i> | FUNCTION:MPPT:SWEep:DATA? |
| <i>Return Value</i>  | <NR3>{,<NR3>}             |

**FUNCTION:MPPT:SWEep:DATA:POINTs?**

This command queries the number of measurement data points of the latest sweep.

If no sweep has been performed the number of measurement data points is 0, otherwise always 250.

|                     |                                  |
|---------------------|----------------------------------|
| <i>Query Syntax</i> | FUNCTION:MPPT:SWEep:DATA:POINTs? |
| <i>Return Value</i> | <NR3>                            |

**FUNCTION:MPPT:SWEep:DIRection**

This command sets the sweep direction of the MPP Tracking function.

The parameter specifies the sweep direction:  
DOWN: from Voc to 0 V  
UP: from 0 V to Voc

|                     |                                       |
|---------------------|---------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | FUNCTION:MPPT:SWEep:DIRection DOWN UP |
| <i>Parameter</i>    | DOWN UP                               |
| <i>Example</i>      | FUNC:MPPT:SWE:DIR UP                  |
| <i>Query Syntax</i> | FUNCTION:MPPT:SWEep:DIRection?        |
| <i>Return Value</i> | <NR3>                                 |
| <i>Reset Value</i>  | DOWN                                  |

**FUNCTION:MPPT:SWEep:PERiod**

This command sets the sweep period of the MPP Tracking function.

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>Beispiel</i>      | FUNC:MPPT:SWE:TIME 60               |
| <i>Abfragesyntax</i> | FUNCTION:MPPT:SWEep:TIME? [MIN MAX] |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR3>                               |
| <i>Reset-Wert</i>    | 1                                   |

### 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>               |

The numeric parameter specifies the sweep period in seconds. The parameter MIN sets the lowest possible value for the time, the parameter MAX sets the highest possible value for the time.

|                     |                                       |
|---------------------|---------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | FUNCTION:MPPT:SWEep:PERiod <NRf>      |
| <i>Parameter</i>    | 10 ... 3600                           |
| <i>*RST Value</i>   | 10                                    |
| <i>Example</i>      | FUNC:MPPT:SWE:PER 60                  |
| <i>Query Syntax</i> | FUNCTION:MPPT:SWEep:PERiod? [MIN MAX] |
| <i>Return Value</i> | <NR3>                                 |

### FUNCTION:MPPT:SWEep:TIME

This command sets the sweep time of the MPP Tracking function.

The numeric parameter specifies the sweep time in seconds. The parameter MIN sets the lowest possible value for the time, the parameter MAX sets the highest possible value for the time.

|                     |                                     |
|---------------------|-------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | FUNCTION:MPPT:SWEep:TIME <NRf>      |
| <i>Parameter</i>    | 0.1 ... 5                           |
| <i>Example</i>      | FUNC:MPPT:SWE:TIME 60               |
| <i>Query Syntax</i> | FUNCTION:MPPT:SWEep:TIME? [MIN MAX] |
| <i>Return Value</i> | <NR3>                               |
| <i>Reset Value</i>  | 1                                   |

### FUNCTION:MPPT:TIME?

This command queries the time elapsed since the MPPT function was activated.

The value returned is in seconds.

|                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| <i>Query Syntax</i> | FUNCTION:MPPT:TIME? |
| <i>Example</i>      | FUNC:MPPT:TIME?     |
| <i>Return Value</i> | <NR3>               |

**FUNCTION:SPEEd**

Dieser Befehl setzt die Geschwindigkeit für die hardwarebasierte Regelung.

Der Parameter spezifiziert die Regelgeschwindigkeit:  
 SLOW: geringe Regelgeschwindigkeit  
 MEDium: mittlere Regelgeschwindigkeit  
 FAST: schnelle Regelgeschwindigkeit

|                      |                        |
|----------------------|------------------------|
| <i>Syntax</i>        | FUNCTION:SPEEd <speed> |
| <i>Parameter</i>     | SLOW MEDium FAST       |
| <i>Beispiel</i>      | FUNC:SPE SLOW          |
| <i>Abfragesyntax</i> | FUNCTION:SPEEd?        |
| <i>Rückgabewert</i>  | SLOW MED FAST          |
| <i>Reset-Wert</i>    | MEDium                 |

**FUNCTION:ZVOLTage**

Dieser Befehl setzt den Aktivierungszustand der Null-Volt-Funktion.

Der Parameter ON oder 1 aktiviert die Null-Volt-Funktion, der Parameter OFF oder 0 deaktiviert die Null-Volt-Funktion.

|                      |                                      |
|----------------------|--------------------------------------|
| <i>Syntax</i>        | FUNCTION:ZVOLTage[:ENABLE] <boolean> |
| <i>Parameter</i>     | 0 OFF 1 ON                           |
| <i>Beispiel</i>      | FUNC:ZVOL ON                         |
| <i>Abfragesyntax</i> | FUNCTION:ZVOLTage?                   |
| <i>Rückgabewert</i>  | 0 1                                  |
| <i>Reset-Wert</i>    | OFF                                  |

**5.10.7 INPut-Subsystem****INPut**

Dieser Befehl setzt den Sollwert für den Aktivierungszustand des Lasteingangs.

Der Parameter OFF oder 0 deaktiviert den Eingang, der Parameter ON oder 1 aktiviert den Eingang.

**FUNCTION:SPEEd**

This command sets the speed for the hardware-based regulation.

The parameter specified the regulation speed:  
 SLOW: low regulation speed  
 MEDium: medium regulation speed  
 FAST: high regulation speed

|                     |                        |
|---------------------|------------------------|
| <i>Syntax</i>       | FUNCTION:SPEEd <speed> |
| <i>Parameter</i>    | SLOW MEDium FAST       |
| <i>Example</i>      | FUNC:SPE SLOW          |
| <i>Query Syntax</i> | FUNCTION:SPEEd?        |
| <i>Return Value</i> | SLOW MED FAST          |
| <i>Reset Value</i>  | MEDium                 |

**FUNCTION:ZVOLTage**

This command sets the activation state of the zero-volt function.

The parameter ON or 1 activates the zero-volt function, the parameter OFF or 0 deactivates the zero-volt function.

|                     |                                      |
|---------------------|--------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | FUNCTION:ZVOLTage[:ENABLE] <boolean> |
| <i>Parameter</i>    | 0 OFF 1 ON                           |
| <i>Example</i>      | FUNC:ZVOL ON                         |
| <i>Query Syntax</i> | FUNCTION:ZVOLTage?                   |
| <i>Return Value</i> | 0 1                                  |
| <i>Reset Value</i>  | OFF                                  |

**5.10.7 INPut Subsystem****INPut**

This command sets the setting value for the activation state of the load input.

The parameter OFF or 0 deactivates the input, the parameter ON or 1 activates the input.



Der Abfragebefehl liefert immer den Sollwert. D. h. wenn die elektronische Last den Befehl INPut ON empfangen hat, sendet diese bei der Abfrage 1 zurück, auch wenn z. B. durch Remote Shutdown tatsächlich der Lasteingang deaktiviert ist. Den tatsächlichen Aktivierungsstatus des Lasteingangs liefert die Abfrage des Operation Status Registers.

|                      |                         |
|----------------------|-------------------------|
| <i>Syntax</i>        | INPut[:STATe] <boolean> |
| <i>Parameter</i>     | 0 OFF 1 ON              |
| <i>Beispiel</i>      | INP ON                  |
| <i>Abfragesyntax</i> | INPut[:STATe]?          |
| <i>Rückgabewert</i>  | 0 1                     |
| <i>Reset-Wert</i>    | OFF                     |

### INPut:TRIGgered

Dieser Befehl setzt den getriggerten Sollwert für den Aktivierungszustand des Lasteingangs.

Der Parameter OFF oder 0 deaktiviert, der Parameter ON oder 1 aktiviert den Eingang bei Auftreten eines Trigger-Ereignisses.

|                      |                                   |
|----------------------|-----------------------------------|
| <i>Syntax</i>        | INPut[:STATe]:TRIGgered <boolean> |
| <i>Parameter</i>     | 0 OFF 1 ON                        |
| <i>Beispiel</i>      | INP:TRIG ON                       |
| <i>Abfragesyntax</i> | INPut[:STATe]:TRIGgered?          |
| <i>Rückgabewert</i>  | 0 1                               |
| <i>Reset-Wert</i>    | undefiniert                       |

### 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 deaktiviert. Ein 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                  |



The query always returns the setting value. That means if the load has received the INPut ON command it responds with 1 to a query even if the actual state is off because of a condition such as remote shutdown. The actual input status is returned by reading the Operation Status Register.

|                     |                         |
|---------------------|-------------------------|
| <i>Syntax</i>       | INPut[:STATe] <boolean> |
| <i>Parameter</i>    | 0 OFF 1 ON              |
| <i>Example</i>      | INP ON                  |
| <i>Query Syntax</i> | INPut[:STATe]?          |
| <i>Return Value</i> | 0 1                     |
| <i>Reset Value</i>  | OFF                     |

### INPut:TRIGgered

This command sets the triggered setting value for the activation state of the load input.

The parameter OFF or 0 deactivates, the parameter ON or 1 activates the input when a trigger event occurs.

|                     |                                   |
|---------------------|-----------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | INPut[:STATe]:TRIGgered <boolean> |
| <i>Parameter</i>    | 0 OFF 1 ON                        |
| <i>Example</i>      | INP:TRIG ON                       |
| <i>Query Syntax</i> | INPut[:STATe]:TRIGgered?          |
| <i>Return Value</i> | 0 1                               |
| <i>Reset Value</i>  | undefined                         |

### INPut:WDOG

This command sets the activation state of the watchdog.

The parameter OFF or 0 deactivates the watchdog, the parameter ON or 1 activates the watchdog.

The watchdog is deactivated when the electronic load is powered on. A reset does not change the activation state.

|                  |                              |
|------------------|------------------------------|
| <i>Syntax</i>    | INPut:WDOG[:STATe] <boolean> |
| <i>Parameter</i> | 0 OFF 1 ON                   |
| <i>Example</i>   | INP:WDOG ON                  |

*Abfragesyntax* INPut:WDOG[:STATe]?  
*Rückgabewert* 0|1

### INPut:WDOG:DELaY

Dieser Befehl setzt die Verzögerungszeit für den Watchdog Timer.

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. Ein Reset verändert die Verzögerungszeit nicht.

*Syntax* INPut:WDOG:DELaY <NRf>[MIN|MAX]  
*Parameter* 1 ... 3600[MIN|MAX]  
*Einheit* S|MS  
*Beispiel* INP:WDOG:DEL 180  
*Abfragesyntax* INPut:WDOG:DELaY? [MIN|MAX]  
*Rückgabewert* <NR1>

### INPut:WDOG:RESEt

Dieser Befehl setzt den Wert des Watchdog Timers zurück.

Dieser Befehl hat keine Abfrageform.

*Syntax* INPut:WDOG:RESEt  
*Beispiel* INP:WDOG:RES

## 5.10.8 LIST-Subsystem

### LIST

Dieser Befehl setzt den Sollwert für den Aktivierungszustand der Listenausführung.

Der Parameter ON oder 1 aktiviert die Ausführung einer Liste, der Parameter OFF oder 0 deaktiviert die Ausführung einer Liste.

*Query Syntax* INPut:WDOG[:STATe]?  
*Return Value* 0|1

### INPut:WDOG:DELaY

This command sets the watchdog timer's delay time.

The numeric parameter specifies the delay in seconds. The numeric value is implicitly rounded to the next integer value. The parameter MIN sets the lowest possible value, the parameter MAX sets the highest possible value.

The delay time is 60 s after the electronic load is powered on. A device reset does not change the delay time.

*Syntax* INPut:WDOG:DELaY <NRf>[MIN|MAX]  
*Parameter* 1 ... 3600[MIN|MAX]  
*Unit* S|MS  
*Example* INP:WDOG:DEL 180  
*Query Syntax* INPut:WDOG:DELaY? [MIN|MAX]  
*Return Value* <NR1>

### INPut:WDOG:RESEt

This command resets the value of the watchdog timer.

This command has no query form.

*Syntax* INPut:WDOG:RESEt  
*Example* INP:WDOG:RES

## 5.10.8 LIST Subsystem

### LIST

This command sets the setting value for the activation state of list execution.

The parameter ON or 1 activates the list execution, the parameter OFF or 0 deactivates the list execution.

|                      |                        |
|----------------------|------------------------|
| <i>Syntax</i>        | LIST[:STATe] <boolean> |
| <i>Parameter</i>     | 0 OFF 1 ON             |
| <i>Beispiel</i>      | LIST ON                |
| <i>Abfragesyntax</i> | LIST[:STATe]?          |
| <i>Rückgabewert</i>  | 0 1                    |
| <i>Reset-Wert</i>    | OFF                    |

**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. 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. Ein größerer Wert als der MAX-Wert oder der numerische Wert für Unendlich (9.9E37) bewirkt eine kontinuierliche Ausführung der Liste bis diese mit LIST OFF beendet wird.

|                      |                           |
|----------------------|---------------------------|
| <i>Syntax</i>        | LIST:COUNT <NRf>[MIN MAX] |
| <i>Parameter</i>     | 1 ... 999999 MIN MAX      |
| <i>Beispiel</i>      | LIST:COUN 23              |
| <i>Abfragesyntax</i> | LIST:COUNT? [MIN MAX]     |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR3>                     |
| <i>Reset-Wert</i>    | 1                         |

|                     |                        |
|---------------------|------------------------|
| <i>Syntax</i>       | LIST[:STATe] <boolean> |
| <i>Parameter</i>    | 0 OFF 1 ON             |
| <i>Example</i>      | LIST ON                |
| <i>Query Syntax</i> | LIST[:STATe]?          |
| <i>Return Value</i> | 0 1                    |
| <i>Reset Value</i>  | OFF                    |

**LIST:ACQuisition**

This command sets the activation state for synchronous data acquisition when a list is executed.

The parameter ON or 1 activates data acquisition, the parameter OFF or 0 deactivates it.

|                     |                                     |
|---------------------|-------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | LIST:ACQuisition[:ENABle] <boolean> |
| <i>Parameter</i>    | 0 OFF 1 ON                          |
| <i>Example</i>      | LIST:ACQ ON                         |
| <i>Query Syntax</i> | LIST:ACQuisition[:ENABle]?          |
| <i>Return Value</i> | 0 1                                 |
| <i>Reset Value</i>  | OFF                                 |

**LIST:COUNT**

This command specifies how often a list shall be processed after it was activated.

The numeric parameter specifies the number of iterations. The numeric value is implicitly rounded to the next integer value. The parameter MIN sets the lowest possible value, the parameter MAX sets the highest possible value. A higher value than the MAX value or the numeric value for infinity (9.9E37) causes a continuous execution of the list until it will be stopped by the command LIST OFF.

|                     |                           |
|---------------------|---------------------------|
| <i>Syntax</i>       | LIST:COUNT <NRf>[MIN MAX] |
| <i>Parameter</i>    | 1 ... 999999 MIN MAX      |
| <i>Example</i>      | LIST:COUN 23              |
| <i>Query Syntax</i> | LIST:COUNT? [MIN MAX]     |
| <i>Return Value</i> | <NR3>                     |
| <i>Reset Value</i>  | 1                         |



**LIST:CURRent**

Dieser Befehl setzt die einzelnen Sollwerte in der Liste für den geregelten Eingangsstrom.

Ein numerischer Parameter spezifiziert die Stromstärke in der Grundeinheit Ampere. Die maximale Anzahl an Parameterwerten ist 300.

|                      |                                    |
|----------------------|------------------------------------|
| <i>Syntax</i>        | LIST:CURRent[:LEVel] <NRf>{,<NRf>} |
| <i>Parameter</i>     | <NRf>{,<NRf>}                      |
| <i>Einheit</i>       | A MA                               |
| <i>Beispiel</i>      | LIST:CURR 12.75,56.2,0             |
| <i>Abfragesyntax</i> | LIST:CURRent[:LEVel]?              |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR3>{,<NR3>}                      |
| <i>Reset-Wert</i>    | Leere Liste                        |

**LIST:CURRent:POINts?**

Dieser Befehl fragt die aktuelle Anzahl an spezifizierten Sollwerten in der Liste für den geregelten Eingangsstrom 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:CURRent[:LEVel]:POINts?<br>[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 300.

|                  |                                   |
|------------------|-----------------------------------|
| <i>Syntax</i>    | LIST:DWELL <NRf>{,<NRf>}          |
| <i>Parameter</i> | 2E-04 ... 1E+03{,2E-04 ... 1E+03} |

**LIST:CURRent**

This command sets the setting values in the list for the regulated input current.

A numeric parameter specifies the current in amps. The maximum number of setting values is 300.

|                     |                                    |
|---------------------|------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | LIST:CURRent[:LEVel] <NRf>{,<NRf>} |
| <i>Parameter</i>    | <NRf>{,<NRf>}                      |
| <i>Unit</i>         | A MA                               |
| <i>Example</i>      | LIST:CURR 12.75,56.2,0             |
| <i>Query Syntax</i> | LIST:CURRent[:LEVel]?              |
| <i>Return Value</i> | <NR3>{,<NR3>}                      |
| <i>Reset Value</i>  | Empty list                         |

**LIST:CURRent:POINts?**

This query reads the number of setting values in the list for the regulated input current.

When the optional parameter MIN is appended the lowest possible number is queried. When the optional parameter MAX is appended the highest possible number is queried.

|                      |                                           |
|----------------------|-------------------------------------------|
| <i>Abfragesyntax</i> | LIST:CURRent[:LEVel]:POINts?<br>[MIN MAX] |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR1>                                     |

**LIST:DWELL**

This command sets the setting values in the list for dwell times.

A numeric parameter specifies the dwell time in seconds. The maximum number of parameter values is 300.

|                  |                                   |
|------------------|-----------------------------------|
| <i>Syntax</i>    | LIST:DWELL <NRf>{,<NRf>}          |
| <i>Parameter</i> | 2E-04 ... 1E+03{,2E-04 ... 1E+03} |

|                      |                            |
|----------------------|----------------------------|
| <i>Einheit</i>       | S MS                       |
| <i>Beispiel</i>      | LIST:DWEL 5.5E-3,0.01,1.02 |
| <i>Abfragesyntax</i> | LIST:DWEL?                 |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR3>{,<NR3>}              |
| <i>Reset-Wert</i>    | Leere Liste                |

**LIST:DWEL:POINTs?**

Dieser Befehl fragt die aktuelle Anzahl an Sollwerten in der List für 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:DWEL:POINTs? [MIN MAX] |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR1>                       |

**LIST:MODE**

Dieser Befehl setzt die Betriebsart der Regelung während der Ausführung einer Liste. Sie wählt die zugehörige Sollwert-Liste aus.

|                      |                                  |
|----------------------|----------------------------------|
| <i>Syntax</i>        | LIST:MODE <mode>                 |
| <i>Parameter</i>     | CURRent POWer RESistance VOLTage |
| <i>Beispiel</i>      | LIST:MODE VOLT                   |
| <i>Abfragesyntax</i> | LIST:MODE?                       |
| <i>Rückgabewert</i>  | CURR POW RES VOLT                |
| <i>Reset-Wert</i>    | CURRent                          |

**LIST:POINTs?**

Dieser Befehl fragt die Anzahl der ausgeführten Listenpunkte seit Aktivierung der Liste ab.

|                      |              |
|----------------------|--------------|
| <i>Abfragesyntax</i> | LIST:POINTs? |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR1>        |

|                     |                            |
|---------------------|----------------------------|
| <i>Unit</i>         | S MS                       |
| <i>Beispiel</i>     | LIST:DWEL 5.5E-3,0.01,1.02 |
| <i>Query Syntax</i> | LIST:DWEL?                 |
| <i>Return Value</i> | <NR3>{,<NR3>}              |
| <i>Reset Value</i>  | Empty list                 |

**LIST:DWEL:POINTs?**

This query reads the number of setting values in the list for dwell times.

When the optional parameter MIN is appended the lowest possible number is queried. When the optional parameter MAX is appended the highest possible number is queried.

|                     |                             |
|---------------------|-----------------------------|
| <i>Query Syntax</i> | LIST:DWEL:POINTs? [MIN MAX] |
| <i>Return Value</i> | <NR1>                       |

**LIST:MODE**

This command sets the regulation mode during the execution of the list function. It selects the corresponding setting list.

|                     |                                  |
|---------------------|----------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | LIST:MODE <mode>                 |
| <i>Parameter</i>    | CURRent POWer RESistance VOLTage |
| <i>Example</i>      | LIST:MODE VOLT                   |
| <i>Query Syntax</i> | LIST:MODE?                       |
| <i>Return Value</i> | CURR POW RES VOLT                |
| <i>Reset Value</i>  | CURRent                          |

**LIST:POINTs?**

This command queries the number of list points executed since the list was activated.

|                     |              |
|---------------------|--------------|
| <i>Query Syntax</i> | LIST:POINTs? |
| <i>Return Value</i> | <NR1>        |

**LIST:POWer**

Dieser Befehl setzt die einzelnen Sollwerte in der Liste für die geregelte Eingangsleistung.

Ein numerischer Parameter spezifiziert die Eingangsleistung in der Grundeinheit Watt. Die maximale Anzahl an Parameterwerten ist 300.

|                      |                                  |
|----------------------|----------------------------------|
| <i>Syntax</i>        | LIST:POWer[:LEVel] <NRf>{,<NRf>} |
| <i>Parameter</i>     | <NRf>{,<NRf>}                    |
| <i>Einheit</i>       | W MW KW                          |
| <i>Beispiel</i>      | LIST:POW 5.0,0.85,2.667E2        |
| <i>Abfragesyntax</i> | LIST:POWer[:LEVel]?              |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR3>{,<NR3>}                    |
| <i>Reset-Wert</i>    | Leere Liste                      |

**LIST:POWer:POINts?**

Dieser Befehl fragt die aktuelle Anzahl an Sollwerten in der Liste für die geregelte Eingangsleistung 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 in der Liste für den geregelten Eingangswiderstand.

Ein numerischer Parameter spezifiziert den Eingangswiderstand in der Grundeinheit Ohm. Die maximale Anzahl an Parameterwerten ist 300.

|                  |                                       |
|------------------|---------------------------------------|
| <i>Syntax</i>    | LIST:RESistance[:LEVel] <NRf>{,<NRf>} |
| <i>Parameter</i> | <NRf>{,<NRf>}                         |
| <i>Einheit</i>   | OHM KOHM                              |
| <i>Beispiel</i>  | LIST:RES 5.0,0.85,2.667E-2            |

**LIST:POWer**

This command sets the setting values in the list for the regulated input power.

A numeric parameter specifies the power in watts. The maximum number of parameter values is 300.

|                     |                                  |
|---------------------|----------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | LIST:POWer[:LEVel] <NRf>{,<NRf>} |
| <i>Parameter</i>    | <NRf>{,<NRf>}                    |
| <i>Unit</i>         | W MW KW                          |
| <i>Example</i>      | LIST:POW 5.0,0.85,2.667E2        |
| <i>Query Syntax</i> | LIST:POWer[:LEVel]?              |
| <i>Return Value</i> | <NR3>{,<NR3>}                    |
| <i>Reset Value</i>  | Empty list                       |

**LIST:POWer:POINts?**

This query reads the number of setting values in the list for the regulated input power.

When the optional parameter MIN is appended the lowest possible number is queried. When the optional parameter MAX is appended the highest possible number is queried.

|                     |                                      |
|---------------------|--------------------------------------|
| <i>Query Syntax</i> | LIST:POWer[:LEVel]:POINts? [MIN MAX] |
| <i>Return Value</i> | <NR1>                                |

**LIST:RESistance**

This command sets the setting values in the list for the regulated input resistance.

A numeric parameter specifies the resistance in ohms. The maximum number of parameter values is 300.

|                  |                                       |
|------------------|---------------------------------------|
| <i>Syntax</i>    | LIST:RESistance[:LEVel] <NRf>{,<NRf>} |
| <i>Parameter</i> | <NRf>{,<NRf>}                         |
| <i>Unit</i>      | OHM KOHM                              |
| <i>Example</i>   | LIST:RES 5.0,0.85,2.667E-2            |

|                      |                          |
|----------------------|--------------------------|
| <i>Abfragesyntax</i> | LIST:RESistance[:LEVel]? |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR3>{,<NR3>}            |
| <i>Reset-Wert</i>    | Leere Liste              |

**LIST:RESistance:POINts?**

Dieser Befehl fragt die aktuelle Anzahl an Sollwerten in der Liste für den geregelten Eingangswiderstand 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 Sekunden. Die maximale Anzahl an Parameterwerten ist 300.

|                      |                            |
|----------------------|----------------------------|
| <i>Syntax</i>        | LIST:RTIME <NRf>{,<NRf>}   |
| <i>Parameter</i>     | 0 ... 1E+03{,0 ... 1E+03}  |
| <i>Einheit</i>       | S MS                       |
| <i>Beispiel</i>      | LIST:RTIM 5.5E-3,0.01,1.02 |
| <i>Abfragesyntax</i> | LIST:RTIME?                |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR3>{,<NR3>}              |
| <i>Reset-Wert</i>    | Leere Liste                |

**LIST:RTIME:POINts?**

Dieser Befehl fragt die aktuelle Anzahl an Sollwerten in der Liste für Rampenzeiten ab.

Bei Übergabe des optionalen Parameters MIN wird der kleinste, zulässige Wert für die Anzahl abgefragt, bei Übergabe des optionalen

|                     |                          |
|---------------------|--------------------------|
| <i>Query Syntax</i> | LIST:RESistance[:LEVel]? |
| <i>Return Value</i> | <NR3>{,<NR3>}            |
| <i>Reset Value</i>  | Empty list               |

**LIST:RESistance:POINts?**

This query reads the number of setting values in the list for the regulated input resistance.

When the optional parameter MIN is appended the lowest possible number is queried. When the optional parameter MAX is appended the highest possible number is queried.

|                     |                                           |
|---------------------|-------------------------------------------|
| <i>Query Syntax</i> | LIST:RESistance[:LEVel]:POINts? [MIN MAX] |
| <i>Return Value</i> | <NR1>                                     |

**LIST:RTIME**

This command sets the setting values in the list for the ramp times.

A numeric parameter specifies the ramp time in seconds. The maximum number of parameter values is 300.

|                     |                            |
|---------------------|----------------------------|
| <i>Syntax</i>       | LIST:RTIME <NRf>{,<NRf>}   |
| <i>Parameter</i>    | 0 ... 1E+03{,0 ... 1E+03}  |
| <i>Unit</i>         | S MS                       |
| <i>Example</i>      | LIST:RTIM 5.5E-3,0.01,1.02 |
| <i>Query Syntax</i> | LIST:RTIME?                |
| <i>Return Value</i> | <NR3>{,<NR3>}              |
| <i>Reset Value</i>  | Empty list                 |

**LIST:RTIME:POINts?**

This query reads the number of setting values in the list for ramp times.

When the optional parameter MIN is appended the lowest possible number is queried. When the optional parameter MAX is appended the highest possible number is queried.

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:STIME:DWELL <NRf>{,<NRf>}    |
| <i>Parameter</i>     | 2E-04 ... 1E+03{,2E-04 ... 1E+03} |
| <i>Einheit</i>       | S MS                              |
| <i>Beispiel</i>      | LIST:STIME:DWELL 1E-3,0.01,0.05   |
| <i>Abfragesyntax</i> | LIST:STIME:DWELL?                 |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR3>{,<NR3>}                     |
| <i>Reset-Wert</i>    | Leere Liste                       |

### LIST:STIME: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:STIME:DWELL:POINTS? [MIN MAX] |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR1>                              |

### LIST:STIME: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>Query Syntax</i> | LIST:RTIME:POINTS? [MIN MAX] |
| <i>Return Value</i> | <NR1>                        |

### LIST:STIME:DWELL

This command sets the setting values in the list for sample times during dwell times.

A numeric parameter specifies the sample time in seconds. The maximum number of parameter values is 300.

|                     |                                   |
|---------------------|-----------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | LIST:STIME:DWELL <NRf>{,<NRf>}    |
| <i>Parameter</i>    | 2E-04 ... 1E+03{,2E-04 ... 1E+03} |
| <i>Unit</i>         | S MS                              |
| <i>Example</i>      | LIST:STIME:DWELL 1E-3,0.01,0.05   |
| <i>Query Syntax</i> | LIST:STIME:DWELL?                 |
| <i>Return Value</i> | <NR3>{,<NR3>}                     |
| <i>Reset Value</i>  | Empty list                        |

### LIST:STIME:DWELL:POINTS?

This query reads the number of setting values in the list for sample times during dwell times.

When the optional parameter MIN is appended the lowest possible number is queried. When the optional parameter MAX is appended the highest possible number is queried.

|                     |                                    |
|---------------------|------------------------------------|
| <i>Query Syntax</i> | LIST:STIME:DWELL:POINTS? [MIN MAX] |
| <i>Return Value</i> | <NR1>                              |

### LIST:STIME:RTIME

This command sets the setting values in the list for sample times during ramp times.

A numeric parameter specifies the sample time in seconds. The maximum number of parameter values is 300.

|                      |                                   |
|----------------------|-----------------------------------|
| <i>Syntax</i>        | LIST:STIMe:RTIMe <NRf>{,<NRf>}    |
| <i>Parameter</i>     | 2E-04 ... 1E+03{,2E-04 ... 1E+03} |
| <i>Einheit</i>       | S MS                              |
| <i>Beispiel</i>      | LIST:STIM:RTIM 1E-3,0.01,0.05     |
| <i>Abfragesyntax</i> | LIST:STIMe:RTIMe?                 |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR3>{,<NR3>}                     |
| <i>Reset-Wert</i>    | Leere Liste                       |

**LIST:STIMe: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:STIMe: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:TRIGger**

Dieser Befehl setzt den Aktivierungszustand für die Trigger-Auswertung zum Starten oder Stoppen einer Liste.

Der Parameter ON oder 1 aktiviert die Trigger-Auswertung, der Parameter OFF oder 0 deaktiviert die Trigger-Auswertung.

|                  |                                 |
|------------------|---------------------------------|
| <i>Syntax</i>    | LIST:TRIGger[:ENABLE] <boolean> |
| <i>Parameter</i> | 0 OFF 1 ON                      |
| <i>Beispiel</i>  | OFF                             |

|                     |                                   |
|---------------------|-----------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | LIST:STIMe:RTIMe <NRf>{,<NRf>}    |
| <i>Parameter</i>    | 2E-04 ... 1E+03{,2E-04 ... 1E+03} |
| <i>Unit</i>         | S MS                              |
| <i>Example</i>      | LIST:STIM:RTIM 1E-3,0.01,0.05     |
| <i>Query Syntax</i> | LIST:STIMe:RTIMe?                 |
| <i>Return Value</i> | <NR3>{,<NR3>}                     |
| <i>Reset Value</i>  | Empty list                        |

**LIST:STIMe:RTIMe:POINts?**

This query reads the number of setting values in the list for sample times during ramp times.

When the optional parameter MIN is appended the lowest possible number is queried. When the optional parameter MAX is appended the highest possible number is queried.

|                     |                                    |
|---------------------|------------------------------------|
| <i>Query Syntax</i> | LIST:STIMe:RTIMe:POINts? [MIN MAX] |
| <i>Return Value</i> | <NR1>                              |

**LIST:TIME?**

This command queries the time elapsed since the list function was activated.

The value returned is in seconds.

|                     |            |
|---------------------|------------|
| <i>Query Syntax</i> | LIST:TIME? |
| <i>Return Value</i> | <NR3>      |

**LIST:TRIGger**

This command sets the activation state for the trigger processing to start and stop a list.

The parameter ON or 1 activates trigger processing, the parameter OFF or 0 deactivates trigger processing.

|                  |                                 |
|------------------|---------------------------------|
| <i>Syntax</i>    | LIST:TRIGger[:ENABLE] <boolean> |
| <i>Parameter</i> | 0 OFF 1 ON                      |
| <i>Example</i>   | OFF                             |

|                      |                        |
|----------------------|------------------------|
| <i>Abfragesyntax</i> | LIST:TRIG ON           |
| <i>Rückgabewert</i>  | LIST:TRIGger[:ENABLE]? |
| <i>Reset-Wert</i>    | 0 1                    |

**LIST:VOLTage**

Dieser Befehl setzt die einzelnen Sollwerte in der Liste für die geregelte Eingangsspannung.

Ein numerischer Parameter spezifiziert die Eingangsspannung in der Einheit Volt. Die maximale Anzahl an Parameterwerten ist 300.

|                      |                                    |
|----------------------|------------------------------------|
| <i>Syntax</i>        | LIST:VOLTage[:LEVel] <NRf>{,<NRf>} |
| <i>Parameter</i>     | <NRf>{,<NRf>}                      |
| <i>Einheit</i>       | V MV                               |
| <i>Beispiel</i>      | LIST:VOLT 12.75,56.2,0             |
| <i>Abfragesyntax</i> | LIST:VOLTage[:LEVel]?              |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR3>{,<NR3>}                      |
| <i>Reset-Wert</i>    | Leere Liste                        |

**LIST:VOLTage:POINTs?**

Dieser Befehl fragt die aktuelle Anzahl an Sollwerten in der Liste für die geregelte Eingangsspannung 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>                                  |

**5.10.9 MEASure-Subsystem**

Die elektronische Last liefert Messwerte für den Laststrom, die Eingangsspannung, die aufgenommene Leistung, den Eingangswiderstand und die Endstufentemperatur.

Beim Empfang einer Messwertabfrage sendet die Last standardmäßig den Wert, der mit Hilfe des schnellen, niedrigauflösenden A/D-

|                     |                        |
|---------------------|------------------------|
| <i>Query Syntax</i> | LIST:TRIG ON           |
| <i>Return Value</i> | LIST:TRIGger[:ENABLE]? |
| <i>Reset Value</i>  | 0 1                    |

**LIST:VOLTage**

This command sets the setting values in the list for the regulated input voltage.

A numeric parameter specifies the voltage in volts. The maximum number of parameter values is 300.

|                     |                                    |
|---------------------|------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | LIST:VOLTage[:LEVel] <NRf>{,<NRf>} |
| <i>Parameter</i>    | <NRf>{,<NRf>}                      |
| <i>Unit</i>         | V MV                               |
| <i>Example</i>      | LIST:VOLT 12.75,56.2,0             |
| <i>Query Syntax</i> | LIST:VOLTage[:LEVel]?              |
| <i>Return Value</i> | <NR3>{,<NR3>}                      |
| <i>Reset Value</i>  | Empty list                         |

**LIST:VOLTage:POINTs?**

This query reads the number of setting values in the list for the regulated input voltage.

When the optional parameter MIN is appended the lowest possible number is queried. When the optional parameter MAX is appended the highest possible number is queried.

|                     |                                        |
|---------------------|----------------------------------------|
| <i>Query Syntax</i> | LIST:VOLTage[:LEVel]:POINTs? [MIN MAX] |
| <i>Return Value</i> | <NR1>                                  |

**5.10.9 MEASure Subsystem**

The electronic load provides measurement values for load current, input voltage, consumed power, input resistance and power stage temperature.

When a measurement query is received, the load returns by default the value determined using the fast, low-resolution A/D converter. However,

Wandler ermittelt wurde. Sie haben aber auch die Möglichkeit, durch Anhängen des optionalen Parameters SLOW den Wert des langsamen, hochauflösenden A/D-Wandlers abzufragen (Ausnahme: Temperaturmessung). Wird der optionale Parameter FAST oder kein Parameter an den Abfragebefehl angehängt, sendet die Last den Wert des schnellen ADC.

### MEASure:CURRent?

Dieser Befehl fragt den aktuellen, gemessenen Wert für den Eingangsstrom ab.

Der zurückgegebene Wert für die Stromstärke hat die Einheit Ampere.

*Abfragesyntax*      MEASure:CURRent? [FAST|SLOW]  
*Rückgabewert*      <NR3>

### MEASure:POWer?

Dieser Befehl fragt den aktuellen, aus Spannung und Strom berechneten Wert für die Eingangsleistung ab.

Der zurückgegebene Wert für die Wirkleistung hat die Einheit Watt.

*Abfragesyntax*      MEASure:POWer? [FAST|SLOW]  
*Rückgabewert*      <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.

*Abfragesyntax*      MEASure:RESistance? [FAST|SLOW]  
*Rückgabewert*      <NR3>

### MEASure:TEMPerature?

Dieser Befehl fragt den aktuellen gemessenen Wert für die Endstufentemperatur ab.

you also have the option of querying the value of the slow, high-resolution A/D converter by appending the optional parameter SLOW (exception: temperature measurement). If the optional parameter FAST or no parameter is appended to the query command, the load transmits the value of the fast ADC.

### MEASure:CURRent?

This query returns the latest measurement value for the input current.

The returned value of the current has the unit amps.

*Query Syntax*      MEASure:CURRent? [FAST|SLOW]  
*Return Value*      <NR3>

### MEASure:POWer?

This query returns the latest measurement value of the input power, calculated out of measured current and voltage.

The returned value of the active power has the unit watts.

*Query Syntax*      MEASure:POWer? [FAST|SLOW]  
*Return Value*      <NR3>

### MEASure:RESistance?

This query returns the latest measurement value for the input resistance, calculated out of measured current and voltage.

The returned value of the resistance has the unit ohms.

*Query Syntax*      MEASure:RESistance? [FAST|SLOW]  
*Return Value*      <NR3>

### MEASure:TEMPerature?

This query returns the latest measurement value for the power stage temperature.



Der zurückgegebene Wert für die Temperatur hat die Einheit Grad Celsius.

*Abfragesyntax* MEASure:TEMPerature?  
*Rückgabewert* <NR3>

### MEASure:VOLTage?

Dieser Befehl fragt den aktuellen, gemessenen Wert für die Eingangsspannung ab.

Der zurückgegebene Wert für die Spannung hat die Einheit Volt.

*Abfragesyntax* MEASure:VOLTage? [FAST|SLOW]  
*Rückgabewert* <NR3>

#### 5.10.10 PORT-Subsystem

### PORT:IO:IPIN?

Dieser Befehl fragt den logischen Zustand des digitalen Logikeingangs am I/O-Port ab.

Der numerische Parameterwert ist 0, da es nur einen abfragbaren Logikeingang am I/O-Port gibt. Bei Rückgabe des Wertes 0 ist der Pin logisch low, bei Rückgabe des Wertes 1 ist der Pin logisch high.

Siehe auch: 6.2 Steckerbelegung I/O-Port.

*Abfragesyntax* PORT:IO:IPIN? <NRf>  
*Parameter* 0  
*Beispiel* PORT:IO:IPIN? 0  
*Rückgabewert* 0|1

### PORT:IO:OPIN

Dieser Befehl setzt den logischen Zustand für den programmierbaren Logikausgang am I/O-Port.

Der erste numerische Parameterwert ist 0, da es nur einen programmierbaren Logikausgang am I/O-Port gibt. Der zweite

The returned value of the temperature has the unit degree celsius.

*Query Syntax* MEASure:TEMPerature?  
*Return Value* <NR3>

### MEASure:VOLTage?

This query returns the latest measurement value for the input voltage.

The returned value of the voltage has the unit volts.

*Query Syntax* MEASure:VOLTage? [FAST|SLOW]  
*Return Value* <NR3>

#### 5.10.10 PORT Subsystem

### PORT:IO:IPIN?

This query reads the logic state of the logic input pin at the I/O port.

The numeric pin is 0 since there is only one readable logic input at the I/O port. When 0 is returned the pin's state is logically low, when 1 is returned the state is logically high.

See also: 6.2 Pin Assignment I/O Port.

*Query Syntax* PORT:IO:IPIN? <NRf>  
*Parameter* 0  
*Example* PORT:IO:IPIN? 0  
*Return Value* 0|1

### PORT:IO:OPIN

This command sets the logic state for the programmable logic output pin at the I/O port.

The first numeric parameter is 0 since there is only one programmable logic output at the I/O port. The second parameter sets the state of the

numerische Parameterwert setzt den Zustand des Pins: ON oder 1 setzt den Pin auf logisch high, OFF oder 0 setzt den Pin auf logisch low.

Siehe auch: 6.2 Steckerbelegung I/O-Port.

|                      |                              |
|----------------------|------------------------------|
| <i>Syntax</i>        | PORT:IO:OPIN <NRf>,<boolean> |
| <i>Parameter 1</i>   | 0                            |
| <i>Parameter 2</i>   | 0 OFF 1 ON                   |
| <i>Beispiel</i>      | PORT:IO:OPIN 0,ON            |
| <i>Abfragesyntax</i> | PORT:IO:OPIN? <NRf>          |
| <i>Rückgabewert</i>  | 0 1                          |
| <i>Reset-Wert</i>    | OFF                          |

### 5.10.11 P0Wer-Subsystem

#### POWER

Dieser Befehl setzt den Sollwert für die geregelte Eingangsleistung 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>-Wert entspricht der Dauerleistung 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>Beispiel</i>      | POW 100.0                               |
| <i>Abfragesyntax</i> | POWER[:LEVel][:IMMediate]? [MIN MAX]    |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR3>                                   |
| <i>Reset-Wert</i>    | 0                                       |

#### POWER:TRIGgered

Dieser Befehl setzt den getriggerten Sollwert für die geregelte Eingangsleistung im Leistungsbetrieb.

pin: ON or 1 sets the pin to logic high state, OFF or 0 sets the pin to logic low state.

See also: 6.2 Pin Assignment I/O Port.

|                     |                              |
|---------------------|------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | PORT:IO:OPIN <NRf>,<boolean> |
| <i>Parameter 1</i>  | 0                            |
| <i>Parameter 2</i>  | 0 OFF 1 ON                   |
| <i>Example</i>      | PORT:IO:OPIN 0,ON            |
| <i>Query Syntax</i> | PORT:IO:OPIN? <NRf>          |
| <i>Return Value</i> | 0 1                          |
| <i>Reset Value</i>  | OFF                          |

### 5.10.11 P0Wer Subsystem

#### POWER

This command sets the setting value for the regulated input power in power operating mode.

The numeric parameter specifies the power in the base unit watts. The parameter MIN sets the lowest admissible value for the power, the parameter MAX sets the highest admissible value for the power.

The <max> value correspond to the continuous power which is specified in the technical data.

|                     |                                         |
|---------------------|-----------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | POWER[:LEVel][:IMMediate] <NRf> MIN MAX |
| <i>Parameter</i>    | 0 ... <max> MIN MAX                     |
| <i>Unit</i>         | W KW MW                                 |
| <i>Example</i>      | POW 100.0                               |
| <i>Query Syntax</i> | POWER[:LEVel][:IMMediate]? [MIN MAX]    |
| <i>Return Value</i> | <NR3>                                   |
| <i>Reset Value</i>  | 0                                       |

#### POWER:TRIGgered

This command sets the trigger value for the regulated input power in power operating mode.

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 Dauerleistung 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>Beispiel</i>      | POW:TRIG 250.0                        |
| <i>Abfragesyntax</i> | POWER[:LEVel]:TRIGgered? [MIN MAX]    |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR3>                                 |
| <i>Reset-Wert</i>    | undefiniert                           |

### 5.10.12 Rectangle-Subsystem

#### RECTangle

Dieser Befehl setzt den Aktivierungszustand für die Ausführung der Rechteckfunktion.

Der Parameter ON oder 1 aktiviert die Ausführung der Funktion, der Parameter OFF oder 0 deaktiviert die Ausführung der Funktion.

|                      |                             |
|----------------------|-----------------------------|
| <i>Syntax</i>        | RECTangle[:STATe] <boolean> |
| <i>Parameter</i>     | 0 OFF 1 ON                  |
| <i>Beispiel</i>      | RECT ON                     |
| <i>Abfragesyntax</i> | RECTangle[:STATe]?          |
| <i>Rückgabewert</i>  | 0 1                         |
| <i>Reset-Wert</i>    | OFF                         |

#### RECTangle:CURRent

Dieser Befehl setzt die beiden Sollwerte für den Laststrom während den Verweilzeiten der Rechteckfunktion.

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

The numeric parameter specifies the power in the base unit watts. The parameter MIN sets the lowest admissible value for the power, the parameter MAX sets the highest admissible value for the power.

The <max> and MAX value correspond to the continuous power which is specified in the technical data.

|                     |                                       |
|---------------------|---------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | POWER[:LEVel]:TRIGgered <NRf> MIN MAX |
| <i>Parameter</i>    | 0 ... <max> MIN MAX                   |
| <i>Einheit</i>      | W KW MW                               |
| <i>Example</i>      | POW:TRIG 250.0                        |
| <i>Query Syntax</i> | POWER[:LEVel]:TRIGgered? [MIN MAX]    |
| <i>Return Value</i> | <NR3>                                 |
| <i>Reset Value</i>  | undefined                             |

### 5.10.12 Rectangle Subsystem

#### RECTangle

This command sets the activation state for rectangular function execution.

The parameter ON or 1 activates the function execution, the parameter OFF or 0 deactivates the execution.

|                     |                             |
|---------------------|-----------------------------|
| <i>Syntax</i>       | RECTangle[:STATe] <boolean> |
| <i>Parameter</i>    | 0 OFF 1 ON                  |
| <i>Example</i>      | RECT ON                     |
| <i>Query Syntax</i> | RECTangle[:STATe]?          |
| <i>Return Value</i> | 0 1                         |
| <i>Reset Value</i>  | OFF                         |

#### RECTangle:CURRent

This command sets the two setting values for the load current during the dwell times of the rectangular function.

The <max> value corresponds to the maximum current value and is specified in the technical data.

Die numerischen Parameter spezifizieren den Strom in der Grundeinheit Ampere.

|                      |                                       |
|----------------------|---------------------------------------|
| <i>Syntax</i>        | RECTangle:CURRent[:LEVEL] <NRf>,<NRf> |
| <i>Parameter 1</i>   | 0 ... <max>                           |
| <i>Parameter2</i>    | 0 ... <max>                           |
| <i>Beispiel</i>      | RECT:CURR 4.33,0                      |
| <i>Abfragesyntax</i> | RECTangle:CURRent[:LEVel]?            |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR3>                                 |
| <i>Reset-Wert</i>    | 0.0,0.0                               |

### RECTangle:DWELL

Dieser Befehl setzt die beiden Sollwerte für die Verweilzeiten der Rechteckfunktion.

Die numerischen Parameter spezifizieren die Verweilzeiten in der Grundeinheit Sekunde.

|                      |                             |
|----------------------|-----------------------------|
| <i>Syntax</i>        | RECTangle:DWELL <NRf>,<NRf> |
| <i>Parameter 1</i>   | 0.000001 ... 9.999999       |
| <i>Parameter2</i>    | 0.000001 ... 9.999999       |
| <i>Beispiel</i>      | RECT:DWELL 5.67E-3,1.1E-3   |
| <i>Abfragesyntax</i> | RECTangle:DWELL?            |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NRf>,<NRf>                 |
| <i>Reset-Wert</i>    | 0.5,0.5                     |

### RECTangle:MODE

Dieser Befehl setzt die Betriebsart der Regelung für die Ausführung der Rechteckfunktion.

Der Parameter CURRent aktiviert die Stromregelung.  
Der Parameter RESistance aktiviert die Widerstandsregelung.  
Der Parameter VOLTage aktiviert die Spannungsregelung.

|                      |                            |
|----------------------|----------------------------|
| <i>Syntax</i>        | RECTangle:MODE <mode>      |
| <i>Parameter</i>     | CURRent RESistance VOLTage |
| <i>Beispiel</i>      | RECT:MODE VOLT             |
| <i>Abfragesyntax</i> | RECTangle:MODE?            |
| <i>Rückgabewert</i>  | CURR RES VOLT              |
| <i>Reset-Wert</i>    | CURRent                    |

The numeric parameters specify the current in amps.

|                     |                                       |
|---------------------|---------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | RECTangle:CURRent[:LEVEL] <NRf>,<NRf> |
| <i>Parameter 1</i>  | 0 ... <max>                           |
| <i>Parameter2</i>   | 0 ... <max>                           |
| <i>Example</i>      | RECT:CURR 4.33,0                      |
| <i>Query Syntax</i> | RECTangle:CURRent[:LEVel]?            |
| <i>Return Value</i> | <NR3>                                 |
| <i>Reset Value</i>  | 0.0,0.0                               |

### RECTangle:DWELL

This command sets the two setting values for the dwell times of the rectangular function.

The numeric parameters specify the dwell times in seconds.

|                     |                             |
|---------------------|-----------------------------|
| <i>Syntax</i>       | RECTangle:DWELL <NRf>,<NRf> |
| <i>Parameter 1</i>  | 0.000001 ... 9.999999       |
| <i>Parameter2</i>   | 0.000001 ... 9.999999       |
| <i>Example</i>      | RECT:DWELL 5.67E-3,1.1E-3   |
| <i>Query Syntax</i> | RECTangle:DWELL?            |
| <i>Return Value</i> | <NRf>,<NRf>                 |
| <i>Reset Value</i>  | 0.5,0.5                     |

### RECTangle:MODE

This command sets the regulation mode for the rectangular function.

The parameter CURRent activates the current regulation.  
The parameter RESistance activates the resistance regulation.  
The parameter CURRent activates the voltage regulation.

|                     |                            |
|---------------------|----------------------------|
| <i>Syntax</i>       | RECTangle:MODE <mode>      |
| <i>Parameter</i>    | CURRent RESistance VOLTage |
| <i>Example</i>      | RECT:MODE VOLT             |
| <i>Query Syntax</i> | RECTangle:MODE?            |
| <i>Return Value</i> | CURR RES VOLT              |
| <i>Reset Value</i>  | CURRent                    |

**RECTangle:RESistance**

Dieser Befehl setzt die beiden Sollwerte für den Widerstand während den Verweilzeiten der Rechteckfunktion.

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

Die numerischen Parameter spezifizieren den Widerstand in der Grundeinheit Ohm.

|                      |                                          |
|----------------------|------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>        | RECTangle:RESistance[:LEVEL] <NRf>,<NRf> |
| <i>Parameter 1</i>   | 0 ... <max>                              |
| <i>Parameter 2</i>   | 0 ... <max>                              |
| <i>Beispiel</i>      | RECT:RES 800.0,80.0                      |
| <i>Abfragesyntax</i> | RECTangle:RESistance[:LEVel]?            |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR3>                                    |
| <i>Reset-Wert</i>    | <max>,<max>                              |

**RECTangle:VOLTage**

Dieser Befehl setzt die beiden Sollwerte für die Spannung während den Verweilzeiten der Rechteckfunktion.

Der <max>-Wert entspricht der maximalen Spannung und ist aus den technischen Daten ersichtlich.

Die numerischen Parameter spezifizieren die Spannungen in der Grundeinheit Volt.

|                      |                                       |
|----------------------|---------------------------------------|
| <i>Syntax</i>        | RECTangle:VOLTage[:LEVEL] <NRf>,<NRf> |
| <i>Parameter 1</i>   | 0 ... <max>                           |
| <i>Parameter 2</i>   | 0 ... <max>                           |
| <i>Beispiel</i>      | RECT:VOLT 22.4,5.5                    |
| <i>Abfragesyntax</i> | RECTangle:VOLTage[:LEVel]?            |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR3>                                 |
| <i>Reset-Wert</i>    | <max>,<max>                           |

**RECTangle:RESistance**

This command sets the two setting values for the resistance during the dwell times of the rectangular function.

The <max> value corresponds to the maximum resistance value and is specified in the technical data.

The numeric parameters specify the resistance in ohms.

|                     |                                          |
|---------------------|------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | RECTangle:RESistance[:LEVEL] <NRf>,<NRf> |
| <i>Parameter 1</i>  | 0 ... <max>                              |
| <i>Parameter 2</i>  | 0 ... <max>                              |
| <i>Example</i>      | RECT:RES 800.0,80.0                      |
| <i>Query Syntax</i> | RECTangle:RESistance[:LEVel]?            |
| <i>Return Value</i> | <NR3>                                    |
| <i>Reset Value</i>  | <max>,<max>                              |

**RECTangle:VOLTage**

This command sets the two setting values for the voltage during the dwell times of the rectangular function.

The <max> value corresponds to the maximum voltage value and is specified in the technical data.

The numeric parameters specify the voltages in volts.

|                     |                                       |
|---------------------|---------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | RECTangle:VOLTage[:LEVEL] <NRf>,<NRf> |
| <i>Parameter 1</i>  | 0 ... <max>                           |
| <i>Parameter 2</i>  | 0 ... <max>                           |
| <i>Example</i>      | RECT:VOLT 22.4,5.5                    |
| <i>Query Syntax</i> | RECTangle:VOLTage[:LEVel]?            |
| <i>Return Value</i> | <NR3>                                 |
| <i>Reset Value</i>  | <max>,<max>                           |

## 5.10.13 RESistance-Subsystem

**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.

Die Werte für <min> und <max> 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>Beispiel</i>      | RES 555.0                                    |
| <i>Abfragesyntax</i> | RESistance[:LEVel][:IMMediate]? [MIN MAX]    |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR3>                                        |
| <i>Reset-Wert</i>    | <max>-Wert                                   |

**RESistance:TRIGgered**

Dieser Befehl setzt den getriggerten 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.

Die Werte für <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>Beispiel</i>      | RES:TRIG 600.0                             |
| <i>Abfragesyntax</i> | RESistance[:LEVel]:TRIGgered? [MIN MAX]    |

## 5.10.13 RESistance Subsystem

**RESistance**

This command sets the setting value for the regulated input resistance in resistance operating mode.

The numeric parameter specifies the resistance in the base unit ohms. The parameter MIN sets the lowest admissible value for the resistance, the parameter MAX sets the highest admissible value for the resistance.

The values for <min> and <max> are specified in the technical data.

|                     |                                              |
|---------------------|----------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | RESistance[:LEVel][:IMMediate] <NRf> MIN MAX |
| <i>Parameter</i>    | <min> ... <max> MIN MAX                      |
| <i>Unit</i>         | OHM KOHM                                     |
| <i>Example</i>      | RES 555.0                                    |
| <i>Query Syntax</i> | RESistance[:LEVel][:IMMediate]? [MIN MAX]    |
| <i>Return Value</i> | <NR3>                                        |
| <i>Reset Value</i>  | <max> value                                  |

**RESistance:TRIGgered**

This command sets the trigger value for the regulated input resistance in resistance operating mode.

The numeric parameter specifies the resistance in the base unit ohms. The parameter MIN sets the lowest admissible value for the resistance, the parameter MAX sets the highest admissible value for the resistance.

The values for <min> and <max> are specified in the technical data.

|                     |                                            |
|---------------------|--------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | RESistance[:LEVel]:TRIGgered <NRf> MIN MAX |
| <i>Parameter</i>    | <min> ... <max> MIN MAX                    |
| <i>Einheit</i>      | OHM KOHM                                   |
| <i>Example</i>      | RES:TRIG 600.0                             |
| <i>Query Syntax</i> | RESistance[:LEVel]:TRIGgered? [MIN MAX]    |

*Rückgabewert* <NR3>  
*Reset-Wert* undefiniert

*Return Value* <NR3>  
*Reset Value* undefined

#### 5.10.14 SERVICE-Subsystem

##### SERVICE:CALibration

Dieser Befehl setzt den Aktivierungszustand für den Kalibriermodus der elektronischen Last.

Der erste Parameter spezifiziert den neuen Zustand: der Parameter ON oder 1 aktiviert, 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 Modus deaktiviert, bei Rückgabe des Wertes 1 ist der Modus 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>Parameter 1</i>   | 0 OFF 1 ON                                      |
| <i>Parameter 2</i>   | <code>                                          |
| <i>Beispiel</i>      | SERV:CAL OFF                                    |
| <i>Abfragesyntax</i> | SERVICE:CALibration[:STATE]?                    |
| <i>Rückgabewert</i>  | 0 1                                             |

##### SERVICE:CALibration:LEVEL:HIGH

Dieser Befehl setzt den Referenzwert des oberen Justierpunkts zur Justierung des spezifizierten Stellpfads. Der Befehl ist nur wirksam, wenn der Kalibriermodus aktiv ist.

#### 5.10.14 SERVICE Subsystem

##### SERVICE:CALibration

This command sets the activation state for the calibration mode of the electronic load.

The first parameter specifies the new state: the parameter ON or 1 activates, the parameter OFF or 0 deactivates the calibration mode. The second parameter specifies the password for activating the mode. It can be left blank for deactivating it.

The query command reads only the activation state of the calibration mode. If the numeric value 0 is returned, the mode is deactivated, if the value 1 is returned, the mode is activated.



This command is only provided for qualified personnel familiar with the calibration procedure for H&H electronic loads. Therefore it is password-protected. Misuse of this command may lead to malfunction of the electronic load and make it unusable!

|                     |                                                 |
|---------------------|-------------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | SERVICE:CALibration[:STATE] <boolean> [,<code>] |
| <i>Parameter 1</i>  | 0 OFF 1 ON                                      |
| <i>Parameter 2</i>  | <code>                                          |
| <i>Example</i>      | SERV:CAL OFF                                    |
| <i>Query Syntax</i> | SERVICE:CALibration[:STATE]?                    |
| <i>Return Value</i> | 0 1                                             |

##### SERVICE:CALibration:LEVEL:HIGH

This command sets the reference value of the upper adjustment point for adjusting the specified setting path. The command is only valid if calibration mode is active.

Der erste Parameter spezifiziert den Stellpfad, der numerische Parameter spezifiziert den Referenzwert für den Justierpunkt. Die Einheit des Referenzwerts ergibt sich aus dem Stellpfad.

Dieser Befehl hat keine Abfrageform.

|                    |                                                            |
|--------------------|------------------------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>      | SERVice:CALibration:LEVel[:REFeRence]:HIGH<br><mode>,<NRf> |
| <i>Parameter 1</i> | CURRent RESistance VOLTage                                 |
| <i>Parameter 2</i> | 0 ... <max>                                                |
| <i>Beispiel</i>    | SERV:CAL:LEV:HIGH CURR,5.4                                 |

### SERVice:CALibration:LEVel:LOW

Dieser Befehl setzt den Referenzwert des unteren Justierpunkts zur Justierung des spezifizierten Stellpfads. Der Befehl ist nur wirksam, wenn der Kalibriermodus aktiv ist.

Der erste Parameter spezifiziert den Stellpfad, der numerische Parameter spezifiziert den Referenzwert für den Justierpunkt. Die Einheit des Referenzwerts ergibt sich aus dem Stellpfad.

Dieser Befehl hat keine Abfrageform.

|                    |                                                           |
|--------------------|-----------------------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>      | SERVice:CALibration:LEVel[:REFeRence]:LOW<br><mode>,<NRf> |
| <i>Parameter 1</i> | CURRent RESistance VOLTage                                |
| <i>Parameter 2</i> | 0 ... <max>                                               |
| <i>Beispiel</i>    | SERV:CAL:LEV:LOW CURR,0.6                                 |

### SERVice:CALibration:LEVel:SElect

Dieser Befehl selektiert den zu kalibrierenden Stellpfad (vor dem Setzen der Referenzwerte für den unteren und oberen Justierpunkt).

Der Parameter spezifiziert den Stellpfad A oder B.

|                      |                                         |
|----------------------|-----------------------------------------|
| <i>Syntax</i>        | SERVice:CALibration:LEVel:SElect <path> |
| <i>Parameter</i>     | A B                                     |
| <i>Beispiel</i>      | SERV:CAL:LEV:SEL A                      |
| <i>Abfragesyntax</i> | SERVice:CALibration:LEVel:SElect?       |
| <i>Rückgabewert</i>  | A B                                     |

The first parameter specifies the setting path, the numeric parameter specifies the reference value for the adjustment point. The unit of the reference value results from the specified setting path.

This command has no query form.

|                    |                                                            |
|--------------------|------------------------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>      | SERVice:CALibration:LEVel[:REFeRence]:HIGH<br><mode>,<NRf> |
| <i>Parameter 1</i> | CURRent RESistance VOLTage                                 |
| <i>Parameter 2</i> | 0 ... <max>                                                |
| <i>Example</i>     | SERV:CAL:LEV:HIGH CURR,5.4                                 |

### SERVice:CALibration:LEVel:LOW

This command sets the reference value of the lower adjustment point for adjusting the specified setting path. The command is only valid if calibration mode is active.

The first parameter specifies the setting path, the numeric parameter specifies the reference value for the adjustment point. The unit of the reference value results from the specified setting path.

This command has no query form.

|                    |                                                           |
|--------------------|-----------------------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>      | SERVice:CALibration:LEVel[:REFeRence]:LOW<br><mode>,<NRf> |
| <i>Parameter 1</i> | CURRent RESistance VOLTage                                |
| <i>Parameter 2</i> | 0 ... <max>                                               |
| <i>Example</i>     | SERV:CAL:LEV:LOW CURR,0.6                                 |

### SERVice:CALibration:LEVel:SElect

This command selects the setting path to be calibrated (before setting the reference values for the lower and upper adjustment point).

The parameter specifies the setting path A or B.

|                     |                                         |
|---------------------|-----------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | SERVice:CALibration:LEVel:SElect <path> |
| <i>Parameter</i>    | A B                                     |
| <i>Example</i>      | SERV:CAL:LEV:SEL A                      |
| <i>Query Syntax</i> | SERVice:CALibration:LEVel:SElect?       |
| <i>Rückgabewert</i> | A B                                     |



*Reset-Wert*      A

### SERvice:CALibration:MEASure:HIGH

Dieser Befehl setzt den Referenzwert des oberen Justierpunkts zur Justierung des spezifizierten Messpfads. Der Befehl ist nur wirksam, wenn der Kalibriermodus aktiv ist.

Der erste Parameter spezifiziert den Messpfad, der numerische Parameter spezifiziert den Referenzwert für den Justierpunkt. Die Einheit des Referenzwerts ergibt sich aus dem Messpfad.

Dieser Befehl hat keine Abfrageform.

*Syntax*              SERvice:CALibration:MEASure[:REFerence]:HIGH  
                         <mode>,<NRf>  
*Parameter 1*        CURRent|VOLTage  
*Parameter 2*        0 ... <max>  
*Beispiel*            SERV:CAL:MEAS:HIGH CURR,5.4

### SERvice:CALibration:MEASure:LOW

Dieser Befehl setzt den Referenzwert des unteren Justierpunkts zur Justierung des spezifizierten Messpfads. Der Befehl ist nur wirksam, wenn der Kalibriermodus aktiv ist.

Der erste Parameter spezifiziert den Messpfad, der numerische Parameter spezifiziert den Referenzwert für den Justierpunkt. Die Einheit des Referenzwerts ergibt sich aus dem Messpfad.

Dieser Befehl hat keine Abfrageform.

*Syntax*              SERvice:CALibration:MEASure[:REFerence]:LOW  
                         <mode>,<NRf>  
*Parameter 1*        CURRent|VOLTage  
*Parameter 2*        0 ... <max>  
*Beispiel*            SERV:CAL:MEAS:LOW CURR,0.6

*Return Value*      A

### SERvice:CALibration:MEASure:HIGH

This command sets the reference value of the upper adjustment point for adjusting the specified measurement path. The command is only valid if calibration mode is active.

The first parameter specifies the measurement path, the numeric parameter specifies the reference value for the adjustment point. The unit of the reference value results from the specified measurement path.

This command has no query form.

*Syntax*              SERvice:CALibration:MEASure[:REFerence]:HIGH  
                         <mode>,<NRf>  
*Parameter 1*        CURRent|VOLTage  
*Parameter 2*        0 ... <max>  
*Example*            SERV:CAL:MEAS:HIGH CURR,5.4

### SERvice:CALibration:MEASure:LOW

This command sets the reference value of the lower adjustment point for adjusting the specified measurement path. The command is only valid if calibration mode is active.

The first parameter specifies the measurement path, the numeric parameter specifies the reference value for the adjustment point. The unit of the reference value results from the specified measurement path.

This command has no query form.

*Syntax*              SERvice:CALibration:MEASure[:REFerence]:LOW  
                         <mode>,<NRf>  
*Parameter 1*        CURRent|VOLTage  
*Parameter 2*        0 ... <max>  
*Example*            SERV:CAL:MEAS:LOW CURR,0.6

**SERVICE:CALibration:PROtection:HIGH**

Dieser Befehl setzt den Referenzwert des oberen Justierpunkts zur Justierung der spezifizierten Begrenzung (Protection). Der Befehl ist nur wirksam, wenn der Kalibriermodus aktiv ist.

Der erste Parameter spezifiziert die zu justierende, aktive Begrenzung, der numerische Parameter spezifiziert den Referenzwert an dem Justierpunkt. Die Einheit des Referenzwerts ergibt sich aus der spezifizierten Begrenzung.

Dieser Befehl hat keine Abfrageform.

|                    |                                                                 |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>      | SERVICE:CALibration:PROtection[:REFERENCE]:HIGH<br><mode>,<NRf> |
| <i>Parameter 1</i> | CURRENT VOLTage                                                 |
| <i>Parameter 2</i> | 0 ... <max>                                                     |
| <i>Beispiel</i>    | SERV:CAL:PROT:HIGH CURR,5.4                                     |

**SERVICE:CALibration:PROtection:LOW**

Dieser Befehl setzt den Referenzwert des unteren Justierpunkts zur Justierung der spezifizierten Begrenzung (Protection). Der Befehl ist nur wirksam, wenn der Kalibriermodus aktiv.

Der erste Parameter spezifiziert die zu justierende, aktive Begrenzung, der numerische Parameter spezifiziert den Referenzwert an dem Justierpunkt. Die Einheit des Referenzwerts ergibt sich aus der spezifizierten Begrenzung.

Dieser Befehl hat keine Abfrageform.

|                    |                                                                |
|--------------------|----------------------------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>      | SERVICE:CALibration:PROtection[:REFERENCE]:LOW<br><mode>,<NRf> |
| <i>Parameter 1</i> | CURRENT VOLTage                                                |
| <i>Parameter 2</i> | 0 ... <max>                                                    |
| <i>Beispiel</i>    | SERV:CAL:PROT:LOW CURR,0.6                                     |

**SERVICE:VALue**

Dieser Befehl setzt den spezifizierten Parameter mit dem spezifizierten Wert im nicht-flüchtigen Speicher.

**SERVICE:CALibration:PROtection:HIGH**

This command sets the reference value of the upper adjustment point for adjusting the specified protection. The command is only valid if calibration mode is active.

The first parameter specifies the active protection that could be adjusted, the numeric parameter specifies the reference value at the adjustment point. The unit of the reference value results from the specified protection.

This command has no query form.

|                    |                                                                 |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>      | SERVICE:CALibration:PROtection[:REFERENCE]:HIGH<br><mode>,<NRf> |
| <i>Parameter 2</i> | CURRENT VOLTage                                                 |
| <i>Parameter 2</i> | 0 ... <max>                                                     |
| <i>Example</i>     | SERV:CAL:PROT:HIGH CURR,5.4                                     |

**SERVICE:CALibration:PROtection:LOW**

This command sets the reference value of the lower adjustment point for adjusting the specified protection. The command is only valid if calibration mode is active.

The first parameter specifies the active protection that could be adjusted, the numeric parameter specifies the reference value at the adjustment point. The unit of the reference value results from the specified protection.

This command has no query form.

|                    |                                                                |
|--------------------|----------------------------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>      | SERVICE:CALibration:PROtection[:REFERENCE]:LOW<br><mode>,<NRf> |
| <i>Parameter 1</i> | CURRENT VOLTage                                                |
| <i>Parameter 2</i> | 0 ... <max>                                                    |
| <i>Example</i>     | SERV:CAL:PROT:LOW CURR,0.6                                     |

**SERVICE:VALue**

This command sets the specified parameter with the specified value in the non-volatile memory.

Der erste numerische Parameter spezifiziert die Nummer des Parameters. 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 erlaubt. Missbrauch dieses Befehls kann zur Fehlfunktion der elektronischen Last führen und diese unbrauchbar machen!

Siehe auch 5.10.17 SYSTem-Subsystem (Befehl SYSTem:PRESet).

|                      |                                       |
|----------------------|---------------------------------------|
| <i>Syntax</i>        | SERVice[:PARAmeter]:VALue <NRf>,<NRf> |
| <i>Parameter 1</i>   | 0 ... 399                             |
| <i>Parameter 2</i>   | <NRf>                                 |
| <i>Beispiel</i>      | SERV:VAL 7,0.8                        |
| <i>Abfragesyntax</i> | SERVice[:PARAmeter]:VALue? <NRf>      |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR3>                                 |

### 5.10.15 SETTing-Subsystem

#### SETTing:EXTernal

Dieser Befehl setzt den Aktivierungszustand für die externe Ansteuerung über den I/O-Port.

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>Beispiel</i>      | SETT:EXT ON                        |
| <i>Abfragesyntax</i> | SETTing:EXTernal[:STATe]?          |
| <i>Rückgabewert</i>  | 0 1                                |
| <i>Reset-Wert</i>    | OFF                                |

The first numeric parameter specifies the parameter number. The second numeric parameter specifies the parameter value to be set.



This command is – except a small unprotected range – mainly provided for qualified personnel familiar with the production procedure for H&H electronic loads. Therefore a certain parameter range is password-protected and only allowed in production or calibration mode. Misuse of this command may lead to malfunction of the electronic load and make it unusable!

See also 5.10.17 SYSTem Subsystem (command SYSTem:PRESet).

|                     |                                      |
|---------------------|--------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | SERVice[PARAmeter]:VALue <NRf>,<NRf> |
| <i>Parameter 1</i>  | 0 ... 399                            |
| <i>Parameter 2</i>  | <NRf>                                |
| <i>Example</i>      | SERV:VAL 7,0.8                       |
| <i>Query Syntax</i> | SERVice[:PARAmeter]:VALue? <NRf>     |
| <i>Return Value</i> | <NR3>                                |

### 5.10.15 SETTing Subsystem

#### SETTing:EXTernal

This command sets the activation state for external control via the I/O port.

The parameter ON or 1 activates external control, the parameter OFF or 0 deactivates external control.

The desired external controllable signals must be enabled by the command SETTing:EXTernal:ENABLE.

|                     |                                    |
|---------------------|------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | SETTing:EXTernal[:STATe] <boolean> |
| <i>Parameter</i>    | 0 OFF 1 ON                         |
| <i>Example</i>      | SETT:EXT ON                        |
| <i>Query Syntax</i> | SETTing:EXTernal[:STATe]?          |
| <i>Return Value</i> | 0 1                                |
| <i>Reset Value</i>  | OFF                                |

**SETTing:EXTernal:ENABLE**

Dieser Befehl setzt den Freigabezustand des spezifizierten, externen Steuersignals.

Der erste Parameter spezifiziert das externe Signal:

INPut: Aktivierungszustand des Lasteingangs

ILEVel: Sollwert für die geregelte Größe

PLEVel: Sollwert für die Begrenzungen

MODE: Betriebsart der Regelung

SPEed: Geschwindigkeit der Regelung

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>Parameter 1</i>   | INPut ILEVel PLEVel MODE SPEed              |
| <i>Parameter 2</i>   | 0 OFF 1 ON                                  |
| <i>Beispiel</i>      | SETT:EXT:ENAB INP,ON                        |
| <i>Abfragesyntax</i> | SETTing:EXTernal:ENABLE? <signal>           |
| <i>Rückgabewert</i>  | 0 1                                         |
| <i>Reset-Wert</i>    | OFF für alle externen Signale               |

**5.10.16 STATus-Subsystem**

Das Subsystem STATus dient zur Ermittlung des Geräte- und 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 |

**SETTing:EXTernal:ENABLE**

This command sets the activation state for the specified, external control signal.

The first parameter specifies the external signal:

INPut: activation state of load input

ILEVel: setting value for regulated level

PLEVel: setting value for protection levels

MODE: operation mode of regulation

SPEed: speed of regulation

The second parameter specifies the activation state:

0|OFF: the external signal is not activated.

1|ON: the external signal is activated.

|                     |                                             |
|---------------------|---------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | SETTing:EXTernal:ENABLE <signal>, <boolean> |
| <i>Parameter 1</i>  | INPut ILEVel PLEVel MODE SPEed              |
| <i>Parameter 2</i>  | 0 OFF 1 ON                                  |
| <i>Example</i>      | SETT:EXT:ENAB INP,ON                        |
| <i>Query Syntax</i> | SETTing:EXTernal:ENABLE? <signal>           |
| <i>Return Value</i> | 0 1                                         |
| <i>Reset Value</i>  | OFF for all external signals                |

**5.10.16 STATus Subsystem**

The STATus subsystem is used to determine the device and system status and to configure the collective status in the status byte. The content of a status register is represented by a decimal number that is built of the values of the set bits:

| Bit | Value | Bit | Value |
|-----|-------|-----|-------|
| 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.):

- Questionable Status
- Operation Status
- Standard Event Status
- Status Byte

Die Questionable, Operation 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.

|   |     |    |       |
|---|-----|----|-------|
| 6 | 64  | 14 | 16384 |
| 7 | 128 | 15 | 32768 |

After activating the electronic load all bits of all status registers are FALSE – except Bit 7 (PON) in the Standard Event Register (see following sections).

The status model contains the following groups:

- Questionable Status
- Operation Status
- Standard Event Status
- Status Byte

The Questionable, Operation and Standard Event Status groups are built of

- Condition Register (only Questionable and Operation Status)
- Event Register
- Enable Register

#### Condition Register

Represents the status of functions and errors. The bit state of a Condition Register is not changed by reading it. A state/error is active if the corresponding bit is set. If a state is no longer active the bit in the corresponding Condition Register is reset.

#### Event Register

Saves information about occurred events and errors. Every bit of an Event Register corresponds to a bit in the Condition Register (for Questionable Status and Operation Status) or directly to special events (Standard Event Status).

A bit in the Event Register is set when the corresponding event has become active. The event is set until the corresponding Event Register has been read. After reading the Event Registers all bits are reset to 0.

**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.

**Enable Register**

Determines which bits of the corresponding Event Registers are logically ORed to a resulting sum bit. The Enable Register acts as filter for the corresponding Event Register. The bit state of an Enable Register is not changed by reading it.

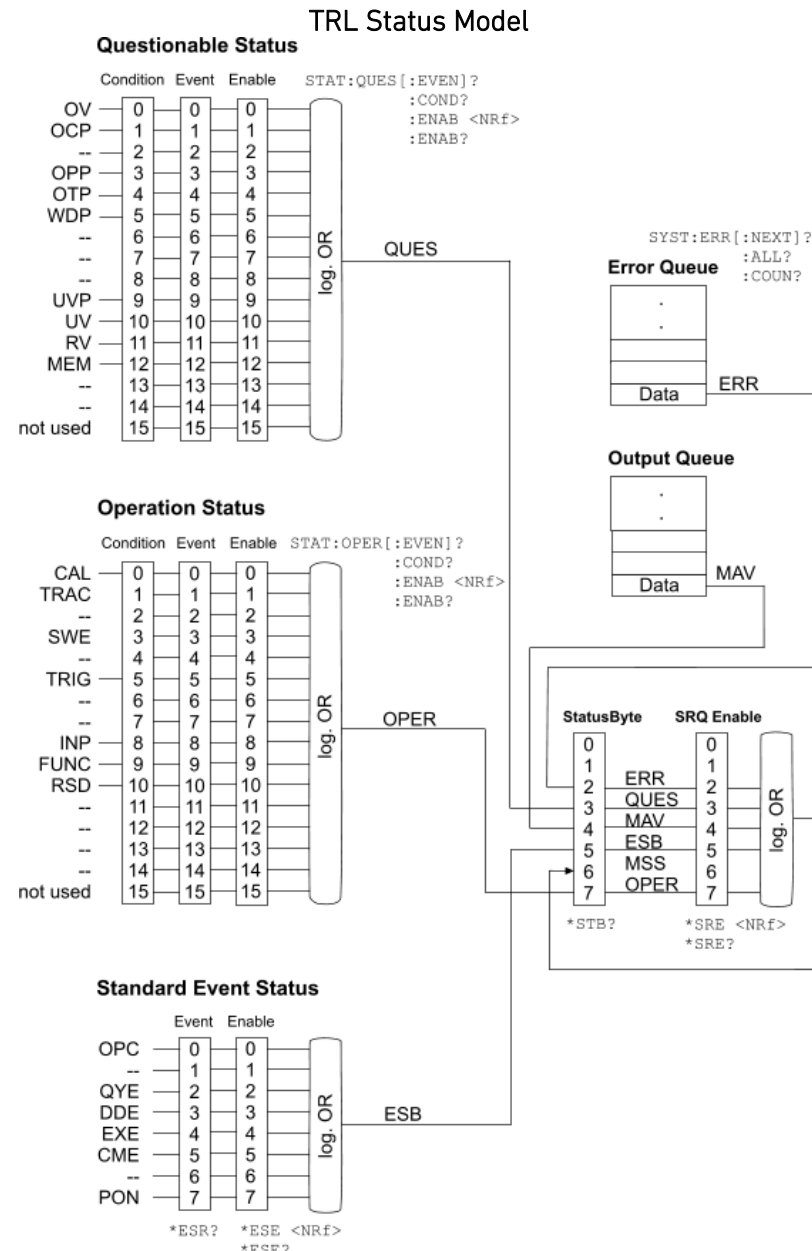


Abbildung 5.2: TRL Statusmodell  
Figure 5.2: TRL Status Model

### Operation Status

Die Operation Status Register geben Auskunft über den Betriebszustand. Die aktiven Bits des Condition Registers werden in der Statusleiste der Benutzerschnittstelle angezeigt.

Die Register können mit der Befehlsgruppe  
STATus:OPERation  
konfiguriert bzw. gelesen werden (siehe unten).

| Bit       | Wert | Bedeutung                                                                                                                                                                                |
|-----------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0<br>CAL  | 1    | Das Gerät ist im Kalibriermodus.                                                                                                                                                         |
| 1<br>TRAC | 2    | Die elektronische Last führt MPP Tracking aus.                                                                                                                                           |
| 3<br>SWE  | 8    | Die elektronische Last führt einen MPP Sweep aus.                                                                                                                                        |
| 5<br>TRIG | 32   | Das Gerät wartet auf ein Trigger-Ereignis.                                                                                                                                               |
| 8<br>INP  | 256  | Der Lasteingang ist aktiviert. Dies ist der Istzustand, d.h. wenn ein Eingriff (z.B. RSD) aktiv ist, wird der Eingang abgeschaltet, selbst wenn der Zustandssollwert ein (INPut ON) ist. |
| 9<br>FUNC | 512  | Eine Funktion (z. B. List) ist aktiv.                                                                                                                                                    |
| 10<br>RSD | 1024 | Remote Shut-Down ist aktiv.                                                                                                                                                              |

### Questionable Status

Die Questionable Status Register informieren über bedenkliche Zustände. Die aktiven Bits des Condition Registers werden in der Statusleiste der Benutzerschnittstelle angezeigt.

Die Register können mit der Befehlsgruppe  
STATus:QUESTionable  
konfiguriert bzw. gelesen werden (siehe unten).

### Operation Status

The Operation Status Registers provide information about the operation status. The active bits of the Condition Register are displayed in the status bar of the user interface.

These registers can be configured and read by the  
STATus: OPERation  
command group (see below).

| Bit       | Wert | Description                                                                                                                                                                       |
|-----------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0<br>CAL  | 1    | The device is in calibration mode.                                                                                                                                                |
| 1<br>TRAC | 2    | The electronic load is executing MPP tracking.                                                                                                                                    |
| 3<br>SWE  | 8    | The electronic load is executing a MPP sweep.                                                                                                                                     |
| 5<br>TRIG | 32   | The device is waiting for a trigger event.                                                                                                                                        |
| 8<br>INP  | 256  | The load input is activated. This is the actual state, i. e. if a protection unit is active (e.g. RSD) the input is switched off even when the activation state is on (INPut ON). |
| 9<br>FUNC | 512  | A function (e.g. list) is active.                                                                                                                                                 |
| 10<br>RSD | 1024 | Remote Shut-Down is active.                                                                                                                                                       |

### Questionable Status

The Questionable Status Registers inform about questionable states. The active bits of the Condition Register are displayed in the status bar of the user interface.

These registers can be configured and read by the  
STATus: QUESTionable  
command group (see below).



| Bit       | Wert | Bedeutung                                                                                                                                     |
|-----------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0<br>OV   | 1    | Überspannung aktiv. OV wird an der Benutzerschnittstelle angezeigt.                                                                           |
| 1<br>OCP  | 2    | Überstrombegrenzung aktiv. OCP wird an der Benutzerschnittstelle angezeigt.                                                                   |
| 3<br>OPP  | 8    | Überleistungsbegrenzung aktiv. OPP wird an der Benutzerschnittstelle angezeigt.                                                               |
| 4<br>OTP  | 16   | Übertemperaturbegrenzung aktiv. OTP wird an der Benutzerschnittstelle angezeigt.                                                              |
| 5<br>WDP  | 32   | Watchdog ausgelöst. WDP wird an der Benutzerschnittstelle angezeigt.                                                                          |
| 9<br>UVP  | 512  | Unterspannungsschutz aktiv. UVP wird an der Benutzerschnittstelle angezeigt.                                                                  |
| 10<br>UV  | 1024 | Unterspannung aktiv. Eingangsspannung ist zu gering, um die eingestellte Belastung zu regeln. UV wird an der Benutzerschnittstelle angezeigt. |
| 11<br>RV  | 2048 | Verpolte Eingangsspannung aktiv. RV wird an der Benutzerschnittstelle angezeigt.                                                              |
| 12<br>MEM | 4096 | Speicherüberlauf. Der Ringpuffer für Messdaten ist voll und Daten werden überschrieben. MEM wird an der Benutzerschnittstelle angezeigt.      |

### 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 der Abfrage \*ESE? kann das Enable Register ausgelesen werden.

| Bit       | Wert | Description                                                                                                                 |
|-----------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0<br>OV   | 1    | Overvoltage active. OV is displayed on the user interface.                                                                  |
| 1<br>OCP  | 2    | Overcurrent protection active. OCP is displayed on the user interface.                                                      |
| 3<br>OPP  | 8    | Overpower protection active. OPP is displayed on the user interface.                                                        |
| 4<br>OTP  | 16   | Overtemperature protection active. OTP is displayed on the user interface.                                                  |
| 5<br>WDP  | 32   | Watchdog tripped. WDP is displayed on the user interface.                                                                   |
| 9<br>UVP  | 512  | Undervoltage protection active. UVP is displayed on the user interface.                                                     |
| 10<br>UV  | 1024 | Undervoltage active. Input voltage is too low to control the specified load setting. UV is displayed on the user interface. |
| 11<br>RV  | 2048 | Reversed input voltage active. RV is displayed on the user interface.                                                       |
| 12<br>MEM | 4096 | Memory Overrun. Ring buffer for measurement data is full and data are overwritten. MEM is displayed on the user interface.  |

### Standard Event Status

The system specific Standard Event Status Register contains information about the standard events defined in the standard IEEE 488.2. It is read by the \*ESR? Common Command (see 5.9.3).

The command \*ESE <NRf> (see 5.9.2) sets the bit pattern determined by the decimal parameter in the Standard Event Status Enable Register. This method determines which bits from the Standard Event Register are relevant for the interpretation of the ESB sum bit. The Enable Register can be read by the \*ESE? query.

| Bit      | Wert | Bedeutung                                                                                                                                                                                                |
|----------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0<br>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<br>QYE | 4    | Query Error. Fehler im Bereich von -400 bis -499 können dieses Bit setzen.                                                                                                                               |
| 3<br>DDE | 8    | Device Dependent Error. Fehler im Bereich von -399 bis -300 können dieses Bit setzen.                                                                                                                    |
| 4<br>EXE | 16   | Execution Error. Fehler im Bereich von -299 bis -200 können dieses Bit setzen.                                                                                                                           |
| 5<br>CME | 32   | Command Error. Fehler im Bereich von -199 bis -100 können dieses Bit setzen.                                                                                                                             |
| 7<br>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 werden alle wichtigen Statusbits zusammengefasst. Es wird mit dem Common Command \*STB? gelesen (s. 5.9.11 \*STB?).

| Bit       | Wert | Bedeutung                                                           |
|-----------|------|---------------------------------------------------------------------|
| 2<br>ERR  | 4    | Error. Ein Fehlereintrag ist in der Error Queue verfügbar.          |
| 3<br>QUES | 8    | Questionable. Ein freigegebenes Questionable Event ist eingetreten. |
| 4<br>MAV  | 16   | Message Available. Eine Antwort ist in der Output Queue verfügbar.  |
| 5<br>ESB  | 32   | Event Status Bit. Ein freigegebenes Standard Event ist eingetreten. |
| 6<br>MSS  | 64   | Master Summary Status.                                              |
| 7<br>OPER | 128  | Operation. Ein freigegebenes Operation Event ist eingetreten.       |

| Bit      | Value | Description                                                                                                                                                                                |
|----------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0<br>OPC | 1     | Operation Complete. The device has executed all pending commands. For the electronic loads this bit is always TRUE, because the commands are executed serially and not in overlapped mode. |
| 2<br>QYE | 4     | Query Error. Errors in the range from -400 to -499 can set this bit.                                                                                                                       |
| 3<br>DDE | 8     | Device Dependent Error. Errors in the range from -399 to -300 can set this bit.                                                                                                            |
| 4<br>EXE | 16    | Execution Error. Errors in the range from -299 to -200 can set this bit.                                                                                                                   |
| 5<br>CME | 32    | Command Error. Errors in the range from -199 to -100 can set this bit.                                                                                                                     |
| 7<br>PON | 128   | Power On. Indicates that the load has been switched off and on since the last register value reading or, respectively, a mains power failure has occurred.                                 |

#### Status Byte

All important status bits are summarized in the Status Byte Register. It is read with the \*STB? Common Command (see 5.9.11 \*STB?).

| Bit       | Value | Description                                                             |
|-----------|-------|-------------------------------------------------------------------------|
| 2<br>ERR  | 4     | Error. An error entry is available in the error queue.                  |
| 3<br>QUES | 8     | Questionable. An enabled Questionable Event has occurred.               |
| 4<br>MAV  | 16    | Message Available. A response message is available in the output queue. |
| 5<br>ESB  | 32    | Event Status Bit. An enabled Standard Event has occurred.               |
| 6<br>MSS  | 64    | Master Summary Status.                                                  |
| 7<br>OPER | 128   | Operation. An enabled Operation Event has occurred.                     |

**STATus:OPERation?**

Dieser Befehl fragt den Wert des Operation Status Event Registers ab.

Durch die Abfrage wird der Registerwert gelöscht, das heißt, auf den Wert 0 zurückgesetzt.

*Abfragesyntax*            STATus:OPERation[:EVENT]?  
*Rückgabewert*            <NR1>

**STATus:OPERation:CONDition?**

Dieser Befehl fragt den Wert des Operation Status Registers ab.

*Abfragesyntax*            STATus:OPERation:CONDition?  
*Rückgabewert*            <NR1>

**STATus:OPERation:ENABLE**

Dieser Befehl setzt die durch den dezimalen Parameter festgelegte Bitkombination des Operation Status Enable Registers.

Der numerische Parameter spezifiziert den neuen Wert für das Register. Der Registerinhalt bleibt nach einem Reset (\*RST) erhalten.

*Syntax*                    STATus:OPERation:ENABLE <NRf>  
*Parameter*                0 ... 32767  
*Beispiel*                  STAT:OPER:ENAB 16  
*Abfragesyntax*           STATus:OPERation:ENABLE?  
*Rückgabewert*            <NR1>

**STATus:PRESet**

Dieser Befehl setzt die SCPI Status Enable Register auf definierte Werte.

Operation Status Enable: Register-Wert 0  
 Questionable Status Enable: Register-Wert 0  
 Event Status Enable: Register-Wert 0  
 Service Request Enable: Register-Wert 0

Dieser Befehl hat keine Abfrageform.

**STATus:OPERation?**

This query reads the value of the Operation Status Event Register.

The register value is reset to 0 after this query.

*Query Syntax*            STATus:OPERation[:EVENT]?  
*Return Value*            <NR1>

**STATus:OPERation:CONDition?**

This query reads the value of the Operation Status Condition Register.

*Query Syntax*            STATus:OPERation:CONDition?  
*Return Value*            <NR1>

**STATus:OPERation:ENABLE**

This command sets the bit combination for the Operation Status Enable Register defined by the decimal parameter value.

The numeric parameter specifies the new value for the register. The register value is retained after reset (\*RST).

*Syntax*                    STATus:OPERation:ENABLE <NRf>  
*Parameter*                0 ... 32767  
*Example*                  STAT:OPER:ENAB 16  
*Query Syntax*            STATus:OPERation:ENABLE?  
*Return Value*            <NR1>

**STATus:PRESet**

This command sets the SCPI Status Enable Registers to defined values.

Operation Status Enable: register value 0  
 Questionable Status Enable: register value 0  
 Event Status Enable: register value 0  
 Service Request Enable: register value 0

This command has no query form.

*Syntax*                    STATus:PRESet  
*Beispiel*                    STAT:PRES

**STATus:QUEStionable?**

Dieser Befehl fragt den Wert des Questionable Status Event Registers ab.

Durch diese Abfrage wird der Registerwert gelöscht, das heißt, auf den Wert 0 zurückgesetzt.

*Abfragesyntax*            STATus:QUEStionable[:EVENT]?  
*Rückgabewert*            <NR1>

**STATus:QUEStionable:CONDition?**

Dieser Befehl fragt den Wert des Questionable Status Registers ab.

*Abfragesyntax*            STATus:QUEStionable:CONDition?  
*Rückgabewert*            <NR1>

**STATus:QUEStionable:ENABLE**

Dieser Befehl setzt den Wert des QUEStionable Status Enable Registers.

Der numerische Parameter spezifiziert den neuen Wert für das Register. Der Registerinhalt bleibt nach einem Reset (\*RST) erhalten.

*Syntax*                    STATus:QUEStionable:ENABLE <NRf>  
*Parameter*                0 ... 32767  
*Beispiel*                    STAT:QUES:ENAB 16  
*Abfragesyntax*            STATus:QUEStionable:ENABLE?  
*Rückgabewert*            <NR1>

**5.10.17 SYSTem-Subsystem****SYSTem:BEEP**

Dieser Befehl aktiviert den Piepser der elektronischen Last für die spezifizierte Zeitdauer.

*Syntax*                    STATus:PRESet  
*Example*                    STAT:PRES

**STATus:QUEStionable?**

This query reads the value of the Questionable Status Event Register.

The register value is reset to 0 after this query.

*Query Syntax*            STATus:QUEStionable[:EVENT]?  
*Return Value*            <NR1>

**STATus:QUEStionable:CONDition?**

This query reads the value of the Questionable Status Condition Register.

*Query Syntax*            STATus:QUEStionable:CONDition?  
*Return Value*            <NR1>

**STATus:QUEStionable:ENABLE**

This command sets the value for the Questionable Status Enable Register.

The numeric parameter specifies the new value for the register. The register value is retained after reset (\*RST).

*Syntax*                    STATus:QUEStionable:ENABLE <NRf>  
*Parameter*                0 ... 32767  
*Example*                    STAT:QUES:ENAB 16  
*Query Syntax*            STATus:QUEStionable:ENABLE?  
*Return Value*            <NR1>

**5.10.17 SYSTem Subsystem****SYSTem:BEEP**

This command activates the electronic load's buzzer for the specified duration.

Der numerische Parameter spezifiziert die Zeitdauer in Sekunden. Der Parameter MIN aktiviert den Piepser für die kürzest mögliche Zeitdauer, der Parameter MAX aktiviert den Piepser für die am längsten mögliche Zeitdauer.

*Syntax* SYSTem:BEEP <NRf>|MIN|MAX  
*Parameter* 0.1 ... 2.0  
*Beispiel* SYST:BEEP 0.8

### SYSTem:COMMunicate:CAN:ADDRess

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.

*Syntax* SYSTem:COMMunicate:CAN:ADDRess  
 <NRf>  
*Parameter* 1 ... 127|MIN|MAX  
*Beispiel* SYST:COMM:CAN:ADDR 4  
*Abfragesyntax* SYSTem:COMMunicate:CAN:ADDRess?  
 [MIN|MAX]  
*Rückgabewert* <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.

*Syntax* SYSTem:COMMunicate:CAN:BAUD  
 <NRf>  
*Parameter* 125000|250000|500000|1000000  
 |MIN|MAX  
*Einheit* Bits/s  
*Beispiel* SYST:COMM:CAN:BAUD 500000  
*Abfragesyntax* SYSTem:COMMunicate:CAN:BAUD?  
 [MIN|MAX]

The numeric parameter specifies the duration in seconds. The parameter MIN activates the buzzer for the shortest possible duration, the parameter MAX activates the buzzer for the longest possible duration.

*Syntax* SYSTem:BEEP <NRf>|MIN|MAX  
*Parameter* 0.1 ... 2.0  
*Example* SYST:BEEP 0.8

### SYSTem:COMMunicate:CAN:ADDRess

This command sets the address for the CAN interface.

The numeric parameter specifies the new address for the CAN interface. The parameter MIN sets the lowest possible address, the parameter MAX sets the highest possible address.

*Syntax* SYSTem:COMMunicate:CAN:ADDRess  
 <NRf>  
*Parameter* 1 ... 127|MIN|MAX  
*Example* SYST:COMM:CAN:ADDR 4  
*Query Syntax* SYSTem:COMMunicate:CAN:ADDRess?  
 [MIN|MAX]  
*Return Value* <NR1>

### SYSTem:COMMunicate:CAN:BAUD

This command sets the baud rate for the CAN interface.

The numeric parameter specifies the baud rate in bits/second. The parameter MIN sets the lowest admissible baud rate, the parameter MAX sets the highest admissible baud rate.

*Syntax* SYSTem:COMMunicate:CAN:BAUD  
 <NRf>  
*Parameter* 125000|250000|500000|1000000  
 |MIN|MAX  
*Unit* Bits/s  
*Example* SYST:COMM:CAN:BAUD 500000  
*Query Syntax* SYSTem:COMMunicate:CAN:BAUD?  
 [MIN|MAX]

*Rückgabewert* <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.

Ein Reset hat keinen Einfluss auf die CAN-Schnittstelle.

*Syntax* SYSTem:COMMunicate:CAN:TERMination  
[:STATe] <Boolean>  
*Parameter* 0|OFF|1|ON  
*Beispiel* SYST:COMM:CAN:TERM 1  
*Abfragesyntax* SYSTem:COMMunicate:CAN:TERMination?  
*Rückgabewert* 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.

*Syntax* SYSTem:COMMunicate:GPIB:ADDRess  
<NRf>  
*Parameter* 1 ... 30|MIN|MAX  
*Beispiel* SYST:COMM:GPIB:ADDR 12  
*Abfragesyntax* SYSTem:COMMunicate:GPIB:ADDRess?  
[MIN|MAX]  
*Rückgabewert* <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.

*Return Value* <NR1>

### SYSTem:COMMunicate:CAN:TERMination

This command sets the activation state for the CAN bus termination resistor.

The parameter OFF or 0 deactivates the resistor, the parameter ON or 1 activates it.

A reset has no effect on the CAN interface.

*Syntax* SYSTem:COMMunicate:CAN:TERMination  
[:STATe] <Boolean>  
*Parameter* 0|OFF|1|ON  
*Example* SYST:COMM:CAN:TERM 1  
*Query Syntax* SYSTem:COMMunicate:CAN:TERMination?  
*Return Value* 0|1

### SYSTem:COMMunicate:GPIB:ADDRess

This command sets the address for the GPIB interface.

The numeric parameter specifies the new address for the GPIB interface. The parameter MIN sets the lowest possible address, the parameter MAX sets the highest possible address.

*Syntax* SYSTem:COMMunicate:GPIB:ADDRess  
<NRf>  
*Parameter* 1 ... 30|MIN|MAX  
*Example* SYST:COMM:GPIB:ADDR 12  
*Query Syntax* SYSTem:COMMunicate:GPIB:ADDRess?  
[MIN|MAX]  
*Return Value* <NR1>

### SYSTem:COMMunicate:LAN:DHCP

This command activates/deactivates the use of the Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP).

The parameter OFF or 0 deactivates DHCP, the parameter ON or 1 activates DHCP.

|                      |                                                   |
|----------------------|---------------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>        | SYSTem:COMMunicate:LAN:DHCP<br>[:STATe] <boolean> |
| <i>Parameter</i>     | 0 OFF 1 ON                                        |
| <i>Beispiel</i>      | SYST:COMM:LAN:DHCP ON                             |
| <i>Abfragesyntax</i> | SYSTem:COMMunicate:LAN:DHCP<br>[: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<br>[:ADDRESS] <string>         |
| <i>Parameter</i>     | <string>                                                  |
| <i>Beispiel</i>      | SYST:COMM:LAN:DNS „192.168.0.253“                         |
| <i>Abfragesyntax</i> | SYSTem:COMMunicate:LAN:DNS<br>[:ADDRESS]? [ACTual STATic] |
| <i>Rückgabewert</i>  | <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:DHCP<br>[:STATe] <boolean> |
| <i>Parameter</i>     | 0 OFF 1 ON                                        |
| <i>Example</i>       | SYST:COMM:LAN:DHCP ON                             |
| <i>Abfragesyntax</i> | SYSTem:COMMunicate:LAN:DHCP<br>[:STATe]?          |
| <i>Return Value</i>  | 0 1                                               |

**SYSTem:COMMunicate:LAN:DNS**

This command sets the static IP address of the server for the Domain Name System (DNS).

The parameter specifies the IP address in dot notation (“XXX.XXX.XXX.XXX”). 0 to 255 is allowed for XXX.

The query command reads the configured DNS address by appending the keyword STATic. It reads the actually used DNS address by appending the keyword ACTual or appending no keyword.

|                     |                                                           |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | SYSTem:COMMunicate:LAN:DNS<br>[:ADDRESS] <string>         |
| <i>Parameter</i>    | <string>                                                  |
| <i>Example</i>      | SYST:COMM:LAN:DNS „192.168.0.253“                         |
| <i>Query Syntax</i> | SYSTem:COMMunicate:LAN:DNS<br>[:ADDRESS]? [ACTual STATic] |
| <i>Return Value</i> | <string>                                                  |

**SYSTem:COMMunicate:LAN:GATeway**

This command sets the static IP address of the gateway.

The parameter specifies the IP address in dot notation (“XXX.XXX.XXX.XXX”). 0 to 255 is allowed for XXX.

The query command reads the configured gateway address by appending the keyword STATic. It reads the actually used gateway address by appending the keyword ACTual or appending no keyword.

|                      |                                                               |
|----------------------|---------------------------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>        | SYSTem:COMMunicate:LAN:GATeway<br>[:ADDRESS] <string>         |
| <i>Parameter</i>     | <string>                                                      |
| <i>Beispiel</i>      | SYST:COMM:LAN:GAT „192.168.0.254“                             |
| <i>Abfragesyntax</i> | SYSTem:COMMunicate:LAN:GATeway<br>[: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<br>[:ADDRESS] <string>         |
| <i>Parameter</i>     | <string>                                                 |
| <i>Beispiel</i>      | SYST:COMM:LAN:IP „192.168.0.1“                           |
| <i>Abfragesyntax</i> | SYSTem:COMMunicate:LAN:IP<br>[: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.

|                     |                                                               |
|---------------------|---------------------------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | SYSTem:COMMunicate:LAN:GATeway<br>[:ADDRESS] <string>         |
| <i>Parameter</i>    | <string>                                                      |
| <i>Example</i>      | SYST:COMM:LAN:GAT „192.168.0.254“                             |
| <i>Query Syntax</i> | SYSTem:COMMunicate:LAN:GATeway<br>[:ADDRESS]? [ACTual STATic] |
| <i>Return Value</i> | <string>                                                      |

**SYSTem:COMMunicate:LAN:HOSTname?**

This query reads the host name of the electronic load.

The host name is returned as a character string.

|                     |                                  |
|---------------------|----------------------------------|
| <i>Query Syntax</i> | SYSTem:COMMunicate:LAN:HOSTname? |
| <i>Return Value</i> | <string>                         |

**SYSTem:COMMunicate:LAN:IP**

This command sets the static IP address of the LAN interface.

The parameter specifies the IP address in dot notation (“XXX.XXX.XXX.XXX”). 0 to 255 is allowed for XXX.

The query command reads the configured IP address by appending the keyword STATic. It reads the actually used IP address by appending the keyword ACTual or appending no keyword.

|                     |                                                          |
|---------------------|----------------------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | SYSTem:COMMunicate:LAN:IP<br>[:ADDRESS] <string>         |
| <i>Parameter</i>    | <string>                                                 |
| <i>Example</i>      | SYST:COMM:LAN:IP „192.168.0.1“                           |
| <i>Query Syntax</i> | SYSTem:COMMunicate:LAN:IP<br>[:ADDRESS]? [ACTual STATic] |
| <i>Return Value</i> | <string>                                                 |

**SYSTem:COMMunicate:LAN:MAC?**

This query reads the Media Access Control (MAC) address of the Ethernet interface. This 48 bit address is unique worldwide and may not be changed.



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<br>[:ADDRes]? |
| <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<br>[:MASK] <string>         |
| <i>Parameter</i>     | <string>                                                  |
| <i>Beispiel</i>      | SYST:COMM:LAN:SUBN „255.255.255.0“                        |
| <i>Abfragesyntax</i> | SYSTem:COMMunicate:LAN:SUBNet<br>[:MASK]? [ACTual STATic] |
| <i>Rückgabewert</i>  | <string>                                                  |

### SYSTem:COMMunicate:SERial:BAUD

Dieser Befehl setzt die Baudrate für die RS-232-Schnittstelle.

The MAC address is returned in the form “XX:XX:XX:XX:XX:XX” where XX is a hexadecimal value between 0x00 and 0xFF.

|                     |                                          |
|---------------------|------------------------------------------|
| <i>Query Syntax</i> | SYSTem:COMMunicate:LAN:MAC<br>[:ADDRes]? |
| <i>Return Value</i> | <string>                                 |

### SYSTem:COMMunicate:LAN:PORT

This command sets the TCP port number of the LAN interface.

|                     |                                   |
|---------------------|-----------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | SYSTem:COMMunicate:LAN:PORT <NRf> |
| <i>Parameter</i>    | 0 ... 65535                       |
| <i>Example</i>      | SYST:COMM:LAN:PORT 1001           |
| <i>Query Syntax</i> | SYSTem:COMMunicate:LAN:PORT?      |
| <i>Return Value</i> | <NR1>                             |

### SYSTem:COMMunicate:LAN:SUBNet

This command sets the subnet mask for the LAN interface.

The parameter specifies the subnet mask in dot notation (“XXX.XXX.XXX.XXX”). 0 to 255 is allowed for XXX.

The query command reads the configured subnet mask by appending the keyword STATic. It reads the actually used subnet mask by appending the keyword ACTual or appending no keyword.

|                     |                                                           |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | SYSTem:COMMunicate:LAN:SUBNet<br>[:MASK] <string>         |
| <i>Parameter</i>    | <string>                                                  |
| <i>Example</i>      | SYST:COMM:LAN:SUBN „255.255.255.0“                        |
| <i>Query Syntax</i> | SYSTem:COMMunicate:LAN:SUBNet<br>[:MASK]? [ACTual STATic] |
| <i>Return Value</i> | <string>                                                  |

### SYSTem:COMMunicate:SERial:BAUD

This command sets the baud rate for the RS-232 interface.

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<br><NRf>                  |
| <i>Parameter</i>     | 1200 2400 4800 9600 19200 38400 <br>57600 115200 MIN MAX |
| <i>Beispiel</i>      | SYST:COMM:SER:BAUD 57600                                 |
| <i>Abfragesyntax</i> | SYSTem:COMMunicate:SERial:BAUD?<br>[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?<br>[MIN MAX] |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR1>                                        |

### 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<br><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                                |

The numeric parameter specifies the baud rate in bits/second. The parameter MIN sets the lowest admissible baud rate, the parameter MAX sets the highest admissible baud rate.

|                     |                                                          |
|---------------------|----------------------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | SYSTem:COMMunicate:SERial:BAUD<br><NRf>                  |
| <i>Parameter</i>    | 1200 2400 4800 9600 19200 38400 <br>57600 115200 MIN MAX |
| <i>Example</i>      | SYST:COMM:SER:BAUD 57600                                 |
| <i>Query Syntax</i> | SYSTem:COMMunicate:SERial:BAUD?<br>[MIN MAX]             |
| <i>Return Value</i> | <NR1>                                                    |

### SYSTem:COMMunicate:SERial:BITS?

This query reads the number of data bits transmitted with each character via RS-232 interface.

The optional parameter MIN queries the lowest bit number, the parameter MAX queries the highest bit number.

|                     |                                              |
|---------------------|----------------------------------------------|
| <i>Query Syntax</i> | SYSTem:COMMunicate:SERial:BITS?<br>[MIN MAX] |
| <i>Return Value</i> | <NR1>                                        |

### SYSTem:COMMunicate:SERial:PARity

This command sets the parity of each character transmitted via RS-232 interface.

The parameter can have one of the following values:

EVEN: the parity of each character is even.

NONE: the parity is neither checked nor generated

ODD: the parity of each character is odd

|                     |                                              |
|---------------------|----------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | SYSTem:COMMunicate:SERial:PARity<br><parity> |
| <i>Parameter</i>    | EVEN NONE ODD                                |
| <i>Beispiel</i>     | SYST:COMM:SER:PAR EVEN                       |
| <i>Query Syntax</i> | SYSTem:COMMunicate:SERial:PARity?            |
| <i>Return Value</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<br><NRf>      |
| <i>Parameter</i>     | 1 ... 2 MIN MAX                               |
| <i>Beispiel</i>      | SYST:COMM:SER:SBIT 2                          |
| <i>Abfragesyntax</i> | SYSTem:COMMunicate:SERial:SBITs?<br>[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<br><NRf>                     |
| <i>Parameter</i>     | 1200 2400 4800 9600 19200 38400 <br>57600 115200 MIN MAX |
| <i>Beispiel</i>      | SYST:COMM:VCP:BAUD 115200                                |
| <i>Abfragesyntax</i> | SYSTem:COMMunicate:VCP:BAUD?<br>[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.

**SYSTem:COMMunicate:SERial:SBITs**

This command sets the number of stop bits for each character transferred via RS-232 interface.

The numeric parameter specifies the number of stop bits per data byte.

|                     |                                               |
|---------------------|-----------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | SYSTem:COMMunicate:SERial:SBITs<br><NRf>      |
| <i>Parameter</i>    | 1 ... 2 MIN MAX                               |
| <i>Example</i>      | SYST:COMM:SER:SBIT 2                          |
| <i>Query Syntax</i> | SYSTem:COMMunicate:SERial:SBITs?<br>[MIN MAX] |
| <i>Return Value</i> | 1 2                                           |

**SYSTem:COMMunicate:VCP:BAUD**

This command sets the baud rate for the USB VCP (Virtual COM Port) interface.

The numeric parameter specifies the baud rate in bits/second. The parameter MIN sets the lowest admissible baud rate, the parameter MAX sets the highest admissible baud rate.

|                     |                                                          |
|---------------------|----------------------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | SYSTem:COMMunicate:VCP:BAUD<br><NRf>                     |
| <i>Parameter</i>    | 1200 2400 4800 9600 19200 38400 <br>57600 115200 MIN MAX |
| <i>Example</i>      | SYST:COMM:VCP:BAUD 115200                                |
| <i>Query Syntax</i> | SYSTem:COMMunicate:VCP:BAUD?<br>[MIN MAX]                |
| <i>Return Value</i> | <NR1>                                                    |

**SYSTem:COMMunicate:VCP:BITS?**

This query reads the number of data bits transmitted with each character via USB VCP interface.

The optional parameter MIN queries the lowest bit number, the parameter MAX queries the highest bit number.

|                      |                                           |
|----------------------|-------------------------------------------|
| <i>Abfragesyntax</i> | SYSTem:COMMunicate:VCP:BITS?<br>[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<br><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<br><NRf>      |
| <i>Parameter</i>     | 1 ... 2 MIN MAX                            |
| <i>Beispiel</i>      | SYST:COMM:VCP:SBIT 2                       |
| <i>Abfragesyntax</i> | SYSTem:COMMunicate:VCP:SBITs?<br>[MIN MAX] |
| <i>Rückgabewert</i>  | 1 2                                        |

**SYSTem:COOLing**

Dieser Befehl setzt den Modus für die Kühlung der Leistungsstufe.

|                     |                                           |
|---------------------|-------------------------------------------|
| <i>Query Syntax</i> | SYSTem:COMMunicate:VCP:BITS?<br>[MIN MAX] |
| <i>Return Value</i> | <NR1>                                     |

**SYSTem:COMMunicate:VCP:PARity**

This command sets the parity of each character transmitted via USB VCP interface.

The parameter may have one of the following values:  
 EVEN: the parity of each character is even.  
 NONE: the parity is neither checked nor generated  
 ODD: the parity of each character is odd

|                     |                                           |
|---------------------|-------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | SYSTem:COMMunicate:VCP:PARity<br><parity> |
| <i>Parameter</i>    | EVEN NONE ODD                             |
| <i>Beispiel</i>     | SYST:COMM:VCP:PAR EVEN                    |
| <i>Query Syntax</i> | SYSTem:COMMunicate:VCP:PARity?            |
| <i>Return Value</i> | EVEN NONE ODD                             |

**SYSTem:COMMunicate:VCP:SBITs**

This command sets the number of stop bits for each character transferred via USB VCP interface.

The numeric parameter specifies the number of stop bits per data byte.

|                     |                                            |
|---------------------|--------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | SYSTem:COMMunicate:VCP:SBITs<br><NRf>      |
| <i>Parameter</i>    | 1 ... 2 MIN MAX                            |
| <i>Example</i>      | SYST:COMM:VCP:SBIT 2                       |
| <i>Query Syntax</i> | SYSTem:COMMunicate:VCP:SBITs?<br>[MIN MAX] |
| <i>Return Value</i> | 1 2                                        |

**SYSTem:COOLing**

This command sets the cooling mode for the power stage.

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>Beispiel</i>      | SYST:COOL FULL               |
| <i>Abfragesyntax</i> | SYSTem:COOLing[:MODE]?       |
| <i>Rückgabewert</i>  | AUTO FULL                    |
| <i>Reset-Wert</i>    | AUTO                         |

## SYSTem:DATE

Dieser Befehl setzt das Datum.

Alle Parameterwerte müssen numerisch sein. Der erste Parameterwert spezifiziert das Jahr, der zweite Parameterwert den Monat und der dritte Parameterwert 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>Parameter 1</i>   | 2000 ... 2099                 |
| <i>Parameter 2</i>   | 1 ... 12                      |
| <i>Parameter 3</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 Warteschlange für Fehler und Ereignisse (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.

If the parameter AUTO is set the power stage is cooled temperature-controlled. When the parameter FULL is set the power stage is cooled with full fan speed.

|                     |                              |
|---------------------|------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | SYSTem:COOLing[:MODE] <mode> |
| <i>Parameter</i>    | AUTO FULL                    |
| <i>Example</i>      | SYST:COOL FULL               |
| <i>Query Syntax</i> | SYSTem:COOLing[:MODE]?       |
| <i>Return Value</i> | AUTO FULL                    |
| <i>Reset Value</i>  | AUTO                         |

## SYSTem:DATE

This command sets the date.

All parameter value have to be in numeric format. The first parameter specifies the year, the second parameter the month and the third parameter the day.

Similarly, the query reads the year with the first returned value, the month with the second and the day with the third value.

|                     |                               |
|---------------------|-------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | SYSTem:DATE <NRf>,<NRf>,<NRf> |
| <i>Parameter 1</i>  | 2000 ... 2099                 |
| <i>Parameter 2</i>  | 1 ... 12                      |
| <i>Parameter 3</i>  | 1 ... 31                      |
| <i>Example</i>      | SYST:DATE 2016,10,28          |
| <i>Query Syntax</i> | SYSTem:DATE?                  |
| <i>Return Value</i> | <NR1>,<NR1>,<NR1>             |

## SYSTem:ERRor?

This query reads the next error from the error queue (error queue) and deletes this error from the queue.

The error queue is a FIFO (first in, first out) buffer, i. e. older error messages are read first. If more errors have occurred than the queue can accommodate the last error entry will be -350,"Queue Overflow;DI"

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 Fehlerquelle „DI“ zurückgegeben. Ist der Fehler im Analoginterface aufgetreten, wird als Fehlerquelle „AI“ zurückgegeben.

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 Einzelseinträge (siehe SYSTem:ERRor[:NEXT]?) werden durch Kommazeichen separiert und bestehen jeweils aus der Fehler-/Ereignisnummer, einer 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.

The returned entry consists of the error/event number, a text for the error description and an information about the error source <source>. If the error occurred in the Data Interface (CAN, GPIB, LAN, RS-232, USB), the error source "DI" is returned. If the error occurred in the Analog Interface, the error source "AI" is returned.

If the error queue is empty the response is:  
0, "No error"

|                     |                         |
|---------------------|-------------------------|
| <i>Query Syntax</i> | SYSTem:ERRor[:NEXT]?    |
| <i>Return Value</i> | <NR1>,<string>;<source> |

A table of possible error codes is listed in Appendix 9.1 Error Codes.

### SYSTem:ERRor:ALL?

This query reads all error entries from the error/event queue and deletes them from the queue.

The single error entries (see SYSTem:ERRor[:NEXT]?) sent in the succession of occurrence are comma-separated and consist each of the error/event number, a description of the error/event and the error source <source>.

If the error queue is empty the response is:  
0, "No error"

|                     |                                                   |
|---------------------|---------------------------------------------------|
| <i>Query Syntax</i> | SYSTem:ERRor:ALL?                                 |
| <i>Return Value</i> | <NR1>,<string>;<source>{,<NR1>,<string>;<source>} |

A table of possible error codes is listed in Appendix 9.1 Error Codes.

### SYSTem:ERRor:COUNT?

This query specifies the number of unread entries in the queue for errors and events (error queue).

Der zurückgegebene, numerische Wert spezifiziert die Anzahl der ungelesenen Einträge in der Warteschlange.

*Abfragesyntax*            SYSTem:ERRor:COUNT?  
*Rückgabewert*            <NR1>

Eine Tabelle mit möglichen Fehlercodes 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 <LineFeed> (10 dez.) voneinander getrennt.



Am Ende der Liste aller SCPI-Header sendet die elektronische Last deshalb zwei <LineFeed> 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.

*Abfragesyntax*            SYSTem:HELP:HEADers?  
*Rückgabewert*            #<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.

The returned numeric value specifies the number of error queue entries.

*Query Syntax*            SYSTem:ERRor:COUNT?  
*Return Value*            <NR1>

A table of possible error codes is listed in appendix 9.1 Error Codes.

### SYSTem:HELP:HEADers?

This query reads all SCPI headers from the electronic load. The headers are separated from each other by a <line feed> (10 dec.) character.



Therefore, at the end of the SCPI header list the electronic load sends two <line feed> characters (10 dec.), one for the termination of the last row and one for the termination of the response.

In the first line the electronic load sends a number sign (#) followed by a number. The first digit of this number defines the number of the following digits which itself define the number of characters in the following lines including all line terminators.

If there is no query available for a header the character string /nquery/ is appended to the header.

If there is only a query available for the header (and no command) the character string /qonly/ is appended to the header.

*Query Syntax*            SYSTem:HELP:HEADers?  
*Return Value*            #<NR1>  
                              <header 1><LF>  
                              {<header n><LF>}

### SYSTem:KLOCK

This command sets the activation state of the keylock function.

The parameter OFF or 0 deactivates the keylock function, the parameter ON or 1 activates it.



Ein Reset deaktiviert die Tastensperre.

Wenn die Tastensperre per Fernsteuerung aktiviert worden ist, kann sie lokal nicht deaktiviert werden. Dies wird durch den Buchstaben ‚R‘ im Sperrsymbol an der Benutzerschnittstelle angezeigt.

|                      |                        |
|----------------------|------------------------|
| <i>Syntax</i>        | SYSTem:KLOCK <boolean> |
| <i>Parameter</i>     | 0 OFF 1 ON             |
| <i>Beispiel</i>      | SYST:KLOC ON           |
| <i>Abfragesyntax</i> | SYSTem:KLOCK?          |
| <i>Rückgabewert</i>  | 0 1                    |
| <i>Reset-Wert</i>    | OFF                    |

### SYSTem:LOCal

Dieser Befehl aktiviert die lokale Bedienung der elektronischen Last über die Benutzerschnittstelle.

|                 |              |
|-----------------|--------------|
| <i>Syntax</i>   | SYSTem:LOCal |
| <i>Beispiel</i> | SYST:LOC     |

### SYSTem:PRESet

Dieser Befehl setzt alle nicht-flüchtigen Einstellungen der elektronischen Last auf Werkseinstellungen zurück.

Die betreffenden Parameter sind beschrieben in Kapitel 4.27 Werkseinstellungen setzen.

|                 |               |
|-----------------|---------------|
| <i>Syntax</i>   | SYSTem:PRESet |
| <i>Beispiel</i> | SYST:PRES     |

### SYSTem:REMote

Dieser Befehl aktiviert die Fernsteuerung der elektronischen Last über eine Datenschnittstelle (z.B. RS-232, GPIB, LAN, USB).

|                 |               |
|-----------------|---------------|
| <i>Syntax</i>   | SYSTem:REMote |
| <i>Beispiel</i> | SYST:REM      |



A reset deactivates the keylock function.

If the keylock function has been activated by remote control it cannot be deactivated locally. This state is indicated by the 'R' character in the lock symbol on the user interface.

|                     |                        |
|---------------------|------------------------|
| <i>Syntax</i>       | SYSTem:KLOCK <boolean> |
| <i>Parameter</i>    | 0 OFF 1 ON             |
| <i>Example</i>      | SYST:KLOC ON           |
| <i>Query Syntax</i> | SYSTem:KLOCK?          |
| <i>Return Value</i> | 0 1                    |
| <i>Reset Value</i>  | OFF                    |

### SYSTem:LOCal

This command activates the local control of the electronic load via the user interface.

|                |              |
|----------------|--------------|
| <i>Syntax</i>  | SYSTem:LOCal |
| <i>Example</i> | SYST:LOC     |

### SYSTem:PRESet

This command resets all non-volatile settings of the electronic load to factory default settings.

The concerning parameters are described in chapter 4.27 Factory Reset.

|                |               |
|----------------|---------------|
| <i>Syntax</i>  | SYSTem:PRESet |
| <i>Example</i> | SYST:PRES     |

### SYSTem:REMote

This command activates the remote control of the electronic load via a data interface (e. g. RS-232, GPIB, LAN, USB).

|                |               |
|----------------|---------------|
| <i>Syntax</i>  | SYSTem:REMote |
| <i>Example</i> | SYST:REM      |



**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>Parameter 1</i>   | 0 ... 23                      |
| <i>Parameter 2</i>   | 0 ... 59                      |
| <i>Parameter 3</i>   | 0 ... 59                      |
| <i>Beispiel</i>      | SYST:TIME 10,22,30            |
| <i>Abfragesyntax</i> | SYSTem:TIME?                  |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR1>,<NR1>,<NR1>             |

**SYSTem:UNIT:CATalog?**

Dieser Befehl fragt eine Liste aller Adressen der Systemeinheiten (Master- und Slave-Einheiten) eines konfigurierten Systemverbunds ab.

Die zurückgegebenen Adressen sind durch Komma voneinander getrennt. Ist keine der Einheiten als Master oder Slave konfiguriert, wird eine leere Liste, also nur ein Terminierungszeichen, zurückgegeben.

|                      |                               |
|----------------------|-------------------------------|
| <i>Abfragesyntax</i> | SYSTem:UNIT:CATalog?          |
| <i>Rückgabewert</i>  | {<address 1>,...,<address n>} |

**SYSTem:UNIT:COUNT?**

Dieser Befehl fragt die Anzahl der Systemeinheiten (Master- und Slave-Einheiten) des konfigurierten Systemverbunds ab.

**SYSTem:TIME**

This command sets the time.

All parameters have to be numeric. The first parameter specifies the hour, the second parameter specifies the minute and the third parameter specifies the second.

Similarly, the query reads the hour with the first returned value, the minute with the second and the seconds with the third value.

|                     |                               |
|---------------------|-------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | SYSTem:TIME <NRf>,<NRf>,<NRf> |
| <i>Parameter 1</i>  | 0 ... 23                      |
| <i>Parameter 2</i>  | 0 ... 59                      |
| <i>Parameter 3</i>  | 0 ... 59                      |
| <i>Example</i>      | SYST:TIME 10,22,30            |
| <i>Query Syntax</i> | SYSTem:TIME?                  |
| <i>Return Value</i> | <NR1>,<NR1>,<NR1>             |

**SYSTem:UNIT:CATalog?**

This query returns a list of all addresses of system units (master and slave units) in a configured system connection.

The returned addresses are comma-separated. If there is no Master and no Slave unit present in the system an empty list, i.e. only a termination character is returned.

|                     |                               |
|---------------------|-------------------------------|
| <i>Query Syntax</i> | SYSTem:UNIT:CATalog?          |
| <i>Return Value</i> | {<address 1>,...,<address n>} |

**SYSTem:UNIT:COUNT?**

This query reads the number of system units (Master and Slave units) of a configured system connection.

*Abfragesyntax*      SYSTem:UNIT:COUNT?  
*Rückgabewert*      <NR1>

## SYSTem:UNIT:MODE

Dieser Befehl setzt die Betriebsart der Systemeinheit.

Der Parameter MASTer setzt die Betriebsart Master.

Der Parameter SLAVe setzt die Betriebsart Slave.

Der Parameter SINGle setzt die Betriebsart Single, d. h. das Gerät ist nicht in einen Systemverbund integriert. Die Betriebsart Single ist die Werkseinstellung.

Die Betriebsart der Systemeinheit wird durch einen Reset nicht verändert.

*Syntax*                      SYSTem:UNIT:MODE <sysmode>  
*Parameter*                MASTer|SLAVe|SINGle  
*Beispiel*                    SYST:UNIT:MODE MAST  
*Abfragesyntax*          SYSTem:UNIT:MODE?  
*Rückgabewert*            MAST|SLAV|SING  
*Werkseinstellung*        SINGle

## SYSTem:UNIT:SLAVe:ADDRess

Dieser Befehl setzt die Slave-Adresse der System-Einheit (für die Betriebsart Slave).

Die Adresse der Master-Einheit ist immer 1. Sie wird automatisch verwendet, wenn die Betriebsart Master für eine System-Einheit aktiviert wird.

Die Slave-Adresse wird bei einem Reset nicht verändert.

*Syntax*                      SYSTem:UNIT:SLAVe:ADDRess <address>  
*Parameter*                2|3|4|5  
*Beispiel*                    SYST:UNIT:SLAV:ADDR 2  
*Abfragesyntax*          SYSTem:UNIT:SLAVe:ADDRess?  
*Rückgabewert*            2|3|4|5

*Query Syntax*           SYSTem:UNIT:COUNT?  
*Return Value*           <NR1>

## SYSTem:UNIT:MODE

This command sets the system unit mode.

The parameter MASTer sets Master mode.

The parameter SLAVe sets Slave mode.

The parameter SINGle sets Single mode, i.e. the device is not integrated to a system connection. Single mode is factory setting.

The system unit mode is kept after a reset.

*Syntax*                      SYSTem:UNIT:MODE <sysmode>  
*Parameters*                MASTer|SLAVe|SINGle  
*Example*                    SYST:UNIT:MODE MAST  
*Query Syntax*            SYSTem:UNIT:MODE?  
*Return Value*            MAST|SLAV|SING  
*Factory Setting*          SINGle

## SYSTem:UNIT:SLAVe:ADDRess

This command sets the Slave address of the system unit (for the slave mode).



The Master unit's address is always 1. This value is automatically used when the master mode is activated for a system unit.

The Slave address is kept at resset.

*Syntax*                      SYSTem:UNIT:SLAVe:ADDRess <address>  
*Parameters*                2|3|4|5  
*Example*                    SYST:UNIT:SLAV:ADDR 2  
*Query Syntax*            SYSTem:UNIT:SLAVe:ADDRess?  
*Return Value*            2|3|4|5

**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          |

**5.10.18 TRIGger-Subsystem****ABORt**

Dieser Befehl setzt das Trigger-System in den Zustand IDLE zurück. Die getriggerten Werte folgen den Immediate-Werten.

|                 |       |
|-----------------|-------|
| <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 erzeugen und auszuwerten.

Dieser Befehl hat keine Abfrageform.

|                 |                      |
|-----------------|----------------------|
| <i>Syntax</i>   | INITiate[:IMMediate] |
| <i>Beispiel</i> | INIT                 |

**SYSTem:VERSion?**

This query reads the version number of the SCPI standard the SCPI command syntax and semantics of this electronic load are based on.

The returned value has got the following format:  
YYYY.V

YYYY: Release year of SCPI standard

V: Revision number of SCPI standard in the year of release

|                     |                 |
|---------------------|-----------------|
| <i>Query Syntax</i> | SYSTem:VERSion? |
| <i>Return Value</i> | <NR1>.<NR1>     |
| <i>Example</i>      | 1999.0          |

**5.10.18 TRIGger Subsystem****ABORt**

This command resets the trigger system to IDLE state. The triggered values follow the immediate values.

|                |       |
|----------------|-------|
| <i>Syntax</i>  | ABORt |
| <i>Example</i> | ABOR  |

**INITiate**

This command initializes the trigger system, i.e. changes the trigger system from idle state to initiated state. In this state the trigger system is ready to generate and process trigger events.

This command has no query form.

|                |                      |
|----------------|----------------------|
| <i>Syntax</i>  | INITiate[:IMMediate] |
| <i>Example</i> | INIT                 |

**INITiate:CONTinuous**

Dieser Befehl setzt den Aktivierungszustand für das kontinuierliche Initialisieren des Trigger-Systems nach Abarbeitung eines Trigger-Ereignisses.

Der Parameter OFF oder 0 deaktiviert, der Parameter ON oder 1 aktiviert das kontinuierliche Initialisieren.

|                      |                               |
|----------------------|-------------------------------|
| <i>Syntax</i>        | INITiate:CONTinuous <boolean> |
| <i>Parameter</i>     | 0 OFF 1 ON                    |
| <i>Beispiel</i>      | INIT:CONT ON                  |
| <i>Abfragesyntax</i> | INITiate:CONTinuous?          |
| <i>Rückgabewert</i>  | 0 1                           |
| <i>Reset-Wert</i>    | OFF                           |

**TRIGger**

Dieser Befehl erzeugt ein Trigger-Ereignis unabhängig von der Trigger-Quelle.

|                 |                     |
|-----------------|---------------------|
| <i>Syntax</i>   | TRIGger[:IMMediate] |
| <i>Beispiel</i> | TRIG                |

**TRIGger:DELaY**

Dieser Befehl definiert die Triggerverzögerung in Sekunden, d. h. die durch das Triggersystem eingefügte Verzögerung zwischen dem Empfang des Trigger-Ereignisses und dem Auslösen der zugehörigen Aktionen.

|                      |                     |
|----------------------|---------------------|
| <i>Syntax</i>        | TRIGger:DELaY <NRf> |
| <i>Parameter</i>     | 0 ... 10 MIN MAX    |
| <i>Beispiel</i>      | TRIG:DEL 1.8        |
| <i>Abfragesyntax</i> | TRIGger:DELaY?      |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR3>               |
| <i>Reset-Wert</i>    | 0                   |

**INITiate:CONTinuous**

This command sets the activation state for continuously initializing the trigger system after processing a trigger event.

The parameter OFF or 0 deactivates, the parameter ON or 1 activates continuously initializing the trigger system.

|                     |                               |
|---------------------|-------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | INITiate:CONTinuous <boolean> |
| <i>Parameter</i>    | 0 OFF 1 ON                    |
| <i>Example</i>      | INIT:CONT ON                  |
| <i>Query Syntax</i> | INITiate:CONTinuous?          |
| <i>Return Value</i> | 0 1                           |
| <i>Reset Value</i>  | OFF                           |

**TRIGger**

This command generates a trigger event independent of the trigger source.

|                |                     |
|----------------|---------------------|
| <i>Syntax</i>  | TRIGger[:IMMediate] |
| <i>Example</i> | TRIG                |

**TRIGger:DELaY**

This command defines the trigger delay in seconds, i.e. the delay inserted by the trigger system between receiving a trigger event and starting the corresponding trigger actions.

|                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| <i>Syntax</i>       | TRIGger:DELaY <NRf> |
| <i>Parameter</i>    | 0 ... 10 MIN MAX    |
| <i>Example</i>      | TRIG:DEL 1.8        |
| <i>Query Syntax</i> | TRIGger:DELaY?      |
| <i>Return Value</i> | <NR3>               |
| <i>Reset Value</i>  | 0                   |

**TRIGger:HOLDoff**

Dieser Befehl definiert die Trigger-Freihaltezeit in Sekunden, d. h. die Zeitdauer, innerhalb welcher das Triggersystem nach Empfang eines Trigger-Ereignisses keine weiteren Trigger-Ereignisse annimmt.

|                      |                       |
|----------------------|-----------------------|
| <i>Syntax</i>        | TRIGger:HOLDoff <NRf> |
| <i>Parameter</i>     | 0 ... 1 MIN MAX       |
| <i>Beispiel</i>      | TRIG:HOLD 0.15        |
| <i>Abfragesyntax</i> | TRIGger:HOLDoff?      |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR3>                 |
| <i>Reset-Wert</i>    | 0                     |

**TRIGger:LEVel:CURRent**

Dieser Befehl definiert den Pegel des Laststroms (Trigger-Strom), der über- bzw. unterschritten werden muss, damit ein Trigger-Ereignis erzeugt wird, wenn die Trigger-Quelle auf LEVel:CURRent gesetzt ist.

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

Der <max> bzw. MAX-Wert ist aus den technischen Daten ersichtlich.

Ob das Trigger-Ereignis durch Über- oder Unterschreiten des Trigger-Stroms ausgelöst wird, bestimmt die eingestellte Trigger-Flanke, die mit dem Befehl TRIGger:SLOPe programmiert wird.

|                      |                                        |
|----------------------|----------------------------------------|
| <i>Syntax</i>        | TRIGger[:SEquence]:LEVel:CURRent <NRf> |
| <i>Parameter</i>     | 0 ... <max> MIN MAX                    |
| <i>Einheit</i>       | A MA                                   |
| <i>Beispiel</i>      | TRIG:LEV:CURR 1                        |
| <i>Abfragesyntax</i> | TRIGger[:SEquence]:LEVel:CURRent?      |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR3>                                  |
| <i>Reset-Wert</i>    | <max>-Wert                             |

**TRIGger:HOLDoff**

This command defines the trigger holdoff time in seconds, that means the duration in which the trigger system does not accept any further trigger events after a trigger event was received.

|                     |                       |
|---------------------|-----------------------|
| <i>Syntax</i>       | TRIGger:HOLDoff <NRf> |
| <i>Parameter</i>    | 0 ... 1 MIN MAX       |
| <i>Example</i>      | TRIG:HOLD 0.15        |
| <i>Query Syntax</i> | TRIGger:HOLDoff?      |
| <i>Return Value</i> | <NR3>                 |
| <i>Reset Value</i>  | 0                     |

**TRIGger:LEVel:CURRent**

This command defines the level of the load current which must be exceeded or undershot, respectively, to generate a trigger event if the trigger source is set to LEVel:CURRent.

The numeric parameter specifies the current in the base unit amps. The parameter MIN sets the lowest admissible value for the current, the parameter MAX sets the highest admissible value for the current.

The <max>/MAX value is specified in the technical data.

Whether the trigger event is triggered by exceeding or falling below the trigger current is determined by the set trigger edge, which is programmed with the TRIGger:SLOPe command.

|                     |                                        |
|---------------------|----------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | TRIGger[:SEquence]:LEVel:CURRent <NRf> |
| <i>Parameter</i>    | 0 ... <max> MIN MAX                    |
| <i>Unit</i>         | A MA                                   |
| <i>Example</i>      | TRIG:LEV:CURR 1                        |
| <i>Query Syntax</i> | TRIGger[:SEquence]:LEVel:CURRent?      |
| <i>Return Value</i> | <NR3>                                  |
| <i>Reset Value</i>  | <max> value                            |

**TRIGger:LEVel:VOLTage**

Dieser Befehl definiert den Pegel der Eingangsspannung (Trigger-Spannung), die über- bzw. unterschritten werden muss, damit ein Trigger-Ereignis erzeugt wird, wenn die Trigger-Quelle auf LEVel:VOLTage gesetzt ist.

Der numerische Parameter spezifiziert die Spannung in der Grundeinheit 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> bzw. MAX-Wert ist aus den technischen Daten ersichtlich.

Ob das Trigger-Ereignis durch Über- oder Unterschreiten der Trigger-Spannung erzeugt wird, bestimmt die eingestellte Trigger-Flanke, die mit dem Befehl TRIGger:SLOPe programmiert wird.

|                      |                                        |
|----------------------|----------------------------------------|
| <i>Syntax</i>        | TRIGger[:SEquence]:LEVel:VOLTage <NRf> |
| <i>Parameter</i>     | 0 ... <max> MIN MAX                    |
| <i>Einheit</i>       | V MV                                   |
| <i>Beispiel</i>      | TRIG:LEV:VOLT 20                       |
| <i>Abfragesyntax</i> | TRIGger[:SEquence]:LEVel:VOLTage?      |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR3>                                  |
| <i>Reset-Wert</i>    | 0.5                                    |

**TRIGger:SLOPe**

Dieser Befehl definiert die Art der Flanke, bei der ein Trigger-Ereignis erzeugt werden soll, wenn die Trigger-Quelle auf EXTeRnal gesetzt ist.

Der Parameter kann einen der folgenden Werte annehmen:

EITHer: Ein Trigger-Ereignis wird bei fallender oder steigender Flanke des Trigger-Signals erzeugt.

NEGative: Ein Trigger-Ereignis wird ausschließlich bei fallender Flanke des Trigger-Signals erzeugt.

POSitive: Ein Trigger-Ereignis wird ausschließlich bei steigender Flanke des Trigger-Signals erzeugt.

|                  |                          |
|------------------|--------------------------|
| <i>Syntax</i>    | TRIGger:SLOPe <slope>    |
| <i>Parameter</i> | EITHer NEGative POSitive |
| <i>Beispiel</i>  | TRIG:SLOP NEG            |

**TRIGger:LEVel:VOLTage**

This command defines the value of the threshold voltage the input voltage must exceed or fall below, respectively, to generate a trigger event if the trigger source is set to LEVel:VOLTage.

The numeric parameter specifies the voltage in the base unit volts. The parameter MIN sets the lowest admissible value for the voltage, the parameter MAX sets the highest admissible value for the voltage.

The <max>/MAX value is specified in the technical data.

Whether the trigger event is generated by exceeding or falling below the trigger voltage is determined by the set trigger edge, which is programmed with the TRIGger:SLOPe command.

|                     |                                        |
|---------------------|----------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | TRIGger[:SEquence]:LEVel:VOLTage <NRf> |
| <i>Parameter</i>    | 0 ... <max> MIN MAX                    |
| <i>Unit</i>         | V MV                                   |
| <i>Example</i>      | TRIG:LEV:VOLT 20                       |
| <i>Query Syntax</i> | TRIGger[:SEquence]:LEVel:VOLTage?      |
| <i>Return Value</i> | <NR3>                                  |
| <i>Reset Value</i>  | 0.5                                    |

**TRIGger:SLOPe**

This command defines the slope generating a trigger event at the I/O port if the trigger source is set to EXTeRnal.

The parameter can have one of the following values:

EITHer: A trigger event will be generated at a rising or falling edge of the trigger signal.

NEGative: A trigger event will be generated only at the falling edge of the trigger signal.

POSitive: A trigger event will be generated only at the rising edge of the trigger signal.

|                  |                          |
|------------------|--------------------------|
| <i>Syntax</i>    | TRIGger:SLOPe <slope>    |
| <i>Parameter</i> | EITHer NEGative POSitive |
| <i>Example</i>   | TRIG:SLOP NEG            |

|                      |                          |
|----------------------|--------------------------|
| <i>Abfragesyntax</i> | TRIGger:SLOPe?           |
| <i>Rückgabewert</i>  | EITHer NEGative POSitive |
| <i>Reset-Wert</i>    | POSitive                 |

**TRIGger:SOURce**

Dieser Befehl setzt die Quelle für Trigger-Ereignisse.

Der Parameter kann einen der folgenden Werte annehmen:  
 BUS: Trigger-Befehl auf einer Kommunikationsschnittstelle  
 CURRent: Höhe des gemessenen Eingangsstroms  
 EXTernal: Trigger-Eingangssignal am I/O-Port  
 HOLD: Die Erkennung eines Trigger-Ereignisses ist deaktiviert  
 MANual: Trigger-Taste an der Benutzerschnittstelle  
 VOLTage: Höhe der gemessenen Eingangsspannung

|                      |                                          |
|----------------------|------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>        | TRIGger:SOURce <source>                  |
| <i>Parameter</i>     | BUS CURRent EXTernal HOLD MANual VOLTage |
| <i>Beispiel</i>      | TRIG:SOUR EXTernal                       |
| <i>Abfragesyntax</i> | TRIGger:SOURce?                          |
| <i>Rückgabewert</i>  | BUS CURR EXT HOLD MAN VOLT               |
| <i>Reset-Wert</i>    | BUS                                      |

**5.10.19 VOLTage-Subsystem****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 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>    | VOLTage[:LEVel][:IMMediate] <NRf> |
| <i>Parameter</i> | 0 ... <max> MIN MAX               |
| <i>Einheit</i>   | V MV                              |

|                     |                          |
|---------------------|--------------------------|
| <i>Query Syntax</i> | TRIGger:SLOPe?           |
| <i>Return Value</i> | EITHer NEGative POSitive |
| <i>Reset Value</i>  | POSitive                 |

**TRIGger:SOURce**

This command sets the source for trigger events.

The parameter can have one of the following values:  
 BUS: Trigger command from a communication interface  
 CURRent: Level of measured load current  
 EXTernal: Trigger signal on the I/O port  
 HOLD: Recognition of trigger event is deactivated  
 MANual: Trigger button on the user interface  
 VOLTage: Level of measured input voltage

|                     |                                          |
|---------------------|------------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | TRIGger:SOURce <source>                  |
| <i>Parameter</i>    | BUS CURRent EXTernal HOLD MANual VOLTage |
| <i>Example</i>      | TRIG:SOUR EXTernal                       |
| <i>Query Syntax</i> | TRIGger:SOURce?                          |
| <i>Return Value</i> | BUS CURR EXT HOLD MAN VOLT               |
| <i>Reset Value</i>  | BUS                                      |

**5.10.19 VOLTage Subsystem****VOLTage**

This command sets the setting value for the regulated input voltage in voltage operating mode.

The numeric parameter specifies the voltage in the base unit volts. The parameter MIN sets the lowest admissible value for the voltage, the parameter MAX sets the highest admissible value for the voltage.

The <max> value is specified in the technical data.

|                  |                                   |
|------------------|-----------------------------------|
| <i>Syntax</i>    | VOLTage[:LEVel][:IMMediate] <NRf> |
| <i>Parameter</i> | 0 ... <max> MIN MAX               |
| <i>Unit</i>      | V MV                              |

|                      |                                        |
|----------------------|----------------------------------------|
| <i>Beispiel</i>      | VOLT 45.6                              |
| <i>Abfragesyntax</i> | VOLTage[:LEVel][:IMMediate]? [MIN MAX] |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR3>                                  |
| <i>Reset-Wert</i>    | <max>-Wert                             |

**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 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>        | VOLTage[:LEVel]:TRIGgered <NRf>      |
| <i>Parameter</i>     | 0 ... <max> MIN MAX                  |
| <i>Einheit</i>       | V MV                                 |
| <i>Beispiel</i>      | VOLT:TRIG 1.08E1                     |
| <i>Abfragesyntax</i> | VOLTage[:LEVel]:TRIGgered? [MIN MAX] |
| <i>Rückgabewert</i>  | <NR3>                                |
| <i>Reset-Wert</i>    | undefiniert                          |

**VOLTage:PROTection**

Dieser Befehl setzt den Sollwert für den Unterspannungsschutz unabhängig von der Betriebsart der Regelung.

Der numerische Parameter spezifiziert die Spannung in der Grundeinheit Volt. Der Parameter MIN setzt den kleinsten zulässigen Wert 0 für die Spannungsbegrenzung, der Parameter MAX setzt den größten zulässigen Wert für die Spannungsbegrenzung.

Der <max> bzw. MAX-Wert ist aus den technischen Daten ersichtlich.

|                      |                                      |
|----------------------|--------------------------------------|
| <i>Syntax</i>        | VOLTage:PROTction[:LEVel] <NRf>      |
| <i>Parameter</i>     | 0 ... <max> MIN MAX                  |
| <i>Einheit</i>       | V MV                                 |
| <i>Beispiel</i>      | VOLT:PROT 1.65                       |
| <i>Abfragesyntax</i> | VOLTage:PROTction[:LEVel]? [MIN MAX] |

|                     |                                        |
|---------------------|----------------------------------------|
| <i>Example</i>      | VOLT 45.6                              |
| <i>Query Syntax</i> | VOLTage[:LEVel][:IMMediate]? [MIN MAX] |
| <i>Return Value</i> | <NR3>                                  |
| <i>Reset Value</i>  | <max> value                            |

**VOLTage:TRIGgered**

This command sets the trigger value for the regulated input voltage in voltage operating mode.

The numeric parameter specifies the voltage in the base unit volts. The parameter MIN sets the lowest admissible value for the voltage, the parameter MAX sets the highest admissible value for the voltage.

The <max> value is specified in the technical data.

|                     |                                      |
|---------------------|--------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | VOLTage[:LEVel]:TRIGgered <NRf>      |
| <i>Parameter</i>    | 0 ... <max> MIN MAX                  |
| <i>Unit</i>         | V MV                                 |
| <i>Example</i>      | VOLT:TRIG 1.08E1                     |
| <i>Query Syntax</i> | VOLTage[:LEVel]:TRIGgered? [MIN MAX] |
| <i>Return Value</i> | <NR3>                                |
| <i>Reset Value</i>  | undefined                            |

**VOLTage:PROTction**

This command sets the setting value for the undervoltage protection independent of the regulation mode.

The numeric parameter specifies the voltage in the base unit volts. The parameter MIN sets the lowest admissible value 0 for the voltage protection, the parameter MAX sets the highest admissible value for the voltage protection.

The <max>/MAX value is specified in the technical data.

|                     |                                      |
|---------------------|--------------------------------------|
| <i>Syntax</i>       | VOLTage:PROTction[:LEVel] <NRf>      |
| <i>Parameter</i>    | 0 ... <max> MIN MAX                  |
| <i>Unit</i>         | V MV                                 |
| <i>Example</i>      | VOLT:PROT 1.65                       |
| <i>Query Syntax</i> | VOLTage:PROTction[:LEVel]? [MIN MAX] |



*Rückgabewert* <NR3>  
*Reset-Wert* Vmin

### VOLTage:PROTection:REGulation

Dieser Befehl setzt das Verhalten der elektronischen Last bei Erreichen oder Über-/Unterschreiten des Sollwertes für den Unterspannungsschutz.

Der Parameter darf einen der folgenden Werte annehmen:

ON: Die elektronische Last regelt den Eingangsstrom zur Erhaltung der Eingangsspannung.

OFF: Die elektronische Last schaltet den Eingangsstrom bei Überschreiten des Grenzwertes an, bei Unterschreiten des Grenzwertes aus.

*Syntax* VOLTage:PROTection:REGulation[:STATe]  
 <boolean>  
*Parameter* 0|OFF|1|ON  
*Beispiel* VOLT:PROT:REG OFF  
*Abfragesyntax* VOLTage:PROTection:REGulation[:STATe]?  
*Rückgabewert* 0|1  
*Reset-Wert* ON

*Return Value* <NR3>  
*Reset Value* Vmin

### VOLTage:PROTection:REGulation

This command defines the electronic load's behavior when reaching or exceeding/undershooting the setting value for the undervoltage protection.

The parameter may have one of the following values:

ON: The electronic load will regulate the current to keep the input voltage.

OFF: If the input voltage falls below the voltage protection value the electronic load will switch the current off, if the input voltage exceeds the voltage protection value it switches the current on.

*Syntax* VOLTage:PROTection:REGulation[:STATe]  
 <boolean>  
*Parameter* 0|OFF|1|ON  
*Example* VOLT:PROT:REG OFF  
*Query Syntax* VOLTage:PROTection:REGulation[:STATe]?  
*Return Value* 0|1  
*Reset Value* ON

## 5.11 Befehlsübersicht für die 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?   |           | Identifikations-String lesen                          |
| *OPC    |           | Operation Complete Bit setzen                         |
| *OPC?   |           | Operation Complete Bit abfragen                       |
| *OPT?   |           | Options-String 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    |           | Trigger-Ereignis erzeugen                             |
| *TST?   |           | Selbsttest durchführen und Ergebnis abfragen          |
| *WAI    |           | Warten bis alle Kommandos ausgeführt sind             |

## 5.11 Common Commands Overview

| Command | Parameter | Description                                         |
|---------|-----------|-----------------------------------------------------|
| *CLS    |           | Clear status                                        |
| *ESE    | <NRf>     | Set value of Standard Event Status Enable Register  |
| *ESE?   |           | Read value of Standard Event Status Enable Register |
| *ESR?   |           | Read value of Standard Event Status Register        |
| *IDN?   |           | Read identification string                          |
| *OPC    |           | Set Operation Complete Event Bit                    |
| *OPC?   |           | Query Operation Complete Bit                        |
| *OPT?   |           | Read option string                                  |
| *RCL    | <NRf>     | Recall device settings                              |
| *RST    |           | Reset device settings                               |
| *SAV    | <NRf>     | Save device settings                                |
| *SRE    | <NRf>     | Set value of Service Request Enable Register        |
| *SRE?   |           | Read value of Service Request Enable Register       |
| *STB?   |           | Read Status Byte                                    |
| *TRG    |           | Generate trigger event                              |
| *TST?   |           | Execute selftest and query result                   |
| *WAI    |           | Wait until all commands have been executed          |

## 5.12 Befehlsübersicht für die gerätespezifischen Befehle

## 5.12 Device-Dependent Commands Overview

| Command       | Parameter     | Einheit/Unit | Beschreibung                                                                                   | Description                                                                  |
|---------------|---------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| ABORt         |               |              | Triggersystem zurücksetzen                                                                     | Reset trigger system                                                         |
| ACQuisition   |               |              |                                                                                                |                                                                              |
| [:STATe]      | <Boolean>     |              | Aktivierungszustand für die Messdatenerfassung setzen                                          | Set activation state of the data acquisition function                        |
| [:STATe]?     |               |              | Aktivierungszustand für die Messdatenerfassung abfragen                                        | Query activation state of the data acquisition function                      |
| :STIMe        | <NRf> MIN MAX | [S MS]       | Abtastintervall setzen                                                                         | Set sample time for data acquisition                                         |
| :STIMe?       | [MIN MAX]     |              | Abtastintervall abfragen                                                                       | Query sample time for data acquisition                                       |
| :TRIGger      |               |              |                                                                                                |                                                                              |
| :ENABLE       | <Boolean>     |              | Aktivierungszustand für die Trigger-Auswertung zum Starten/Stoppen der Datenerfassung setzen   | Set activation state for trigger processing to start/stop data acquisition   |
| :ENABLE?      |               |              | Aktivierungszustand für die Trigger-Auswertung zum Starten/Stoppen der Datenerfassung abfragen | Query activation state for trigger processing to start/stop data acquisition |
| CURRent       |               |              |                                                                                                |                                                                              |
| [:LEVel]      |               |              |                                                                                                |                                                                              |
| [:IMMediate]  | <NRf> MIN MAX | [A MA KA]    | Sollwert für Laststrom setzen                                                                  | Set setting value of input current                                           |
| [:IMMediate]? | [MIN MAX]     |              | Sollwert für Laststrom abfragen                                                                | Query setting value of input current                                         |
| :TRIGgered    | <NRf> MIN MAX | [A MA KA]    | Getriggerten Sollwert für Laststrom setzen                                                     | Set triggered setting value of input current                                 |
| :TRIGgered?   | [MIN MAX]     |              | Getriggerten Sollwert für Laststrom abfragen                                                   | Query triggered setting value of input current                               |
| :PROTection   |               |              |                                                                                                |                                                                              |
| [:LEVel]      | <NRf> MIN MAX |              | Wert für Strombegrenzung setzen                                                                | Set setting value of current protection                                      |
| [:LEVel]?     | [MIN MAX]     |              | Wert für Strombegrenzung abfragen                                                              | Query setting value of current protection                                    |
| DATA          |               |              |                                                                                                |                                                                              |
| :DELeTe       |               |              | Alle gepufferten Messdatensätze löschen                                                        | Delete all buffered data points                                              |
| :POINts?      |               |              | Anzahl der gepufferten Messdatensätze abfragen                                                 | Query number of buffered data points                                         |
| :REMOve?      | <NRf>         |              | Messdatensätze auslesen                                                                        | Read data points                                                             |
| DISPlay       |               |              |                                                                                                |                                                                              |
| :TEXT         | <string>      |              | Spezifizierte Zeichenkette an der Benutzerschnittstelle anzeigen                               | Display specified string at user interface                                   |
| :TEXT?        |               |              | An Benutzerschnittstelle angezeigte Zeichenkette abfragen                                      | Read string displayed at user interface                                      |
| FORMat        |               |              |                                                                                                |                                                                              |
| [:DATA]       | ASCIi,<NRf>   |              | Datenformat für abgefragte <NRf>-Werte setzen                                                  | Set data format of queried <NRf> values                                      |
| [:DATA]?      |               |              | Datenformat für abgefragte <NRf>-Werte abfragen                                                | Query data format of queried <NRf> values                                    |

|             |                                               |  |                                                                                          |                                                                                |
|-------------|-----------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| :SREGister  | ASCIi HEXadecimal OCTal                       |  | Datenformat für abgefragte Statusregister-Werte setzen                                   | Set data format of queried status register values                              |
| :SREGister? |                                               |  | Datenformat für abgefragte Statusregister-Werte abfragen                                 | Query data format of queried status register values                            |
| FUNCTION    |                                               |  |                                                                                          |                                                                                |
| DISCharge   |                                               |  |                                                                                          |                                                                                |
| [:STATe]    | <Boolean>                                     |  | Aktivierungszustand der Entladefunktion setzen                                           | Set activation state of discharge function                                     |
| [:STATe]?   |                                               |  | Aktivierungszustand der Entladefunktion abfragen                                         | Query activation state of discharge function                                   |
| :CHARge?    |                                               |  | Ladungsmenge seit Aktivierung der Entlade-funktion abfragen                              | Query charge since discharge function activation                               |
| :ENERgy?    |                                               |  | Energiemenge seit Aktivierung der Entlade-funktion abfragen                              | Query energy since discharge function activation                               |
| :STOP       |                                               |  |                                                                                          |                                                                                |
| :CHARge     | <NRf> MIN MAX                                 |  | Ladungsmenge setzen, bei der die Entladefunktion deaktiviert wird                        | Set charge amount for discharge function deactivation                          |
| :CHARge?    | MIN MAX                                       |  | Ladungsmenge abfragen, bei der die Entladefunktion deaktiviert wird                      | Query charge amount for discharge function deactivation                        |
| :CURRent    |                                               |  | Stromstärke setzen, bei der die Entladefunktion deaktiviert wird                         | Set current value for discharge function deactivation                          |
| [:LEVe]     | <NRf> MIN MAX                                 |  | Stromstärke abfragen, bei der die Entladefunktion deaktiviert wird                       | Query current value for discharge function deactivation                        |
| :ENABle     | CHARge CURRent ENERgy TIME VOLTage, <Boolean> |  | Freigabezustand für das spezifizierte Ereignis zum Beenden der Entlade-Funktion setzen   | Set enable state for the specified event for discharge function deactivation   |
| :ENABle?    | CHARge CURRent ENERgy TIME VOLTage            |  | Freigabezustand für das spezifizierte Ereignis zum Beenden der Entlade-Funktion abfragen | Query enable state for the specified event for discharge function deactivation |
| :ENERgy     | <NRf> MIN MAX                                 |  | Energiemenge setzen, bei der die Entladefunktion deaktiviert wird                        | Set energy amount for discharge function deactivation                          |
| :ENERgy?    | MIN MAX                                       |  | Energiemenge abfragen, bei der die Entlade-funktion deaktiviert wird                     | Query energy amount for discharge function deactivation                        |
| :EVENT?     | MIN MAX                                       |  | Ereignis abfragen, durch das die Entladefunktion zuletzt beendet wurde                   | Query event which stopped the discharge function                               |
| :TIME       | <NRf> MIN MAX                                 |  | Zeitdauer setzen, bei der die Entladefunktion deaktiviert wird                           | Set duration for discharge function deactivation                               |
| :TIME?      | MIN MAX                                       |  | Zeitdauer abfragen, bei der die Entladefunktion deaktiviert wird                         | Query duration for discharge function deactivation                             |
| :VOLTage    | <NRf> MIN MAX                                 |  | Spannungswert setzen, bei der die Entlade-funktion deaktiviert wird                      | Set voltage value for discharge function deactivation                          |
| :VOLTage?   | MIN MAX                                       |  | Spannungswert abfragen, bei dem die Entlade-funktion deaktiviert wird                    | Query voltage value for discharge function deactivation                        |

|              |                                  |           |                                                                               |                                                                        |
|--------------|----------------------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| :TIME?       |                                  |           | Zeitdauer abfragen, die seit Aktivierung der Entlade-Funktion verstrichen ist | Query duration since discharge function activation                     |
| :MEASure     |                                  |           |                                                                               |                                                                        |
| :IRESistance |                                  |           |                                                                               |                                                                        |
| [:STATe]     | <Boolean>                        |           | Aktivierungszustand für Innenwiderstandsmessung setzen                        | Set activation state for internal resistance measurement               |
| [:STATe]?    |                                  |           | Aktivierungszustand für Innenwiderstandsmessung abfragen                      | Query activation state for internal resistance measurement             |
| :CURRent     | <NRf>,<NRf>                      | [A MA KA] | Lastströme für Innenwiderstandsmessung setzen                                 | Set load currents for internal resistance measurement                  |
| :CURRent?    |                                  |           | Lastströme für Innenwiderstandsmessung abfragen                               | Query load currents for internal resistance measurement                |
| :DWELL       | <NRf>,<NRf>                      | [S MS]    | Verweilzeiten der Lastströme für Innenwiderstandsmessung setzen               | Set dwell times of load currents for internal resistance measurement   |
| :DWELL?      |                                  |           | Verweilzeiten der Lastströme für Innenwiderstandsmessung abfragen             | Query dwell times of load currents for internal resistance measurement |
| :RESistance? |                                  |           | Zuletzt ermittelten Innenwiderstand abfragen                                  | Query last determined internal resistance                              |
| :TIME?       |                                  |           | Verstrichene Zeit zur Innenwiderstandsmessung abfragen                        | Query elapsed time for internal resistance measurement                 |
| :MODE        | CURRent POWer RESistance VOLTage |           | Sollwert für Grundbetriebsart der Regelung setzen                             | Set setting value for basic operating mode of regulation               |
| :MODE?       |                                  |           | Sollwert für Grundbetriebsart der Regelung abfragen                           | Query setting value for basic operating mode of regulation             |
| :MODulate    |                                  |           |                                                                               |                                                                        |
| [:STATe]     | <Boolean>                        |           | Aktivierungszustand der Modulation setzen                                     | Set activation state of modulation                                     |
| [:STATe]?    | <Boolean>                        |           | Aktivierungszustand der Modulation abfragen                                   | Query activation state of modulation                                   |
| :MODE        | CURRent VOLTage                  |           | Betriebsart der Regelung für die Modulation setzen                            | Set operating mode of regulation for modulation                        |
| :MODE?       |                                  |           | Betriebsart der Regelung für die Modulation abfragen                          | Query operating mode of regulation for modulation                      |
| :WAVEform    |                                  |           |                                                                               |                                                                        |
| :AMPLitude   | <NRf> MIN MAX                    |           | Amplitude für die Modulation setzen                                           | Set amplitude for modulation                                           |
| :AMPLitude?  | MIN MAX                          |           | Amplitude für die Modulation abfragen                                         | Query amplitude for modulation                                         |
| :FREQuency   | <NRf> MIN MAX                    |           | Frequenz für die Modulation setzen                                            | Set frequency for modulation                                           |
| :FREQuency?  | MIN MAX                          |           | Frequenz für die Modulation abfragen                                          | Query frequency for modulation                                         |
| :TYPE        | SINE SQUare TRIangle             |           | Signalform für die Modulation setzen                                          | Set signal form for modulation                                         |
| :TYPE?       |                                  |           | Signalform für die Modulation abfragen                                        | Query signal form for modulation                                       |
| :MPPT        |                                  |           |                                                                               |                                                                        |
| [:STATe]     | <Boolean>                        |           | Aktivierungszustand für MPPT-Funktion setzen                                  | Set activation state of MPPT function                                  |
| [:STATe]?    |                                  |           | Aktivierungszustand für MPPT-Funktion abfragen                                | Query activation state of MPPT function                                |

|              |                  |        |                                                                                     |                                                                         |
|--------------|------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| :ENERgy?     |                  |        | Durch MPPT-Funktion aufkumulierte Energie abfragen                                  | Query energy accumulated by MPPT function                               |
| :MPP?        |                  |        | Letzten, durch MPPT-Funktion gefundenen Maximum Power Point (MPP) abfragen          | Query latest Maximum Power Point (MPP) found by MPP tracking function   |
| :SWEep       |                  |        |                                                                                     |                                                                         |
| [:IMMediate] |                  |        | MPPT-Sweep sofort ausführen                                                         | MPPT Sweep immediately                                                  |
| :DATA        |                  |        |                                                                                     |                                                                         |
| :POINTS?     | MIN MAX          |        | Anzahl der Messdatenpunkte des letzten Sweeps abfragen                              | Query number of measurement points of latest sweep                      |
| :DATA?       |                  |        | Messdatenpunkte der zuletzt aufgenommenen Sweep-Kurve abfragen                      | Query measurement points of latest swept characteristic                 |
| :DIRection   |                  |        | Sweep-Richtung setzen                                                               | Set sweep direction                                                     |
| :DIRection?  |                  |        | Sweep-Richtung abfragen                                                             | Query sweep direction                                                   |
| :PERiod      | <NRF> MIN MAX    | [S MS] | Sweep-Periode setzen                                                                | Set sweep period                                                        |
| :PERiod?     |                  |        | Sweep-Periode abfragen                                                              | Query sweep period                                                      |
| :TIME        | <NRF> MIN MAX    | [S MS] | Sweep-Dauer setzen                                                                  | Set sweep time                                                          |
| :TIME?       |                  |        | Sweep-Dauer abfragen                                                                | Query sweep time                                                        |
| :TIME?       |                  |        | Zeitdauer abfragen, die seit Aktivierung der MPPT-Funktion verstrichen ist.         | Query execution time since activation of MPPT function                  |
| :SPEed       | SLOW MEDIum FAST |        | Regelgeschwindigkeit setzen                                                         | Set regulation speed                                                    |
| :SPEed?      |                  |        | Regelgeschwindigkeit abfragen                                                       | Query regulation speed                                                  |
| :ZVOLTage    |                  |        |                                                                                     |                                                                         |
| [:ENABle]    | <Boolean>        |        | Aktivierungszustand einer externen Null-Volt-Einheit setzen                         | Set activation state of an external zero volt unit                      |
| [:ENABle]?   |                  |        | Aktivierungszustand einer externen Null-Volt-Einheit abfragen                       | Query activation state of an external zero volt unit                    |
| INITiate     |                  |        |                                                                                     |                                                                         |
| [:IMMediate] |                  |        | Triggersystem initialisieren                                                        | Initialize trigger system                                               |
| :CONTInuous  | <Boolean>        |        | Aktivierungszustand zum kontinuierlichen Initialisieren des Triggersystems setzen   | Set activation state for continuously initializing the trigger system   |
| :CONTInuous? |                  |        | Aktivierungszustand zum kontinuierlichen Initialisieren des Triggersystems abfragen | Query activation state for continuously initializing the trigger system |
| INPut        |                  |        |                                                                                     |                                                                         |
| [:STATe]     | <Boolean>        |        | Sollwert für Aktivierungszustand des Lasteingangs setzen                            | Set setting value for activation state of load input                    |
| [:STATe]?    |                  |        | Sollwert für Aktivierungszustand des Lasteingangs abfragen                          | Query setting value for activation state of load input                  |
| :TRIGgered   | <Boolean>        |        | Sollwert für getriggerten Aktivierungszustand des Lasteingangs setzen               | Set triggered setting value for activation state of load input          |

|              |                            |           |                                                                                    |                                                                            |
|--------------|----------------------------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| :TRIGgered?  |                            |           | Sollwert für getriggerten Aktivierungszustand des Lasteingangs abfragen            | Query triggered setting value for activation state of load input           |
| :WDOG        |                            |           |                                                                                    |                                                                            |
| [:STATe]     | <Boolean>                  |           | Aktivierungszustand des Watchdogs setzen                                           | Set activation state of watchdog                                           |
| [:STATe]?    |                            |           | Aktivierungszustand des Watchdogs abfragen                                         | Query activation state of watchdog                                         |
| :DELay       | <NRf> MIN MAX              |           | Verzögerungszeit des Watchdogs setzen                                              | Set watchdog delay                                                         |
| :DELay?      | [MIN MAX]                  |           | Verzögerungszeit des Watchdogs abfragen                                            | Query watchdog delay                                                       |
| :RESet       |                            |           | Watchdog zurücksetzen                                                              | Reset watchdog                                                             |
| LIST         |                            |           |                                                                                    |                                                                            |
| [:STATe]     | <Boolean>                  |           | Aktivierungszustand für die Ausführung einer Liste setzen                          | Set activation state of list execution                                     |
| [:STATe]?    |                            |           | Aktivierungszustand für die Ausführung einer Liste abfragen                        | Query activation state of list execution                                   |
| :ACQuisition |                            |           |                                                                                    |                                                                            |
| [:ENABle]    | <Boolean>                  |           | Aktivierungszustand für die Messdatenerfassung beim Ausführen einer Liste setzen   | Set activation state for data acquisition during list execution            |
| [:ENABle]?   |                            |           | Aktivierungszustand für die Messdatenerfassung beim Ausführen einer Liste abfragen | Query activation state for data acquisition during list execution          |
| :COUNt       | <NRf> MIN MAX              |           | Anzahl der Listendurchläufe setzen                                                 | Set number of list iterations                                              |
| :COUNt?      |                            |           | Anzahl der Listendurchläufe abfragen                                               | Query number of list iterations                                            |
| :CURRent     |                            |           |                                                                                    |                                                                            |
| [:LEVeL]     | <NRf>{,<NRf>}              | [A MA KA] | Sollwerte in der Liste für den geregelten Eingangsstrom setzen                     | Set setting values in the list for the regulated input current             |
| [:LEVeL]?    |                            |           | Sollwerte in der Liste für den geregelten Eingangsstrom abfragen                   | Query setting values in the list for the regulated input current           |
| :POINts?     | [MIN MAX]                  |           | Anzahl der Sollwerte in der Liste für den geregelten Eingangsstrom abfragen        | Query number of setting values in the list for the regulated input current |
| :DWELL       | <NRf>{,<NRf>}              | [S MS]    | Sollwerte in der Liste für die Verweilzeit setzen                                  | Set setting values in the list for dwell times                             |
| :DWELL?      |                            |           | Sollwerte in der Liste für die Verweilzeit abfragen                                | Query setting values in the list for dwell times                           |
| :POINts?     | [MIN MAX]                  |           | Anzahl der Sollwerte in der Liste für die Verweilzeit abfragen                     | Query number of setting values in the list for dwell times                 |
| :MODE        | CURRent RESistance VOLTage |           | Betriebsart der Regelung für die Ausführung der Liste setzen                       | Set regulation mode for list execution                                     |
| :MODE?       |                            |           | Betriebsart der Regelung für die Ausführung der Liste abfragen                     | Query regulation mode for list execution                                   |
| :POINts?     |                            |           | Anzahl der ausgeführten Listenelemente seit Aktivierung der Liste abfragen         | Query number of executed list points since list activation                 |
| :POWeR       |                            |           |                                                                                    |                                                                            |
| [:LEVeL]     | <NRf>{,<NRf>}              | [W MW KW] | Sollwerte in der Liste für die geregelte Eingangsleistung setzen                   | Set setting values in the list for the regulated input power               |

|             |               |            |                                                                                       |                                                                                |
|-------------|---------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| [:LEVel]?   |               |            | Sollwerte in der Liste für die geregelte Eingangsleistung abfragen                    | Query setting values in the list for the regulated input power                 |
| :POINTs?    | [MIN MAX]     |            | Anzahl der Sollwerte in der Liste für die geregelte Eingangsleistung abfragen         | Query number of setting values in the list for the regulated input power       |
| :RESistance |               |            |                                                                                       |                                                                                |
| [:LEVel]    | <NRf>{,<NRf>} | [OHM KOHM] | Sollwerte in der Liste für den geregelten Eingangswiderstand setzen                   | Set setting values in the list for the regulated input resistance              |
| [:LEVel]?   |               |            | Sollwerte in der Liste für den geregelten Eingangswiderstand abfragen                 | Query setting values in the list for the regulated input resistance            |
| :POINTs?    | [MIN MAX]     |            | Anzahl der Sollwerte in der Liste für den geregelten Eingangswiderstand abfragen      | Query number of setting values in the list for the regulated input resistance  |
| :RTIME      | <NRf>{,<NRf>} | [S MS]     | Sollwerte in der Liste für die Rampenzeit setzen                                      | Set setting values in the list for ramp times                                  |
| :RTIME?     |               |            | Sollwerte in der Liste für die Rampenzeit abfragen                                    | Query setting values in the list for ramp times                                |
| :POINTs?    | [MIN MAX]     |            | Anzahl der Sollwerte in der Liste für die Rampenzeit abfragen                         | Query number of setting values in the list for ramp times                      |
| :STIME      |               |            |                                                                                       |                                                                                |
| :DWELL      | <NRf>{,<NRf>} | [S MS]     | Sollwerte in der Liste für Abtastzeiten während den Verweilzeiten setzen              | Set setting values in the list for sample times during dwell times             |
| :DWELL?     |               |            | Sollwerte in der Liste für Abtastzeiten während den Verweilzeiten abfragen            | Query setting values in the list for sample times during dwell times           |
| :POINTs?    | [MIN MAX]     |            | Anzahl der Sollwerte in der Liste für Abtastzeiten während den Verweilzeiten abfragen | Query number of setting values in the list for sample times during dwell times |
| :RTIME      | <NRf>{,<NRf>} | [S MS]     | Sollwerte in der Liste für Abtastzeiten während den Rampenzeiten setzen               | Set setting values in the list for sample times during ramp times              |
| :RTIME?     |               |            | Sollwerte in der Liste für Abtastzeiten während den Rampenzeiten abfragen             | Query setting values in the list for sample times during ramp times            |
| :POINTs?    | [MIN MAX]     |            | Anzahl der Sollwerte in der Liste für Abtastzeiten während den Rampenzeiten abfragen  | Query number of setting values in the list for sample times during ramp times  |
| :TIME?      |               |            | Zeitdauer abfragen, die seit Aktivierung der Liste verstrichen ist                    | Query execution time since list activation                                     |
| :TRIGger    |               |            |                                                                                       |                                                                                |
| [:ENABle]   | <Boolean>     |            | Aktivierungszustand zum Triggern der Listenausführung setzen                          | Set activation status of triggering the list processing                        |
| [:ENABle]?  |               |            | Aktivierungszustand zum Triggern der Listenausführung abfragen                        | Query activation status of triggering the list processing                      |
| :VOLTage    |               |            |                                                                                       |                                                                                |
| [:LEVel]    | <NRf>{,<NRf>} | [V MV]     | Sollwerte in der Liste für die geregelte Eingangsspannung setzen                      | Set setting values in the list for the regulated input voltage                 |
| [:LEVel]?   |               |            | Sollwerte in der Liste für die geregelte Eingangsspannung abfragen                    | Query setting values in the list for the regulated input voltage               |



|               |                            |           |                                                                                         |                                                                            |
|---------------|----------------------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| :POINts?      | [MIN MAX]                  |           | Anzahl der Sollwerte in der Liste für die geregelte Eingangsspannung abfragen           | Query number of setting values in the list for the regulated input voltage |
| MEASure       |                            |           |                                                                                         |                                                                            |
| :CURRent?     |                            |           | Strommesswert abfragen                                                                  | Query current measurement value                                            |
| :POWer?       |                            |           | Leistungsmesswert abfragen                                                              | Query power measurement value                                              |
| :RESistance?  |                            |           | Widerstandsmesswert abfragen                                                            | Query resistance measurement value                                         |
| :TEMPerature? |                            |           | Temperaturmesswert abfragen                                                             | Query temperature measurement value                                        |
| :VOLTage?     |                            |           | Spannungsmesswert abfragen                                                              | Query voltage measurement value                                            |
| PORT          |                            |           |                                                                                         |                                                                            |
| :IO           |                            |           |                                                                                         |                                                                            |
| :IPIN?        | <NRf>                      |           | Logischen Zustand des spezifizierten digitalen Eingangspins am I/O-Port abfragen        | Query logic state of specified digital input pin at I/O port               |
| :OPIN         | <NRf>,<Boolean>            |           | Logischen Zustand des spezifizierten digitalen Ausgangspins am I/O-Port setzen          | Set logic state of specified digital output pin at I/O port                |
| :OPIN?        | <NRf>                      |           | Logischen Zustand des spezifizierten digitalen Ausgangspins am I/O-Port abfragen        | Query logic state of specified digital output pin at I/O port              |
| POWer         |                            |           |                                                                                         |                                                                            |
| [:LEVel]      |                            |           |                                                                                         |                                                                            |
| [:IMMediate]  | <NRf> MIN MAX              | [W MW KW] | Sollwert für Leistung setzen                                                            | Set setting value for power                                                |
| [:IMMediate]? | [MIN MAX]                  |           | Sollwert für Leistung abfragen                                                          | Query setting value for power                                              |
| :TRIGgered    | <NRf> MIN MAX              | [W MW KW] | Getriggerten Sollwert für Leistung setzen                                               | Set triggered setting value for power                                      |
| :TRIGgered?   | [MIN MAX]                  |           | Getriggerten Sollwert für Leistung abfragen                                             | Query triggered setting value for power                                    |
| RECTangle     |                            |           |                                                                                         |                                                                            |
| [:STATe]      | <Boolean>                  |           | Aktivierungszustand für die Ausführung der Rechteckfunktion setzen                      | Set activation state for the rectangular function                          |
| [:STATe]?     |                            |           | Aktivierungszustand für die Ausführung der Rechteckfunktion abfragen                    | Query activation state for the rectangular function                        |
| :CURRent      |                            |           |                                                                                         |                                                                            |
| [:LEVel]      | <NRf>,<NRf>                |           | Sollwerte für den Eingangsstrom während den Verweilzeiten der Rechteckfunktion setzen   | Set current settings for the dwell times of the rectangular function       |
| [:LEVel]?     |                            |           | Sollwerte für den Eingangsstrom während den Verweilzeiten der Rechteckfunktion abfragen | Query current settings for the dwell times of the rectangular function     |
| :DWELL        | <NRf>,<NRf>                |           | Sollwerte für die Verweilzeiten der Rechteckfunktion setzen                             | Set dwell time settings for the rectangular function                       |
| :DWELL?       |                            |           | Sollwerte für die Verweilzeiten der Rechteckfunktion abfragen                           | Query dwell time settings for the rectangular function                     |
| :MODE         | CURRent RESistance VOLTage |           | Betriebsart der Regelung für die Ausführung der Rechteckfunktion setzen                 | Set regulation mode for rectangular function execution                     |
| :MODE?        |                            |           | Betriebsart der Regelung für die Ausführung der Rechteckfunktion abfragen               | Query regulation mode for rectangular function execution                   |

|               |                     |            |                                                                                      |                                                                          |
|---------------|---------------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| :RESistance   |                     |            |                                                                                      |                                                                          |
| [:LEVel]      | <NRf>,<NRf>         |            | Sollwerte für den Widerstand während den Verweilzeiten der Rechteckfunktion setzen   | Set resistance settings for the dwell times of the rectangular function  |
| [:LEVel]?     |                     |            | Sollwerte für den Widerstand während den Verweilzeiten der Rechteckfunktion abfragen | Query resistanc settings for the dwell times of the rectangular function |
| VOLTage       |                     |            |                                                                                      |                                                                          |
| [:LEVel]      | <NRf>,<NRf>         |            | Sollwerte für die Spannung während den Verweilzeiten der Rechteckfunktion setzen     | Set voltage settings for the dwell times of the rectangular function     |
| [:LEVel]?     |                     |            | Sollwerte für die Spannung während den Verweilzeiten der Rechteckfunktion abfragen   | Query voltage settings for the dwell times of the rectangular function   |
| RESistance    |                     |            |                                                                                      |                                                                          |
| [:LEVel]      |                     |            |                                                                                      |                                                                          |
| [:IMMediate]  | <NRf> MIN MAX       | [OHM KOHM] | Sollwert für Widerstand setzen                                                       | Set setting value for resistance                                         |
| [:IMMediate]? | [MIN MAX]           |            | Sollwert für Widerstand abfragen                                                     | Query setting value for resistance                                       |
| :TRIGgered    | <NRf> MIN MAX       | [OHM KOHM] | Getriggerten Sollwert für Widerstand setzen                                          | Set triggered setting value for resistance                               |
| :TRIGgered?   | [MIN MAX]           |            | Getriggerten Sollwert für Widerstand abfragen                                        | Query triggered setting value for resistance                             |
| SERVice       |                     |            |                                                                                      |                                                                          |
| :CALibration  |                     |            |                                                                                      |                                                                          |
| [:STATe]      | <Boolean>[,<Code>]  |            | Aktivierungszustand für Kalibriermodus setzen                                        | Set activation state for calibration mode                                |
| [:STATe]?     |                     |            | Aktivierungszustand für Kalibriermodus abfragen                                      | Query activation state for calibration mode                              |
| :LEVel        |                     |            |                                                                                      |                                                                          |
| [:REFerence]  |                     |            |                                                                                      |                                                                          |
| :HIGH         | CURR RES VOLT,<NRf> |            | Referenzwert der oberen Stützstelle zur Justierung einer Regelgröße setzen           | Set reference value of upper point for adjusting regulated level         |
| :LOW          | CURR RES VOLT,<NRf> |            | Referenzwert der unteren Stützstelle zur Justierung einer Regelgröße setzen          | Set reference value of lower point for adjusting regulated level         |
| :SElect       | A B                 |            | Zu justierenden Stellpfad setzen                                                     | Set setting path to adjust                                               |
| :SElect?      |                     |            | Zu justierenden Stellpfad abfragen                                                   | Query setting path to adjust                                             |
| :MEASure      |                     |            |                                                                                      |                                                                          |
| [:REFerence]  |                     |            |                                                                                      |                                                                          |
| :HIGH         | CURR VOLT,<NRf>     |            | Referenzwert der oberen Stützstelle zur Justierung einer Messgröße setzen            | Set reference value of upper point for adjusting measurement level       |
| :LOW          | CURR VOLT,<NRf>     |            | Referenzwert der unteren Stützstelle zur Justierung einer Messgröße setzen           | Set reference value of lower point for adjusting measurement level       |
| :PROTection   |                     |            |                                                                                      |                                                                          |
| [:REFerence]  |                     |            |                                                                                      |                                                                          |
| :HIGH         | CURR VOLT,<NRf>     |            | Referenzwert der oberen Stützstelle zur Justierung einer Begrenzung setzen           | Set reference value of upper point for adjusting protection level        |
| :LOW          | CURR VOLT,<NRf>     |            | Referenzwert der unteren Stützstelle zur Justierung einer Begrenzung setzen          | Set reference value of lower point for adjusting protection level        |

|                |                                          |  |                                                                                      |                                                                     |
|----------------|------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| [:PARAmeter]   |                                          |  |                                                                                      |                                                                     |
| :VALue         | <NRf>,<NRf>                              |  | Parameterwert in Systemspeicher schreiben                                            | Write parameter value to system memory                              |
| :VALue?        | <NRf>                                    |  | Parameterwert von Systemspeicher lesen                                               | Read parameter value from system memory                             |
| SETTing        |                                          |  |                                                                                      |                                                                     |
| :EXTErnal      |                                          |  |                                                                                      |                                                                     |
| [:STATe]       | <Boolean>                                |  | Aktivierungszustand für externe Ansteuerung setzen                                   | Set activation state of external control                            |
| [:STATe]?      |                                          |  | Aktivierungszustand für externe Ansteuerung abfragen                                 | Query activation state of external control                          |
| :ENABle        | INPut MODE ILEVel PLEVel SPEed,<Boolean> |  | Freigabezustand eines externen Steuersignals setzen                                  | Set enable state of an external control signal                      |
| :ENABle?       |                                          |  | Freigabezustand eines externen Steuersignals abfragen                                | Query enable state of an external control signal                    |
| STATus         |                                          |  |                                                                                      |                                                                     |
| :OPERation     |                                          |  |                                                                                      |                                                                     |
| [:EVENT]?      |                                          |  | Operation Status Event Register abfragen                                             | Query Operation Status Event register                               |
| :CONDition?    |                                          |  | Operation Status Condition Register abfragen                                         | Query Operation Status Condition register                           |
| :ENABle        | <NRf>                                    |  | Operation Status Enable Register setzen                                              | Set Operation Status Enable register                                |
| :ENABle?       |                                          |  | Operation Status Enable Register abfragen                                            | Query Operation Status Enable register                              |
| :PRESet        |                                          |  | Status Enable Register auf definierte Werte setzen                                   | Preset Status Enable registers                                      |
| :QUESTionable  |                                          |  |                                                                                      |                                                                     |
| [:EVENT]?      |                                          |  | Questionable Status Event Register abfragen                                          | Query Questionable Status Event register                            |
| :CONDition?    |                                          |  | Questionable Status Condition Register abfragen                                      | Query Questionable Status Condition register                        |
| :ENABle        | <NRf>                                    |  | Questionable Status Enable Register setzen                                           | Set Questionable Status Enable register                             |
| :ENABle?       |                                          |  | Questionable Status Enable Register abfragen                                         | Query Questionable Status Enable register                           |
| SYSTem         |                                          |  |                                                                                      |                                                                     |
| :BEEP          | <NRf> MIN MAX                            |  | Piepser für spezifizierte Zeitdauer aktivieren                                       | Activate buzzer for spezified duration                              |
| :COMMunication |                                          |  |                                                                                      |                                                                     |
| :CAN           |                                          |  |                                                                                      |                                                                     |
| :ADDReSS       | <NRf>                                    |  | Adresse der CAN-Schnittstelle setzen                                                 | Set address of the CAN interface                                    |
| :ADDReSS?      | [MIN MAX]                                |  | Adresse der CAN-Schnittstelle abfragen                                               | Query address of the CAN interface                                  |
| :BAUD          | <NRf>                                    |  | Baudrate der CAN-Schnittstelle setzen                                                | Set baud rate of the CAN interface                                  |
| :BAUD?         | [MIN MAX]                                |  | Baudrate der CAN-Schnittstelle abfragen                                              | Query baud rate of the CAN interface                                |
| :TERMination   |                                          |  |                                                                                      |                                                                     |
| [:STATe]       | <NRf>                                    |  | Aktivierungszustand des Terminierungs-widerstands für die CAN-Schnittstelle setzen   | Set activation state of termination resistor of the CAN interface   |
| [:STATe]?      | [MIN MAX]                                |  | Aktivierungszustand des Terminierungs-widerstands für die CAN-Schnittstelle abfragen | Query activation state of termination resistor of the CAN interface |
| :GPIB          |                                          |  |                                                                                      |                                                                     |

|             |                 |  |                                                                     |                                               |
|-------------|-----------------|--|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| :ADdResS    | <NRf> MIN MAX   |  | Adresse der GPIB-Schnittstelle setzen                               | Set address of the GPIB interface             |
| :ADdResS?   | [MIN MAX]       |  | Adresse der GPIB-Schnittstelle abfragen                             | Query address of the GPIB interface           |
| :LAN        |                 |  |                                                                     |                                               |
| :DHCP       |                 |  |                                                                     |                                               |
| [:STATe]    | <Boolean>       |  | Aktivierungszustand für die Verwendung des DHCP-Protokolls setzen   | Set activation state of using DHCP protocol   |
| [:STATe]?   |                 |  | Aktivierungszustand für die Verwendung des DHCP-Protokolls abfragen | Query activation state of using DHCP protocol |
| :DNS        |                 |  |                                                                     |                                               |
| [:ADdResS]  | <string>        |  | Statische IP-Adresse des DNS-Servers setzen                         | Set static IP address of DNS server           |
| [:ADdResS]? | [ACTual STATic] |  | IP-Adresse des DNS-Servers abfragen                                 | Query IP address of DNS server                |
| :GATeWay    |                 |  |                                                                     |                                               |
| [:ADdResS]  | <string>        |  | Statische IP-Adresse des Gateways setzen                            | Set static IP address of Gateway              |
| [:ADdResS]? | [ACTual STATic] |  | IP-Adresse des Gateways abfragen                                    | Query IP address of Gateway                   |
| :HOSTname?  |                 |  | Hostname der elektronischen Last abfragen                           | Query host name of electronic load            |
| :IP         |                 |  |                                                                     |                                               |
| [:ADdResS]  | <string>        |  | Statische IP-Adresse der LAN-Schnittstelle setzen                   | Set static IP Address of LAN interface        |
| [:ADdResS]? | [ACTual STATic] |  | IP-Adresse der LAN-Schnittstelle abfragen                           | Query IP Address of LAN interface             |
| :MAC        |                 |  |                                                                     |                                               |
| [:ADdResS]? |                 |  | MAC-Adresse der LAN-Schnittstelle abfragen                          | Query MAC Address of LAN interface            |
| :PORT       | <NRf>           |  | TCP-Port-Nummer der LAN-Schnittstelle setzen                        | Set TCP Port number of LAN interface          |
| :PORT?      |                 |  | TCP-Port-Nummer der LAN-Schnittstelle abfragen                      | Query TCP Port number of LAN interface        |
| :SUBNet     |                 |  |                                                                     |                                               |
| [:MASK]     | <string>        |  | Subnet Mask der LAN-Schnittstelle setzen                            | Set Subnet Mask of LAN interface              |
| [:MASK]?    | [ACTual STATic] |  | Subnet Mask der LAN-Schnittstelle abfragen                          | Query Subnet Mask of LAN interface            |
| :SERial     |                 |  |                                                                     |                                               |
| :BAUD       | <NRf> MIN MAX   |  | Baudrate für die RS-232-Schnittstelle setzen                        | Set baud rate of RS-232 interface             |
| :BAUD?      | [MIN MAX]       |  | Baudrate für die RS-232-Schnittstelle abfragen                      | Query baud rate of RS-232 interface           |
| :BITs?      | [MIN MAX]       |  | Anzahl der Datenbits für die RS-232-Schnittstelle abfragen          | Query number of data bits of RS-232 interface |
| :PARity     | EVEN NONE ODD   |  | Parität für die RS-232-Schnittstelle setzen                         | Set Parity of RS-232 interface                |
| :PARity?    |                 |  | Parität für die RS-232-Schnittstelle abfragen                       | Query Parity of RS-232 interface              |
| :SBITs      | <NRf> MIN MAX   |  | Anzahl der Stoppbits für die RS-232-Schnittstelle setzen            | Set number of stop bits of RS-232 interface   |
| :SBITs?     | [MIN MAX]       |  | Anzahl der Stoppbits für die RS-232-Schnittstelle abfragen          | Query number of stop bits of RS-232 interface |
| :VCP        |                 |  |                                                                     |                                               |
| :BAUD       | <NRf> MIN MAX   |  | Baudrate für die USB VCP Schnittstelle setzen                       | Set baud rate of USB VCP interface            |
| :BAUD?      | [MIN MAX]       |  | Baudrate für die USB VCP-Schnittstelle abfragen                     | Query baud rate of USB VCP interface          |

|           |                          |  |                                                                   |                                                             |
|-----------|--------------------------|--|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| :BITS?    | [MIN MAX]                |  | Anzahl der Datenbits für die USB VCP-Schnittstelle abfragen       | Query number of data bits of USB VCP interface              |
| :PARity   | EVEN NONE ODD            |  | Parität für die USB VCP-Schnittstelle setzen                      | Set parity of USB VCP interface                             |
| :PARity?  |                          |  | Parität für die USB VCP-Schnittstelle abfragen                    | Query parity of USB VCP interface                           |
| :SBITs    | <Nrf> MIN MAX            |  | Anzahl der Stoppbits für die USB VCP-Schnittstelle setzen         | Set number of stop bits of USB VCP interface                |
| :SBITs?   | [MIN MAX]                |  | Anzahl der Stoppbits für die USB VCP-Schnittstelle abfragen       | Query number of stop bits of USB VCP interface              |
| :COOLing  |                          |  |                                                                   |                                                             |
| [:MODE]   | AUTO FULL                |  | Modus für die Kühlung der Leistungsendstufe setzen                | Set mode for power stage cooling                            |
| [:MODE]?  |                          |  | Modus für die Kühlung der Leistungsendstufe abfragen              | Query mode for power stage cooling                          |
| :DATE     | <year>,<month>,<day>     |  | Datum setzen                                                      | Set date                                                    |
| :DATE?    |                          |  | Datum abfragen                                                    | Query date                                                  |
| :ERRor    |                          |  |                                                                   |                                                             |
| [:NEXT]?  |                          |  | Nächsten Eintrag aus der Fehlerwarteschlange auslesen             | Read next entry from the error queue                        |
| :ALL?     |                          |  | Alle Einträge aus der Fehlerwarteschlange auslesen                | Read all entries from the error queue                       |
| :COUNT?   |                          |  | Anzahl der Einträge in der Fehlerwarteschlange abfragen           | Query number of entries in the error queue                  |
| :HELP     |                          |  |                                                                   |                                                             |
| :HEADers? |                          |  | Alle SCPI-Befehlsheader abfragen                                  | Query all SCPI command headers                              |
| :KLOCK    | <Boolean>                |  | Aktivierungszustand der Tastensperre setzen                       | Set activation state of the keylock function                |
| :KLOCK?   |                          |  | Aktivierungszustand der Tastensperre abfragen                     | Query activation state of the keylock function              |
| :LOCal    |                          |  | Lokale Bedienung aktivieren                                       | Activate local control                                      |
| :PRESet   |                          |  | Werkseinstellungen setzen                                         | Set factory settings                                        |
| :REMote   |                          |  | Fernsteuerung über eine Datenschnittstelle aktivieren             | Activate remote control by a data interface                 |
| :TIME     | <hour>,<minute>,<second> |  | Uhrzeit setzen                                                    | Set time                                                    |
| :TIME?    |                          |  | Uhrzeit abfragen                                                  | Query time                                                  |
| :UNIT     |                          |  |                                                                   |                                                             |
| :CATalog? |                          |  | Alle im Verbund erkannten Geräte (Systemeinheiten) abfragen       | Query all devices (system units) in the system connection   |
| :COUNT?   | [MIN MAX]                |  | Anzahl der im Verbund erkannten Geräte (Systemeinheiten) abfragen | Query number of determined devices in the system connection |
| :MODE     | SINGLE MASTER SLAVE      |  | Betriebsart des Gerätes im Systemverbund setzen                   | Set system unit mode of device                              |

|               |                                          |        |                                                                |                                                            |
|---------------|------------------------------------------|--------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| :MODE?        |                                          |        | Betriebsart des Gerätes im Systemverbund abfragen              | Query system unit mode of device                           |
| :SLAVe        |                                          |        |                                                                |                                                            |
| :ADDRess      | <NRf>                                    |        | Slave-Adresse des Gerätes setzen                               | Set slave address of device                                |
| :ADDRess?     | [MIN MAX]                                |        | Slave-Adresse des Gerätes abfragen                             | Query slave address of device                              |
| :VERSion?     |                                          |        | Version des kompatiblen SCPI-Standards abfragen                | Query version of compatible SCPI standard                  |
| TRIGger       |                                          |        |                                                                |                                                            |
| [:IMMediate]  |                                          |        | Trigger-Ereignis (unabhängig von Trigger-Quelle) erzeugen      | Generate trigger event (independent of trigger source)     |
| :DELay        | <NRf> MIN MAX                            | [S MS] | Triggervverzögerung setzen                                     | Set trigger delay                                          |
| :DELay?       |                                          |        | Triggervverzögerung abfragen                                   | Query trigger delay                                        |
| :HOLDoff      | <NRf> MIN MAX                            | [S MS] | Triggerfreihaltezeit setzen                                    | Set trigger holdoff time                                   |
| :HOLDoff?     |                                          |        | Triggerfreihaltezeit abfragen                                  | Query trigger holdoff time                                 |
| :LEVel        |                                          |        |                                                                |                                                            |
| :CURRent      | <NRf> MIN MAX                            |        | Stromwert zur Erzeugung eines Trigger-Ereignisses setzen       | Set current value to generate a trigger event              |
| :CURRent?     | [MIN MAX]                                |        | Stromwert zur Erzeugung eines Trigger-Ereignisses abfragen     | Query current value to generate a trigger event            |
| :VOLTage      | <NRf> MIN MAX                            |        | Spannungswert zur Erzeugung eines Trigger-Ereignisses setzen   | Set voltage value to generate a trigger event              |
| :VOLTage?     | [MIN MAX]                                |        | Spannungswert zur Erzeugung eines Trigger-Ereignisses abfragen | Query voltage value to generate a trigger event            |
| :SLOPe        | EITHer POSitive NEGative                 |        | Signalflanke für Trigger-Ereignis am I/O-Port setzen           | Set signal edge for generating trigger event at I/O port   |
| :SLOPe?       |                                          |        | Signalflanke für Trigger-Ereignis am I/O-Port abfragen         | Query signal edge for generating trigger event at I/O port |
| :SOURce       | BUS CURRent EXTernal HOLD MANual VOLTage |        | Quelle für Trigger-Ereignisse setzen                           | Set trigger source                                         |
| :SOURce?      |                                          |        | Quelle für Trigger-Ereignisse abfragen                         | Query trigger source                                       |
| VOLTage       |                                          |        |                                                                |                                                            |
| [:LEVel]      |                                          |        |                                                                |                                                            |
| [:IMMediate]  | <NRf> MIN MAX                            | [V MV] | Sollwert für Spannung setzen                                   | Set setting value for voltage                              |
| [:IMMediate]? | [MIN MAX]                                |        | Sollwert für Spannung abfragen                                 | Query setting value for voltage                            |
| :TRIGgered    | <NRf> MIN MAX                            | [V MV] | Getriggerten Sollwert für Spannung setzen                      | Set triggered setting value for voltage                    |
| :TRIGgered?   | [MIN MAX]                                |        | Getriggerten Sollwert für Spannung abfragen                    | Query triggered setting value for voltage                  |
| :PROTection   |                                          |        |                                                                |                                                            |
| [:LEVel]      | <NRf> MIN MAX                            |        | Sollwert für Unterspannungsschutz setzen                       | Set voltage protection setting value                       |
| [:LEVel]?     | MIN MAX                                  |        | Sollwert für Unterspannungsschutz abfragen                     | Query voltage protection setting value                     |

|             |           |  |                                                                               |                                                                          |
|-------------|-----------|--|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| :REGulation |           |  |                                                                               |                                                                          |
| [:STATe]    | <Boolean> |  | Aktivierungszustand des regelnden Mode des<br>Unterspannungsschutzes setzen   | Set activation state for regulating mode of<br>undervoltage protection   |
| [:STATe]?   |           |  | Aktivierungszustand des regelnden Mode des<br>Unterspannungsschutzes abfragen | Query activation state for regulating mode of<br>undervoltage protection |

## 6 Externe Steuerung über I/O-Port

Für Geräte der Serie TRL gibt es optional einen galvanisch isolierten I/O-Port, über den Einstellungen und Messungen mittels analogen und digitalen Signalen vorgenommen werden können.

Das ist die schnellstmögliche Art der Steuerung. Die Monitorsignale werden in Echtzeit bereitgestellt.

Der I/O-Port ist als 25-polige D-Sub-Buchsenleiste ausgeführt.



Das An- und Abstecken des I/O-Ports ist nur bei ausgeschalteter elektronischer Last erlaubt!

### 6.1 Isolierter I/O-Port (Option TRL06)



Beim isolierten I/O-Port sind alle Eingänge und Ausgänge vom Lasteingang galvanisch getrennt. Die zulässigen Potentiale am isolierten I/O-Port sind in Kapitel 2.3.4 Zulässige Spannungen an den Geräteanschlüssen definiert.

Im Dialog *Main Menu* -> *Tech. Data* ist unter dem Abschnitt *Options* ersichtlich, ob ein isolierter I/O-Port am Gerät vorhanden ist.

Außerdem gibt es dazu den SCPI-Befehl \*OPT? (siehe 5.9.6 \*OPT?).

### 6.2 Steckerbelegung I/O-Port

## 6 External Control via I/O Port

For devices of the TRL series, there is an optional galvanically isolated I/O port available, which can be used to make settings and measurements using analog and digital signals.

This is the fastest possible type of control. The monitor signals are provided in real time.

The connector is carried out as a 25-pin D-Sub female connector.



Connecting and disconnecting the I/O port is only allowed when the electronic load is switched off!

### 6.1 Isolated I/O Port (Option TRL06)

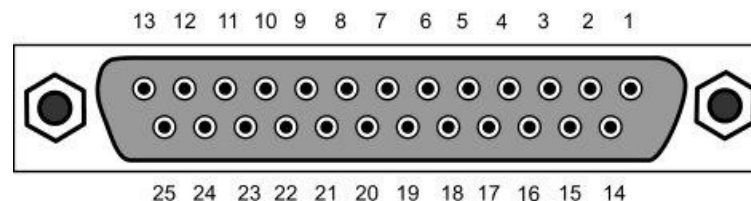


The isolated I/O port provides all inputs and outputs with galvanic isolation from the load input. The admissible potentials at the isolated I/O port are defined in chapter 2.3.4 Permissible Voltages at the Device Terminals.

In the dialog *Main Menu* -> *Tech. Data* you can see under the *Options* section if an isolated I/O port is available at the device.

Furthermore, the SCPI command \*OPT? is available (see 5.9.6 \*OPT?).

### 6.2 Pin Assignment I/O Port





| Pin | Name <sup>1)</sup> | Beschreibung                                               | Dir. <sup>2)</sup> | Pegel <sup>3)</sup> |
|-----|--------------------|------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------|
| 1   | GND A              | GND für analoge Signale                                    |                    |                     |
| 2   | n.u.               | Keine Funktion.<br>Nicht anschließen!                      |                    |                     |
| 3   | 10V_LEVEL-         | Negativer Steuereingang für Sollwerteinstellung 0 ... 10 V | E                  | 10 V                |
| 4   | 5V_LEVEL-          | Negativer Steuereingang für Sollwerteinstellung 0 ... 5 V  | E                  | 5 V                 |
| 5   | /STAT_INP_ON       | Aktivierungsstatus des Lasteingangs                        | A                  | Logik               |
| 6   | PROT_C+            | Positiver Steuereingang für Strombegrenzung 0 ... 10 V     | E                  | 10 V                |
| 7   | PROG_IN            | Abfragbarer Logikeingang                                   | E                  | Logik               |
| 8   | MODE_CURR          | Steuereingang für die Betriebsart der Regelung             | E                  | Logik               |
| 9   | /INP_ON            | Steuereingang für Lasteingang                              | E                  | Logik               |
| 10  | SPEED_FAST         | Steuereingang für Regelgeschwindigkeit                     | E                  | Logik               |
| 11  | RSD                | Remote Shut-Down                                           | E                  | Logik               |
| 12  | /TRIG_OUT          | Trigger-Ausgang                                            | A                  | Logik               |
| 13  | /STAT_OL           | Status für Überlast                                        | A                  | Logik               |
| 14  | VMON               | Monitorsignal für Spannung am Lasteingang                  | A                  | ±10 V               |
| 15  | IMON               | Monitorsignal für Strom durch Lasteingang                  | A                  | ±10 V               |
| 16  | 10V_LEVEL+         | Positiver Steuereingang für Sollwerteinstellung 0 ... 10 V | E                  | 10 V                |

| Pin | Name <sup>1)</sup> | Description                                              | Dir. <sup>2)</sup> | Level <sup>3)</sup> |
|-----|--------------------|----------------------------------------------------------|--------------------|---------------------|
| 1   | GND A              | GND für analog signals                                   |                    |                     |
| 2   | n.u.               | Not used. Do not connect!                                |                    |                     |
| 3   | 10V_LEVEL-         | Negative control input for setting 0 ... 10 V            | I                  | 10 V                |
| 4   | 5V_LEVEL-          | Negative control input for setting 0 ... 5 V             | I                  | 5 V                 |
| 5   | /STAT_INP_ON       | Activation status of load input                          | O                  | Logic               |
| 6   | PROT_C+            | Positive control input for current protection 0 ... 10 V | I                  | 10 V                |
| 7   | PROG_IN            | Readable logic input                                     | I                  | Logic               |
| 8   | MODE_CURR          | Control signal for regulation mode                       | I                  | Logic               |
| 9   | /INP_ON            | Control signal for load input                            | I                  | Logic               |
| 10  | SPEED_FAST         | Control signal for regulation speed                      | O                  | Logic               |
| 11  | RSD                | Remote Shut-Down                                         | I                  | Logic               |
| 12  | /TRIG_OUT          | Trigger output                                           | O                  | Logic               |
| 13  | /STAT_OL           | Status for overload                                      | O                  | Logic               |
| 14  | VMON               | Monitor signal for voltage at load input                 | O                  | ±10 V               |
| 15  | IMON               | Monitor signal for current through load input            | O                  | ±10 V               |
| 16  | 10V_LEVEL+         | Positive control input for setting 0 ... 10 V            | I                  | 10 V                |

|    |           |                                                           |   |       |
|----|-----------|-----------------------------------------------------------|---|-------|
| 17 | 5V_LEVEL+ | Positiver Steuereingang für Sollwerteinstellung 0 ... 5 V | E | 5 V   |
| 18 | PROT_C-   | Negativer Steuereingang für Strombegrenzung 0 ... 10 V    | E | 10 V  |
| 19 | PROT_V-   | Neg. Steuereingang für Unterspannungsschutz 0 ... 10 V    | E | 10 V  |
| 20 | n.u.      | Keine Funktion.<br>Nicht anschließen!                     |   |       |
| 21 | PROT_V+   | Pos. Steuereingang für Unterspannungsschutz 0 ... 10 V    | E | 10 V  |
| 22 | /CTRL_EXT | Steuereingang zum Aktivieren der ext. Ansteuerung         | E | Logik |
| 23 | PROG_OUT  | Programmierbarer Logikausgang                             | A | Logik |
| 24 | GND_ISO   | GND für Logik-Signale                                     |   |       |
| 25 | TRIG_IN   | Trigger-Eingang                                           | E | Logik |

<sup>1)</sup> Low-aktive Signale haben einen Schrägstrich (/) vor dem Namen.

<sup>2)</sup> Signalrichtung: A: Ausgang, E: Eingang

<sup>3)</sup> Signalpegel:   Logik:   siehe technische Daten  
                   5 V:    0 ... 5 V DC  
                   10 V:   0 ... 10 V DC

### 6.3 Aktivierung der Steuersignale

Um die Steuerfunktionen des I/O-Ports verwenden zu können, müssen die gewünschten Steuersignale für die externe Ansteuerung aktiviert werden.

Die folgenden Sollwerte können extern vorgegeben werden:

- Aktivierungszustand für Lasteingang
- Betriebsart der Regelung (CC oder CV)
- Sollwert für die geregelte Eingangsgröße
- Sollwert für Strombegrenzung

|    |           |                                                               |   |       |
|----|-----------|---------------------------------------------------------------|---|-------|
| 17 | 5V_LEVEL+ | Positive control input for setting 0 ... 5 V                  | I | 5 V   |
| 6  | PROT_C-   | Negative control input for current protection 0 ... 10 V      | I | 10 V  |
| 6  | PROT_V-   | Negative control input for undervoltage protection 0 ... 10 V | I | 10 V  |
| 20 | n.u.      | Not used. Do not connect!                                     |   |       |
| 21 | PROT_V+   | Positive control input for undervoltage protection 0 ... 10 V | I | 10 V  |
| 22 | /CTRL_EXT | Control input for activation of external control              | I | Logic |
| 23 | PROG_OUT  | Programmable logic output                                     | O | Logic |
| 24 | GND_ISO   | GND for logic signals                                         |   |       |
| 25 | TRIG_IN   | Trigger input                                                 | I | Logic |

<sup>1)</sup> active-low signals have a slash (/) in front of the name.

<sup>2)</sup> signal direction: O: Output, I: Input

<sup>3)</sup> signal level:   Logic:   see technical data  
                   5 V:    0 ... 5 V DC  
                   10V:   0 ... 10 V DC

### 6.3 Activation of the Control Signals

In order to use the control functions of the I/O port, the desired control signals must be activated for external control.

The following settings can be set externally:

- activation state for load input
- regulation mode (CC or CV)
- setting value for regulated input level
- setting value for current protection

- Sollwert für Spannungsbegrenzung
- Regelgeschwindigkeit

Die Aktivierung der externen Steuerung kann durch Konfiguration (im Menü oder per SCPI-Befehl) oder durch eine Brücke am I/O-Port erfolgen. Die Freischaltung der einzelnen Steuersignale kann ausschließlich per Konfiguration erfolgen (siehe Abbildung 6.1).

Lokale Bedienung:

*Main Menu -> Settings -> Basic settings -> Ext. control*  
Entsprechende Steuersignale aktivieren.

Digitale Fernsteuerung:

Siehe 5.10.15 SETTING-Subsystem.

Externe Steuerung:

Pin /CTRL\_EXT auf GND brücken (nur Port-Aktivierung, Steuersignale nur lokal oder per digitaler Fernsteuerung aktivierbar).

- setting value for voltage protection
- regulation speed

The activation of the external control can be done by configuration (in menu or via SCPI command) or by a bridge at the I/O port. The enabling of the single control signals can be done by configuration only (see Figure 6.1).

Local operation:

*Main Menu -> Settings -> Basic settings -> Ext. control*  
Activate corresponding control signals.

Digital remote operation:

See 5.10.15 SETTING Subsystem.

External control:

Bridge pin /CTRL\_EXT to GND (only port activation, control signals only locally or via digital remote operation activatable).

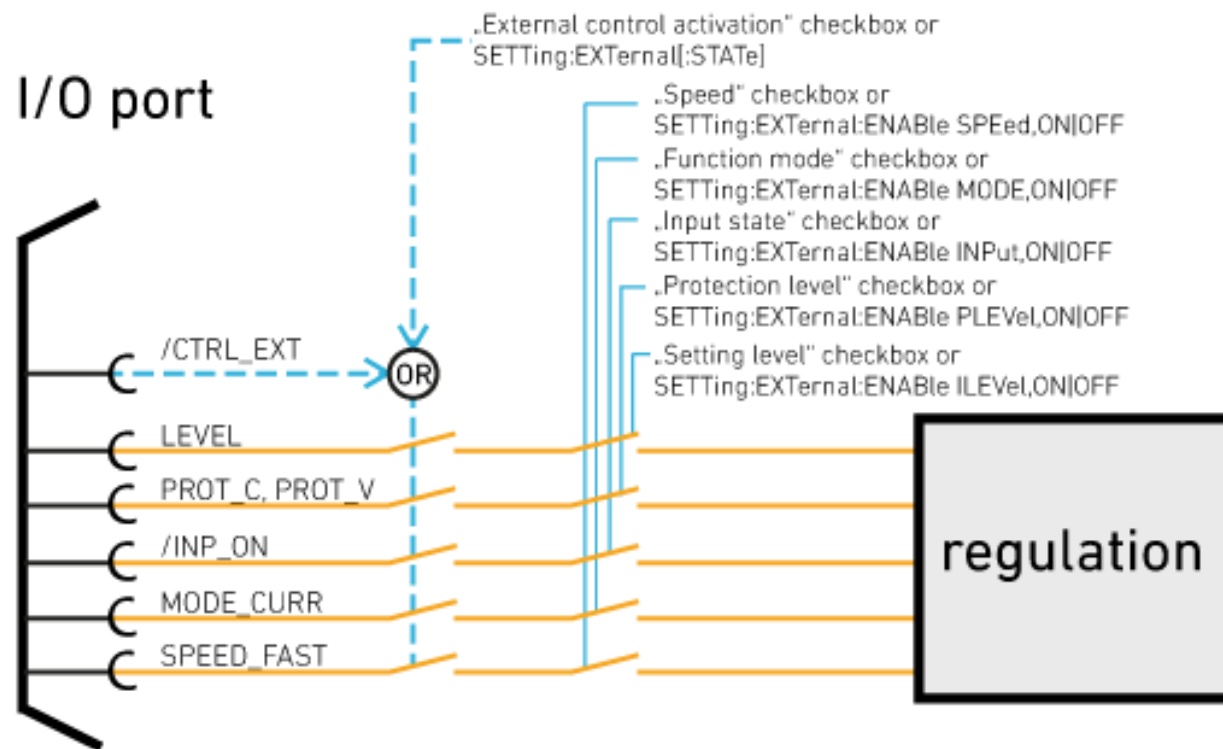


Abbildung 6.1: Schematischer Aufbau der extern steuerbaren Funktionen  
Figure 6.1: Schematic structure of the external controllable functions

## 6.4 Logikpegel und Remote Shut-Down-Funktion

## 6.4 Logic Levels and Remote Shut-Down Function

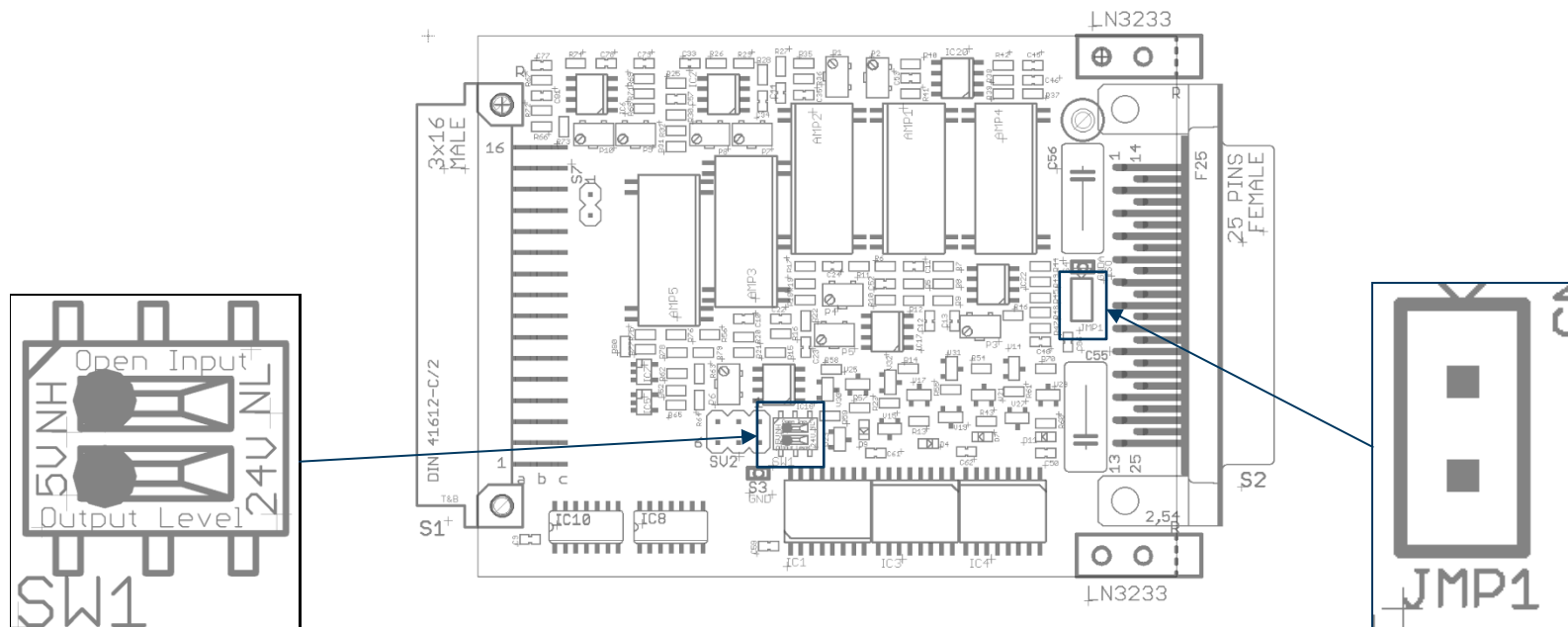


Abbildung 6.2: I/O-Port Board mit SW1 und JMP1  
Figure 6.2: I/O port board with SW1 and JMP1



Trennen Sie die elektronische Last von allen Spannungsquellen und sorgen Sie für ESD-Maßnahmen, wenn Sie die Leiterplatte aus- und einbauen!

**SW1: Logikpegel**

Schalter „Output Level“ für Spannungspegel der Logik-Ausgänge:

- Position 5V (TTL-Pegel, Auslieferungszustand)
- Position 24V

Schalter „Open Input“ für Logikpegel der unbeschalteten Eingänge:

- auf Position NH belassen!

**JMP1: Aktivierung der Remote Shut-Down-Funktion**

- Jumper JMP1 gesteckt: Funktion deaktiviert (Auslieferungszustand)
- Jumper JMP1 entfernt: Funktion aktiviert



Disconnect the electronic load from all voltage sources and provide ESD measures when removing and installing the board!

**SW1: Logic Levels**

Switch „Output Level“ for voltage level of logic outputs:

- 5V position (TTL level, factory default setting)
- 24V position

Switch „Open Input“ for logic level of unconnected inputs:

- Leave at NH position!

**JMP1: Activation of Remote Shut-Down Function**

- Jumper JMP1 plugged: function deactivated (factory default setting)
- Jumper JMP1 unplugged: function activated

Siehe 6.5.1.1 Sicherheitsschaltung (Remote Shut-Down).

## 6.5 Logik-Ein- und Ausgänge

### 6.5.1 Steuereingänge

Die Steuereingänge stehen in Bezug zum digitalen GND und sind im Ruhezustand logisch high. Die Aktivierung eines Einganges kann durch Brücken der entsprechenden Leitung zu GND vorgenommen werden.



Beachten Sie die Pegeldefinitionen für digitale Eingänge in den technischen Daten!

#### 6.5.1.1 Sicherheitsschaltung (Remote Shut-Down)

Durch das Eingangssignal RSD kann der Lasteingang sicher deaktiviert werden. Dieses Signal hat als Teil der Sicherheitsschaltung Vorrang gegenüber allen anderen Steuerquellen und ist high-aktiv. Es kann entweder über einen entsprechenden Logikpegel oder durch ein externes Relais gesteuert werden.

Im Auslieferungszustand des Geräts ist diese Funktion deaktiviert. Um die Funktion zu aktivieren, muss auf dem I/O Board die Kurzschlussbrücke JMP1 entfernt werden (siehe 6.4 Logikpegel und Remote Shut-Down-Funktion). Jetzt kann der Lasteingang nur zugeschaltet werden, wenn der Steuereingang RSD auf Pegel „low“ (GND) geschaltet wird.

Der Status des RSD-Signals kann über eine Kommunikationsschnittstelle durch den Befehl STATus:OPERation:CONDition? abgefragt werden. In der Statusleiste des Displays wird bei aktivem Remote Shut-Down-Signal RSD angezeigt.



Bei Verwendung der Sicherheitsschaltung muss der Jumper JMP1 entfernt werden! Ansonsten wird die angelegte Spannung kurzgeschlossen und das Gerät kann beschädigt werden.

See 6.5.1.1 Remote Shut-Down.

## 6.5 Logic Inputs and Outputs

### 6.5.1 Control Inputs

The control inputs are referred to the logic GND and normally high when unconnected. The activation of a control input can be done by shorting the corresponding pin to GND.



Note the level definitions for digital inputs in the technical data!

#### 6.5.1.1 Remote Shut-Down

The load input can be safely deactivated by the input signal RSD. As part of the safety circuit, this signal has priority over all other control sources and is high-active. It can be controlled either by a logic level or by an external relay.

This function is deactivated when leaving the factory. To activate the function, the short-circuit bridge JMP1 on the I/O board must be removed (see 6.4 Logic Levels and Remote Shut-Down Function). Now the load input can only be activated if the control input RSD is set to low level (GND).

The status of the RSD signal can be queried via a communication interface by the query STATus:OPERation:CONDition. The display's status bar shows RSD if the Remote Shut-Down signal is active.



When the Remote Shut-Down circuit is used, JMP1 must be removed from the I/O board! Otherwise the applied voltage will be short-circuited and the device may be damaged.

### 6.5.1.2 Lasteingang ein- und ausschalten

Durch das Eingangssignal /INP\_ON kann der Lasteingang ein- und ausgeschaltet werden.

Der Eingang ist low-aktiv und kann entweder über einen entsprechenden Logikpegel oder durch ein externes Relais gesteuert werden. Der Status des Signals /INP\_ON kann nicht explizit abgefragt werden.



Das Steuersignal RSD hat höhere Priorität als /INP\_ON. Das heißt, eine aktive RSD-Leitung schaltet den Lasteingang aus, auch wenn /INP\_ON aktiv ist.

### 6.5.1.3 Betriebsart der Regelung wählen

Durch das Signal MODE\_CURR kann die Betriebsart für die Regelung gewählt werden.

Im unbeschalteten Zustand oder bei logisch high ist CC-Betrieb gewählt, logisch low wählt CV-Betrieb.

### 6.5.1.4 Regelgeschwindigkeit wählen

Mit dem Signal SPEED\_FAST wird die Regelgeschwindigkeit gewählt.

Im unbeschalteten Zustand oder bei logisch high ist die schnelle Regelgeschwindigkeit (fast) gewählt, logisch low wählt die langsame (slow) Regelgeschwindigkeit.

### 6.5.1.5 Triggereingang

Durch das Signal TRIG\_IN wird ein externes Trigger-Ereignis erzeugt. Die aktive Flanke ist einstellbar (siehe 4.18 Triggersystem). Nach einem Reset ist die positive Flanke ausgewählt.

### 6.5.1.2 Input On-Off

The input signal /INP\_ON (Pin 18) enables activating or deactivating the load input.

The input is low active and can be controlled either by a logic level or an external relay. The status of the /INP\_ON signal cannot be queried explicitly.



The control signal RSD has got a higher priority than /INP\_ON. That means RSD switches the load input off even when /INP\_ON is active.

### 6.5.1.3 Operating Mode Selection

The operating mode of regulation can be selected by the MODE\_CURR signal.

In unconnected state or with logic high, CC operation is selected, logic low selects CV mode.

### 6.5.1.4 Regulation Speed Selection

The SPEED\_FAST signal is used to select the regulation speed.

In the unconnected state or with logic high, the fast regulation speed (fast) is selected, logic low selects the slow regulation speed.

### 6.5.1.5 Trigger Input

The signal TRIG\_IN generates a trigger event. The active edge is selectable (see 4.18 Trigger System). After a reset, the positive edge is selected.

## 6.5.1.6 Digitaler Eingang

Das Eingangssignal PROG\_IN ist an keine Gerätefunktion gebunden, sondern kann für beliebige Zwecke beschaltet werden.

Externe Logikzustände können über die elektronische Last vom Steuer-PC gelesen werden.

Siehe auch: 5.10.10 PORT-Subsystem.

## 6.5.2 Statusausgänge

Der Spannungspegel der Statusausgänge kann mit dem Schalter SW1 (s. Abbildung 6.2) eingestellt werden.



Keine Spannungen an die Statusausgänge anlegen! Anlegen von Spannungen an die Statusausgänge kann die elektronische Last beschädigen.

## 6.5.2.1 Status des Lasteingangs

Das Ausgangssignal /STAT\_INP\_ON zeigt den Aktivierungsstatus des Lasteingangs (Input).

Der Ausgang ist low-aktiv, d. h. der Lasteingang ist aktiv, wenn das Statussignal low ist.

## 6.5.2.2 Überlast-Status

Das Ausgangssignal /STAT\_OL zeigt den Überlaststatus. Der Überlaststatus ist das Resultat einer ODER-Verknüpfung der Einzelstatus OV, OCP, OPP, OTP.

Der Ausgang /STAT\_OL ist low-aktiv. Wenn einer der Status OV, OCP, OPP, OTP aktiv ist, ist der Statusausgang /STAT\_OL low.

## 6.5.1.6 Digital Input

The input signal PROG\_IN is not coupled to any function of the device and can be used for any purposes.

External logic states can be read from the control PC via the electronic load.

See also: 5.10.10 PORT Subsystem.

## 6.5.2 Status Outputs

The voltage level of the status output signals can be set by the switch SW1 (see Figure 6.2).



Do not connect any voltage to the status outputs! Connecting voltages to the status outputs can damage the electronic load.

## 6.5.2.1 Status of Load Input

The output signal /STAT\_INP\_ON shows the activation status of the load input.

The output is low active, i.e. the load input is active if the status signal is low.

## 6.5.2.2 Overload Status

The output signal /STAT\_OL indicates the overload status. The overload status is the result of an OR operation of the single statuses OV, OCP, OPP, OTP.

The /STAT\_OL output is low active. If one of the statuses OV, OCP, OPP, OTP is active the status output /STAT\_OL is low.



### 6.5.2.3 Trigger-Ausgang

Am Trigger-Ausgang /TRIG\_OUT wird ein 200 µs langer Low-Puls ausgegeben, wenn das Gerät ein Trigger-Ereignis von der konfigurierten Trigger-Quelle erkannt hat.

### 6.5.2.4 Programmierbarer Ausgang

Das Ausgangssignal PROG\_OUT ist an keine Gerätefunktion gebunden, sondern kann für beliebige Zwecke verwendet werden.

Sie können den Ausgang nutzen, um externe Funktionen über die elektronische Last mit dem PC zu steuern.

Siehe auch: 5.10.10 PORT-Subsystem.

## 6.6 Analoge Ein- und Ausgänge

Die elektronischen Lasten verfügen über einen analogen Steuereingang für den Sollwert der Regelung, je einen analogen Steuereingang für den Sollwert von Überstrombegrenzung und Unterspannungsschutz und zwei Monitorausgänge.

### 6.6.1 Analoge Eingänge

#### 6.6.1.1 Sollwert für Regelung

Der Sollwert für die Regelung kann durch analoge Steuersignale definiert werden. <max> entspricht dem Maximalwert des Stellbereichs abhängig von der aktiven Betriebsart der Regelung.

- 5V\_LEVEL: Sollwert 0 ... 5 V für 0 ... <max>
- 10V\_LEVEL: Sollwert 0 ... 10 V für 0 ... <max>

Für jede Steuerspannung ist ein + Eingang (5V\_LEVEL+/10V\_LEVEL+) und ein - Eingang (5V\_LEVEL-/10V\_LEVEL-) vorhanden. Der Steuereingang 5V\_LEVEL+ bzw. 10V\_LEVEL+ muss mit dem positiven

### 6.5.2.3 Trigger Output

The trigger output /TRIG\_OUT provides a low pulse of 200 µs if the device has noticed a trigger event from the configured trigger source.

### 6.5.2.4 Programmable Output

The output signal PROG\_OUT is not coupled to any function of the device and can be used for any purposes.

You can use this output to control external functions by PC via the electronic load.

See also: 5.10.10 PORT Subsystem.

## 6.6 Analog Inputs and Outputs

The electronic loads have one analog control input for the setting value of the regulation, control inputs for overcurrent and undervoltage protection and two monitoring outputs.

### 6.6.1 Analog Inputs

#### 6.6.1.1 Setting Value for Control

The setting value for the regulation can be defined by analog control signals. <max> corresponds to the maximum value of the setting range dependent of the active regulation mode.

- 5V\_LEVEL: Setting 0 ... 5 V for 0 ... <max>
- 10V\_LEVEL: Setting 0 ... 10 V for 0 ... <max>

There is a + input (5V\_LEVEL+/10V\_LEVEL+) and a - input (5V\_LEVEL-/10V\_LEVEL-) for each control voltage. The control input 5V\_LEVEL+ or 10V\_LEVEL+ must be connected to the positive output of the control

Ausgang der Steuerquelle verbunden werden, der Steuereingang 5V\_LEVEL- bzw. 10V\_LEVEL- muss mit dem negativen Ausgang der Steuerquelle verbunden werden.

Der Eingangswiderstand ist größer als 10 kΩ bei Ansteuerung über 5V\_LEVEL und größer als 20 kΩ bei Ansteuerung über 10V\_LEVEL.



Keine Spannungen höher als die angegebenen Endwerte (5 V/10 V) an die Steuereingänge anlegen! Spannungen größer als 20 V zerstören den Eingangsverstärker.

#### 6.6.1.2 Sollwerte für Begrenzungen

Die Sollwerte für Überstrombegrenzung und Unterspannungsschutz können durch analoge Steuersignale definiert werden.

- PROT\_C: Sollwert 0 ... 10 V für 0 ... I<sub>max</sub>
- PROT\_V: Sollwert 0 ... 10 V für 0 ... V<sub>max</sub>

Für jede Steuerspannung ist ein + Eingang (PROT\_C+/PROT\_V+) und ein - Eingang (PROT\_C-/PROT\_V-) vorhanden. Der Steuereingang PROT\_C+ bzw. PROT\_V+ muss mit dem positiven Ausgang der Steuerquelle verbunden werden, der Steuereingang PROT\_C- bzw. PROT\_V- muss mit dem negativen Ausgang der Steuerquelle verbunden werden.

Der Eingangswiderstand ist größer als 20 kΩ.



Keine Spannungen höher als 10 V an die Steuereingänge anlegen! Spannungen größer als 20 V zerstören den Eingangsverstärker.

#### 6.6.2 Analoge Ausgänge

Folgende analoge Ausgänge sind vorhanden:

VMON: Monitorsignal für Spannung am Lasteingang

IMON: Monitorsignal für Strom durch Lasteingang

Die Monitorsignale mit einer Ausgangsspannung von 0 ... 10 V entsprechen 0 ... 100 % des jeweiligen Messbereichs und sind auf die analoge Masse GNDA bezogen.

source, and the control input 5V\_LEVEL- or 10V\_LEVEL- must be connected to the negative output of the control source.

The input impedance is greater than 10 kΩ when controlled by 5V\_LEVEL and greater than 20 kΩ when controlled by 10V\_LEVEL.



Do not connect voltages higher than the defined maximum values (5 V/10 V)! Voltages greater than 20 V damage the input amplifier.

#### 6.6.1.2 Setting Values for Protections

The settings values for overcurrent and undervoltage protection can be defined by analog control signals.

- PROT\_C: Setting 0 ... 10 V for 0 ... I<sub>max</sub>
- PROT\_V: Setting 0 ... 10 V for 0 ... V<sub>max</sub>

For each control voltage there is one + input (PROT\_C+/PROT\_V+) and one - input (PROT\_C-/PROT\_V-) available. The PROT\_C+ or PROT\_V+ control signal must be connected to the positive output of the control source, the PROT\_C- or PROT\_V- control signal must be connected to the negative output of the control source.

The input impedance is greater than 20 kΩ.



Do not connect voltages higher than 10 V! Voltages greater than 20 V damage the input amplifier.

#### 6.6.2 Analog Outputs

The following analog outputs are available:

VMON: monitor signal for voltage at load input

IMON: monitor signal for current through load input

The monitor signals with an output voltage range of 0 ... 10V correspond to 0 ... 100 % of the corresponding measuring range and are referred to analog ground GNDA.

VMON: 0 ... 10 V für 0 ...  $V_{\max}$

IMON: 0 ... 10 V für 0 ...  $I_{\max}$

Maximale Belastung der Messausgänge: siehe technische Daten.

VMON: 0 ... 10 V for 0 ...  $V_{\max}$

IMON: 0 ... 10 V for 0 ...  $I_{\max}$

Maximum load of monitor signals: see technical data.

## 7 Optionen

### 7.1 GPIB-Datenschnittstelle (Option TRL02)

Siehe: 5.7 GPIB-Schnittstelle (Option TRL02)

### 7.2 Isolierter I/O-Port (Option TRL06)

Siehe: 6 Externe Steuerung über I/O-Port

### 7.3 19" Einbausätze (Optionen TRL10, TRL11)

Damit die elektronischen Lasten in 19"-Schranksysteme eingebaut werden können, sind Einbausätze optional verfügbar:

- TRL10 für 1 Gerät
- TRL11 für 2 Geräte



Verwenden Sie im Schaltschrank Führungsschienen, auf denen die Geräte aufliegen!

## 7 Options

### 7.1 GPIB Data Interface (Option TRL02)

See: 5.7 GPIB Interface (Option TRL02)

### 7.2 Isolated I/O Port (Option TRL06)

See: 6 External Control via I/O Port

### 7.3 19" Mounting Kits (Options TRL10, TRL11)

To incorporate the electronic loads into 19" rack systems there are mounting kits available:

- TRL10 for 1 device
- TRL11 for 2 devices



Use slide tracks in a rack on which the devices will rest!

## 7.3.1 Einbausatz für 1 Gerät (TRL10)

## 7.3.1 Mounting Kit for 1 Device (TRL10)

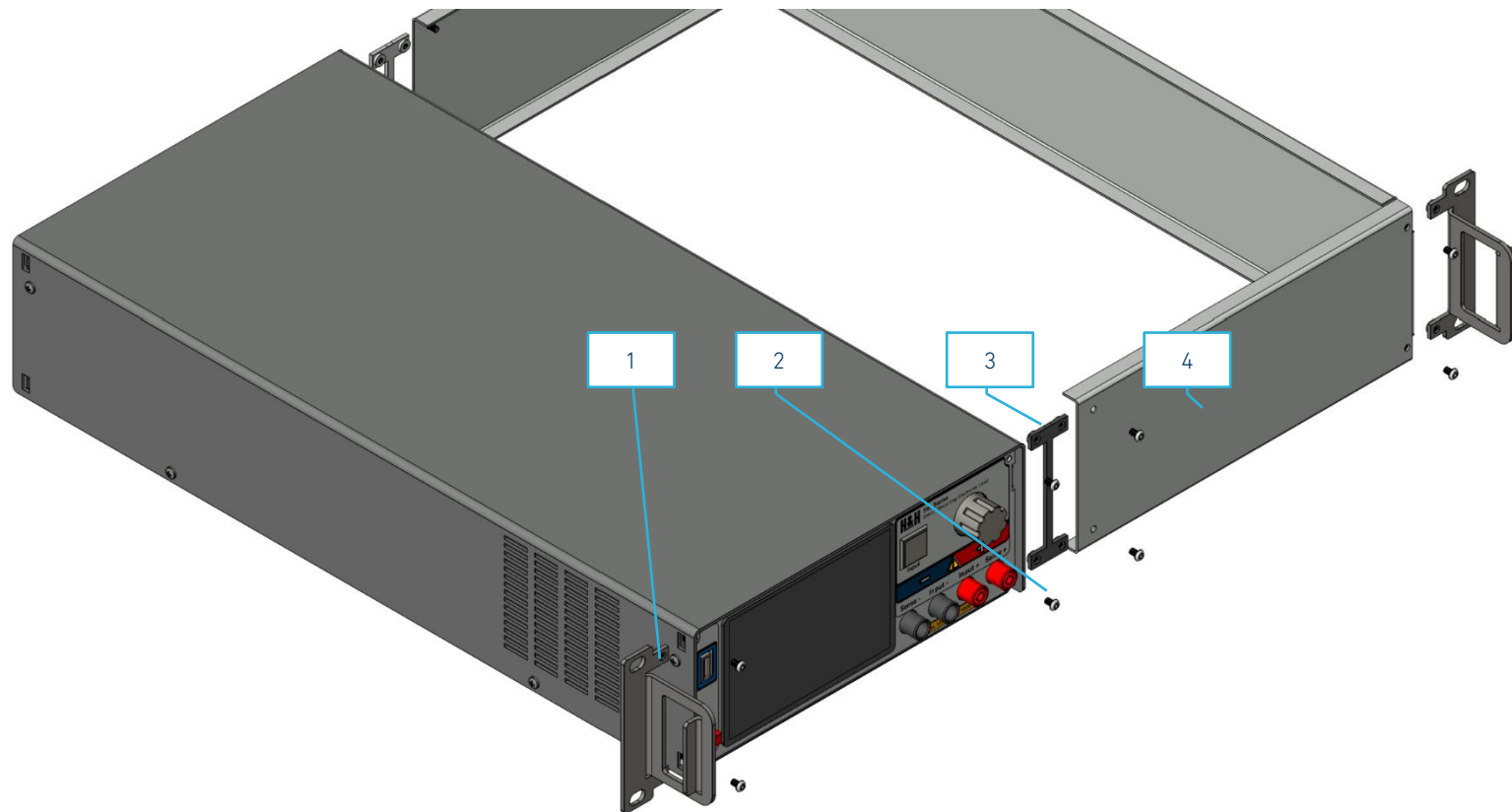


Abbildung 7.1: 1 Gerät mit Einbausatz TRL10  
Figure 7.1: 1 device with mounting kit TRL10

## Lieferumfang:

- |   |        |                                                   |
|---|--------|---------------------------------------------------|
| 1 | 2 St.  | Anbaublech (1 links, 1 rechts)                    |
| 2 | 12 St. | Innensechskant-Schrauben M3x5 (8 vorne, 4 hinten) |
| 3 | 2 St.  | Verbinder (1 vorn, 1 hinten)                      |
| 4 | 1 St.  | Geräteextender                                    |

## Scope of supply:

- |   |         |                                              |
|---|---------|----------------------------------------------|
| 1 | 2 pcs.  | mounting plate (1 left, 1 right)             |
| 2 | 12 pcs. | hexagon socket screws M3x5 (8 front, 4 rear) |
| 3 | 2 pcs.  | adapter (1 front, 1 rear)                    |
| 4 | 1 pcs.  | device extender                              |

## 7.3.2 Einbausatz für 2 Geräte (TRL11)

## 7.3.2 Mounting Kit for 2 Devices (TRL11)

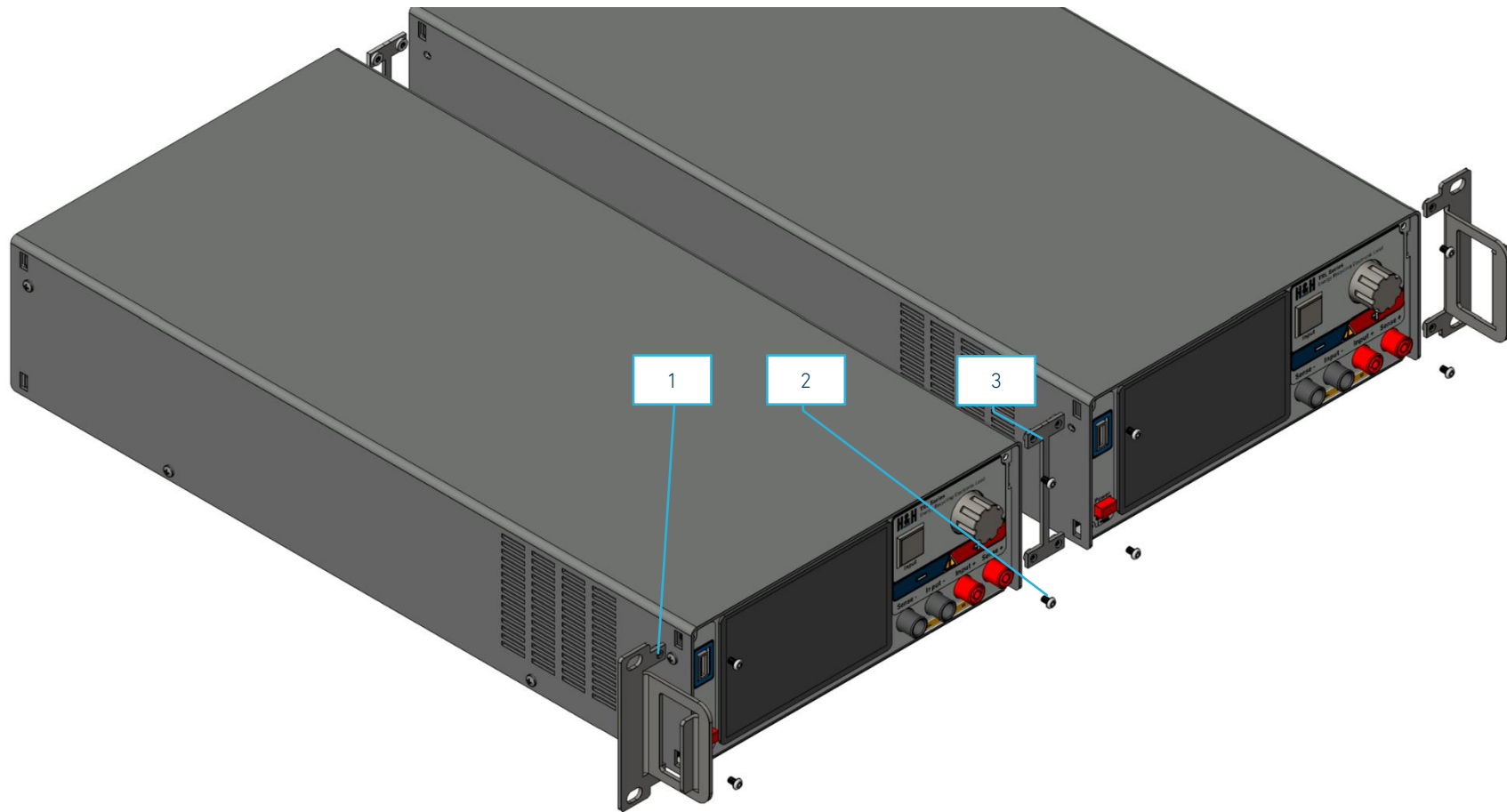


Abbildung 7.2: 2 Geräte mit Einbausatz TRL11  
 Figure 7.2: 2 devices with mounting kit TRL11

## Lieferumfang:

- |   |        |                                                  |
|---|--------|--------------------------------------------------|
| 1 | 2 St.  | Anbaublech                                       |
| 2 | 12 St. | Innensechskantschrauben M3x5 (8 vorne, 4 hinten) |
| 3 | 2 St.  | Verbinder (1 vorn, 1 hinten)                     |

## Scope of supply:

- |   |         |                                              |
|---|---------|----------------------------------------------|
| 1 | 2 pcs.  | mounting plate                               |
| 2 | 12 pcs. | hexagon socket screws M3x5 (8 front, 4 rear) |
| 3 | 2 pcs.  | adapter (1 front, 1 rear)                    |

## 7.3.3 Einbausatz montieren

1. Elektronische Last ausschalten und von allen Anschlüssen trennen.
2. Gerät umdrehen, so dass der Boden oben ist.
3. Am linken und rechten Ende des Aufstellfußes jeweils das aufgeklebte runde Abdeckplättchen mit einem sehr flachen Gegenstand wie z.B. Schraubendreher vorsichtig vom Schraubengehäuse lösen.
4. Die beiden Schrauben mit einem Schraubendreher herausdrehen und den Aufstellfuß abnehmen
5. Mit einem Schraubendreher die beiden hinteren Gummifüße abschrauben.
6. Gerät wieder aufrecht positionieren.
7. Wenn zwei Geräte miteinander verbunden werden sollen, den Vorgang mit dem zweiten Gerät wiederholen.
8. Ein Anbaublech **1** mit dem Griff nach vorn von links in die Stanzungen des Gehäusedeckels schieben und mit 2 Schrauben **2** befestigen.
9. Den Verbinder **3** mit der glatten Seite nach vorn von rechts in die Stanzungen des Gehäusedeckels schieben und mit 2 Schrauben **2** befestigen.
10. Den zweiten Verbinder **3** ebenso mit der glatten Seite nach hinten an der Rückseite befestigen.
11. Den Extender **4** bzw. das zweite Gerät von rechts über die beiden Verbinder schieben und mit je 2 Schrauben vorne und hinten befestigen.
12. Das zweite Anbaublech **1** mit dem Griff nach vorn von rechts in die Stanzungen des Extenders bzw. des Gehäusedeckels schieben und mit 2 Schrauben **2** befestigen.

## 7.3.3 Assembling Mounting Kit

1. Switch off the electronic load and separate it from all connections.
2. Turn the unit over so that the bottom is on top.
3. Carefully remove the round cover plate from the screw housing at the left and right ends of the set-up foot using a very flat tool like a screwdriver, etc.
4. Unscrew the two screws with a screwdriver and remove the set-up foot.
5. Use a screwdriver to unscrew the two rear rubber feet.
6. Position the unit upright again.
7. If two units are to be connected to each other, repeat the procedure with the second unit.
8. Slide a mounting plate **1** from the left with the handle facing forwards into the punched holes in the housing cover and fasten it with 2 screws **2**.
9. Push the connector **3** with the plain side facing forwards from the right into the punched holes in the housing cover and fasten it with 2 screws **2**.
10. Likewise, attach the second connector **3** to the rear with the plain side facing backwards.
11. Slide the extender **4** or the second device from the right over the two connectors and fasten it with 2 screws each at the front and rear.
12. Slide the second mounting plate **1** with the handle facing forwards from the right into the punched holes of the extender or the housing cover and fasten it with 2 screws **2**.

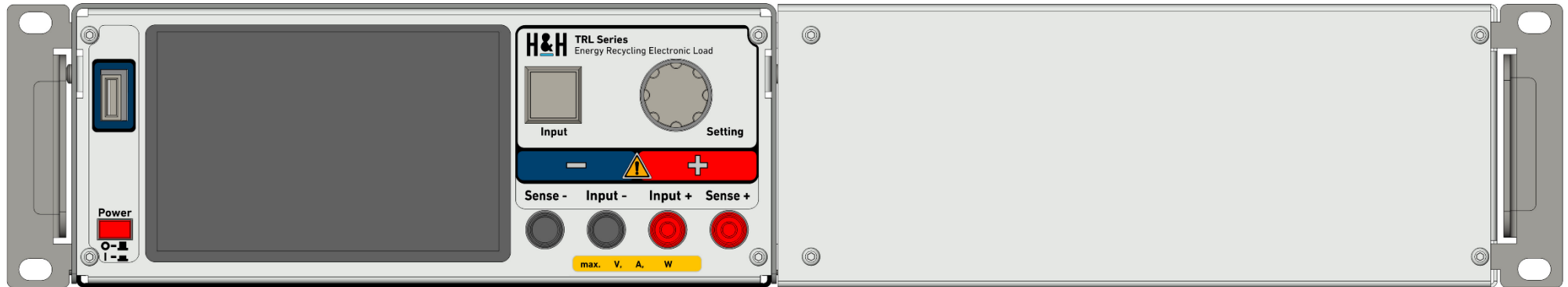


Abbildung 7.3: Fertig montierter Einbausatz TRL10  
Figure 7.3: Completely assembled mounting kit TRL10

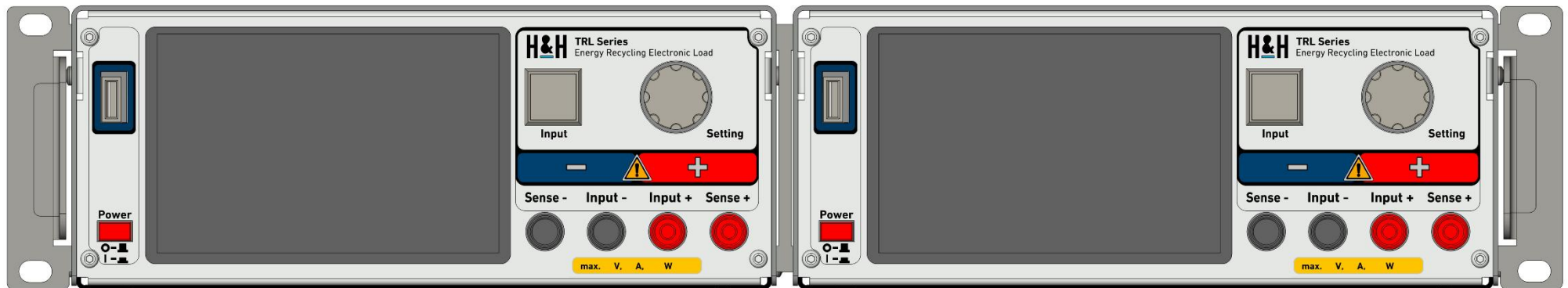


Abbildung 7.4: Fertig montierter Einbausatz TRL11  
Figure 7.4: Completely assembled mounting kit TRL11



## 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 2.3.2 Last- und Sense-Leitungen anschließen).

Beim Prüfen von Stromversorgungen oder sonstigen Schaltungen, die über einen Regelkreis eine Ausgangsgröße regeln, werden beim Anschluss der elektronischen Last zwei Regler miteinander verbunden. Wenn im Gesamtsystem eine Phasenverschiebung größer als  $180^\circ$  mit einer Verstärkung größer 1 auftritt, ist die Schwingungsbedingung erfüllt, und das System beginnt zu oszillieren.

Dieser Zustand ist kein Defekt an der elektronischen Last, sondern ein physikalisch möglicher Zustand, der bei Prüfungen unerwünscht ist. Sie können diesen Zustand dadurch vermeiden, indem Sie die Schwingungsbedingung beseitigen.

Bei den elektronischen Lasten besteht die Möglichkeit, die Regelzeitkonstante zu ändern, um das System zu stabilisieren.



Wählen Sie die Regelgeschwindigkeit "FAST" nur, wenn sehr kurze verdrehte Lastkabel oder spezielle induktionsarme H&H-Kabel verwendet werden. Andernfalls ist die Gefahr von Regelschwingungen gegeben!

Siehe auch: 4.4 Regelgeschwindigkeit

## 8 Troubleshooting

### 8.1 Oscillations



Very often improper wiring is the reason for oscillations. Long cables (in worst case not twisted) have high inductances which affect the regulation capability of the electronic load.

Check the wiring as first measure (see also 2.3.2 Connecting Load and Sense Lines).

When testing power supplies or other circuits that regulate an output variable via a control loop, two controllers are connected together when the electronic load is connected. When a phase shift of more than  $180^\circ$  and an amplification higher than 1 are reached by the system, the oscillation condition is fulfilled and the system starts to oscillate.

This state is no defect of the electronic load but a possible physical state which is unwanted in tests. You can avoid this state by eliminating the preconditions for the oscillating system.

Therefore the regulation speed of the electronic loads can be changed.



Choose the regulation speed "FAST" only when very short and twisted load lines or the special low-inductive H&H cables are used. Otherwise the risk of instability is high!

See also: 4.4 Regulation Speed

## 8.2 Elektromagnetische Einkopplungen

Im Widerstandsbetrieb ist eine genaue Erfassung der Spannung am Prüfling notwendig, da aus der gemessenen Größe der Sollwert für den Strom bestimmt wird. Bei Verwendung der Sense-Leitungen besteht die Gefahr, dass durch eine magnetische Kopplung mit den stromführenden Lastkabeln auf die Spannungsmessung eine Störgröße induziert wird, die das System instabil macht.

Als erste Maßnahme ist die Verringerung der Einkopplung vorzunehmen: verlegen Sie die Sense-Leitungen so weit wie möglich weg von stromführenden Leitungen. Verdrillen Sie die Sense-Leitungen miteinander, damit sich die magnetisch induzierte Spannung aufhebt (siehe auch 2.3.2 Last- und Sense-Leitungen anschließen).



Nie die Sense-Leitungen mit den stromführenden Leitungen verdrillen! Am besten auch die stromführenden Leitungen miteinander verdrillen 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

Zum Erreichen des bestmöglichen Stromanstieges im dynamischen Betrieb müssen bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein:

- Der Innenwiderstand der Spannungsquelle sowie Widerstand der stromführenden Zuleitungen sollte sehr gering sein.
- Die Zuleitungen müssen möglichst induktionsfrei sein. Die Induktivität und der Widerstand der Kabel bestimmen die maximal mögliche Stromanstiegsgeschwindigkeit.
- Außerdem wirken die Zuleitungen als Energiespeicher (Selbstinduktion) und liefern bei Entlastung Strom in Last und Prüfling zurück.

## 8.2 Electromagnetic Coupling

In resistance mode an accurate acquisition of the voltage at the device under test is required, because the value of the input current is determined using the measured value. When using the sense lines, there is a risk that magnetic coupling with the current-carrying load cables will induce a disturbance variable on the voltage measurement, making the system unstable.

The first measure to be taken is to reduce coupling: separate the sense lines as far as possible from current-carrying lines. Also separate the sense lines from all other lines drawing current, e.g. mains supply. Twist the sense lines to eliminate the induced voltage (see also 2.3.2 Connecting Load and Sense Lines).



Never twist the sense lines with any of the current-drawing lines! The load input lines should be twisted or at least run in parallel to compensate the magnetic fields.

Keep all lines as short as possible!

If there is no improvement, a capacitor may be placed between the sense lines.

## 8.3 Distorted Slew Rate in Dynamic Operation

To reach the best possible current slew rate in dynamic mode the following conditions have to be fulfilled:

- The internal resistance of the voltage supply and the resistance of the current-carrying lines should be very low.
- The input lines must be as free of induction as possible. The inductance and resistance of the cables determine the maximum possible current slow rate.
- Furthermore, the connecting lines behave like an energy storage (self-induction) and deliver current into load and device under test when being unloaded.

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 Verzernte Monitorsignale

Speziell beim Prüfen von getakteten Stromversorgungen kann es vorkommen, dass die Monitorsignale am I/O-Port für Strom und Spannung (IMON, VMON) verzerrt sind. Die Ursache dazu ist im Aufbau des Messkreises zu suchen.

Getaktete Stromversorgungen haben Filter im Ausgangskreis, unter anderem 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 Last oder angeschlossene Messgeräte zurück auf den Ausgang der Stromversorgung.

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 Störschutztrenntransformatoren mit geringer Kopplungskapazität zu versorgen. Der Störstromkreis wird damit unterbrochen und die Qualität der Messsignale wird verbessert.

The current slew rate measurement must be made with a suitable current clamp probe (e.g. Tektronix Current Measurement).

Current measurements via measurement shunts mostly deliver faulty results due to their parasitic inductance. Such measurements deliver slower slew rates with overshoots.

#### 8.4 Distorted Monitor Signals

Especially when switched-mode power supplies are tested, situations may occur where the monitor signals for current and voltage (IMON, VMON) at the I/O Port are distorted. The reason for this distortion has to be searched in the test setup.

Switched-mode power supplies have filters in the output circuit including Y-capacitors that are connected between the output and the protective earth of the device. Also the electronic load and other instruments include filters because of EMC reasons.

The common mode distortion voltage (voltage between each output terminal of the power supply and protective earth) causes a fault current through the EMC capacitors and the electronic load (or other instruments) back to the power supply's output.

This fault current often generates high-frequent superpositions at the measurement signals. At dynamic tests very high interference voltages may occur. To solve this problem the electronic load and/or the other instruments can be supplied via isolating transformers with low coupling capacity. Thereby the interference circuit is interrupted and the measurement quality is improved.

## 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 Eingangskondensatoren auftreten!

Die angegebenen Genauigkeiten in den technischen Daten gelten für saubere Gleichspannungen am Lasteingang.

## 8.5 Effects of the Input Capacity

Each electronic load has a certain input capacity (see technical data). This is hardly noticeable with clean DC input voltages.

However, if the voltage at the load input is superimposed with an AC voltage component, the load current also contains an AC current component depending on the amplitude and frequency of the AC voltage. This is not an oscillation of the electronic load.



If the amplitude portion or the frequency of the AC voltage component is high, an overload of the input capacitors can occur!

The accuracy values given in the technical data apply for clean DC voltages at the load input.

## 9 Anhang

### 9.1 Fehlercodes

#### 9.1.1 Command Errors

Ein Fehlercode im Bereich [-199 ... -100] zeigt an, dass ein IEEE 488.2 Syntax Error im Parser der elektronischen 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                                                       |

## 9 Appendix

### 9.1 Error Codes

#### 9.1.1 Command Errors

An error in the range [-199 ... -100] indicates that a syntax error has been detected in a command sent to the electronic load. The occurrence of any error of this classification causes the Command Error Bit (bit 5) in the Event Status Register to be set.

| Error Code |                       | Description                                                                     |
|------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| -100       | Command Error         | Generic syntax error.                                                           |
| -101       | Invalid character     | A syntactic element contains a character which is invalid.                      |
| -104       | Data type error       | The parser recognized a data element different than one allowed.                |
| -108       | Parameter not allowed | More parameters were received than expected for the header.                     |
| -109       | Missing parameter     | Fewer parameters were received than required for the header.                    |
| -110       | Command header error  | An error was detected in the header.                                            |
| -120       | Numeric data error    | A numeric data element produced an error.                                       |
| -130       | Suffix error          | Generated when parsing a faulty suffix.                                         |
| -138       | Suffix not allowed    | A suffix was encountered after a numeric element which does not allow suffixes. |
| -140       | Character data error  | Generated when parsing a faulty character data element.                         |
| -150       | String data error     | Generated when parsing a string data element.                                   |

|      |                  |                 |
|------|------------------|-----------------|
|      |                  |                 |
| -170 | Expression error | Ausdrucksfehler |
| -180 | Macro error      | Makrofehler     |

### 9.1.2 Execution Errors

Ein Fehlercode im Bereich [-299 ... -200] zeigt an, dass ein Fehler in der Ausführungseinheit der elektronischen Last 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 Trigger 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 Listenfunktion wurde aufgrund von unterschiedlichen Listenlängen abgebrochen.                          |
| -230       | Data corrupt or stale   | Ungültige Daten sind aufgetreten.                                                                                    |

|      |                  |                                                              |
|------|------------------|--------------------------------------------------------------|
| -160 | Block data error | Generated when parsing a faulty block data element.          |
| -170 | Expression error | Generated when parsing a faulty expression data element.     |
| -180 | Macro error      | Generated when defining a faulty macro or executing a macro. |

### 9.1.2 Execution Errors

An error in the range [-299 ... -200] indicates that an error has been detected at the execution of a command. The occurrence of any error of this classification causes the Execution Error Bit (bit 4) in the Event Status Register to be set.

| Error Code |                         | Description                                                                                                                              |
|------------|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| -200       | Execution error         | Generic execution error.                                                                                                                 |
| -210       | Trigger error           | A trigger error occurred.                                                                                                                |
| -211       | Trigger ignored         | A trigger event was received but ignored.                                                                                                |
| -213       | Init ignored            | Indicates that a request for a trigger initiation was ignored.                                                                           |
| -220       | Parameter error         | A parameter error occurred.                                                                                                              |
| -221       | Settings conflict       | A legal command was parsed but could not be executed due to the current device state.                                                    |
| -222       | Data out of range       | A legal command was parsed but could not be executed because the interpreted value was outside the valid range as defined by the device. |
| -224       | Illegal parameter value | An exact value from a list of possibles was expected.                                                                                    |
| -226       | Lists not same length   | The start of LIST function was aborted due to different lengths.                                                                         |
| -230       | Data corrupt or stale   | Invalid data occurred.                                                                                                                   |

|      |                    |                                                                                                              |
|------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| -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 geräte-spezifischen Fehler an, der weder ein Command Error, ein Query Error, noch ein Execution Error ist. 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. |

|      |                    |                                                                               |
|------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| -240 | Hardware error     | A legal command or query could not be executed because of a hardware problem. |
| -250 | Mass storage error | A mass storage error occurred.                                                |
| -280 | Program error      | A program-related execution error occurred.                                   |
| -290 | Memory use error   | A user request has directly or indirectly caused a memory-related error.      |

### 9.1.3 Device-specific Errors

An error in the range [-399 ... -300] indicates that the electronic load has detected a device-specific error which is not a command error, a query error, or an execution error. The occurrence of any error of this classification causes the Device Dependent Error Bit (bit 3) in the Event Status Register to be set.

| Error Code |                           | Description                                                                                                       |
|------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| -300       | Device-specific error     | Generic device-dependent error.                                                                                   |
| -310       | System error              | A device-specific system error occurred.                                                                          |
| -315       | Configuration memory lost | Nonvolatile configuration data has been lost.                                                                     |
| -320       | Storage fault             | The firmware detected an error when using the data storage.                                                       |
| -330       | Self-test failed          | An error occurred during self-test.                                                                               |
| -340       | Calibration failed        | An error occurred during calibration/adjustment.                                                                  |
| -350       | Queue overflow            | The error queue is full, and the causing error was not entered.                                                   |
| -360       | Communication error       | Generic communication error. Error might be parity error or framing error in data received from serial interface. |

### 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 (in IEEE 488.2, Kap. 6) festgestellt hat. Wenn ein Fehler dieser Klasse auftritt, wird das Query Error Bit (Bit 2) im Event Status gesetzt.

| 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 Error Codes

Fehlercodes im Bereich [1 ... 999] sind solche, die nicht im Standard IEEE 488.2 spezifiziert sind, sondern vom Hersteller der elektronischen Last, um weitere Fehler zu definieren. Das Auftreten eines Fehlers in diesem Codebereich sollte an den Hersteller gemeldet werden.

## 9.2 Geräteparameter

Im Folgenden sind die anwender-relevanten Geräteparameter und deren Funktion aufgelistet.



Reservierte Parameter dürfen nicht beschrieben werden!

### 9.1.4 Query Errors

An error in the range [-499 ... -400] indicates that the output queue control of the electronic load has detected a problem produced by the message exchange protocol described in IEEE 488.2, chapter 6. The occurrence of any error in this class causes the Query Error Bit (bit 2) in the Event Status Register to be set.

| Error Code |                    | Description                                           |
|------------|--------------------|-------------------------------------------------------|
| -400       | Query error        | Generic query error.                                  |
| -410       | Query interrupted  | A query was interrupted.                              |
| -420       | Query unterminated | A query was not terminated.                           |
| -430       | Query deadlocked   | A query freezed due to full input and output buffers. |

### 9.1.5 Non-standardized Error Codes

Error codes in the range [1 ... 999] are errors which are not specified in IEEE 488.2 standard but defined by the load manufacturer to specify further errors. If an error code in this range occurs it shall be reported to the manufacturer.

## 9.2 Device Parameters

The following list shows the operator-relevant device parameters and their function.



Reserved parameters may not be written!



| Par. Nr.   | Funktion                                                                 | Wert bei Auslieferung | Zugriff          |
|------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------|
| 0 ... 9    | <i>reserviert</i>                                                        |                       | -                |
| 10         | Regelkonstante Kp für Betriebsart CP mit der Regelgeschwindigkeit FAST   | 0                     | lesen, schreiben |
| 11         | Regelkonstante Ki für Betriebsart CP mit der Regelgeschwindigkeit FAST   | 0.10                  | lesen, schreiben |
| 12         | Regelkonstante Kp für Betriebsart CP mit der Regelgeschwindigkeit MEDium | 0                     | lesen, schreiben |
| 13         | Regelkonstante Ki für Betriebsart CP mit der Regelgeschwindigkeit MEDium | 0.05                  | lesen, schreiben |
| 14         | Regelkonstante Kp für Betriebsart CP mit der Regelgeschwindigkeit SLOW   | 0                     | lesen, schreiben |
| 15         | Regelkonstante Ki für Betriebsart CP mit der Regelgeschwindigkeit SLOW   | 0.02                  | lesen, schreiben |
| 16 ... 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            |

| Par. No.   | Function                                                               | Ex works value | Access      |
|------------|------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------|
| 0 ... 9    | <i>reserved</i>                                                        |                | -           |
| 10         | Control constant Kp for operating mode CP with regulation speed FAST   | 0              | read, write |
| 11         | Control constant Ki for operating mode CP with regulation speed FAST   | 0.10           | read, write |
| 12         | Control constant Kp for operating mode CP with regulation speed MEDium | 0              | read, write |
| 13         | Control constant Ki for operating mode CP with regulation speed MEDium | 0.05           | read, write |
| 14         | Control constant Kp for operating mode CP with regulation speed SLOW   | 0              | read, write |
| 15         | Control constant Ki for operating mode CP with regulation speed SLOW   | 0.02           | read, write |
| 16 ... 19  | <i>reserved</i>                                                        |                | -           |
| 20         | MPPT accuracy                                                          | 0.001          | read, write |
| 21         | MPPT minimum voltage                                                   | 10             | read, write |
| 22 ... 100 | <i>reserved</i>                                                        |                | -           |
| 101 ...    | Production and calibration parameters                                  |                | read        |

### 9.3 Informationen zu Sonderausführungen

Informationen zu Sonderausführungen finden Sie in der Datei TechDat\_TRL\_*dn*.pdf (*dn* = Gerätenummer) auf einem mitgelieferten USB-Stick.

### 9.4 Mitgeliefertes Zubehör

Das mitgelieferte Zubehör ist in der Datei TechDat\_TRL\_*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\_TRL\_*dn*.pdf (*dn* = Gerätenummer) auf einem mitgelieferten USB-Stick.

### 9.6 Konformitätserklärung

Die Konformitätserklärung zu Ihrer elektronischen Last finden Sie in der Datei TechDat\_TRL\_*dn*.pdf (*dn* = Gerätenummer) auf einem mitgelieferten USB-Stick.

### 9.3 Information for Special Models

You will find information for special versions in the file TechDat\_TRL\_*dn*.pdf (*dn* = device number) on the supplied USB flash drive.

### 9.4 Supplied Accessories

The supplied accessories are listed in the file TechDat\_TRL\_*dn*.pdf (*dn* = device number) on the supplied USB flash drive.

### 9.5 Technical Data

You will find the technical data for your electronic load in the file TechDat\_TRL\_*dn*.pdf (*dn* = device number) on the supplied USB flash drive.

### 9.6 Declaration of Conformity

You will find the Declaration of Conformity for your electronic load in the file TechDat\_TRL\_*dn*.pdf (*dn* = device number) on the supplied USB flash drive.

## 10 Stichwortverzeichnis

### A

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| Abkürzungen .....     | 27  |
| Abtastintervall ..... | 163 |
| Abwärme .....         | 17  |
| Anstiegszeit .....    | 74  |
| Auspacken .....       | 12  |

### B

|                        |                              |
|------------------------|------------------------------|
| Batterieprüfung .....  | <i>Siehe Entladefunktion</i> |
| Bedienelemente .....   | 28                           |
| Bediener .....         | 13                           |
| Berührungsschutz ..... | 34                           |
| Betreiber .....        | 14                           |
| Betriebsart .....      | 64, 69, 79, 84, 86, 87       |
| Betriebsbereich .....  | 37                           |

### C

|           |                                 |
|-----------|---------------------------------|
| CAT ..... | <i>Siehe Messkategorie</i>      |
| CC .....  | <i>Siehe Strombetrieb</i>       |
| CP .....  | <i>Siehe Leistungsbetrieb</i>   |
| CR .....  | <i>Siehe Widerstandsbetrieb</i> |
| CV .....  | <i>Siehe Spannungsbetrieb</i>   |

### D

|                     |     |
|---------------------|-----|
| Datenformat .....   | 168 |
| Daten-Logging ..... | 110 |
| DHCP .....          | 141 |

### E

|                          |                           |
|--------------------------|---------------------------|
| Eingangskapazität .....  | 268                       |
| Eingangsspannung .....   | 117                       |
| Eingangswiderstand ..... | 75                        |
| Elektronische Last ..... | 11                        |
| Entladefunktion .....    | 90                        |
| Erdung .....             | <i>Siehe Schutzleiter</i> |
| Erholungsphase .....     | 93                        |
| Error Queue .....        | 221                       |

## 10 Index

### A

|                         |                                                       |
|-------------------------|-------------------------------------------------------|
| Abbreviations .....     | 27                                                    |
| Accessories .....       | 12                                                    |
| Adjustment .....        | <i>See Calibration</i>                                |
| Auxiliary voltage ..... | <i>See Zero Volt Function, See Zero Volt Function</i> |

### B

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| Basic operating mode ..... | 175 |
| Beeper .....               | 121 |

### C

|                          |                                            |
|--------------------------|--------------------------------------------|
| Calibration .....        | 24                                         |
| Cardiac arrest .....     | 17                                         |
| CAT .....                | <i>See Measurement category</i>            |
| CC .....                 | <i>See Current mode</i>                    |
| Cleaning .....           | 23                                         |
| Control elements .....   | 28                                         |
| Control input .....      | 254                                        |
| analog .....             | 257                                        |
| CP .....                 | <i>See Power mode</i>                      |
| CR .....                 | <i>See Resistance mode</i>                 |
| Current mode .....       | 65                                         |
| Current protection ..... | 38, 165, <i>See Overcurrent protection</i> |
| CV .....                 | <i>See Voltage mode</i>                    |

### D

|                    |         |
|--------------------|---------|
| Data format .....  | 168     |
| Data logging ..... | 110     |
| dead time .....    | 73      |
| DHCP .....         | 141     |
| DUT .....          | 64, 117 |

### E

|                       |                             |
|-----------------------|-----------------------------|
| Earthing .....        | <i>See Protective Earth</i> |
| electric arcs .....   | 18                          |
| Electronic load ..... | 11                          |
| Environment .....     | 20                          |

**F**

|                       |                          |
|-----------------------|--------------------------|
| Fehlercode .....      | 269                      |
| FIFO .....            | 221                      |
| Firmware-Update ..... | 132                      |
| Format .....          | <i>Siehe Datenformat</i> |

**G**

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| Gefährdungen .....         | 17  |
| Gewährleistung .....       | 25  |
| Grenzwerte                 |     |
| Überstrombegrenzung .....  | 72  |
| Unterspannungsschutz ..... | 73  |
| Grundbetriebsart .....     | 175 |

**H**

|                         |                                 |
|-------------------------|---------------------------------|
| Haarnetz .....          | 11, 18                          |
| Handschuhe .....        | 11, 18                          |
| Herzschriffmacher ..... | 19                              |
| Herzstillstand .....    | 17                              |
| Hilfsspannung .....     | <i>Siehe Null-Volt-Funktion</i> |

**I**

|                       |                   |
|-----------------------|-------------------|
| I/O-Port .....        | 29, 115, 157, 248 |
| Identifikation .....  | 12                |
| ID-String .....       | 157               |
| IEEE 488.2 .....      | 134, 146, 168     |
| Innenwiderstand ..... | 94                |
| Input .....           | 75, 256           |

**J**

|                  |                           |
|------------------|---------------------------|
| Justierung ..... | <i>Siehe Kalibrierung</i> |
|------------------|---------------------------|

**K**

|                    |         |
|--------------------|---------|
| Kalibrierung ..... | 24      |
| Kurzschluss .....  | 67, 117 |

**L**

|                           |                                 |
|---------------------------|---------------------------------|
| Lasteingang .....         | <i>Siehe Input, Siehe Input</i> |
| Lasteingangszustand ..... | 75                              |
| getriggert .....          | 75                              |

|                   |     |
|-------------------|-----|
| Error code .....  | 269 |
| Error queue ..... | 221 |

**F**

|                       |                        |
|-----------------------|------------------------|
| FIFO .....            | 221                    |
| Firmware update ..... | 132                    |
| Follow-up time .....  | 93                     |
| Format .....          | <i>See Data format</i> |
| Fuse .....            | 18, 30                 |

**G**

|                     |                             |
|---------------------|-----------------------------|
| Gloves .....        | 11, 18                      |
| Grid provider ..... | 22                          |
| Grounding .....     | <i>See Protective Earth</i> |

**H**

|               |        |
|---------------|--------|
| Hairnet ..... | 12, 18 |
| Hazards ..... | 17     |

**I**

|                           |                        |
|---------------------------|------------------------|
| I/O Port .....            | 29, 115, 157           |
| ID string .....           | 157                    |
| Identification .....      | 12                     |
| IEEE 488.2 .....          | 134, 146, 168          |
| Infinite .....            | 184                    |
| Input .....               | 75, 181, 182, 255, 256 |
| Input capacity .....      | 268                    |
| Input resistance .....    | 75                     |
| Input voltage .....       | 117                    |
| Internal resistance ..... | 94                     |

**K**

|               |          |
|---------------|----------|
| Keylock ..... | 119, 223 |
|---------------|----------|

**L**

|                    |     |
|--------------------|-----|
| LIST .....         | 183 |
| count .....        | 80  |
| dwell times .....  | 80  |
| execution .....    | 86  |
| list set .....     | 80  |
| load profile ..... | 79  |

|                           |                     |
|---------------------------|---------------------|
| Lastprofil .....          | 78                  |
| Latenzzeit .....          | 115                 |
| Leistungsbegrenzung ..... | 40                  |
| Leistungsbetrieb .....    | 66                  |
| Lichtbogen .....          | 17                  |
| LIST .....                | 183                 |
| Abtastzeiten .....        | 80                  |
| Ausführung .....          | 86                  |
| Betriebsart .....         | 79, 81, 86, 87, 186 |
| count .....               | 80                  |
| Lastprofil .....          | 79                  |
| Listensatz .....          | 80                  |
| Messdatenpunkt .....      | 80                  |
| Mode .....                | 90                  |
| Rampenzeiten .....        | 79                  |
| Sollwerte .....           | 79                  |
| Verweilzeiten .....       | 80                  |
| Logikpegel .....          | 253                 |
| Lüftersteuerung .....     | 116                 |

**M**

|                           |         |
|---------------------------|---------|
| MAC-Adresse .....         | 140     |
| Major Version .....       | 103     |
| Master .....              | 103     |
| Maximum Power Point ..... | 98      |
| Messdatenpunkt .....      | 80      |
| Messdatensatz .....       | 166     |
| Messkategorie .....       | 19      |
| Messwert .....            | 192     |
| Minor Version .....       | 103     |
| Modulator-Funktion .....  | 97      |
| MPPT .....                | 98, 178 |
| Muskelverkrampfung .....  | 17      |

**N**

|                       |    |
|-----------------------|----|
| Nachlaufzeit .....    | 93 |
| NA-Schutz .....       | 22 |
| Netzbetreiber .....   | 22 |
| Netzkabel .....       | 23 |
| Netzsisicherung ..... | 24 |
| Netzspannung .....    | 23 |

|                              |                         |
|------------------------------|-------------------------|
| measurement data point ..... | 80                      |
| mode .....                   | 79, 81, 86, 87, 90, 186 |
| ramp times .....             | 79                      |
| sample times .....           | 80                      |
| settings .....               | 79                      |
| Load input state .....       | 75                      |
| triggered .....              | 76                      |
| Load profile .....           | 78                      |
| Logic level .....            | 253                     |

**M**

|                              |         |
|------------------------------|---------|
| MAC address .....            | 140     |
| Mains cable .....            | 23      |
| Mains fuse .....             | 24      |
| Maintenance .....            | 23      |
| Major version .....          | 103     |
| Master .....                 | 103     |
| Maximum Power Point .....    | 98      |
| Measured value .....         | 192     |
| Measurement data point ..... | 80, 166 |
| Measuring category .....     | 19      |
| Memory position .....        | 123     |
| Minor Version .....          | 103     |
| Modulator function .....     | 97      |
| MPPT .....                   | 178     |
| Muscle cramp .....           | 17      |

**N**

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| network and system protection ..... | 22  |
| Nullmodem cable .....               | 144 |

**O**

|                       |            |
|-----------------------|------------|
| OCP .....             | 72         |
| Operating mode .....  | 64, 69, 79 |
| Operating range ..... | 37         |
| Operator .....        | 14         |
| OV .....              | 122        |
| Overcurrent .....     | 38         |
| Overpower .....       | 40         |
| Overtemperature ..... | 40         |
| Overvoltage .....     | 17, 31, 38 |

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| Nullmodem-Kabel .....    | 144 |
| Null-Volt-Funktion ..... | 117 |

**O**

|                     |     |
|---------------------|-----|
| OCP .....           | 72  |
| Operating mode..... | 87  |
| OPP .....           | 122 |
| OTP .....           | 122 |
| OV .....            | 122 |

**P**

|                |     |
|----------------|-----|
| Piepser .....  | 121 |
| Preset.....    | 131 |
| Prüfling ..... | 31  |
| PWM .....      | 74  |

**R**

|                            |          |
|----------------------------|----------|
| Regelgeschwindigkeit ..... | 74       |
| Reinigen .....             | 23       |
| Remote .....               | 135      |
| Reparatur .....            | 25       |
| Reset .....                | 129, 158 |
| Ringpuffer .....           | 88, 109  |
| RMA .....                  | 26       |
| RSD.....                   | 254      |

**S**

|                           |              |
|---------------------------|--------------|
| Schutzerde .....          | 267          |
| Schutzklasse.....         | 16, 19, 23   |
| Schutzleiter .....        | 16, 23, 29   |
| SCPI .....                | 148          |
| Sense.....                | 31, 117      |
| Seriennummer .....        | 12           |
| Sicherheitsabdeckung..... | 34           |
| Sicherheitsschuhe .....   | 11, 18       |
| Sicherung .....           | 18, 24, 30   |
| Signalpegel.....          | 250          |
| Slave.....                | 103          |
| Sollwert.....             | 86, 87       |
| getriggert .....          | 70, 113, 165 |
| immediate .....           | 164          |

**P**

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| Pacemaker .....               | 19         |
| Packing.....                  | 13         |
| PI controller .....           | 68         |
| Power mode .....              | 66, 68     |
| Protection                    |            |
| overcurrent protection .....  | 72         |
| undervoltage protection ..... | 73         |
| Protection class.....         | 16         |
| Protective Earth .....        | 16, 23, 29 |
| PWM .....                     | 74         |

**R**

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| Regeneration phase.....     | 93         |
| Regulation speed .....      | 74         |
| Remote .....                | 135        |
| Reset .....                 | 129        |
| Resistance mode.....        | 68         |
| Reverse polarity .....      | 17, 31, 39 |
| Reverse voltage .....       | 39         |
| Reverse-polarity diode..... | 39, 119    |
| Ring buffer .....           | 88, 109    |
| Rise time .....             | 74         |
| RMA .....                   | 26         |
| RSD.....                    | 254        |

**S**

|                     |         |
|---------------------|---------|
| Safety class .....  | 23      |
| Safety cover .....  | 34      |
| Safety shoes.....   | 11, 18  |
| Sample time .....   | 163     |
| SCPI .....          | 148     |
| Sense.....          | 31      |
| Serial number ..... | 12      |
| Setting.....        | 87      |
| immediate .....     | 69, 164 |
| triggered.....      | 70, 113 |
| Short-circuit ..... | 67, 117 |
| Signal level .....  | 250     |
| Slave.....          | 103     |

|                             |                                       |
|-----------------------------|---------------------------------------|
| Spannungsaufschaltung ..... | 115                                   |
| Spannungsbetrieb .....      | 69                                    |
| Speicherposition .....      | 123                                   |
| Standards .....             | 95, 134                               |
| Statusausgang .....         | 256                                   |
| Statusmodell .....          | 205                                   |
| Steuereingang .....         | 254                                   |
| analog .....                | 257                                   |
| Stoppkriterium .....        | 91                                    |
| Strombegrenzung .....       | 165, <i>Siehe</i> Überstrombegrenzung |
| Strombetrieb .....          | 65                                    |
| Sweep .....                 | 99                                    |
| Symboldatei .....           | 138                                   |
| Symbole .....               | 21                                    |
| Systemeinheit .....         | 102                                   |
| Systemverbund .....         | 103                                   |

**T**

|                             |              |
|-----------------------------|--------------|
| Tastensperre .....          | 119, 223     |
| Terminierung .....          | 136          |
| Totzeit .....               | 73           |
| Trigger-Ausgang .....       | 257          |
| Trigger-Ereignis .....      | 86, 113, 115 |
| Trigger-Flanke .....        | 115, 116     |
| Trigger-Freihaltezeit ..... | 113          |
| Trigger-Holdoff .....       | 113          |
| Trigger-Modell .....        | 113          |
| Trigger-Quelle .....        | 115          |
| Triggervverzögerung .....   | 113          |
| TTL .....                   | 253          |

**U**

|                        |            |
|------------------------|------------|
| Überspannung .....     | 17, 31, 38 |
| Überstrom .....        | 38         |
| Übertemperatur .....   | 40         |
| Übertragungsrate ..... | 137, 140   |
| Umwelt .....           | 20         |
| Unendlich .....        | 84, 184    |
| Unterspannung .....    | 39         |
| USB-Stick .....        | 110        |

|                      |         |
|----------------------|---------|
| Sollwert .....       | 87      |
| Standards .....      | 95, 134 |
| Status model .....   | 205     |
| Status output .....  | 256     |
| Stop condition ..... | 91      |
| Sweep .....          | 99      |
| Symbol file .....    | 138     |
| Symbols .....        | 21      |
| System unit .....    | 102     |

**T**

|                         |              |
|-------------------------|--------------|
| Termination .....       | 136          |
| thermal energy .....    | 17           |
| Touch protection .....  | 34           |
| Transmission rate ..... | 140          |
| Trigger delay .....     | 113          |
| Trigger event .....     | 86, 113, 115 |
| Trigger holdoff .....   | 113          |
| Trigger model .....     | 113          |
| Trigger output .....    | 257          |
| Trigger source .....    | 115          |
| TTL .....               | 253          |

**U**

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| Undervoltage .....    | 39  |
| USB flash drive ..... | 110 |
| User .....            | 13  |

**V**

|                        |                             |
|------------------------|-----------------------------|
| VCP .....              | <i>See</i> Virtual COM Port |
| VDE-AR-N 4105 .....    | 22                          |
| VDR AR-N-4100 .....    | 22                          |
| Virtual COM Port ..... | 145                         |
| Voltage mode .....     | 69                          |

**W**

|                      |     |
|----------------------|-----|
| Warranty .....       | 25  |
| Watchdog delay ..... | 120 |
| Watchdog timer ..... | 120 |

**V**

|                        |                               |
|------------------------|-------------------------------|
| VCP.....               | <i>Siehe Virtual COM Port</i> |
| VDE-AR-N 4105 .....    | 22                            |
| VDR AR-N-4100 .....    | 22                            |
| Verpackung.....        | 13                            |
| Verpoldiode .....      | 39, 119                       |
| Verpolung .....        | 17, 31, 39                    |
| Virtual COM Port ..... | 145                           |

**W**

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| Wartung.....                    | 23  |
| Watchdog Timer .....            | 120 |
| Watchdog-Verzögerungszeit ..... | 120 |
| Widerstandsbetrieb.....         | 68  |

**Z**

|               |    |
|---------------|----|
| Zubehör ..... | 12 |
|---------------|----|

**Z**

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| Zero Volt Function ..... | 117 |
|--------------------------|-----|