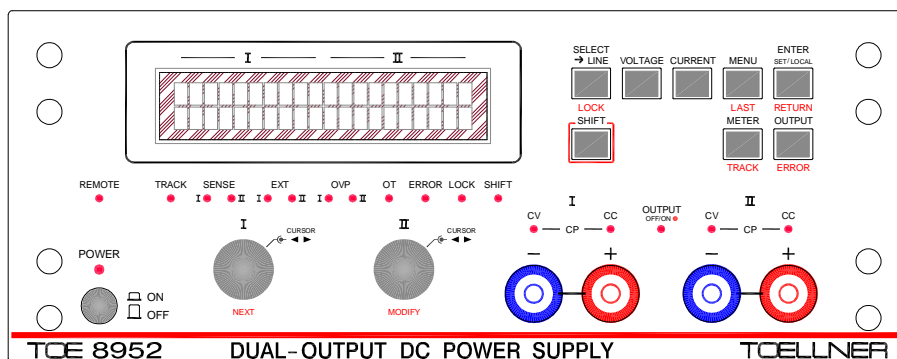


Bedienungsanleitung
DC-Netzgeräte mit Fernsteuerung
RS-232 / USB / LAN / GPIB
TOE 8951 / TOE 8952

8950D-Manual-Rev17.doc
Software V3.50-3.50



TOELLNER®

TOELLNER ELECTRONIC INSTRUMENTE GMBH
Gahlenfeldstraße 31, 58313 Herdecke, Germany
☎ +49 (0) 23 30 - 97 91 91 • Fax +49 (0) 23 30 - 97 91 97
E-Mail: info@toellner.de • Web: www.toellner.de

Technische Änderungen vorbehalten

1.	Einleitung	5
1.1	Ausstattungsmerkmale	5
1.1.1	Allgemeine Netzgeräteausstattung	5
1.1.2	Autoranging	6
1.1.3	Systemfernsteuerung.....	6
1.1.4	Ausstattungsmerkmale im Überblick.....	7
1.2	Netzgeräteübersicht	7
2.	Manuelle Bedienung.....	8
2.1	Inbetriebnahme	8
2.1.1	Aufstellung und Belüftung.....	8
2.1.2	Betriebsvorbereitungen.....	8
2.1.3	Typ-Anzeige beim Einschalten	9
2.1.4	Tastenkombinationen beim Einschalten	9
2.1.5	Power-On Mode	10
2.1.6	Standard- und Werkseinstellungen.....	10
2.2	Beschreibung der Bedienelemente	11
2.2.1	Bedienelemente der Frontplatte	11
2.2.2	Bedienelemente der Rückwand.....	13
2.3	Allgemeine Netzgerätefunktionen.....	14
2.3.1	Bedienung	14
2.3.2	Netzgerätebetrieb	14
2.3.3	Off/On-Schalten des Hauptausgangs	15
2.3.4	Sense-Betrieb.....	15
2.3.5	Tracking-Betrieb beim Doppelnetzgerät	15
2.3.6	Verriegelungsfunktion "Lock"	15
2.4	Schutzeinrichtungen.....	16
2.4.1	Elektronischer Thermoschutz	16
2.4.2	Überspannungsschutz OVP	16
2.4.3	Allgemeiner Überlastschutz	16
2.5	Mess-Display	16
2.5.1	Mess-Display beim Einzelnetzgerät.....	16
2.5.2	Mess-Display beim Doppelnetzgerät	17
2.6	Spannungseinstellung	18
2.6.1	Spannungseinstellung beim Einzelnetzgerät	18
2.6.2	Spannungseinstellung beim Doppelnetzgerät	18
2.7	Stromeinstellung.....	19
2.7.1	Stromeinstellung beim Einzelnetzgerät.....	19
2.7.2	Stromeinstellung beim Doppelnetzgerät.....	19
2.8	Einstellung Leistungsgrenzwert.....	20
2.8.1	Einstellung Leistungsgrenzwert beim Einzelnetzgerät.....	20
2.8.2	Einstellung Leistungsgrenzwert beim Doppelnetzgerät	20
2.9	Einstellung Tracking-Betrieb beim Doppelnetzgerät.....	20
3.	Menübedienung	21
3.1	Hauptmenüpunkte im Überblick	21
3.2	Menüpunkt "Memory"	21
3.2.1	Speicheroperation "Recall"	22
3.2.2	Speicheroperation "Save".....	22
3.3	Menüpunkt "Power (max)"	23
3.4	Menüpunkt "System"	23
3.4.1	System-Untermenü "External Control".....	23
3.4.2	System-Untermenü "Voltage Slew Rate".....	24
3.4.3	System-Untermenü "Voltage MSD"	24
3.4.4	System-Untermenü "Power-On"	24
3.4.5	System-Untermenü "*RST Command"	25
3.4.6	System-Untermenü "Device IDN"	25
3.4.7	System-Untermenü "T/Fan"	26
3.5	Menüpunkt "Display Setting"	26
3.6	Menüpunkt "Remote".....	26
3.6.1	Remote-Untermenü "Interface".....	26
3.6.2	Remote-Untermenü "Language".....	27
3.6.3	Remote-Untermenü "RS-232 Setting"	27
3.6.4	Remote-Untermenü "GPIB Setting".....	28
3.6.5	Remote-Untermenü "LAN MAC-Address"	28
3.6.6	Remote-Untermenü "Restart LAN"	29
3.7	Menüpunkt "Calibration"	29

4.	Fernsteuerung	30
4.1	RS-232-Schnittstelle	30
4.2	USB-Schnittstelle (Option)	31
4.3	LAN-Schnittstelle (Option)	32
4.3.1	IP-Adressierung	32
4.3.2	MAC-Adresse.....	32
4.3.3	Interner Web-Server.....	33
4.4	GPIO-Schnittstelle (Option).....	33
4.5	Befehlssyntax gemäß IEEE 488.2	33
4.6	Einführung in die SCPI-Sprache	35
4.6.1	Syntax-Beschreibung der SCPI-Sprache	35
4.6.2	SCPI-Befehlsbaum mit Subsystemen	36
4.7	Befehlsübersicht	38
4.8	Befehlserläuterungen.....	41
4.8.1	Standardbefehle nach IEEE 488.2.....	41
4.8.2	Spannungs- und Strombefehle.....	43
4.8.3	Allgemeine Netzgerätebefehle	44
4.8.4	Messbefehle.....	45
4.8.5	System- und Displaybefehle	45
4.8.6	Kalibrierbefehle	47
4.8.7	Status-Registermodell.....	48
4.8.8	Statusbefehle für Einzel- und Doppelnetzgeräte.....	51
4.8.9	Statusbefehle nur für Doppelnetzgeräte.....	52
5.	Kalibrierung	54
5.1	Kalibrierausrüstung.....	54
5.2	Kalibrierparameter	54
5.3	Kalibrierung im Handbetrieb	54
5.3.1	Öffnen der Kalibrierung.....	55
5.3.2	Spannungs-Kalibrierung.....	56
5.3.3	OVP-Kalibrierung	57
5.3.4	Strom-Kalibrierung	57
5.3.5	Speicherung der Kalibrierwerte.....	58
5.3.6	Änderung Sicherungscode.....	59
5.4	Kalibrierung im Fernsteuerbetrieb.....	59
5.4.1	Öffnen der Kalibrierung	60
5.4.2	Spannungskalibrierung	60
5.4.3	OVP-Kalibrierung	60
5.4.4	Stromkalibrierung.....	60
5.4.5	Speicherung der Kalibrierwerte.....	60
5.4.6	Beenden der Kalibrierung	60
6.	Fehlermeldungen.....	61
6.1	Allgemeines	61
6.2	Fehler beim Einschalten (Power-On Fehler).....	61
6.3	Fehlerliste	62
7.	Programmierbeispiele.....	66
8.	Analog-Steuerung	68
9.	Umbau zum 19"-Einschubgerät	70
9.1	19"-Adaptersatz (2HE) für 1x TOE 8951/52 (Option).....	70
9.2	19"-Adaptersatz (2HE) für 2x TOE 8951/52 (Option).....	70
10.	Technische Daten	72
10.1	Technische Daten Einzelnetzgerät TOE 8951	72
10.2	Technische Daten Doppelnetzgerät TOE 8952	74
10.3	Allgemeine technische Daten.....	76
11.	Netzgeräteansichten	78
11.1	Einzelnetzgerät TOE 8951	78
11.2	Doppelnetzgerät TOE 8952	80

Warnung

Dieses Gerät ist gemäß DIN EN 61010-1, "Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte", gebaut und geprüft und hat das Werk in sicherheitstechnisch einwandfreiem Zustand verlassen und entspricht der Schutzklasse I. Um diesen Zustand zu erhalten und einen gefahrlosen Betrieb sicherzustellen, muss der Anwender unbedingt die Hinweise und Warnvermerke beachten, die in dieser Bedienungsanleitung enthalten sind.

Beim Betrieb elektrischer Geräte stehen zwangsläufig bestimmte Teile dieser Geräte unter gefährlicher Spannung. Bei Nichtbeachten der Warnvermerke können deshalb schwere Körperverletzungen oder Sachschäden auftreten.

Nur entsprechend qualifiziertes Personal sollte an diesen Geräten oder in deren Nähe arbeiten. Der einwandfreie und sichere Betrieb dieser Geräte setzt sachgemäßen Transport, fachgerechte Lagerung, Aufstellung sowie sorgfältige Bedienung und Instandhaltung voraus.

Qualifiziertes Personal im Sinne dieser Bedienungsanleitung sind Personen, die mit Aufstellung, Inbetriebsetzung und Betrieb der Geräte vertraut sind und über die ihrer Tätigkeit entsprechenden Qualifikationen verfügen.

1. Einleitung

Mit den 400-W-Netzgeräten der Modellreihe **TOE 8950** stellen sich, für den Bereich der Stromversorgungen, Vertreter einer neuen Generation von DC-Netzgeräten vor. Diese Geräte sind als Einzelnetzgeräte mit einem Ausgang oder als Doppelnetzgeräte mit zwei galvanisch getrennten Ausgängen verfügbar. Durch eine bewährte Mikroprozessor-Steuerung und modernste Schalttechnik verbinden diese Netzgeräte außergewöhnliche Funktionalität mit ausgezeichneten analogen Ausgangsdaten.

Stabilisierte Stromversorgungen werden in Labors, Fertigungsstätten, Schulen und Werkstätten gleichermaßen benötigt. Sie sollen jederzeit genau einstellbare und reproduzierbare Werte für Spannung und Strom liefern. Die Netzgeräte der Modellreihe **TOE 8950** sind robust, preisgünstig und praxisgerecht. Sie sind sowohl manuell bedienbar als auch über RS-232-Rechnerschnittstelle, analoge Schnittstelle und optional über USB-, LAN- oder GPIB-Schnittstelle fernsteuerbar. Sie eignen sich daher aufgrund ihrer einfachen und trotzdem komfortablen Bedienoberfläche gleichermaßen für den Labor- und den Systemeinsatz. Alle Netzgeräte sind als Konstantspannungs- und als Konstantstromquellen einsetzbar.

1.1 Ausstattungsmerkmale

1.1.1 Allgemeine Netzgeräteausstattung

Die Netzgeräte der Modellreihe **TOE 8950** liefern insgesamt eine Ausgangsleistung von 400 W in unterschiedlichsten Modellvarianten (→ 1.2 Netzgeräteübersicht). Aufgrund modernster Schaltreglertechnik arbeiten diese Netzgeräte bei Volllast mit einem hohen Wirkungsgrad von > 80 % und zeichnen sich durch geringe Restwelligkeit bei Spannungs- und Stromregelung aus.

Die Netzgeräte zeichnen sich weiterhin durch Dauerlast- und Kurzschlussfestigkeit aus. Ein- und Ausschaltspitzen sowie Einschwingvorgänge treten nicht auf. Die erdfreien Hauptausgänge besitzen sichere Potentialtrennung zum Netzeingang und zu den Rechnerschnittstellen. Die Sicherheitsbuchsen der Hauptausgänge stehen an der Gerätefront für den Laborbetrieb zur Verfügung. An der Geräterückseite befindet sich ein Schraubklemmenblock mit rückwärtigen Ausgängen parallel zu den Hauptausgängen in der Frontplatte und den Sense-Eingängen.

Die manuelle Einstellung von Ausgangsspannung und Ausgangsstrom erfolgt mit Hilfe von verschleißfreien digitalen Drehknöpfen. Diese Drehknöpfe liefern Impulse an die intelligente Eingabeeinheit, die ihrerseits daraus die entsprechenden Spannungs- und Stromwerte berechnet. Durch diese Eingabeform entfällt das bekannte Problem der Verschleißabhängigkeit bei Eingabe durch Potentiometer. Die Anzeige der Mess- und Sollwerte der Ausgangsgrößen sowie der Menüpunkte erfolgt mit einem 2-zeiligen LCD-Display mit je 20 Zeichen.

Ein weiteres markantes Merkmal der Modellreihe **TOE 8950** ist die hochauflösende Messung der Ausgangswerte von Spannung und Strom. Im Fernsteuerbetrieb können die Messwerte Schnittstellen abhängig mit einer Messrate von bis zu 100 Messungen pro Sekunde vom Steuerrechner eingelesen werden, so dass in aller Regel auf den Einsatz zusätzlicher Messinstrumente verzichtet werden kann.

In Abhängigkeit der eingestellten Werte für Spannung und Strom können die Netzgeräte je nach Lastbedingung entweder als Spannungs- oder Stromquelle oder mit einem zuvor eingestellten Leistungsgrenzwert betrieben werden. Spezielle Leuchtdioden zeigen den aktuellen Quellenmodus des Netzgerätes an: Konstantspannungs- (CV-Modus), Konstantstrom- (CC-Modus) oder Konstantleistungsbetrieb (CP-Modus).

Eine schnelle und komfortable Kalibrierung aller Ausgangsparameter ist ohne jeglichen Trimmerabgleich oder Eingriff in das Netzgerät in wenigen Minuten von außen durchführbar. Diese "elektronische Selbstkalibrierung" lässt sich auf einfache Weise menügesteuert mit Hilfe der Bedienelemente im Handbetrieb oder innerhalb eines Testsystems auch rechnergestützt im Fernsteuerbetrieb durchführen.

Alle Modelle sind mit einem netzausfallsicheren Speicher für 100 komplette Netzgeräteeinstellungen ausgestattet. Die beim Abschalten der Netzgeräte gültige Einstellung wird ebenfalls abgespeichert. Sie kann auf Wunsch beim erneuten Einschalten wieder eingenommen werden.

Ein weiteres komfortables Ausstattungsdetail ist das direkte Ein/Ausschalten der Ausgänge, die im Off-Zustand ein sofortiges Herunterfahren der Spannungs- und Stromwerte auf 0 bzw. im On-Zustand das Einstellen auf die programmierten Werte erlaubt. Die Ausgangsumschaltung kann entweder durch Tastenbedienung oder durch Fernsteuerbefehl erfolgen. Durch den Einsatz einer aktiven Abwärtsprogrammierschaltung wird eine geringe Abfallzeit der Ausgangsspannung auch unabhängig von der Last garantiert. Zur Ausregelung des Spannungsabfalls auf den Lastzuleitungen kann der automatisch überwachte Sense-Betrieb zugeschaltet werden. Bei den Doppelnetzgeräten besteht die Möglichkeit, den Tracking-Betrieb zur vorteilhaften Einknopfbedienung der Spannungssollwerte beider Ausgänge zu aktivieren.

Die Netzgeräte sind mit verschiedenen Schutzeinrichtungen wie Überspannungsschutz (OVP - Over Voltage Protection), Übertemperaturschutz und Überlastschutz ausgestattet. Des Weiteren verfügen die Netzgeräte über eine komfortable Menübedienung, mit deren Hilfe zahlreiche weitere Funktionen eingestellt werden können.

1.1.2

Autoranging

Die Netzgeräte der Modellreihe **TOE 8950** verfügen über eine Autoranging-Funktion mit automatischer Bereichswahl. Die Netzgeräte können ihre Nennleistung über einen großen stufenlosen Bereich von Spannungs-/Stromkombinationen abgeben.

Beispielsweise erlaubt das Modell **TOE 8951-40** – mit den Maximalwerten 40 V und 20 A – bei seiner Nennleistung von 400 W im Spannungsbereich von 0 bis 20 V eine Stromentnahme von 20 A.

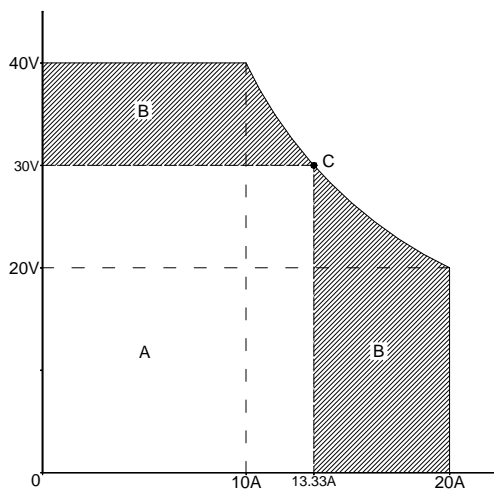
Im Spannungsbereich von 20 bis 40 V beträgt der entnehmbare Strom 400 W dividiert durch die Momentanspannung, z.B.:

bei 30 V Ausgangsspannung: $400 \text{ W} : 30 \text{ V} = 13,33 \text{ A}$

bei 40 V Ausgangsspannung: $400 \text{ W} : 40 \text{ V} = 10 \text{ A}$.

Damit haben die Autoranging-Netzgeräte der Modellreihe **TOE 8950** einen deutlich größeren Arbeitsbereich als Netzgeräte gleicher Leistung mit rechteckiger Ausgangskennlinie.

Spannungs/Strom-Diagramm mit Autoranging-Bereich



- A ... Leistungsbereich eines 400-W-Netzgerätes mit rechteckiger Ausgangskennlinie und 30 V Ausgangsspannung
- B ... Zusätzlicher 400-W-Leistungsbereich bei den Autoranging-Netzgeräten **TOE 8951** u. **TOE 8952**
- C ... 400-W-Arbeitspunkt beim 400-W-Netzgerät mit rechteckiger Ausgangskennlinie (30 V x 13,33 A = 400 W)

1.1.3

Systemfernsteuerung

Durch die serienmäßig eingebaute RS-232-Schnittstelle können alle Modelle als ferngesteuerte Stromversorgungen in rechnergestützten automatischen Mess- und Prüfsystemen zum Einsatz kommen. Optional sind auch die Schnittstellen USB, LAN oder GPIB erhältlich. Mit der LAN-Schnittstelle wird ein integrierter Web-Server bereitgestellt.

Die Befehlssyntax ist gemäß der Norm IEEE 488.2 ausgelegt. Der Befehlssatz ist umschaltbar zwischen kompatiblen Toellner-Befehlen und den für Messgeräte genormten SCPI-Befehlen. Im Fernsteuerbetrieb können die Messwerte Schnittstellen abhängig mit einer Messrate von bis zu 100 Messungen pro Sekunde vom Steuerrechner eingelesen werden, so dass in aller Regel auf den Einsatz zusätzlicher Messinstrumente verzichtet werden kann.

1.1.4

Ausstattungsmerkmale im Überblick

Grundfunktionen

- Geräteausführungen als Einzelnetzgeräte mit einem oder als Doppelnetzgeräte mit zwei galvanisch getrennten erdfreien Ausgängen
- Autoranging mit automatischer Leistungsregelung (Mehrbereichsgerät)
- Spannungs- und Stromeinstellungen durch verschleißfreie digitale Drehknöpfe
- 2x 20-stellige LCD-Anzeige für Mess- und Sollwerte und Menüeinstellungen
- Elektronische Selbstkalibrierung ohne jeglichen Trimmerabgleich oder Eingriff in das Netzgerät entweder menügesteuert per Tastenbedienung oder über Systemfernsteuerung
- Direktes Ein/Ausschalten des Hauptausgangs
- Sense-Betrieb zur Ausregelung des Spannungsabfalls auf den Lastzuleitungen
- Tracking-Betrieb bei Doppelnetzgeräten zur vorteilhaften Einknopfbedienung der Spannungssollwerte beider Ausgänge
- Speicher für 100 Netzgeräteeinstellungen
- Speicher für letzte Einstellung vor dem Ausschalten
- Verriegelung der Bedienelemente
- Übertemperaturschutz, Überlastschutz und Überspannungsschutz
- Verpolungsschutz und Rückstromsicherheit der Hauptausgänge
- Systemfernsteuerung serienmäßig mit RS-232-Schnittstelle, potentialgetrennt von den Ausgängen
- Analog-Steuerung für Spannung und Strom mit industrieüblicher Steuerspannung 0 - 5 V

Optionen

- Systemfernsteuerung zusätzlich mit USB-, LAN- oder GPIB-Schnittstelle, potentialgetrennt von den Ausgängen
- Arbiträrfunktion (Sequenz-Ablauf mit bis zu 1000 Punkten)
- Interlock-Steuerung (externes Freigeben des Hauptausgangs)
- Inhibit-Steuerung (externes Off/On-Schalten des Hauptausgangs)

1.2

Netzgeräteübersicht

Die einzelnen Netzgerätetypen der Modellreihe **TOE 8950** sind für unterschiedliche Nennausgangsspannungen erhältlich. Die Spannungsbezeichnung ist durch eine zusätzliche Zahl, die mit Bindestrich an die Typenbezeichnung angefügt ist, gekennzeichnet. Die maximalen Stromwerte sind aus der folgenden Tabelle ersichtlich.

Einzel- und Doppelnetzgeräte der Modellreihe **TOE 8950**

Netzgeräteausführung	Ausgang I		Ausgang II		Leistung
	Spannung	Strom	Spannung	Strom	
TOE 8951-20	0 - 20 V	0 - 40 A	-	-	400 W
TOE 8951-40	0 - 40 V	0 - 20 A	-	-	400 W
TOE 8951-60	0 - 60 V	0 - 14 A	-	-	400 W
TOE 8951-80	0 - 80 V	0 - 10 A	-	-	400 W
TOE 8951-130	0 - 130 V	0 - 6 A	-	-	400 W
TOE 8952-20	0 - 20 V	0 - 20 A	0 - 20 V	0 - 20 A	2x 200 W
TOE 8952-40	0 - 40 V	0 - 10 A	0 - 40 V	0 - 10 A	2x 200 W
TOE 8952-60	0 - 60 V	0 - 7 A	0 - 60 V	0 - 7 A	2x 200 W
TOE 8952-80	0 - 80 V	0 - 5 A	0 - 80 V	0 - 5 A	2x 200 W
TOE 8952-130	0 - 130 V	0 - 3 A	0 - 130 V	0 - 3 A	2x 200 W

2. Manuelle Bedienung

2.1 Inbetriebnahme

Warnung

Sicherer Betrieb dieser Geräte setzt voraus, dass sie von qualifiziertem Personal sachgemäß unter Beachtung der Warnvermerke dieser Bedienungsanleitung in Betrieb gesetzt werden.

Insbesondere sind die allgemeinen Errichtungs- und Sicherheitsvorschriften (z.B. DIN/EN und VDE) zu beachten. Bei Nichtbeachtung können Tod, schwere Körperverletzungen oder erheblicher Sachschaden die Folge sein.

Diese Geräte entsprechen der Schutzklasse I (Schutzleiteranschluss) gemäß DIN EN 61010-1. Vor dem Einschalten ist sicherzustellen, dass die Netzspannung mit der zulässigen Betriebsspannung des Gerätes übereinstimmt (→ 10.3 Allgemeine technische Daten bzw. Typenschild). Außer in Räumen mit besonderen Schutzmaßnahmen darf der Netzstecker nur in eine Steckdose mit Schutzkontakt eingeführt werden. Die Schutzwirkung darf nicht durch eine Verlängerungsleitung ohne Schutzleiter aufgehoben werden. Der Netzstecker muss in die Steckdose eingeführt worden sein, bevor das Gerät eingeschaltet wird und die Mess- und Steuerstromkreise angeschlossen werden. Jegliche Unterbrechung des Schutzleiters innerhalb oder außerhalb des Gerätes oder das Lösen des Schutzleiteranschlusses kann dazu führen, dass das Gerät Gefahr bringend wird. Absichtliche Unterbrechung des Schutzleiteranschlusses ist nicht zulässig. Die örtlichen Vorschriften über Erdung sind zu beachten.

Es ist sicherzustellen, dass nur Sicherungen vom angegebenen Typ und der angegebenen Nennstromstärke als Ersatz verwendet werden (→ 10.3 Allgemeine technische Daten bzw. Typenschild). Die Verwendung geflickter Sicherungen oder das Kurzschließen des Sicherungshalters ist unzulässig.

Wenn anzunehmen ist, dass ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, so sind die Geräte außer Betrieb zu setzen und gegen unabsichtlichen Betrieb zu sichern.

2.1.1 Aufstellung und Belüftung

Das Aufstellen der Netzgeräte ist unproblematisch.

Alle Netzgeräte verfügen über einen thermostatisch geregelten Lüfter, der die Luft seitlich und von unten ansaugt und nach hinten ausbläst. Es ist für einen ausreichenden Belüftungsabstand zu sorgen, damit der Lüfter auf der Rückseite effektiv arbeiten kann. Anderenfalls kann es vorkommen, dass bei hoher Leistungsentnahme eine unzulässige Erwärmung zu einer automatischen Abschaltung führt (→ 2.4.1 Elektronischer Thermoschutz).

Die Netzgeräte der Modellreihe **TOE 8950** sind so konzipiert, dass sowohl die Verwendung als Tischgerät als auch der Einbau in 19"-Systeme möglich ist. Entsprechende Adapter für den 19"-Einbau sind als Option erhältlich.

2.1.2 Betriebsvorbereitungen

Bei den folgenden Erläuterungen zur manuellen Bedienung wird davon ausgegangen, dass das Netzgerät eingeschaltet ist (grüne *POWER*-LED leuchtet) und sich im Local-Betrieb (*REMOTE*-LED leuchtet nicht) befindet.

Beim Doppelnetzgerät können die Ausgänge ohne besondere zusätzliche Maßnahmen sowohl in Reihe als auch parallel geschaltet werden. Bei der Parallelschaltung zweier Quellen ist darauf zu achten, dass vor dem Zusammenschalten annähernd gleiche Spannungswerte eingestellt werden, um eine gleichmäßige Lastverteilung der beiden Quellen zu erzielen.

Anmerkung

Bei der Parallelschaltung zweier Quellen am Doppelnetzgerät ist die korrekte Funktion der automatischen Leistungsregelung nicht gewährleistet.

2.1.3

Typ-Anzeige beim Einschalten

ON
OFF

Nach Anschluss der Netzversorgung und Betätigen des Netzschalters **POWER** ist das Netzgerät betriebsbereit. Zur Kontrolle leuchtet die grüne Betriebs-LED über dem Netzschalter. Im Display erscheint zunächst in der oberen Zeile der Gerätetyp mit Spannungsausführung, in der unteren Zeile erscheinen nacheinander der Revisionscode der Software und die eingestellte Schnittstelle.

Typ-Anzeige beim Einzelnetzgerät

```
TOE8951-40
Version 3.50-3.50
```

Gerätetyp mit Spannungsausführung

Revisionscode der Software

```
Interface
RS-232: 9600
```

hier z.B. RS-232-Schnittstelle (alternativ je nach Schnittstellen-Option "USB: ready" bzw. "USB: suspend" oder "LAN: ready" bzw. "LAN: not ready" oder "GPIB: Dev04")

Typ-Anzeige beim Doppelnetzgerät (gleiche Spannungen für Teil I und II)

```
TOE8952-40
Version 3.50-3.50
```

Gerätetyp mit Spannungsausführung

Revisionscode der Software

Schnittstellenanzeige wie beim Einzelnetzgerät.

Typ-Anzeige beim Doppelnetzgerät (verschiedene Spannungen für Teil I und II)

```
TOE8952-40/60
Version 3.50-3.50
```

Gerätetyp mit Spannungsausführung Teil I/II

Revisionscode der Software

Schnittstellenanzeige wie beim Einzelnetzgerät.

2.1.4

Tastenkombinationen beim Einschalten

Beim Einschalten des Netzgerätes können mit den folgenden Tastenkombinationen spezielle Einschaltmodi im Normalbetrieb vorgenommen werden.

SELECT

Display-Gesamtanzeige; Display bleibt solange eingeschaltet, wie die Taste betätigt ist.

OUTPUT

Initialisierung mit den Standardwerten; mit **ENTER** innerhalb von ca. 5 s bestätigen.

SHIFT OUTPUT

Initialisierung mit der Werkseinstellung; mit **ENTER** innerhalb von ca. 5 s bestätigen.

SHIFT ENTER

Kalibrier-Sicherungscode löschen; mit **ENTER** innerhalb von ca. 5 s bestätigen.

SHIFT VOLTAGE

Typanzeige-Menü aufrufen; mit **MENU** oder **SHIFT RETURN** kann das Menü wieder verlassen werden.

Bei einigen Tastenkombinationen muss zusätzlich noch innerhalb von ca. 5 s der gewünschte Einschaltmodus mit der Taste **ENTER** bestätigt werden; z.B. erscheint beim Einschalten mit der Tastenkombinationen **SHIFT ENTER** (Kalibrier-Sicherungscode löschen) folgende Anzeige:

```
Clear Cal Code
*Waiting for ENTER
```

Spezieller Einschaltmodus muss innerhalb von ca. 5 s mit **ENTER** bestätigt werden.

Nach dem Bestätigen mit der Taste **ENTER** erscheint folgende Anzeige:

```
Clear Cal Code
!Done
```

Kalibrier-Sicherungscode wurde gelöscht.

Wird innerhalb der 5 s der spezielle Einschaltmodus nicht bestätigt, startet das Netzgerät ohne die mit dem Einschaltmodus verbundene Sonderaktion wie beim normalen Einschalten.

2.1.5

Power-On Mode

Mit dem Power-On Mode können verschiedenen Einschaltmodi eingestellt werden. Der Power-On Mode bestimmt, mit welcher Geräteeinstellung das Netzgerät beim Einschalten aktiviert wird.

Eine Umprogrammierung des Power-On Mode kann durch Aufrufen des Menüs mit der Taste **MENU** erfolgen. Mit dem Drehknopf **NEXT** ist der Menüpunkt **"System"** auszuwählen und mit der Taste **ENTER** aufzurufen. Jetzt befindet man sich im Untermenü **"System"**. Hier wiederum mit **NEXT** den Menüpunkt **"Power-On"** anwählen. Mit **MODIFY** können dann folgende Einstellungen vorgenommen werden:

- **RST** Rücksetzen auf die Normierwerte.
- **Last off** Letzte Einstellung und Hauptausgang im Off-Zustand.
- **Last** Letzte Einstellung.

Der gewünschte Power-On Mode wird netzausfallsicher gespeichert und bleibt für alle nachfolgenden Einschaltvorgänge bis zum erneuten Umprogrammieren gültig. Eine detailliertere Beschreibung hierzu befindet sich in der Menübedienung (→ 3.4.4 System-Untermenü **"Power-On"**).

2.1.6

Standard- und Werkseinstellungen

Die Werte für die Standard- bzw. Werkseinstellungen der Modellreihe **TOE 8950** sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

	Standardeinstellung	Werkseinstellung
Output	off	on
Voltage	0 V	0 V
Voltage Limit	V _{MAX}	V _{MAX}
Voltage Sense	off	off
Voltage Slew Rate	slow	slow
Voltage MSD	keine Änderung	unlock
Current	0 A	C _{MAX} /10
Current Limit	C _{MAX}	C _{MAX}
Power (max)	P _{MAX}	P _{MAX}
OVP Level	V _{MAX} + 10%	V _{MAX} + 10%
OVP Status	off	off
External Control	off	off
Tracking (nur beim Doppelnetzgerät)	off	off
Average Measuring Mode	keine Änderung	off
Power-On Mode	keine Änderung	Last
Remote Interface	keine Änderung	RS-232
Remote Language	keine Änderung	COMP
RS-232 Setting	keine Änderung	9600 Baud, 8 Bit no Parity 1 Stop Bit, Xon/Xoff
GPIO Device Address	keine Änderung	4
LCD-Display Kontrast/Hinterleuchtung	keine Änderung	Standardeinstellung
Kalibrier-Sicherungscode	keine Änderung	gelöscht
Lock-Funktion	keine Änderung	unlock

Die Netzgeräte der Modellreihe **TOE 8950** werden mit der Standardeinstellung in folgenden Fällen belegt:

- beim Einschalten mit der Taste **OUTPUT** (→ 2.1.4)
- beim Einschalten und Power-On Mode in der Einstellung "RST" (→ 2.1.5)
- beim Ausführen des Befehls **"*RST"** im Menü oder im Fernsteuerbetrieb.

Die Netzgeräte der Modellreihe **TOE 8950** werden mit der Werkseinstellung in folgenden Fällen belegt:

- beim Einschalten mit der Taste **SHIFT OUTPUT** (→ 2.1.4).


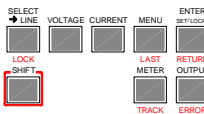
2.2 Beschreibung der Bedienelemente

Am Ende der Bedienungsanleitung sind die verschiedenen Bedien- und Anzeigeelemente der Netzgeräte **TOE 8951** und **TOE 8952** in den Frontplatten- und Rückwandansichten durch Nummern gekennzeichnet. Im Folgenden werden die einzelnen Bedienelemente detailliert erläutert.

Einige auf der Frontplatte befindliche Tasten verfügen über eine Doppelfunktion. Die Zweitfunktionen sind unterhalb der Tasten rot beschriftet. Zum Ausführen einer Zweitfunktion ist zunächst die Taste **[SHIFT]** zu drücken, dabei leuchtet die **SHIFT**-LED auf. Anschließend ist die gewünschte rot unterlegte Taste zu betätigen. Danach erlischt die **SHIFT**-LED wieder. Wenn nach Betätigen der Taste **[SHIFT]** keine weitere Tastenbetätigung erfolgt, wird die Shift-Funktion automatisch nach ca. 10 s zurückgesetzt.







Beim Doppelnetzgerät sind die für Teil I und Teil II funktional gleichen Bedienelemente nur für das Teil I beschrieben.


2.2.1 Bedienelemente der Frontplatte

- [1] **[POWER]** Netzschalter zum Ein-/Ausschalten der Netzversorgung des Netzgerätes. Bei eingeschaltetem Netzgerät leuchtet die grüne **POWER**-LED.
 - [2]  2x 20-stelliges LCD-Display zur Anzeige von Mess- oder Sollwerten von Spannung, Strom und Leistung.
Im Menübetrieb dient das Display zur Anzeige der einzelnen Menüpunkte.
- 


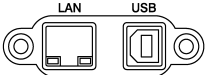
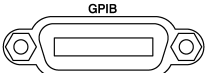
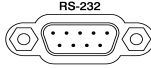
Tastenfeld
- [3] **[SHIFT]** Diese Taste dient zur Aktivierung der Zweitfunktion einer Taste (gekennzeichnet durch die rote Beschriftung unterhalb der Taste) und muss vor Aufruf der Zweitfunktion betätigt werden. Die **SHIFT**-LED unterhalb des Displays leuchtet, wenn die Shift-Funktion aktiviert ist.
 - [4] **[SELECT]** Diese Taste wird als allgemeine Auswahl Taste benutzt.
[→ LINE] Diese Taste dient zur Auswahl der Eingabe-Zeile. Die Zeile, in der die Parameter mit den beiden Drehknöpfen verändert werden können, ist durch einen vorangesetzten Auswahlpfeil "→" gekennzeichnet.
[SHIFT] [LOCK] Mit dieser Zweitfunktionstaste werden alle den Ausgang beeinflussenden Bedienfunktionen gesperrt. Es können nur noch die aktuellen Einstellungen überprüft aber nicht verändert werden. Dieser Zustand wird durch Leuchten der **LOCK**-LED unterhalb des Displays angezeigt.
 - [5] **[VOLTAGE]** Diese Taste dient zur Eingabe der Spannungsgrößen Sollwert, Limit, Sense und OVP.
 - [6] **[CURRENT]** Diese Taste dient zur Eingabe der Stromgrößen Sollwert und Limit.
 - [7] **[METER]** Mit dieser Taste können der Messmodus ausgewählt und das Mess-Display konfiguriert werden.
[SHIFT] [TRACK] Mit dieser Zweitfunktionstaste wird beim Doppelnetzgerät der Tracking-Betrieb aktiviert bzw. deaktiviert. Der jeweilige Zustand des Tracking-Betriebs wird durch die **TRACKING**-LED unterhalb des Displays angezeigt.
 - [8] **[MENU]** Mit dieser Taste wird der Menübetrieb ein- bzw. ausgeschaltet.
[SHIFT] [LAST] Diese Zweitfunktionstaste dient zum Einstieg in den letzten Menüpunkt.
 - [9] **[OUTPUT]** Diese Taste dient zur Umschaltung des Hauptausgangs zwischen Off-Zustand (Spannung 0 V, Strom 0 A) und On-Zustand (zuvor eingestellte Spannungs- und Stromwerte). Der jeweilige Zustand des Hauptausgangs wird durch die **OUTPUT**-LED oberhalb der Ausgangsbuchsen angezeigt.
[SHIFT] [ERROR] Diese Zweitfunktionstaste dient zur Abfrage von Fehlermeldungen.

Kapitel 2 – Bedienung

- [10] **ENTER** Diese Taste dient zur Quittierung von Fehlermeldungen oder im Menübetrieb zum Einstieg in die nächst tiefere Menüebene bzw. zur Ausführung von Menüfunktionen.
- SET/LOCAL** Im Handbetrieb dient diese Taste zur Anzeige der Setting-Werte von Spannung, Strom und/oder Leistung.
Im Fernsteuerbetrieb wird durch Betätigen dieser Taste das Netzgerät wieder in den Local-Zustand zurückgeschaltet, vorausgesetzt das Gerät befindet sich nicht im "Local Lockout"-Zustand.
- SHIFT RETURN** Diese Zweitfunktionstaste dient zur Rückkehr in die nächst höhere Menüebene.
- [11]  ⌚ Drehknopf *V* oder *I* bzw. *NEXT*
Dieser ⌚ Drehknopf dient zur Eingabe diverser Netzgeräteparameter und im Menübetrieb zur Weiterschaltung von Menüpunkten (*NEXT*).
- [12]  ⌚ Drehknopf *A/W* oder *II* bzw. *MODIFY*
Dieser ⌚ Drehknopf dient zur Eingabe diverser Netzgeräteparameter und im Menübetrieb zur Einstellung von Menüparametern (*MODIFY*).
- [11]  ⌚ Drehknopf-Tasten
[12] Die jeweils in den beiden ⌚ Drehknöpfen integrierte Tastfunktion dient zum Einschalten des Cursor-Modus. Beim Drücken der Taste beginnt die aktuelle Wertigkeitsstelle zunächst zu blinken ohne die Stelle zu ändern. Durch Drehen des ⌚ Drehknopfes bei gedrückt gehaltener Taste wird der Cursor jeweils um eine Stelle in Drehrichtung verschoben. Nach Erreichen der linken oder rechten Außenposition springt der Cursor, je nach Drehrichtung, wieder auf die erste oder letzte Stelle.
- [13]  LED-Anzeigeelemente unterhalb des Displays
- REMOTE-LED** leuchtet, wenn sich das Netzgerät im Fernsteuerbetrieb befindet.
- TRACK-LED** leuchtet, wenn sich das Netzgerät im Tracking-Betrieb befindet; gilt nur beim Doppelnetzgerät **TOE 8952**.
- SENSE-LED** leuchtet, wenn sich das Netzgerät im Sense-Betrieb befindet; beim Doppelnetzgerät getrennte LEDs für Teil I und II. Bei Sense-Fehler blinkt die *SENSE-LED* und der Hauptausgang wird in den Off-Zustand geschaltet.
- EXT-LED** leuchtet, wenn die externe Analog-Steuerung aktiv ist; beim Doppelnetzgerät getrennte LEDs für Teil I und II.
- OVP-LED** leuchtet, wenn der Überspannungsschutz aktiviert ist; beim Doppelnetzgerät getrennte LEDs für Teil I und II. Die *OVP-LED* blinkt, wenn OVP angesprochen hat und der Hauptausgang in den Off-Zustand geschaltet wurde.
- OT-LED** leuchtet, wenn der Übertemperaturschutz wegen thermischer Überlastung angesprochen hat und der Hauptausgang in den Off-Zustand geschaltet wurde.
- ERROR-LED** leuchtet, wenn ein Fehler vorliegt; Abruf der Fehlermeldungen mit **SHIFT ERROR**.
- LOCK-LED** leuchtet, wenn mit **SHIFT LOCK** alle den Ausgang beeinflussenden Bedienfunktionen gesperrt wurden.
- SHIFT-LED** leuchtet, wenn mit **SHIFT** die Zweitfunktion der Tasten aktiviert wurde.
- [14]  Output (Einzelnetzgerät) oder Output I (Doppelnetzgerät Teil I)
Frontseitige berührungsgesicherte Hauptausgangsbuchsen für 4 mm Bananenstecker; Einzelnetzgerät oder Teil I beim Doppelnetzgerät.
- [15]  Output II (Doppelnetzgerät Teil II)
Frontseitige berührungsgesicherte Hauptausgangsbuchsen für 4 mm Bananenstecker; Teil II beim Doppelnetzgerät.






- [16]  LED-Anzeigeelemente oberhalb der Ausgangsbuchsen
- CV-LED leuchtet, wenn der Ausgang als Spannungsquelle (Konstantspannungsbetrieb) aktiv ist; beim Doppelnetzgerät getrennte LEDs für Teil I und II.
- CC-LED leuchtet, wenn der Ausgang als Stromquelle (Konstantstrombetrieb) aktiv ist; beim Doppelnetzgerät getrennte LEDs für Teil I und II.
- CP-Modus leuchten die CV- und die CC-LED gleichzeitig, befindet sich das Gerät in der Leistungsbegrenzung.
- OUTPUT-LED leuchtet, wenn der Hauptaussgang eingeschaltet ist (ON-Zustand).


2.2.2 Bedienelemente der Rückwand




- [17]  Option "USB-Fernsteuerung"; 4-polige USB-Buchse Typ "B" zum Anschluss an einen USB-Hub.
-  Option "LAN/USB-Fernsteuerung"; RJ45-Buchse für LAN zum Anschluss an ein Ethernet-Netzwerk und 4-polige USB-Buchse Typ "B" zum Anschluss an einen USB-Hub.
-  Option "GPIB-Fernsteuerung"; 24-polige Micro-Ribbon-Buchse zum Anschluss an den GPIB-Bus. Die Steckerbelegung ist entsprechend IEEE 488.1.
- [18] Schutz Erde Über diese Schraube wird das Gehäuse mit Schutz Erde verbunden.
Achtung: Diese Verbindung darf unter keinen Umständen gelöst werden!
- [19] ANALOG I/O 15-polige D-Sub-Buchse mit Steuerein- und -ausgängen zur analogen Spannungs- und Stromsteuerung der Netzgeräte (Stiftbelegung → 8. Analog-Steuerung).
- [20]  9-poliger D-Sub-Stecker zum Anschluss an eine RS-232-Schnittstelle (Stiftbelegung → 4.1 RS-232-Schnittstelle).
- [21] Kennfeld In dem Kennfeld sind die Spannungsausführung und die installierten Optionen des Netzgerätes eingetragen.
- [22] Rückseitige Hauptausgänge und Sense-Eingänge In einem 4-poligen bzw. 8-poligen Schraubklemmenblock sind zusätzliche rückwärtige Ausgänge parallel zu den Hauptaussgängen in der Frontplatte und die Sense-Eingänge aufgelegt.
Beim Einzelnetzgerät **TOE 8951-20** sind max. 20 A Ausgangsstrom pro Ausgangsklemme zulässig.
- [23] Typenschild Auf dem Typenschild befinden sich folgende Angaben: Firmenname, Geräteserie, Seriennummer, Spannungsversorgung mit Netzabsicherung und Leistungsaufnahme.
- [24] Netzeinbaustecker mit Netzsicherung Dieser 3-polige Norm-Kaltgeräteeinbaustecker dient zur Aufnahme der Netzan- schlussschnur. In den Stecker integriert ist das Aufnahmefach für die Geräteschutz- sicherung mit einem Zusatzfach für eine Ersatzsicherung.

2.3 Allgemeine Netzgerätefunktionen

2.3.1 Bedienung



Die beiden Drehknöpfe werden im Folgenden durch das Symbol  beschrieben. Mit den  Drehknöpfen können immer nur Einstellungen in dem Bereich des LCD-Displays vorgenommen werden, der sich über dem jeweiligen  Drehknopf befindet. Ist in beiden Display-Zeilen eine Verstellmöglichkeit gegeben, so wirkt der  Drehknopf nur auf die Zeile, in der sich der Auswahlpfeil "→" befindet. Der Auswahlpfeil wird mit der -Taste zwischen den beiden Zeilen umgeschaltet.




Mit der ersten Drehbewegung des  Drehknopfes beginnt bei numerischer Eingabe zunächst die Wertigkeitsstelle zu blinken. Anschließend kann diese Stelle je nach Drehrichtung auf- und abwärts verstellt werden. Dabei werden automatisch die notwendigen Überträge zu benachbarten Wertigkeitsstellen berücksichtigt.

Zusätzlich besitzen die  Drehknöpfe eine integrierte Cursortaste . Die Cursortaste dient zur Verschiebung der Wertigkeitsstelle bei der numerischen Eingabe. Beim Drücken der Taste beginnt die aktuelle Wertigkeitsstelle zunächst zu blinken, ohne die Stelle zu ändern. Durch Drehen des  Drehknopfes bei gedrückt gehaltener Taste wird der Cursor jeweils um eine Stelle in Drehrichtung verschoben. Nach Erreichen der linken oder rechten Außenposition springt der Cursor, je nach Drehrichtung, wieder auf die erste oder letzte Stelle. Nach einigen Sekunden ohne Bedienung wird das Blinken wieder ausgeschaltet.

Bei der Verstellung von nicht numerischen Parametern, wie z.B. bei der Weiterschaltung von Menüpunkten, gibt es keine Cursorfunktion.

2.3.2 Netzgerätebetrieb

Im Netzgerätebetrieb dient das LCD-Display zur Anzeige der Mess- und Sollwerte von Spannung, Strom und/oder Leistung. Normalerweise befindet sich das Netzgerät im Messmodus und zeigt die Messwerte der im Display befindlichen Parameter an. Die Messwerte werden mit einer Messrate von ca. 3 Messungen pro Sekunde aktualisiert. Durch Betätigen der Taste  werden für die Dauer der Tastenbetätigung die Sollwerte der im Display befindlichen Parameter angezeigt. Dieser Zustand ist durch ein invers dargestelltes  am Anfang der oberen Zeile gekennzeichnet.

Im Messmodus können mit den  Drehknöpfen jederzeit die Sollwerte der im Display befindlichen Parameter direkt eingestellt werden. Dabei wird mit der ersten Drehbewegung des  Drehknopfes oder durch Betätigen der Cursortaste  automatisch der Sollwert eingeblendet. Nach erfolgter Einstellung und einigen Sekunden ohne Bedienung verschwindet der Sollwert und der Messwert wird wieder angezeigt.

Im Netzgerätebetrieb wird grundsätzlich zwischen drei Betriebsmodi unterschieden, die durch das Leuchten der LEDs CV und/oder CC oberhalb der jeweiligen Ausgangsbuchsen entsprechend angezeigt werden.

CV-Modus	Der Konstantspannungsbetrieb (CV-Modus) wird durch das Leuchten der LED CV (C onstant V oltage) gekennzeichnet und zeigt an, dass das Netzgerät als Spannungsquelle arbeitet. Am Ausgang liegt der eingestellte Spannungssollwert und der Ausgangsstrom ist kleiner als der eingestellte Stromsollwert.
CC-Modus	Der Konstantstrombetrieb (CC-Modus) wird durch das Leuchten der LED CC (C onstant C urrent) gekennzeichnet und zeigt an, dass das Netzgerät als Stromquelle arbeitet. Am Ausgang kommt es zu einem Stromfluss in Höhe des eingestellten Stromsollwertes und die Ausgangsspannung ist kleiner als der eingestellte Spannungssollwert.
CP-Modus	Mit Hilfe der integrierten Autoranging-Funktion sind die Netzgeräte der Modellreihe TOE 8950 in der Lage, beim Überschreiten des eingestellten Leistungsgrenzwertes in die automatische Leistungsregelung (CP-Modus) zu schalten. Die Ausgangsleistung wird dann auf den eingestellten Leistungswert begrenzt und Spannung und Strom stellen sich entsprechend der angeschlossenen Last automatisch ein. Dieser Betriebszustand wird durch das gleichzeitiges Leuchten der beiden LEDs CV und CC gekennzeichnet.

Anmerkung ■ Bei der Parallelschaltung zweier Quellen am Doppelnetzgerät ist die korrekte Funktion der automatischen Leistungsregelung nicht gewährleistet.

2.3.3 Off/On-Schalten des Hauptausgangs

Mit Hilfe der Taste **OUTPUT** kann eine schnelle Umschaltung zwischen dem Off-Zustand mit Spannung 0 V und Strom 0 A oder dem On-Zustand mit den zuvor programmierten Spannungs- und Stromsollwerten am Hauptausgang und am rückwärtigen Ausgang erfolgen. Im On-Zustand leuchtet die **OUTPUT**-LED oberhalb der Ausgangsbuchsen. Im Off-Zustand wird der Leistungsausgang hochohmig geschaltet, aber nicht von den Ausgangsbuchsen isoliert. Beim Doppelnetzgerät wirkt **OUTPUT** immer gleichzeitig auf die Ausgänge von Teil I und II.

2.3.4 Sense-Betrieb

Der Sense-Betrieb (Vierleiteranschluss) ermöglicht es, die für die Spannungsregelung maßgebliche Ausgangsspannung direkt am Verbraucher zu messen. Dadurch wird die Spannung am Verbraucher nicht durch die vom Laststrom auf den Lastzuleitungen verursachten Spannungsabfälle beeinflusst. Diese werden kompensiert, indem sich die Spannung an den Ausgangsbuchsen entsprechend automatisch erhöht. Auf jeder Lastzuleitungen kann ein Spannungsabfall von bis zu ca. 1,5 V ausgeregelt werden. Dabei ist jedoch zu beachten, dass sich die an den Ausgangsbuchsen maximal abgebbare Leistung nicht erhöht, und daher die Lastzuleitungen möglichst niederohmig auszulegen sind.

Für den Sense-Betrieb sind neben den Hauptausgangsbuchsen auch die entsprechenden **SENSING**-Eingangsklemmen am rückwärtigen Schraubklemmenblock als separate Fühlerleitungen mit der Last zu verbinden. Zur Reduzierung von Störeinflüsse sollten die Fühlerleitungen verdreht und bei Bedarf auch zusätzlich abgeschirmt (Schirm an Minuspol des Hauptausgangs) sein.

Anmerkung

Es ist unbedingt sicherzustellen, dass der korrekte Sense-Anschluss hergestellt wurde, bevor der Sense-Betrieb aktiviert wird. Andernfalls kann es zu einem fehlerhaften Netzgerätebetrieb kommen.

Im Spannungsmenü, das mit der Taste **VOLTAGE** geöffnet wird, kann der Sense-Betrieb ein- bzw. ausgeschaltet werden (→ 2.6). Die leuchtende **SENSE**-LED zeigt den aktiven Sense-Betrieb an. Der Sense-Betrieb arbeitet definitionsgemäß nur im CV-Modus. Tritt während des Sense-Betriebs eine Unterbrechung des Lastkreises auf oder überschreitet der Spannungsabfall auf einer der Lastzuleitungen Werte von ca. 1,5 V, so wird dies durch eine Fehlermeldung in der Anzeige und durch Blinken der jeweiligen **SENSE**-LED kenntlich gemacht. Gleichzeitig wird der Hauptausgang in den Off-Zustand geschaltet. Diese Fehlermeldung bleibt solange erhalten, bis der Fehler beseitigt oder der Sense-Betrieb ausgeschaltet wird.

2.3.5 Tracking-Betrieb beim Doppelnetzgerät

Der automatische Serienbetrieb (Tracking) beim Doppelnetzgerät bietet unter Einhaltung sämtlicher Regeldaten den Vorteil der Einknopfbedienung bei der Spannungsverstellung. Es besteht die Möglichkeit, die Ausgangsspannung von Teil II in einem zuvor eingestellten Verhältnis von Teil II zu Teil I in Abhängigkeit der Ausgangsspannung von Teil I zu steuern. Dabei kann z.B. Teil I den negativen und Teil II den positiven Spannungsteil einer Spannungsversorgung darstellen. In diesem Fall erfolgt die Verknüpfung der Spannungen durch eine extern herzustellende Verbindung vom Pluspol Teil I zum Minuspol Teil II, wobei diese Verbindung den gemeinsamen Mittelpunkt darstellt. Diese Verbindung sollte kurz und niederohmig sein, um den auf ihr entstehenden Spannungsabfall so gering wie möglich zu halten.

Zum Ein- und Ausschalten des Tracking-Betriebs dient die Taste **SHIFT** **TRACK**. Im aktivierten Tracking-Betrieb leuchtet die **TRACKING**-LED, die Spannungsverstellung von Teil II ist gesperrt und das gleichzeitige Verstellen beider Ausgangsspannungen im zuvor eingestellten Verhältnis erfolgt mit der Spannungsverstellung von Teil I. (weitere Erläuterungen zur Bedienung des Tracking-Betriebs → 2.9).

2.3.6 Verriegelungsfunktion "Lock"

Durch Betätigen der Taste **SHIFT** **LOCK** wird das Netzgerät gegen unbeabsichtigtes Verstellen geschützt. Bei aktivierter Lock-Funktion leuchtet die **LOCK**-LED und es können nur noch die aktuellen Einstellungen überprüft, aber nicht verändert werden. Im Mess-Display werden weiterhin die Messwerte von Spannung, Strom und/oder Leistung angezeigt.

Zur Freigabe der gesperrten Bedienelemente muss die Lock-Funktion durch erneutes Betätigen der Taste **SHIFT** **LOCK** aufgehoben werden.

2.4 Schutzeinrichtungen

Die Netzgeräte der Modellreihe **TOE 8950** verfügen über verschiedenen Schutzeinrichtungen, die dazu dienen, einer schwerwiegenden Beschädigung der Geräte vorzubeugen.

2.4.1 Elektronischer Thermoschutz

Der elektronische Thermoschutz hat die Aufgabe, die Temperatur des Schaltnetzteils zu überwachen und beim Auftreten einer thermischen Überlast den Hauptausgang von der Spannungsversorgung zu trennen. Mit dem Ansprechen des Thermoschutzes ist in aller Regel nur dann zu rechnen, wenn das Netzgerät in einem außerhalb der Spezifikationen liegenden Betriebszustand betrieben wird, wie z.B. zu geringe Netzspannung, zu hohe Umgebungstemperatur oder unzureichende Belüftung.

Beim Ansprechen des elektronischen Thermoschutzes wird ein kurzer Warnton erzeugt, die Fehlermeldung **"501, Thermal Overload"** produziert und die **OT-LED** eingeschaltet. Die Fehlermeldung wird in der Fehler-Queue gespeichert und kann jederzeit ausgelesen und quittiert werden (→ 6. Fehlermeldungen). Gleichzeitig wird der Hauptausgang in den Off-Zustand geschaltet. Solange die **OT-LED** leuchtet, d.h. der Thermoschutz weiter aktiv ist, führen alle Versuche, den Ausgang in den On-Zustand zu schalten, zu einer erneuten Fehlermeldung. Erst wenn die thermische Überlastung nicht mehr vorliegt und die **OT-LED** erloschen ist, kann das Netzgerät mit **[OUTPUT]** wieder in den On-Zustand geschaltet werden.

2.4.2 Überspannungsschutz OVP

Alle Netzgeräte sind mit einem Überspannungsschutz (OVP - **O**ver **V**oltage **P**rotection) ausgerüstet. Die OVP-Schutzschaltung schützt den Ausgang des Netzgerätes vor intern auftretenden Überspannungen. Im Spannungsmenü, das mit der Taste **[VOLTAGE]** geöffnet wird, kann der OVP-Wert eingestellt und aktiviert werden (→ 2.6). Die leuchtende **OVP-LED** zeigt an, dass der OVP-Schutz eingeschaltet ist. Die OVP-Spannung ist einstellbar von 3 V bis ca. 10 % über der maximalen Ausgangsspannung.

Beim Ansprechen der OVP-Schutzeinrichtung wird ein kurzer Warnton erzeugt, die Fehlermeldung **"504, OVP Detection at Output"** produziert und die **OVP-LED** beginnt zu blinken. Die Fehlermeldung wird in der Fehler-Queue gespeichert und kann jederzeit ausgelesen und quittiert werden (→ 6. Fehlermeldungen). Gleichzeitig wird der Hauptausgang in den Off-Zustand geschaltet.

Nach Beseitigen der Ursache für das Ansprechen der OVP-Schutzeinrichtung oder durch Deaktivieren des OVP-Schutzes kann das Netzgerät mit **[OUTPUT]** wieder in den On-Zustand geschaltet werden. Das Blinken der **OVP-LED** wird beendet.

2.4.3 Allgemeiner Überlastschutz

Zum Schutz vor Überlast sind die Netzgeräte mit weiteren Überwachungsfunktionen der Ausgangsleistung ausgerüstet. Mit dem Ansprechen einer dieser Überwachungseinrichtung ist in der Regel nur dann zu rechnen, wenn entweder beim Einsatz der Analog-Steuerung die Leistungsgrenze durch zu hoch eingestellte Steuergrößen für Spannung und Strom überschritten wird oder wenn ein geräteinterner Fehler vorliegt.



Beim Ansprechen des Überlastschutzes wird ein kurzer Warnton erzeugt und eine Fehlermeldung produziert, die in der Fehler-Queue gespeichert wird und jederzeit ausgelesen und quittiert werden kann (→ 6. Fehlermeldungen). Gleichzeitig wird der Hauptausgang in den Off-Zustand geschaltet. Nach Beseitigen der Ursache für die Überlastung kann das Netzgerät mit **[OUTPUT]** wieder in den On-Zustand geschaltet werden.

2.5 Mess-Display

2.5.1 Mess-Display beim Einzelnetzgerät

Aufbau
Mess-Display

Beim Einzelnetzgerät werden in der oberen Zeile immer die Messwerte von Spannung und Strom angezeigt. In der unteren Zeile kann der Messwert der Leistung angezeigt werden. Überschreitet ein Messwert die Messbereichsgrenze, so wird im entsprechenden Display-Bereich anstelle des Messwertes die Textmeldung **"OFL"** ausgegeben.


Im Messmodus können mit den beiden  Drehknöpfen alle angezeigten Parameter direkt verstellt werden. Die beiden  Drehknöpfe wirken nur auf die Zeile, in der sich der Auswahlpfeil "→" befindet. Der Auswahlpfeil wird mit der Taste **→ LINE** zwischen den beiden Zeilen umgeschaltet. Die Eingabe der einzelnen Parameter ist im Detail weiter unten beschrieben.


→	40.00V	9.124A	Spannung / Strom
		365.0W	Leistung


Anpassung
Mess-Display

Bestimmte Funktionen des Mess-Displays können beim Einzelnetzgerät angepasst werden. Zum einen kann die zweite Zeile entweder mit dem Leistungsmesswert belegt werden oder leer bleiben. Zum anderen kann der Messmodus zwischen Momentan- oder Mittelwertmessung ausgewählt werden.

METER

Durch Betätigen der Taste **METER** wird die Auswahl für das Mess-Display ein-, weiter- oder ausgeschaltet. Mit **ENTER** kann die Anpassung des Mess-Displays direkt verlassen und zum Mess-Display zurückgekehrt werden. Die Änderung der Parameter erfolgt mit  **MODIFY**.

Meter 2.Line	mit METER "Meter 2.Line" auswählen.
→ Power	Power oder empty auswählen mit  MODIFY .



Average Meas Mode	mit METER "Average Meas Mode" auswählen.
→ off	on oder off schalten mit  MODIFY .

2.5.2

Mess-Display beim Doppelnetzgerät

Aufbau
Mess-Display

Beim Doppelnetzgerät werden in der oberen Zeile immer beide Spannungsmesswerte angezeigt. In der unteren Zeile kann für Teil I und Teil II getrennt zwischen den Messwerten von Strom oder Leistung ausgewählt werden. Überschreitet ein Messwert die Messbereichsgrenze, so wird im entsprechenden Display-Bereich anstelle des Messwertes die Textmeldung "OFL" ausgegeben.

Im Messmodus können mit den beiden  Drehknöpfen alle angezeigten Parameter direkt verstellt werden. Die beiden  Drehknöpfe wirken nur auf die Zeile, in der sich der Auswahlpfeil "→" befindet. Der Auswahlpfeil wird mit der Taste **→ LINE** zwischen den beiden Zeilen umgeschaltet. Die Eingabe der einzelnen Parameter ist im Detail weiter unten beschrieben.



→	20.00V	40.00V	Spannung I / Spannung II
	9.156A	4.834A	Strom I / Strom II



→	20.00V	40.00V	Spannung I / Spannung II
	183.1W	4.834A	Leistung I / Strom II



Anpassung
Mess-Display

Bestimmte Funktionen des Mess-Displays können beim Doppelnetzgerät angepasst werden. Zum einen kann in der zweiten Zeile für Teil I und Teil II getrennt zwischen Strom- oder Leistungsanzeige umgeschaltet werden. Zum anderen kann der Messmodus zwischen Momentan- oder Mittelwertmessung ausgewählt werden.

METER

Durch Betätigen der Taste **METER** wird die Auswahl für das Mess-Display ein-, weiter- oder ausgeschaltet. Die Änderung der Parameter erfolgt mit  I und  II. Mit **ENTER** kann die Anpassung des Mess-Displays direkt verlassen und zum Mess-Display zurückgekehrt werden.

Meter 2.Line	mit METER "Meter 2.Line" auswählen.
→ Current Power	Current oder Power auswählen mit  I und  II.

Average Meas Mode	mit METER "Average Meas Mode" auswählen.
→ off on	on oder off schalten mit  I und  II.

2.6

Spannungseinstellung

2.6.1

Spannungseinstellung beim Einzelnetzgerät

V

Im Messmodus kann beim Einzelnetzgerät mit V die Spannung jederzeit direkt eingestellt werden, wenn der Auswahlpfeil "→" auf die Zeile mit dem Parameter Spannung zeigt. Der Auswahlpfeil wird mit der Taste LINE zwischen den beiden Zeilen umgeschaltet. Bei der ersten Bewegung von V beginnt zunächst die durch den Cursor bestimmte Wertigkeitsstelle zu blinken. Anschließend kann dann die Spannung verstellt werden. Im Cursor-Modus kann der Cursor mit Hilfe der in V integrierten Taste verschoben werden. Nach einigen Sekunden ohne Bedienung wird das Blinken wieder ausgeschaltet.

VOLTAGE

Durch Betätigen der Taste VOLTAGE wird das Spannungsmenü aufgerufen. Hier können verschiedene Spannungsparameter eingestellt werden. Die Änderung der Spannungsgrößen erfolgt mit MODIFY. Mit jedem weiteren Betätigen der Taste VOLTAGE wird die Einstellung der einzelnen Spannungsgrößen ein-, weiter- oder ausgeschaltet. Mit ENTER oder METER kann das Spannungsmenü direkt verlassen und zum Mess-Display zurückgekehrt werden.

Im Spannungsmenü für Einzelnetzgeräte können folgende Spannungsgrößen eingestellt werden:

Sollwert V

Voltage:Set
→ 40.00V

mit MODIFY verstellen.

Limit V

Voltage:Limit
→ 41.00V

mit MODIFY verstellen.

Sense-Betrieb

Voltage:Sense
→ off

on oder off schalten mit MODIFY.

OVP-Wert

Voltage:OVP Level
→ 44.0V

mit MODIFY verstellen.

OVP-Status

Voltage:OVP State
→ off

on oder off schalten mit MODIFY.

2.6.2

Spannungseinstellung beim Doppelnetzgerät

I und II

Im Messmodus kann beim Doppelnetzgerät mit I oder II die Spannung von Teil I oder II jederzeit direkt eingestellt werden, wenn der Auswahlpfeil "→" auf die Zeile mit dem Parameter Spannung zeigt. Der Auswahlpfeil wird mit der Taste LINE zwischen den beiden Zeilen umgeschaltet. Bei der ersten Bewegung von I oder II beginnt zunächst die durch den Cursor bestimmte Wertigkeitsstelle zu blinken. Anschließend kann dann die Spannung verstellt werden. Im Cursor-Modus kann der Cursor mit Hilfe der in I und II integrierten Taste verschoben werden. Nach einigen Sekunden ohne Bedienung wird das Blinken wieder ausgeschaltet.

VOLTAGE

Durch Betätigen der Taste VOLTAGE wird das Spannungsmenü aufgerufen. Hier können verschiedene Spannungsparameter für Teil I und Teil II getrennt eingestellt werden. Die Änderung der Spannungsgrößen erfolgt mit I und II. Mit jedem weiteren Betätigen der Taste VOLTAGE wird die Einstellung der einzelnen Spannungsgrößen ein-, weiter- oder ausgeschaltet. Mit ENTER oder METER kann das Spannungsmenü direkt verlassen und zum Mess-Display zurückgekehrt werden.

Im Spannungsmenü für Doppelnetzgeräte können folgende Spannungsgrößen eingestellt werden:

Sollwert V

Voltage:Set
→ 20.00V 40.00V

mit I und II verstellen.

Limit V

Voltage:Limit
→ 41.00V 41.00V

mit I und II verstellen.

Sense-Betrieb

Voltage:Sense
→ off on

on oder off schalten mit  / und  //.

OVP-Wert

Voltage:OVP Level
→ 44.0V 44.0V

mit  / und  // verstellen.

OVP-Status

Voltage:OVP State
→ on off

on oder off schalten mit  / und  //.







2.7

Stromeinstellung






2.7.1

Stromeinstellung beim Einzelnetzgerät

 A/W

Im Messmodus kann beim Einzelnetzgerät mit  A/W der Strom jederzeit direkt eingestellt werden, wenn der Auswahlpfeil "→" auf die Zeile mit dem Parameter Strom zeigt. Der Auswahlpfeil wird mit der Taste  LINE zwischen den beiden Zeilen umgeschaltet. Bei der ersten Bewegung von  A/W beginnt zunächst die durch den Cursor bestimmte Wertigkeitsstelle zu blinken. Anschließend kann dann der Strom verstellt werden. Im Cursor-Modus   kann der Cursor mit Hilfe der in  A/W integrierten Taste verschoben werden. Nach einigen Sekunden ohne Bedienung wird das Blinken wieder ausgeschaltet.



Durch Betätigen der Taste  wird das Strommenü aufgerufen. Hier können verschiedene Stromparameter eingestellt werden. Die Änderung der Stromgrößen erfolgt mit  MODIFY. Mit jedem weiteren Betätigen der Taste  wird die Einstellung der einzelnen Stromgrößen ein-, weiter- oder ausgeschaltet. Mit  oder  kann das Strommenü direkt verlassen und zum Mess-Display zurückgekehrt werden.

Im Strommenü für Einzelnetzgeräte können folgende Stromgrößen eingestellt werden:

Sollwert C

Current:Set
→ 20.000A

mit  MODIFY verstellen.

Limit C










Current:Limit
→ 20.200A

mit  MODIFY verstellen.







2.7.2

Stromeinstellung beim Doppelnetzgerät

 / und  //

Im Messmodus kann beim Doppelnetzgerät mit  / oder  // der Strom von Teil I oder II jederzeit direkt eingestellt werden, wenn der Auswahlpfeil "→" auf die Zeile mit dem Parameter Strom zeigt. Der Auswahlpfeil wird mit der Taste  LINE zwischen den beiden Zeilen umgeschaltet. Bei der ersten Bewegung von  / oder  // beginnt zunächst die durch den Cursor bestimmte Wertigkeitsstelle zu blinken. Anschließend kann dann der Strom verstellt werden. Im Cursor-Modus   kann der Cursor mit Hilfe der in  / und  // integrierten Taste verschoben werden. Nach einigen Sekunden ohne Bedienung wird das Blinken wieder ausgeschaltet.



Durch Betätigen der Taste  wird das Strommenü aufgerufen. Hier können verschiedene Stromparameter eingestellt werden. Die Änderung der Stromgrößen erfolgt mit  / und  //. Mit jedem weiteren Betätigen der Taste  wird die Einstellung der einzelnen Stromgrößen ein-, weiter- oder ausgeschaltet. Mit  oder  kann das Strommenü direkt verlassen und zum Mess-Display zurückgekehrt werden.

Im Strommenü für Doppelnetzgeräte können folgende Stromgrößen eingestellt werden:

Sollwert C

Current:Set
→ 5.000A 10.000A

mit  / und  // verstellen.

Limit C

Current:Limit
→ 10.200A 10.200A






mit  / und  // verstellen.

2.8 Einstellung Leistungsgrenzwert

Für die integrierte Autoranging-Funktion kann der Leistungsgrenzwert zwischen 5 % P_{MAX} und P_{MAX} eingestellt werden. Die Ausgangsleistung wird bei Erreichen des eingestellten Leistungswertes auf diesen begrenzt.

2.8.1 Einstellung Leistungsgrenzwert beim Einzelnetzgerät









 A/W

Im Messmodus kann beim Einzelnetzgerät mit  A/W der Leistungsgrenzwert jederzeit direkt eingestellt werden, wenn die Leistung im Display angezeigt wird und der Auswahlpfeil "→" auf die Zeile mit dem Parameter Leistung zeigt. Der Auswahlpfeil wird mit der Taste  LINE zwischen den beiden Zeilen umgeschaltet. Bei der ersten Bewegung von  A/W beginnt zunächst die durch den Cursor bestimmte Wertigkeitsstelle zu blinken. Anschließend kann dann der Leistungsgrenzwert verstellt werden. Im Cursor-Modus  kann der Cursor mit Hilfe der in  A/W integrierten Taste verschoben werden. Nach einigen Sekunden ohne Bedienung wird das Blinken wieder ausgeschaltet.

Im Menü unter dem Hauptmenüpunkt "**Power (max)**" kann beim Einzelnetzgerät ebenfalls die Einstellung des Leistungsgrenzwertes erfolgen (→ 3. Menübedienung).

2.8.2 Einstellung Leistungsgrenzwert beim Doppelnetzgerät

 I und  II







Im Messmodus kann beim Doppelnetzgerät mit  I oder  II der Leistungsgrenzwert von Teil I oder II jederzeit direkt eingestellt werden, wenn die Leistung im Display angezeigt wird und der Auswahlpfeil "→" auf die Zeile mit dem Parameter Leistung zeigt. Der Auswahlpfeil wird mit der Taste  LINE zwischen den beiden Zeilen umgeschaltet. Bei der ersten Bewegung von  I oder  II beginnt zunächst die durch den Cursor bestimmte Wertigkeitsstelle zu blinken. Anschließend kann dann der Leistungsgrenzwert verstellt werden. Im Cursor-Modus  kann der Cursor mit Hilfe der in  I und  II integrierten Taste verschoben werden. Nach einigen Sekunden ohne Bedienung wird das Blinken wieder ausgeschaltet.

Im Menü unter dem Hauptmenüpunkt "**Power (max)**" kann beim Doppelnetzgerät ebenfalls die Einstellung der Leistungsgrenzwerte von Teil I und II erfolgen (→ 3. Menübedienung).

2.9 Einstellung Tracking-Betrieb beim Doppelnetzgerät








Beim Doppelnetzgerät bietet der Tracking-Betrieb die Möglichkeit der Einknopfbedienung bei der Spannungsverstellung. Dabei wird die Ausgangsspannung von Teil II in Abhängigkeit von der Ausgangsspannung von Teil I gesteuert.

Dazu muss zunächst das Verhältnis der Ausgangsspannungen von Teil II zu Teil I im ausgeschalteten (!) Tracking-Betrieb mit  I und  II eingestellt werden. Zur Aktivierung des Tracking-Betriebs ist dann die Taste   zu betätigen. Das Leuchten der TRACK-LED zeigt den aktiven Tracking-Betrieb an.  II ist jetzt gesperrt. Das gleichzeitige Verstellen beider Ausgangsspannungen im zuvor eingestellten Verhältnis erfolgt mit  I (weitere Erläuterungen zum Tracking-Betrieb → 2.3.5).

3. Menübedienung

Überblick über die im Menübetrieb benutzten Bedienelemente

- MENU** Die Netzgeräte verfügen zur Einstellung selten benutzter Parameter über eine Menüfunktion. Durch Betätigen der Taste **MENU** wird der Menübetrieb ein- oder ausgeschaltet. Alle im Menü durchgeführten Änderungen an Parametern werden netzausfallsicher gespeichert und sind auch nach dem Wiedereinschalten gültig.
- SHIFT LAST** Mit der Taste **SHIFT LAST** erfolgt der Einstieg in den letzten Menüpunkt.
-  und  Die einzelnen Menüpunkte werden mit dem Drehknopf  *NEXT* ausgewählt. Die Einstellung innerhalb der einzelnen Menüpunkte erfolgt mit dem Drehknopf  *MODIFY* oder mit  *I* oder  *II* und mit den Cursortasten .
- ENTER** Menüpunkte, die über Untermenüs verfügen, sind durch das Zeichen ">" am Ende der Zeile gekennzeichnet. Der Einstieg in ein Untermenü erfolgt mit der Taste **ENTER**. Ein Untermenü wiederum kann man daran erkennen, dass in der Menüüberschrift am Anfang das Zeichen "<" steht.
- SHIFT RETURN** Mit der Taste **SHIFT RETURN** wird wieder zur nächst höheren Menüebene zurückgeschaltet oder in der obersten Ebene das Menü komplett verlassen. Das Hauptmenü und die Untermenüs können auch durch Eingabe der Taste **MENU** direkt verlassen werden.

3.1 Hauptmenüpunkte im Überblick

Folgende Hauptmenüpunkte können mit  *NEXT* ausgewählt werden.

Einzelnetzgerät

Doppelnetzgerät

 *NEXT*

*** Menu ***
Memory >
*** Menu ***
Power(max) >
*** Menu ***
System >
*** Menu ***
Display Setting >
*** Menu ***
Remote >
*** Menu ***
✓Calibration >

*** Menu ***
Memory >
*** Menu ***
Power(max) >
*** Menu ***
System >
*** Menu ***
Display Setting >
*** Menu ***
Remote >
*** Menu ***
✓Calibration I >
*** Menu ***
✓Calibration II >

3.2 Menüpunkt "Memory"

Alle Netzgeräte der Modellreihe **TOE 8950** sind mit einem netzausfallsicheren Datenspeicher für 100 komplette Geräteeinstellungen ausgestattet. Dabei beinhaltet der Speicher mit der Adresse 0 definitionsgemäß nach IEEE 488.2 die Standardwerte für das Netzgerät.

Der Speicherplatz 0 kann nur ausgelesen werden, da die Standardwerte fix sind. Die übrigen 99 Speicherplätze stehen dem Anwender zur freien Verfügung.

Liste der Parameter für eine komplette Geräteeinstellung

Eine komplette Geräteeinstellung für einen Speicherplatz besteht aus den folgenden Parametern. Zusätzlich sind die Standardwerte für den Speicherplatz 0 aufgeführt.

Parameter für komplette Geräteeinstellung	Standardwerte für Speicherplatz 0
Voltage	0 V
Current	0 A
Power (max)	P _{MAX}
OVP Level	V _{MAX} + 10%
OVP Status	off
Tracking (nur beim Doppelnetzgerät)	off


Anmerkung

Der Off/On-Zustand des Hauptausgangs gehört **nicht** zu den speicherbaren Parametern einer Geräteeinstellung.

Auswahl des Hauptmenüpunktes **"Memory"** mit  NEXT.


 NEXT



Untermenü aufrufen mit .



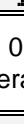
3.2.1

Speicherooperation "Recall"

Auswahl des Untermenüpunktes **"Recall"** mit  NEXT.

 NEXT




Speicherplatz verstellen mit  MODIFY und  Recall-Speicherooperation vorbereiten mit .

Auswahl des Speicherplatzes 0 bis 99 mit  MODIFY. Das 1. Betätigen der Taste  bereitet die Recall-Speicherooperation mit folgender Anzeige vor:



Recall-Speicherooperation auslösen mit .

Das 2. Betätigen der Taste  löst die Recall-Speicherooperation aus. Bei korrekt ausgeführter Speicherooperation werden die gespeicherten Daten sofort als aktuelle Netzgeräteeinstellung übernommen und im Display erscheint für ca. 1 s die OK-Meldung. Bei einem Fehler bleibt die aktuelle Netzgeräteeinstellung erhalten und im Display erscheint eine Fehlermeldung.

OK-Meldung nach Recall-Operation

Fehlermeldung nach Recall-Operation






3.2.2

Speicherooperation "Save"

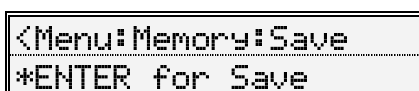
Auswahl des Untermenüpunktes **"Save"** mit  NEXT.

 NEXT




Speicherplatz verstellen mit  MODIFY und  Save-Speicherooperation vorbereiten mit .

Auswahl des Speicherplatzes 0 bis 99 mit  MODIFY. Das 1. Betätigen der Taste  bereitet die Save-Speicherooperation mit folgender Anzeige vor:



Save-Speicherooperation auslösen mit .

Das 2. Betätigen der Taste  löst die Save-Speicherooperation aus und die aktuelle Netzgeräteeinstellung wird in den ausgewählten Speicherplatz übernommen. Bei korrekt ausgeführter Speicherooperation erscheint im Display für ca. 1 s die OK-Meldung. Bei einem Fehler erscheint eine Fehlermeldung im Display.

OK-Meldung nach Save-Operation

```
<Menu:Memory:Save
!Save o.k.
```

Fehlermeldung nach Save-Operation

```
<Menu:Memory:Save
!Save failed
```

3.3

Menüpunkt "Power (max)"

Für die integrierte Autoranging-Funktion kann der Leistungsgrenzwert zwischen 5 % P_{MAX} und P_{MAX} eingestellt werden. Die Ausgangsleistung wird bei Erreichen des eingestellten Leistungswertes auf diesen begrenzt (andere Eingabevariante für Leistungsgrenzwert → 2.8).

Auswahl des Hauptmenüpunktes "**Power (max)**" mit \odot NEXT.

\odot NEXT

```
*** Menu ***
Power(max) >
```

Untermenü aufrufen mit **ENTER**.

Einzelnetzgerät

Leistungsgrenzwert verstellen mit \odot MODIFY und \blacktriangleleft \blacktriangleright .

```
<Menu:Power(max)
→ 200.0W
```

Doppelnetzgerät

Leistungsgrenzwert verstellen mit \odot I oder \odot II und \blacktriangleleft \blacktriangleright .

```
<Menu:Power(max)
→ 200.0W 200.0W
```

3.4

Menüpunkt "System"

Im Menüpunkt "**System**" können diverse Systemparameter des Netzgerätes eingestellt werden.

Auswahl des Hauptmenüpunktes "**System**" mit \odot NEXT.

\odot NEXT

```
*** Menu ***
System >
```

Untermenü aufrufen mit **ENTER**.

3.4.1

System-Untermenü "External Control"

In diesem System-Menüpunkt kann die externe Analog-Steuerung für Spannung **und** Strom zur internen Steuerung zugeschaltet werden (Beschreibung der Analog-Steuerung → 8.). Das Leuchten der EXT-LED zeigt den aktiven Zustand der Analog-Steuerung an. Beim Doppelnetzgerät ist jedes der beiden Netzgeräte getrennt analog steuerbar.

Auswahl des Untermenüpunktes "**External Control**" mit \odot NEXT.

\odot NEXT

```
<Menu:System
External Control >
```

Untermenü aufrufen mit **ENTER**.

Einzelnetzgerät

Externe Analog-Steuerung on oder off schalten mit \odot MODIFY.

```
<Menu:Syst:Ext
→ off
```

Doppelnetzgerät

Externe Analog-Steuerung on oder off schalten mit \odot I oder \odot II.

```
<Menu:Syst:Ext
→ on off
```

3.4.2 System-Untermenü "Voltage Slew Rate"

In diesem System-Menüpunkt kann die Anstiegsgeschwindigkeit der Spannung bei kleinen eingestellten Strömen zwischen langsam **"slow"** und schnell **"fast"** umgeschaltet werden.

Anmerkung

Bei der Einstellung **"fast"** kann es beim Hochprogrammieren der Spannung zu Überschwingern und damit zu einem verzögerten Einschwingverhalten der Leistungsregelung kommen.

Auf das Verhalten der externen Analog-Steuerung hat die Einstellung **"fast"** keinen Einfluss.


Auswahl des Untermenüpunktes **"Voltage Slew Rate"** mit  NEXT.

 NEXT

```
<Menu: System
Voltage Slew Rate >
```



Untermenü aufrufen mit **ENTER**.

Einzelnetzgerät

Anstiegsgeschwindigkeit der Spannung mit  MODIFY zwischen slow und fast umschalten.

```
<Menu: Syst: V Slew
→ slow
```

Doppelnetzgerät

Anstiegsgeschwindigkeit der Spannung mit  / oder  // zwischen slow und fast umschalten.

```
<Menu: Syst: V Slew
→ fast slow
```


3.4.3 System-Untermenü "Voltage MSD"

In diesem System-Menüpunkt kann bei der Spannungseinstellung die direkte Verstellmöglichkeit für die höchste Wertigkeitsstelle (MSD – Most Significant Digit) mit **"lock"** gesperrt werden. Dann ist z.B. beim 40-V-Gerät eine Einstellung der Spannung in 10-V-Schritten nicht mehr möglich und eine versehentliche Verstellung in großen Spannungssprüngen ausgeschlossen. In der Standardeinstellung **"unlock"** ist die Verstellmöglichkeit für die höchste Spannungswertigkeitsstelle (MSD) freigegeben.

Auswahl des Untermenüpunktes **"Voltage MSD"** mit  NEXT.

 NEXT

```
<Menu: System
Voltage MSD unlock
```

Sperrung bzw. Freigabe der höchsten Spannungswertigkeitsstelle (MSD) mit  MODIFY auswählen.

3.4.4 System-Untermenü "Power-On"

In diesem System-Menüpunkt können verschieden Einschaltmodi eingestellt werden. Der Power-On Mode bestimmt, mit welcher Geräteeinstellung das Netzgerät beim Einschalten aktiviert wird.

Auswahl des Untermenüpunktes **"Power-On"** mit  NEXT.

 NEXT

```
<Menu: System
Power-On RST
```

Einschaltmodus auswählen mit  MODIFY.

Mit  MODIFY können folgende Einschaltmodi ausgewählt werden:

- **RST** Beim Einschalten des Netzgerätes wird die "Reset"-Funktion aktiviert, die alle Ausgangsfunktionen in einen definierten Anfangszustand zurücksetzt (→ 2.1.6 Standard- und Werkseinstellungen). Der Hauptausgang ist im Off-Zustand.
- **Last off** Beim Einschalten wird das Netzgerät zwar mit der letzten Einstellung vor dem Ausschalten programmiert, aber der Hauptausgang befindet sich im sicheren Betriebszustand "Off".
- **Last** Beim Einschalten wird das Netzgerät exakt mit der letzten Einstellung vor dem Ausschalten programmiert; dies gilt auch für den beim Ausschalten gültigen Off/On-Zustands des Hauptausgangs.

3.4.5 System-Untermenü "*RST Command"

In diesem System-Menüpunkt kann der Befehl "*RST" ausgeführt werden. Dabei wird das Netzgerät mit der Standardeinstellung belegt (→ 2.1.6 Standard- und Werkseinstellungen). Dieser Befehl ist identisch mit dem Fernsteuerbefehl "*RST".

Auswahl des Untermenüpunktes **"*RST Command"** mit **◀ NEXT**.

◀ NEXT

```
<Menu: System
*RST Command >
```

RST-Operation vorbereiten mit **ENTER**.

Das 1. Betätigen der Taste **ENTER** bereitet die RST-Operation mit folgender Anzeige vor:

```
<Menu: System
*ENTER for RST
```

RST-Operation auslösen mit **ENTER**.

Das 2. Betätigen der Taste **ENTER** löst die RST-Operation aus. Die Standardeinstellung wird sofort als aktuelle Netzgeräteeinstellung übernommen und im Display erscheint für ca. 1 s die Bestätigungsmeldung für diesen Vorgang.

```
<Menu: System
!RST done
```

3.4.6 System-Untermenü "Device IDN"

In diesem System-Menüpunkt werden alle Geräte relevanten Daten angezeigt.

Auswahl des Untermenüpunktes **"Device IDN"** mit **◀ NEXT**.

◀ NEXT

```
<Menu: System
Device IDN >
```

Untermenü aufrufen mit **ENTER**.

Auswahl des jeweils nächsten Untermenüpunktes mit **◀ NEXT**.

Einzelnetzgerät

Doppelnetzgerät

Gerätetyp

```
<Menu: Syst: IDN
Device TOE8951
```

```
<Menu: Syst: IDN
Device TOE8952
```

Seriennummer

```
<Menu: Syst: IDN
S/N 083854
```

```
<Menu: Syst: IDN
S/N 083854
```

Spannungs-
ausführung

```
<Menu: Syst: IDN
U 40.00V
```

```
<Menu: Syst: IDN
U 40.00V 40.00V
```

Strom-
ausführung

```
<Menu: Syst: IDN
C 20.000A
```

```
<Menu: Syst: IDN
C 10.000A 10.000A
```

Leistungs-
ausführung

```
<Menu: Syst: IDN
P 400.0W
```

```
<Menu: Syst: IDN
P 200.0W 200.0W
```

Programm-
Version

```
<Menu: Syst: IDN
Version 3.50-3.50
```

```
<Menu: Syst: IDN
Version 3.50-3.50
```


Firmware

```
<Menu: Syst: IDN
Firmware 0.02.2
```

```
<Menu: Syst: IDN
Firmware 0.02.2
```

3.4.7 System-Untermenü "T/Fan"

In diesem System-Menüpunkt wird die Innentemperatur des Netzgerätes in "°C" und die Lüfterdrehzahl in "%" angezeigt. Bei ca. 85 °C Innentemperatur spricht der elektronische Thermoschutz an und der Hauptausgang wird von der Spannungsversorgung getrennt (→ 2.4.1).

Auswahl des Untermenüpunktes "T/Fan" mit  NEXT.

 NEXT

```
<Menu: System
T +41°C Fan 34%
```

3.5 Menüpunkt "Display Setting"

Im Menüpunkt "Display Setting" können Kontrast "CTR" und Helligkeit "BRI" des LCD-Displays im Bereichen von 0 - 100 % eingestellt werden.

Auswahl des Hauptmenüpunktes "Display Setting" mit  NEXT.

 NEXT

```
*** Menu ***
Display Setting >
```

Untermenü aufrufen mit **ENTER**.


```
<Menu Display
CTR 40% BRI 60%
```

Kontrast "CTR" einstellen mit  NEXT.

Helligkeit "BRI" einstellen mit  MODIFY.

3.6 Menüpunkt "Remote"

Im Menüpunkt "Remote" können diverse für die Schnittstellenauswahl und die Schnittstelleneinstellung relevanten Parameter eingestellt werden.

Auswahl des Hauptmenüpunktes "Remote" mit  NEXT.

 NEXT

```
*** Menu ***
Remote >
```

Untermenü aufrufen mit **ENTER**.

3.6.1 Remote-Untermenü "Interface"

In diesem Remote-Menüpunkt kann die Schnittstelle **RS-232** bzw. eine der optionalen Schnittstellen **USB**, **LAN** oder **GPIO** zur Fernsteuerung der Netzgeräte ausgewählt werden. Eine Beschreibung der Schnittstellenanschlüsse erfolgt im Kapitel Fernsteuerung (→ 4.). Ab Werk ist die RS-232- bzw. USB-Schnittstelle eingestellt.

Auswahl des Untermenüpunktes "Interface" mit  NEXT.

 NEXT

```
<Menu: Remote
Interface RS-232
```

Schnittstelle auswählen mit  MODIFY.

Auswahl
USB-Interface

Wenn die Option "USB-Fernsteuerung" oder "LAN/USB-Fernsteuerung" installiert ist und USB als Fernsteuerschnittstelle gewählt wird, erfolgt unmittelbar eine Überprüfung, ob ein Host-Rechner mit einem geeigneten Treiber angeschlossen ist. Der Vorgang wird im Display für ca. 1 s angezeigt.

```
<Menu: Remote
!Checkins USB
```

Überprüfung der USB-Schnittstelle

Das Ende der Überprüfung wird mit einem akustischen Signal quittiert und das Ergebnis kommt anschließend ebenfalls für ca. 1 s zur Anzeige.

Die Meldung "ready" zeigt an, dass die USB-Schnittstelle verbunden und betriebsbereit ist. Bei der Meldung "suspend" konnte keine Verbindung zu einem Host-Rechner hergestellt werden.

```
USB Interface
ready
```

```
USB Interface
suspend
```

Die Betriebsbereitschaft der USB-Schnittstelle wird anschließend auch in der Anzeige des Remote-Untermenüs "Interface" durch den OK-Haken "✓" dargestellt. Ohne Host-Verbindung fehlt das Symbol.

```
< Menu:Remote
Interface      ✓USB
```

```
< Menu:Remote
Interface      USB
```

Auswahl
LAN-Interface

Wenn die Option "LAN/USB-Fernsteuerung" installiert ist und LAN als Fernsteuerschnittstelle gewählt wird, erfolgt unmittelbar eine Überprüfung, ob das Netzgerät an ein Netzwerk angeschlossen ist. Der Vorgang wird im Display für ca. 1 s angezeigt.

```
<Menu:Remote
!Checking LAN
```

Überprüfung der LAN-Schnittstelle

Das Ende der Überprüfung wird mit einem akustischen Signal quittiert und das Ergebnis kommt anschließend ebenfalls für ca. 1 s zur Anzeige.

Die Meldung "ready" zeigt an, dass die LAN-Schnittstelle verbunden und betriebsbereit ist. Bei der Meldung "not ready" konnte keine Verbindung zu einem Netzwerk hergestellt werden.

```
LAN Interface
ready
```

```
LAN Interface
not ready
```

Die Betriebsbereitschaft der LAN-Schnittstelle wird anschließend auch in der Anzeige des Remote-Untermenüs "Interface" durch den OK-Haken "✓" dargestellt. Ohne Netzwerk-Verbindung fehlt das Symbol.

```
<Menu:Remote
Interface      ✓LAN
```

```
<Menu:Remote
Interface      LAN
```

3.6.2


Remote-Untermenü "Language"

In diesem Remote-Menüpunkt kann die Sprache zur Fernsteuerung der Netzgeräte eingestellt werden.

Auswahl des Untermenüpunktes "**Language**" mit  **NEXT**.

 **NEXT**

```
<Menu:Remote
Language      COMP
```

Sprache "Comp" oder "SCPI" auswählen mit  **MODIFY**.

Im Language-Menüpunkt kann zwischen folgenden Sprachen ausgewählt werden:

- **COMP** zu älteren Geräten kompatible Toellner-Befehle (Werkseinstellung)
- **SCPI** für Messgeräte genormte SCPI-Befehle

3.6.3

Remote-Untermenü "RS-232 Setting"

Nicht verfügbar in Verbindung mit der Option "LAN/USB-Fernsteuerung".


In diesem Remote-Menüpunkt können diverse RS-232-Schnittstellenparameter eingestellt werden.

Auswahl des Untermenüpunktes "**RS-232 Setting**" mit  **NEXT**.

 **NEXT**

```
<Menu:Remote
RS-232 Setting >
```

Untermenü aufrufen mit **ENTER**.

Auswahl des jeweils nächsten "RS-232 Setting"-Untermenüpunktes mit  **NEXT**.

RS-232
Baudrate

```
<Menu:Remote:RS-232
Baud Rate     9600
```

Baudrate auswählen mit  **MODIFY**.

Im Baudraten-Menüpunkt kann zwischen den Baudraten 1.200, 2.400, 4.800, 9.600, 19.200, 38.400 und 57.600 Baud ausgewählt werden. Ab Werk ist die Baudraten **9600** eingestellt.

RS-232
Datenformat

```
<Menu:Remote:RS-232
Format      8 Bit
```


Datenformat auswählen mit  **MODIFY**.

Im Datenformat-Menüpunkt kann zwischen folgenden Datenformaten ausgewählt werden:

- **8 Bit** 8 Datenbits, kein Parity-Bit (Werkseinstellung)
- **odd 7 Bit** 7 Datenbits, odd (ungerade) Parity
- **even 7 Bit** 7 Datenbits, even (gerade) Parity

RS-232 Anzahl
Stoppbits

```
<Menu:Remote:RS-232
Stop Bits   1
```

Anzahl Stoppbits auswählen mit  **MODIFY**.

Im Stoppbits-Menüpunkt kann zwischen 1 oder 2 Stoppbits ausgewählt werden. Ab Werk ist 1 Stoppbit eingestellt.

RS-232
Protokollart

```
<Menu:Remote:RS-232
Protocol    Xon/Xoff
```

Protokollart auswählen mit  **MODIFY**.


Im Protokollart-Menüpunkt kann zwischen folgenden Protokollarten ausgewählt werden:

- **Xon/Xoff** Softwareprotokoll mit Xon/Xoff-Betrieb (Werkseinstellung)
- **RTS/CTS** Hardwareprotokoll mit RTS/CTS-Handshake

3.6.4

Remote-Untermenü "GPIB Setting"

Nur verfügbar in Verbindung mit der Option "GPIB-Fernsteuerung".

Auswahl des Untermenüpunktes "GPIB Setting" mit  **NEXT**.

 **NEXT**

```
<Menu:Remote
GPIB Setting >
```

Untermenü aufrufen mit **ENTER**.

GPIB-
Geräteadresse

```
<Menu:Remote:GPIB
Device Addr 04
```

GPIB-Geräteadresse einstellen mit  **MODIFY** und  .

Im diesem Menüpunkt kann die GPIB-Geräteadresse zwischen 0 und 30 eingestellt werden, wobei i.Allg. die Adresse 0 dem Systemcontroller vorbehalten ist. Ab Werk ist die Geräteadresse **4** eingestellt.

3.6.5

Remote-Untermenü "LAN MAC-Address"

Nur verfügbar in Verbindung mit der Option "LAN/USB-Fernsteuerung".

In diesem Remote-Menüpunkt kann die MAC-Adresse des LAN-Adapters abgefragt werden.

Auswahl des Untermenüpunktes "LAN MAC-Address" mit  **NEXT**.

 **NEXT**

```
<Menu:Remote
LAN MAC-Address >
```

MAC-Adresse abfragen mit **ENTER**.

Das Betätigen mit der Taste **ENTER** führt zur Anzeige der gerätespezifischen MAC-Adresse:

```
<Menu:Rem:MAC
00-20-4A-97-2E-71
```

3.6.6

Remote-Untermenü "Restart LAN"


Nur verfügbar in Verbindung mit der Option "LAN/USB-Fernsteuerung".


In diesem Remote-Menüpunkt kann bei Bedarf der LAN-Adapter neu gestartet werden, um z.B. eine neue automatische IP-Adressvergabe zu erzwingen und den integrierten Web-Server zurückzusetzen.

Auswahl des Untermenüpunktes **"Restart LAN"** mit  **NEXT**.


 **NEXT**


```
<Menu:Remote
Restart LAN >
```

Neustart des LAN-Adapters vorbereiten mit .

Das 1. Betätigen der Taste  bereitet die LAN-Restart-Operation mit folgender Anzeige vor:

```
<Menu:Rem:LAN
*ENTER for Restart
```

LAN-Neustart auslösen mit .

Das 2. Betätigen der Taste  löst sofort die LAN-Restart-Operation aus. Im Display erscheint für ca. 1 s die Bestätigungsmeldung für diesen Vorgang.

```
<Menu:Rem:LAN
!LAN Restart done
```

3.7

Menüpunkt "Calibration"

Die Netzgeräte der Modellreihe **TOE 8950** sind mit einer elektronischen Selbstkalibrierung ausgestattet, die vom Anwender ohne umständlichen Trimmerabgleich manuell im Menüpunkt **"Calibration"** oder durch Fernsteuerbefehle durchgeführt werden kann. Die Kalibrierung ist detailliert im Kapitel 5. Kalibrierung beschrieben.

Auswahl des Hauptmenüpunktes **"Calibration"** mit  **NEXT**.

Einzelnetzgerät

Doppelnetzgerät

 **NEXT**

```
*** Menu ***
√Calibration >
```

```
*** Menu ***
√Calibration I >
```

```
*** Menu ***
√Calibration II >
```


4. Fernsteuerung

Die Netzgeräte der Modellreihe **TOE 8950** sind standardmäßig mit einer seriellen RS-232-Schnittstelle ausgestattet. Optional können die Netzgeräte auch mit einer seriellen USB-Schnittstelle, einer LAN-Schnittstelle oder der parallelen GPIB-Schnittstelle nach IEEE 488.1 ausgerüstet werden. Mit jeder der Schnittstellen können nahezu alle Gerätefunktionen der Netzgeräte ferngesteuert werden.

Anmerkung

Es kann immer nur eine Schnittstelle aktiv sein. Die Auswahl der gewünschten Schnittstelle wird per Handbedienung im Menü vorgenommen (→ 3.6.1). Die eingestellte Schnittstelle wird im nichtflüchtigen Speicher abgelegt und ändert sich nicht nach dem Ausschalten. Ab Werk ist standardmäßig die RS-232-Schnittstelle eingestellt. Mit der Option LAN/USB-Fernsteuerung ist die RS-232-Schnittstelle nicht verfügbar und die USB-Schnittstelle ist dann als Standardschnittstelle voreingestellt.

Die Befehlsstruktur ist für beide Schnittstellen gemäß IEEE 488.2 angelegt. Der Befehlsvorrat besteht aus insgesamt drei Gruppen:

1. genormte Standardbefehle nach IEEE 488.2
2. genormte SCPI-Befehle (Standard Commands for Programmable Instruments)
3. zu älteren **Toellner**-Netzgeräten kompatible Kurzbefehle.

Mit Hilfe der Sprachenumschaltung (→ 3.6.2) wird zwischen den SCPI-Befehlen und den Toellner-Kurzbefehlen ausgewählt. Die genormten Standardbefehle nach IEEE 488.2 haben immer Gültigkeit, unabhängig von der Spracheneinstellung. In der Befehlsübersicht (→ 4.7) sind alle Befehle in Tabellenform zusammengefasst. Auf jeden einzelnen Befehl wird im Detail in den Befehlserläuterungen (→ 4.8) eingegangen.

REMOTE-LED

Wenn sich das Netzgerät im Fernsteuerbetrieb befindet, leuchtet die *REMOTE*-LED. In diesem Zustand ist das Netzgerät für den manuellen Betrieb gesperrt. Durch Betätigen der Taste **SET/LOCAL** wird das Netzgerät wieder in den Local-Zustand überführt. Die *REMOTE*-LED erlischt und das Netzgerät kann wieder von Hand bedient werden. Die Taste **SET/LOCAL** hat keine Funktion, wenn das Netzgerät in den gesperrten Fernsteuerbetrieb "Local Lockout" versetzt wurde. In diesem Fall wird beim Betätigen der Taste **SET/LOCAL** ein kurzer Warnton erzeugt und im Display erscheint die Fehlermeldung "**550, Remote with Local Lockout**".

4.1 RS-232-Schnittstelle

Auswahl der Schnittstelle im Menü (→ 3.6.1)

Mit der seriellen RS-232-Schnittstelle eines Computers kann nur ein Netzgerät gesteuert werden. Sollen mehrere Geräte gesteuert werden, so muss der Computer mit einer entsprechenden Anzahl von RS-232-Schnittstellen ausgerüstet sein. Im Computer-Zubehörhandel sind Steckkarten mit bis zu 8 RS-232-Schnittstellen erhältlich.

RS-232 Setting (→ 3.6.3)

Bevor die Netzgeräte über die RS-232-Schnittstelle angesteuert werden, ist zu überprüfen, ob die Schnittstellen von Computer und Netzgerät aufeinander abgestimmt sind. Im System-Untermenü "RS-232 Setting" können am Netzgerät die Parameter für die Baudrate, das Datenformat mit Parity-Einstellung, die Anzahl der Stoppbits und die Protokollart eingestellt werden.

Anmerkung

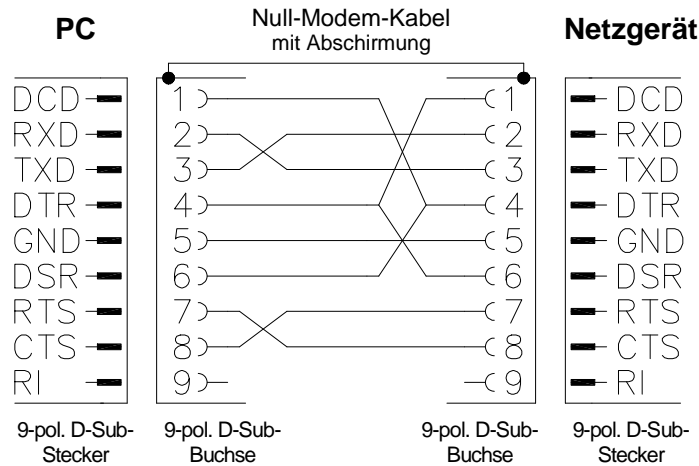
Bei Verwendung der seriellen RS-232-Schnittstelle müssen die Netzgeräte mit dem Befehl **SYSTem:REMOte** unbedingt in den Fernsteuerbetrieb geschaltet werden.

Die Computer sind üblicherweise entweder mit 9- oder 25-poligen D-Sub-Steckern ausgerüstet. Bei den Netzgeräten der Modellreihen **TOE 8950** ist die RS-232-Schnittstelle als 9-poliger D-Sub-Stecker ausgeführt. Der Computer und das zu steuernde Netzgerät müssen mit einem passenden Schnittstellenkabel verbunden werden. Da die meisten Computer DTE-Geräte (Data Terminal Equipment) und die Netzgeräte ebenfalls DTE-Geräte sind, ist ein DTE/DTE-Schnittstellenkabel zu verwenden. Solche Kabel werden auch als Null-Modem- oder Crossover-Kabel bezeichnet.

Die Verbindung zwischen PC und Netzgerät ist entsprechend den unten dargestellten Anschlusskizzen für PCs mit 9-poligem bzw. 25-poligem Anschluss vorzunehmen. Zur Sicherstellung einer zuverlässigen Datenübertragung sollte das Verbindungskabel abgeschirmt sein. Bei größerer Distanz zwischen den kommunizierenden Geräten oder in EMV-kritischer Umgebung ist eine ausreichend niedrige Übertragungsgeschwindigkeit und die Verwendung der Parity-Prüfung empfehlenswert.

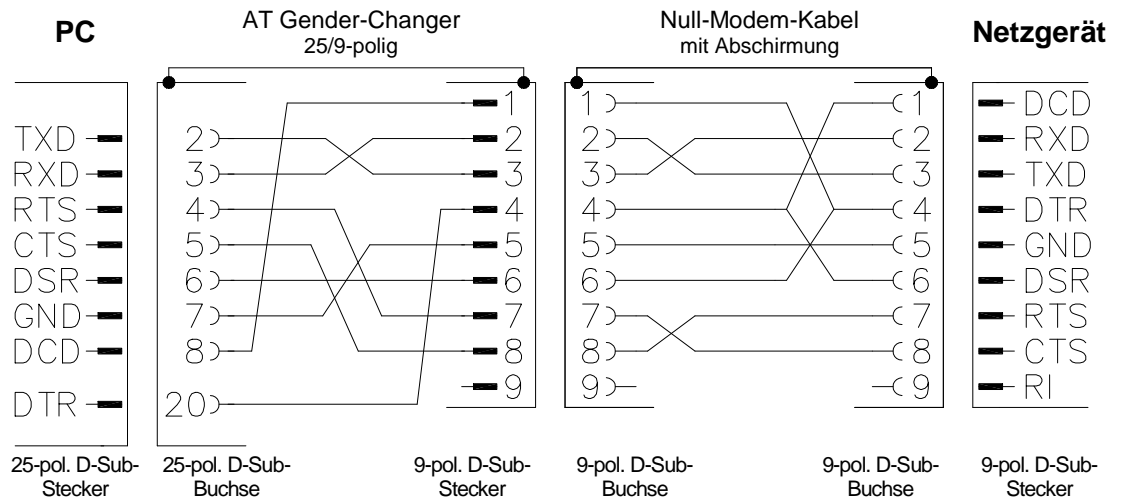
PC mit 9-poligem RS-232-Anschluss

Wenn der zur Steuerung des Netzgerätes vorgesehene PC über eine RS-232-Schnittstelle mit einem 9-poligen D-Sub-Stecker verfügt, ist die folgende Konfiguration zur Verbindung der beiden Geräte zu wählen.



PC mit 25-poligem RS-232-Anschluss

Wenn der zur Steuerung des Netzgerätes vorgesehene PC über eine RS-232-Schnittstelle mit einem 25-poligen D-Sub-Stecker verfügt, ist die folgende Konfiguration zur Verbindung der beiden Geräte zu wählen. Zwischen dem Null-Modem-Kabel und dem PC ist zusätzlich ein handelsüblicher Adapter (25/9-poliger AT Gender-Changer) zur Anpassung der unterschiedlichen Anschlussarten einzufügen.



4.2 USB-Schnittstelle (Option)

Neben der standardmäßigen seriellen RS-232-Schnittstelle können die Netzgeräte der Modellreihe **TOE 8950** auch optional mit einer seriellen USB-Schnittstelle ausgerüstet werden (→ 10.3 Optionen/Zubehör).

Auswahl der Schnittstelle im Menü (→ 3.6.1)

An einem USB-Anschluss können bis zu 127 USB-Geräte betrieben werden. Für die USB-Schnittstelle müssen keine Konfigurationsparameter eingestellt werden. Das Anschließen eines USB-Gerätes wird durch das PC-Betriebssystem automatisch erkannt, und es werden die passenden Gerätetreiber automatisch geladen. Nur beim Erstanschluss muss die mitgelieferte Treiber-CD eingelegt werden, auf der sich auch die entsprechenden Installationshinweise befinden.

Anmerkung

Bei Verwendung der seriellen USB-Schnittstelle müssen die Netzgeräte mit dem Befehl **SYSTEM:REMOte** unbedingt in den Fernsteuerbetrieb geschaltet werden.

Die USB-Geräte werden über ein geeignetes USB-Kabel angeschlossen. Die Steckverbinder des USB-Kabels haben eine spezifische Form, so dass sie nicht verkehrt eingesteckt werden können. Die Kabel können eine Länge von bis zu 5 m haben. Mit Hilfe von Hubs kann eine Verbindung bis zu 30 m reichen. Die Anschlussbelegung der USB-Schnittstelle ist genormt und bedarf an dieser Stelle keiner weiteren Erläuterung.

4.3 LAN-Schnittstelle (Option)

Alternativ zur standardmäßigen seriellen RS-232-Schnittstelle können die Netzgeräte der Modellreihe **TOE 8950** auch optional mit einer LAN-Schnittstelle ausgerüstet werden (→ 10.3 Optionen/Zubehör).

Auswahl der Schnittstelle im Menü (→ 3.6.1)

Geräte, die mit einer LAN-Schnittstelle ausgestattet sind, können in ein bestehendes Netzwerk eingebunden oder direkt mit einem PC verbunden werden. Die Anzahl der anschließbaren und erreichbaren Geräte ist nur durch die Netzwerkstruktur beschränkt.

Sie können Ihr Gerät mit dem integrierten Web-Server (→ 4.3.3) oder mit anderen Programmen über das **TCP/IP**-Protokoll unter der **Portadresse 5025** steuern. Die Befehle werden wie bei allen anderen Fernsteuerschnittstellen als ACSII-Zeichenketten übertragen und müssen mit einem Zeilenvorschubzeichen ("Line Feed Character" 0x0A) beendet werden. Die Verbindung zu Ihrem Gerät stellen Sie mit der IP-Adresse oder einem frei wählbaren Hostnamen her (→ 4.3.1).

Die LAN-Schnittstelle ist als Ethernet-Anschluss 10Base-T / 100Base-TX ausgeführt und wird mit einem 8-poligen RJ45 Kabel angeschlossen. Es wird empfohlen, ein Kabel der Qualität Cat. 5e oder besser zu verwenden. Für die Direktverbindung zu einem PC muss ein sogenanntes "cross-link" Kabel verwendet werden. Die gesamte Leitungslänge bis zum nächsten Switch sollte nicht mehr als 100m betragen.

4.3.1 IP-Adressierung

Die für die Adressierung der Geräte der Modellreihe TOE 8950 erforderliche IP-Adresse kann manuell eingestellt oder automatisch, z.B. von einem DHCP-Server, bezogen werden. Die entsprechende Konfiguration des Netzwerk-Adapters in Ihrem Gerät nehmen Sie entweder über den integrierten Web-Server oder mit Hilfe der Software auf der mitgelieferten CD vor. Diese Software ermöglicht auch, TOELLNER-Geräte mit unbekannter IP-Adresse im Netzwerk zu finden.

Anmerkung

Erfragen Sie die erforderlichen Einstellungen für die IP-Adressierung bei Ihrem Netzwerk-administrator. Fehlerhafte Einstellungen, insbesondere bei der Verwendung einer festen IP-Adresse, können den laufenden Betrieb Ihres Netzwerkes stören.

Im Auslieferungszustand ist Ihr Gerät für die automatische Adressvergabe konfiguriert und kann in einem Netzwerk mit DHCP-Server sofort in Betrieb genommen werden.

In vielen Netzwerken mit einem DHCP-Server wird eine Namensauflösung unterstützt. Bei Auslieferung ist ein **Hostname** in Ihrem Gerät hinterlegt, der aus der Gerätebezeichnung (ohne Leerzeichen) und der Seriennummer, getrennt durch einen Bindestrich, gebildet wird, z.B.: **TOE8952-83854**. Der Hostname kann verändert werden und darf bis zu 16 Zeichen lang sein.

Neustart des LAN-Adapters (→ 3.6.6)

Im Betrieb mit automatischer IP-Adresse wird bei jedem Neustart des LAN-Adapters im Gerät die IP-Adresse neu eingestellt. Falls Ihr Gerät nicht über das Netzwerk ansprechbar ist, weil z.B. beim Einschalten noch keine Verbindung zum Netzwerk bestanden hat, können Sie den LAN-Adapter auch neu starten, ohne das Netzgerät auszuschalten. Ein Neustart kann im System-Untermenü "Restart LAN" erzwungen werden.

Anmerkung

Wenn Sie ein Gerät mit fester IP-Adresse in einem anderen Netzwerk in Betrieb nehmen möchten, sollten Sie das Gerät zunächst auf automatische IP-Adressvergabe (vorzugsweise mit DHCP und AutoIP) umkonfigurieren. Schließen Sie erst danach Ihr Gerät im neuen Netzwerk an. Andernfalls kann der Netzwerkbetrieb gestört werden und das Auffinden des Gerätes im neuen Netzwerk wird erschwert.

4.3.2 MAC-Adresse

Auslesen der MAC-Adresse (→ 3.6.5)

Jedes netzwerkfähige Gerät hat eine eindeutige Hardware-Adresse (MAC-Adresse), die z.B. bei einer Fehleranalyse im Netzwerk hilfreich sein kann. Die MAC-Adresse kann im System-Untermenü "LAN MAC-Address" ausgelesen werden.

4.3.3

Interner Web-Server

Mit der LAN-Schnittstelle steht ein Web-Server zur Verfügung, über den die Netzwerkeigenschaften des Gerätes konfiguriert werden können. Darüber hinaus stellt die Gerätewebseite ein Java-Applet zur Verfügung, um Ihr Netzgerät mit SCPI-Befehlen oder Toellner-Kurzbefehlen zu steuern (→ 4.7 Befehlsübersicht).

Voraussetzungen zur Nutzung der Webseite:

- | | |
|-------------------|--|
| Internet-Browser: | Internet-Explorer 5 oder höher,
Mozilla Firefox 3 oder höher,
andere Internet-Browser mit Unterstützung von Frames |
| Java: | Für die Nutzung der Gerätesteuerung ist Java 1.7 oder höher erforderlich |

Der Aufruf der Webseite kann über die Eingabe der IP-Adresse oder des Hostnames des Gerätes in der Adresszeile Ihres Internet-Browsers erfolgen. Bei manchen Browsern muss der Typ der Webseite (http) vorangestellt werden, z.B.: **http://TOE8952-83854** oder **http://192.168.12.48**.

Falls Ihr Internet-Browser keine Verbindung zum Gerät herstellen kann, prüfen Sie bitte, ob das Gerät eingeschaltet und das Ethernet-Netzkabel angeschlossen ist. Andernfalls versuchen Sie einen Neustart des LAN-Adapters im Gerät (→ 3.6.6 Remote-Untermenü "Restart LAN") oder benutzen Sie die Software auf der beiliegenden CD, um das Netzgerät in Ihrem lokalen Netzwerk zu finden.

Wenn die Gerätesteuerung nicht möglich ist, prüfen Sie, ob Java auf Ihrem PC installiert und im Browser aktiviert ist. An Ihrem Netzgerät muss die LAN-Schnittstelle ausgewählt sein.

4.4

GPIB-Schnittstelle (Option)

Neben der standardmäßigen seriellen RS-232-Schnittstelle können die Netzgeräte der Modellreihe **TOE 8950** auch optional mit einer parallelen GPIB-Schnittstelle nach IEEE 488.1 ausgerüstet werden (→ 10.3 Optionen/Zubehör).

Auswahl der Schnittstelle im Menü (→ 3.6.1)

An der parallelen GPIB-Schnittstelle nach IEEE 488.1 können einschließlich Systemcontroller bis zu 15 Geräte betrieben werden. Jedes dieser Geräte muss zur korrekten Adressierung mit einer anderen GPIB-Busadresse ausgestattet sein.

GPIB Setting (→ 3.6.4)

Die Busadresse kann bequem im System-Untermenü "GPIB Setting" eingegeben werden. Sie wird im nichtflüchtigen Speicher abgelegt und ändert sich nicht nach dem Ausschalten. Ab Werk ist die Adresse **4** eingestellt.

Die Geräte eines GPIB-Verbundes werden mit IEEE-488.1-genormten Verbindungskabeln, die auf beiden Seiten mit 24-poligen Steckverbindern ausgestattet sind, miteinander verbunden. Dabei darf die Kabellänge zwischen zwei Geräten nicht größer als 2 m sein und insgesamt nicht größer als 20 m. Beim Betrieb der Netzgeräte am GPIB-Bus in EMV-kritischer Umgebung sollten die Verbindungskabel möglichst kurz und doppelt abgeschirmt sein.

Die Anschlussbelegung der GPIB-Schnittstelle ist entsprechend der IEEE 488.1 ausgeführt und bedarf an dieser Stelle keiner weiteren Erläuterung.

4.5

Befehlssyntax gemäß IEEE 488.2

Die gesamte Datenübertragung mit Ausnahme einiger GPIB-spezifischer Buskommandos erfolgt im ASCII-Format gemäß IEEE 488.2. Sämtliche Zahlenwerte werden in dezimaler Form übertragen.

Bei der RS-232-, der USB- und der LAN-Schnittstelle ist die Übertragung bit-seriell. Für die RS-232-Schnittstelle kann dabei zwischen den beiden Protokollarten Software- und Hardware-Handshake ausgewählt werden (→ 3.6.3 System-Untermenü "RS-232 Setting"). Bei der parallelen GPIB-Schnittstelle erfolgt die Übertragung byte-seriell mit einem nach IEEE 488.1 genormten 3-Draht-Handshake.

Syntaxregeln IEEE 488.2

Ein Befehl besteht entweder nur aus einem Befehlskopf (Header), der in der Abfrageform (Query-Befehl) von einem "?" gefolgt wird, oder setzt sich zusammen aus der Kombination eines Befehlskopfes mit einem Parameter. Der Parameter muss stets im Anschluss an den zugehörigen Befehlskopf übertragen werden. Zwischen dem Befehlskopf und dem Para-

meter muss mindestens ein "White Space", in der Regel ein Leerzeichen, stehen. "White Space" sind alle Zeichen mit einer ASCII-Codierung von 0x00 bis 0x20 mit Ausnahme der Endekennung **NL** (**N**ext **L**ine = Line Feed, ASCII-Codierung 0x0A) und den bei der seriellen Übertragung evtl. genutzten Zeichen **CR** (**C**arriage **R**eturn, ASCII-Codierung 0x0D) und **^C** (Ctrl-C, ASCII-Codierung 0x03; nur RS-232).

Als Parameter zugelassen sind entweder numerische Parameter oder bestimmte Textparameter wie z.B. **OFF**, **ON**, **MIN** oder **MAX**. Die bei der Übertragung des Befehlskopfes und der Parameter verwendeten Buchstaben "A" bis "Z" können beliebig in Groß- oder Kleinschreibung verwendet werden.

Für die Übertragung des numerischen Wertes sind die bekannten numerischen Darstellungsformen im Dezimalsystem mit oder ohne Exponent zugelassen. Nicht notwendige Ziffern eines numerischen Wertes entfallen. Wertigkeitsstellen, die die maximale Auflösung eines Parameters überschreiten, werden gerundet. Als Radixpunkt für gebrochene Zahlen dient der Dezimalpunkt ".". Zur Kennzeichnung eines Exponenten zur Basis 10 dient der Buchstabe "E" bzw. "e". Im Exponenten dürfen neben dem Vorzeichen nur noch die Ziffern "0" bis "9" verwendet werden. Einheiten wie z.B. "V" für Volt und "A" für Ampere sind impliziter Bestandteil des Befehlscodes und daher für die Übertragung nicht notwendig und unzulässig.

Die Befehlsstrings **VOLT 12.10**, **VOLT 12.1004**, **VOLT 121.0E-1** und **VOLT 12.095** werden vom Netzgerät als identisch interpretiert und führen jeweils zur Einstellung eines Spannungssollwertes von 12.10 V.

Query-Befehle	<p>Bei Query-Befehlen (Abfragen jeglicher Art) steht unmittelbar hinter dem Befehlskopf ein Fragezeichen "?", z.B. MEAS:VOLT? (Abfrage einer Spannungsmessung). Bei Query-Befehlen mit Parameter ist dieser vom Query-Befehl durch ein "White Space", in der Regel ein Leerzeichen, getrennt, z.B. VOLT? MAX (Abfrage des maximalen Spannungssollwertes). Sobald das Netzgerät den Antwortstring aufbereitet hat, wird im Status-Byte-Register das MAV-Bit (Bit 4) als Kennung gesetzt (→ 4.8.7 Status-Registermodell).</p> <p>Beim Betrieb über die GPIB-Schnittstelle kann mit Hilfe der Serial-Poll-Abfrage festgestellt werden, ob das MAV-Bit im Status-Byte-Register gesetzt ist. Durch Adressieren des Netzgerätes als Talker kann dann der Antwortstring eingelesen werden.</p> <p>Beim Betrieb über die RS-232-Schnittstelle beginnt das Netzgerät mit dem Aussenden des Antwortstrings sobald der Sendebetrieb vom Computer freigegeben wird. Die Freigabe kann per Software (Xon/Xoff-Protokoll) oder per Hardware (RTS/CTS-Handshake) erfolgen (Einstellung → 3.6.3 System-Untermenü "RS-232 Setting").</p> <p>Beim Betrieb über die USB- bzw. LAN-Schnittstelle liegt der Antwortstring im Sendepuffer der Schnittstelle bereit, sobald dieser aufbereitet ist. Bei der USB-Schnittstelle kann in Analogie zur GPIB-Schnittstelle das Statusbyte gepollt werden. Wenn das MAV-Bit im Status-Byte-Register gesetzt ist, kann der Antwortstring eingelesen werden.</p>
Mehrere Befehle in einem String	<p>Es besteht die Möglichkeit, mehrere Befehle in einem Datenstring zu übertragen. Die einzelnen Befehle werden durch ein Semikolon ";" als Befehlstrenner voneinander getrennt. Dabei dürfen normale Einstellbefehle und Query-Befehle gemischt werden. Die Abarbeitung der Befehle erfolgt in der Empfangsreihenfolge. Enthält ein Befehlsstring mehrere Query-Befehle, so werden im Antwortstring die verschiedenen Antworten ebenfalls durch ein Semikolon ";" getrennt.</p>
Output Queue	<p>In der Output Queue werden alle Antwortnachrichten, die aufgrund von Query-Befehlen in einem Befehlsstring erzeugt wurden, gespeichert. Die Output Queue besitzt FIFO-Character, d.h. die erste angefragte Antwortnachricht wird auch als erste gespeichert usw.. Die Nachrichten werden durch ein Semikolon ";" voneinander getrennt. Sobald sich in der Output Queue Informationen befinden, wird das MAV-Bit im Status-Byte-Register gesetzt (→ 4.8.7 Status-Registermodell). Das MAV-Bit wird wieder zurückgesetzt, sobald die Output Queue vollständig vom Systemcontroller ausgelesen wurde.</p>
RS-232-, USB und LAN-Endekennung	<p>Beim Empfang von Daten über die RS-232-, die USB- oder die LAN-Schnittstelle sind die Netzgeräte in der Lage folgende Endekennung zu verarbeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> - NL Next Line = Line Feed (ASCII 0x0A) - CR & NL Carriage Return (ASCII 0x0D) und Next Line = Line Feed (ASCII 0x0A) <p>Beim Senden von Daten benutzen die Netzgeräte beim Betrieb über die RS-232-, die USB bzw. die LAN-Schnittstelle die Endekennung CR & NL.</p>

Kapitel 4 – Fernsteuerung

GPIB- Endekennung	Beim Empfang von Daten über die GPIB-Schnittstelle sind die Netzgeräte in der Lage folgende Endekennungskombinationen automatisch zu verarbeiten: <ul style="list-style-type: none">- NL Next Line = Line Feed (ASCII 0x0A)- NL & EOI Next Line und EOI-Leitung aktiv- DAB & EOI letztes Zeichen mit EOI-Leitung aktiv
	Die Endekennung DAB & EOI ist nicht gemäß IEEE 488.2. Die IEEE 488.2 verlangt, dass jeder Befehlsstring mit dem Endezeichen NL abgeschlossen werden muss. Beim Senden von Daten benutzen die Netzgeräte beim Betrieb über die GPIB-Schnittstelle die Endekennung NL & EOI .
Gerätespezi- fische Ein- schränkungen	Die maximale Länge eines Befehls darf 509 Zeichen nicht überschreiten. Die maximal aufbereitbare Länge eines Antwortstrings bei Übertragung mehrerer Query-Befehle in einem String kann maximal 510 Zeichen betragen. Beim Überlauf der Ein- bzw. Ausgangspuffer werden entsprechende Fehler produziert (→ 6.3 Fehlerliste).
Zusammen- fassung	<u>Die wichtigsten Syntaxregeln nach IEEE 488.2</u> <ol style="list-style-type: none">1. Bei Befehlen mit Parametern müssen Befehlshkopf und Parameter durch mindestens ein "White Space" getrennt sein. In der Regel wird ein Leerzeichen verwendet; z.B. *ESE 32 oder VOLT 13.56.2. Mehrere in einem Befehlsstring übertragene Befehle müssen durch jeweils ein Semikolon ";" getrennt werden; z.B. VOLT 10;CURR 2.5;OUTP 1.3. Bei Query-Befehlen muss das Fragezeichen "?" <u>unmittelbar</u> hinter dem Befehlshkopf stehen. Ein evtl. folgender Parameter wird wiederum durch "White Space" abgetrennt; z.B. MEAS:VOLT? oder VOLT? MAX.4. Jeder Befehlsstring muss mit dem Endezeichen NL (<u>N</u>ext <u>L</u>ine) abgeschlossen werden.

4.6

Einführung in die SCPI-Sprache

4.6.1

Syntax-Beschreibung der SCPI-Sprache

Die Programmiersprache SCPI (**S**tandard **C**ommand for **P**rogrammable **I**nstruments) ist eine genormte ASCII-basierende Befehlssprache, die speziell für Geräte der Messtechnik entwickelt wurde. Die SCPI-Sprache stützt sich in ihrer Syntax auf den IEEE-488.2-Konventionen ab. Die SCPI-Befehle basieren auf einer hierarchischen Baumstruktur. Die oberste Ebene dieses Baumes ist die so genannte "Root"-Ebene, darunter befinden sich zusammengehörige Befehle in verschiedenen "Subsystems" (→ 4.6.2). Ein SCPI-Befehl besteht aus einem oder mehreren Schlüsselworten, die jeweils, wie nachfolgend dargestellt, durch einen Doppelpunkt ":" voneinander getrennt werden.

VOLT 17.3	Befehl mit einem Schlüsselwort
SENS:VOLT:DET EXT	Befehl mit mehreren durch ":" getrennte Schlüsselworte

Eventuell vorhandene Parameter sind hinter dem Befehlsstamm angeordnet, getrennt durch ein "White Space" (in der Regel ein Leerzeichen). Bei Abfragebefehlen muss unmittelbar hinter dem Befehlsstamm das "?" stehen. Mögliche Parameter können wiederum getrennt durch ein "White Space" angehängt werden.

VOLT 17.3	Befehl mit Parameter
VOLT?	Query-Befehl ohne Parameter
VOLT? MAX	Query-Befehl mit Parameter

Bei den meisten SCPI-Schlüsselworten existieren Kurz- und Langformen. In den Befehlserläuterungen (→ 4.8) ist die Kurzform durch Großbuchstaben gekennzeichnet. Die Langform wird durch zusätzlich angehängte Kleinbuchstaben dargestellt. Bei der Programmierung dürfen nur diese beiden Befehlsformen Verwendung finden. Unvollständige Schlüsselworte bzw. unerlaubte Abkürzungen, wie z.B. **MEASUR**, führen zu Fehlermeldungen.

MEAS:VOLT?	Kurzform
MEASure:VOLTage?	Langform

Im Befehlsbaum befinden sich eine ganze Reihe von optionalen Schlüsselworten, deren Benutzung freigestellt ist. Es ist allerdings zu bedenken, dass der Verzicht auf die optionalen Schlüsselworte und der Einsatz der SCPI-Kurzform zu schnelleren Ausführungszeiten führt.

OUTPut:STATe ON	STATe ist optional
OUTP ON	gleicher Befehl in Kurzform

Das "Root"-Schlüsselwort **SOURce** ist ebenfalls optional, da ein Netzgerät in seiner primären Funktion als Quelle fungiert.

SOURce:VOLTage 17.3 **SOURce** ist optional
VOLT 17.3 gleicher Befehl in Kurzform

In einem Befehlsstring können auch mehrere SCPI-Befehle übertragen werden. Diese Befehle müssen dann jeweils durch ein Semikolon ";" voneinander getrennt werden.

VOLT 17.3;;OUTP ON

Der erste Befehl in einem aus mehreren Befehlen bestehenden Befehlsstring setzt automatisch immer auf der obersten Ebene des Baumes, der sogenannten "Root"-Ebene, auf. Der folgende Befehl jedoch setzt auf der Ebene des vorherigen Befehls auf. Im geeigneten Fall kann somit die Befehlsfolge des nachfolgenden Befehls verkürzt auf der gleichen Ebene seines Vorgängers aufsetzen.

MEAS:VOLT?;CURR?

In diesem Beispiel werden die Messwerte von Spannung und Strom abgefragt, ohne für die Strommessung das Schlüsselwort **MEAS** nochmals einsetzen zu müssen. Befehle unterschiedlicher Subsysteme in einem Befehlsstring werden durch einen vorangesetzten Doppelpunkt ":" miteinander verknüpft. Der Doppelpunkt vor einem Befehl veranlasst den Befehlsinterpreter (Parser) in die "Root"-Ebene zurückzukehren.

MEAS:VOLT?;;SYST:ERR?

Ohne den "Root"-Beschreiber ":" vor dem Schlüsselwort **SYST** würde das Netzgerät einen Fehler produzieren.

Der "Root"-Beschreiber ":" vor dem ersten Befehl eines Befehlsstrings ist hingegen redundant, da immer nach Abschluss eines Befehlsstrings der Parser auf die "Root"-Ebene zurückschaltet. Die beiden folgenden Befehle sind in ihrer Wirkungsweise identisch.

OUTP:STAT ON
:OUTP:STAT ON

Die genormten Standardbefehle nach IEEE 488.2, die durch einen "*" vor dem Befehlscode gekennzeichnet sind, können ohne Probleme zusammen mit SCPI-Befehlen verwendet werden. Der Einsatz der genormten Standardbefehle führt zu keiner Beeinflussung der SCPI-Befehlsebene. Die Standardbefehle können beliebig in den SCPI-Befehlsstring eingebaut werden.

MEAS:VOLT?;*RCL 5;CURR?

Befehle, für die es keine Toellner-Kurzform gibt, sind identisch mit den SCPI-Befehlen und unterliegen damit den SCPI-Konventionen. Bei Verwendung dieser SCPI-Befehle zusammen mit den Toellner-Kurzbefehlen ist zu beachten, dass jeder Kurzbefehl wieder auf die oberste "Root"-Ebene zurückschaltet. Alle folgenden SCPI-Befehle im gleichen Befehlsstring müssen daher auf der "Root"-Ebene aufsetzen.

SYST:LANG?;VERS?;V 17.3
SYST:LANG?;V 17.3;;SYST:VERS?

Im ersten Beispiel kann der Befehl **VERS?** auf der vorherigen Befehlsebene aufsetzen. Im zweiten Beispiel jedoch muss mit **:SYST:VERS?** wieder auf der obersten Befehlsebene begonnen werden, da der Befehl **V 17.3** zur "Root"-Ebene zurückschaltet.

4.6.2

SCPI-Befehlsbaum mit Subsystemen

In der Aufstellung des SCPI-Befehlsbaums ist vermerkt, ob bestimmte Befehle keine Query-Befehlsform haben oder auch nur als Query-Befehle existieren.

SCPI-Konformität

Die Netzgeräte der Modellreihe **TOE 8950** entsprechen der Version **1999.0** des SCPI-Standards. Die meisten Fernsteuerbefehle der Netzgeräte sind bestätigte SCPI-Befehle. Für einige wenige gerätespezifische Befehle existieren keine anwendbaren SCPI-Befehle. Diese der SCPI-Norm angelehnten Befehle berücksichtigen jedoch den SCPI-Standard und die dort festgelegte Syntax. Im nachfolgenden SCPI-Befehlsbaums sind diese gerätespezifischen Befehle mit "[device]" in der Spalte "Bemerkungen" gekennzeichnet. <NRf> steht für einen numerische Parameter (→ 4.8 Befehls Erläuterungen).

Kapitel 4 – Fernsteuerung

SCPI-Befehle	Parameterform	Bemerkungen
:CALibration :CURRent :LEVel :DATA :PASSword :NEW :STATe? :SAVE :STATe :VOLTage :LEVel :PROTection	MINimum MAXimum <NRf> <NRf> 0 1 OFF ON	[Subsystem] no query [device] no query no query [device] no query [device] query only [device] no query [device] no query [device] no query [device]
:DISPlay :BRIGhtness [:WINDow] [:STATe]	<NRf> 0 1 OFF ON	[Subsystem]
:INSTrument :NSElect [:SElect]	1 2 OUTPut1 OUTPut2 OUT1 OUT2	[Subsystem]
:MEASure [:SCALar] :CURRent [:DC]? :POWer [:DC]? :VOLTage [:DC]?		[Subsystem] query only query only query only
:OUTPut [:STATe] :TRACk [:STATe]	0 1 OFF ON 0 1 OFF ON	[Subsystem] [device]
:SENSe :AVERage [:STATe] :VOLTage :DETeCTOR	0 1 OFF ON 0 1 INTernal EXTernal	[Subsystem]
[:SOURce] :CURRent [:LEVel] [:IMMediate] [:AMPLitude] :LIMit [:AMPLitude] :EXTernal [:STATe] :POWer [:LEVel] [:IMMediate] [:AMPLitude]	<NRf> MINimum MAXimum <NRf> MINimum MAXimum 0 1 OFF ON	[Subsystem] [device]
[:SOURce] :VOLTage [:LEVel] [:IMMediate] [:AMPLitude] :LIMit [:AMPLitude] :PROTection [:LEVel] :STATe :SLEW :STATe	<NRf> MINimum MAXimum <NRf> MINimum MAXimum <NRf> MINimum MAXimum 0 1 OFF ON 0 1 SLOW FAST	[Subsystem] [device]

SCPI-Befehle	Parameterform	Bemerkungen
:STATus :OPERation :CONDition? :ENABle [:EVENT]? :NTRansition :PTRansition :PRESet :QUEStionable :CONDition? :ENABle [:EVENT]? :NTRansition :PTRansition :INSTrument :ENABle [:EVENT]? :SUMmary<n> :CONDition? :ENABle [:EVENT]? :NTRansition :PTRansition	 <NRf> <NRf> <NRf> no query query only query only query only query only query only query only query only query only query only query only query only	[Subsystem] query only query only no query query only query only query only query only query only query only query only query only query only query only
:SYSTem :BEEPer [:IMMEDIATE] :ERRor [:NEXT]? :LANGuage :LOCal :REMote :RWLock :VERSion?	 COMPatibility CIIL 	[Subsystem] no query query only no query [device] no query [device] no query [device] query only

4.7

Befehlsübersicht

Die vorliegenden Befehlstabellen geben einen Überblick über die bei den Netzgeräten der Modellreihe **TOE 8950** zur Verfügung stehenden Programmierbefehle. Der Befehlssatz besteht zum einen aus den genormten Standardbefehlen nach IEEE 488.2, die durch einen "*" vor dem Befehlscode gekennzeichnet sind, und zum anderen aus den gerätespezifischen Befehlen, die in zwei Sprachformen existieren, den Toellner-Kurzbefehlen und den genormten SCPI-Befehlen. Die Sprachenumschaltung kann entweder per Hand im Remote-Menü "Language" (→ 3.6.2) oder durch den SCPI-Befehl **SYST:LANG** (→ 4.8.5) erfolgen.

Anmerkung

Beim Doppelnetzgerät muss stets vor der Benutzung von Befehlen, die sich auf Teil I oder Teil II beziehen können, zunächst mit dem SCPI-Befehl **INSTrument[:SElect]** oder **INSTrument:NSElect** bzw. dem Toellner-Kurzbefehl **SEL** der gewünschte Ausgang ausgewählt werden.

Einige Befehle, für die es keine Toellner-Kurzform gibt, sind identisch mit den SCPI-Befehlen und unterliegen damit den SCPI-Konventionen. Für den Messbefehl zur gleichzeitigen Abfrage der Spannungs- und Strommesswerte existiert nur der Toellner-Kurzbefehl **M?**, da die SCPI-Norm hierfür keinen äquivalenten Befehl bereithält.

Die bei den Befehlen verwendeten Schreibweisen und Vereinbarungen sind in den Befehlserläuterungen erklärt (→ 4.8).

Kapitel 4 – Fernsteuerung

Die **Standardbefehle nach IEEE 488.2** sind unabhängig von der Spracheneinstellung des Befehlssatzes und können sowohl zusammen mit den Toellner-Kurzbefehlen als auch mit den SCPI-Befehlen eingesetzt werden.

Standard-
befehle nach
IEEE 488.2
(→ 4.8.1)

Befehl
*CLS
*ESE <NR1>
*ESE?
*ESR?
*IDN? ²⁾
*IST?
*LRN? ¹⁾

Befehl
*OPC
*OPC?
*PRE <NR1>
*PRE?
*PSC 0 1
*PSC?
*RCL <NR1> ¹⁾

Befehl
*RST ²⁾
*SAV <NR1> ¹⁾
*SRE <NR1>
*SRE?
*STB?
*TST? ¹⁾
*WAI

Spannungs-
und
Strombefehle
(→ 4.8.2)

SCPI-Befehl	Toellner-Kurzbefehl
[[:SOURce]:CURRent[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude] <NRf> MIN MAX ¹⁾ [:SOURce]:CURRent[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude]? [MIN MAX] ¹⁾	C <NRf> MIN MAX ¹⁾ C? [MIN MAX] ¹⁾
[[:SOURce]:CURRent:LIMit[:AMPLitude] <NRf> MIN MAX ²⁾ [:SOURce]:CURRent:LIMit[:AMPLitude]? [MIN MAX] ²⁾	CLIM <NRf> MIN MAX ²⁾ CLIM? [MIN MAX] ²⁾
[[:SOURce]:EXTErnal[:STATe] 0 1 OFF ON ²⁾ [:SOURce]:EXTErnal[:STATe]? ²⁾	EXT 0 1 OFF ON ²⁾ EXT? ²⁾
[[:SOURce]:POWer[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude] <NRf> MIN MAX ²⁾ [:SOURce]:POWer[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude]? [MIN MAX] ²⁾	P <NRf> MIN MAX ²⁾ P? [MIN MAX] ²⁾
[[:SOURce]:VOLTage[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude] <NRf> MIN MAX ¹⁾ [:SOURce]:VOLTage[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude]? [MIN MAX] ¹⁾	V <NRf> MIN MAX ¹⁾ V? [MIN MAX] ¹⁾
[[:SOURce]:VOLTage:LIMit[:AMPLitude] <NRf> MIN MAX ²⁾ [:SOURce]:VOLTage:LIMit[:AMPLitude]? [MIN MAX] ²⁾	VLIM <NRf> MIN MAX ²⁾ VLIM? [MIN MAX] ²⁾
[[:SOURce]:VOLTage:PROTEction[:LEVel] <NRf> MIN MAX ²⁾ [:SOURce]:VOLTage:PROTEction[:LEVel]? [MIN MAX] ²⁾	OVP <NRf> MIN MAX ²⁾ OVP? [MIN MAX] ²⁾
[[:SOURce]:VOLTage:PROTEction:STATe 0 1 OFF ON ²⁾ [:SOURce]:VOLTage:PROTEction:STATe? ²⁾	PV 0 1 OFF ON ²⁾ PV? ²⁾
[[:SOURce]:VOLTage:SLEW:STATe 0 1 SLOW FAST [:SOURce]:VOLTage:SLEW:STATe?	VSLEW 0 1 SLOW FAST VSLEW?

Allgemeine Netz-
gerätebefehle
(→ 4.8.3)

SCPI-Befehl	Toellner-Kurzbefehl
:OUTPut[:STATe] 0 1 OFF ON :OUTPut[:STATe]?	EX 0 1 OFF ON EX?
:SENSe:VOLTage:DETEctor 0 1 INT EXT ²⁾ :SENSe:VOLTage:DETEctor? ²⁾	S 0 1 INT EXT ²⁾ S? ²⁾
<u>nur Doppelnetzgeräte</u>	
:INSTrument:NSElect 1 2 :INSTrument:NSElect?	SEL 1 2 SEL?
:INSTrument[:SElect] OUTP1 OUTP2 OUT1 OUT2 :INSTrument[:SElect]?	- -
:OUTPut:TRACk[:STATe] 0 1 OFF ON ¹⁾ :OUTPut:TRACk[:STATe]? ¹⁾	TRA 0 1 OFF ON ¹⁾ TRA? ¹⁾

¹⁾ nicht erlaubt bei eingeschaltetem Sequenz-Betrieb (Option "Arbiträrfunktion")

²⁾ nicht erlaubt im Run-Zustand der Sequenz (Option "Arbiträrfunktion")

Kapitel 4 – Fernsteuerung

Messbefehle
(→ 4.8.4)

SCPI-Befehl	Toellner-Kurzbefehl
-	M?
:MEASure[:SCALar]:CURRent[:DC]?	MC?
:MEASure[:SCALar]:POWEr[:DC]?	MP?
:MEASure[:SCALar]:VOLTage[:DC]?	MV?
:SENSe:AVERage[:STATe] 0 1 OFF ON :SENSe:AVERage[:STATe]?	AVM 0 1 OFF ON AVM?

System- und
Displaybefehle
(→ 4.8.5)

SCPI-Befehl	Toellner-Kurzbefehl
:SYSTem:BEEPer[:IMMediate]	BEEP
:SYSTem:ERRor[:NEXT]?	ERR?
:SYSTem:LANGUage COMP CIIL :SYSTem:LANGUage?	wie SCPI-Befehl
:SYSTem:VERSion?	wie SCPI-Befehl
:SYSTem:LOCal :SYSTem:REMote :SYSTem:RWLock	wie SCPI-Befehl
wie Kurzbefehl	<CTRL-C>
:DISPlay:BRIGhtness <NRf> :DISPlay:BRIGhtness?	wie SCPI-Befehl
:DISPlay[:WINDow][:STATe] 0 1 OFF ON :DISPlay[:WINDow][:STATe]?	wie SCPI-Befehl

Kalibrierbefehle
(→ 4.8.6)

SCPI-Befehl	Toellner-Kurzbefehl
:CALibration:CURRent:LEVel MIN MAX ¹⁾	wie SCPI-Befehl
:CALibration:DATA <NRf> ¹⁾	wie SCPI-Befehl
:CALibration:PASSword <NRf> ¹⁾ :CALibration:PASSword:NEW <NRf> ¹⁾ :CALibration:PASSword:STATe? ¹⁾	wie SCPI-Befehl
:CALibration:SAVE ¹⁾	wie SCPI-Befehl
:CALibration:STATe 0 1 OFF ON ¹⁾ :CALibration:STATe? ¹⁾	wie SCPI-Befehl
:CALibration:VOLTage:LEVel MIN MAX ¹⁾	wie SCPI-Befehl
:CALibration:VOLTage:PROTection ¹⁾	wie SCPI-Befehl

¹⁾ nicht erlaubt bei eingeschaltetem Sequenz-Betrieb (Option "Arbiträrfunktion")

Statusbefehle
für Einzel- und
Doppelnetzgeräte
(→ 4.8.8)

SCPI-Befehl	Toellner-Kurzbefehl
:STATus:OPERation:CONDition?	wie SCPI-Befehl
:STATus:OPERation:ENABle <NRf> :STATus:OPERation:ENABle?	wie SCPI-Befehl
:STATus:OPERation[:EVENT]?	wie SCPI-Befehl
:STATus:OPERation:NTRansition <NRf> :STATus:OPERation:NTRansition?	wie SCPI-Befehl
:STATus:OPERation:PTRansition <NRf> :STATus:OPERation:PTRansition?	wie SCPI-Befehl
:STATus:PRESet	wie SCPI-Befehl
:STATus:QUEStionable:CONDition?	wie SCPI-Befehl
:STATus:QUEStionable:ENABle <NRf> :STATus:QUEStionable:ENABle?	wie SCPI-Befehl
:STATus:QUEStionable[:EVENT]?	wie SCPI-Befehl
:STATus:QUEStionable:NTRansition <NRf> :STATus:QUEStionable:NTRansition?	wie SCPI-Befehl
:STATus:QUEStionable:PTRansition <NRf> :STATus:QUEStionable:PTRansition?	wie SCPI-Befehl

Statusbefehle für
Doppelnetzgeräte
(→ 4.8.9)

SCPI-Befehl	Toellner-Kurzbefehl
:STATus:QUEStionable:INSTrument:ENABle <NRf> :STATus:QUEStionable:INSTrument:ENABle?	wie SCPI-Befehl
:STATus:QUEStionable:INSTrument[:EVENT]?	wie SCPI-Befehl
:STATus:QUEStionable:INSTrument:ISUMmary<n>:CONDition?	wie SCPI-Befehl
:STATus:QUEStionable:INSTrument:ISUMmary<n>:ENABle <NRf> :STATus:QUEStionable:INSTrument:ISUMmary<n>:ENABle?	wie SCPI-Befehl
:STATus:QUEStionable:INSTrument:ISUMmary<n>[:EVENT]?	wie SCPI-Befehl
:STATus:QUEStionable:INSTrument:ISUMmary<n>:NTRansition <NRf> :STATus:QUEStionable:INSTrument:ISUMmary<n>:NTRansition?	wie SCPI-Befehl
:STATus:QUEStionable:INSTrument:ISUMmary<n>:PTRansition <NRf> :STATus:QUEStionable:INSTrument:ISUMmary<n>:PTRansition?	wie SCPI-Befehl

4.8 Befehls Erläuterungen

In den Befehls Erläuterungen werden folgende Schreibweisen und Vereinbarungen verwendet:

- Als Sprachform ist SCPI gewählt. Die äquivalenten Toellner-Kurzbefehle sind in der Befehlsübersicht (→ 4.7) zu finden.
- Der Befehlsskopf (Header) ist fett gedruckt.
- Die Langform der SCPI-Schlüsselworte besteht aus der Kombination von Groß- und Kleinbuchstaben. Die Großbuchstaben stellen die SCPI-Kurzform dar. Zwischen den Schlüsselwörtern steht der Doppelpunkt ":" als Trennzeichen.
- Evtl. notwendige Parameter werden durch ein Leerzeichen vom Befehlsskopf getrennt.
- Ein senkrechter Strich "|" trennt mehrere alternative Parameter voneinander.
- In eckigen Klammern "[" "]" befinden sich optionale Schlüsselworte bzw. Befehlsparameter.
- Die numerischen Parameter sind in spitzen Klammern "< >" mit folgenden Datenformaten angegeben:
 - <NR1> Dezimalzahl ohne Dezimalpunkt; z.B.: **31** oder **031**
 - <NR2> Dezimalzahl mit Dezimalpunkt; z.B.: **31.** oder **31.3** oder **031.3** oder **31.30**
 - <NR3> Dezimalzahl mit Dezimalpunkt und Exponent; z.B.: **3.13E+1** oder **313E-2**
 - <NRf> Dezimalzahl mit den Formaten <NR1>, <NR2> oder <NR3>

Bei einigen Befehlen sind auch Textparameter erlaubt. Beispielsweise können die Textparameter **MIN** und **MAX** anstelle von numerischen Parametern zur Einstellung bzw. Abfrage der Minimal- und Maximalwerte benutzt werden.

4.8.1 Standardbefehle nach IEEE 488.2

Die Standardbefehle nach IEEE 488.2 sind unabhängig von der Spracheneinstellung des Befehlssatzes und können sowohl zusammen mit den Toellner-Kurzbefehlen als auch mit den SCPI-Befehlen eingesetzt werden.

- ***CLS** Dieser Befehl löscht das Status-Byte-Register, alle Event-Register und die Fehler-Queue.
- ***ESE <NR1>** Dieser Befehl setzt die Enable-Maske des Standard-Event-Status-Registers (ESR) in dezimaler Form. Mit dieser Maske können die Fehlerzustände des Netzgerätes maskiert werden, die zum Setzen des ESB-Bits im Status-Byte-Register führen sollen.
- ***ESE?** Mit diesem Query-Befehl wird die aktuelle Einstellung der Enable-Maske des ESR abgefragt und als dreistellige Dezimalzahl in die Output Queue geschrieben.
- ***ESR?** Mit diesem Query-Befehl wird der aktuelle Zustand des Standard-ESR abgefragt und als dreistellige Dezimalzahl in die Output Queue geschrieben. Dieses Register ist nur lesbar und speichert alle Fehlerzustände des Netzgerätes.

Anmerkung Das Standard Event-Status-Register ist nur lesbar und wird durch den Lesevorgang gelöscht!

- *IDN?** Mit diesem Query-Befehl wird die Geräteidentifikation des Netzgerätes abgefragt und als Textstring (mit Anführungszeichen) in die Output Queue geschrieben. Der Textstring besteht aus vier durch Kommas getrennte Felder. Das erste Feld beinhaltet den Namen des Herstellers, das zweite Feld gibt den Gerätetyp mit Spannungsausführung an, das dritte Feld enthält die Seriennummer des Gerätes und das vierte Feld den Revisionscode der Software.
- Der Textstring hat folgendes Format: **"TOELLNER,TOE8951-80,83854,3.50-3.50"**
- *IST?** Mit diesem Query-Befehl wird der Individual Status des Status-Byte-Registers (STB) abgefragt und als einstellige Dezimalzahl **0** oder **1** in die Output Queue geschrieben. Der Wert **1** wird geschrieben, wenn bei der Und-Verknüpfung des Status-Byte-Registers mit der durch den Befehl ***PRE** gesetzten Maske eine Übereinstimmung festgestellt wird.
- *LRN?** Dieser Query-Befehl fragt den aktuellen Zustand des Netzgerätes ab und schreibt ihn als Textstring in die Output Queue. Der String enthält alle notwendigen Befehle für eine komplette Netzgeräteeinstellung.
- Ausgabeformat für Toellner-Kurzbefehle:
- TOE 8951: "V nnn.nn;C nn.nnn;P nnnn.n;OVP nnnn.n;PV x;VLIM nnn.nn;CLIM nn.nnn;S x;EXT x;VSLEW x;AVM x;EX x"
- TOE 8952: "SEL 1;V nnn.nn;C nn.nnn;P nnnn.n;OVP nnnn.n;PV x;VLIM nnn.nn;CLIM nn.nnn;S x;EXT x;VSLEW x;AVM x;SEL 2;V nnn.nn;C nn.nnn;P nnnn.n;OVP nnnn.n;PV x;VLIM nnn.nn;CLIM nn.nnn;S x;EXT x;VSLEW x;AVM x;TRA x;EX x"
- Ausgabeformat für SCPI-Befehle:
- TOE 8951: ":VOLT nnn.nn;;CURR nn.nnn;;POW nnnn.n;;VOLT:PROT:LEV nnnn.n;STAT x;:VOLT:LIM nnn.nn;;CURR:LIM nn.nnn;;SENS:VOLT:DET INT;;EXT x;;VOLT:SLEW:STAT x;;SENS:AVER x;;OUTP x"
- TOE 8952: ":INST OUT1;;VOLT nnn.nn;;CURR nn.nnn;;POW nnnn.n;;VOLT:PROT:LEV nnnn.n;STAT x;:VOLT:LIM nnn.nn;;CURR:LIM nn.nnn;;SENS:VOLT:DET INT;;EXT x;:VOLT:SLEW:STAT x;;SENS:AVER x;;INST OUT2;;VOLT nnn.nn;;CURR nn.nnn;;POW nnnn.n;;VOLT:PROT:LEV nnnn.n;STAT x;:VOLT:LIM nnn.nn;;CURR:LIM nn.nnn;;SENS:VOLT:DET INT;;EXT x;;VOLT:SLEW:STAT x;;SENS:AVER x;:OUTP:TRAC x;;OUTP x"
- *OPC** Mit diesem Befehl wird veranlasst, dass das OPC-Bit (Operation Complete) im Standard Event-Status-Register gesetzt wird, wenn alle vorherigen Befehle abgearbeitet sind.
- *OPC?** Dieser Query-Befehl veranlasst, dass die Dezimalzahl **1** in die Output Queue geschrieben wird, wenn alle vorherigen Befehle abgearbeitet sind.
- *PRE <NR1>** Dieser Befehl setzt die Enable-Maske des Parallel-Poll-Registers in dezimaler Form. Durch die Und-Verknüpfung der Enable-Maske mit dem Status-Byte-Register wird die ***IST?**-Abfrage vorbereitet.
- *PRE?** Mit diesem Query-Befehl wird die aktuelle Einstellung der Enable-Maske des Parallel-Poll-Registers abgefragt und als fünfstellige Dezimalzahl in die Output Queue geschrieben.
- *PSC 0|1** Mit diesem Befehl wird der Einschaltstatus der Enable-Register SRE, ESE und PRE festgelegt. ***PSC 0** bewirkt, dass die Enable-Register beim Einschalten erhalten bleiben. ***PSC 1** bewirkt, dass die Enable-Register beim Einschalten gelöscht werden.
- *PSC?** Dieser Query-Befehl fragt die PSC-Konfiguration der Enable-Register SRE, ESE und PRE ab. Als Wert wird die Dezimalzahl **0** oder **1** in die Output Queue geschrieben (→ ***PSC 0|1**).
- *RCL <NR1>** Dieser Befehl bewirkt den Abruf einer kompletten Netzgeräteeinstellung aus einem der Speicherplätze 0 bis 99 (→ 3.2.1 Speicheroperation "Recall"). Speicherplatz 0 enthält per IEEE-488.2-Definition die Standardwerte des Netzgerätes (→ 2.1.6). Beim Aufruf eines unbelegten Speicherplatzes wird eine Fehlermeldung produziert.
- *RST** Dieser Befehl versetzt das Netzgerät in einen definierten Anfangszustand. Alle Masken, das MAV-Bit im Status-Byte-Register, die Output Queue und die Fehler in der Fehler-Queue bleiben erhalten. (→ 2.1.6 Standard- und Werkseinstellungen)
- *SAV <NR1>** Dieser Befehl bewirkt das Speichern einer kompletten Netzgeräteeinstellung in einem der Speicherplätze 1 bis 99 (→ 3.2.2 Speicheroperation "Save"). Speicherplatz 0 beinhaltet die Standardwerte (→ 2.1.6) und ist nicht überschreibbar.

*SRE <NR1>	Dieser Befehl setzt die Service-Request-Enable-Maske für das Status-Byte-Register in dezimaler Form.
*SRE?	Mit diesem Query-Befehl wird die Service-Request-Enable-Maske abgefragt und als dreistellige Dezimalzahl in die Output Queue geschrieben.
*STB?	Mit diesem Query-Befehl wird der Zustand des Status-Byte-Registers abgefragt und als dreistellige Dezimalzahl in die Output Queue geschrieben.
Anmerkung	Im Gegensatz zum Lesevorgang beim Serial Poll wird das Status-Byte-Register zerstörungsfrei ausgelesen.
*TST?	Mit diesem Query-Befehl wird ein Selbsttest des Netzgerätes durchgeführt. Dieser Test entspricht dem automatischen Selbsttest des Netzgerätes beim Einschalten. Bei fehlerfreiem Test wird eine 0 in die Output Queue geschrieben. Im Fehlerfall wird eine 1 in die Output Queue und die Fehlermeldung " -330, Self-test failed " sowie weitere spezifische Fehlermeldungen in die Fehler-Queue geschrieben.
*WAI	Dieser Befehl veranlasst das Netzgerät auf den Abschluss aller laufenden Operationen zu warten.

4.8.2 Spannungs- und Strombefehle

CURRent <NRf> MINimum MAXimum	Mit diesem Befehl wird der Sollwert für die interne Stromregelung programmiert. Mit den Parametern MIN und MAX kann der minimale bzw. maximale Wert eingestellt werden.
CURRent? [MINimum MAXimum]	Mit diesem Query-Befehl wird die aktuelle Einstellung des Stromsollwertes abgefragt. Die Abfrage mit MIN und MAX liefert den größten bzw. kleinsten programmierbaren Wert zurück.
CURRent:LIMit <NRf> MINimum MAXimum	Mit diesem Befehl wird der Stromeinstellgrenzwert für den Stromsollwert programmiert. Mit den Parametern MIN und MAX kann der minimale bzw. maximale Wert eingestellt werden.
CURRent:LIMit? [MINimum MAXimum]	Mit diesem Query-Befehl wird die aktuelle Einstellung des Stromeinstellgrenzwertes abgefragt. Die Abfrage mit MIN und MAX liefert den größten bzw. kleinsten programmierbaren Wert zurück.
EXTernal 0 1 OFF ON	Mit diesem Befehl wird die externe Analog-Steuerung für Spannung und (!) Strom aus- bzw. eingeschaltet (→ 8. Analog-Steuerung).
EXTernal?	Mit diesem Query-Befehl wird der Einschaltzustand der externen Analog-Steuerung abgefragt (→ 8. Analog-Steuerung); es wird der Wert 0 oder 1 zurückgeliefert.
POWer <NRf> MINimum MAXimum	Mit diesem Befehl wird der Leistungsgrenzwert programmiert. Mit den Parametern MIN und MAX kann der minimale bzw. maximale Wert eingestellt werden.
POWer? [MINimum MAXimum]	Mit diesem Query-Befehl wird die aktuelle Einstellung des Leistungsgrenzwertes abgefragt. Die Abfrage mit MIN und MAX liefert den größten bzw. kleinsten programmierbaren Wert zurück.
VOLTage <NRf> MINimum MAXimum	Mit diesem Befehl wird der Sollwert für die interne Spannungsregelung programmiert. Mit den Parametern MIN und MAX kann der minimale bzw. maximale Wert eingestellt werden.
VOLTage? [MINimum MAXimum]	Mit diesem Query-Befehl wird die aktuelle Einstellung des Spannungssollwertes abgefragt. Die Abfrage mit MIN und MAX liefert den größten bzw. kleinsten programmierbaren Wert zurück.

VOLTage:LIMit <NRf>|MINimum|MAXimum

Mit diesem Befehl wird der Spannungseinstellgrenzwert für den Spannungssollwert programmiert. Mit den Parametern **MIN** und **MAX** kann der minimale bzw. maximale Wert eingestellt werden.

VOLTage:LIMit? [MINimum|MAXimum]

Mit diesem Query-Befehl wird die aktuelle Einstellung des Spannungseinstellgrenzwertes abgefragt. Die Abfrage mit **MIN** und **MAX** liefert den größten bzw. kleinsten programmierbaren Wert zurück.

VOLTage:PROTection <NRf>|MINimum|MAXimum

Mit diesem Befehl wird der OVP-Spannungswert der Überspannungsschutzeinrichtung programmiert. Der Wertebereich für die OVP-Spannung reicht von 3 V bis ca. 10 % über der maximalen Ausgangsspannung. Mit den Parametern **MIN** und **MAX** kann der minimale bzw. maximale Wert eingestellt werden.

VOLTage:PROTection? [MINimum|MAXimum]

Mit diesem Query-Befehl wird die aktuelle Einstellung des der OVP-Spannungswertes abgefragt. Die Abfrage mit **MIN** und **MAX** liefert den größten bzw. kleinsten programmierbaren Wert zurück.

VOLTage:PROTection:STATe 0|1|OFF|ON

Mit diesem Befehl wird die Überspannungsschutzeinrichtung (OVP) aus- bzw. eingeschaltet.

VOLTage:PROTection:STATe?

Mit diesem Query-Befehl wird der Einschaltzustand der Überspannungsschutzeinrichtung (OVP) abgefragt; es wird der Wert **0** oder **1** zurückgeliefert.

VOLTage:SLEW:STATe 0|1|SLOW|FAST

Mit diesem Befehl wird die Anstiegsgeschwindigkeit der Spannung bei kleinen Stromsollwerten eingestellt.

Anmerkung

Bei der Einstellung **FAST** kann es beim Hochprogrammieren der Spannung zu Überschwingern und damit zu einem verzögerten Einschwingverhalten der Leistungsregelung kommen.

VOLTage:SLEW:STATe?

Mit diesem Query-Befehl wird der Einschaltzustand der Anstiegsgeschwindigkeit der Spannung abgefragt; es wird der Wert **0** (slow) oder **1** (fast) zurückgeliefert.

4.8.3 Allgemeine Netzgerätebefehle

OUTPut 0|1|OFF|ON

Mit diesem Befehl wird der Hauptausgang in den Off-Zustand (Spannung 0 V, Strom 0 A) bzw. On-Zustand (zuvor eingestellte Spannungs- und Stromwerte) geschaltet (→ 2.3.3 Off/On-Schalten des Hauptausgangs).

OUTPut? Mit diesem Query-Befehl wird der Off/On-Zustand des Hauptausgangs abgefragt.

SENSe:VOLTage:DETection 0|1|INTernal|EXTernal

Mit diesem Befehl wird der Sense-Betrieb aus- bzw. eingeschaltet (→ 2.3.4 Sense-Betrieb).

SENSe:VOLTage:DETection?

Mit diesem Query-Befehl wird der Einschaltzustand des Sense-Betriebs abgefragt; es wird der Wert **INT** (internal) oder **EXT** (external) zurückgeliefert, beim Toellner-Kurzbefehl **S?** der Wert **0** (internal) oder **1** (external).

INSTrument:NSElect 1|2

Mit diesem Befehl wird beim Doppelnetzgerät der gewünschte Ausgang (Teil I oder Teil II) ausgewählt.

INSTrument:NSElect?

Mit diesem Query-Befehl wird beim Doppelnetzgerät abgefragt, welcher Ausgang (Teil I oder Teil II) ausgewählt ist. Es wird der Wert **1** oder **2** zurückgeliefert.

INSTrument OUTPut1|OUTPut2|OUT1|OUT2

Mit diesem Befehl wird beim Doppelnetzgerät der gewünschte Ausgang (Teil I oder Teil II) ausgewählt.

INSTrument? Mit diesem Query-Befehl wird beim Doppelnetzgerät abgefragt, welcher Ausgang (Teil I oder Teil II) ausgewählt ist. Es wird der Wert **OUTP1** oder **OUTP2** zurückgeliefert.

OUTPut:TRACk 0|1|OFF|ON

Mit diesem Befehl wird beim Doppelnetzgerät der Tracking-Betrieb aus- bzw. eingeschaltet.

OUTPut:TRACk? Mit diesem Query-Befehl wird beim Doppelnetzgerät der Einschaltzustand des Tracking-Betriebs abgefragt; es wird der Wert **0** oder **1** zurückgeliefert.

4.8.4 Messbefehle

M? Mit diesem Query-Befehl wird eine Messung von Ausgangsspannung und -strom ausgelöst und beide Messwerte nach Beendigung der Messung jeweils als fünfstellige Dezimalzahl mit Dezimalpunkt, getrennt durch ein Semikolon ";", in die Output Queue geschrieben. Überschreitet ein Messwert die Messbereichsgrenze, so wird der Wert "99999." ausgegeben.

Anmerkung Bei diesem Befehl handelt es sich um einen Toellner-Kurzbefehl, der nicht benutzt werden darf, wenn die Spracheneinstellung **SCPI** ist.

MEASure:CURRent?

Mit diesem Query-Befehl wird eine Messung des Ausgangsstroms ausgelöst und der Messwert nach Beendigung der Messung als fünfstellige Dezimalzahl mit Dezimalpunkt in die Output Queue geschrieben. Überschreitet der Messwert die Messbereichsgrenze, so wird der Wert "99999." ausgegeben.

MEASure:POWer?

Mit diesem Query-Befehl wird eine Messung der Ausgangsleistung ausgelöst und der Messwert nach Beendigung der Messung als fünfstellige Dezimalzahl mit Dezimalpunkt in die Output Queue geschrieben. Überschreitet der Messwert die Messbereichsgrenze, so wird der Wert "99999." ausgegeben.

MEASure:VOLTAge?

Mit diesem Query-Befehl wird eine Messung der Ausgangsspannung ausgelöst und der Messwert nach Beendigung der Messung als fünfstellige Dezimalzahl mit Dezimalpunkt in die Output Queue geschrieben. Überschreitet der Messwert die Messbereichsgrenze, so wird der Wert "99999." ausgegeben.

SENSe:AVERAge 0|1|OFF|ON

Mit diesem Befehl wird der Messmodus zwischen Momentanmessung mit **0|OFF** oder Mittelwertmessung mit **1|ON** umgeschaltet.

SENSe:AVERAge?

Mit diesem Query-Befehl wird die Einstellung des Messmodus abgefragt. Es wird der Wert **0** für Momentanmessung und **1** für Mittelwertmessung zurückgeliefert.

4.8.5 System- und Displaybefehle

SYSTem:BEEPer Dieser Befehl erzeugt ein kurzen Warnton.

SYSTem:ERRor? Mit diesem Query-Befehl können nacheinander alle Fehlermeldungen, die sich in der Fehler-Queue befinden, abgerufen werden. Ist die Fehler-Queue leer, so wird die Meldung **0,"No error"** ausgegeben (→ 6. Fehlermeldungen).

SYSTem:LANGuage COMPatibility|CIIL

Mit diesem Befehl wird die Sprachenumschaltung vorgenommen. Es kann zwischen den kompatiblen Toellner-Kurzbefehlen mit **COMP** und den für Messgeräte genormten SCPI-Befehlen mit **CIIL** ausgewählt werden.

SYSTem:LANGuage?

Mit diesem Query-Befehl wird die Spracheneinstellung abgefragt. Es wird **COMP** für die Toellner-Kurzbefehle und **CIIL** für die SCPI-Befehle zurückgeliefert.

SYSTem:VERsion?

Mit diesem Query-Befehl wird die aktuelle Version des implementierten SCPI-Standards abgefragt und als fünfstellige Dezimalzahl mit Dezimalpunkt in die Output Queue geschrieben, z.B. **1999.0**. Die vier Ziffern vor dem Dezimalpunkt geben das Jahr der SCPI-Version und die Ziffer nach dem Punkt die Versionsnummer des genannten Jahres wieder.

SYSTem:LOCaI (nur bei RS-232-, USB oder LAN-Schnittstelle)

Mit diesem Befehl wird das Netzgerät in den Local-Zustand geschaltet, allerdings nur wenn RS-232, USB oder LAN als aktive Schnittstelle ausgewählt ist (→ 3.6.1). Danach ist das Netzgerät wieder von Hand zu bedienen.

SYSTem:REMOte (nur bei RS-232-, USB oder LAN-Schnittstelle)

Mit diesem Befehl wird das Netzgerät in den Fernsteuerbetrieb geschaltet, allerdings nur wenn RS-232, USB oder LAN als aktive Schnittstelle ausgewählt ist (→ 3.6.1). In diesem Zustand ist das Netzgerät für den manuellen Betrieb gesperrt. Durch Betätigen der Taste **SET/LOCAL** kann das Netzgerät wieder in den Local-Zustand überführt werden.

Anmerkung

Es wird empfohlen diesen Befehl separat in einem Befehlsstring zu übertragen, da bedingt durch den Umschaltvorgang in den Remote-Betrieb alle im gleichen Befehlsstring folgenden Befehle unberücksichtigt bleiben und zu Fehlermeldungen führen können.

SYSTem:RWLock (nur bei RS-232-, USB oder LAN-Schnittstelle)

Mit diesem Befehl wird das Netzgerät in den gesperrten Fernsteuerbetrieb "Local Lockout" geschaltet, allerdings nur wenn RS-232, USB oder LAN als aktive Schnittstelle ausgewählt ist (→ 3.6.1). Dieser Befehl hat die gleiche Wirkung wie der Befehl **SYST:REM**, jedoch kann das Netzgerät nicht mit der Taste **SET/LOCAL** in den Local-Zustand überführt werden. Beim Betätigen dieser Taste erscheint stattdessen im Display die Fehlermeldung "**550, Remote with Local Lockout**".

^C (nur bei RS-232-Schnittstelle)

Mit dem Befehl **^C** (Ctrl-C, ASCII-Codierung 0x03) wird die RS-232-Schnittstelle des Netzgerätes zurückgesetzt, allerdings nur wenn RS-232 als aktive Schnittstelle ausgewählt ist (→ 3.6.1). Dieser Befehl entspricht dem Universalbefehl **DCL** (Device Clear) für die GPIB-Schnittstelle und bewirkt folgende Vorgänge:

- Löschen des Empfangspuffers und Zurücksetzen des Befehlsinterpreters (Parser)
- Löschen des MAV-Bit und der Output Queue
- alle anderen Einstellungen bleiben unverändert erhalten
- zur Bestätigung des DCL-Vorgangs wird "&DCL" zurückgesendet

DISPlay:BRIGhtness <NRf>

Mit diesem Befehl wird die Display-Intensität (Hinterleuchtung) zwischen 0 und 1 mit einer Auflösung von 0.05 eingestellt.

DISPlay:BRIGhtness?

Mit diesem Query-Befehl wird die Display-Intensität abgefragt. Es wird ein Wert im Format <NR2> zwischen 0 und 1 mit einer Auflösung von 0.05 zurückgeliefert.

DISPlay 0|1|OFF|ON

Mit diesem Befehl wird im Fernsteuerbetrieb das Display aus- bzw. eingeschaltet. Beim Zurückschalten in den Local-Zustand wird automatisch die Anzeige wieder aktiviert.

DISPlay?

Mit diesem Query-Befehl wird der Einschaltzustand des Displays abgefragt; es wird der Wert **0** oder **1** zurückgeliefert.

4.8.6 Kalibrierbefehle

Anmerkung

Es ist darauf zu achten, dass zwischen der jeweiligen Einstellung des Kalibrierpunktes und der zugehörigen Messung des Kalibrierwertes mit dem Voltmeter eine ausreichende Verzögerungszeit vorzusehen ist, damit sich der Messwert stabilisieren kann.

Vor Benutzung der **CALibration**-Befehle muss beim Doppelnetzgerät zunächst mit den SCPI-Befehlen **INSTrument[:SElect]** oder **INSTrument:NSElect** bzw. dem Toellner-Kurzbe-
fehl **SEL** der gewünschte Ausgang ausgewählt werden.

CALibration:CURRent:LEVel MINimum|MAXimum

Mit diesem Befehl wird mit **MIN** der untere ($1/100 C_{MAX}$) und mit **MAX** der obere (C_{MAX}) Stromkalibrierpunkt ausgewählt und der Ausgang des Netzgerätes in den On-Zustand geschaltet.

CALibration:DATA <NRf>

Mit diesem Befehl werden die gemessenen Werte von Spannung und Strom an das Netzgerät übertragen. Vorher muss mit dem Befehl **CAL:CURR:LEV** oder **CAL:VOLT:LEV** der gewünschte Kalibrierpunkt ausgewählt worden sein.

CALibration:PASSword <NRf>

Mit diesem Befehl wird der 4-stellige Sicherheitscode zur Entriegelung der Kalibrierung übertragen.

CALibration:PASSword:NEW <NRf>

Mit diesem Befehl wird ein neuer 4-stellige Sicherheitscode für die Kalibrierung übertragen. Vorher muss mit dem Befehl **CAL:PASS** unter Verwendung des alten Sicherheitscodes die Kalibrierung entriegelt worden sein.

CALibration:PASSword:STATe?

Mit diesem Query-Befehl wird der Entriegelungszustand der Kalibrierung abgefragt; es wird der Wert **0** (gesperrt) oder **1** (entriegelt) zurückgeliefert.

CALibration:SAVE

Mit diesem Befehl wird nach Durchführung der gesamten Kalibrierung die netzausfallsichere Speicherung der Kalibrierwerte vorgenommen. Solange die neuen Kalibrierwerte noch nicht mit diesem Befehl gespeichert wurden, kann mit Hilfe des Befehls **CAL:STAT OFF** jederzeit der Kalibriervorgang abgebrochen werden, ohne die alten Kalibrierwerte zu zerstören.

CALibration:STATe 0|1|OFF|ON

Mit diesem Befehl wird die Kalibrierung aus- oder eingeschaltet. Während des aktiven Kalibrierbetriebs sind nur noch die Kalibrierbefehle, die Statusbefehle und die Fehlerabfragebefehle zugelassen.

CALibration:STATe?

Mit diesem Query-Befehl wird der Einschaltzustand der Kalibrierung abgefragt; es wird der Wert **0** oder **1** zurückgeliefert.

CALibration:VOLTage:LEVel MINimum|MAXimum

Mit diesem Befehl wird mit **MIN** der untere ($1/100 V_{MAX}$) und mit **MAX** der obere (V_{MAX}) Spannungskalibrierpunkt ausgewählt und der Ausgang des Netzgerätes in den On-Zustand geschaltet.

CALibration:VOLTage:PROTection

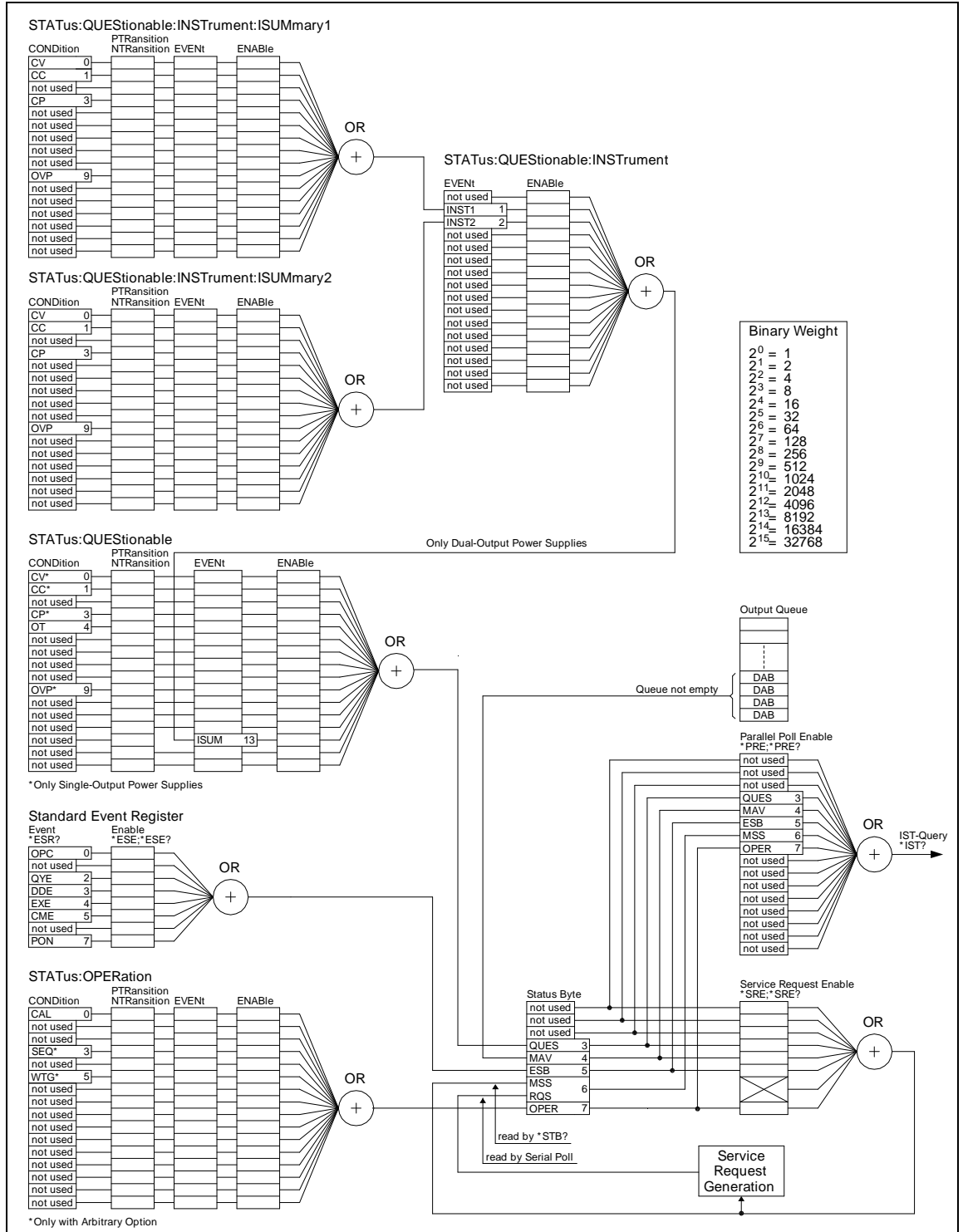
Mit diesem Befehl wird der OVP-Kalibrierpunkt anfahren und die OVP-Kalibrierung automatisch ausgeführt.

4.8.7

Status-Registermodell

Die Netzgeräte der Modellreihe **TOE 8950** verwenden für die Aufzeichnung verschiedener Gerätezustände die folgenden Status-Registermodelle:

- Status-Registermodell nach IEEE 488.2 mit Status-Byte-Register, Service-Request- und Parallel-Poll-Enable-Register sowie Standard-Event-Status-Registergruppe und Output Queue
- Status-Registermodell nach SCPI mit Operation- und Questionable-Status-Registergruppen



Status-Registermodell der Netzgeräte **TOE 8950**

Status-Byte-Registergruppe

Im Status-Byte-Register werden die Statusinformation aller anderen Statusgruppen gesammelt. Das Status-Byte-Register ist in der IEEE-488.2-Norm definiert. Die Registerkonfiguration und die Bedeutung der einzelnen Zustandsbits ist der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Status-Byte-Register

Bit	Definition	Wert	Erklärungen
0-2	unbelegt	-	-
3	QUES	8	Sammelbit für Questionable Status
4	MAV	16	Output Queue ist gefüllt
5	ESB	32	Sammelbit für Standard Event-Status-Register
6	MSS	64	Sammelbit der mit *SRE maskierten Bits für *STB?-Abfrage
6	RQS	64	Sammelbit der mit *SRE maskierten Bits für Serial-Poll-Abfrage
7	OPER	128	Sammelbit für Operation Status

Mit dem *SRE-Befehl wird die Service-Request-Enable-Maske des Status-Byte-Registers gesetzt. Mit dieser Maske wird festgelegt, welche Zustandsbits des Status-Byte-Registers zum Setzen des MSS-Bits (**M**aster **S**tatus **S**ummery) und des RQS-Bits (**R**eguest for **S**ervice) führen. Zusammen mit dem Setzen des RQS-Bits (Bit 6) wird gleichzeitig die SRQ-Leitung aktiviert. Das Status-Byte-Register kann auf zwei verschiedenen Arten eingelesen werden.

1. Beim Einlesen des Status-Byte-Registers durch Serial Poll steht im Bit 6 das RQS-Bit. Durch den Einlesevorgang wird das RQS-Bit gelöscht und damit auch die SRQ-Leitung wieder inaktiv geschaltet.
2. Beim Einlesen durch den Befehl *STB? steht im Bit 6 das MSS-Bit. Das MSS-Bit wird nicht durch den Einlesevorgang gelöscht, sondern erst dann, wenn die entsprechend maskierten Zustandsbits, die zum Setzen des MSS-Bits geführt haben, inaktiv werden.

Mit dem Befehl *PRE wird die Enable-Maske des Parallel-Poll-Registers gesetzt und die *IST?-Abfrage vorbereitet. Bei der *IST?-Abfrage wird in die Output Queue eine 1 geschrieben, wenn bei der bitweisen Und-Verknüpfung des Status-Byte-Registers und mit der durch den Befehl *PRE gesetzten Maske eine Übereinstimmung festgestellt wird. Andernfalls wird eine 0 geschrieben.

Über die serielle Schnittstelle ist die Service Request-Funktion nicht nutzbar. Jedoch kann durch den Einsatz des *PRE-Befehls in Verbindung mit der *IST?-Abfrage eine vergleichbares Resultat erzielt werden.

Standard-Event-Status-Registergruppe

Das Standard-Event-Status-Register ist in der IEEE-488.2-Norm definiert. Im Standard-Event-Status-Register werden Ereignisse gespeichert, die z.B. aufgrund von Syntaxfehlern oder fehlerhafter Befehlsausführung auftreten können. Mit dem Query-Befehl *ESR? kann der Zustand des Standard-Event-Status-Registers abgefragt werden.

Anmerkung

Das Standard-Event-Status-Register ist nur lesbar und wird durch den Lesevorgang gelöscht!

Mit dem *ESE-Befehl wird die Enable-Maske des Standard-Event-Status-Registers gesetzt. Mit dieser Maske wird festgelegt, welche Ereignisbits des Standard-Event-Status-Registers zum Setzen des ESB-Bits im Status-Byte-Register führen sollen. Die Registerkonfiguration und die Bedeutung der einzelnen Ereignisbits ist der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Standard-Event-Status-Registergruppe

Bit	Definition	Wert	Erklärungen
0	OPC	1	Operation Complete
1	unbelegt	-	-
2	QYE	4	Query Error
3	DDE	8	Device Dependend Error
4	EXE	16	Execution Error
5	CME	32	Command Error
6	unbelegt	-	-
7	PON	128	Power-On Kennung

Operation- und Questionable-Status-Registergruppe

Die Registerkonfiguration und die Bedeutung der einzelnen Statusbits der Operation- und Questionable-Status-Registergruppe für die Netzgeräte der Modellreihe **TOE 8950** ist den unten stehenden Tabellen zu entnehmen.

Anmerkung

Die Questionable-Status-Registergruppe beim Doppelnetzgerät unterscheidet sich von der Questionable-Status-Registergruppe beim Einzelnetzgerät. Die Unterschiede sind am besten in der weiter oben in diesem Kapitel befindlichen Grafik des Status-Registermodells zu erkennen. Die Bitpositionen sind bei beiden Ausführungen gleich.

Operation Statusbits

Bit	Definition	Wert	Erklärungen
0	CAL	1	Kalibrierung aktiv nach dem Befehl CAL:STAT 1
1	unbelegt	-	-
2	unbelegt	-	-
3	SEQ ¹⁾	8	Sequenz läuft (Run-Zustand)
4	unbelegt	-	-
5	WTG ¹⁾	32	Netzgerät wartet auf Triggerung
6-15	unbelegt	-	-

¹⁾ nur bei Netzgeräten mit Option "Arbiträrfunktion"

Questionable Statusbits

Bit	Definition	Wert	Erklärungen
0	CV	1	CV-Modus: Konstantspannungsbetrieb
1	CC	2	CC-Modus: Konstantstrombetrieb
2	unbelegt	-	-
3	CP	8	CP-Modus: Automatische Leistungsregelung
4	OT ²⁾	16	Thermische Überlast
5-8	unbelegt	-	-
9	OV	512	Überspannungsschwelle OVP am Ausgang überschritten ³⁾
10-15	unbelegt	-	-

²⁾ nur beim Questionable-Condition-Register und nicht bei den Questionable-Instrument-
Summary-Registern

³⁾ Ereigniserkennung mit dem Questionable-Event-Register

Das Operation- und Questionable-Status-Registermodell gemäß SCPI-Norm besteht aus folgenden Registern:

Condition-Register

Die Condition-Register zeigen den aktuellen Zustand des Netzgerätes an. Mit den Query-Befehlen für die Condition-Register, wie z.B. **STAT:OPER:COND?** oder **STAT:QUES:COND?**, kann der jeweilige Zustand des Operation- bzw. Questionable-Condition-Registers abgefragt werden. Die Condition-Register sind nur lesbar!

Event-Register

Die Event-Register speichern alle in den Condition-Registern auftretenden Ereignisse (Zustandswechsel), wenn die entsprechenden Bits der zugehörige Flankenregister NTR bzw. PTR freigegeben sind. Mit den Query-Befehlen für die Event-Register, wie z.B. **STAT:OPER[:EVEN]?** oder **STAT:QUES[:EVEN]?**, kann der jeweilige Zustand des Operation- bzw. Questionable-Event-Registers abgefragt werden. Die Event-Register sind nur lesbar und werden durch den Lesevorgang gelöscht! Bei Freigabe der korrespondierenden Bits im Event-Enable-Register werden die Events als OPER- bzw. QUES-Sammelbit im Status-Byte-Register angezeigt.

Enable-Register

Mit den Event-Enable-Register können die Ereignisbits der korrespondierenden Event-Register maskiert werden. Das Setzen eines maskierten Bits im Event-Register führt zum Setzen des OPER- bzw. QUES-Sammelbits im Status-Byte-Register. Mit den Befehlen für die Enable-Register, wie z.B. **STAT:OPER:ENAB** oder **STAT:QUES:ENAB**, können die Operation- bzw. Questionable-Enable-Registers sowohl beschrieben als auch gelesen werden.

NTR/PTR-Register

Mit den Flankenregistern NTR/PTR kann der Wechsel eines Zustandsbits im Condition-Register entweder mit der fallenden Flanke (NTR) oder der steigenden Flanke (PTR) zum Event-Register durchgeschaltet werden. Mit den Befehlen für die Flankenregistern, wie z.B. **STAT:OPER:NTR** oder **STAT:QUES:PTR**, können die Operation- bzw. Questionable-Flankenregistern sowohl beschrieben als auch gelesen werden.

4.8.8 Statusbefehle für Einzel- und Doppelnetzgeräte

STATus:OPERation:CONDition?

Mit diesem Query-Befehl wird der Zustand des Operation-Condition-Registers abgefragt und als fünfstellige Dezimalzahl in die Output Queue geschrieben. Das Condition-Register ist nur lesbar. (Operation-Statusbits → 4.8.7 Status-Registermodell)

STATus:OPERation:ENABLE <NRf>

Mit diesem Befehl wird die Enable-Maske des Operation-Event-Registers in dezimaler Form gesetzt. Der Wertebereich ist 0 bis 65535. Mit dieser Maske können die Bits maskiert werden, die zum Setzen des OPER-Bits im Status-Byte-Register führen sollen.

STATus:OPERation:ENABLE?

Mit diesem Query-Befehl wird die aktuelle Einstellung der Enable-Maske des Operation-Event-Registers abgefragt und als fünfstellige Dezimalzahl in die Output Queue geschrieben.

STATus:OPERation?

Mit diesem Query-Befehl wird der Zustand des Operation-Event-Registers abgefragt und als fünfstellige Dezimalzahl in die Output Queue geschrieben. Dieses Register speichert alle Ereignisse, die im Condition-Register auftreten und durch die entsprechenden Bits der zugehörigen Flankeneinstellung NTR bzw. PTR freigegeben sind.

Anmerkung

Das Operation-Event-Register ist nur lesbar und wird durch den Lesevorgang gelöscht!

STATus:OPERation:NTRansition <NRf>

Mit diesem Befehl wird die Negative-Transition-Maske (NTR) des Operation-Condition-Registers in dezimaler Form gesetzt. Der Wertebereich ist 0 bis 65535. Wenn ein Bit im NTR gesetzt ist und das korrespondierende Bit im Condition-Register einen Wechsel von 1 nach 0 vollzieht (negativer Übergang), wird das entsprechende Bit im Event-Register gesetzt.

STATus:OPERation:NTRansition?

Mit diesem Query-Befehl wird die aktuelle Einstellung der NTR-Maske des Operation-Condition-Registers abgefragt und als fünfstellige Dezimalzahl in die Output Queue geschrieben.

STATus:OPERation:PTRansition <NRf>

Mit diesem Befehl wird die Positive-Transition-Maske (PTR) des Operation Condition-Registers in dezimaler Form gesetzt. Der Wertebereich ist 0 bis 65535. Wenn ein Bit im PTR gesetzt ist und das korrespondierende Bit im Condition-Register einen Wechsel von 0 nach 1 vollzieht (positiver Übergang), wird das entsprechende Bit im Event-Register gesetzt.

STATus:OPERation:PTRansition?

Mit diesem Query-Befehl wird die aktuelle Einstellung der PTR-Maske des Operation-Condition-Registers abgefragt und als fünfstellige Dezimalzahl in die Output Queue geschrieben.

STATus:PRESet Mit diesem Befehl werden im Operation und Questionable Status-System alle relevanten Bits der Positive-Transition-Register gesetzt und alle Negative-Transition-Register sowie alle Enable-Register zurückgesetzt.

STATus:QUESTionable:CONDition?

Mit diesem Query-Befehl wird der Zustand des Questionable-Condition-Registers abgefragt und als fünfstellige Dezimalzahl in die Output Queue geschrieben. Das Condition-Register ist nur lesbar. (Questionable-Statusbits → 4.8.7 Status-Registermodell)

STATus:QUESTionable:ENABLE <NRf>

Mit diesem Befehl wird die Enable-Maske des Questionable-Event-Registers in dezimaler Form gesetzt. Der Wertebereich ist 0 bis 65535. Mit dieser Maske können die Bits maskiert werden, die zum Setzen des QUES-Bits im Status-Byte-Register führen sollen.

STATus:QUESTionable:ENABLE?

Mit diesem Query-Befehl wird die aktuelle Einstellung der Enable-Maske des Questionable-Event-Registers abgefragt und als fünfstellige Dezimalzahl in die Output Queue geschrieben.

STATus:QUEStionable?

Mit diesem Query-Befehl wird der Zustand des Questionable-Event-Registers abgefragt und als fünfstellige Dezimalzahl in die Output Queue geschrieben. Dieses Register speichert alle Ereignisse, die im Condition-Register auftreten und durch die entsprechenden Bits der zugehörigen Flankeneinstellung NTR bzw. PTR freigegeben sind.

Anmerkung

Das Questionable-Event-Register ist nur lesbar und wird durch den Lesevorgang gelöscht!

STATus:QUEStionable:NTRansition <NRf>

Mit diesem Befehl wird die Negative-Transition-Maske (NTR) des Questionable-Condition-Registers in dezimaler Form gesetzt. Der Wertebereich ist 0 bis 65535. Wenn ein Bit im NTR gesetzt ist und das korrespondierende Bit im Condition-Register einen Wechsel von 1 nach 0 vollzieht (negativer Übergang), wird das entsprechende Bit im Event-Register gesetzt.

STATus:QUEStionable:NTRansition?

Mit diesem Query-Befehl wird die aktuelle Einstellung der NTR-Maske des Questionable-Condition-Registers abgefragt und als fünfstellige Dezimalzahl in die Output Queue geschrieben.

STATus:QUEStionable:PTRansition <NRf>

Mit diesem Befehl wird die Positive-Transition-Maske (PTR) des Questionable-Condition-Registers in dezimaler Form gesetzt. Der Wertebereich ist 0 bis 65535. Wenn ein Bit im PTR gesetzt ist und das korrespondierende Bit im Condition-Register einen Wechsel von 0 nach 1 vollzieht (positiver Übergang), wird das entsprechende Bit im Event-Register gesetzt.

STATus:QUEStionable:PTRansition?

Mit diesem Query-Befehl wird die aktuelle Einstellung der PTR-Maske des Questionable-Condition-Registers abgefragt und als fünfstellige Dezimalzahl in die Output Queue geschrieben.

4.8.9 Statusbefehle nur für Doppelnetzgeräte

STATus:QUEStionable:INSTrument:ENABLE <NRf>

Mit diesem Befehl wird die Enable-Maske des Questionable-Instrument-Event-Registers in dezimaler Form gesetzt. Der Wertebereich ist 0 bis 65535. Mit dieser Maske können die Bits maskiert werden, die zum Setzen des ISUM-Bits im Questionable-Event-Register führen sollen.

STATus:QUEStionable:INSTrument:ENABLE?

Mit diesem Query-Befehl wird die aktuelle Einstellung der Enable-Maske des Questionable-Instrument-Event-Registers abgefragt und als fünfstellige Dezimalzahl in die Output Queue geschrieben.

STATus:QUEStionable:INSTrument?

Mit diesem Query-Befehl wird der Zustand des Questionable-Instrument-Event-Registers abgefragt und als fünfstellige Dezimalzahl in die Output Queue geschrieben. Dieses Register speichert alle Ereignisse, die in den Isummary-Condition-Registern von Teil I und II auftreten und durch die entsprechenden Bits der zugehörigen Flankeneinstellung NTR bzw. PTR und Enable-Maske freigegeben sind.

Anmerkung

Das Questionable-Instrument-Event-Register ist nur lesbar und wird durch den Lesevorgang gelöscht!

STATus:QUEStionable:INSTrument:ISUMmary<n>:CONDition?

Mit diesem Query-Befehl wird der Zustand des Questionable-Isummary-Condition-Registers von Teil I (<n>=1) oder II (<n>=2) abgefragt und als fünfstellige Dezimalzahl in die Output Queue geschrieben. Das Condition-Register ist nur lesbar. (Questionable-Statusbits → 4.8.7 Status-Registermodell)

STATus:QUEStionable:INSTrument:ISUMmary<n>:ENABLE <NRf>

Mit diesem Befehl wird die Enable-Maske des Questionable-Isummary-Event-Registers von Teil I (<n>=1) oder II (<n>=2) in dezimaler Form gesetzt. Der Wertebereich ist 0 bis 65535. Mit dieser Maske können die Bits maskiert werden, die zum Setzen der INST-Bits im Questionable-Instrument-Register führen sollen.

STATus:QUESTionable:INSTrument:ISUMmary<n>:ENABle?

Mit diesem Query-Befehl wird die aktuelle Einstellung der Enable-Maske des Questionable-Isummary-Event-Registers von Teil I (<n>=1) oder II (<n>=2) abgefragt und als fünfstellige Dezimalzahl in die Output Queue geschrieben.

STATus:QUESTionable:INSTrument:ISUMmary<n>?

Mit diesem Query-Befehl wird der Zustand des Questionable-Isummary-Event-Registers von Teil I (<n>=1) oder II (<n>=2) abgefragt und als fünfstellige Dezimalzahl in die Output Queue geschrieben. Dieses Register speichern alle Ereignisse, die im Condition-Register auftreten und durch die entsprechenden Bits der zugehörigen Flankeneinstellung NTR bzw. PTR freigegeben sind.

Anmerkung

Das Questionable-Isummary-Event-Register ist nur lesbar und wird durch den Lesevorgang gelöscht!

STATus:QUESTionable:INSTrument:ISUMmary<n>:NTRansition <NRf>

Mit diesem Befehl wird die Negative-Transition-Maske (NTR) des Questionable-Isummary-Condition-Registers von Teil I (<n>=1) oder II (<n>=2) in dezimaler Form gesetzt. Der Wertebereich ist 0 bis 65535. Wenn ein Bit im NTR gesetzt ist und das korrespondierende Bit im Condition-Register einen Wechsel von 1 nach 0 vollzieht (negativer Übergang), wird das entsprechende Bit im Event-Register gesetzt.

STATus:QUESTionable:INSTrument:ISUMmary<n>:NTRansition?

Mit diesem Query-Befehl wird die aktuelle Einstellung der NTR-Maske des Questionable-Isummary-Condition-Registers von Teil I (<n>=1) oder II (<n>=2) abgefragt und als fünfstellige Dezimalzahl in die Output Queue geschrieben.

STATus:QUESTionable:INSTrument:ISUMmary<n>:PTRansition <NRf>

Mit diesem Befehl wird die Positive-Transition-Maske (PTR) des Questionable-Isummary-Condition-Registers von Teil I (<n>=1) oder II (<n>=2) in dezimaler Form gesetzt. Der Wertebereich ist 0 bis 65535. Wenn ein Bit im PTR gesetzt ist und das korrespondierende Bit im Condition-Register einen Wechsel von 0 nach 1 vollzieht (positiver Übergang), wird das entsprechende Bit im Event-Register gesetzt.

STATus:QUESTionable:INSTrument:ISUMmary<n>:PTRansition?

Mit diesem Query-Befehl wird die aktuelle Einstellung der PTR-Maske des Questionable-Isummary-Condition-Registers von Teil I (<n>=1) oder II (<n>=2) abgefragt und als fünfstellige Dezimalzahl in die Output Queue geschrieben.

5. Kalibrierung

Die Netzgeräte der Modellreihe **TOE 8950** sind mit einer elektronischen Selbstkalibrierung ausgestattet, die vom Anwender ohne umständlichen Trimmerabgleich manuell im Menüpunkt "**Calibration**" oder durch Fernsteuerbefehle durchgeführt werden kann.

Sicherungscode

Um die Kalibriereinstellungen vor Missbrauch zu schützen, kann der Anwender das Netzgerät mit einem Sicherungscode für die Kalibrierung belegen. Der Sicherungscode ist durch einen speziellen Einschaltvorgang wieder löschar (→ 2.1.4).

Bei einer fehlerhaften Kalibrierung ist immer zunächst zu überprüfen, ob das Netzgerät für den Kalibrierpunkt korrekt beschaltet wurde. Tritt der Fehler trotz korrekter Beschaltung weiterhin auf, so liegt vermutlich ein geräteinterner Fehler vor und das Netzgerät muss zur Reparatur ins Werk geschickt werden.

Anmerkung

Das Netzgerät muss vor Beginn der Kalibrierung mindestens 30 Minuten in Betrieb gewesen sein.

5.1 Kalibrier-ausrüstung

Folgende Ausrüstung ist für die Kalibrierung der Netzgeräte der Modellreihe **TOE 8950** notwendig:

Kalibriergerät	Beschreibung	Empfohlenes Messgerät
Voltmeter (DVM)	5½ Digits, DC-Genauigkeit in den Bereichen 200 mV bis 200 V 0,05 % + 5 Digits	Agilent 34401A
Shunt (für Ausführungen bis 7 A)	100 mΩ, Genauigkeit 0,02 %	Burster Typ 1240-0,1
Shunt (für Ausführungen 10 A bis 40 A)	10 mΩ, Genauigkeit 0,02 %	Burster Typ 1282-0,01

5.2 Kalibrierparameter

Die elektronische Selbstkalibrierung umfasst die Kalibrierung der Ausgangsspannung, der Spannungsmessung, der OVP-Spannung, des Ausgangsstroms und der Strommessung. Die Spannungs- und Stromkalibrierung wird mit 10-fach höherer Auflösung gegenüber der Auflösung bei normaler Einstellung durchgeführt.

Die Reihenfolge der Spannungs- und Stromkalibrierung ist nicht vorgeschrieben. Das Kalibriermenü bietet jedoch automatisch die optimale Kalibrierreihenfolge an. Dadurch ist gewährleistet, dass kein Kalibrierpunkt übersprungen wird.

Anmerkung

Vor dem Kalibrieren der OVP-Spannung muss die Spannungskalibrierung bereits erfolgt sein. Ebenso muss nach einer Spannungskalibrierung die OVP-Spannung neu kalibriert werden.

Der Kalibriervorgang wird erst durch Ausführen der Speicherfunktion zur netzausfallsicheren Speicherung der Kalibrierwerte abgeschlossen.

5.3 Kalibrierung im Handbetrieb

Überblick über die in der Handkalibrierung benutzten Bedienelemente

⌚ und ◀▶

Die einzelnen Kalibrierpunkte werden mit dem Drehknopf ⌚ *NEXT* ausgewählt. Die Einstellung innerhalb der einzelnen Kalibrierpunkte erfolgt mit dem Drehknopf ⌚ *MODIFY* und mit den Cursortasten ◀▶.

ENTER

Die Taste **ENTER** dient dazu, in die Untermenüs von Kalibrierpunkten einzusteigen sowie Eingaben abzuschließen bzw. Kalibriervorgänge auszulösen. Kalibrierpunkte, die über ein Untermenü verfügen, sind durch das Zeichen ">" am Ende der Zeile gekennzeichnet. Untermenüs wiederum kann man daran erkennen, dass in der Menüüberschrift am Anfang das Zeichen "<" steht.

SHIFT RETURN

Mit der Taste **SHIFT RETURN** wird die Eingabe und damit verbunden der aktuelle Kalibrierpunkt abgebrochen und es erfolgt der Rücksprung zur nächst höheren Menüebene.

Zunächst wird mit der Taste **MENU** der Menübetrieb eingeschaltet. Wie in der Menübedien-
nung (→ 3.) beschrieben, ist zunächst mit **NEXT** der Hauptmenüpunkt **"Calibration"** für
die Kalibrierung auszuwählen. Das Display zeigt dann folgende Anzeige:

Einzelnetzgerät

```
*** Menu ***
✓Calibration >
```

Doppelnetzgerät

```
*** Menu ***
✓Calibration I >
```

Teil I

```
*** Menu ***
✓Calibration II >
```

Teil II

Der OK-Haken "✓" in der zweiten Zeile vor dem Kalibriermenü zeigt an, dass die komplette
Kalibrierung einer Quelle erfolgreich abgeschlossen und die Kalibrierwerte gespeichert wur-
den. Der OK-Haken "✓" wird in gleicher Weise auch bei den einzelnen Kalibrierpunkten in-
nerhalb des Kalibriermenüs verwendet, wie z.B. im Kalibrierpunkt **"Cal:Voltage"**. Hier zeigt
der OK-Haken "✓" an, dass die Spannungskalibrierung durchgeführt worden ist.

Einzelnetzgerät

```
<Menu:Cal
✓Cal:Voltage >
```

Doppelnetzgerät

```
<Menu:Cal I
✓Cal:Voltage >
```

Im weiteren Verlauf der Kalibrierbeschreibung wird nur noch die Kalibrierung eines Einzel-
netzgerätes betrachtet. Die Kalibrieranzeigen des Doppelnetzgerätes unterscheidet sich von
denen des Einzelnetzgerätes nur dadurch, dass hinter der Kalibrierpunktbezeichnung in der
1. Zeile der Index "I" für Teil I bzw. "II" für Teil II steht.

Durch Betätigen der Taste **MENU** kann der Menübetrieb jederzeit ausgeschaltet und die Ka-
librierung abgebrochen werden.

5.3.1

Öffnen der Kalibrierung

Nach Öffnen des Kalibriermenüs mit der Taste **ENTER** wird zunächst die Eingabeaufforde-
rung für den 4-stelligen Sicherheitscode eingeblendet.

```
<Menu:Cal
Code 0000
```

Sicherheitscode eingeben mit **MODIFY** und **◀▶**.

Liegt kein Sicherheitscode vor, erscheint zunächst die folgende Anzeige und nach ca. 2 s
wird die Kalibrierung entriegelt und es erfolgt automatisch der Einstieg ins Kalibriermenü.

```
<Menu:Cal
Code ----
```

automatische Entriegelung nach ca. 2 s.

Die Eingabe des Sicherheitscodes wird mit **ENTER** abgeschlossen. Bei korrekt eingegebe-
nem Code erscheint für ca. 2 s die Entriegelungsanzeige. Danach erfolgt automatisch der
Einstieg ins Kalibriermenü.

Bei fehlerhafter Code-Eingabe wird eine Fehleranzeige eingeblendet und die erneute Code-
Eingabe für ca. 5 s blockiert. Erst nach Ablauf dieser Blockadezeit kann ein neuer Versuch
zur Eingabe des korrekten Sicherheitscodes durchgeführt werden.

Entriegelungsanzeige

```
<Menu:Cal
!Code accepted
```

mit Einstieg ins Kalibriermenü:

```
<Menu:Cal
✓Cal:Voltage >
```

Fehleranzeige

```
<Menu:Cal
!Code failed
```

mit Rücksprung zur erneuten Code-Eingabe:

```
<Menu:Cal
Code 0000
```

5.3.2

Spannungs-Kalibrierung

Bei der Spannungskalibrierung ist jeweils ein Kalibrierpunkt für einen unteren und einen oberen Kalibrierwert vorhanden. Der untere Kalibrierwert wird bei $1/100 V_{MAX}$ und der obere Kalibrierwert bei V_{MAX} durchgeführt. Die Kalibrierung der Spannungsmessung erfolgt zusammen mit dem oberen Kalibrierwert automatisch.

Kalibrier-
vorbereitung

Der Ausgang der Quelle ist unbelastet und muss sich während des Kalibriervorgangs im Konstantspannungsbetrieb (CV-LED leuchtet) befinden. Die Messungen werden mit einem Voltmeter in DC-Einstellung am Frontausgang durchgeführt.

Auswahl des Kalibrierpunktes "**Cal:Voltage**" mit \odot NEXT, falls nicht bereits automatisch angewählt.

\odot NEXT

```
<Menu:Cal
✓Cal:Voltage >
```

Einstieg in Spannungskalibrierung mit **ENTER**.

Durch Betätigen von **ENTER** erfolgt der Einstieg in die Spannungskalibrierung mit dem unteren Kalibrierwert, hier am Beispiel eines **TOE 8951-40** dargestellt.

```
<Menu:Cal:Voltage
Volt:Low 0.400V
```

Kalibrierwert auf gemessenen Spannungswert mit \odot MODIFY und $\blacktriangleleft \blacktriangleright$ einstellen; mit **ENTER** bestätigen.

Zur Kalibrierung des unteren Kalibrierwertes ist mit \odot MODIFY und $\blacktriangleleft \blacktriangleright$ der am Voltmeter gemessene Wert einzugeben und mit **ENTER** zu bestätigen. Im Display erscheint für ca. 2 s die Eingabebestätigung und die Kalibrierung des unteren Kalibrierwertes wird durchgeführt.

```
<Menu:Cal:Voltage
Volt:Low entered
```

Kalibriervorgang für ca. 2 s aktiv.

Danach wird automatisch auf den oberen Kalibrierwert weitergeschaltet.

```
<Menu:Cal:Voltage
Volt:High 40.000V
```

Kalibrierwert auf gemessenen Spannungswert mit \odot MODIFY und $\blacktriangleleft \blacktriangleright$ einstellen; mit **ENTER** bestätigen.

Zur Kalibrierung des oberen Kalibrierwertes ist mit \odot MODIFY und $\blacktriangleleft \blacktriangleright$ der am Voltmeter gemessene Wert einzugeben und mit **ENTER** zu bestätigen. Im Display erscheint für ca. 5 s die Eingabebestätigung und die Kalibrierung des oberen Kalibrierwertes wird zusammen mit der Kalibrierung der Spannungsmessung durchgeführt.

```
<Menu:Cal:Voltage
Volt:High entered
```

Kalibriervorgang für ca. 5 s aktiv.

Nach Abschluss des Kalibriervorgangs erscheint im Display für ca. 2 s entweder die OK-Meldung oder eine von mehreren Fehlermeldungen, die Auskunft über die mögliche Ursache für den Fehler geben kann. Danach erfolgt automatisch der Rücksprung ins Kalibriermenü in der dargestellten Form.

OK-Meldung

```
<Menu:Cal:Voltage
!Calibration o.k.
```

mit Rücksprung ins Kalibriermenü zum nächsten Kalibrierpunkt "**Cal:OVP**":

```
<Menu:Cal
Cal:OVP >
```

Fehlermeldung

```
<Menu:Cal:Voltage
!Error Vmeas(Low)
```

mit Rücksprung ins Kalibriermenü zum Kalibrierpunkt "**Cal:Voltage**":

```
<Menu:Cal
Cal:Voltage >
```

Anmerkung

Nach einer erfolgreichen Spannungskalibrierung muss unbedingt die OVP-Spannung neu kalibriert werden.

5.3.3 OVP-Kalibrierung

Anmerkung

Die OVP-Kalibrierung erfolgt automatisch auf der Basis der bei der Spannungskalibrierung ermittelten Kalibrierwerte. Vor dem Kalibrieren der OVP-Spannung muss daher die Spannungskalibrierung bereits erfolgt sein.

Kalibrier-
vorbereitung

Der Ausgang der Quelle ist unbelastet und muss sich im Konstantspannungsbetrieb (CV-LED leuchtet) befinden.

Auswahl des Kalibrierpunktes "**Cal:OVP**" mit  NEXT, falls nicht bereits automatisch ausgewählt.

 NEXT

```
<Menu:Cal
Cal:OVP >
```

Einstieg in OVP-Kalibrierung mit **ENTER**.

Das erstmalige Betätigen der Taste **ENTER** bereitet die automatische OVP-Kalibrierung mit folgender Anzeige vor:

```
<Menu:Cal:OVP
*ENTER for Auto Cal
```

automatische OVP-Kalibrierung starten mit **ENTER**.

Das nochmalige Betätigen der Taste **ENTER** startet die automatische OVP-Kalibrierung und im Display erscheint für ca. 2 s die Anzeige für den aktiven Kalibriervorgang:

```
<Menu:Cal:OVP
Auto Cal started
```

automatischer OVP-Kalibriervorgang für ca. 2 s aktiv.

Nach Abschluss des Kalibriervorgangs erscheint im Display für ca. 2 s entweder die OK-Meldung oder eine von mehreren Fehlermeldungen, die Auskunft über die mögliche Ursache für den Fehler geben kann. Danach erfolgt automatisch der Rücksprung ins Kalibrieremenü in der dargestellten Form.

OK-Meldung

```
<Menu:Cal:OVP
!Calibration o.k.
```

mit Rücksprung ins Kalibrieremenü zum nächsten Kalibrierpunkt "**Cal:Current**":

```
<Menu:Cal
√Cal:Current >
```

Fehlermeldung

```
<Menu:Cal:OVP
!Error OVP(High)
```

mit Rücksprung ins Kalibrieremenü zum Kalibrierpunkt "**Cal:OVP**":


```
<Menu:Cal
Cal:OVP >
```

5.3.4 Strom-Kalibrierung

Bei der Stromkalibrierung ist jeweils ein Kalibrierpunkt für einen unteren und einen oberen Kalibrierwert vorhanden. Der untere Kalibrierwert wird bei $1/100 C_{MAX}$ und der obere Kalibrierwert bei C_{MAX} durchgeführt. Die Kalibrierung der Strommessung erfolgt zusammen mit dem oberen Kalibrierwert automatisch.

Kalibrier-
vorbereitung

Der Frontausgang der Quelle wird mit einem Präzisionsshunt belastet und muss sich während des Kalibriervorgangs im Konstantstrombetrieb (CC-LED leuchtet) befinden. Die Messungen werden mit einem Voltmeter in DC-Einstellung an den Sense-Anschlüssen des Präzisionsshunts durchgeführt.

Auswahl des Kalibrierpunktes "**Cal:Current**" mit  NEXT, falls nicht bereits automatisch ausgewählt.




 NEXT




```
<Menu:Cal
√Cal:Current >
```

Einstieg in Stromkalibrierung mit **ENTER**.

Durch Betätigen von **ENTER** erfolgt der Einstieg in die Stromkalibrierung mit dem unteren Kalibrierwert, hier am Beispiel eines **TOE 8951-40** dargestellt.


```
<Menu:Cal:Current
Curr:Low 0.2000A
```

Kalibrierwert auf gemessenen Stromwert mit  **MODIFY** und   einstellen; mit **ENTER** bestätigen.




Zur Kalibrierung des unteren Kalibrierwertes ist mit  **MODIFY** und   der am Voltmeter gemessene Wert dividiert durch den Shuntwiderstandswert einzugeben und mit **ENTER** zu bestätigen. Im Display erscheint für ca. 2 s die Eingabebestätigung und die Kalibrierung des unteren Kalibrierwertes wird durchgeführt.




```
<Menu:Cal:Current
Curr:Low entered
```

Kalibriervorgang für ca. 2 s aktiv.

Danach wird automatisch auf den oberen Kalibrierwert weitergeschaltet.

```
<Menu:Cal:Current
Curr:High 20.0000A
```

Kalibrierwert auf gemessenen Stromwert mit  **MODIFY** und   einstellen; mit **ENTER** bestätigen.

Zur Kalibrierung des oberen Kalibrierwertes ist mit  **MODIFY** und   der am Voltmeter gemessene Wert dividiert durch den Shuntwiderstandswert einzugeben und mit **ENTER** zu bestätigen. Im Display erscheint für ca. 3 s die Eingabebestätigung und die Kalibrierung des oberen Kalibrierwertes wird zusammen mit der Kalibrierung der Strommessung durchgeführt.

```
<Menu:Cal:Current
Curr:High entered
```

Kalibriervorgang für ca. 3 s aktiv.

Nach Abschluss des Kalibriervorgangs erscheint im Display für ca. 2 s entweder die OK-Meldung oder eine von mehreren Fehlermeldungen, die Auskunft über die mögliche Ursache für den Fehler geben kann. Danach erfolgt automatisch der Rücksprung ins Kalibriermenü in der dargestellten Form.

OK-Meldung

```
<Menu:Cal:Current
!Calibration o.k.
```

mit Rücksprung ins Kalibriermenü zum nächsten Kalibrierpunkt **"Cal:Save"**:

```
<Menu:Cal
Cal:Save >
```

Fehlermeldung

```
<Menu:Cal:Current
!Error Cmeas(Low)
```

mit Rücksprung ins Kalibriermenü zum Kalibrierpunkt **"Cal:Current"**:

```
<Menu:Cal
Cal:Current >
```

5.3.5

Speicherung der Kalibrierwerte

Nach Abschluss der Kalibrierung aller Kalibrierparameter müssen die ermittelten Kalibrierwerte noch abgespeichert werden. Wird das Kalibriermenü ohne zu speichern verlassen, werden die neuen Kalibrierwerte gelöscht und die alten Kalibrierwerte zurückgeschrieben.

Auswahl des Kalibrierpunktes **"Cal:Save"** mit  **NEXT**, falls nicht bereits automatisch ausgewählt.

 **NEXT**

```
<Menu:Cal
Cal:Save >
```

Speichervorgang starten mit **ENTER**.

Durch Betätigen der Taste **ENTER** wird der Speichervorgang gestartet. Wenn die Kalibrierung unvollständig durchgeführt worden ist (ein oder mehrere Kalibrierpunkte sind ohne OK-Haken "✓"), erscheint für ca. 2 s folgende Warnmeldung:

```
<Menu:Cal
!Cal not complete
```

Warnmeldung, falls Kalibrierung unvollständig.

Anschließend wird automatisch wieder zum Kalibrierpunkt **"Cal:Save"** zurückgekehrt.

Ist jedoch die Kalibrierung vollständig durchgeführt worden, wird der Speichervorgang mit folgender Anzeige vorbereitet:

```
<Menu:Cal
*ENTER for Cal Save
```

Speichervorgang auslösen mit **ENTER**.

Das nochmalige Betätigen der Taste **ENTER** löst den Speichervorgang aus. Bei korrekter Ausführung erscheint im Display für ca. 2 s die OK-Meldung, bei fehlerhafter Ausführung die Fehlermeldung. Danach erfolgt automatisch der Rücksprung ins Hauptmenü oder ins Kalibriermenü.

OK-Meldung

```
<Menu:Cal
!Cal Save o.k.
```

mit Rücksprung zum Hauptmenüpunkt **"Calibration"**:

```
*** Menu ***
√Calibration >
```

Fehlermeldung

```
<Menu:Cal
!Cal Save failed
```

mit Rücksprung ins Kalibriermenü zum Kalibrierpunkt **"Cal:Save"**:

```
<Menu:Cal
Cal:Save >
```

5.3.6

Änderung Sicherungscode

In diesem Kalibrierpunkt kann ein Sicherungscode für einen vor Missbrauch geschützten Einstieg ins Kalibriermenü eingestellt oder ein vorhandener geändert werden.

Auswahl des Kalibrierpunktes **"Set:Code"** mit **⏮ NEXT**.

⏮ NEXT

```
<Menu:Cal
Set:Code 0000
```

Sicherungscode eingeben mit **⏮ MODIFY** und **◀▶**.

Die Eingabe des Sicherungscodes wird mit **ENTER** vorbereitet und im Display erscheint folgende Anzeige:

```
<Menu:Cal
*ENTER for Code Save
```

Sicherungscode speichern mit **ENTER**.

Durch nochmaliges Betätigen der Taste **ENTER** wird der Sicherungscode gespeichert und im Display erscheint die Bestätigungsanzeige. Anschließend wird automatisch wieder zum Kalibrierpunkt **"Set:Code"** zurückgekehrt.

```
<Menu:Cal
!New Code saved
```

Speicherung des neuen Sicherungscodes wird bestätigt.

Rücksprung ins Kalibriermenü zum Kalibrierpunkt **"Set:Code"**:

```
<Menu:Cal
Set:Code 0000
```

5.4

Kalibrierung im Fernsteuerbetrieb

Die Kalibrierung der Netzgeräte der Modellreihe **TOE 8950** kann auch im Fernsteuerbetrieb vorgenommen und damit automatisiert werden. Im weiteren Verlauf dieses Kapitels ist die Kalibrierung im Fernsteuerbetrieb detailliert beschrieben.

Anmerkung

Es ist darauf zu achten, dass zwischen der jeweiligen Einstellung des Kalibrierpunktes und der zugehörigen Messung des Kalibrierwertes mit dem Voltmeter eine ausreichende Verzögerungszeit vorzusehen ist, damit sich der Messwert stabilisieren kann.

Vor Benutzung der **CALibration**-Befehle muss beim Doppelnetzgerät zunächst mit den SCPI-Befehlen **INSTrument[:SElect]** oder **INSTrument:NSElect** bzw. dem Toellner-Kurzbe-
fehl **SEL** der gewünschte Ausgang ausgewählt werden.

5.4.1 Öffnen der Kalibrierung

1. Mit dem Befehl **CAL:STAT ON** die Kalibrierung einschalten.
2. Mit Befehl **CAL:PASS 1234** den 4-stelligen Sicherungscode, z.B. 1234, zur Entriegelung der Kalibrierung übertragen. Liegt kein Sicherungscode vor, wird die Kalibrierung automatisch entriegelt.

Bei fehlerhaftem Sicherungscode wird der Fehler "**704, Invalid calibration password**" produziert. Das Netzgerät wird für ca. 5 s blockiert und schaltet dann die Kalibrierung aus. Ist der Sicherungscode nicht mehr bekannt, kann er durch einen speziellen Einschaltvorgang wieder gelöscht werden (→ 2.1.4).

5.4.2 Spannungskalibrierung

Der Ausgang der Quelle ist unbelastet und muss sich während des Kalibriervorgangs im Konstantspannungsbetrieb (CV-LED leuchtet) befinden. Die Messungen werden mit einem Voltmeter in DC-Einstellung am Frontausgang durchgeführt.

1. Mit dem Befehl **CAL:VOLT:LEV MIN** den unteren Kalibrierpunkt anfahren.
2. Den Messwert des Voltmeters mit dem Befehl **CAL:DATA <NRf>** übertragen.
3. Mit Befehl **CAL:VOLT:LEV MAX** den oberen Kalibrierpunkt anfahren.
4. Den Messwert des Voltmeters mit dem Befehl **CAL:DATA <NRf>** übertragen.
5. Die Kalibrierung der Spannungsmessung erfolgt automatisch.

Anmerkung Nach einer erfolgreichen Spannungskalibrierung muss unbedingt die OVP-Spannung neu kalibriert werden.

5.4.3 OVP-Kalibrierung

Anmerkung Die OVP-Kalibrierung erfolgt automatisch auf der Basis der bei der Spannungskalibrierung ermittelten Kalibrierwerte. Vor dem Kalibrieren der OVP-Spannung muss daher die Spannungskalibrierung bereits erfolgt sein.

Der Ausgang der Quelle ist unbelastet und muss sich während des Kalibriervorgangs im Konstantspannungsbetrieb (CV-LED leuchtet) befinden. Die Messungen werden mit einem Voltmeter in DC-Einstellung am Frontausgang durchgeführt.

1. Mit dem Befehl **CAL:VOLT:PROT** den Kalibrierpunkt für die OVP-Kalibrierung anfahren.
2. Die Kalibrierung erfolgt automatisch.

5.4.4 Stromkalibrierung

Der Frontausgang der Quelle wird mit einem Präzisionsshunt belastet und muss sich während des Kalibriervorgangs im Konstantstrombetrieb (CC-LED leuchtet) befinden. Die Messungen werden mit einem Voltmeter in DC-Einstellung an den Sense-Anschlüssen des Präzisionsshunts durchgeführt.

1. Mit dem Befehl **CAL:CURRE:LEV MIN** den unteren Kalibrierpunkt anfahren.
2. Den Messwert des Voltmeters dividiert durch den Shuntwiderstandswert mit dem Befehl **CAL:DATA <NRf>** übertragen.
3. Mit Befehl **CAL:CURRE:LEV MAX** den oberen Kalibrierpunkt anfahren.
4. Den Messwert des Voltmeters dividiert durch den Shuntwiderstandswert mit dem Befehl **CAL:DATA <NRf>** übertragen.
5. Die Kalibrierung der Strommessung erfolgt automatisch.

5.4.5 Speicherung der Kalibrierwerte

Nach Abschluss der Kalibrierung aller Kalibrierparameter müssen die ermittelten Kalibrierwerte noch abgespeichert werden. Wird die Kalibrierung mit dem Befehl **CAL:STAT OFF** ohne zu speichern beendet, werden die neuen Kalibrierwerte gelöscht und die alten Kalibrierwerte zurückgeschrieben.

1. Mit dem Befehl **CAL:SAVE** die Speicherung der Kalibrierwerte starten.
2. Die Speicherung der Kalibrierwerte erfolgt automatisch.

5.4.6 Beenden der Kalibrierung

Die Kalibrierung wird durch Übertragen des Befehls **CAL:STAT OFF** beendet.

6. Fehlermeldungen

6.1 Allgemeines

Beim Auftreten eines Fehlers wird ein kurzer Warnton erzeugt und im Handbetrieb für ca. 2 s eine Fehlermeldung im Display angezeigt. Zusätzlich wird die Fehlermeldung in der Fehler-Queue gespeichert und kann, wie weiter unten detailliert beschrieben, jederzeit ausgelesen und quitiert werden.

Die Fehler-Queue ist als FIFO organisiert, d.h. der erste aufgetretene Fehler steht an erster Stelle, der zweite an zweiter etc.. Sobald sich ein Fehler in der Fehler-Queue befindet, wird die Error-LED unter dem Display eingeschaltet. Wenn mehr als 20 Fehler aufgetreten sind, wird der letzte Fehlercode durch den Code "**-350, Queue overflow**" ersetzt. Danach werden solange keine Fehlercodes mehr angenommen, bis die Fehler-Queue ganz oder teilweise ausgelesen ist und somit wieder Plätze frei geworden sind.

Mit Hilfe der Taste **SHIFT** **ERROR** kann im Handbetrieb die Fehler-Queue eingesehen werden. Beispiel einer Fehlermeldung im Display:

⌂ NEXT

501, Thermal
Overload ->

 Fehlercode 501
"->" zeigt an, dass weitere Fehlercodes folgen.

Das Symbol "->" im Display unten rechts zeigt an, dass sich mindestens noch ein weiterer Fehler in der Fehler-Queue befindet. Der oder die nächsten Fehlercodes können dann durch Rechtsdrehung von ⌂ NEXT eingesehen werden. Beim letzten Fehlercode wird das Symbol "←" angezeigt. Zu den vorherigen Fehlercodes kommt man wiederum durch Linksdrehung von ⌂ NEXT. Alle zwischen dem ersten und letzten Fehlercode liegenden Fehler werden unten rechts durch das Symbol "÷" gekennzeichnet.

Die Fehler-Queue kann komplett gelöscht werden, indem sie mit **SHIFT** **ERROR** verlassen oder das Netzgerät ausgeschaltet wird. Einzeln kann der gerade angezeigte Fehler mit **ENTER** gelöscht werden. Wenn die Fehler-Queue mit **SHIFT** **RETURN** verlassen wird, bleiben die Fehlercodes erhalten. Wenn die Fehler-Queue wieder leer ist, wird auch die Error-LED ausgeschaltet.

Remote-Betrieb Im Remote-Betrieb wird mit jedem Befehl **SYST:ERR** jeweils die älteste Fehlermeldung aus der Fehler-Queue ausgelesen und (!) gleichzeitig gelöscht. Die Fehler-Queue ist leer, wenn die Meldung "**0, No error**" empfangen wird.

Eine weitere Möglichkeit die Fehler-Queue komplett zu löschen, besteht darin, den Befehl ***CLS** zu senden. Der Befehl ***RST** hingegen löscht die Fehler-Queue nicht!

6.2 Fehler beim Einschalten (Power-On Fehler)

Beim Einschalten des Netzgerätes wird ein automatischer Selbsttest durchgeführt. Dabei festgestellte Fehler werden nach Abschluss des Einschaltvorgangs in die Fehler-Queue geschrieben und die Error-LED eingeschaltet.

Im Display erscheint dann für ca. 3 s folgende Fehlermeldung:

Power-On Fehler

Power-On Error
Check Error List!

 Meldung von Einschaltfehlern.

Wie in 6.1 beschrieben, können die beim Einschalten festgestellten Power-On Fehler in der Fehler-Queue eingesehen und auch gelöscht werden.

Schwerwiegender Gerätefehler Handelt es sich bei dem Power-On Fehler um einen schwerwiegenden Gerätefehler innerhalb der Steuerung, so wird das Netzgerät blockiert und kann nicht bedient werden. Das Netzgerät muss zur Reparatur ins Werk geschickt werden. Die Error-LED blinkt und Im Display erscheint folgende Fehlermeldung:

Fatal Device Error
Device blocked!

6.3

Fehlerliste

In der Fehlerliste sind alle bei den Netzgeräten der Modellreihe **TOE 8950** vorkommenden Fehlermeldungen aufgeführt. Dabei können sich aufgrund der begrenzten Anzeigemöglichkeiten die im Display angezeigten Fehlertexte leicht von den Fehlerstrings im Fernsteuerbetrieb unterscheiden.

0 **No Error**
Es liegt kein Fehler vor.

Command Error

- 100** **Command error**
Ein nicht näher spezifizierbarer *Command Error* gemäß IEEE 488.2 wurde erkannt.
- 101** **Invalid character**
In dem Befehlsstring wurde ein ungültiges Zeichen wie z.B. #, %, & oder \$ erkannt.
- 102** **Syntax error**
In dem Befehlsstring wurde eine ungültige Syntax festgestellt, z.B. wenn ein Befehl nicht mit einem Buchstaben beginnt.
- 108** **Parameter not allowed**
Für einen Befehl wurden Parameter empfangen, obwohl für diesen Befehl keine Parameter erlaubt sind.
- 109** **Missing parameter**
Für einen Befehl wurden keine Parameter empfangen, obwohl für diesen Befehl Parameter erwartet werden.
- 111** **Header separator error**
Hinter einem Befehl fehlt der erforderliche Befehlstrenner (White Space; i.Allg. ein Leerzeichen).
- 113** **Undefined header**
Ein evtl. syntaktisch korrekter, aber für das Netzgerät unbekannter Befehl wurde empfangen.

Execution Error

- 200** **Execution error**
Ein nicht näher spezifizierbarer *Execution Error* gemäß IEEE 488.2 wurde erkannt.
- 201** **Invalid while in local**
Befehlsempfang ist nicht erlaubt, da sich das Gerät im Local-Betrieb befindet.
- 220** **Parameter error**
Es wurden falsche oder fehlerhafte Parameter gesendet.
- 221** **Settings conflict; thermal overload**
Es wurde versucht, entweder den Ausgang in den On-Zustand zu schalten oder die Kalibrierung zu starten, obwohl der Thermoschutz noch weiter aktiv ist.
- 221** **Settings conflict; thermal sensor failed**
Es wurde versucht, entweder den Ausgang in den On-Zustand zu schalten oder die Kalibrierung zu starten, obwohl der Temperatursensor nicht korrekt arbeitet.
- 221** **Settings conflict; high voltage at output**
Es wurde versucht, die Kalibrierung zu starten, obwohl am Hauptausgang im Off-Zustand unerlaubt hohe Spannungen festgestellt wurden.
- 221** **Settings conflict; overvoltage detection at output**
Es wurde versucht, entweder den Ausgang in den On-Zustand zu schalten oder die Kalibrierung zu starten, obwohl das Netzgerät weiterhin wegen Ansprechen des OVP-Schutzes abgeschaltet ist.
- 221** **Settings conflict; output locked by interlock**
- 221** **Settings conflict; output locked by inhibit**
Es wurde versucht, entweder den Ausgang in den On-Zustand zu schalten oder die Kalibrierung zu starten, obwohl der Hauptausgang durch den Interlock/Inhibit-Eingang in den Off-Zustand versetzt ist (nur in Verbindung mit der Option "Interlock" oder "Inhibit").

Anmerkung

Bei der Option "Interlock" muss evtl. wieder der Kurzschlussstecker auf die 15-pol. D-Sub-Buchse **"ANALOG I/O"** an der Geräterückseite montiert werden.

- 221 Settings conflict; illegal setting in track mode**
Es wurde versucht, im Tracking-Betrieb beim Doppelnetzgerät die Spannung von Teil II zu ändern. Im Tracking-Betrieb ist die Spannungseinstellung von Teil II immer blockiert!
- 221 Settings conflict; calibration data failed**
Es wurde versucht, den Ausgang in den On-Zustand zu schalten, obwohl fehlerhafte Kalibrierdaten vorliegen. Es muss zunächst eine Kalibrierung durchgeführt werden.
- 222 Data out of range**
Der Wert eines numerischen Befehlsparameters liegt außerhalb des gültigen Wertebereichs; z.B. "VOLT 55" für ein 40-V-Netzgerät.

Device Specific Error

- 300 Device-specific error**
Ein nicht näher spezifizierbarer *Device-specific Error* gemäß IEEE 488.2 wurde erkannt.
- 300 Overflow voltage measurement**
Der Messwert der Spannungsmessung liegt außerhalb des Messbereichs.
- 300 Overflow current measurement**
Der Messwert der Strommessung liegt außerhalb des Messbereichs.
- 300 Overflow power measurement**
Der Messwert der Leistungsmessung liegt außerhalb des Messbereichs.
- 314 Save/recall memory lost**
Die Speicherung oder das Rücklesen einer kompletten Geräteeinstellung war fehlerhaft.
- 330 Self-test failed**
Der mit dem Befehl "***TST?**" durchgeführte Selbsttest war fehlerhaft.
- 350 Queue overflow**
Die Fehler-Queue ist voll, da mehr als 20 Fehler aufgetreten sind. Es werden keine weiteren Fehler mehr gespeichert, bis wieder Fehler aus der Liste ausgelesen wurden. Mit dem Befehl ***CLS** wird die Fehlerliste komplett gelöscht.
- 361 RS-232 parity error**
Bei der Datenübertragung über die RS-232-Schnittstelle wurde ein Parity-Fehler festgestellt.
- 362 RS-232 framing error**
Bei der Datenübertragung über die RS-232-Schnittstelle wurde ein Stop Bit-Fehler festgestellt, z.B. aufgrund einer falschen Baudrate.
- 363 RS-232 input buffer overrun**
- 364 RS-232 cache buffer overrun**
Der Empfangspuffer der RS-232-Schnittstelle ist übergelaufen.
- 370 Data transmission error**
Es wurde ein interner schnittstellenspezifischer Datenübertragungsfehler festgestellt.
- 371 Interface input buffer overrun**
Der schnittstellenspezifischer Empfangspuffer ist übergelaufen.

Query Error

- 400 Query error**
Ein nicht näher spezifizierbarer *Query Error* gemäß IEEE 488.2 wurde erkannt.
- 400 Query error; query command expected**
Es wurde ein bekannter Befehlscode, der nur als Query-Befehl erlaubt ist, ohne Query-Kennung "?" übertragen; z.B. ***TST** anstelle von ***TST?**.
- 400 Query error; unknown query command**
Es wurde ein bekannter Befehlscode mit Query-Kennung "?" übertragen, obwohl er nicht als Query-Befehl erlaubt ist; z.B. ***CLS?** anstelle von ***CLS**.
- 410 Query INTERRUPTED**
Es wurden neue Befehlsdaten übertragen, obwohl sich in der Output Queue noch nicht abgerufene Daten befinden. Die Output-Queue wird gelöscht.
- 420 Query UNTERMINATED**
Das Netzgerät wurde als Talker adressiert, ohne dass vorher ein Query-Befehl übertragen wurde.

Device Error

- 501 Thermal overload**
Die Thermoschutzschaltung hat angesprochen und den Hauptausgang in den Off-Zustand geschaltet.
- 502 Thermal sensor failed**
Der Temperatursensor liefert keine oder nicht korrekte Temperaturmesswerte.
- 503 High voltage at output**
Am Hauptausgang wird im Off-Zustand eine Ausgangsspannung von > 60 V festgestellt.
- 504 Overvoltage detection at output**
Die OVP-Schutzschaltung hat angesprochen und den Hauptausgang in den Off-Zustand geschaltet.
- 510 General overload at output**
Im Schaltnetzteil ist eine unzulässige Primärstromüberlastung für mehr als 2 s aufgetreten.
- 511 Power overload at output**
Die Leistungsgrenze des Hauptausgangs wurde für mehr als 4 s in unzulässiger Weise überschritten.
- 512 Current overload at output**
Der maximal zulässige Strom am Hauptausgang wurde für mehr als 10 s überschritten.
- 513 Voltage overload at output**
Die maximal zulässige Spannung am Hauptausgang wurde für mehr als 1 s überschritten.
- 520 Sense error at output**
Am Hauptausgang ist bei eingeschaltetem Sense-Betrieb ein Sense-Fehler aufgetreten und das Gerät wurde in den Off-Zustand geschaltet.

Anmerkung

Es ist unbedingt sicherzustellen, dass der korrekte Sense-Anschluss hergestellt wurde, bevor der Sense-Betrieb aktiviert wird. Andernfalls kann es zu einem fehlerhaften Netzgerätebetrieb kommen.

- 521 Input buffer overrun**
Der Empfangspuffer mit maximal 509 Zeichen für Befehlsdaten im Fernsteuerbetrieb ist voll. Ein Befehlsstring darf diese Länge nicht überschreiten.
- 522 Output buffer overrun**
Die Output Queue mit maximal 510 Zeichen für Antwortdaten im Fernsteuerbetrieb ist voll. Ein einzelner Query-Befehl kann diese Grenze nicht sprengen, aber mehrere in einem Befehlsstring gesendete Query-Befehle können die Output Queue zum Überlaufen bringen.
- 550 Remote with Local Lockout**
Es wurde versucht, das Netzgerät in den Local-Betrieb zu schalten, obwohl es sich im Fernsteuerbetrieb mit Verriegelung befindet.
- 551 Manual Operation locked**
Es wurde versucht, aktuelle Einstellungen am Netzgerät zu verändern, obwohl die Bedienung des Gerätes mit **SHIFT** **LOCK** verriegelt ist.
- 552 Setting limited**
Es wurde versucht, Spannung oder Strom über die Limit-Grenzen hinaus einzustellen.

Power-On Error

- 600 Device error; system code**
Beim Einschaltvorgang wurde ein Gerätefehler mit einem dreistelligen dezimalen Fehlercode zur Fehlerdiagnose festgestellt.
- 601 Identification failed control processor**
Beim Einschaltvorgang wurde der angegebene Steuerprozessor nicht erkannt.
- 602 Different program versions control processor**
Beim Einschaltvorgang wurden beim Doppelnetzgerät für die Steuerprozessoren unterschiedliche Programm-Versionen festgestellt.
- 603 Main program memory failed**
Der Programmspeicher des Bedienprozessors ist fehlerhaft.
- 603 Program memory failed control processor**
Der Programmspeicher des angegebenen Steuerprozessors ist fehlerhaft.

Kapitel 6 – Fehlermeldungen

- 604 Main data memory failed**
Der Datenspeicher des Bedienprozessors ist fehlerhaft.
- 604 Data memory failed control processor**
Der Datenspeicher des angegebenen Steuerprozessors ist fehlerhaft.
- 605 Setting data failed**
Die im netzausfallsicheren Speicher abgelegten Gerätedaten sind fehlerhaft.
- 606 Calibration data failed**
Die Kalibrierdaten sind fehlerhaft. Es muss eine Neukalibrierung durchgeführt werden.
- 607 Firmware not matching**
Die Firmware-Revision der programmierbaren Logik passt nicht zum Revisionscode der Software.
- 608 Calibration code failed**
Der Kalibrier-Sicherungscode ist fehlerhaft und mit dem Entriegelungswert belegt worden.

Calibration Error

- 700 Calibration error**
Ein nicht näher spezifizierbarer Kalibrierfehler wurde erkannt.
- 701 Calibration command expected**
Es wurde bei eingeschalteter Kalibrierung ein unerlaubter Befehl empfangen.
- 702 Calibration not opened**
Es wurde bei ausgeschalteter Kalibrierung ein unerlaubter Kalibrierbefehl empfangen.
- 703 Calibration secured**
Es wurde bei eingeschalteter Kalibrierung ein korrekter Kalibrierbefehl empfangen, ohne vorher die Kalibrierung durch Übertragen des Sicherungscodes zu entriegeln.
- 704 Invalid calibration code**
Es wurde ein falscher Sicherungscode zum Entriegeln der Kalibrierung empfangen.
- 705 Calibration locked**
Es wurde versucht, den Sicherungscode innerhalb von 5 s erneut zu übertragen, obwohl das Netzgerät durch die vorherige falsche Eingabe des Sicherungscodes gesperrt ist.
- 706 Calibration aborted**
Die Kalibrierung wurde wegen eines Kalibrierfehlers abgebrochen.
- 707 Illegal calibration order**
Es wurde ein korrekter Kalibrierbefehl entweder in einer unerlaubten Kalibrierreihenfolge empfangen oder der letzte Kalibriervorgang war noch nicht abgeschlossen.
- 708 Calibration data out of range**
Es wurde ein für das Netzgerät unerlaubter Kalibrierwert übertragen.
- 709 Calibration not complete**
Beim Speichern der Kalibrierwerte wurde festgestellt, dass die Kalibrierung unvollständig ist. Der Speichervorgang wurde abgebrochen.
- 710 Calibration storage error**
Beim Speichern der Kalibrierwerte ist ein Fehler aufgetreten.
- 711 Calibration Error Vmeas(low)**
712 Calibration Error Vmeas(high)
Bei der Kalibrierung der Spannungsmessung V_{MEAS} ist im unteren bzw. oberen Kalibrierpunkt ein Kalibrierfehler aufgetreten.
- 713 Calibration Error Vout(low)**
714 Calibration Error Vout(high)
Bei der Kalibrierung der Hilfsspannungsmessung V_{OUT} ist im unteren bzw. oberen Kalibrierpunkt ein Kalibrierfehler aufgetreten.
- 715 Calibration Error Cmeas(low)**
716 Calibration Error Cmeas(high)
Bei der Kalibrierung der Strommessung C_{MEAS} ist im unteren bzw. oberen Kalibrierpunkt ein Kalibrierfehler aufgetreten.
- 717 Calibration Error OVP (low)**
718 Calibration Error OVP (high)
Bei der Kalibrierung der OVP-Schutzeinrichtung ist im unteren bzw. oberen Kalibrierpunkt ein Kalibrierfehler aufgetreten.

7. Programmierbeispiele

Einstellung der Schnittstelle im Menü (→ 3.6)

Dieses Kapitel beschreibt zwei typische Anwendungsprogrammierungen für das Einzelnetzgerät **TOE 8951** und für das Doppelnetzgerät **TOE 8952**. Grundlage für die folgenden Beispiele sind die SCPI-Befehle, deren Sprach-Syntax im Kapitel 4.6.1 beschrieben ist. Diese Beispiele können sowohl für die seriellen Schnittstellen RS-232, USB und LAN als auch für die GPIB-Schnittstelle verwendet werden. Voraussetzung hierfür ist eine geeignete Übertragungs-Software, sowie die Einstellung der Schnittstelle mit allen erforderlichen Parametern, und dass das Netzgerät in den Remote-Betrieb geschaltet wurde. Dies geschieht bei RS-232, USB und LAN mit dem Befehl **SYSTem:REMOte**, bei GPIB durch Aktivieren der Remote-Leitung.

Beispiel für ein **TOE 8951-40**

SCPI-Befehl	Antwortstring	Beschreibung
[SYST:REM]		nur bei RS-232, USB oder LAN erforderlich; nicht erlaubt bei GPIB
*IDN?	TOELLNER,TOE8951-40,83854,3.50-3.50	Geräteidentifikation auslesen
*RST		Netzgerät zurücksetzen
CURR 8.2		8,2 A Ausgangsstrom einstellen
VOLT 12		12 V Ausgangsspannung einstellen
OUTP ON		Ausgang einschalten
MEAS:CURRE?	07.105	Strom auslesen; Messwert 7,105 A
VOLT 12.5		12,5 V Ausgangsspannung einstellen
MEAS:CURRE?	07.580	Strom auslesen; Messwert 7,58 A.
OUTP OFF		Ausgang abschalten

Es können auch mehrere Befehle in einem String gesendet werden, z.B.:

CURR 8.2;:VOLT 12;:OUTP ON;:MEAS:CURRE?
VOLT 12.5;:MEAS:CURRE?

Beispiel für ein **TOE 8952-40**

SCPI-Befehl	Antwortstring	Beschreibung
[SYST:REM]		nur bei RS-232, USB oder LAN erforderlich; nicht erlaubt bei GPIB
*IDN?	TOELLNER,TOE8952-40,83854,3.50-3.50	Geräteidentifikation auslesen
*RST		Netzgerät zurücksetzen
INST OUT1		Teil I auswählen
CURR 7		7 A Ausgangsstrom Teil I einstellen
VOLT 12		12 V Ausgangsspannung Teil I einstellen
INST OUT2		Teil II auswählen
CURR 8		8 A Ausgangsstrom Teil II einstellen
VOLT 14.4		14,4 V Ausgangsspannung Teil II einstellen
VOLT:PROT 16		OVP Teil II auf 16 Volt einstellen
VOLT:PROT:STAT ON		OVP Teil II einschalten
OUTP ON		Ausgänge Teil I und Teil II einschalten
INST OUT1		Teil I auswählen
MEAS:CURRE?	06.436	Strom Teil I auslesen; Messwert 6,436 A
MEAS:VOLT?	012.00	Spannung Teil I auslesen; Messwert 12 V
INST OUT2		Teil II auswählen
MEAS:CURRE?	07.440	Strom Teil II auslesen; Messwert 7,44 A
MEAS:VOLT?	014.40	Spannung Teil II auslesen; Messwert 14,4 V
OUTP OFF		Ausgänge Teil I und Teil II abschalten

Zum besseren Verständnis wurden Befehle, die nur auf Teil I bzw. Teil II des Doppelnetzgerätes wirken, optisch eingerückt. Auch hier können mehrere Befehle in einem String gesendet werden, z.B.:

INST OUT1;:CURR 7;:VOLT 12
INST OUT2;:CURR 8;:VOLT 14.4;PROT 16;STAT ON
INST OUT1;:MEAS:CURRE;:VOLT?
INST OUT2;:MEAS:CURRE;:VOLT?

8. Analog-Steuerung

Die Netzgeräte der Modellreihe **TOE 8950** lassen sich analog steuern, d.h. die Sollwerte der Parameter Spannung und Strom können unabhängig voneinander über von außen einzu-speisende bipolare Steuerspannungen von ± 5 V vorgegeben werden. Das Verhältnis von Steuerspannung und Ausgangsgröße ist linear. Sowohl für Spannung als auch für Strom gilt grundsätzlich, dass 0 - 5 V Steuerspannung jeweils einer Ausgangsgröße von 0 - V_{MAX} bzw. 0 - C_{MAX} entspricht. Dabei werden die Sollwerte, die durch die externen analogen Steuer-spannungen erzeugt werden, zu den intern eingestellten Sollwerten bei positiver Steuer-spannung hinzuaddiert und bei negativer Steuerspannung davon subtrahiert.

Die Analog-Steuerung wird im Menüpunkt "**Menu:Syst:Ext**" ein- und ausgeschaltet (→ 3.4.1 System-Untermenü "External Control"). Der Aktivierungszustand wird durch die **EXT-LED** angezeigt. Beim Doppelnetzgerät ist jedes der beiden Netzgeräte getrennt analog steuerbar. Die Steuerspannung für die extern zu steuernden Parameter müssen dem Netz-gerät über die rückwärtige 15-polige D-Sub-Buchse "ANALOG I/O" zugeführt werden.

Anmerkung

Es ist zu beachten, dass sich die technischen Daten für die Restwelligkeit von Spannung und Strom bei externer Analog-Steuerung geringfügig verschlechtern können.

Beispiel

Analoge Spannungssteuerung eines 40-V-Gerätes

Allgemein gilt für die Ausgangsspannung:

$$V_{OUT} = V_{SET} + V_{EXT} * A_V;$$

mit V_{OUT} ... Ausgangsspannung im CV-Betrieb

V_{SET} ... interner Spannungssollwert

V_{EXTV} ... analoge Steuerspannung 0 bis ± 5 V

A_V ... geräteabhängige Verstärkung $V_{MAX}/5$ V
(= **8.0** für ein 40-V-Netzgerät)

V_{SET}	+	V_{EXT}	*	A_V	=	V_{OUT}
20 V	+	0 V	*	8,0	=	20 V
20 V	+	2,5 V	*	8,0	=	40 V
20 V	+	-2,5 V	*	8,0	=	0 V
0 V	+	5 V	*	8,0	=	40 V
10 V	+	0,5 V	*	8,0	=	14 V

Für die **analoge Stromsteuerung** gelten die gleichen Zusammenhänge wie bei der analo-gen Spannungssteuerung.

Analog-Steuerung im Tracking-Betrieb

Der Tracking-Betrieb beim Doppelnetzgerät arbeitet ausschließlich nur mit den internen Spannungseinstellungen. Die externe analoge Steuerung sämtlicher Spannungs- und Strom-parameter erfolgt unabhängig vom Tracking-Betrieb in der oben beschriebenen Form.

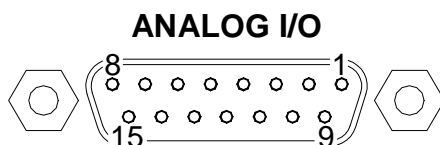
Anschluss-hinweis

Die Steuereingänge V_{EXTV} und V_{EXTC} sind **nicht potentialfrei**. Das jeweilige Bezugspoten-tial ist intern mit dem **Minuspol** des zugehörigen Leistungsausgangs verbunden. Die in-vertierenden Steuereingänge V_{EXTV-} und V_{EXTC-} **müssen** daher an das analoge Bezugs-potential des zugehörigen Leistungsausgangs angeschlossen werden. Hierfür gibt es zwei Möglichkeiten:

1. Soll die Steuerspannung mit ihrem Bezugspotential lastseitig am Minuspol des Leis-tungsausgangs liegen, **müssen** die invertierenden Steuereingänge V_{EXTV-} und V_{EXTC-} an diesen Knoten angeschlossen werden.
2. Ist die Steuerspannung potentialfrei bzgl. des Ausgangs, **müssen** die invertierenden Steuereingänge V_{EXTV-} und V_{EXTC-} mit dem zugehörigen Hilfs-Bezugspotential AUX-GND verbunden werden.

Belegung der 15-pol. D-Sub-Buchse "ANALOG I/O" für TOE 8952

Für TOE 8951 gilt die Belegung von Teil I des TOE 8952!



Teil I Stift-Nr.	Teil II Stift-Nr.	Belegung	Erläuterungen
9	12	V_{EXTV+}	Steuereingang 0 bis ± 5 V für analoge Spannungssteuerung
10	13	V_{EXTV-}	
11	14	AUX-GND	Hilfs-Bezugspotential
1	4	AUX-GND	Hilfs-Bezugspotential
2	5	V_{EXTC+}	Steuereingang 0 bis ± 5 V für analoge Stromsteuerung
3	6	V_{EXTC-}	
7,8,15	-	-	Reserviert

Warnung

Die Hilfs-Bezugspotentiale AUX-GND der Steuereingänge dürfen nicht als Leistungsausgänge benutzt und belastet werden!

Um beim Doppelnetzgerät die galvanische Trennung beider Quellen aufrecht zu erhalten, müssen die Steuerspannungen der Quellen ebenfalls voneinander galvanisch getrennt sein. Potentialtrennung zwischen den Steuerspannungen von Spannung und Strom einer Quelle ist nicht erforderlich.

Bei Nichtbeachtung dieser Warnhinweise kann es zu Fehlfunktionen und evtl. zu Schäden im Netzgerät kommen.

9. Umbau zum 19"-Einschubgerät

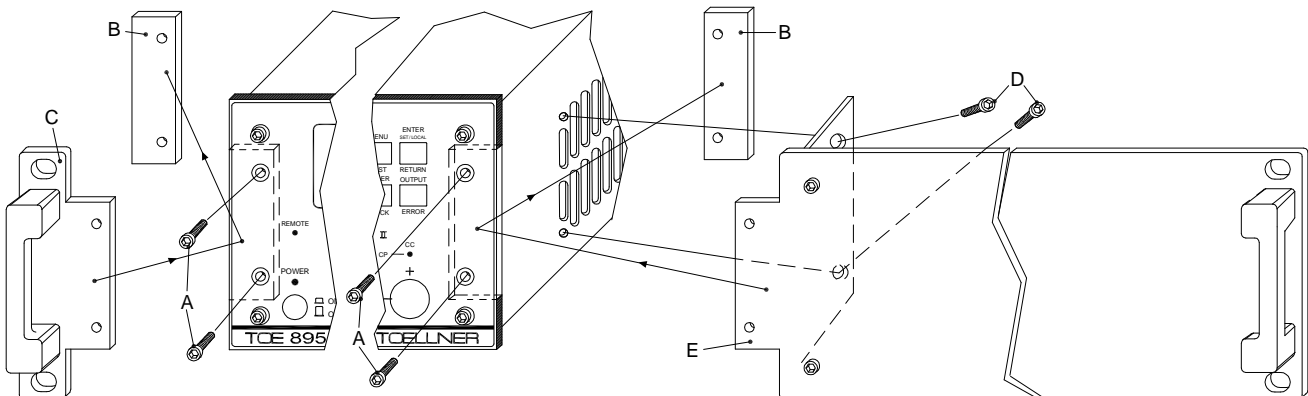
9.1 19"-Adaptersatz (2HE) für 1x TOE 8951/52 (Option)

Bei den Netzgeräten der Modellreihe **TOE 8950** handelt es sich um 19"-fähige Tischgeräte. Mit der Option **TOE 9521** kann ein TOE 8951/52 bequem zu einem 19"-Einschub 2 HE umgerüstet werden.

Der 19"-Adaptersatz der Option **TOE 9521** beinhaltet einen 19"-Adapterstreifen mit Gerätegriff und eine 19"-Ausgleichplatte mit Gerätegriff sowie das notwendige Installationsmaterial.

Umbau von 1x TOE 8951/52 zum 19"-Einschub

1. Die Gerätefüße des Netzgerätes mit dem beiliegenden TX 20 Torx-Schraubendreher abschrauben. Dabei sind bei den vorderen Gerätefüßen zunächst die Gummieinsätze zu entfernen.
2. Jeweils die beiden inneren Schrauben (A) auf der linken und rechten Frontplattenseite des Netzgerätes mit Hilfe des beiliegenden Innensechskant-Schraubendrehers entfernen.
3. Die beiden gelösten Füllstreifen (B) seitlich herausziehen und auf der linken oder rechten Seite durch den 19"-Adapterstreifen mit Gerätegriff (C) und auf der anderen Seite durch die 19"-Ausgleichplatte mit Gerätegriff (E) ersetzen.
4. Den 19"-Adapterstreifen (C) mit den Innensechskant-Schrauben (A) in der Frontplatte verschrauben. Die 19"-Ausgleichplatte (E) ebenfalls mit den Innensechskant-Schrauben (A) in der Frontplatte und mit Hilfe des TX 20 Torx-Schraubendrehers mit den Torx-Schrauben (D) gemäß der Zeichnung an den vorgesehenen seitlichen Bohrungen verschrauben.



- A: M3x10 Innensechskant-Schraube
 B: Füllstreifen
 C: 19"-Adapterstreifen 2 HE mit Gerätegriff
 D: M4x6 gewindeformende Torx-Schraube
 E: 19"-Ausgleichplatte 2 HE mit Gerätegriff

Einbau ins 19"-Rack

Im 19"-Rack muss der 19"-Einschub auf der Geräteseite auf einer Gleitschiene gelagert werden. Diese Gleitschiene sowie die zur Fixierung des Einschubs im 19"-Rack benötigten Befestigungsmaterialien gehören nicht zum Lieferumfang dieser Option.

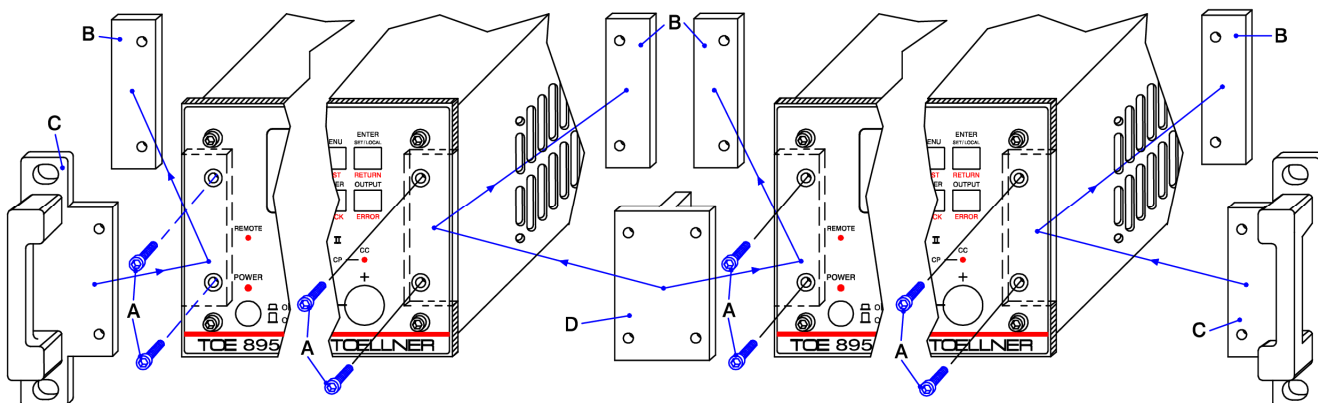
9.2 19"-Adaptersatz (2HE) für 2x TOE 8951/52 (Option)

Bei den Netzgeräten der Modellreihe **TOE 8950** handelt es sich um 19"-fähige Tischgeräte. Mit der Option **TOE 9522** können zwei TOE 8951/52 bequem zu einem 19"-Einschub 2 HE umgerüstet werden.

Der 19"-Adaptersatz der Option **TOE 9522** beinhaltet zwei 19"-Adapterstreifen mit Gerätegriff (C), ein vorderes Verbindungsprofil (D) und ein hinteres Verbindungsprofil (E) sowie das notwendige Installationsmaterial (siehe Abbildungen auf der folgenden Seite).

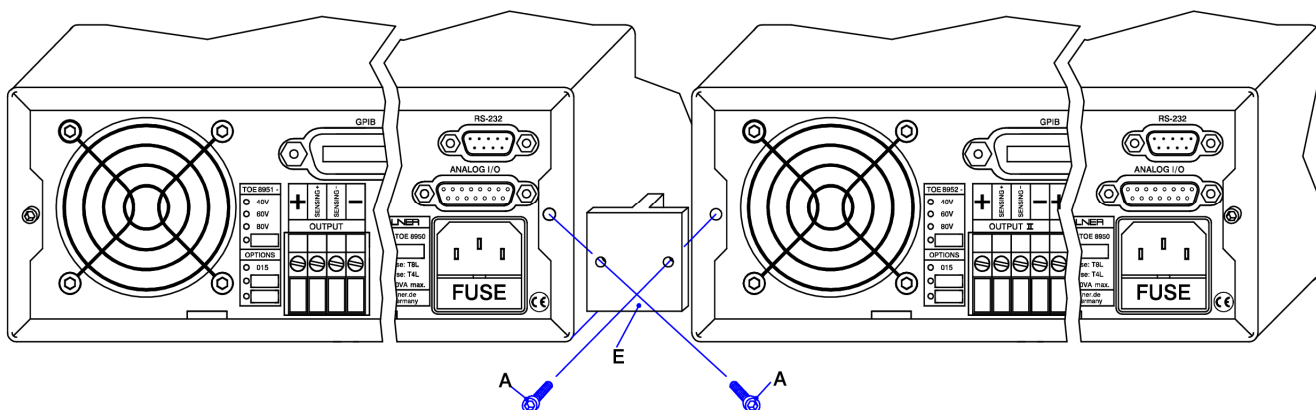
Umbau von 2x TOE 8951/52 zum 19"-Einschub

1. Die Gerätefüße bei beiden Netzgeräten mit dem beiliegenden TX 20 Torx-Schraubendreher abschrauben. Dabei sind bei den vorderen Gerätefüßen zunächst die Gummieinsätze zu entfernen.
2. Jeweils die beiden inneren Schrauben (A) auf der linken und rechten Frontplattenseite des Netzgerätes mit Hilfe des beiliegenden Innensechskant-Schraubendrehers entfernen.
3. Die vier gelösten Füllstreifen (B) seitlich herausziehen und auf den Außenseiten durch je einen 19"-Adapterstreifen mit Gerätegriff (C) und in der Mitte durch das vordere Verbindungsprofil (D) ersetzen.
4. Die neu eingesetzten Teile mit den Innensechskant-Schrauben (A) gemäß der Zeichnung in den Frontplatten verschrauben.



- A: M3x10 Innensechskant-Schraube
 B: Füllstreifen
 C: 19"-Adapterstreifen 2 HE mit Gerätegriff
 D: vorderes Verbindungsprofil

5. Jeweils die innere Befestigungsschraube (A) des Gehäuses an der Rückwand der beiden Netzgeräte mit Hilfe des Innensechskant-Schraubendrehers entfernen.
6. Die beiden Netzgeräte über das hintere Verbindungsprofil (E) mit den beiliegenden Befestigungsschrauben M3x10 (A) miteinander verschrauben.



- A: M3x10 Innensechskant-Schraube
 E: hinteres Verbindungsprofil

Einbau ins 19"-Rack

Im 19"-Rack muss der 19"-Einschub beidseitig auf der Geräteseite auf Gleitschienen gelagert werden. Diese Gleitschienen sowie die zur Fixierung des Einschubs im 19"-Rack benötigten Befestigungsmaterialien gehören nicht zum Lieferumfang dieser Option.

10. Technische Daten

Anmerkung Die technischen Daten sind nach einer Einschaltdauer von mindestens 30 Minuten bei konstanten Bedingungen und einer Referenztemperatur von 23°C ±1°C gültig.

10.1 Technische Daten Einzelnetzgerät TOE 8951

Netzgeräteausführung	TOE 8951-20	TOE 8951-40	TOE 8951-60
Ausgangsspannung	0 - 20 V	0 - 40 V	0 - 60 V
Auflösung	5 mV	10 mV	10 mV
Einstellgenauigkeit	0,1 % + 10 mV	0,1 % + 20 mV	0,1 % + 30 mV
Messgenauigkeit	0,1 % + 15 mV	0,1 % + 30 mV	0,1 % + 45 mV
Ausgangsstrom	0 - 40 A	0 - 20 A	0 - 14 A
Auflösung	10 mA	5 mA	2 mA
Einstellgenauigkeit	0,2 % + 40 mA	0,2 % + 20 mA	0,2 % + 15 mA
Messgenauigkeit	0,2 % + 60 mA	0,2 % + 30 mA	0,2 % + 20 mA
Ausgangsleistung P_{MAX}	400 W		
Einstellbereich (CP-Modus)	20 - 400 W		
Auflösung	0,1 W		
Einstellgenauigkeit	0,4 % + 1 W		
Messgenauigkeit	0,4 % + 1 W		
Spannungsstabilisierung			
Laständerung 0 - 100 %	1x 10 ⁻⁴ + 5 mV		
Netzspannungsänderung ±10 %	5x 10 ⁻⁵		
Temperaturänderung	10 ⁻⁴ /K		
Restwelligkeit			
Noise 10 Hz - 100 kHz	2 mV _{eff}	2 mV _{eff}	4 mV _{eff}
Noise 10 Hz - 1 MHz	3 mV _{eff}	3 mV _{eff}	6 mV _{eff}
Ripple + Noise 10 Hz - 10 MHz	40 mV _{SS} / 3 mV _{eff}	40 mV _{SS} / 3 mV _{eff}	50 mV _{SS} / 6 mV _{eff}
Stabilität über 8 Stunden	0,01 %		
Ausregelzeit bei Lastwechsel im Bereich 20 - 100 % und Ausregelung innerhalb 0,2 % U _{NENN}			
Lastwechsel ±10 %	< 100 µs		
Lastwechsel +80 %	< 400 µs		
Lastwechsel -80 %	< 1 ms		
Einstellzeit der Ausgangsspannung innerhalb 0,5 % U _{NENN} (I _{SET} =I _{MAX})			
0 V → U _{Nenn} Leerlauf / Nennlast	< 6 ms / 9 ms	< 8 ms / 10 ms	< 10 ms / 15 ms
U _{Nenn} → 1 V Leerlauf / Nennlast	< 30 ms / 7 ms	< 50 ms / 10 ms	< 100 ms / 25 ms
Ausregelbarer Spannungsabfall pro Leitung zum Verbraucher	ca. 1,5 V		
Stromstabilisierung			
Laständerung 0 - 100 %	5x 10 ⁻⁴ + 20 mA	5x 10 ⁻⁴ + 10 mA	5x 10 ⁻⁴ + 7 mA
Netzspannungsänderung ±10 %	5x 10 ⁻⁵		
Temperaturänderung	10 ⁻⁴ /K		
Restwelligkeit			
Ripple + Noise 10 Hz - 10 MHz	20 mA _{eff}	10 mA _{eff}	7 mA _{eff}
Stabilität über 8 Stunden	0,1 %		
Schutzfunktionen			
OVP			
Einstellbereich	3 - 22 V	3 - 44 V	3 - 66 V
Auflösung	100 mV		
Einstellgenauigkeit	0,5 % + 100 mV		
Belastbarkeit bei Verpolungsschutz (dauernd)	40 A	20 A	14 A
Rückspeisefestigkeit dauernd	100 V _{DC}		

Fortsetzung der Technischen Daten Einzelnetzgerät **TOE 8951**

Netzgeräteausführung	TOE 8951-80	TOE 8951-130
Ausgangsspannung	0 - 80 V	0 - 130 V
Auflösung	20 mV	20 mV
Einstellgenauigkeit	0,1 % + 40 mV	0,1 % + 60 mV
Messgenauigkeit	0,1 % + 60 mV	0,1 % + 80 mV
Ausgangsstrom	0 - 10 A	0 - 6 A
Auflösung	2 mA	1 mA
Einstellgenauigkeit	0,2 % + 10 mA	0,2 % + 5 mA
Messgenauigkeit	0,2 % + 15 mA	0,2 % + 10 mA
Ausgangsleistung P_{MAX}	400 W	
Einstellbereich (CP-Modus)	20 - 400 W	
Auflösung	0,1 W	
Einstellgenauigkeit	0,4 % + 1 W	
Messgenauigkeit	0,4 % + 1 W	
Spannungsstabilisierung		
Laständerung 0 - 100 %	$1 \times 10^{-4} + 5 \text{ mV}$	
Netzspannungsänderung $\pm 10 \%$	5×10^{-5}	
Temperaturänderung	$10^{-4}/\text{K}$	
Restwelligkeit		
Noise 10 Hz – 100 kHz	7 mV _{eff}	10 mV _{eff}
Noise 10 Hz - 1 MHz	10 mV _{eff}	12 mV _{eff}
Ripple + Noise 10 Hz - 10 MHz	60 mV _{SS} / 10 mV _{eff}	80 mV _{SS} / 12 mV _{eff}
Stabilität über 8 Stunden	0,01 %	
Ausregelzeit bei Lastwechsel im Bereich 20 - 100 % und Ausregelung innerhalb 0,2 % U_{NENN}		
Lastwechsel $\pm 10 \%$	< 100 μs	
Lastwechsel +80 %	< 400 μs	
Lastwechsel -80 %	< 1 ms	
Einstellzeit der Ausgangsspannung innerhalb 0,5 % U_{NENN} ($I_{SET}=I_{MAX}$)		
0 V $\rightarrow U_{Nenn}$ Leerlauf / Nennlast	< 15 ms / 20 ms	< 50 ms / 60 ms
$U_{Nenn} \rightarrow 1 \text{ V}$ Leerlauf / Nennlast	< 200 ms / 50 ms	< 1,5 s / 0,4 s
Ausregelbarer Spannungsabfall pro Leitung zum Verbraucher	ca. 1,5 V	
Stromstabilisierung		
Laständerung 0 - 100 %	$5 \times 10^{-4} + 5 \text{ mA}$	$5 \times 10^{-4} + 2 \text{ mA}$
Netzspannungsänderung $\pm 10 \%$	5×10^{-5}	
Temperaturänderung	$10^{-4}/\text{K}$	
Restwelligkeit		
Ripple + Noise 10 Hz - 10 MHz	5 mA _{eff}	2 mA _{eff}
Stabilität über 8 Stunden	0,1 %	
Schutzfunktionen		
OVP		
Einstellbereich	3 - 88 V	3 - 143 V
Auflösung	100 mV	
Einstellgenauigkeit	0,5 % + 100 mV	
Belastbarkeit bei Verpolungsschutz (dauernd)	10 A	6 A
Rückspeisefestigkeit dauernd	100 V _{DC}	160 V _{DC}

10.2 Technische Daten Doppelnetzgerät TOE 8952

Netzgeräteausführung	TOE 8952-20	TOE 8952-40	TOE 8952-60
Ausgangsspannung	2x 0 - 20 V	2x 0 - 40 V	2x 0 - 60 V
Auflösung	5 mV	10 mV	10 mV
Einstellgenauigkeit	0,1 % + 10 mV	0,1 % + 20 mV	0,1 % + 30 mV
Messgenauigkeit	0,1 % + 15 mV	0,1 % + 30 mV	0,1 % + 45 mV
Ausgangsstrom	2x 0 - 20 A	2x 0 - 10 A	2x 0 - 7 A
Auflösung	5 mA	2 mA	1 mA
Einstellgenauigkeit	0,2 % + 20 mA	0,2 % + 10 mA	0,2 % + 7 mA
Messgenauigkeit	0,2 % + 30 mA	0,2 % + 15 mA	0,2 % + 10 mA
Ausgangsleistung P_{MAX}	2x 200 W		
Einstellbereich (CP-Modus)	10 - 200 W		
Auflösung	0,1 W		
Einstellgenauigkeit	0,4 % + 1 W		
Messgenauigkeit	0,4 % + 1 W		
Spannungsstabilisierung			
Laständerung 0 - 100 %	$1 \times 10^{-4} + 5 \text{ mV}$		
Netzspannungsänderung $\pm 10 \%$	5×10^{-5}		
Temperaturänderung	$10^{-4}/\text{K}$		
Restwelligkeit			
Noise 10 Hz - 100 kHz	2 mV _{eff}	2 mV _{eff}	4 mV _{eff}
Noise 10 Hz - 1 MHz	3 mV _{eff}	3 mV _{eff}	6 mV _{eff}
Ripple + Noise 10 Hz - 10 MHz	40 mV _{SS} / 3 mV _{eff}	40 mV _{SS} / 3 mV _{eff}	50 mV _{SS} / 6 mV _{eff}
Stabilität über 8 Stunden	0,01 %		
Ausregelzeit bei Lastwechsel im Bereich 20 - 100 % und Ausregelung innerhalb 0,2 % U _{NENN}			
Lastwechsel $\pm 10 \%$	< 100 μs		
Lastwechsel +80 %	< 400 μs		
Lastwechsel -80 %	< 1 ms		
Einstellzeit der Ausgangsspannung innerhalb 0,5 % U _{NENN} (I _{SET} =I _{MAX})			
0 V \rightarrow U _{Nenn} Leerlauf / Nennlast	< 6 ms / 9 ms	< 8 ms / 10 ms	< 10 ms / 15 ms
U _{Nenn} \rightarrow 1 V Leerlauf / Nennlast	< 30 ms / 7 ms	< 50 ms / 10 ms	< 100 ms / 25 ms
Ausregelbarer Spannungsabfall pro Leitung zum Verbraucher	ca. 1,5 V		
Stromstabilisierung			
Laständerung 0 - 100 %	$5 \times 10^{-4} + 10 \text{ mA}$	$5 \times 10^{-4} + 5 \text{ mA}$	$5 \times 10^{-4} + 3 \text{ mA}$
Netzspannungsänderung $\pm 10 \%$	5×10^{-5}		
Temperaturänderung	$10^{-4}/\text{K}$		
Restwelligkeit			
Ripple + Noise 10 Hz - 10 MHz	10 mA _{eff}	5 mA _{eff}	3 mA _{eff}
Stabilität über 8 Stunden	0,1 %		
Schutzfunktionen			
OVP			
Einstellbereich	3 - 22 V	3 - 44 V	3 - 66 V
Auflösung	100 mV		
Einstellgenauigkeit	0,5 % + 100 mV		
Belastbarkeit bei Verpolungsschutz (dauernd)	20 A	10 A	7 A
Rückspeisefestigkeit dauernd	100 V _{DC}		

Fortsetzung der Technischen Daten Doppelnetzgerät **TOE 8952**

Netzgeräteausführung	TOE 8952-80	TOE 8952-130
Ausgangsspannung	2x 0 - 80 V	2x 0 - 130 V
Auflösung	20 mV	20 mV
Einstellgenauigkeit	0,1 % + 40 mV	0,1 % + 60 mV
Messgenauigkeit	0,1 % + 60 mV	0,1 % + 80 mV
Ausgangsstrom	2x 0 - 5 A	2x 0 - 3 A
Auflösung	1 mA	1 mA
Einstellgenauigkeit	0,2 % + 5 mA	0,2 % + 3 mA
Messgenauigkeit	0,2 % + 7 mA	0,2 % + 5 mA
Ausgangsleistung P_{MAX}	2x 200 W	
Einstellbereich (CP-Modus)	10 - 200 W	
Auflösung	0,1 W	
Einstellgenauigkeit	0,4 % + 1 W	
Messgenauigkeit	0,4 % + 1 W	
Spannungsstabilisierung		
Laständerung 0 - 100 %	$1 \times 10^{-4} + 5 \text{ mV}$	
Netzspannungsänderung $\pm 10 \%$	5×10^{-5}	
Temperaturänderung	$10^{-4}/\text{K}$	
Restwelligkeit		
Noise 10 Hz - 100 kHz	7 mV _{eff}	10 mV _{eff}
Noise 10 Hz - 1 MHz	10 mV _{eff}	12 mV _{eff}
Ripple + Noise 10 Hz - 10 MHz	60 mV _{SS} / 10 mV _{eff}	80 mV _{SS} / 12 mV _{eff}
Stabilität über 8 Stunden	0,01 %	
Ausregelzeit bei Lastwechsel im Bereich 20 - 100 % und Ausregelung innerhalb 0,2 % U _{NENN}		
Lastwechsel $\pm 10 \%$	< 100 μs	
Lastwechsel +80 %	< 400 μs	
Lastwechsel -80 %	< 1 ms	
Einstellzeit der Ausgangsspannung innerhalb 0,5 % U _{NENN} (I _{SET} =I _{MAX})		
0 V \rightarrow U _{Nenn} Leerlauf / Nennlast	< 15 ms / 20 ms	< 50 ms / 60 ms
U _{Nenn} \rightarrow 1 V Leerlauf / Nennlast	< 200 ms / 50 ms	< 1,5 s / 0,4 s
Ausregelbarer Spannungsabfall pro Leitung zum Verbraucher	ca. 1,5 V	
Stromstabilisierung		
Laständerung 0 - 100 %	$5 \times 10^{-4} + 2 \text{ mA}$	$5 \times 10^{-4} + 1,5 \text{ mA}$
Netzspannungsänderung $\pm 10 \%$	5×10^{-5}	
Temperaturänderung	$10^{-4}/\text{K}$	
Restwelligkeit		
Ripple + Noise 10 Hz - 10 MHz	2 mA _{eff}	1,5 mA _{eff}
Stabilität über 8 Stunden	0,1 %	
Schutzfunktionen		
OVP		
Einstellbereich	3 - 88 V	3 - 143 V
Auflösung	100 mV	
Einstellgenauigkeit	0,5 % + 100 mV	
Belastbarkeit bei Verpolungsschutz (dauernd)	5 A	3 A
Rückspeisefestigkeit dauernd	100 V _{DC}	160 V _{DC}

10.3 Allgemeine technische Daten

Allgemeines	Regelungsprinzip	Primärschaltregler; Wirkungsgrad ca. 80 % bei Nennlast; Schaltfrequenz 100 kHz
	Betriebsarten	Konstantspannungsquelle, Konstantstromquelle oder Betrieb mit Leistungsbegrenzung (Autoranging)
	Hauptausgänge	erdfrei; Isolation $\pm 260 V_{DC}$ gegen Erde; potentialgetrennt von den Fernsteuerschnittstellen RS-232, USB, LAN und GPIB
	Netzspannung	230 V/115 V $\pm 10 \%$, 47 - 63 Hz; automatische Umschaltung
	Netzsicherung	230 V/115 V: T8AL; gemäß IEC 127-2/III, DIN 41662
	Leistungsaufnahme	max. ca. 680 VA
	Schutzmaßnahmen	Schutzklasse I gemäß DIN EN 61010-1
	Kapazität gegen Gehäuse	ca. 60 nF
	Arbeitstemperatur	0 - 40°C
	Lagertemperatur	-20 - 70°C
	Referenztemperatur	23°C $\pm 1^\circ\text{C}$
	Kühlung	thermostatisch geregelter Lüfter
	Abmessungen (BxHxT)	224x88x405 mm; mit Gerätefüßen 224x103x405 mm
	19"-System	systemfähig $\frac{1}{2}$ 19", 2 HE
	Gewicht	ca. 5 kg
	Gehäuse	Aluminium/Stahl
Fernsteuerung	Interface	standardmäßig mit RS-232-Schnittstelle oder optional mit USB-, LAN- oder GPIB-Schnittstelle, per Menü auswählbar; potentialgetrennt von den Hauptausgängen
	Software	Befehlssyntax gemäß IEEE 488.2 mit umschaltbarem Befehlssatz zwischen kompatiblen Toellner-Befehlen und genormten SCPI-Befehlen
RS-232	Steckverbinder	9-poliger D-Sub-Stecker
	Übertragungsart	Halb-Duplex-Betrieb, asynchron
	Übertragungsrate	1.200 - 57.600 Baud per Menü einstellbar
	Einstellrate	bis zu 100 Einstellungen/s
	Messrate	bis zu 50 Messungen/s
	Datenformat	8 Datenbits ohne Parität oder 7 Datenbits mit gerader oder ungerader Parität; 1 oder 2 Stoppbits
	Protokoll	Softwareprotokoll mit Xon/Xoff-Betrieb oder Hardwareprotokoll mit RTS/CTS-Handshake
USB (Option)	USB-Standard	USB 2.0 Full Speed (max. 12 MBit/s), kompatibel zu USB 1.1
	Steckverbinder	4-polige USB-Buchse Typ "B"
	Einstellrate	bis zu 200 Einstellungen/s
	Messrate	bis zu 50 Messungen/s
LAN (Option)	Schnittstelle	Ethernet 10Base-T / 100Base-TX
	Steckverbinder	RJ 45
	Protokolle	TCP/IP, UDP/IP, ARP, HTTP, DNS, DHCP, BOOTP, AutoIP
	Portadressen	HTTP: 80 (interner Web-Server) SCPI-RAW: 5025 (Gerätesteuerung)
	Einstellrate	bis zu 200 Einstellungen/s
	Messrate	bis zu 100 Messungen/s
GPIB (Option)	Steckverbinder	24-polige Micro-Ribbon-Buchse gemäß IEEE 488.1
	Einstellrate	bis zu 100 Einstellungen/s
	Messrate	bis zu 100 Messungen/s
	Funktionen	AH1, SH1, L4, T6, SR1, PP1, RL1, DC1, DT0, E1, C0
	Geräteadresse	dezimal von 0 - 30 per Menü einstellbar

Kapitel 10 – Technische Daten

Speicher für Geräteein- stellungen	Speicherplätze	100; Plätze 1 - 99 zur freien Verfügung, Platz 0 beinhaltet Standardwerte gemäß IEEE 488.2
	Speicherdaten	V_{SET} , C_{SET} , P_{MAX} , OVP Level, OVP Status, Tracking (nur beim Doppelnetzgerät TOE 8952)

Anmerkung Der Off/On-Zustand des Hauptausgangs gehört **nicht** zu den speicherbaren Parametern einer Geräteeinstellung (→ 3.2 Menüpunkt "Memory").

Analog- Steuerung	Spannungssteuerung V_{EXTV}	0 - 5 V für 0 - V_{MAX}
	Genauigkeit Ausgangsspannung	1 % + 0,1 % V_{MAX}
	Stromsteuerung V_{EXTC}	0 - 5 V für 0 - C_{MAX}
	Genauigkeit Ausgangsstrom	1 % + 0,1 % C_{MAX}
	Eingangsspannung	max. ± 25 V
	Eingangswiderstand	ca. 10 k Ω

Warnung Die Steuereingänge V_{EXTV} und V_{EXTC} sind **nicht potentialfrei**. Das jeweilige Bezugspotential ist intern mit dem **Minuspol** des zugehörigen Leistungsausgangs verbunden. Die invertierenden Steuereingänge V_{EXTV-} und V_{EXTC-} **müssen** daher an das analoge Bezugspotential des zugehörigen Leistungsausgangs angeschlossen werden (→ 8. Analog-Steuerung).

Anmerkung Grenzfrequenz Spannungssteuerung 700 Hz für 2 V_{SS} Ausgangsamplitude
Die angegebene Grenzfrequenz der modulierten Ausgangsspannung stellt nur einen Anhaltspunkt dar, da sie nicht mit einer einfachen Formel definiert werden kann. Die Grenzfrequenz ist abhängig von Spannungsamplitude, eingestellter Strombegrenzung und Belastung. Sie ist umso höher, je niedriger die Spannungsamplitude und je höher die Strombegrenzung und Belastung ist.

Bestellangaben	<u>Einzelnetzgeräte</u>	<u>Doppelnetzgeräte</u>
	0-20 V, 0-40 A TOE 8951-20 0-40 V, 0-20 A TOE 8951-40 0-60 V, 0-14 A TOE 8951-60 0-80 V, 0-10 A TOE 8951-80 0-130 V, 0-6 A TOE 8951-130	2x 0-20 V, 2x 0-20 A TOE 8952-20 2x 0-40 V, 2x 0-10 A TOE 8952-40 2x 0-60 V, 2x 0-7 A TOE 8952-60 2x 0-80 V, 2x 0-5 A TOE 8952-80 2x 0-130 V, 2x 0-3 A TOE 8952-130

Mitgeliefertes Zubehör	1 Netzanschlusskabel
	1 Bedienungsanleitung
	1 RS-232-Nullmodemkabel, Länge 3 m
	1 USB-Anschlusskabel, Länge 2 m (nur bei Option "USB-Fernsteuerung")

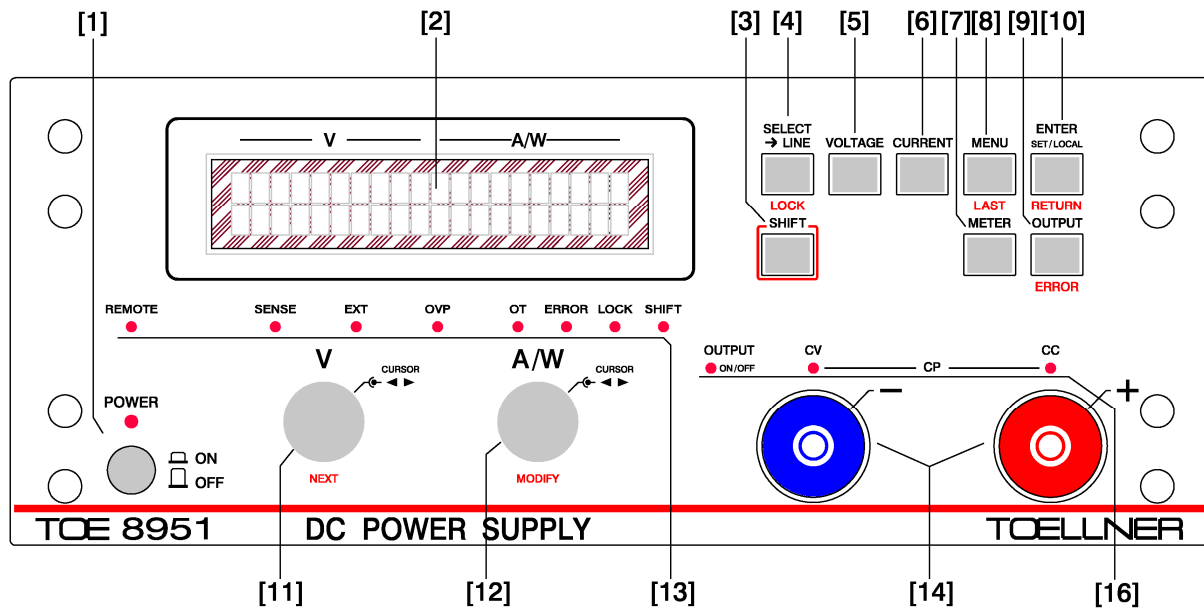
Optionen/ Zubehör	GPIB-Fernsteuerung Einzelnetzgeräte TOE 8951 TOE 8951/015 Doppelnetzgeräte TOE 8952 TOE 8952/015 USB-Fernsteuerung Einzelnetzgeräte TOE 8951 TOE 8951/025 Doppelnetzgeräte TOE 8952 TOE 8952/025 LAN/USB-Fernsteuerung (RS-232-Schnittstelle entfällt) Einzelnetzgeräte TOE 8951 TOE 8951/035 Doppelnetzgeräte TOE 8952 TOE 8952/035 Arbiträrfunktion Einzelnetzgeräte TOE 8951 TOE 9151 Doppelnetzgeräte TOE 8952 TOE 9152 3 V ausregelbarer Spannungsabfall pro Leitung TOE 8950/019 Interlock-Steuerung (externes Freigeben des Hauptausgangs) ¹⁾ TOE 8950/101 Inhibit-Steuerung (externes Off/On-Schalten des Hauptausgangs) ¹⁾ TOE 8950/102 19"-Adaptersatz 2 HE (asymmetrisch) für 1x TOE 8951/52 TOE 9521 19"-Adaptersatz 2 HE (Parallelverbinder) für 2x TOE 8951/52 TOE 9522 Softwaretreiber für LabVIEW ²⁾ TOE 9071
------------------------------	---

¹⁾ nur eine der beiden Optionen ist möglich.

²⁾ kostenlose Basistreiber für LabVIEW finden Sie auf unserer Internetseite www.toellner.de.

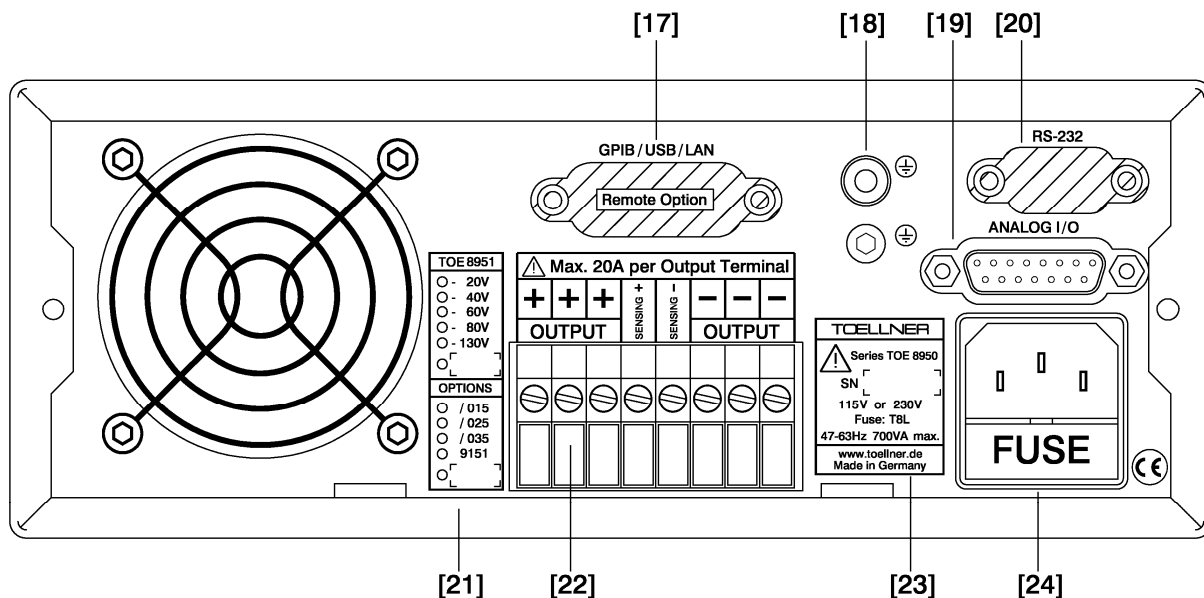
11. Netzgeräteansichten

11.1 Einzelnetzgerät TOE 8951



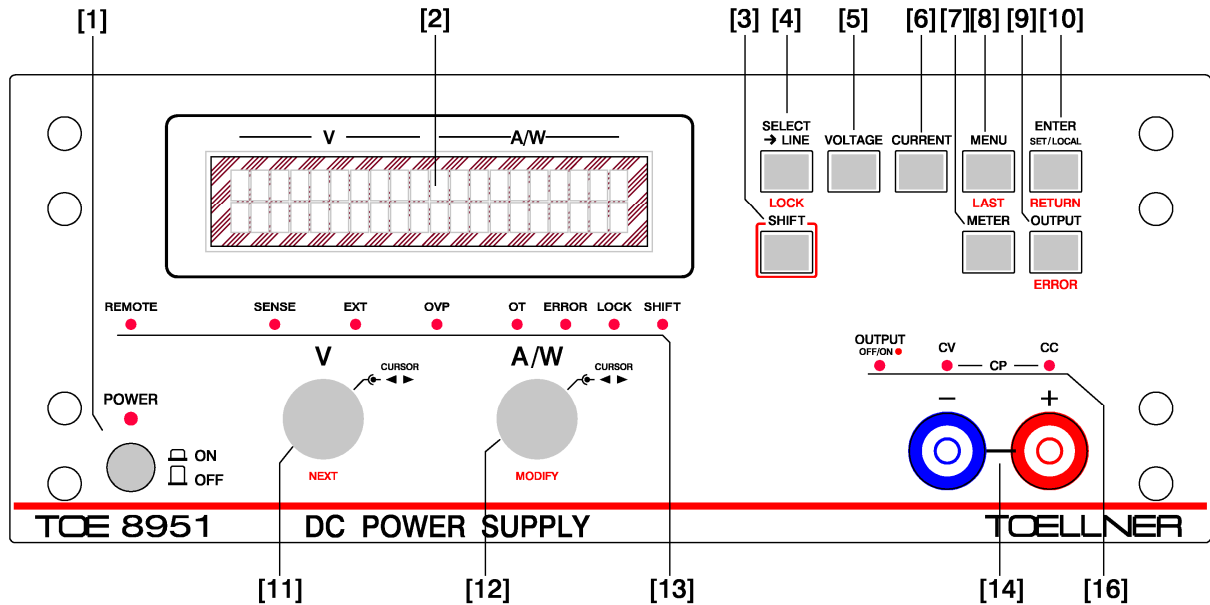
Frontplattenansicht des Einzelnetzgerätes TOE 8951-20

- | | |
|---|--|
| [1] Netzschalter mit grüner POWER-LED | [9] Hauptausgang ein/aus / Fehlerabfrage |
| [2] LCD-Display | [10] Taste für Bestätigung / Anzeige Setting-Werte / Local-Umschaltung / Menüebenen-Rücksprung |
| [3] Taste für Tastenzweitfunktion | [11] Drehknopf V (NEXT) mit integrierter Cursor-Taste |
| [4] Auswahltaste / Sperrung der Bedienung | [12] Drehknopf A/W (MODIFY) mit integrierter Cursor-Taste |
| [5] Spannungsmenü | [13] allgemeine LED-Anzeigeelemente |
| [6] Strommenü | [14] frontseitiger Hauptausgang |
| [7] Auswahl Messmodus | [16] ausgangsbezogene LED-Anzeigeelemente |
| [8] Menü ein/aus / letzter Menüpunkt | |



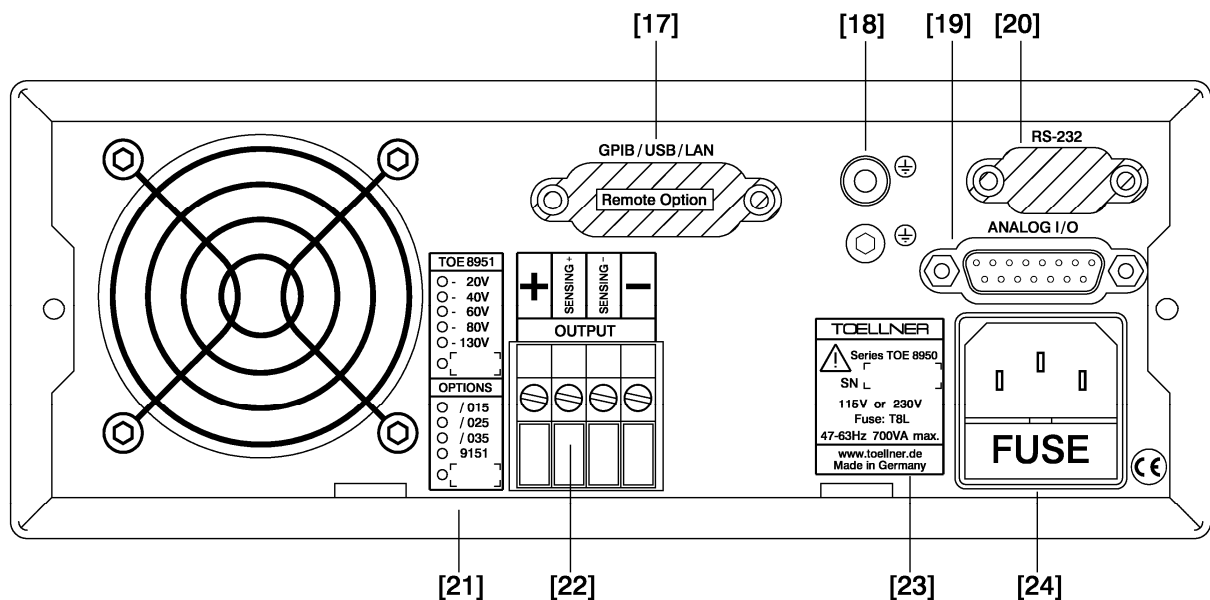
Rückwandansicht des Einzelnetzgerätes TOE 8951-20

- | | |
|---------------------------------|--|
| [17] Fernsteuerung GPIB/USB/LAN | [21] Geräte-Kennfeld |
| [18] Schutzerde | [22] Rückseitiger Hauptausgang mit max. 20 A pro Ausgangsklemme / Sense-Eingänge |
| [19] Analog-Steuerung | [23] Typenschild |
| [20] Fernsteuerung RS-232 | [24] Netzeinbaustecker mit Netzsicherung |



Frontplattenansicht des Einzelnetzgerätes **TOE 8951-40/-60/-80/-130**

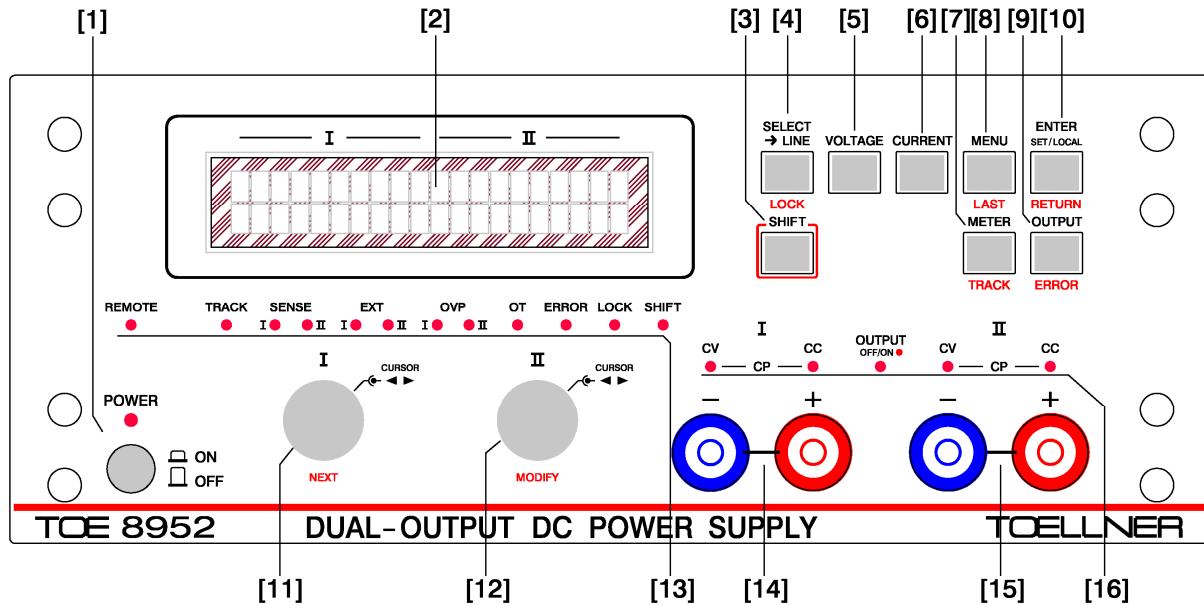
- | | |
|---|--|
| [1] Netzschalter mit grüner <i>POWER</i> -LED | [9] Hauptausgang ein/aus / Fehlerabfrage |
| [2] LCD-Display | [10] Taste für Bestätigung / Anzeige Setting-Werte / Local-Umschaltung / Menüebenen-Rücksprung |
| [3] Taste für Tastenzweifunktion | [11] Drehknopf <i>V (NEXT)</i> mit integrierter Cursor-Taste |
| [4] Auswahl taste / Sperrung der Bedienung | [12] Drehknopf <i>A/W (MODIFY)</i> mit integrierter Cursor-Taste |
| [5] Spannungsmenü | [13] allgemeine LED-Anzeigeelemente |
| [6] Strommenü | [14] frontseitiger Hauptausgang |
| [7] Auswahl Messmodus | [16] ausgangsbezogene LED-Anzeigeelemente |
| [8] Menü ein/aus / letzter Menüpunkt | |



Rückwandansicht des Einzelnetzgerätes **TOE 8951-40/-60/-80/-130**

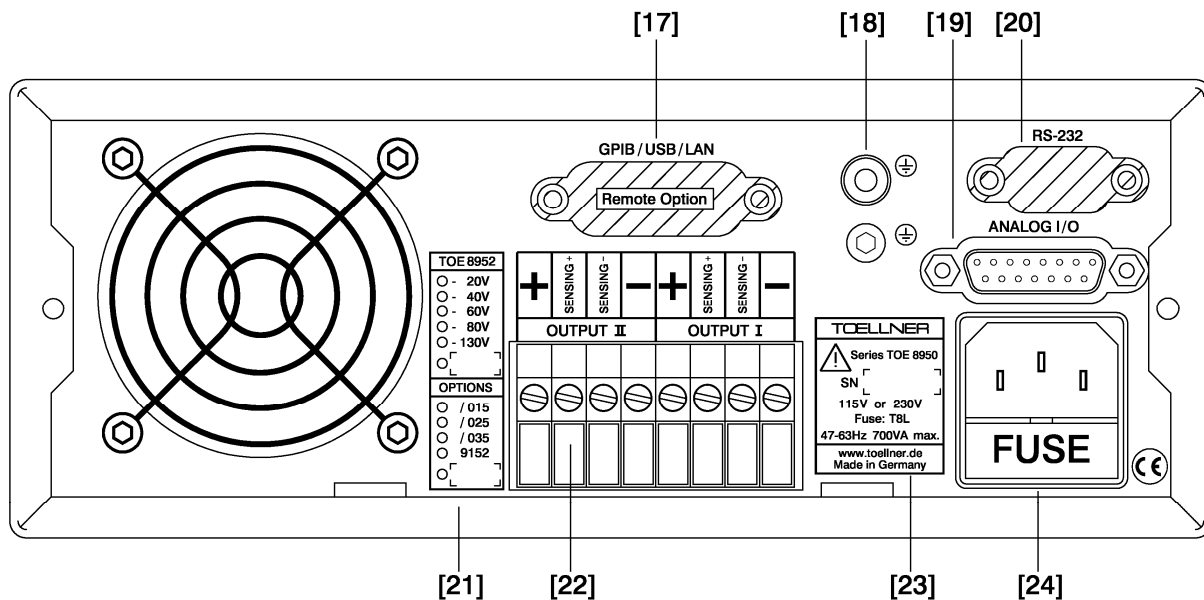
- | | |
|---------------------------------|---|
| [17] Fernsteuerung GPIB/USB/LAN | [21] Geräte-Kennfeld |
| [18] Schutzerde | [22] Rückseitiger Hauptausgang / Sense-Eingänge |
| [19] Analog-Steuerung | [23] Typenschild |
| [20] Fernsteuerung RS-232 | [24] Netzeinbaustecker mit Netzsicherung |

11.2 Doppelnetzgerät TOE 8952



Frontplattenansicht des Doppelnetzgerätes TOE 8952

- | | |
|---|--|
| [1] Netzschalter mit grüner POWER-LED | [9] Hauptausgang ein/aus / Fehlerabfrage |
| [2] LCD-Display | [10] Taste für Bestätigung / Anzeige Setting-Werte / Local-Umschaltung / Menüebenen-Rücksprung |
| [3] Taste für Tastenzweitfunktion | [11] Drehknopf Teil I (NEXT) mit integrierter Cursor-Taste |
| [4] Auswahltaste / Sperrung der Bedienung | [12] Drehknopf Teil II (MODIFY) mit integrierter Cursor-Taste |
| [5] Spannungsmenü | [13] allgemeine LED-Anzeigeelemente |
| [6] Strommenü | [14] frontseitiger Hauptausgang Teil I |
| [7] Auswahl Messmodus / Tracking ein/aus | [15] frontseitiger Hauptausgang Teil II |
| [8] Menü ein/aus / letzter Menüpunkt | [16] ausgangsbezogene LED-Anzeigeelemente |



Rückwandansicht des Doppelnetzgerätes TOE 8952

- | | |
|---------------------------------|---|
| [17] Fernsteuerung GPIB/USB/LAN | [21] Geräte-Kennfeld |
| [18] Schutzterde | [22] Rückseitiger Hauptausgang / Sense-Eingänge |
| [19] Analog-Steuerung | [23] Typenschild |
| [20] Fernsteuerung RS-232 | [24] Netzeinbaustecker mit Netzsicherung |