

Bedienungsanleitung

**Hochspannungsnetzgerät der Geräteklasse
HPS / LPS, 3 kW, 19"/2U-3U**



Allgemeine Hinweise

Es ist untersagt das Gehäuse zu öffnen, um mögliche Schäden vom Benutzer abzuwenden! Im Gerät befinden sich keine vom Benutzer zu wartenden Teile.

Das Gerät darf nur mit angeschlossenem Schutzleiter (PE) betrieben werden!

Wir lehnen jede Haftung für Schäden und deren Folgen, die beim unsachgemäßen Einsatz unserer Geräte entstehen können, ab. Deshalb ist diese Bedienungsanleitung vor der ersten Inbetriebnahme aufmerksam zu lesen!

Für Fehler in dieser Bedienungsanleitung wird keine Haftung übernommen. Alle Rechte und technische Änderungen vorbehalten!

Warnung!



Die Nichtbeachtung der Hinweise im gekennzeichneten Text „Warnung!“ kann zu Tod oder schwerer Körperverletzung führen.

Achtung!

Hinweise im gekennzeichneten Text „Achtung!“ beschreiben Maßnahmen, um mögliche Sachschäden zu vermeiden.

Inhaltsverzeichnis

1	Sicherheitshinweise	7
2	Technische Daten	8
2.1	Gerätekategorie	8
2.2	Gerät	10
2.3	Beschaltung Hochspannungsausgang	12
2.4	Maße	13
3	Gerätebeschreibung	15
4	Anschlussbelegung	16
4.1	Netzanschluss	16
4.2	HV-Anschlüsse	16
4.3	Rückleiteranschluss	16
4.4	USB-Anschluss	16
4.5	IL-Anschluss	16
4.6	CAN-Anschluss	16
4.7	IEEE 488-Anschluss	16
4.8	Ethernet-Anschluss	17
4.9	AIO-Anschluss	17
4.10	SPS-Anschluss	17
5	Manuelle Frontplattenbedienung (optional)	18
5.1	Anzeigen	18
5.2	Menü	19
6	Fernsteuerung über Schnittstelle	20
6.1	Beschreibung der RS-232- / USB-Schnittstelle	20
6.2	Beschreibung der CAN Schnittstelle	27
6.3	Beschreibung der IEEE-488- (GPIB-) Schnittstelle	28
6.4	Beschreibung der Ethernet Schnittstelle	29
6.5	Beschreibung der AIO-Schnittstelle	32
6.6	Beschreibung der SPS-Schnittstelle	34
7	Funktionen	37
7.1	Überwachung	37
7.2	Überschlagsbehandlungsroutine (ARC-Management)	37
7.3	Interlock	38
7.4	LEDs	39
8	SCPI-Befehlssatz mit EDCP	40
8.1	Einleitung	40

8.2	Ausgabeformate für Spannung und Strom	42
8.3	Kanal-Status (Lesezugriff)	44
8.4	Kanal-Event-Status (Lese-/Schreibzugriff)	45
8.5	Modul-Status (Lesezugriff)	46
8.6	Modul-Event-Status (Lese-/Schreibzugriff)	46
9	Weitere Befehlssätze	47
10	Fehlersuche	47
10.1	Fehlerquittierung	47
10.2	Fehlermeldungen auf den LC-Displays	47
10.3	Weitere Fehler	48
11	Wartung	48

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1:	Beschaltung Hochspannungsausgang	12
Abbildung 2.2:	Maßzeichnung, Gerätehöhe 2U	13
Abbildung 2.3:	Maßzeichnung, Gerätehöhe 3U	14
Abbildung 4.1:	Geräterückseite, Gerätehöhe 2U	16
Abbildung 5.1:	Frontplatte mit Drehgeber und Anzeigen (LCD), Gerätehöhe 2U	18
Abbildung 5.2:	Anzeige der Setzwerte	18
Abbildung 5.3:	Anzeige der Messwerte	18
Abbildung 6.1:	Installation USB-Treiber, Dialogfenster 1	21
Abbildung 6.2:	Installation USB-Treiber, Dialogfenster 2	22
Abbildung 6.3:	Installation USB-Treiber, Dialogfenster 3	22
Abbildung 6.4:	Installation USB-Treiber, Dialogfenster 4	23
Abbildung 6.5:	Gerätemanager	23
Abbildung 6.6:	HyperTerminal, Neue Verbindung	24
Abbildung 6.7:	Auswahl serielle Schnittstelle	24
Abbildung 6.8:	Schnittstellenparameter	25
Abbildung 6.9:	ASCII-Konfiguration	25
Abbildung 6.10:	Kommunikation mit dem Gerät	26
Abbildung 6.11:	Ethernet-Konfiguration	29
Abbildung 6.12:	Lantronix-Software DeviceInstaller	29
Abbildung 6.11:	Ausgangsbeschaltung	32
Abbildung 6.14:	Ausgangsbeschaltung	35
Abbildung 7.1:	Überschlagsbehandlungsroutine	37

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Technische Daten, Geräteklasse	8
Tabelle 2.2: Fortsetzung: Technische Daten, Geräteklasse	9
Tabelle 2.3: Technische Daten, HV-Gerät 1 kV / 3 A	10
Tabelle 2.4: Technische Daten, HV-Gerät 2 kV / 1,5 A	10
Tabelle 2.5: Technische Daten, HV-Gerät 4 kV / 0,75 A	11
Tabelle 2.6: Technische Daten, HV-Gerät 8 kV / 0,375 A	11
Tabelle 5.1: Beschreibung der einzelnen Menüpunkte	19
Tabelle 6.1: Beschaltung RS232 Schnittstelle	20
Tabelle 6.2: Anschlussbelegung CAN Schnittstelle	27
Tabelle 6.3: Ethernet Werkseinstellungen	30
Tabelle 6.4: Prinzipieller Ablauf der TCP-Kommunikation zwischen Computer und HV-Gerät	30
Tabelle 6.3: Belegung AIO, D-SUB-9 Stecker	32
Tabelle 6.6: Belegung AIO, D-SUB-9 Stecker, analoge Signale	34
Tabelle 6.7: Belegung DIO, D-SUB-9 Buchse, digitale Signale	34
Tabelle 7.1: Parameter der Übersichtsbehandlungsroutine	38
Tabelle 8.1: SCPI-Befehlssatz mit EDCP	40
Tabelle 8.2: Fortsetzung SCPI-Befehlssatz mit EDCP	41
Tabelle 8.3: Fortsetzung SCPI-Befehlssatz mit EDCP	42
Tabelle 8.4: Ausgabeformat Spannung	42
Tabelle 8.5: Ausgabeformat Strom	42
Tabelle 8.6: Kanal-Status Register	44
Tabelle 8.7: Erläuterung einzelner Bits des Kanal-Status Registers	44
Tabelle 8.8: Kanal-Event-Status Register	45
Tabelle 8.9: Erläuterung einzelner Bits des Kanal-Event-Status Registers	45
Tabelle 8.10: Modul-Status-Register	46
Tabelle 8.11: Erläuterung einzelner Bits des Modul-Status-Registers	46
Tabelle 8.12: Modul-Event-Status Register	46
Tabelle 8.13: Erläuterung einzelner Bits des Modul-Event-Status Registers	46
Tabelle 10.1: Fehlermeldungen auf den LC-Displays	47
Tabelle 10.2: Fehlersuche	48

1 Sicherheitshinweise

Das Hochspannungsnetzteil darf nur durch qualifiziertes Fachpersonal installiert werden.

Die folgenden Hinweise dienen sowohl der persönlichen Sicherheit des Bedienpersonals als auch der Sicherheit des beschriebenen Produktes sowie der daran angeschlossenen Geräte.

Warnung!



Hochspannungsversorgungen der Geräteklasse HPS / LPS, 3 kW, 19"/2U-3U werden von einer einphasigen Netzspannung versorgt und erzeugen eine Ausgangsspannung bis zu 8 kV. Die Nichtbeachtung dieser Spannungsverhältnisse kann Tod, schwere Körperverletzung und / oder Sachschaden verursachen.

Vor dem Anschluss an das örtliche Netz ist zu klären, ob die Nenneingangsspannung des Gerätes mit der Netzspannung übereinstimmt.

Das Gerät ist mit einer Zuleitungssicherung mit mindestens 20 A träge abzusichern.

Die Schutzleiterverbindungen müssen nach der Montage auf einwandfreie Funktion geprüft werden.

Das mitgelieferte Hochspannungskabel ist fachmännisch an den Verbraucher anzuschließen und der Anschluss mit der entsprechenden Spannungsfestigkeit zu isolieren.

Der Schirm des Hochspannungsausganges ist immer mit dem Gehäuse verbunden und kann als Rückleiter genutzt werden, wenn die werksseitig installierte Kurzschlussbrücke zwischen den Anschlüssen „0V“ und „X“ montiert ist.

Ist diese Kurzschlussbrücke nicht installiert, ist als Rückleiter ein zusätzlicher Leiter mit einem Querschnitt von mindestens 1,5 mm² zu benutzen. Dieser wird mit dem Anschluss „0V“ verbunden. Der Anschluss „0V“-Anschluss kann eine auf Schutzleiterpotential bezogene Spannung von bis zu ± 200 V annehmen.

Warnung!



Der Anwender muss dafür Sorge tragen, dass von dem Potentialunterschied zwischen Rückleiter und Schutzleiter keine Gefährdung ausgeht!

Bei Spannungen von $> |200|$ V zwischen Rückleiter und Schutzleiter werden diese Anschlüsse über eine elektronische Schutzschaltung kurzgeschlossen, um Schäden am Gerät zu verhindern.

Ein Luftdurchsatz von 180 m³/h muss durch die Einbaulage gewährleistet werden. Die Luftein- und -austrittsöffnungen dürfen nicht abgedeckt oder verbaut werden.

Das Gerät kann mit einer Umgebungstemperatur von 0°C bis 50°C betrieben werden.

Warnung!



Bei einer Umgebungstemperatur größer als 35°C können die Temperaturen des Hauptschalters und der Frontplatte 45°C überschreiten!

Warnung!



Es ist untersagt das Gehäuse zu öffnen, um mögliche Schäden vom Benutzer abzuwenden! Bevor Arbeiten am Verbraucher und am Hochspannungsausgang des Gerätes vorgenommen werden, muss dieser mit einer geeigneten Erdungseinrichtung geerdet werden.

2 Technische Daten

2.1 Geräteklasse

Tabelle 2.1: Technische Daten, Geräteklasse

Geräteklasse HPS / LPS, 3 kW, 19"/2U-3U					
Ausgangsspannung V _{nom} [kV]		1	2	4	8
Ausgangsstrom I _{nom} [A]		3	1,5	0,75	0,375
Ausgangsleistung P _{nom} [kW]		3			
Wirkungsgrad		> 92% (P _{nom})			
Restwelligkeit		Spannungsregelung: Δv < 0,5% * V _{nom} ¹⁾ Stromregelung: Δi < 1% * I _{nom} ¹⁾			
Stabilität		Δv < 0,1% * V _{nom} (für 8 h unter konstanten Bedingungen, nach einer ½ h Erwärmung)			
Spannungsregelung		Δv < 0,1% * V _{nom} (Δv _{IN} , 0 ≤ I _{OUT} ≤ I _{nom})			
Stromregelung		Δi < 0,1 % * I _{nom} (Δv _{IN} und Kurzschluss ≤ R _L < Leerlauf)			
Genauigkeit		Spannung: < 1% * V _{nom} Strom: < 1% * I _{nom}		für ein Jahr für ein Jahr	
Temperaturkoeffizient		<2 * 10 ⁻⁴ /K ¹⁾			
Steuerung (Lokal)		optional Frontplattenbedienung über Drehgeber mit Anzeigen (LCD)			
Fernsteuerung (alle Schnittstellen sind galvanisch getrennt)	AIO	analoge + digitale Signale (AIO)			
	USB	mittels USB Interface			
	SPS	optional, Trennung von analogen (AIO) und digitalen (DIO) Signalen ²⁾			
	RS232	optional mittels RS232 Interface ²⁾			
	CAN	optional mittels CAN Interface ²⁾			
	IEEE	optional mittels IEEE Interface ²⁾			
	Ethernet	optional mittels Ethernet Interface ²⁾			
Versorgung		V _{IN} = 190 V - 264 V – AC / I _{IN} < 20 A Netzfrequenz 47 Hz < f < 63 Hz intern abgesichert mit einem „circuit-breaker“ 2 x 20 A mit einer schnellen Charakteristik Einschaltstromspitze intern auf max. 20 A begrenzt			
Kühlung		Zwangskühlung: stufenlos mit eingebautem Ventilator (≤ 180 m³/h)			
Überwachungen		ARC, Netzspannung, Spannungsversorgung, Überspannung, Temperatur, Interlock			
Parametrierbare Überschlagsbehandlungsroutine (ARC-Management)		ARC-Wait, ARC-Number, ARC-Time, ARC-Ramp-Time			
ARC-Strombegrenzung (ACL)		optional, Begrenzung des Ausgangsstromes während eines ARC auf kleiner 5 A, nur bei einer Ausgangsspannung von 8 kV erhältlich ¹⁾			
Betriebsbedingungen		Temperatur: 0°C bis 50 °C Luftfeuchtigkeit: 30% bis 80%, nicht kondensierend			
Lagertemperatur		-25°C bis 80°C			

Tabelle 2.2: Fortsetzung: Technische Daten, Geräteklasse

Geräteklasse HPS / LPS, 3 kW, 19"/2U-3U		
Elektromagnetische Verträglichkeit	Störaussendung	EN 55011 Grenzwertkurve B
	Störfestigkeit	EN 61000 4-2 EN 61000 4-3 EN 61000 4-4 EN 61000 4-8
Sicherheitsstandard		EN 61010-1 (VDE 0411)
Baureihe LPS		Sehr geringes Überspringen der Ausgangsspannung
Anzahl der HV-Ausgänge		serienmäßig 1 HV Ausgang optional 2 HV-Ausgänge, nur bei einer Ausgangsspannung von 8 kV erhältlich ¹⁾
Strommessung zweier HV-Ausgänge (2HC)		optional, 2 HV-Ausgänge mit zusätzlicher Strommessung beider HV-Ausgänge nur bei einer Ausgangsspannung von 8 kV erhältlich ¹⁾
Potentialfreier Rückleiter der Hochspannung		Potentialunterschied zwischen Rückleiter und Schutzleiter bis zu $\pm 200 \text{ V}$ ¹⁾

¹⁾ andere Werte auf Anfrage

²⁾ nicht alle Schnittstellen sind miteinander kombinierbar

2.2 Gerät

Tabelle 2.3: Technische Daten, HV-Gerät 1 kV / 3 A

HV-Gerät 19"/2U, 1 kV / 3 A HP10308x			
Ausgangsspannung V_{nom} [kV]		1	
Ausgangsstrom I_{nom} [A]		3	
Polarität		X, n → negativ oder p → positiv	
Fernsteuerung	AIO	Analoge (AIO) Signale	Pegel 0 V – 5 V
		Digitale (DIO) Signale	Pegel low 0 V – 4 V Pegel high 8 V – 15 V oder offen
	USB	mittels USB Interface	
HV-Anschluss		SHV	
Abmessungen		2U – 19" kompatibel / Einbautiefe: 410 mm	
Gewicht [kg]		ca. 12	
Ausgangskapazität [μ F], C_O (Abbildung 2.1)		8	
Dämpfungswiderstand [Ω], R_D (Abbildung 2.1)		1,5	
Spannungsrampe [kV/s]		10, (Auslieferungszustand 0,2)	
Stromrampe [A/s]		300	

Tabelle 2.4: Technische Daten, HV-Gerät 2 kV / 1,5 A

HV-Gerät 19"/2U, 2 kV / 1,5 A HP20158x			
Ausgangsspannung V_{nom} [kV]		2	
Ausgangsstrom I_{nom} [A]		1,5	
Polarität		x, n → negativ oder p → positiv	
Fernsteuerung	AIO	Analoge (AIO) Signale	Pegel 0 V – 5 V
		Digitale (DIO) Signale	Pegel low 0 V – 4 V Pegel high 8 V – 15 V oder offen
	USB	Mittels USB Interface	
HV-Anschluss		SHV	
Abmessungen		2U – 19" kompatibel / Einbautiefe: 410 mm	
Gewicht [kg]		ca. 12	
Ausgangskapazität [μ F], C_O (Abbildung 2.1)		2	
Dämpfungswiderstand [Ω], R_D (Abbildung 2.1)		3,75	
Spannungsrampe [kV/s]		20, (Auslieferungszustand 0,4)	
Stromrampe [A/s]		150	

Tabelle 2.5: Technische Daten, HV-Gerät 4 kV / 0,75 A

HV-Gerät 19"/2U, 4 kV / 0,75 A HP40757x			
Ausgangsspannung V_{nom} [kV]		4	
Ausgangsstrom I_{nom} [A]		0,75	
Polarität		x, n → negativ oder p → positiv	
Fernsteuerung	AIO	Analoge (AIO) Signale	Pegel 0 V – 5 V
		Digitale (DIO) Signale	Pegel low 0 V – 4 V Pegel high 8 V – 15 V oder offen
	USB	mittels USB Interface	
HV-Anschluss		SHV	
Abmessungen		2U – 19" kompatibel / Einbautiefe: 410 mm	
Gewicht [kg]		ca. 12	
Ausgangskapazität [μ F], C_o (Abbildung 2.1)		0,5	
Dämpfungswiderstand [Ω], R_o (Abbildung 2.1)		15	
Spannungsrampe [kV/s]		40, (Auslieferungszustand 0,8)	
Stromrampe [A/s]		75	

Tabelle 2.6: Technische Daten, HV-Gerät 8 kV / 0,375 A

HV-Gerät 19"/3U, 8 kV / 0,375 A HP80387x			
Ausgangsspannung V_{nom} [kV]		8	
Ausgangsstrom I_{nom} [A]		0,375	
Polarität		x, n → negativ oder p → positiv	
Fernsteuerung	AIO	Analoge (AIO) Signale	Pegel 0 V – 5 V
		Digitale (DIO) Signale	Pegel low 0 V – 4 V Pegel high 8 V – 15 V oder offen
	USB	mittels USB Interface	
HV-Anschluss		LEMO Apparatedose: PSA.3S.410.CTAC62	
Abmessungen		3U – 19" kompatibel / Einbautiefe: 410 mm	
Gewicht [kg]		ca. 15	
Ausgangskapazität [μ F], C_o (Abbildung 2.1)		0,1	
Dämpfungswiderstand [Ω], R_o (Abbildung 2.1)		50	
Spannungsrampe [kV/s]		80, (Auslieferungszustand 2)	
Stromrampe [A/s]		37.5	

2.3 Beschaltung Hochspannungsausgang

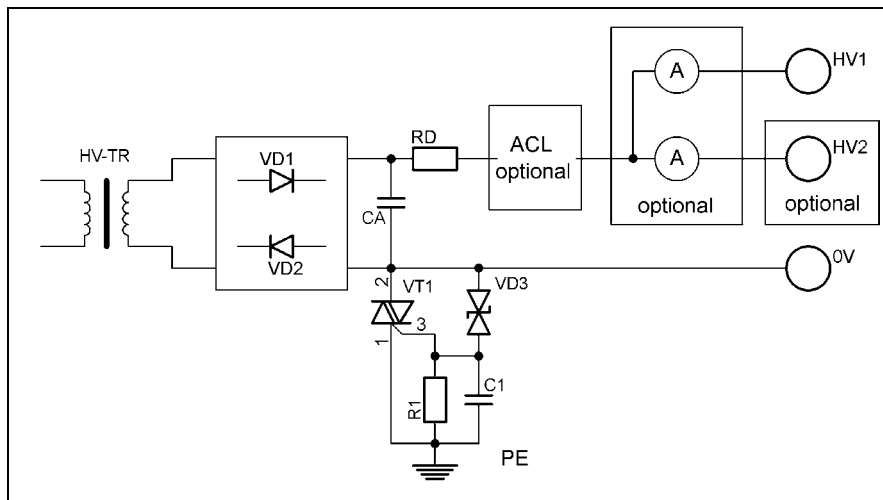


Abbildung 2.1: Beschaltung Hochspannungsausgang

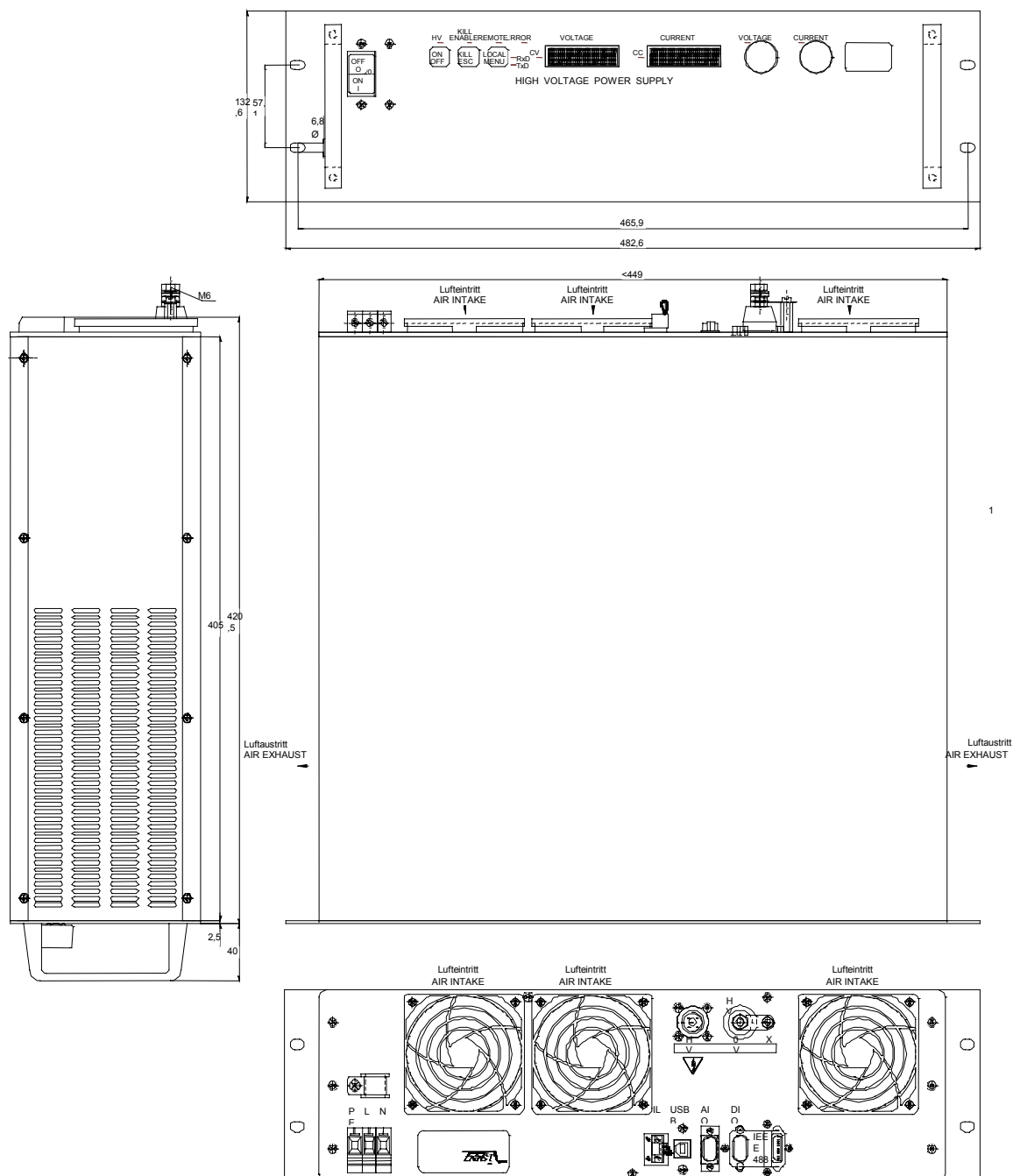


Abbildung 2.3: Maßzeichnung, Gerätehöhe 3U

3 Gerätebeschreibung

Hochspannungsversorgungen der Geräteklasse HPS / LPS, 3 kW, 19"/2U-3U werden von einer einphasigen Netzspannung versorgt und erzeugen eine Ausgangsspannung von bis zu 8 kV sowie einen Ausgangsstrom von bis zu 3 A.

Das Gerät wird über:

- einen D-Sub-9 Steckverbinder mit analogen und digitalen Signalen (zwei D-Sub-9 Steckverbinder bei der optional erhältlichen SPS-Schnittstelle),
- den digitalen Schnittstellen oder
- die Frontplatte mit Drehgebern und Anzeigen (optional)

gesteuert und überwacht. Über den INHIBIT-Eingang kann die HV Erzeugung gesperrt werden.

Die vereinfachte Funktionsweise des Gerätes wird im Folgenden beschrieben.

Unmittelbar an der Netzanschlussleitung ist intern ein Netzfilter angeordnet. Zwei einphasige Leistungsrelais trennen das Netzfilter vom netzfreundlichen Gleichrichter mit Leistungsfaktorkorrektur (PFC) bzw. der Einschaltstrombegrenzung.

Die von der PFC erzeugte Zwischenkreisspannung wird durch eine Elektrolytkondensatorbatterie gestützt und mit Hilfe eines Wechselrichters mit angeschlossenem Resonanzkreis in eine sinusförmige, steuerbare Wechselspannung gewandelt. Mit Hilfe des HV-Transformators und den an diesen angeschlossenen Gleichrichtern wird entsprechend der externen Sollwertspannung eine Ausgangsspannung bereit gestellt. Über zwei Präzisionsspannungsteiler und einen Shunt wird die Ausgangsspannung und der Ausgangsstrom gemessen und der Steuereinheit zugeführt. Ein an die Ausgangskondensatoren angeschlossener Dämpfungswiderstand begrenzt den Ausgangsstrom während eines Lastwechsels oder eines ARCs.

Das Gerät arbeitet mit einer in Abhängigkeit des Arbeitspunktes sich selbst einstellenden Schaltfrequenz, wobei die Ausgangsparameter mit Hilfe einer Pulsweitenmodulation (PWM) geregelt werden. Diese Steuerungstechnologie garantiert ein nahezu verlustfreies Schalten der Leistungshalbleiter.

Eine Steuereinheit steuert die Ausgangsspannung und den Ausgangsstrom entsprechend der externen Setzwertspannungen und begrenzt Ausgangsstrom und Ausgangsspannung auf die vorgegebenen Werte. Für die externe Verarbeitung werden normierte Monitorsignale von Strom und Spannung bereitgestellt. Die Steuerschaltung überwacht außerdem die Netzeingangs- und Versorgungsspannungen sowie die Temperaturen der Zuluft und einzelner Baugruppen.

Mit Hilfe eines an der Frontplatte installierten „circuit breaker“ (Netzschalter mit integrierter Sicherung) werden die Geräte ein- bzw. ausgeschaltet.

Die zwei einphasigen Leistungsrelais werden mit Hilfe einer Sicherheitsschleife gesteuert.

Sechs an der Frontplatte installierte LEDs visualisieren verschiedene Betriebszustände. Die Geräte verfügen über eine Überschlagsbehandlungsroutine (ARC-Management), deren Parameter mit Hilfe der digitalen Schnittstellen sowie der Frontplatte angepasst werden können.

4 Anschlussbelegung

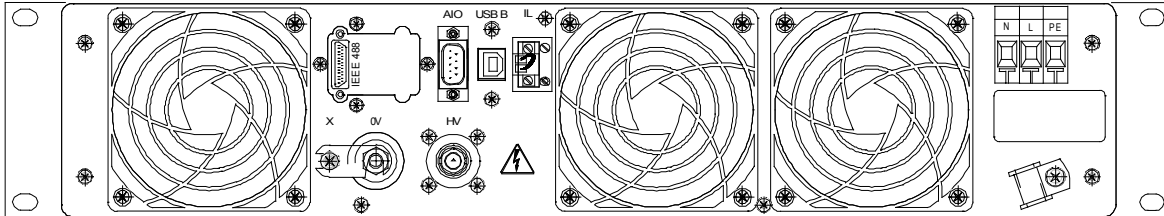


Abbildung 4.1: Geräterückseite, Gerätehöhe 2U

4.1 Netzanschluss

Die Verbindung des Gerätes mit dem Netz geschieht mit Hilfe der 3 Schraubklemmen an der Rückseite des Gerätes (maximaler Anschlussquerschnitt 6 mm²), die mit „N“, „L“ sowie „PE“ gekennzeichnet sind. Das Netzanschlusskabel ist mit der installierten Zugentlastung zu sichern.

4.2 HV-Anschlüsse

Warnung!



Bevor Arbeiten an den Hochspannungsausgängen des Gerätes vorgenommen werden, müssen diese mit einer geeigneten Erdungseinrichtung geerdet werden.

Auf der Rückseite des Gerätes befinden sich bis zu zwei HV-Anschlüsse. Die im Lieferumfang enthaltenen HV-Kabel sind fachmännisch an den Verbraucher anzuschließen und der Anschluss mit der entsprechenden Spannungsfestigkeit zu isolieren.

4.3 Rückleiteranschluss

Der Schirm des Hochspannungsausganges ist immer mit dem Gehäuse verbunden und kann als Rückleiter genutzt werden, wenn die werksseitig installierte Kurzschlussbrücke zwischen den Anschlüssen „0V“ und „X“ montiert ist.

Ist diese Kurzschlussbrücke nicht installiert, ist als Rückleiter ein zusätzlicher Leiter mit einem Querschnitt von mindestens 1,5 mm² zu benutzen. Dieser wird mit dem Anschluss „0V“ verbunden. Der Anschluss „0V“-Anschluss kann eine auf Schutzleiterpotential bezogene Spannung von bis zu ± 200 V annehmen.

Achtung: Der Anwender muss dafür Sorge tragen, dass von den Potentialunterschieden zwischen „0 V“ und „X“ keine Gefährdung ausgeht!

Bei Potentialdifferenzen von $> |200|$ V zwischen „0 V“ und „X“ werden diese Anschlüsse über eine elektronische Schutzschaltung kurzgeschlossen um Schäden am Gerät zu verhindern.

4.4 USB-Anschluss

siehe Abschnitt 6.1 Beschreibung der RS-232- / USB-Schnittstelle

4.5 IL-Anschluss

siehe Abschnitt 7.3 Interlock

4.6 CAN-Anschluss

siehe Abschnitt 6.2 Beschreibung der CAN Schnittstelle

4.7 IEEE 488-Anschluss

siehe Abschnitt 6.3 Beschreibung der IEEE-488- (GPIB-) Schnittstelle

4.8 Ethernet-Anschluss

siehe Abschnitt 6.4 Beschreibung der Ethernet Schnittstelle

4.9 AIO-Anschluss

siehe Abschnitt 6.5 Beschreibung der AIO-Schnittstelle

4.10 SPS-Anschluss

siehe Abschnitt 6.4 Beschreibung der SPS-Schnittstelle

5 Manuelle Frontplattenbedienung (optional)

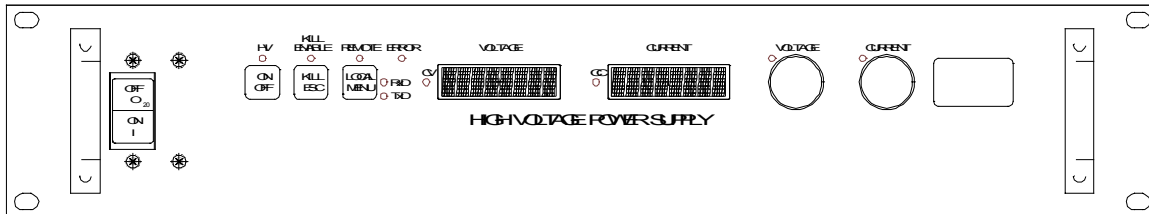


Abbildung 5.1: Frontplatte mit Drehgeber und Anzeigen (LCD), Gerätehöhe 2U

Nach Betätigung des Netzschalters startet das Gerät. Während des Startvorganges initialisiert das Gerät die eingebaute Hardware. Nach dem Start ist die Betriebsart „LOCAL“.

In der Betriebsart „LOCAL“ können die Setzwerte für Ausgangsspannung bzw. -strom über die Drehgeber VOLTAGE für V_{SET} bzw. CURRENT für I_{SET} auf der Frontplatte manuell eingestellt werden.

Die Erzeugung der Hochspannung beginnt mit der Betätigung der Taste „ON/OFF“. Bei eingeschalteter Hochspannung leuchtet die grüne LED „HV“.

Warnung!



Die mit den Drehgebern vorgewählte Hochspannung wird mit der voreingestellten Änderungsgeschwindigkeit (Spannungsrampe) am Hochspannungsausgang erzeugt! Werksseitig sind $0,2 V_{NOM}$ pro Sekunde eingestellt.

Abgeschaltet wird die Hochspannungserzeugung durch erneutes Betätigen der Taste „ON/OFF“, die grüne LED „HV“ verlischt. Die Hochspannung wird mit der eingestellten Rampe heruntergefahren.

5.1 Anzeigen

Das Gerät besitzt zwei achtstellige Anzeigen für Spannung und Strom sowie zur Menüsteuerung.

Im Zustand „HV-OFF“ werden immer die Setzwerte angezeigt, so dass eine Veränderung mit den Drehgebern VOLTAGE und CURRENT sofort auf dem Display sichtbar ist. Die zuletzt eingestellten Setzwerte werden im EEPROM des Prozessors abgelegt und beim nächsten Einschalten wieder geladen.

Während der Anzeige der Setzwerte für Spannung und Strom blinkt am linken Rand der Anzeigen ‚s‘:

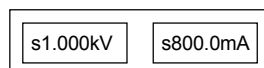


Abbildung 5.2: Anzeige der Setzwerte

Im Zustand „HV-ON“ werden dagegen die gemessenen Werte von Spannung und Strom angezeigt:

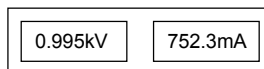


Abbildung 5.3: Anzeige der Messwerte

Durch Druck auf den Drehgeber VOLTAGE bzw. CURRENT kann jedoch kurzzeitig auf Anzeige der Setzwerte umgestellt werden, um ein genaues Einstellen von Spannung oder Strom zu ermöglichen.

Werden die Setzwerte nicht verändert, schaltet das Gerät nach vier Sekunden wieder auf die Anzeige der Messwerte um. Durch erneuten Druck auf den entsprechenden Drehgeber kann diese Wartezeit umgangen werden.

Beim Abschalten der Hochspannung zeigt das Gerät die Messwerte an, bis der Rampenvorgang abgeschlossen ist. Vier Sekunden nach Abschluss der Rampe und bei einer gemessenen Spannung kleiner als 60 V schaltet es wieder auf Anzeige der Setzwerte zurück.

5.2 Menü

Im Zustand „HV-OFF“ gelangt man durch Betätigung der Taste MENU in das Menü des Gerätes.

Wird im Menü keine Taste betätigt, schaltet die Anzeige nach ca. 30 Sekunden wieder in den Zustand „HV-OFF“ zurück. Durch Betätigen der Taste ESC kann das Menü ohne Änderung der voreingestellten Werte verlassen werden.

Das Menü kann durch Drehen des Drehgebers VOLTAGE durchblättert werden. Durch Druck auf den Drehgeber VOLTAGE wird der dargestellte Menüpunkt ausgewählt. Über den entsprechend aktiven Drehgeber (gekennzeichnet durch gelbe LED) kann die Einstellung geändert werden. Durch Druck auf den aktiven Drehgeber wird die Änderung übernommen und wieder das Hauptmenü angezeigt.

Tabelle 5.1: Beschreibung der einzelnen Menüpunkte

Display	Beschreibung
F01 Set Limit V	Setzen Software-Spannungslimit V_{OUTmax} mit Drehgeber VOLTAGE. V_{SET} wird auf diesen Wert begrenzt.
F02 Set Limit I	Setzen Software-Stromlimit I_{OUTmax} mit Drehgeber CURRENT. I_{SET} wird auf diesen Wert begrenzt.
F03 Set Ramp V	Setzen Anstiegsgeschwindigkeit der Spannung mit Drehgeber VOLTAGE (1...max. Spannungsrampe kV/s).
F04 Set Ramp I	Setzen Anstiegsgeschwindigkeit des Stromes mit Drehgeber CURRENT (0,01...max. Stromrampe A/s)
F05 Auto Start	Automatische HV-Erzeugung mit Power-On, nicht verfügbar
F06 Auto AIO	Nicht verfügbar
F07 Set Interface	Auswahl externe Schnittstelle mit Drehgeber VOLTAGE: "CAN" Fernsteuerung über CAN-Schnittstelle "RS-232" Fernsteuerung über RS-232-Schnittstelle "USB" Fernsteuerung über USB-Schnittstelle "IEEE-488" Fernsteuerung über IEEE (GPIB)-Schnittstelle "Ethernet" Fernsteuerung über Ethernet-Schnittstelle "AIO" Fernsteuerung über Analog I/O
F08 Set Instruct	Auswahl Befehlssatz für RS-232/USB/IEEE-488/Ethernet mit Drehgeber VOLTAGE: "EDCP" Steuerung mit dem neuen SCPI-Befehlssatz mit EDCP "SCPI" Steuerung mit dem Befehlssatz SCPI alt "ET" Steuerung mit dem Befehlssatz ET
F09 Addr IEEE	Auswahl IEEE-Bus-Adresse mit Drehgeber VOLTAGE: 01 bis 30
F10 Addr CAN	Auswahl CAN-Bus-Adresse mit Drehgeber VOLTAGE: 00 bis 63
F11 Set Echo	Auswahl Echo ein/aus für RS-232/USB mit Drehgeber VOLTAGE: "on" $\Rightarrow$ "off" $\Rightarrow$ "on"
F12 Set ARC Cont	Auswahl Überschlagsbehandlungsroutine ein/aus mit Drehgeber VOLTAGE (Abschnitt 7.2)
F13 Set ARC Num	Setzen Anzahl zulässiger Überschläge (Abschnitt 7.2)
F14 Set ARC Time	Setzen Zeit innerhalb die zulässigen Überschläge akzeptiert werden (Abschnitt 7.2).
F15 Set ARC Wait	Setzen Austastzeit innerhalb welcher die Ansteuerimpulse des Wechselrichters gesperrt werden (Abschnitt 7.2).
F16 Set ARC Ramp	Setzen Anstiegsgeschwindigkeit Spannung nach einem Überschlag mit Drehgeber VOLTAGE (1...max. Spannungsrampe kV/s), (Abschnitt 7.2).
F17 Set Password	Menüzugang mittels vierstelliger Zahlenfolge sperren. „0000“ deaktiviert die Passwort-Funktion, jede andere Zahlenfolge aktiviert sie. Die Stellen des Passworts müssen einzeln mit dem Drehgeber VOLTAGE eingegeben werden. Mit Druck auf den Drehgeber VOLTAGE wird die nächste Stelle zur Eingabe ausgewählt.
F18 Show Power	Auswahl Anzeige der gemessenen Leistung anstelle des gemessenen Stromes ein/aus
F19 Quit Menu	Mit Druck auf den Drehgeber VOLTAGE wird das Menü verlassen

6 Fernsteuerung über Schnittstelle

Gerät ohne manuelle Frontplattenbedienung

Bei dem vorliegenden Gerät sind nach dem Einschalten des Gerätes alle installierten Schnittstellen aktiv. Wenn das Gerät einen gültigen Befehl über eine Schnittstelle (z. B. USB) empfängt, geht das Gerät in den Zustand „REMOTE“ und die anderen Schnittstellen werden deaktiviert. Über den SCPI-Befehl :CONFIGURE:INTERFACE LOCAL schaltet das Gerät in den Zustand „LOCAL“ zurück, wodurch wieder alle Schnittstellen aktiv werden.

Gerät mit manueller Frontplattenbedienung (optional)

Zur Fernsteuerung des Gerätes muss im Menü „F07 Set Interface“ zunächst die gewünschte Schnittstelle (CAN, RS-232, USB, IEEE-488, Ethernet) ausgewählt werden. Beim ersten Empfang von Befehlen von der eingestellten Schnittstelle schaltet das Gerät in den Zustand „REMOTE“. Dabei leuchtet die gelbe LED „REMOTE“.

Durch betätigen der Taste „LOCAL“ wird die Fernsteuerung unterbrochen. Das Gerät kann dann an der Frontplatte bedient werden. Bei Empfang neuer Befehle über das Interface schaltet das Gerät wieder in den Zustand „REMOTE“.

Wird das Gerät über Fernsteuerung in den Zustand „HV ON“ gebracht, kann durch drücken der Taste „ON/OFF“ die Hochspannung abgeschaltet werden. Das Gerät geht auch dabei in den Zustand „LOCAL“ über.

Warnung!



Wird die Bedienung an der Frontplatte gesperrt (Local Lockout, s. Common-Befehlssatz, Abschnitt 8.1) kann das Gerät nur noch über den Netzschalter abgeschaltet werden!

6.1 Beschreibung der RS-232- / USB-Schnittstelle

Warnung!

Vor dem An- oder Abstecken des Schnittstellenkabels ist das Gerät über den Netzschalter auszuschalten.

Achtung!

Bei Geräten, die mit RS-232 und USB-Schnittstelle ausgerüstet sind, darf nur eines der Kabel (RS-232 oder USB) angeschlossen sein.

RS-232

Die RS-232-Schnittstelle befindet sich auf einer D-SUB-9-Buchse auf der Geräterückseite.

Die elektrische Übertragung erfolgt potentialgetrennt mittels der Signale RxD und TxD bezogen auf GND. Die Belegung des Steckverbinders ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

An der HV-Versorgung ist eine D-SUB-9 Buchse angebracht, so dass als Verbindungskabel eine 1:1-Verlängerung verwendet werden kann (kein Nullmodem-Kabel!). Steht kein 9-poliges Kabel zur Verfügung, ist die in der Tabelle 6.1 angegebene Beschaltung der Steuersignale am PC vorzunehmen.

Tabelle 6.1: Beschaltung RS232 Schnittstelle

Signal	HV-Versorgung		PC	PC	Verbindung
RS-232	D-SUB-9	Intern	D-SUB-9	D-SUB-25	3-pol. Kabel
RxD	2		2	3	
TxD	3		3	2	
GND	5		5	7	
	4	└┐	4	20	└┐
	6	└┐	6	6	└┐
	8	└┐	8	5	└┐

USB

Die USB-Schnittstelle wird über eine USB-B-Buchse auf der Geräterückseite herausgeführt. Intern wird die USB-Schnittstelle über einen USB-Seriell-Schaltkreis vom Typ FTDI FT232R realisiert. Im PC stellt sich dieser als virtuelle serielle Schnittstelle (COM-Port) dar. Die Steuerung des Gerätes ist daher mit allen Programmen möglich, die eine serielle Schnittstelle unterstützen, z. B. ein Terminalprogramm oder LabVIEW.

Programmierung

Die folgende Beschreibung gilt gleichermaßen für RS-232- und USB-Schnittstelle.

Die Parameter der (virtuellen) seriellen Schnittstelle lauten: 9600 Bit/s, 8 Daten-Bit, keine Parität, 1 Stop-Bit. Sobald das Gerät Befehle von der Schnittstelle empfängt, geht es in den Zustand „REMOTE“ über.

Der Datenaustausch erfolgt zeichenorientiert, wobei die Synchronisation der Richtung „Computer zur HV-Versorgung“ (Eingaberichtung) mittels Echo erfolgt. Die Übertragung „HV-Versorgung zum Computer“ (Ausgaberichtung) ist freilaufend.

Das byteweise Echo kann am Gerät über das Menü „F11 Set Echo“ oder über den SCPI-Befehl :CONFIGURE:SERIAL:ECHO abgeschaltet werden. Diese Einstellung bleibt permanent erhalten. Auslieferungszustand ab Werk ist „Echo ein“.

Die Übertragung der Befehle erfolgt im ASCII-Zeichensatz. Das Befehlende wird mit der Zeichenfolge <CR><LF> (\$0D \$0A bzw. 13 10) gebildet.

Zwischen zwei Befehlen ist eine Wartezeit von mindestens 20 ms einzuhalten.

Installation des USB-Treibers unter Windows

Es wird der VCP-Treiber (Virtual COM Port) von FTDI verwendet, der für Windows unter:

<http://www.iseg-hv.com> → Download → Software → USB driver for THQ/EHQ/HPS

heruntergeladen werden kann.

Zur Installation des Treibers sind folgende Schritte nötig:

1. Entpacken des FTDI-Treibers „CDM 2.04.16 WHQL Certified.zip“, z. B. nach C:\Temp\
2. Anstecken des HV-Gerätes an den Rechner über USB
3. Es erscheint der Assistent zur Installation neuer Hardware.
4. Wählen Sie im ersten Dialog „Nein, diesmal nicht“ und dann weiter:

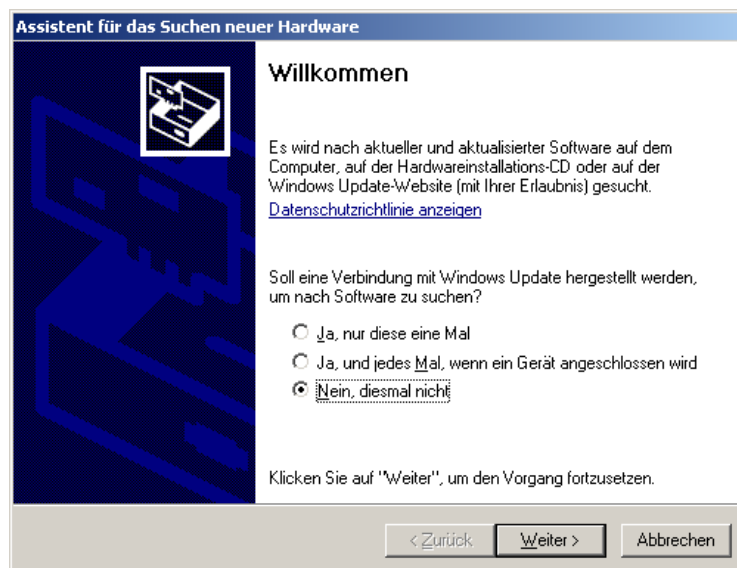


Abbildung 6.1: Installation USB-Treiber, Dialogfenster 1

5. Wählen Sie im nächsten Dialog „Software von einer Liste oder bestimmten Quelle installieren“ und dann Weiter:

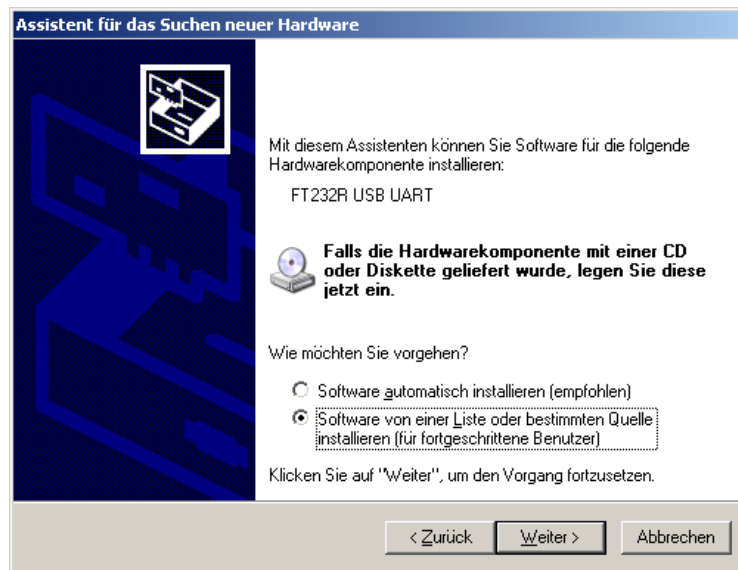


Abbildung 6.2: Installation USB-Treiber, Dialogfenster 2

6. Wählen Sie das Verzeichnis aus, in das Sie den Treiber entpackt haben und dann Weiter:

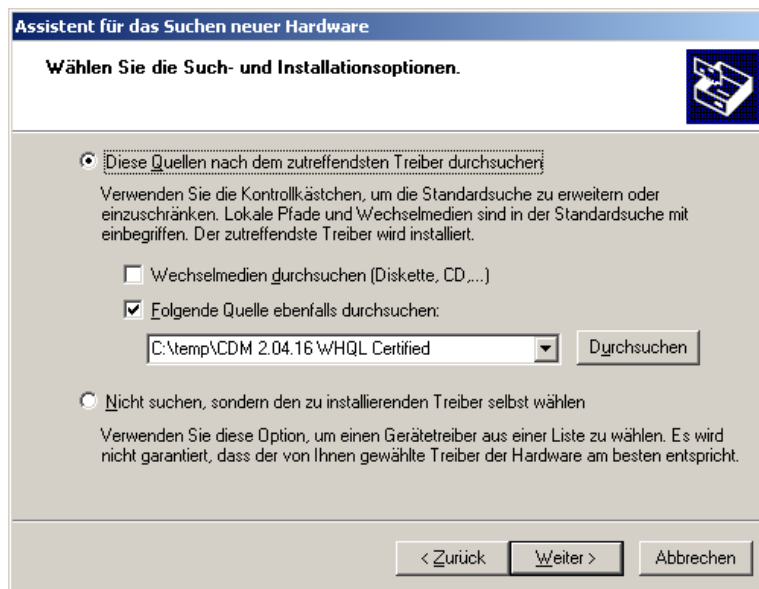


Abbildung 6.3: Installation USB-Treiber, Dialogfenster 3

7. Nach einem kurzen Kopiervorgang erscheint die Erfolgsmeldung:

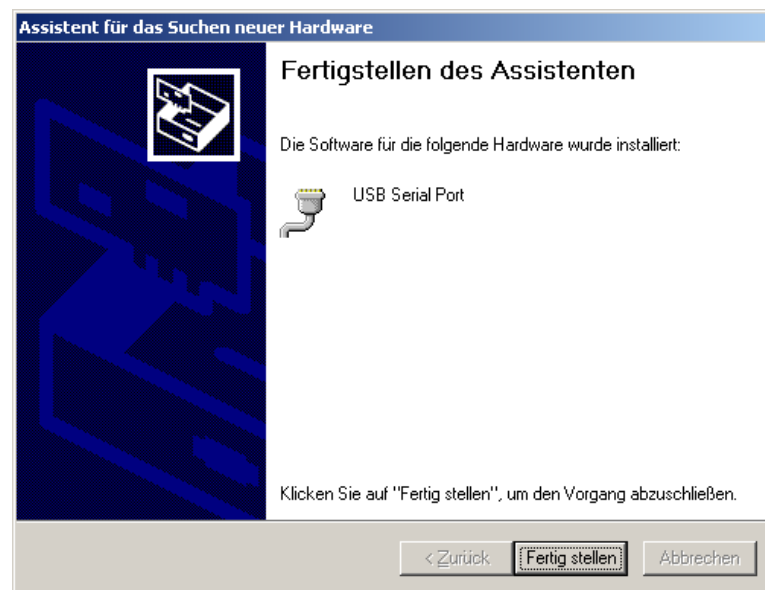


Abbildung 6.4: Installation USB-Treiber, Dialogfenster 4

Es kann eventuell nötig sein, die Schritte 3 bis 6 ein zweites Mal durchzuführen, bevor das Gerät verwendet werden kann. Dies ist aber nur bei der ersten Installation notwendig.

Test der RS-232-/USB-Schnittstelle unter Windows

Feststellen der seriellen USB-Schnittstelle mit dem Geräte-Manager

Starten des Geräte-managers über:

Start → Einstellungen → Systemsteuerung → System → Geräte-Manager

Die HV-Geräte mit USB-Schnittstelle bekommen unter „Anschlüsse (COM und LPT)“ einen USB-Serial-Port zugewiesen, in diesem Fall COM4:

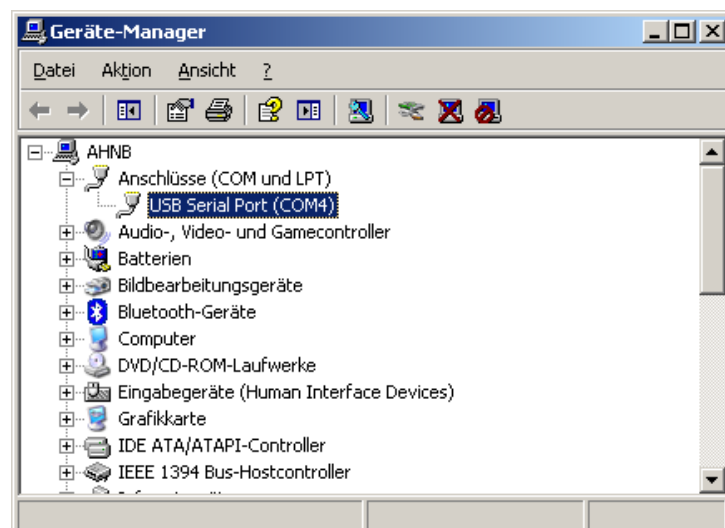


Abbildung 6.5: Geräte-Manager

Test mit HyperTerminal

Bei Geräten mit Frontplattenbedienung muss das Gerät zur Fernsteuerung über RS-232/USB im Menü F09 auf RS-232 bzw. USB gestellt werden.

Das Programm HyperTerminal ist bei Windows XP enthalten und wird über

Start → Programme → Zubehör → Kommunikation → HyperTerminal

gestartet.

Über das Menü „Datei → neue Verbindung“ einen Namen für die Verbindung vergeben (z. B. „HPS“) und mit OK bestätigen.



Abbildung 6.6: HyperTerminal, Neue Verbindung

Es erscheint folgendes Dialogfeld zur Auswahl der seriellen Schnittstelle. Die zugewiesene Schnittstelle, hier COM4, lässt sich über den Geräte-Manager herausfinden (siehe oben):



Abbildung 6.7: Auswahl serielle Schnittstelle

Es erscheint dieses Dialogfeld zur Eingabe der Schnittstellenparameter:

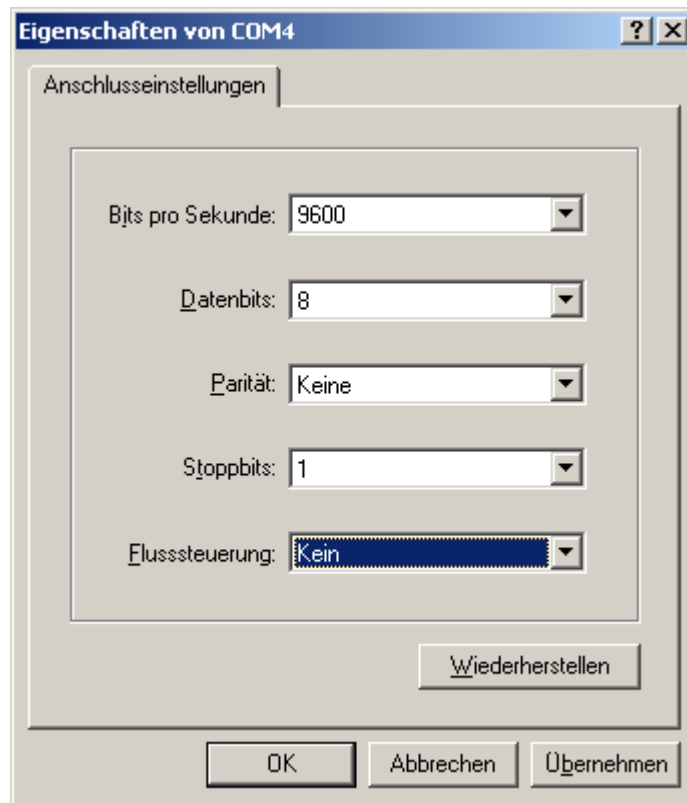


Abbildung 6.8: Schnittstellenparameter

Nach Bestätigung mit OK ist die Schnittstelle fertig eingerichtet.

Es muss jetzt noch unter dem Menü

Datei → Eigenschaften → Einstellungen → ASCII-Konfiguration

ein Häkchen bei „Gesendete Zeilen enden mit Zeilenvorschub“ gesetzt werden (siehe folgendes Bild).

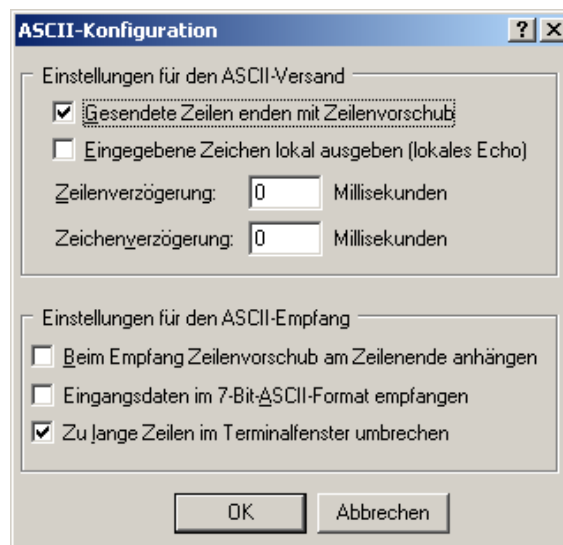


Abbildung 6.9: ASCII-Konfiguration

Jetzt kann die Kommunikation mit dem Gerät getestet werden:

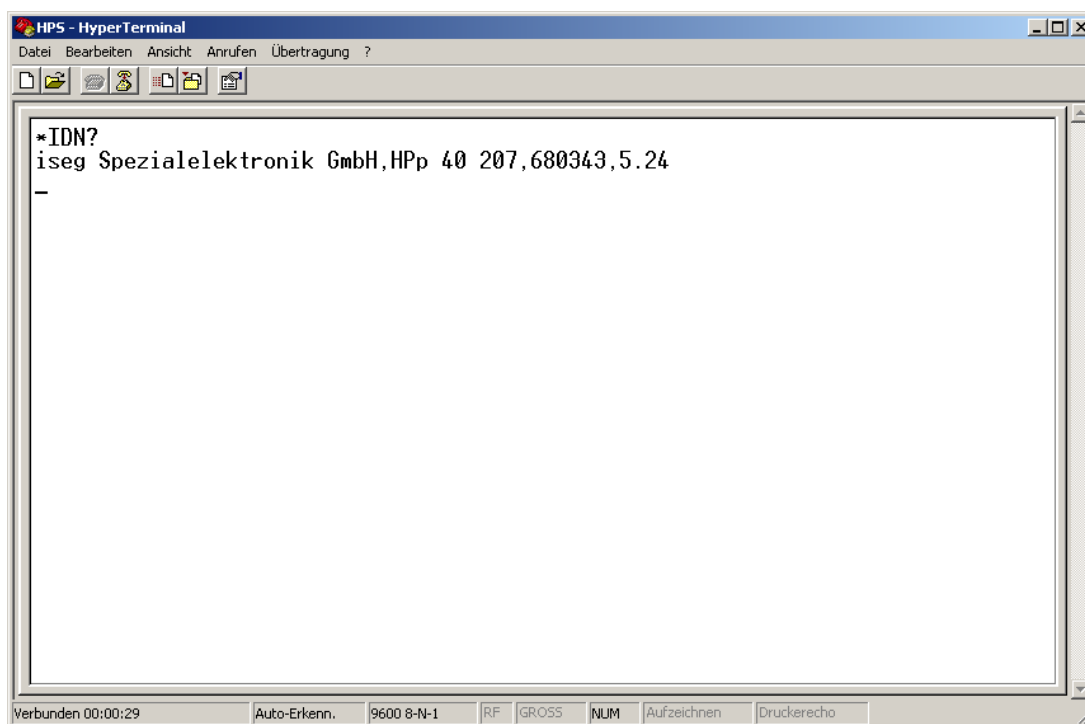


Abbildung 6.10: Kommunikation mit dem Gerät

6.2 Beschreibung der CAN Schnittstelle

Warnung! Vor dem An- oder Abstecken des Schnittstellenkabels ist das Gerät über den Netzschalter auszuschalten.



Der Anschluss der CAN-Schnittstelle (D-SUB-9) befindet sich auf der Rückseite des Gerätes und ist folgendermaßen belegt:

Tabelle 6.2: Anschlussbelegung CAN Schnittstelle

PIN	Signal
2	CAN_L (CAN Low)
3	CAN_GND
5	CAN_Shield
7	CAN_H (CAN High)

Die Bedienung und der Befehlssatz entspricht dem in dem Manual

CAN-Interface

Multi-Channel High Voltage Power Supply Module

EHS xxx and EDS xxx

dokumentiertem EDCP-Protokoll.

Zur Steuerung kann damit das Programm isegCANHVControl bzw. der iseg OPC Server verwendet werden.

6.3 Beschreibung der IEEE-488- (GPIB-) Schnittstelle

Warnung!



Vor dem An- oder Abstecken des Schnittstellenkabels ist das Gerät über den Netzschalter auszuschalten.

IEEE-488 Schnittstelle

Die IEEE-488-Schnittstelle wurde mit einem zum NEC 7210 kompatiblen IEEE-Controller implementiert. Die folgenden Schnittstellenfunktionen entsprechend IEC 625 sind möglich:

SH1	Source Handshake:	alle Funktionen (kein Polling)
AH1	Acceptor Handshake:	alle Funktionen (kein Polling)
T6	Talker:	Standardausrüstung
L4	Listener:	Standardausrüstung

Zur Verbindung mit dem IEEE-Bus ist auf der Rückseite ein Micro-D25-Stecker vorhanden. Ein Adapterkabel auf den 24-Pin-Stecker entsprechend IEEE-488.2-Standard ist optional erhältlich.

Bei Geräten mit manueller Frontplattenbedienung muss zur Fernsteuerung über IEEE im Menü F09 „IEEE“ ausgewählt werden. Bei Geräten ohne manuelle Frontplattenbedienung ist die Schnittstelle nach dem einschalten aktiv.

Im Menü F11 wird die gewünschte IEEE-Adresse (1...30) eingestellt. Werkseitig ist Adresse 17 voreingestellt. Die IEEE-Adresse kann auch über den SCPI-Befehl :CONFIGURE:GPIB:ADDRESS geändert werden. Sobald das Gerät einen Befehl über die Schnittstelle empfängt, geht es in den Zustand „REMOTE“ über.

Programmierung

Die Übertragung der Befehle erfolgt im ASCII-Zeichensatz. Das Befehlende wird mit der Zeichenfolge <CR><LF> (\$0D \$0A bzw. 13 10) gebildet. Alternativ kann die Leitung EOI (End or Identify) zusammen mit dem letzten Zeichen des Befehls aktiviert werden.

Zwischen zwei IEEE-Befehlen ist eine Wartezeit von mindestens 5 Millisekunden einzuhalten.

6.4 Beschreibung der Ethernet Schnittstelle

Warnung! Vor dem An- oder Abstecken des Schnittstellenkabels ist das Gerät über den Netzschalter auszuschalten.



Die 100 MBit/s Vollduplex Ethernet-Schnittstelle ist auf einer RJ-45-Buchse auf der Geräterückseite herausgeführt.

Das Gerät kann über ein Patch-Kabel mit einem Switch verbunden werden. Zur direkten Verbindung mit einem PC muss ein gekreuztes (Crossover-) Kabel verwendet werden.

Die IP-Konfiguration der Ethernet-Schnittstelle erfolgt über einen Web-Browser oder die Software Lantronix-DeviceInstaller:

<http://www.lantronix.com/support/downloads/?p=XPORT>.

Dabei dürfen nur die Einstellungen auf der Netzwerk-Seite verändert werden!

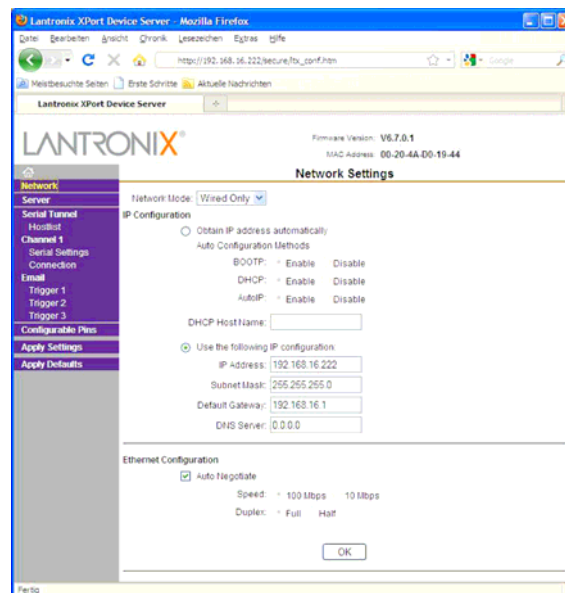


Abbildung 6.11: Ethernet-Konfiguration

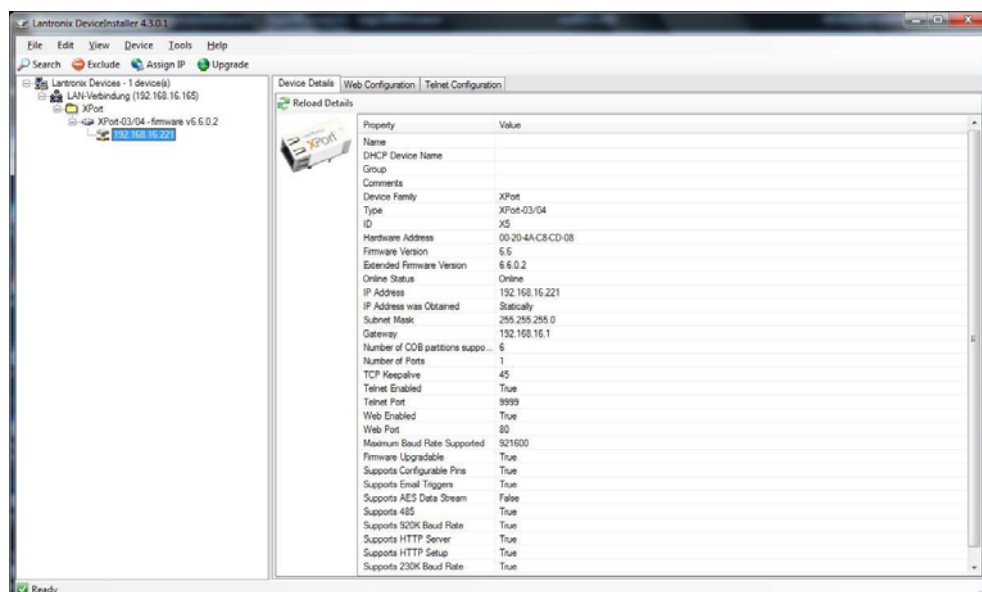


Abbildung 6.12: Lantronix-Software DeviceInstaller

Die Werkseinstellungen der Ethernet-Schnittstelle sind in der folgenden Tabelle aufgeführt:

Tabelle 6.3: Ethernet Werkseinstellungen

IP-Adresse	192.168.16.225
Netzwerkmaske	255.255.255.0
Standard Gateway	192.168.16.1
TCP Befehlsport	10001 (fest)

Die Verbindung kann mit dem Befehl Ping getestet werden (Start → Programme → Zubehör → Eingabeaufforderung).

C:\>ping 192.168.16.225

Ping wird ausgeführt für 192.168.16.225 mit 32 Bytes Daten:

Antwort von 192.168.16.225: Bytes=32 Zeit<1ms TTL=64

Antwort von 192.168.16.225: Bytes=32 Zeit<1ms TTL=64

Antwort von 192.168.16.225: Bytes=32 Zeit<1ms TTL=64

Antwort von 192.168.16.225: Bytes=32 Zeit<1ms TTL=64

Ping-Statistik für 192.168.16.225:

Pakete: Gesendet = 4, Empfangen = 4, Verloren = 0 (0% Verlust),

Ca. Zeitangaben in Millisek.:

Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Mittelwert = 0ms

Bei der Kommunikation bildet das HV-Gerät den Server, der PC den Client des Kommunikations-Ablaufes. In der folgenden Tabelle ist der prinzipielle Ablauf einer TCP-Kommunikation vom Computer zum HV-Gerät dargestellt:

Tabelle 6.4: Prinzipieller Ablauf der TCP-Kommunikation zwischen Computer und HV-Gerät

Schritt	Funktionsaufruf	Computer → HV Gerät	HV Gerät → Computer
1	connect()	SYN	
2			SYN, ACK
3		ACK	
4	send()	"*IDN?\r\n"	
5	recv()		"iseq Spezialelektronik GmbH[...]\r\n"
6	closesocket()	FIN, ACK	
7			FIN, ACK
8		ACK	

Die ersten drei Pakete dienen dem Aufbau einer TCP-Verbindung (Drei-Wege-Handshake). Im vierten Schritt wird eine Anfrage vom Computer an das Gerät geschickt. Dazu steht der Befehl ASCII-codiert im Datenfeld des TCP-Paketes. Die Antwort wird, ebenfalls ASCII-codiert im Paket 5 an den Computer geschickt. Mit Paket 6 bestätigt der Computer den korrekten Empfang der Antwort und sendet gleichzeitig ein FIN zum Abbau der Kommunikation, die vom HV-Gerät in Schritt 7 sowie nochmals vom Computer in Schritt 8 bestätigt wird.

Der Ablauf der Kommunikation kann mit einem Netzwerk-Sniffer (z. B. Wireshark) verfolgt werden.

Die Steuerung erfolgt mittels der später beschriebenen Befehlssätze. Der bevorzugte Befehlssatz ist "EDCP mit SCPI", da mit diesem mehrere Befehle in einem Ethernet-Paket zusammengefasst werden können und damit der Datendurchsatz gesteigert wird.

Programmierung

Einfaches Programmbeispiel (ohne Fehlerbehandlung) zur Kommunikation mit dem HV-Gerät über Ethernet. Dieses Programm wurde mit Microsoft Visual C++ 6.0 unter Windows XP übersetzt und getestet.

```
#include <stdio.h>
#include <winsock.h>

int main(int argc, char *argv[])
{
    WSADATA          wsadata;
    SOCKET            sock;
    SOCKADDR_IN       sockaddr_in;
    int               retcode;
    char              cmd[255] = "*IDN?\r\n";
    char              ans[255] = "";
    char              buf[255];
    char              *crlf;

    // init sockets (Berkeley style, UNIX compatible)
    WSAStartup(2, &wsadata);

    // create TCP socket
    sock = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, IPPROTO_TCP);

    // bind socket to dynamic local port
    memset(&sockaddr_in, 0, sizeof(sockaddr_in));
    sockaddr_in.sin_family = AF_INET; // UDP, TCP
    sockaddr_in.sin_port = htons(10001); // remote Port
    sockaddr_in.sin_addr.S_un.S_un_b.s_b1 = 192; // IP address
    sockaddr_in.sin_addr.S_un.S_un_b.s_b2 = 168;
    sockaddr_in.sin_addr.S_un.S_un_b.s_b3 = 16;
    sockaddr_in.sin_addr.S_un.S_un_b.s_b4 = 221;

    // connect to server (three way handshake)
    connect(sock, (SOCKADDR *)&sockaddr_in, sizeof(SOCKADDR_IN));

    // send command to server
    send(sock, cmd, strlen(cmd), 0);

    // read answer from server
    do {
        retcode = recv(sock, buf, sizeof(ans), 0);
        if (retcode > 0) {
            buf[retcode] = 0;
            strcat(ans, buf);
        }
        crlf = strstr(ans, "\r\n");
    } while ( (retcode > 0) && (crlf == 0) );

    if (crlf > 0) {
        *crlf = 0;
    }

    // close socket (three way handshake) and clean up
    closesocket(sock);
    WSACleanup();
    printf("%s\n", ans);
    getchar();
    return 0;
}
```

6.5 Beschreibung der AIO-Schnittstelle

Warnung! Vor dem An- oder Abstecken des Schnittstellenkabels ist das Gerät über den Netzschalter auszuschalten.

Alle Ein- und Ausgänge der AIO-Schnittstelle sind galvanisch vom HV-Ausgang getrennt.

Alle analogen und digitalen Ein- und Ausgänge befinden sich auf dem mit „AIO“ beschrifteten D-SUB-9-Stecker auf der Rückseite des Gerätes. Dieser Steckverbinder hat folgende Belegung:

Tabelle 6.5: Belegung AIO, D-SUB-9 Stecker

AIO, D-SUB-9 Stecker, analoge Signale		
Pin 1	GND	Rückleiter der Pins 2-9
Pin 2	V_{MON_I} (0 .. 5 V)	Monitor Ausgangsstrom
Pin 3	INHIBIT	Digitales Eingangssignal
Pin 4	V_{SET_I} (0 .. 5 V)	Sollwert Ausgangsstrom
Pin 5	ON	Digitales Eingangssignal
Pin 6	GND	Rückleiter der Pins 2-9
Pin 7	V_{MON_V} (0 .. 5 V)	Monitor Ausgangsspannung
Pin 8	V_{SET_V} (0 .. 5 V)	Sollwert Ausgangsspannung
Pin 9	V_{REF} 5,1 V	

Abbildung 6.13 zeigt die Beschaltung der analogen und digitalen Ein- und Ausgänge.

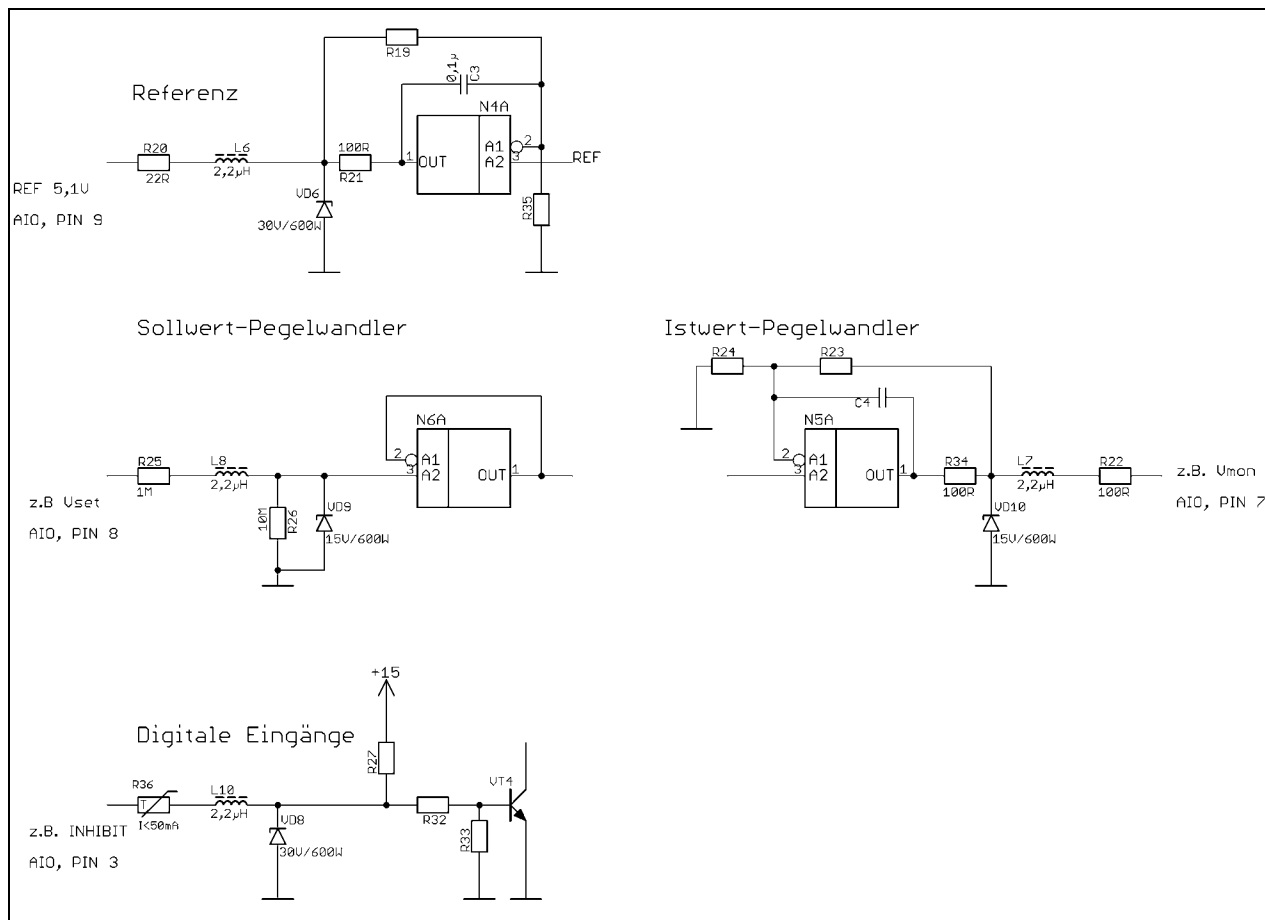


Abbildung 6.13: Ausgangsbeschaltung

Warnung!



Alle analogen und digitalen Ein- und Ausgänge sind galvanisch vom HV-Ausgang getrennt. Der Anwender muss dafür Sorge tragen, dass von den Potentialunterschieden zwischen der Schnittstelle „AIO“ und dem Schutzleiterpotential keine Gefährdung ausgeht!

Die Potentialdifferenz zwischen der Schnittstelle AIO“ und dem Schutzleiterpotential wird auf maximal $|85|$ V begrenzt, um Schäden am Gerät zu verhindern.

Die Hochspannung wird über ein hohes Signal am Pin 5 des Signalsteckverbinders „AIO“ aktiviert.

Setzwerte

Eine Spannung von 0 – 5 V, angelegt am Pin 8 (Bezugspotential Pin 6) des Signalsteckverbinders „AIO“, steuert die Ausgangsspannung von 0 – V_{NOM} . Am Pin 4 wird in gleicher Weise der Ausgangsstrom von 0 – I_{NOM} gesteuert.

Monitorspannungen

Am Pin 7 des Signalsteckverbinders „AIO“ ist eine der Ausgangsspannung und am Pin 2 eine dem Ausgangsstrom proportionale Spannung von 0 – 5 V verfügbar (Bezugspotential Pin 6).

INHIBIT

Durch die INHIBIT-Funktion (Pin 3 des Signalsteckverbinders „AIO“) kann die Hochspannungserzeugung durch ein externes Signal bzw. einen Relais- oder Schalterkontakt gesperrt werden. Ist der Pegel am Pin 3 des Steckverbinders „AIO“ (Bezugspotential Pin 6) größer 8 V oder der Eingang offen, ist die Hochspannungserzeugung aktiviert. Bei einem Pegel kleiner 4 V ist die Hochspannungserzeugung gesperrt. Die Ausgangsspannung wird ohne Rampe abgeschaltet.

Warnung!

Die INHIBIT-Funktion darf nicht als Interlock mit Sicherheitsfunktion benutzt werden.



ON

Die HV-Erzeugung wird mit einem niedrigen Pegel an Pin 5 des Signalsteckverbinders „AIO“ (Bezugspotential Pin 6) mit der eingestellten Spannungsrampe abgeschaltet. Nach einer steigenden Flanke am Pin 5 des Signalsteckverbinders „AIO“ (Bezugspotential Pin 6) erhöht sich die Ausgangsspannung entsprechend der eingestellten Spannungsrampe oder in Abhängigkeit des vorgegebenen Ausgangsstroms bis auf den eingestellten Setzwert (V_{SET_V} an Pin 8 des Steckverbinders „AIO“) oder bis der vorgegebene Setzwert des Ausgangsstroms erreicht (V_{SET_I} an Pin 4 des Steckverbinders „AIO“) wird.

6.6 Beschreibung der SPS-Schnittstelle

Achtung! Vor dem An- oder Abstecken des Schnittstellenkabels ist das Gerät über den Netzschalter auszuschalten.

Alle Ein- und Ausgänge der SPS-Schnittstelle sind galvanisch vom HV-Ausgang getrennt.

Alle analogen Ein- und Ausgänge befinden sich auf dem mit „AIO“ beschrifteten D-SUB-9-Stecker auf der Rückseite des Gerätes. Die digitalen Signale sind an der sich ebenfalls auf der Geräterückseite befindlichen mit „DIO“ beschrifteten D-SUB-9-Buchse verfügbar. Die Belegung der Steckverbindungen ist folgendermaßen:

Tabelle 6.6: Belegung AIO, D-SUB-9 Stecker, analoge Signale

AIO, D-SUB-9 Stecker, analoge Signale		
Pin 1	GND	Rückleiter der Pins 2-9
Pin 2	V _{MON_I} (0 .. 10 V)	Monitor Gesamtausgangsstrom
Pin 3	V _{MON_I1} (0 .. 10 V)	Monitor Strom HV-Ausgang 1 (Option 2HC)
Pin 4	V _{SET_I} (0 .. 10 V)	Sollwert Ausgangsstrom
Pin 5	V _{MON_I2} (0 .. 10 V)	Monitor Strom HV-Ausgang 2 (Option 2HC)
Pin 6	GND	Rückleiter der Pins 2-9
Pin 7	V _{MON_V} (0 .. 10 V)	Monitor Ausgangsspannung
Pin 8	V _{SET_V} (0 .. 10 V)	Sollwert Ausgangsspannung
Pin 9	V _{REF} 10,2 V	

Die D-SUB-9 Buchse auf der Rückseite des Gerätes ist mit „DIO“ beschriftet und hat folgende Belegung:

Tabelle 6.7: Belegung DIO, D-SUB-9 Buchse, digitale Signale

DIO, D-SUB-9 Buchse, digitale Signale		
Pin 1	GND	Rückleiter der Pins 2-9
Pin 2	Nicht belegt	
Pin 3	INHIBIT	Eingang
Pin 4	Error	Ausgang
Pin 5	HV	Ausgang
Pin 6	GND	Rückleiter der Pins 2-9
Pin 7	Power On	Ausgang
Pin 8	ARC Error	Ausgang
Pin 9	ARC	Ausgang

Der zulässige Spannungsversorgungsbereich ist 8 V bis 30 V. Intern wird der Strom der Spannungsversorgung auf 100 mA begrenzt. Die typische Stromaufnahme des Eingangs beträgt 8 mA.

Abbildung 6.14 zeigt die Beschaltung der analogen und digitalen Ein- und Ausgänge.

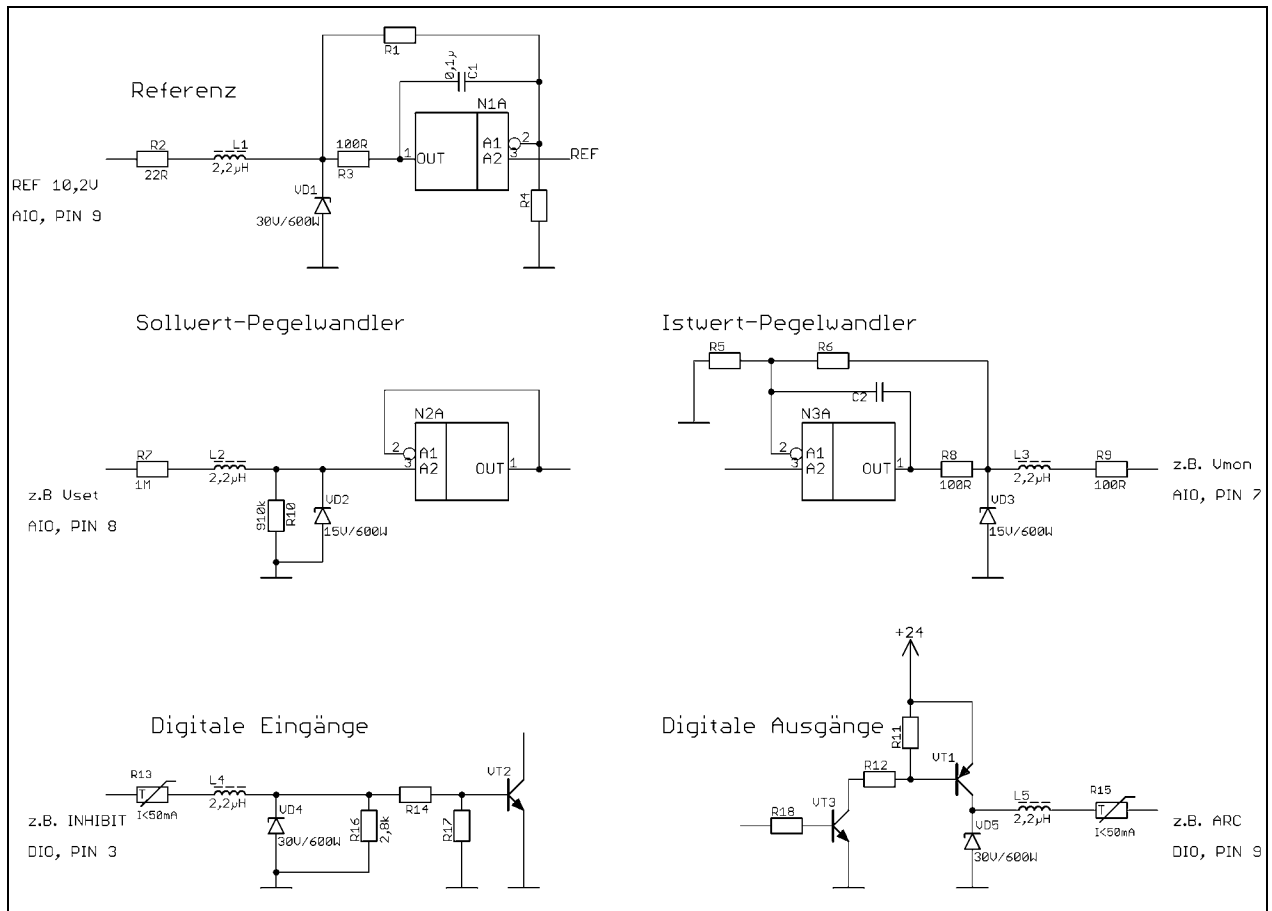


Abbildung 6.14: Ausgangsbeschaltung

Warnung!



Alle analogen und digitalen Ein- und Ausgänge sind galvanisch vom HV-Ausgang getrennt. Der Anwender muss dafür Sorge tragen, dass von den Potentialunterschieden zwischen den Schnittstellen „AIO“, „DIO“ und dem Schutzleiterpotential keine Gefährdung ausgeht!

Die Potentialdifferenz zwischen den Schnittstellen „AIO“, „DIO“ und dem Schutzleiterpotential wird auf maximal $|85|$ V begrenzt, um Schäden am Gerät zu verhindern.

Die Hochspannung wird über das Steuersignal „INHIBIT“ der SPS-Schnittstelle ein-/ausgeschaltet.

Setzwerte

Eine Spannung von 0 – 10 V, angelegt am Pin 8 des Signalsteckverbinders „AIO“, steuert die Ausgangsspannung von 0 – V_{NOM} . In gleicher Weise wird am Pin 4 des selben Signalsteckverbinders der Ausgangsstrom gesteuert.

Monitorspannungen

Am Pin 7 des Signalsteckverbinders „AIO“ ist eine der Ausgangsspannung und am Pin 2 eine dem Ausgangsstrom proportionale Spannung von 0 – 10 V verfügbar. An den Pins 3 und 5 des gleichen Steckverbinders ist eine dem Ausgangsstrom des jeweiligen HV-Ausgangs proportionale Spannung von 0 – 10 V verfügbar.

Warnung!



Wenn keine Netzspannung anliegt sind diese Spannungen Null, auch wenn interne oder extern angeschlossene Kapazitäten noch nicht vollständig entladen sind.

INHIBIT

Durch die INHIBIT-Funktion (Pin 3 des Steckverbinders „DIO“) kann die Hochspannungserzeugung durch ein externes Signal bzw. einen Relais- oder Schalterkontakt ein- bzw. abgeschaltet werden. Ist der Pegel am Pin 3 des Steckverbinders „DIO“ (Bezugspotential an Pin 1) größer 8 V, ist die Hochspannungserzeugung aktiviert. Bei einem Pegel kleiner 4 V ist die Hochspannungserzeugung gesperrt. Nach einer low-high Flanke der INHIBIT-Funktion erhöht sich die Ausgangsspannung entsprechend der eingestellten Spannungsrampe bis auf den eingestellten Setzwert ($V_{\text{set_V}}$ an Pin 8 des Steckverbinders „AIO“) oder bis der vorgegebene Setzwert des Ausgangsstroms erreicht ($V_{\text{set_I}}$ an Pin 4 des Steckverbinders „AIO“) wird.

Beim Einschalten des Gerätes ist die Hochspannungserzeugung unabhängig von der INHIBIT-Funktion gesperrt. Ist die INHIBIT-Funktion während des Einschaltens des Gerätes high, lässt sich die Hochspannungserzeugung nur durch eine low-high Flanke dieser Funktion aktivieren.

Warnung! Die INHIBIT-Funktion darf nicht als Interlock mit Sicherheitsfunktion benutzt werden.



Error

Das Pin 4 des Steckverbinders „DIO“ wird high gesetzt wenn ein Fehler vorliegt oder die Sicherheitsschleife geöffnet ist. Ein Fehler liegt bei einem der folgenden Ereignisse vor:

1. Grenzwert mindestens einer Phase der dreiphasigen Eingangsspannung über bzw. unterschritten,
2. Grenzwert mindestens einer Versorgungsspannung unterschritten,
3. Betriebstemperatur zu hoch,
4. Anzahl zulässiger Überschläge pro eingestellter Zeit überschritten (Abschnitt 7.2),
5. Maximalwert der Ausgangsspannung überschritten,
6. Sicherheitsschleife geöffnet,
7. Reset des Prozessors auf der Steuereinheit.

HV

Das Pin 5 des Steckverbinders „DIO“ wird high gesetzt, wenn die HV-Erzeugung aktiviert wird.

ARC

Das Pin 7 des Steckverbinders „DIO“ wird für ca. 10 ms high gesetzt, wenn ein Überschlag detektiert wurde.

ARC Error

Das Pin 8 des Steckverbinders „DIO“ wird high gesetzt, wenn eine definierte Anzahl von Überschlägen innerhalb einer vorgegebenen Zeit auftritt (siehe Abschnitt 7.2).

Power On

Ist das Gerät eingeschaltet und die Versorgungsspannung verfügbar, wird das Pin 9 des Steckverbinders „DIO“ high gesetzt

7 Funktionen

7.1 Überwachung

Spannung

Die Netzeingangsspannungen sowie die internen Hilfsspannungen werden überwacht. Liegt eine dieser Spannungen unter bzw. über dem vorgegebenen Grenzwert, wird dies als Fehler behandelt (Abschnitt 10.1) und die Hochspannungserzeugung gesperrt.

Der Maximalwert der Ausgangsspannung wird durch einen OVP-Komparator überwacht. Werksseitig ist diese Spannungsschwelle auf ca. 110 Prozent der maximalen Ausgangsspannung eingestellt. Wird die OVP-Schwelle überschritten (z.B. durch einen internen Fehler), wird die Hochspannung abgeschaltet. Hat der OVP-Komparator angesprochen, wird dies als Fehler behandelt (Abschnitt 10.1) und die Hochspannungserzeugung gesperrt.

Temperatur

Die Betriebstemperatur wird an mehreren Stellen im Gerät überwacht. Eine Abschaltung der HV-Erzeugung erfolgt, falls die Temperatur der Zuluft 50°C übersteigt oder die Temperatur verschiedener Baugruppen einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet.

Dieser Zustand wird als Fehler behandelt (vgl. Abschnitt 10.1).

Achtung! Das Gerät verfügt über einen Zuluftfilter. Je nach Verschmutzungsgrad der Umgebung und Anzahl der Betriebsstunden muss dieser Filter in regelmäßigen Abständen gewechselt werden. Die Filtermatte kann vom Gerätehersteller, der iseg Spezialelektronik GmbH, bezogen werden. Der Austausch kann vom Anwender bei abgetrenntem Netz selbstständig vorgenommen werden.

7.2 Überschlagsbehandlungsroutine (ARC-Management)

Das HV-Gerät verfügt über eine Überschlagsbehandlungsroutine (ARC-Management) mit einstellbaren Parametern. Anhand der Abbildung 7.1 wird die Funktionsweise der Überschlagsbehandlungsroutine beschrieben.

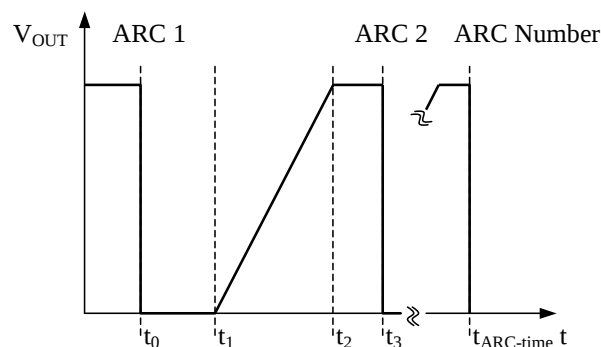


Abbildung 7.1: Überschlagsbehandlungsroutine

Als Überschlag (ARC) wird definiert, wenn der negative Anstieg der Ausgangsspannung größer ist als $0,1 \cdot V_{\text{NOM}} / \mu\text{s}$.

Nach einem erkannten Überschlag werden die Steuerimpulse des Wechselrichters innerhalb von wenigen Mikrosekunden für die Austastzeit (ARC-Wait, $t_{\text{ARC-Wait}} = t_1 - t_0$) gesperrt.

Gleichzeitig wird der interne Setzwert der Ausgangsspannung V_{SET} zu null gesetzt. Ab dem Zeitpunkt $t=t_1$ folgt der interne Setzwert der Ausgangsspannung $V_{\text{SET_V}}$ einer Spannungsrampe (ARC-Ramp).

Die erkannten Überschläge werden aufsummiert. Treten eine definierte Anzahl von Überschlägen (ARC-Number+1) innerhalb einer vorgegeben Zeit (ARC-Time, $t_{\text{ARC-time}}$) auf, wird dies als Fehler (ARC-ERROR) behandelt und die Hochspannungserzeugung unterbrochen (vgl. Abschnitt 10.1).

Die Parameter für die Überschlagsbehandlungsroutine sind in den in Tabelle 7.1 definierten Bereichen mit Hilfe der USB-Schnittstelle einstellbar, Abschnitt 6.1.

Tabelle 7.1: Parameter der Überschlagsbehandlungsroutine.

Parameter	Einstellbarer Bereich
ARC-Wait	100 ms – 6 s
ARC-Number	0 – 99
ARC-Time	100 ms - > 10 s
ARC-Ramp-Time	100 ms - > 4 s

Die maximale Überschlagsfrequenz wird auf 10/s (10 ARCs pro Sekunde) begrenzt, unabhängig der in der Überschlagsbehandlungsroutine definierten Parameter.

7.3 Interlock

Das Gerät hat auf der Rückseite einen Anschluss „IL“ für eine Hardware-Sicherheitsschleife (Interlock, maximaler Anschlussquerschnitt 1,5 mm²).

Bei geschlossener Sicherheitsschleife treibt eine interne Stromquelle (Leerlaufspannung 24 V / max. Kurzschlussstrom ca. 25 mA) einen Strom von ca. 25 mA durch drei eingebaute parallelgeschaltete mechanische Relais (zertifiziert nach IEC/EN 60950 und UL 60950, erfüllt Telcordia Anforderung GR 1089 und FCC Teil 68).

Die Impedanz der geschlossenen Schleife darf dabei 300 Ohm nicht übersteigen.

Wird diese Sicherheitsschleife unterbrochen (Impedanz > 100 kOhm), fallen die Relais ab. Die Hochspannungserzeugung wird ohne Verwendung von Halbleiterbauelementen durch die sich öffnenden Relaiskontakte gestoppt. Mit Hilfe der Relais werden die Ansteuerimpulse der Leistungshalbleiter des Wechselrichters gesperrt und die Spannungsversorgung des Schützes unterbrochen. Somit wird eine Trennung zwischen dem Versorgungsnetz und der Leistungseinheit des Gerätes vorgenommen.

Achtung! **Bevor der Ausgang spannungsfrei ist, müssen erst die internen und externen Ausgangskapazitäten über die Last entladen werden. Der interne Ausgangswiderstand ist sehr hochohmig, so dass in Abhängigkeit von der Last sehr lange Entladezeiten auftreten können. Das Gerät verfügt nicht über eine aktive Entladeschaltung!**

Bevor Arbeiten am Verbraucher und am Hochspannungsausgang des Gerätes vorgenommen werden, muss dieser mit einer geeigneten Erdungseinrichtung geerdet werden.

Bei offener Sicherheitsschleife kann die Hochspannung nicht eingeschaltet werden.

Der Zustand der geöffneten Sicherheitsschleife wird als Fehler behandelt. Für die Freigabe der Hochspannungserzeugung muss das Schließen der Sicherheitsschleife bestätigt werden (vgl. Abschnitt 10.1).

7.4 LEDs

An der Frontplatte des Gerätes visualisieren 6 LEDs verschiedene Betriebszustände des Gerätes:

- **ERR** Sammelfehler, LED leuchtet wenn mindestens eines der folgenden Ereignisse auftritt:
 1. Grenzwert mindestens einer Phase der dreiphasigen Eingangsspannung über- bzw. unterschritten,
 2. Grenzwert mindestens einer Versorgungsspannung unterschritten,
 3. Betriebstemperatur zu hoch,
 4. Anzahl zulässiger Überschläge pro eingestellter Zeit überschritten (7.2),
 5. Maximalwert der Ausgangsspannung überschritten,
 6. Sicherheitsschleife geöffnet,
 7. Reset des Prozessors auf der Steuereinheit.
- **IL** Interlock, LED leuchtet wenn die Sicherheitsschleife geschlossen ist.
- **HV** LED leuchtet, wenn die HV-Erzeugung aktiviert wird
- **PWR** LED leuchtet, wenn das Gerät eingeschaltet wurde und die Hilfsspannungen verfügbar sind.
- **CV** LED leuchtet, wenn das Gerät im Modus Spannungsregelung arbeitet
- **CC** LED leuchtet, wenn das Gerät im Modus Stromregelung arbeitet

Die LEDs sind nicht vorhanden wenn die Frontplatte mit Drehgeber und Anzeige (LCD) installiert ist.

8 SCPI-Befehlssatz mit EDCP

8.1 Einleitung

Dieser Befehlssatz ist an das iseg EDCP-CAN-Protokoll mit Status- und Event-Behandlung angelehnt. Die Status- und Event-Status-Felder werden nach der SCPI-Tabelle erläutert.

Bei der Eingabe ist die Angabe der entsprechenden Einheit optional (in der Tabelle durch [V] gekennzeichnet). Bei Ausgaben vom Gerät wird die Einheit immer mit angegeben.

Modul ist die Bezeichnung für das gesamte Hochspannungsgerät. Es kann mehrere Hochspannungs-Kanäle enthalten, bei Leistungsgeräten der Serie HPS/LPS ist jedoch nur ein Kanal integriert.

Tabelle 8.1: SCPI-Befehlssatz mit EDCP

Common-Befehle		
*IDN?		Abfrage der Modul-Kennung im Format: Hersteller, Gerätetyp, Seriennummer, Firmware-Version
*CLS		Modul (Event-)Status zurücksetzen
*RST		Gerät auf sichere Werte zurücksetzen (HV mit Rampe abschalten, Vset = 0, Iset = Inominal)
*LLO		Local Lockout (Fronttaster werden deaktiviert)
*GTL		Goto Local (Fronttaster werden aktiviert)
*INSTR?		Abfrage des eingestellten Befehlssatzes
*INSTR,EDCP		Umschalten zum EDCP-SCPI-Befehlssatz
SCPI-Befehle		
:VOLTage		
	<Voltage>[V]	Spannungs-Sollwert einstellen
	:LIMit <Voltage>[V]	Spannungs-Limit einstellen
	:BOUnds <Voltage>[V]	Spannungs-Bounds einstellen
	{ ON OFF }	Kanal Ein-/Ausschalten (mit eingestellter Rampe)
	EMCY OFF	Kanal Not-Ausschalten (ohne Rampe) ¹
	EMCY CLR	Modus Not-Aus verlassen ²
:CURRent		
	<Current>[A]	Strom-Sollwert einstellen
	:LIMit <Current>[A]	Strom-Limit einstellen
	:BOUnds <Current>[A]	Strom-Bounds einstellen
:Event		
	CLEAR	Kanal Event-Status zurücksetzen
	:MASK <Word>	Kanal Event-Maske einstellen
:MEASure		
	:VOLTage?	Gemessene Spannung abfragen (V)
	:CURRent?	Gemessenen Strom abfragen (A)

^{1, 2} Wenn die Hochspannung mit :VOLT EMCY OFF abgeschaltet wird, bleibt der Kanal im Zustand Not-Aus. Um den Kanal wieder anzuschalten, muss der Zustand Not-Aus mit dem Befehl :VOLT EMCY CLR verlassen werden. Weiterhin muss das Kanal-Event-Statusbit EEMCY gelöscht werden, z. B. mit *CLS.

Tabelle 8.2: Fortsetzung SCPI-Befehlssatz mit EDCP

:CONFigure		Modul Konfiguration setzen/abfragen
:RAMP		
:VOLTage <RampSpeed>[V/s]		Einstellen der Spannungs-Rampe
:CURRent <RampSpeed>[A/s]		Einstellen der Strom-Rampe
:Event		
CLEAR		Modul-Event-Status löschen
:MASK		Modul-Event-Maske einstellen
:KILL?		Status der Kill-Funktion abfragen
:KILL { 0 1 }		Kill-Funktion Ausschalten (0) oder Einschalten (1)
:AVERage?		Anzahl Stufen der Mittelwertbildung der Messwerte abfragen
:AVERage { 1 16 64 256 }		Anzahl Stufen der Mittelwertbildung der Messwerte einstellen. Diese Einstellung wird dauerhaft im EEPROM abgelegt.
:ETHERnet		
:ADDRes?		Ethernet IP Adresse abfragen
:ADDRes <xxx.xxx.xxx.xxx>		Ethernet IP Adresse einstellen
:NETmask?		Ethernet IP Netzmaske abfragen
:NETmask <xxx.xxx.xxx.xxx>		Ethernet IP Netzmaske einstellen
:GATEway?		Ethernet IP Default Gateway abfragen
:GATEway <xxx.xxx.xxx.xxx>		Ethernet IP Default Gateway einstellen
:MAC?		Ethernet MAC-Adresse abfragen
:SERIAL		RS-232/USB Konfiguration
:BAUDrate?		Serielle Baudrate abfragen
:ECHO?		Seriell Echo abfragen
:ECHO { 0 1 }		Seriell Echo aus- (0) oder einschalten (1)
:GPIB		
:ADDRes?		IEEE-488/GPIB Adresse abfragen
:ADDRes { 1...30 }		IEEE-488/GPIB Adresse einstellen
:CAN		
:ADDRes?		CAN-Adresse abfragen
:ADDRes { 0...63 }		CAN-Adresse einstellen
:BITrate?		CAN-Bitrate abfragen
:INTERface LOCAL		Von Schnittstelle auf Lokalbetrieb zurückschalten
:INTERface?		Eingestellte Schnittstelle abfragen (nur bei Geräten mit Fronplatte möglich)
:LIST?		Alle installierten Schnittstellen auflisten
:ARC		Abfrage/Steuerung des ARC-Managements
:CONTRol?		Status des ARC-Managements abfragen
:CONTRol { 0 1 }		ARC-Management aus- (0) oder einschalten (1)
:NUMber?		Anzahl der ARC vor Abschaltung abfragen
:NUMber { ArcNum _{min} ...ArcNum _{max} }		Anzahl der ARC vor Abschaltung einstellen
:TIME?		Abfrage der eingestellten ARC-Zeitdauer
:TIME { ArcTime _{min} ...ArcTime _{max} }		Einstellen der ARC-Zeitdauer
:WAIT?		Abfrage der eingestellten Wartezeit nach ARC
:WAIT { ArcWait _{min} ...ArcWait _{max} }		Einstellen der Wartezeit nach ARC
:RAMP?		Abfrage der eingestellten Spannungsrampe nach ARC
:RAMP { ArcRamp _{min} ...ArcRamp _{max} }		Einstellen der Spannungsrampe nach ARC

Tabelle 8.3: Fortsetzung SCPI-Befehlssatz mit EDCP

:READ			
	:VOLTage?		Soll-Spannung abfragen (V)
	:LIMit?		Spannungs-Limit abfragen (V)
	:NOMinal?		Spannungs-Nominalwert abfragen (V)
	:BOUnds?		Spannungs-Bounds abfragen (V)
	:CURRent?		Soll-Strom abfragen (A)
	:LIMit?		Strom-Limit abfragen (A)
	:NOMinal?		Strom-Nominalwert abfragen (A)
	:BOUnds?		Strom-Bounds abfragen (A)
	:RAMP		
	:VOLTage?		Spannungs-Rampe abfragen (V/s)
	:CURRent?		Strom-Rampe abfragen (A/s)
	:MODule		
	:STATus?		Modul-Status abfragen (siehe 8.5)
	:EVENt		
		:STATus?	Modul-Event-Status abfragen (siehe 8.6)
		:MASK?	Modul-Event-Maske abfragen
	:SUPply?		Status der Modul-Stromversorgung abfragen (1 = OK, 0 = nicht OK)
	:TEMPerature?		Gemessene Modul-Temperatur in °C abfragen
	:CHANnel		
	:STATus?		Kanal-Status abfragen (siehe 8.3)
	:EVENt		
		:STATus?	Kanal-Event-Status abfragen (siehe 8.4)
		:MASK?	Kanal-Event-Maske abfragen

8.2 Ausgabeformate für Spannung und Strom

Tabelle 8.4: Ausgabeformat Spannung

Unominal	Ausgabeformat Spannungswerte
$100 \text{ V} \leq V_{\text{nom}} < 1 \text{ kV}$	123.456V
$1 \text{ kV} \leq V_{\text{nom}} < 10 \text{ kV}$	1.23456E3V
$10 \text{ kV} \leq V_{\text{nom}} < 100 \text{ kV}$	12.3456E3V

Tabelle 8.5: Ausgabeformat Strom

Inominal	Ausgabeformat Stromwerte
$1 \text{ mA} \leq I_{\text{nom}} < 10 \text{ mA}$	1.23456E-3A
$10 \text{ mA} \leq I_{\text{nom}} < 100 \text{ mA}$	12.3456E-3A
$100 \text{ mA} \leq I_{\text{nom}} < 1 \text{ A}$	123.456E-3A
$1 \text{ A} \leq I_{\text{nom}} < 10 \text{ A}$	1.23456A
$10 \text{ A} \leq I_{\text{nom}} < 100 \text{ A}$	12.3456A

Beispiele:

Modul-Identifikation auslesen:

*IDN?
iseq Spezialelektronik GmbH,HPp 40 207,680001,5.24

Sollspannung auf 1000.501 V setzen:

:VOLT 1000.501

Sollstrom auf 1.58 mA setzen:

:CURR 0.00158

Spannungsrampe auf 300 Volt pro Sekunde setzen:

:CONF:RAMP:VOLT 300

Erweiterte Beispiele:

Sollspannung und -strom einstellen und zurücklesen:

:VOLT 2000.5; :READ:VOLT?; :CURR 0.2; :READ:CURR?
2.00050E3V;200.000E-3A

Aktuell gemessene Spannung und Strom auslesen:

:MEAS:VOLT?; CURR?
2.00028E3V;19.9973E-3A

Beispiel: Einstellung der Parameter des ARC-Managements

Eine vollständige Beschreibung des ARC-Managements (Überschlagsbehandlungsroutine) befindet sich im Abschnitt 7.2. Die Einstellungen für das ARC-Management werden permanent im EEPROM des Prozessors abgelegt und stehen damit auch nach Wiedereinschalten des Gerätes zur Verfügung.

Mit den folgenden Einstellungen ist eine vollständige Überschlags-Erholungszeit (Full ARC Recovery) von 200 ms möglich:

:CONF:ARC:CONT 1	ARC-Management aktiviert
:CONF:ARC:NUM 10	Zehn Überschläge ...
:CONF:ARC:TIME 1	... während einer Sekunde zulässig
:CONF:ARC:WAIT 100E-3	Wartezeit zwischen Überschlägen 100 ms
:CONF:ARC:RAMP 1E5	Spannungsrampe nach Überschlag 100 kV/ s ($V_{NOM} = 10$ kV)

8.3 Kanal-Status (Lesezugriff)

:READ:CHANnel:STATus?

Tabelle 8.6: Kanal-Status Register

Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
IsOVP	isCLIM	isTRIP	isEINH	isVBND	isCBND	isARCERR	Res
Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
IsCV	isCC	isEMCY	isRAMP	isON	isIERR	isARC	Res

Das Kanal-Status-Register beschreibt den *aktuellen* Status. Abhängig vom Kanalzustand werden die Statusbits gesetzt oder gelöscht.

Tabelle 8.7: Erläuterung einzelner Bits des Kanal-Status Registers

Bit	Name	Beschreibung
IsOVP	IsOverVoltageProtection	Spannungs-Limit V_{max} überschritten
	Bit= 1 Spannungs-Limit überschritten	Bit= 0 Spannungs-Limit nicht überschritten
IsCLIM	IsCurrentLimitExceeded	Strom-Limit I_{max} überschritten
	Bit= 1 Strom-Limit überschritten	Bit= 0 Strom-Limit nicht überschritten
IsTRIP	IsTrip	Setzstrom im Modus „Kill-Enable“ überschritten
	Bit= 1 Setzstrom überschritten	Bit= 0 Setzstrom nicht überschritten
isEINH	IsExtInhibit	Externes Inhibit
	Bit= 1 Externes Inhibit liegt an	Bit= 0 Kein externes Inhibit
isVBND	IsVoltageBoundsExceeded	Spannung außerhalb der Bounds
	Bit= 1 $ V_{meas} - V_{set} > V_{bounds}$	Bit= 0 $ V_{meas} - V_{set} \leq V_{bounds}$
isCBND	IsCurrentBoundsExceeded	Strom außerhalb der Bounds
	Bit= 1 $ I_{meas} - I_{set} > I_{bounds}$	Bit= 0 $ I_{meas} - I_{set} \leq I_{bounds}$
isARCERR	IsArcError	Fehler in Überschlags-Behandlungsroutine (Abschnitt 7.2)
	Bit= 1 ARC-Fehler: Kanal wird ohne Rampe abgeschaltet	Bit= 0 Kein ARC-Fehler
IsCV	IsControlledVoltage	Spannungsregelung aktiv (nur gültig, wenn keine Rampe läuft)
	Bit= 1 Kanal ist in Spannungsregelung	Bit= 0 Kanal ist nicht in Spannungsregelung
IsCC	IsControlledCurrent	Stromregelung aktiv (nur gültig, wenn keine Rampe läuft)
	Bit= 1 Kanal ist in Stromregelung	Bit= 0 Kanal ist nicht in Stromregelung
IsEMCY	IsEmergencyOff	Not-Aus ohne Rampe
	Bit= 1	Bit= 0
IsON	IsOn	Hochspannung eingeschaltet
	Bit= 1 Kanal ist angeschaltet	Bit= 0 Kanal ist ausgeschaltet
IsRAMP	IsRamping	Spannungsrampe läuft
	Bit= 1 Kanalspannung verändert sich (rampt)	Bit= 0 Keine Spannungsänderung
IsIERR	InputError	Eingabefehler
	Bit= 1 Eingabefehler	Bit= 0 Kein Eingabefehler
IsARC	IsARC	Überschlag wurde erkannt (Abschnitt 3.3)
	Bit= 1 Überschlag erkannt	Bit= 0 Kein Überschlag erkannt
Res	Reserved	

8.4 Kanal-Event-Status (Lese-/Schreibzugriff)

:READ:CHANnel:EvEnt:STATus?

Tabelle 8.8: Kanal-Event-Status Register

Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
EOVP	ECLIM	ETRIP	EEINH	EVBNDs	ECBNDs	EARCERR	res
Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
ECV	ECC	EEMCY	EEOR	EOn2Off	EIER	EARC	Res

Das Kanal-Event-Status-Register enthält den *eingefangenen* Status. Abhängig vom Kanalzustand werden die Event-Statusbits gesetzt aber nicht gelöscht. Die Bits können vom Benutzer gelöscht werden, indem eine 1 in das entsprechende Eventbit geschrieben wird. Alle Kanal-Events können mit :EVENT:CLEAR gelöscht werden.

Tabelle 8.9: Erläuterung einzelner Bits des Kanal-Event-Status Registers

Bit	Name	Beschreibung
EOVP	EventOverVoltageProtection	Event: Spannungs-Limit wurde überschritten
ECLIM	EventCurrentLimit	Event: Strom-Limit wurde überschritten
ETRIP	EventTrip	Event: Strom-Setzwert im Modus „Kill-Enable“ wurde überschritten
EEINH	EventExtInhibit	Event: Externes Inhibit
EVBNDs	EventVoltageBounds	Event: Spannung außerhalb der Bounds
ECBNDs	EventCurrentBounds	Event: Strom außerhalb der Bounds
EARCERR	EventArcError	Event: Fehler Überschlagsmanagement (Abschnitt 7.2)
ECV	EventControlledVoltage	Event: Spannungsregelung
ECC	EventControlledCurrent	Event: Stromregelung
EEMCY	EventEmergencyOff	Event: Not-Aus
EEOR	EventEndOfRamp	Event: Ende der Spannungs-Rampe
EOn2Off	EventOnToOff	Event: Wechsel vom Zustand "On" zu "Off" ohne Rampe
EIER	EventInputError	Event: Eingabefehler
EARC	EventArc	Event: Überschlag ist aufgetreten
Res	Reserved	

Wenn eines der Event-Status-Bits EOVP, EARCERR, ECLIM, ETRIP, EEINH, EVBNDs, ECBNDs, EEMCY gesetzt ist, wird das erneute Einschalten der Hochspannung verhindert, bis das entsprechende Bit vom Nutzer gelöscht wurde.

8.5 Modul-Status (Lesezugriff)

:READ:MODule:STATus?

Tabelle 8.10: Modul-Status-Register

Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
isKILena	isTEMPgd	isSPLYgd	isMODgd	isEVNTact	isSFLPg	isnoRAMP	isnoSERR
Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
Res	Res	Res	isSrv	Res	Res	Res	isADJ

Die Modul-Status-Register enthält den *aktuellen* Modulstatus.

Tabelle 8.11: Erläuterung einzelner Bits des Modul-Status-Registers

Bit	Name	Beschreibung	Bit ist 1	Bit ist 0
isKILena	IsKillEnable	Zustand der Funktion Kill	Modul ist im Zustand Kill Enable	Modul ist im Zustand Kill disable
isTEMPgd	IsTemperatureGood	Modul-Temperatur	Modul-Temperatur > 55 °C, Hochspannung wird ausgeschaltet	Modul-Temperatur < 55 °C
isSPLYgd	IsSupplyGood	Stromversorgung	Stromversorgung ist in Ordnung	Stromversorgung ist nicht in Ordnung
isMODgd	IsModuleGood	Modul-Gesamtstatus	Gesamtstatus in Ordnung	Gesamtstatus nicht in Ordnung
isEVNTact	IsEventActive	Maskierten Events	Mindestens ein maskierter Event ist aktiv	Kein maskierter Event ist aktiv
isSFLPg	IsSafetyLoopGood	Sicherheitsschleife (Interlock)	Sicherheitsschleife geschlossen	Sicherheitsschleife geöffnet
isnoRAMP	IsNoRamp	Spannungsänderung	Keine Rampe läuft	Mindestens eine Rampe läuft
isnoSERR	IsNoSumError	Modul-Summenfehler	Kein Summenfehler	Summenfehler aktiv
IsSrv	IsServiceNeeded	Hardwarefehler	Hardwarefehler aufgetreten: Bitte Hersteller kontaktieren	Kein Hardwarefehler
IsADJ	IsFineAdjustment	Feinjustierung	Justierung ist angeschaltet	Justierung ist ausgeschaltet
Res	Reserved			

8.6 Modul-Event-Status (Lese-/Schreibzugriff)

:READ:MODule:EVent:STATus?

Das Modul-Event-Status-Register enthält den eingefangenen Status. Abhängig vom Modulzustand werden die Event-Statusbits gesetzt aber nicht gelöscht. Die Bits können vom Benutzer gelöscht werden, indem eine 1 in das entsprechende Eventbit geschrieben wird. Alle Modul-Events können mit :CONFIGURE:EVENT:CLEAR gelöscht werden.

Tabelle 8.12: Modul-Event-Status Register

Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
Res	ETMPngd	ESPLYngd	Res	Res	ESFLPg	Res	Res
Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
Res	Res	Res	Res	ESrv	Res	Res	Res

Tabelle 8.13: Erläuterung einzelner Bits des Modul-Event-Status Registers

ETMPngd	EventTemperatureNotGood	Event: Modul-Temperatur ist zu groß
ESPLYngd	EventSupplyNotGood	Event: Spannungsversorgung ist fehlerhaft
ESFLPg	EventSafetyLoopNotGood	Event: Sicherheitsschleife (Interlock) ist offen
ESrv	EventService	Event: Ein Hardware-Fehler im HV-Modul wurde entdeckt. Die Hochspannung wurde ausgeschaltet und kann nicht wieder angeschaltet werden. Bitte den Gerätehersteller kontaktieren.
Res	Reserved	

9 Weitere Befehlssätze

Die Kompatibilität zu weiteren Befehlssätzen (ET-Befehlssatz, SCPI-Befehlssatz alt) bleibt erhalten. Details zu diesen Befehlssätzen können beim Gerätehersteller, der iseg Spezialelektronik GmbH, angefordert werden.

Erweiterungen, z. B. die Parametrierung der Überschlagsbehandlungsroutine, werden nicht vorgenommen.

10 Fehlersuche

10.1 Fehlerquittierung

Für das Rücksetzen oder Quittieren eines Fehlerereignisses gibt es folgende Möglichkeiten:

- Steigende Flanke der INHIBIT-Funktion (Abschnitt 4.9 und Abschnitt 4.10)
- Betätigung der Taste „KILL ESC“ an der Frontplatte (Abschnitt 5.1) oder
- Über die digitalen Schnittstellen mit dem Befehl *CLS (Abschnitt 8.1)

10.2 Fehlermeldungen auf den LC-Displays

Tabelle 10.1: Fehlermeldungen auf den LC-Displays

Fehlermeldungen im laufenden Betrieb	
Anzeige:	Bedeutung:
SAFETYLOOP	Sicherheitsschleife (Interlock) ist nicht geschlossen. Gerät kann keine Hochspannung erzeugen.
OVERTEMPERATURE	Gerät hat die Hochspannung aufgrund Übertemperatur abgeschaltet (Abschnitt 7.1).
ERROR: SUPPLY	Entweder die Netzeingangsspannung oder eine interne Hilfsspannung liegt unter bzw. über dem vorgegebenen Grenzwert.
EXTERNAL INHIBIT	Externes INHIBIT ist aktiv. Gerät kann keine Hochspannung erzeugen.
OVP	Maximaler zulässiger Wert der Ausgangsspannung überschritten (Abschnitt 7.1).
ERROR ARC	Fehler: Eingestellte Anzahl Überschläge wurde überschritten (Abschnitt 7.2)
EMERGENCY OFF	Hochspannung wurde mit Emergency Off schnell abgeschaltet.
CURRENT TRIP	Stromsetzwert wurde bei Kill Enable erreicht. Hochspannung wurde schnell abgeschaltet.
ERROR: SERVICE	Hochspannungsgerät fehlerhaft. Das Gerät muss zum Service eingeschickt werden.
Fehlermeldung während des Startvorgangs	
Anzeige:	Bedeutung:
CONTACT SERVICE	Das Gerät muss zum Service eingeschickt werden.

10.3 Weitere Fehler

Tabelle 10.2: Fehlersuche

Gerät liefert keine Ausgangsspannung, Lüfter drehen sich nicht	⇒	- Überprüfung Netzspannung, Netzanschluss
Gerät liefert keine Ausgangsspannung, Lüfter drehen sich.	⇒	- Überprüfung Netzspannung - Überprüfung Umgebungstemperatur ($T_U \leq 50^\circ\text{C}$) - Überprüfung Steuerspannung - Überprüfung Steuersignal INHIBIT Funktion - Überprüfung Interlocksicherheitsschleife
Beim Netzeinschalten lösen externe Sicherungsautomaten aus.	⇒	- Sicherungen mit träger Charakteristik verwenden (Einschaltstromspitze 20 A)
Gerät liefert nur für kurze Zeit Ausgangsspannung	⇒	- Überprüfung Zustand Filtermatte

Führen diese Maßnahmen nicht zum Erfolg, muss das Gerät von autorisiertem Fachpersonal überprüft bzw. zur Überprüfung an den Hersteller gesandt werden.

11 Wartung

Zur Einhaltung der spezifizierten Genauigkeit der SETZ- und MONITOR-Signale ist das Gerät jährlich zu kalibrieren.

Reparatur- und Wartungsarbeiten im Gerät dürfen nur von ausgebildetem und autorisiertem Fachpersonal vorgenommen werden.