

## 19“ / 1HE – Hochspannungs-Netzgerät Baureihe HPS 300 W und 800 W

### Bedienungsanleitung

1	Sicherheitshinweise .....	3
2	Technische Daten.....	4
2.1	Allgemeine technischen Daten .....	6
3	Funktionsbeschreibung.....	7
3.1	Betriebszustände.....	8
3.2	Sicherheitsschleife (Interlock).....	8
4	Frontplattenbedienung.....	9
4.1	Anzeigen .....	9
4.2	Menü .....	10
4.3	Software-Limits.....	11
4.4	ARC-Management.....	11
4.5	Fehler-Ereignisse .....	12
5	Fernsteuerung über Schnittstelle .....	13
5.1	Beschreibung der CAN-Schnittstelle.....	13
5.2	Beschreibung der RS-232- / USB-Schnittstelle.....	14
5.4	Test der RS-232-/USB-Schnittstelle unter Windows .....	17
5.5	Beschreibung der IEEE-488- (GPIB-) Schnittstelle .....	20
5.6	Beschreibung der Ethernet-Schnittstelle.....	21
5.7	Beschreibung des Analog-I/O.....	23
6	Befehlssätze .....	25
6.1	SCPI-Befehlssatz mit EDCP.....	25
6.2	ET-Befehlssatz (Kompatibilität zu älteren HPS).....	32
6.3	SCPI-Befehlssatz (Kompatibilität zu älteren HPS) .....	34
6.4	Common-Befehlssatz (Kompatibilität zu älteren HPS).....	35
7	Fehlersuche.....	36
7.1	Fehlermeldungen auf den LCD-Anzeigen.....	36
7.2	Generelle Fehler.....	36

### **Achtung!**

- Das Gerät darf nicht mit offenem Gehäuse betrieben werden!

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

### **Bemerkung**

Änderungen dieser Bedienungsanleitung sind jederzeit ohne Mitteilungspflicht möglich. Für Fehler in dieser Beschreibung wird keine Haftung übernommen. Alle Rechte und technische Änderungen vorbehalten!





## 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



### Gefährliche Spannung

Das Gerät wird von 85-265 V Netzspannung versorgt und erzeugt eine Ausgangsspannung bis zu 30 kV.

Die Nichtbeachtung dieser Spannungsverhältnisse kann Tod, schwere Körperverletzung oder Sachschaden verursachen.



### Gefahr bei fehlendem Anschluss am HV-Ausgang

Bei einem HV-Netzgerät das Ausgangsspannungen  $> 6$  kV erzeugen kann, wird als HV-Ausgang ein **LEMO-HV-Konnektor** verwendet.

Die Hochspannungserzeugung darf bei diesem Gerät erst eingeschaltet werden, wenn am Ausgang das entsprechende **Gegenstück mit Ableitung** kontaktiert ist.

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

Die Schutzleiterverbindung muss durch ein entsprechendes Netzkabel sichergestellt werden. Eine zusätzliche Erdung kann über die grün-gelbe Erdungsbuchse ( $\perp$ /PE-Anschluss) neben dem Hochspannungsausgang erfolgen.

Der Schirm des Hochspannungsausganges ist immer mit dem Gehäuse ( $\perp$ /PE-Anschluss) verbunden. Soll er als Rückleiter verwendet werden, muss der Kurzschlussstecker zwischen den Anschlüssen „0 V“ (Rückstrom) und „ $\perp$ /PE“ gesteckt sein.

Wird dieser Stecker entfernt, kann der „0 V“-Anschluss erdnah mit bis zu  $\pm 300$  V hochgelegt werden.

**Achtung: Der Anwender muss dafür Sorge tragen, dass von den Potentialunterschieden zwischen „0 V“ und „ $\perp$ /PE“ keine Gefährdung ausgeht!**

Bei Spannungsdifferenzen von  $> |300|$  V zwischen „0 V“ und „ $\perp$ /PE“ werden diese Anschlüsse über eine elektronische Schutzschaltung kurzgeschlossen um Schäden am Gerät zu verhindern.

Das Gerät ist für den Einbau in 19“-Geräteträger bzw. Schaltschränke vorbereitet. Dabei ist darauf zu achten, dass ein Kühlluftdurchsatz durch die entsprechenden Luft- ein- und -austrittsöffnungen möglich ist.

Für den Einsatz als Tischgerät müssen vorher die mitgelieferten Gerätefüße aufgeklebt werden. Das Gerät darf nur mit diesem Mindestabstand zur Standfläche betrieben werden.

Vor öffnen des Gerätes ist zuerst die Versorgungsspannung abzutrennen und die Entladung der Ausgangskapazitäten abzuwarten. Dabei ist eine entsprechende Entladezeit ( $> 15$  s) einzuhalten und der Entladezustand anschließend zu kontrollieren.

Reparatur- und Wartungsarbeiten im Gerät dürfen nur von ausgebildeten und autorisierten Fachpersonal vorgenommen werden.

## 2 Technische Daten

19" / 1HE - Baureihe HPx <sup>1</sup> 300 W	HPx <sup>1</sup> 10 307 301-FP	HPx <sup>1</sup> 20 157 301-FP	HPx <sup>1</sup> 30 107 301-FP	HPx <sup>1</sup> 40 756 301-FP	HPx <sup>1</sup> 60 506 301-FP	HPx <sup>1</sup> 80 356 301-FP	HPx <sup>1</sup> 120 256 301-FP	HPx <sup>1</sup> 150 206 301-FP	HPx <sup>1</sup> 200 156 301-FP	HPx <sup>1</sup> 300 106 301-FP
Ausgangsspannung V <sub>NOM</sub> (kV)	1	2	3	4	6	8	12	15	20	30
Ausgangsstrom I <sub>NOM</sub> (mA)	300	150	100	75	50	35	25	20	15	10
HV-Anschluss	SHV vorn, opt. hinten (SHV-R)						Lemo-HV-Buchse hinten			
	8 kV < V <sub>NOM</sub> ≤ 16kV: Lemo ERA.1Y.416.CLL						V <sub>NOM</sub> > 16kV: Lemo ERA.3Y.425.CLL			
	<b>Achtung! Nur mit kontaktiertem HV-Stecker betreiben!</b>									
Ausgangsleistung	max. 300 W									
Polarität	fest, ab Werk ⇒ <sup>1</sup> x = p: positiv ⇒ <sup>1</sup> x = n: negativ									
Restwelligkeit [V <sub>SS</sub> ]	V <sub>NOM</sub> ≤ 8kV: < 1 • 10 <sup>-4</sup> • V <sub>NOM</sub>					V <sub>NOM</sub> > 8kV: < 5 • 10 <sup>-4</sup> • V <sub>NOM</sub>				
Spannungsstabilität	< 1 • 10 <sup>-4</sup> • V <sub>NOM</sub> (Vollast/Leerlauf, ΔV <sub>IN</sub> und Wiederholbarkeit) für 1% • V <sub>NOM</sub> ≤ V <sub>OUT</sub> ≤ V <sub>NOM</sub>									
Stromstabilität	< 2 • 10 <sup>-3</sup> • I <sub>NOM</sub> (R <sub>Lmin</sub> ≤ R <sub>L</sub> < Leerlauf und ΔV <sub>IN</sub> ) für 1% • V <sub>NOM</sub> ≤ V <sub>OUT</sub> ≤ V <sub>NOM</sub>									

19" / 1HE - Baureihe HPx <sup>1</sup> 800 W	HPx <sup>1</sup> 10 807 801-FP	HPx <sup>1</sup> 20 407 801-FP	HPx <sup>1</sup> 30 257 801-FP-FP	HPx <sup>1</sup> 40 207 801-FP	HPx <sup>1</sup> 60 137 801-FP	HPx <sup>1</sup> 80 107 801-FP	HPx <sup>1</sup> 120 656 801-FP	HPx <sup>1</sup> 150 506 801-FP
Ausgangsspannung V <sub>NOM</sub> (kV)	1	2	3	4	6	8	12	15
Ausgangsstrom I <sub>NOM</sub> (mA)	800	400	250	200	130	100	65	50
HV-Anschluss	SHV vorn, opt. hinten (SHV-R)						Lemo-HV-Buchse	
	8 kV < V <sub>NOM</sub> ≤ 16kV: Lemo ERA.1Y.416.CLL							
	<b>Achtung! Nur mit kontaktiertem HV-Stecker betreiben!</b>							
Ausgangsleistung	max. 800 W							
Polarität	fest, ab Werk ⇒ <sup>1</sup> x = p: positiv ⇒ <sup>1</sup> x = n: negativ							
Restwelligkeit [V <sub>SS</sub> ]	V <sub>NOM</sub> ≤ 8kV: < 1 • 10 <sup>-4</sup> • V <sub>NOM</sub>				V <sub>NOM</sub> > 8kV: < 5 • 10 <sup>-4</sup> • V <sub>NOM</sub>			
Spannungsstabilität	< 1 • 10 <sup>-4</sup> • V <sub>NOM</sub> (Vollast/Leerlauf, ΔV <sub>IN</sub> u. Wiederholbarkeit) für 1% • V <sub>NOM</sub> ≤ V <sub>OUT</sub> ≤ V <sub>NOM</sub>							
Stromstabilität	< 2 • 10 <sup>-3</sup> • I <sub>NOM</sub> (R <sub>Lmin</sub> ≤ R <sub>L</sub> < Leerlauf und ΔV <sub>IN</sub> ) für 1% • V <sub>NOM</sub> ≤ V <sub>OUT</sub> ≤ V <sub>NOM</sub>							

**19" / 1U - Baureihe 300 W als Kondensatorlader, Option -CLD**

Ausgangsleistung	max. 300 W
Entladefrequenz	Max. eine vollständige Entladung pro Sekunde, bei Entladung um bis zu 2kV gegen GND: bis zu 15 Hz bei Entladung um bis zu 1kV gegen GND: bis zu 60 Hz bei höheren Frequenzen und/oder größerer Entladung muss der Entladestrom durch externen Serienwiderstand begrenzt werden!
Spannungsstabilität	$< 1 \cdot 10^{-3} \cdot V_{NOM}$ (Vollast/Leerlauf, $\Delta V_{IN}$ und Wiederholbarkeit) für $1\%V_{NOM} \leq V_{OUT} \leq V_{NOM}$
Stromstabilität	$< 2 \cdot 10^{-3} \cdot I_{ONOM}$ ( $R_{Lmin} \leq R_L < \text{Leerlauf}$ und $\Delta V_{IN}$ ) für $1\%V_{NOM} \leq V_{OUT} \leq V_{NOM}$

**19" / 1U - Baureihe 800 W als Kondensatorlader, Option -CLD**

Ausgangsleistung	max. 800 W
Entladefrequenz	Max. eine vollständige Entladung pro Sekunde, bei Entladung um bis zu 2kV gegen GND: bis zu 15 Hz bei Entladung um bis zu 1kV gegen GND: bis zu 60 Hz bei höheren Frequenzen und/oder größerer Entladung muss der Entladestrom durch externen Serienwiderstand begrenzt werden!
Spannungsstabilität	$< 1 \cdot 10^{-3} \cdot V_{NOM}$ (Vollast/Leerlauf, $\Delta V_{IN}$ und Wiederholbarkeit) für $1\%V_{NOM} \leq V_{OUT} \leq V_{ONOM}$
Stromstabilität	$< 2 \cdot 10^{-3} \cdot I_{OUTmax}$ ( $R_{Lmin} \leq R_L < \text{Leerlauf}$ und $\Delta V_{IN}$ ) für $1\%V_{NOM} \leq V_{OUT} \leq V_{NOM}$

## 2.1 Allgemeine technischen Daten

19" / 1HE - Baureihe HPx <sup>1</sup> 300 W		19" / 1HE - Baureihe HPx <sup>1</sup> 800 W	
Genauigkeit	Spannung	$\pm (0,5\% \cdot V_{OUT} + 0,3\% \cdot V_{NOM} + 1 \text{ digit})$ für ein Jahr	
	Strom	$\pm (0,1\% \cdot I_{OUT} + 0,05\% \cdot I_{NOM} + 1 \text{ digit})$ für ein Jahr	
Temperaturkoeffizient		$< 2 \cdot 10^{-4}/K$	
Display		8stellige LCD-Anzeigen für Spannung und Strom	
Auflösung Spannungs- und Strommessung		4stellig	
Auflösung Einstellwerte Spannung / Strom	LOCAL	4stellig	
	REMOte	4stellig	
Schalten der Ausgangsspannung		mit Taster ON/OFF oder über Fernsteuerung	
Steuerung (REMOte)  optional: optional: optional: optional:	LOCAL	Drehgeber für Spannung und Strom	
	-CAN	mittels CAN-Interface	
	-USB	mittels USB-Interface	
	-RS2	mittels zusätzlichem RS-232-Interface	
	-AIF	mittels galvanisch getrenntem Analog-I/O (SUB-D-9 Stecker)	
	-IEE	mittels zusätzlichem IEEE-488-Interface (Micro D25 Stecker)	
	-ETH	mittels zusätzlichem Ethernetinterface	
Wirkungsgrad		bis zu 85%	
Versorgung		$V_{IN} = 85 \text{ bis } 260 \text{ V AC}$ mit PFC $I_{IN} = 1,7 \text{ A}$ bei 230V-AC / $3,5 \text{ A}$ bei 115 V-AC (300 W Baureihen), $I_{IN} = 4,5 \text{ A}$ bei 230 V AC / $9 \text{ A}$ bei 115 V AC (800 W Baureihen) über Gerätestecker und Schalter „POWER“, galvanisch getrennt vom HV-Ausgang, abgesichert mit $2 \cdot 6,3 \text{ A} / T$ (300 W Baureihen) $2 \cdot 10 \text{ A} / T$ (600 W Baureihen).	
Abmessungen		1U -19" kompatibel / Einbautiefe: 410 mm	
Gewicht		ca. 5,7 kg (300 W Baureihe) / ca. 6,5 kg (800 W Baureihe)	
Kühlung		Zwangskühlung mit eingebautem Ventilator	
Überwachungen		Überlast und Kurzschluss / Spannungsversorgung / Temperatur	
Betriebsbedingungen		Temperatur: 5 bis 35 °C Luftfeuchtigkeit: 30 bis 80 %, nicht kondensierend	
Lagertemperatur		0 bis 60 °C	

### 3 Funktionsbeschreibung

Die Hochspannungsversorgung der Baureihe HPx<sup>1</sup> – 300 W versorgt Geräte, die Spannungen von 0 – 30 kV DC bei max. 300 W Ausgangsleistung benötigen.

Die Hochspannungsversorgung der Baureihe HPx<sup>1</sup> – 800 W versorgt Geräte, die Spannungen von 0 – 15 kV DC bei max. 800 W Ausgangsleistung benötigen.

Die Regelung ist dabei so ausgelegt, dass das Gerät im Konstantspannungs oder –strommodus arbeiten kann.

Die Kondensatorlader der Baureihe LPx<sup>1</sup> - 300 W lädt Kondensatoren im Spannungsbereich von 0 bis 30 kV-DC mit max. 300 W Ausgangsleistung.

Die Kondensatorlader der Baureihe LPx<sup>1</sup> - 800 W lädt Kondensatoren im Spannungsbereich von 0 bis 15 kV-DC mit max. 800 W Ausgangsleistung.

Die Regelung ist dabei so ausgelegt, dass die am Ausgang angeschlossene Kapazität mit einem Konstantstrom geladen wird. Diese Kapazität wird dann durch die Nutzerschaltung entladen. Informationen zur max. Entladefrequenz in Abhängigkeit von der Entladespannung werden in Kapitel 2 „Technische Daten“ gemacht.

Bei Geräten der Baureihe LPS ist die Software-Spannungsrampe (0...3000 V/s) abschaltbar. Das Gerät fährt dann die eingestellten Spannungen schnellstmöglich an (siehe Kapitel 4 „Frontplattenbedienung“ und 6 „Befehlsätze“).

Die Hochspannung wird aus der Netzspannung 85 – 264 V AC 50/60 Hz erzeugt (PFC ist Standard).

Ausgangsspannung und -strom sind durch den Schaltungsaufbau hardwareseitig begrenzt.

Die Polarität liegt ab Werk fest (<sup>1</sup>x=p: positiv; <sup>1</sup>x=n: negativ).

Der Schirm des Hochspannungsausganges ist immer mit dem Gehäuse ( $\perp$ /PE-Anschluss) verbunden. Soll er als Rückleiter verwendet werden, muss der Kurzschlussstecker zwischen den Anschlüssen „0 V“ (Rückstrom) und „ $\perp$ /PE“ gesteckt sein.

Wird dieser Stecker entfernt, kann der „0 V“-Anschluss erdnah mit bis zu  $\pm 300$  V hochgelegt werden.

**Achtung: Der Anwender muss dafür Sorge tragen, dass von den Potentialunterschieden zwischen „0 V“ und „ $\perp$ /PE“ keine Gefährdung ausgeht!**

Bei Spannungsdifferenzen von  $> |300|$  V zwischen „0 V“ und „ $\perp$ /PE“ werden diese Anschlüsse über eine elektronische Schutzschaltung kurzgeschlossen um Schäden am Gerät zu verhindern.

### 3.1 Betriebszustände

Das Gerät verfügt über folgende Betriebszustände:

- POWER-ON Das Gerät initialisiert die angeschlossene Hardware (Startvorgang)
- LOCAL Das Gerät wird über die Tasten und Drehgeber an der Frontplatte bedient
- REMOTE Das Gerät wird über Schnittstelle (CAN, USB, RS232, IEEE-488, Ethernet) ferngesteuert

In den Zuständen LOCAL und REMOTE wird weiterhin unterschieden nach:

- HV-OFF Es wird keine Hochspannung erzeugt
- HV-ON Hochspannung wird entsprechend der eingestellten Setzwerte erzeugt

Im Zustand HV-ON gibt es zwei Betriebsarten zur Erzeugung der Ausgangsspannung:

1. Spannungssteuerung:  
Steuerung der Ausgangsspannung entsprechend des Setzwertes  $V_{SET}$   
(Ausgangsstrom  $I_{OUT} < I_{SET}$ ), die LED „CV“ (Control Voltage) leuchtet.
2. Stromsteuerung (nur bei „Kill disable“):  
Steuerung des Ausgangsstromes entsprechend des Setzwertes  $I_{SET}$   
(Ausgangsspannung  $V_{OUT} < V_{SET}$ ), die LED „CC“ (Control Current) leuchtet.

Die KILL-Funktion wird mit der Taste „KILL/ESC“ gesetzt:

Disable: Die Ausgangsspannung wird bei Erreichen von  $I_{SET}$  begrenzt.

Enable: Die gelbe LED „KILL ENABLE“ leuchtet.

Die Ausgangsspannung wird ohne Rampe dauerhaft abgeschaltet für  $I_{OUT} \geq I_{SET}$   
Die Wiedereinstellung der Ausgangsspannung ist möglich nach erneuter Betätigung der Taste „HV-ON“.

### 3.2 Sicherheitsschleife (Interlock)

Das Gerät hat auf der Rückseite einen Anschluss für eine Hardware-Sicherheitsschleife (Interlock) pro Gerät.

Bei geschlossener Sicherheitsschleife treibt eine interne Stromquelle (Leerlaufspannung 15V / max. Kurzschlussstrom ca. 40 mA) einen Strom von ca. 12 mA durch das eingebaute Sicherheitsrelais.

Die Impedanz der geschlossenen Schleife darf dabei 200 Ohm nicht übersteigen.

Wird diese Sicherheitsschleife unterbrochen, fällt das Relais ab und die Hochspannungserzeugung wird ohne weitere Verwendung von Halbleiterbauelementen durch die sich öffnenden Relaiskontakte gestoppt.

**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!**

Im Auslieferungszustand ist diese Schleife mit Hilfe einer Drahtbrücke geschlossen.

Bei offener Sicherheitsschleife kann die Hochspannung nicht eingeschaltet werden.

Nach dem Schließen der Sicherheitsschleife kann die Hochspannung nur mit HV-ON über Frontplatte oder die digitalen Interfaces wieder eingeschaltet werden.

Eine Ausnahme ergibt sich, wenn im Menü F06 „Control with analogue I/O automatically“ AIF ON gesetzt wurde. Dann lässt sich die Hochspannung ebenfalls über das analog I/O mit der **INHIBIT Flanke Low -> High** wieder einschalten.



## 4 Frontplattenbedienung

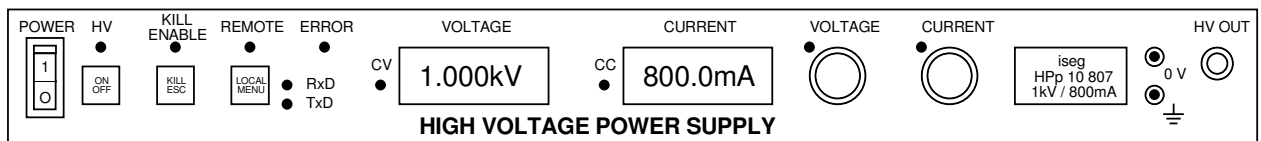


Bild: Frontplatte des HPS/LPS

Optional und für  $V_{NOM} > 7$  kV:  
Anschlüsse auf Rückseite

Nach Betätigung des Schalters „POWER“ startet das Gerät. Während des Startvorganges initialisiert das Gerät die eingebaute Hardware. Nach dem Start ist die Betriebsart „LOCAL“, die KILL-Funktion ist „Disable“.

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 gelben LEDs VOLTAGE und CURRENT leuchten. Wird versucht,  $V_{SET}$  oder  $I_{SET}$  größer als das aktuelle Limit einzustellen, blinkt die entsprechende LED für eine Sekunde.

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

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

### 4.1 Anzeigen

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

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

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

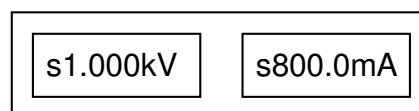


Bild: Darstellung der Setzwerte auf den Anzeigen

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

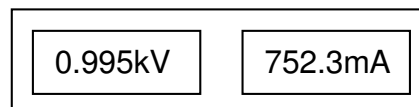


Bild: Darstellung der Messwerte auf den Anzeigen

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.

## 4.2 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.

Anzeige	Beschreibung
F01 Set Limit V	Setzen des Software-Spannungslimits $V_{OUTmax}$ mit Drehgeber VOLTAGE im Bereich $0,02 \cdot V_{NOM} \leq V_{OUTmax} \leq V_{NOM}$ . Die Eingabe von $V_{SET}$ wird auf diesen Wert begrenzt. Wird das Limit kleiner als der aktuelle Setzwert $V_{SET}$ eingestellt, wird $V_{SET}$ automatisch auf $V_{OUTmax}$ reduziert.
F02 Set Limit I	Setzen des Software-Stromlimits $I_{OUTmax}$ mit Drehgeber CURRENT im Bereich $0,02 \cdot I_{NOM} \leq I_{OUTmax} \leq I_{NOM}$ . Die Eingabe von $I_{SET}$ wird auf diesen Wert begrenzt. Wird das Limit kleiner als der aktuelle Setzwert $I_{SET}$ eingestellt, wird $I_{SET}$ automatisch auf $I_{OUTmax}$ reduziert.
F03 Set Ramp V	Setzen Anstiegsgeschwindigkeit Spannung mit Drehgeber VOLTAGE im Bereich von 1...3000 V/s (Werkseinstellung $0,2 \cdot V_{NOM}/s$ ). Bei Geräten der Baureihe LPS ist die Software-Spannungsrampe abschaltbar. Das Gerät fährt dann die eingestellte Spannung schnellstmöglich an. Die Software-Rampe kann folgendermaßen deaktiviert werden: Nach der schnellsten Software-Rampe von 3000 V/s folgt der Eintrag „max.“. Zum Zurückstellen wird eine Rampe im Bereich 1...3000 V/s ausgewählt.
F04 Set Ramp I	Setzen Anstiegsgeschwindigkeit Strom mit Drehgeber CURRENT in einem Wertebereich von $0,02 \cdot I_{NOM}/s$ bis $I_{NOM}/s$ (Werkseinstellung $I_{NOM}/s$ ).
F05 Auto Start	Automatische HV-Erzeugung mit Power-On: Noch nicht implementiert.
F06 Auto AIF	Automatische Steuerung mit Analog I/O: AIF ON: HV einschalten mit Taster HV-ON oder mit INHIBIT Low $\rightarrow$ High AIF OFF: HV einschalten nur mit Taster HV-ON. In beiden Fällen hat das INHIBIT-Signal Priorität: INHIBIT High nach Low sperrt HV Low nach High gibt HV frei (KILL disable) Low statisch: HV=0
F07 Set Interfce	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 “AIF” 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 (empfohlen) “SCPI” Steuerung mit dem alten SCPI-Befehlssatz “ET” Steuerung mit dem alten ET-Befehlssatz
F09 Addr IEEE	Auswahl IEEE-Bus-Adresse mit Drehgeber VOLTAGE: 01 bis 30. Werkseinstellung ist 17.
F10 Addr CAN	Auswahl CAN-Bus-Adresse mit Drehgeber VOLTAGE: 00 bis 63. Werkseinstellung ist 0.

Anzeige	Beschreibung
F11 Set Echo	Auswahl Echo ein/aus für RS-232/USB mit Drehgeber VOLTAGE: "on" ⇒ "off" ⇒ "on"
F12 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.
F13 Show Power	Anzeige der gemessenen Leistung anstelle des Messstromes (an/aus).
F14 Quit Menu	Schließt das Menü.

### 4.3 Software-Limits

Das Gerät verfügt über zwei Software-Limits für Spannung und Strom.

Diese Limits haben zwei Funktionen:

1. Begrenzung der Setzwerte auf die eingestellten Limits:  $V_{SET}$  auf  $V_{OUTmax}$  bzw.  $I_{SET}$  auf  $I_{OUTmax}$ .
2. Setzen der Limit-Bits im Kanal-Status und Kanal-Event-Status, wenn die Messwerte die Grenzen überschreiten:
  - isVLIM und EVLIM wenn  $V_{OUT} \geq V_{OUTmax} + 0,02 \cdot V_{NOM}$
  - isCLIM und ECLIM wenn  $I_{OUT} \geq I_{OUTmax} + 0,02 \cdot I_{NOM}$

Im Kill-Modus „Enable“ führen die Bits „EVLIM“ bzw. „ECLIM“ zum abschalten der Hochspannung ohne Rampe.

### 4.4 ARC-Management

Das Gerät verfügt über ein ARC Management.

Dabei wird ein ARC als eine Entladung mit  $I_{OUT} > 1,5 \cdot I_{nom}$  definiert.

Nach der erlaubten Anzahl von Entladungen (ARCs) pro Zeiteinheit werden die Steuersignale des Wechselrichters des HV-Generators innerhalb weniger  $\mu s$  abgeschaltet. Gleichzeitig wird die interne Steuerspannung auf  $V_{SET} = 0V$  gesetzt.

In Abhängigkeit von der eingestellten KILL-Funktion reagiert das Gerät jetzt wie folgt:

KILL disable:

Nach einer Austastzeit ARC-Wait wird die Hochspannung mit Rampe entsprechend der extern vorgegebenen  $V_{SET}$  wieder eingestellt.

KILL enable:

Die Hochspannungserzeugung wird dauerhaft abgeschaltet. Ein Einschalten ist erst durch Rücksetzen über die Taste KILL/ESC oder Fernsteuerbefehl (z. B. \*CLS) möglich.

Die weiteren Parameter des ARC Managements sind in der Tabelle aufgeführt.

	HPS	LPS ( $V_{nom} \leq 2 \text{ kV}$ )	LPS ( $V_{nom} > 2 \text{ kV}$ )
ARC-Anzahl / s	1	10	5
ARC-Wait	1 s	1 s	1 s
e	Eingestellte Spannungsrampe	Eingestellte Spannungsrampe	Eingestellte Spannungsrampe

## 4.5 Fehler-Ereignisse

Die folgenden Ereignisse führen zum Abschalten der Hochspannung und müssen vor Wiederanschalten der Hochspannung über die Taste KILL/ESC oder Fernsteuerbefehl (z. B. \*CLS) zurückgesetzt werden.

Event-Bit	Anzeige	Beschreibung
EEMCY	EMERGENCY OFF	Notaus über Schnittstelle
ETRIP	CURRENT TRIP	Stromtrip ( $I_{OUT} \geq I_{SET}$ ) bei Kill Enable
EVLIM	VOLTAGE LIMIT	Spannungslimit wurde überschritten bei Kill Enable
ECLIM	CURRENT LIMIT	Stromlimit wurde überschritten bei Kill Enable
ESFLPngd	SAFETYLOOP	Sicherheitsschleife wurde bzw. ist geöffnet
ETEMPngd	OVERTEMPATURE	Übertemperatur lag bzw. liegt vor

## 5 Fernsteuerung über Schnittstelle

Zur Fernsteuerung des Gerätes muss im Menü „F07 Set Interfce“ 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“. Die beiden gelben LEDs VOLTAGE und CURRENT erlöschen und zeigen damit an, das zur Zeit keine Lokalbedienung möglich ist.

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.

**Ausnahme: Wird die Bedienung an der Frontplatte gesperrt (Local Lockout, s. Common-Befehlssatz, Kapitel 6.3) kann das Gerät nur noch über den Netzschalter POWER abgeschaltet werden!**

Beim Empfangen bzw. Senden von Daten über die Schnittstellen RS-232 und IEEE-488 blinken die LEDs RxD (Empfang) bzw. TxD (Senden).

### 5.1 Beschreibung der CAN-Schnittstelle

**Achtung:** Vor dem an- oder abstecken des Schnittstellenkabels ist das Gerät über den Netzschalter auszuschalten.

Die Pinbelegung des auf der Geräterückseite befindlichen D-SUB-9-Steckers ist in der folgenden Tabelle aufgeführt:

Pin	Belegung
2	CAN_L (CAN-Low)
3	CAN_GND (CAN-Ground)
5	CAN_SHLD (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 des Gerätes kann damit das Programm isegCANHVControl bzw. der iseg OPC Server verwendet werden.

## 5.2 Beschreibung der RS-232- / USB-Schnittstelle

**Achtung:** 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) zur gleichen Zeit 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 angegebene Brückung der Steuersignale am PC vorzunehmen.

Zur Fernsteuerung über RS-232 muss im Menü F09 „RS-232“ ausgewählt werden.

Signal RS-232	HV-Versorgung		PC D-SUB-9	PC D-SUB-25	Verbindung 3-pol. Kabel
	D-SUB-9	Intern			
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.

Zur Fernsteuerung über USB muss im Menü F09 „USB“ ausgewählt werden.

### 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.

Zur Fernsteuerung muss im Menü „F07 Set Interfce“ „RS-232“ ausgewählt werden. 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 abgeschaltet werden:

1. Am Gerät über das Menü „F11 Set Echo“.
2. Über den SCPI-Befehlssatz mit EDCP

Diese Einstellung bleibt permanent erhalten. Auslieferungszustand ab Werk ist „Echo ein“.

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

Zwischen Sende- und Lese-Befehl ist eine Verzögerungszeit von mindestens 20 ms einzuhalten.

## Installation des USB-Treibers unter Windows

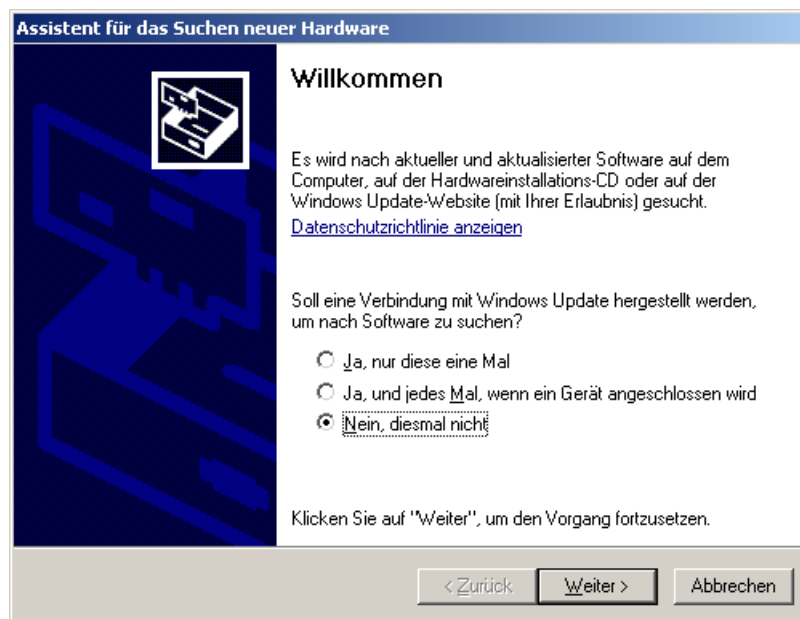
Es wird der VCP-Treiber (Virtual COM Port) von FTDI verwendet, der für Windows unter:

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

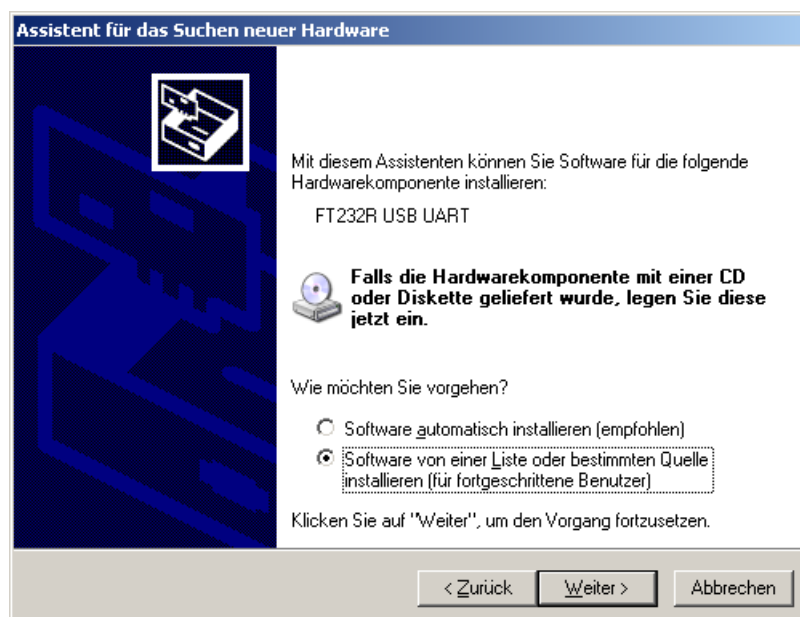
heruntergeladen werden kann.

Zur Installation des Treibers sind folgende Schritte nötig:

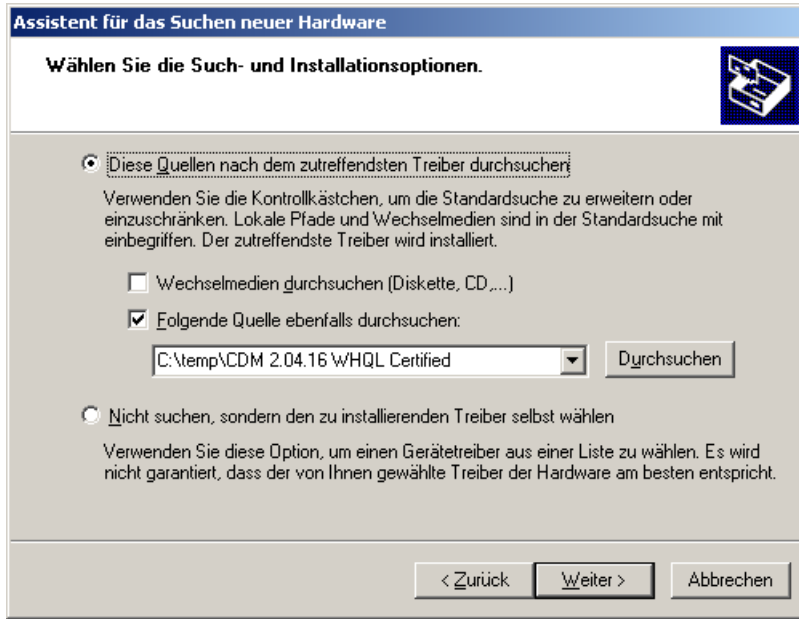
1. Entpacken des FTDI-Treibers „CDM 2.04.16 WHQL Certified.zip“, z. B. nach C:\Temp\
2. Anstecken des HV-Gerätes an den Rechner über USB
3. Es erscheint der Assistent zur Installation neuer Hardware.  
Wählen Sie im ersten Dialog „Nein, diesmal nicht“ und dann weiter:



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



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



6. Nach einem kurzen Kopiervorgang erscheint die Erfolgsmeldung:



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 nötig.



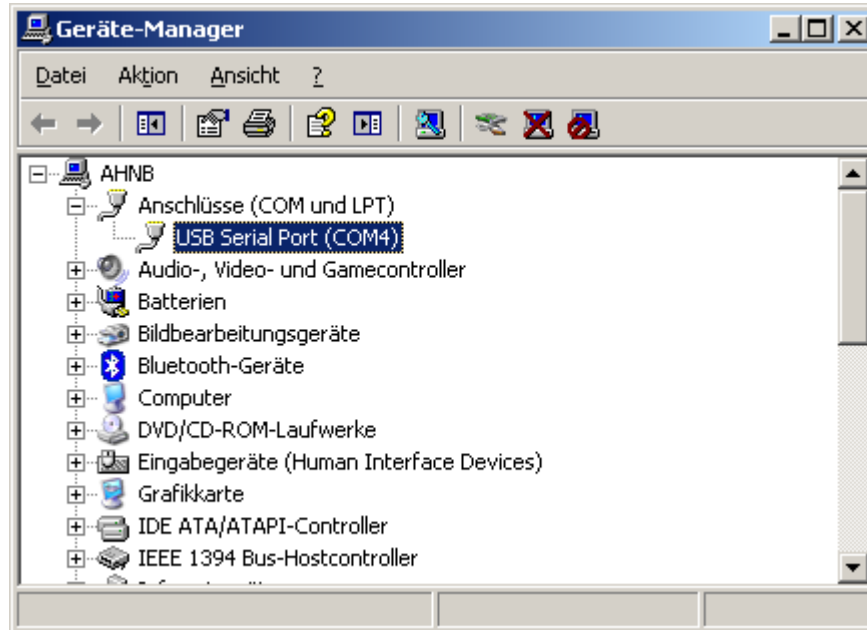
## 5.4 Test der RS-232-/USB-Schnittstelle unter Windows

### Feststellen der seriellen USB-Schnittstelle mit dem Gerätemanager

Starten des Gerätemangers 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:



### Test mit HyperTerminal

Zur Fernsteuerung über RS-232/USB muss das Gerät 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.

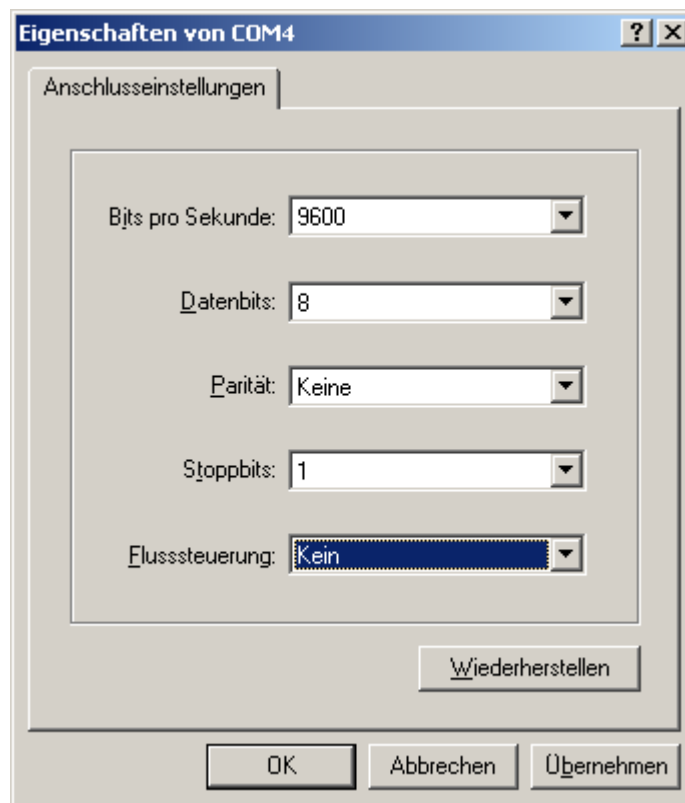
Über das Menü „Datei → neue Verbindung“ einen Namen für die Verbindung vergeben (z. B. „HPS“) und mit OK bestätigen.



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



Es erscheint dieses Dialogfeld zur Eingabe der Schnittstellenparameter:

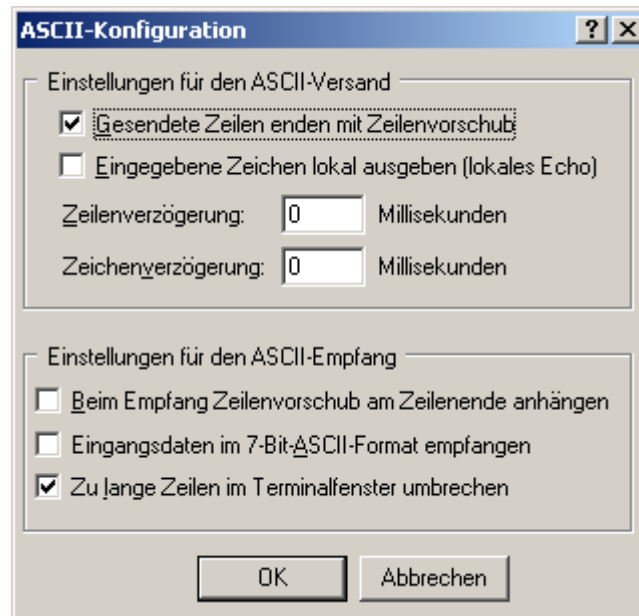


Nach Bestätigung mit OK ist die Schnittstelle fertig eingerichtet.

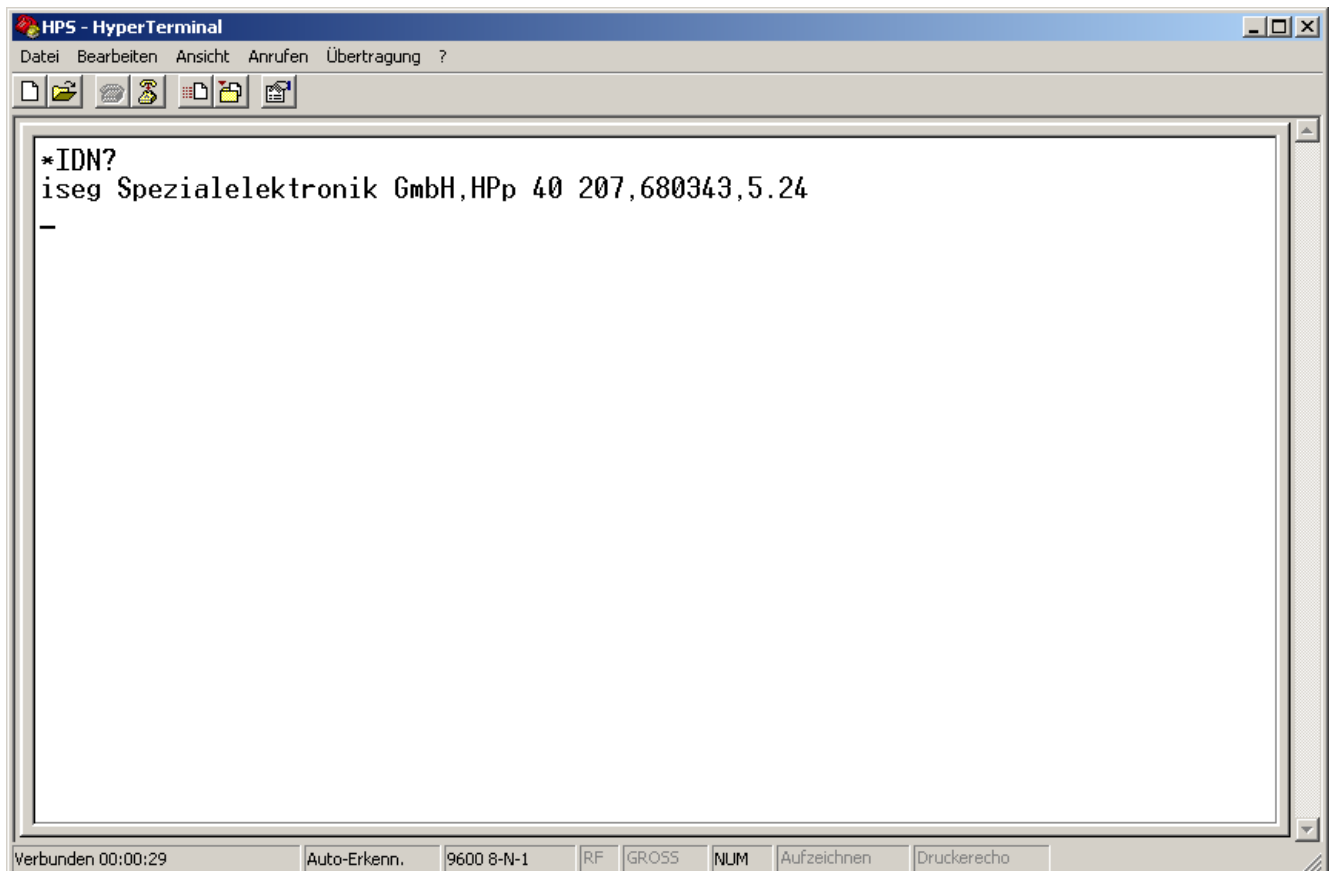
Es muss jetzt noch unter dem Menü

Datei → Eigenschaften → Einstellungen → ASCII-Konfiguration

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



Jetzt kann die Kommunikation mit dem Gerät getestet werden:



## 5.5 Beschreibung der IEEE-488- (GPIB-) Schnittstelle

**Achtung:** Vor dem an- oder abstecken des Schnittstellenkabels ist das Gerät über den Netzschalter auszuschalten.

### IEEE-488-Schnittstelle

Das IEEE-488 Bus-Interface wurde mit einem zum NEC 7210 kompatiblen IEEE Controller implementiert. Die folgenden Interface Funktionen 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.

Zur Fernsteuerung über IEEE muss im Menü F09 „IEEE“ ausgewählt werden. Im Menü F11 wird die gewünschte IEEE Adresse (0...31) eingestellt. Werkseitig ist Adresse 17 voreingestellt. Sobald das Gerät die entsprechenden Steuerbefehle empfängt, geht das Gerät in den Zustand „REMOTE“ über.

Durch betätigen der Taste „LOCAL“ wird die Fernsteuerung unterbrochen und das Gerät in den Zustand „LOCAL“ geschaltet.

Durch betätigen der Taste „HV OFF“ wird die Hochspannungserzeugung unterbrochen, das Gerät geht ebenfalls in den Zustand „LOCAL“.

In beiden Fällen geht das Gerät bei Empfang neuer Befehle wieder in den Zustand „REMOTE“ über.

### Programmierung

Die Übertragung der Befehle erfolgt im ASCII-Zeichensatz. Das Befehlsende 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.

## 5.6 Beschreibung der Ethernet-Schnittstelle

**Achtung:** Vor dem an- oder abstecken des Schnittstellenkabels ist das Gerät über den Netzschalter auszuschalten.

Die 10-MBit/s vollduplex-fähige Ethernet-Schnittstelle ist über eine RJ45-Buchse auf der Geräterückseite herausgeführt.

Das Gerät kann über ein Standard-Patchkabel an einen Switch angeschlossen werden. Zur direkten Verbindung mit einem PC muss ein gekreuztes Kabel verwendet werden.

Die Netzwerkeinstellungen des Gerätes können über den SCPI-Befehlssatz mit EDCP geändert werden.

IP-Adresse:	192.168.16.13
Netzmaske:	255.255.255.0
Default Gateway:	192.168.16.1
Befehlsport:	10001 (fest)

Getestet werden kann die Verbindung vom Computer zum HV-Gerät mit dem Befehl ping: (Start → Programme → Zubehör → Eingabeaufforderung)

```
C:\>ping 192.168.16.13
```

```
Ping wird ausgeführt für 192.168.16.13 mit 32 Bytes Daten:
```

```
Antwort von 192.168.16.13: Bytes=32 Zeit=4ms TTL=128
Antwort von 192.168.16.13: Bytes=32 Zeit=1ms TTL=128
Antwort von 192.168.16.13: Bytes=32 Zeit=1ms TTL=128
Antwort von 192.168.16.13: Bytes=32 Zeit=1ms TTL=128
```

```
Ping-Statistik für 192.168.16.13:
```

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

```
Ca. Zeitangaben in Millisek.:
```

```
Minimum = 1ms, Maximum = 4ms, Mittelwert = 1ms
```

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

Schritt	Funktionsaufruf	Computer → HV-Gerät	HV-Gerät → Computer
1.	connect()	SYN	
2.			SYN, ACK
3.		ACK	
4.	send()	"*IDN?\r\n"	
5.	recv()		"iseg Spezialelektronik GmbH, [...]"
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 in Kapitel 7 beschriebenen Befehlssätze.

## 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];

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

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

    // bind socket to dynamic 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 = 13;

    // 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
    retcode = recv(sock, ans, sizeof(ans), 0);

    // close socket (three way handshake) and clean up
    closesocket(sock);
    WSACleanup();

    // print answer to screen
    printf("%s\n", ans);

    return 0;
}
```

## 5.7 Beschreibung des Analog-I/O

**Achtung:** Vor dem an- oder abstecken des Schnittstellenkabels ist das Gerät über den Netzschalter auszuschalten.

**Achtung:** Alle analogen Ein- und Ausgänge sind galvanisch vom HV-Ausgang getrennt.

Alle Ein- und Ausgänge befinden sich auf dem mit „ANALOG I/O“ beschrifteten D-SUB-9-Stecker auf der Rückseite des Gerätes. Der Stecker ist folgendermaßen belegt:

Analog I/O mit D-SUB-9-Stecker			
Pin 1 / 6	@GND		
Pin 2	V <sub>I-MON</sub>	Strommonitor	
Pin 3	INHIBIT	TTL-Pegel / Eingang	<b>Low = aktiv:</b> ⇒ V <sub>OUT</sub> = 0 <b>High / offen:</b> ⇒ V <sub>OUT</sub> entsprechend der SET-Werte
Pin 4	V <sub>I-SET</sub>	Stromsteuerung	
Pin 5	Cmode	TTL-Pegel / Ausgang	<b>Low</b> = Stromsteuerung (CC) <b>High</b> = Spannungssteuerung (CV) Reaktionszeit < 100 ms
Pin 7	V <sub>V-MON</sub>	Spannungsmonitor	
Pin 8	V <sub>V-SET</sub>	Spannungssteuerung	
Pin 9	V <sub>REF</sub>	Interne Referenzspannung	V <sub>REF</sub> = 5 V / 1 mA

### Benutzung der Analog-Schnittstelle

Zur Steuerung per Analog-Schnittstelle muss im Menü „F07 Set Interface“ „AIF“ ausgewählt werden. Beim verlassen des Menüs schaltet das Gerät auf die Analog-Schnittstelle um, die gelbe LED REMOTE leuchtet (Ausnahme siehe „Auto AIF“).

Durch betätigen der Taste LOCAL wird die Hochspannung abgeschaltet und das Menü aufgerufen. Beim verlassen des Menüs schaltet das Gerät automatisch auf Analog-Schnittstelle zurück, die gelbe LED REMOTE leuchtet.

Um das Gerät wieder lokal bedienen zu können, muss im Menü „F07 Set Interface“ eine andere Schnittstelle, z.B. „RS-232“ ausgewählt werden.

Die Hochspannung wird über den Taster HV ON aktiviert (Ausnahme siehe „Auto AIF“) und kann mit externen Inhibit (LOW = aktiv) unterbrochen werden. Die Reaktion auf ein aktives INHIBIT Signal funktioniert je nach KILL-Einstellung folgendermaßen:

- Kill disable: Inhibit unterbricht HV, nach Freigabe von Inhibit läuft HV mit der eingestellten Rampe wieder an.
- Kill enable: Inhibit schaltet HV ab, nach Freigabe von Inhibit bleibt HV ausgeschaltet. Wiedereinschalten nur mit Taster „HV-ON“ (Ausnahme siehe „Auto AIF“).

### Automatik-Funktion „Auto AIF“

Ist die Funktion „F06 Auto AIF“ auf „on“ gestellt, kann die Hochspannung per externen INHIBIT angeschlossen werden. Dazu muss das INHIBIT-Signal von Low auf High geschaltet werden.

<b>Achtung!</b>	<b>Jede Low -&gt; High-Flanke an INHIBIT schaltet die Hochspannung an!</b>
-----------------	--

Die Funktion „Auto AIF“ wird immer deaktiviert, sobald im Menü „F07 Set Interface“ eine Schnittstelle ausgewählt wird. Zur Verwendung von „Auto AIF“ muss daher zuerst mit „F07 Set Interface“ auf „AIF“ gestellt werden. Anschließend kann mit „F06 Auto AIF“ auf „on“ gestellt werden.

## Steuereingänge

- **Spannungssteuerung (CV)  $V_{V-SET} = 0$  bis 5 V**

Die Ausgangsspannung wird proportional zu einer externen Steuerspannung von 0 bis 5V-DC gesteuert, solange  $I_{OUT} < I_{OUT-CC}$  ist. Diese Spannung muss am Pin 8 (+  $V_{V-SET}$ , galvanisch getrennt) und Pin 6 (GND-analog I/O, galvanisch getrennt) angeschlossen werden.

Beispiel: HPp 40 357, maximale Ausgangsspannung = 4 kV

5.0 V	$V_{V-SET}$	entspricht	4 kV	Ausgangsspannung
2.5 V	$V_{V-SET}$	entspricht	2 kV	Ausgangsspannung
1.0 V	$V_{V-SET}$	entspricht	0,8 kV	Ausgangsspannung

- **Stromsteuerung (CC):  $V_{I-SET} = 0$  bis 5 V**

Der Ausgangsstrom wird proportional zu einer externen Steuerspannung von 0 bis 5V-DC gesteuert, solange  $V_{OUT} < V_{OUT-CV}$  ist. Diese Spannung muss am Pin 4 (+  $V_{I-SET}$ , galvanisch getrennt) und Pin 6 (GND-analog I/O, galvanisch getrennt) angeschlossen werden.

Beispiel: HPp 40 357, maximaler Ausgangsstrom = 350 mA

5.0 V	$V_{I-SET}$	entspricht	350 mA	Ausgangsstrom („KILL“ muss Disabel sein!)
2.5 V	$V_{I-SET}$	entspricht	175 mA	Ausgangsstrom
1.0 V	$V_{I-SET}$	entspricht	70 mA	Ausgangsstrom

- **INHIBIT TTL-Pegel**

Die HV-Erzeugung wird mit einem TTL-Pegel = „Low“ an Pin 3 bezogen auf Pin 6 (galvanisch getrennt) ohne Rampe abgeschaltet.

Die HV-Erzeugung entsprechend den angelegten Set-Spannungen und der eingestellten Rampe beginnt wieder für den Fall:

- KILL Disable: mit TTL-Pegel „High“ (oder offenem Eingang)
- KILL Enable: mit TTL-Pegel „High“ (oder offenem Eingang) und zusätzlicher Betätigung des Tasters „HV-ON“.

## Monitorausgänge

- **Spannungsmonitor  $V_{V-MON} = 0$  bis 5 V**

Diese analoge Spannung ist proportional zur aktuellen Ausgangsspannung am Gerät. Sie kann am Pin 7 (+  $V_{V-MON}$ , galvanisch getrennt) gegenüber und Pin 6 (GND-analog I/O, galvanisch getrennt) abgegriffen werden.

Beispiel: HPp 40 357, maximale Ausgangsspannung = 4 kV

5.0 V	$V_{V-MON}$	entspricht	4 kV	Ausgangsspannung
2.5 V	$V_{V-MON}$	entspricht	2 kV	Ausgangsspannung
1.0 V	$V_{V-MON}$	entspricht	0,8 kV	Ausgangsspannung

- **Strommonitor  $V_{I-MON} = 0$  bis 5 V**

Diese analoge Spannung ist proportional zum momentan fließenden Ausgangsstrom. Sie kann am Pin 2 (+  $V_{I-MON}$ , galvanisch getrennt) gegenüber und Pin 6 (GND-analog I/O, galvanisch getrennt) abgegriffen werden.

Beispiel: HPp 40 357, maximaler Ausgangsstrom = 350 mA

5.0 V	$V_{S-MON}$	entspricht	350 mA	Ausgangsstrom
2.5 V	$V_{S-MON}$	entspricht	175 mA	Ausgangsstrom
1.0 V	$V_{S-MON}$	entspricht	70 mA	Ausgangsstrom



## 6 Befehlssätze

### 6.1 SCPI-Befehlssatz mit EDCP

Dies ist der empfohlene Befehlssatz für Neuentwicklungen.

Um diesen Befehlssatz zu nutzen, muss „EDCP“ im Menü „F10 Instruct“ oder über den Befehl \*INSTR ausgewählt werden. (EDCP = Enhanced Device Communication Protocol). 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.

Common-Befehle	
*IDN?	Abfragen des Modul-Identifiers
*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	
<b>:VOLTage</b>	
<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) <sup>1)</sup>
EMCY CLR	Modus Not-Aus verlassen <sup>2)</sup>
<b>:CURRent</b>	
<Current>[A]	Strom-Sollwert einstellen
:LIMit <Current>[A]	Strom-Limit einstellen
:BOUnds <Current>[A]	Strom-Bounds einstellen
<b>:EVent</b>	
CLEAR	Kanal Event-Status zurücksetzen
:MASK <Word>	Kanal Event-Maske einstellen
<b>:MEASure</b>	
:VOLTage?	Gemessene Spannung abfragen (V)
:CURRent?	Gemessenen Strom abfragen (A)
<b>:CONFigure</b>	
:RAMP	Modul Konfiguration setzen/abfragen
:VOLTage <RampSpeed>[V/s]	Einstellen der Spannungs-Rampe
:VOLTage MAX	nur LPS: schaltet Software-Spannungsrampe ab
:CURRent <RampSpeed>[A/s]	Einstellen der Strom-Rampe

<sup>1)</sup>, <sup>2)</sup> 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.

<b>:CONFigure</b>	Modul Konfiguration setzen/abfragen
<b>:EVENt</b>	
<b>CLEAR</b>	Modul-Event-Status löschen
<b>:MASK</b>	Modul-Event-Maske einstellen
<b>:KILL?</b>	Kill Status abfragen
<b>:KILL { 0   1 }</b>	Kill Ausschalten (0) oder Einschalten (1)
<b>:ETHernet</b>	
<b>:ADDRESS &lt;xxx.xxx.xxx.xxx&gt;</b>	Ethernet IP Adresse einstellen
<b>:ADDRESS?</b>	Ethernet IP Address abfragen
<b>:NETmask &lt;xxx.xxx.xxx.xxx&gt;</b>	Ethernet IP Netmaske einstellen
<b>:NETmask?</b>	Ethernet IP Netmaske abfragen
<b>:GATEway &lt;xxx.xxx.xxx.xxx&gt;</b>	Ethernet IP Default Gateway einstellen
<b>:GATEway?</b>	Ethernet IP Default Gateway abfragen
<b>:MAC?</b>	Ethernet MAC-Adresse abfragen
<b>:SERIAL</b>	RS-232/USB Konfiguration
<b>:BAUDrate?</b>	Serielle Baudrate abfragen
<b>:ECHO { 0   1 }</b>	Serielles Echo Aus- (0) Anschalten (1)
<b>:ECHO?</b>	Serielles Echo abfragen
<b>:GPIB</b>	
<b>:ADDRESS?</b>	IEEE-488/GPIB Adresse abfragen
<b>:CAN</b>	
<b>:ADDRESS?</b>	CAN-Adresse abfragen
<b>:READ</b>	
<b>:VOLTage?</b>	Soll-Spannung abfragen (V)
<b>:LIMit?</b>	Spannungs-Limit abfragen (V)
<b>:NOMinal?</b>	Spannungs-Nominalwert abfragen (V)
<b>:BOUnds?</b>	Spannungs-Bounds abfragen (V)
<b>:CURRent?</b>	Soll-Strom abfragen (A)
<b>:LIMit?</b>	Strom-Limit abfragen (A)
<b>:NOMinal?</b>	Strom-Nominalwert abfragen (A)
<b>:BOUnds?</b>	Strom-Bounds abfragen (A)
<b>:RAMP</b>	
<b>:VOLTage?</b>	Spannungs-Rampe abfragen (V/s)
<b>:CURRent?</b>	Strom-Rampe abfragen (A/s)
<b>:MODule</b>	
<b>:STATus?</b>	Modul-Status abfragen
<b>:EVENt</b>	
<b>:STATus?</b>	Modul-Event-Status abfragen
<b>:MASK?</b>	Modul-Event-Maske abfragen
<b>:SUPply?</b>	Status der Modul-Stromversorgung abfragen (1 = OK, 0 = nicht OK)
<b>:TEMPerature?</b>	Gemessene Modul-Temperatur abfragen (°C)

<b>:READ</b>	
<b>:CHANnel</b>	
<b>:STATus?</b>	Kanal-Status abfragen
<b>:EVent</b>	
<b>:STATus?</b>	Kanal-Event-Status abfragen
<b>:MASK?</b>	Kanal-Event-Maske abfragen

#### Ausgabeformate für Spannung und Strom:

Vnominal	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

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?

iseg 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;19.997E-3A

## Kanal-Status (Lesezugriff)

:READ:CHANnel:STATus?

Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
isVLIM	isCLIM	isTRP	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.

Bit	Name	Bit ist 1	Bit ist 0
isVLIM	IsVoltageLimitExceeded	Spannungs-Limit $V_{max}$ überschritten	Spannung unterhalb des Limits
isCLIM	IsCurrentLimitExceeded	Strom-Limit $I_{max}$ überschritten	Strom unterhalb des Limits
isTRIP	IsTripExceeded	Trip wird gesetzt, wenn KillEnable=1 und Spannungs- oder Stromlimit oder Iset überschritten wurde.	Kein Trip
isEINH	IsExtInhibit	Externes Inhibit	Kein externes Inhibit
isVBND	IsVoltageBoundsExceeded	Spannung außerhalb der Bounds	Spannung innerhalb der Bounds
isCBND	IsCurrentBoundsExceeded	Strom außerhalb der Bounds	Strom innerhalb der Bounds
isARCERR	IsArcError	ARC-Fehler: Kanal wird aufgrund eines Überschlags ohne Rampe abgeschaltet (nur in Kill-Enable)	Kein ARC-Fehler
isCV	IsControlledVoltage	Spannungsregelung aktiv (nur gültig, wenn keine Rampe läuft)	Spannungsregelung nicht aktiv
isCC	IsControlledCurrent	Stromregelung aktiv (nur gültig, wenn keine Rampe läuft)	Stromregelung nicht aktiv
isEMCY	IsEmergencyOff	Not-Aus ohne Rampe	Kein Notaus
isON	IsOn	Hochspannung eingeschaltet	Hochspannung nicht eingeschaltet
isRAMP	IsRamping	Spannungsrampe läuft	Keine Spannungsrampe
isIERR	IsInputError	Eingabefehler	Kein Eingabefehler
isARC	IsArc	Überschlag erkannt	Kein Überschlag erkannt
res	Reserved		

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

:READ:CHANnel:EVent:STATus?

Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
EVLIM	ECLIM	ETRP	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.

Bit	Name	Beschreibung
EVLIM	EventVoltageLimit	Event: Spannungs-Limit wurde überschritten
ECLIM	EventCurrentLimit	Event: Strom-Limit wurde überschritten
ETRP	EventTrip	Event: Trip wird gesetzt, wenn KillEnable=1 und Spannungs- oder Strom-Limit Iset überschritten wurde
EEINH	EventExtInhibit	Event: Externes Inhibit
EVBNDs	EventVoltageBounds	Event: Voltage außerhalb der Bounds
ECBNDs	EventCurrentBounds	Event: Strom außerhalb der Bounds
EARCERR	EventArcError	Event: Kanal wurde nach ARC in Kill-Enable ohne Rampe abgeschaltet
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: ARC aufgetreten
res	Reserved	

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

## Modul-Status (Lesezugriff)

:READ:MODule:STATus?

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

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

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

**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.

Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8
Res	ETMPngd	ESPLYngd	res	res	ESFLPngd	res	res
Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
res	res	res	res	ESrvc	res	res	res

ETEMPngd	EventTemperatureNotGood	Event: Modul-Temperatur ist größer als 55°C
ESPLYngd	EventSupplyNotGood	Event: Spannungsversorgung ist fehlerhaft
ESFLPngd	EventSafetyLoopNotGood	Event: Sicherheitsschleife (Interlock) ist offen
ESrvc	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	

## 6.2 ET-Befehlssatz (Kompatibilität zu älteren HPS)

Dieser Befehlssatz wird über Menü „F10 Instruct“ → „ET“ ausgewählt.

### Steuerbefehle

Befehl:	<i>Befehlsbeispiel:</i>
Befehl zur Einstellung einer Hochspannung: U,<Spannung>kV	U,1.000kV
Befehl zur Einstellung eines Hochspannungslimits: UL,<Spannung>kV	UL,1.000kV
Befehl zur Einstellung eines Ausgangsstroms: I,<Strom>mA	I,30mA
Befehl zur Einstellung eines Ausgangsstromlimits: IL,<Strom>mA	IL,30mA
Befehl zur Einstellung der Anstiegsgeschwindigkeit der Ausgangsspannung: RAMP,<rampspeed>V/s	RAMP,3000V/s
nur für Baureihen LPS: RAMP,MAX	schaltet Software-Rampe ab
RAMP, <rampspeed>V/s	schaltet angegebene Software-Rampe ein
Befehl zum Ein- bzw. Ausschalten der Hochspannung mit der eingestellten Rampe: HV,ON HV,OFF	
Befehl zum Setzen der KILL-Funktion auf „Enable“ bzw. „Disable“ KILL,ENable KILL,DISable	KILL,EN
Befehl für „Not-Aus“ (Die Hochspannungserzeugung wird ohne Rampe abgeschaltet). EMCY OFF	

### Auslesen der gesetzten Steuerbefehle

Befehl:	<i>Antwortbeispiel:</i>
Auslesen der gesetzten Hochspannung: STATUS,U	U, RANGE=3.000kV, VALUE=2.458kV
Auslesen des gesetzten Hochspannungslimits: STATUS,UL	UL, RANGE=3.000kV, VALUE=2.458kV
Auslesen des gesetzten Stroms: STATUS,I	I, RANGE=100.0mA, VALUE=30.0mA
Auslesen des gesetzten Stromlimits: STATUS,IL	IL, RANGE=100.0mA, VALUE=30.0mA
Auslesen der gesetzten Anstiegsgeschwindigkeit: STATUS,RAMP	RAMP, RANGE=3000V/s, VALUE=1000V/s



### Ausgabe der aktuellen Messwerte

Messung der aktuellen Ausgangsspannung:

STATUS,MU

UM, RANGE=3.000kV, VALUE=2.458kV

Messung des Ausgangsstroms:

STATUS,MI

IM, RANGE=100.0mA, VALUE=25.3mA

### Auslesen des Gerätestatus

STATUS,DI

DI, b<sub>15</sub> b<sub>14</sub> b<sub>13</sub> b<sub>12</sub> b<sub>11</sub> b<sub>10</sub> b<sub>9</sub> b<sub>8</sub> b<sub>7</sub> b<sub>6</sub> b<sub>5</sub> b<sub>4</sub> b<sub>3</sub> b<sub>2</sub> b<sub>1</sub> b<sub>0</sub>

		0	1	
#define	IERR	b15	kein Eingabefehler	Eingabefehler
#define	RAMP	b14	keine Rampe	Rampe
#define	EMCY	b13	kein Notaus	Notaus
#define	TRIP	b12	Kein Trip	Trip ausgelöst
#define	RES5	b11	Reserviert	
#define	RES4	b10	Reserviert	
#define	RES3	b9	Reserviert	
#define	RES2	b8	Reserviert	
#define	SERR	b7	kein Sammelfehler	Sammelfehler
#define	IREG	b6	Stromregelung aus	Stromregelung ein
#define	VREG	b5	Spannungsregelung aus	Spannungsregelung ein
#define	POL	b4	negative Polarität	positive Polarität
#define	INH	b3	Kein externes Inhibit	externes Inhibit
#define	RES1	b2	Reserviert	
#define	KILena	b1	Kill disable	Kill enable
#define	ON	b0	Hochspannung aus	Hochspannung ein

### Auslesen des LAM Status

STATUS,LAM

LAM,ERROR	Inhibit während Kill enable ausgelöst
LAM,EMERGENCY	Notaus (Emergency Off)
LAM,SAFETY LOOP	Sicherheitsschleife wurde geöffnet
LAM,INHIBIT	Externes Inhibit ausgelöst
LAM,TRIP ERROR	Software Strom Trip ausgelöst
LAM,VOLTAGE LIMIT	Spannung hat Setzwert überschritten
LAM,CURRENT LIMIT	Strom hat Setzwert überschritten
LAM,INPUT ERROR	Fehlerhafter Befehl empfangen
LAM,OK	Status OK

### Auslesen der Geräteerkennung

ID

ID, iseg Spezialelektronik r5.01 sn.680041 Typ HPn 30 107

### 6.3 SCPI-Befehlssatz (Kompatibilität zu älteren HPS)

Dieser Befehlssatz wird über Menü „F10 Set Instruct“ → „SCPI“ ausgewählt.

GROSS gedruckte Buchstaben sind die Mindestzeichen zur Befehlsidentifikation. Zum Beispiel kann der Befehl „Einstellen der Hochspannung“ über „VOLT“, „VOLTA“, „VOLTAG“ oder „VOLTAGE“ eingegeben werden. „VOL“ würde aber nicht funktionieren! Auf Doppelpunkte muss geachtet werden.

#### Steuerbefehle

Befehl:	<i>Befehlsbeispiel:</i>
Befehl zum Einstellen einer Hochspannung: :VOLTage <Spannung>kV	:VOLT 1.000kV
Befehl zum Einstellen eines Hochspannungslimits: :LIMIT:VOLTage <Spannung>kV	:LIMIT:VOLT 1.000kV
Befehl zum Einstellen eines Ausgangsstroms: :CURRent <Strom>mA	:CURR 30mA
Befehl zum Einstellen eines Ausgangsstromlimits: :LIMIT:CURRent <Strom>mA	:LIMIT:CURR 30mA
Befehl zum Einstellen der Anstiegsgeschwindigkeit der Ausgangsspannung: :CONFigure:RAMP <rampspeed>V/s	:CONF:RAMP 3000V/s
nur für Baureihen LPS: :CONFigure:RAMP MAX	schaltet Software-Rampe ab
:CONFigure:RAMP <rampspeed>V/s	schaltet angegebene Software-Rampe ein
Befehl zum Ein- bzw. Ausschalten der Hochspannung mit der eingestellten Rampe: :VOLTage ON :VOLTage OFF	
Befehl für Not-Aus: (Die Hochspannungserzeugung wird dauerhaft abgeschaltet und die Setz-Werte von Spannung und Strom zu Null gesetzt.) :VOLTage EMCY OFF	:VOLT EMCY OFF
Befehl zum Setzen der KILL-Funktion auf „Enable“ bzw. „Disable“: :CONFigure:KILL ENable :CONFigure:KILL DISable	:CONF:KILL EN

#### Auslesen der gesetzten Steuerbefehle

Befehl:	<i>Antwortbeispiel:</i>
Befehl zum Auslesen der gesetzten Hochspannung: :READ:VOLTage?	U, RANGE=3.000kV, VALUE=2.458kV
Befehl zum Auslesen der gesetzten Hochspannungslimits: :READ:LIMIT:VOLTage?	UL, RANGE=3.000kV, VALUE=2.458kV
Befehl zum Auslesen des gesetzten Stroms: :READ:CURRent?	I, RANGE=100.0mA, VALUE=30.0mA
Befehl zum Auslesen des gesetzten Stromlimits: :READ:LIMIT:CURRent?	IL, RANGE=100.0mA, VALUE=30.0mA
Befehl zum Auslesen der Anstiegsgeschwindigkeit der Ausgangsspannung: :READ:RAMP?	Ramp, RANGE=3000V/s, VALUE=3000V/s

### Ausgabe der aktuellen Messwerte

Messung der aktuellen Ausgangsspannung:

:MEASure:VOLTage? *UM, RANGE=3.000kV, VALUE=2.458kV*

Messung des Ausgangsstroms:

:MEASure:CURREnt? *IM, RANGE=100.0mA, VALUE=25.3mA*

### Auslesen des Gerätestatus

:READ:STATus? *DI, b<sub>15</sub> b<sub>14</sub> b<sub>13</sub> b<sub>12</sub> b<sub>11</sub> b<sub>10</sub> b<sub>9</sub> b<sub>8</sub> b<sub>7</sub> b<sub>6</sub> b<sub>5</sub> b<sub>4</sub> b<sub>3</sub> b<sub>2</sub> b<sub>1</sub> b<sub>0</sub>*

Bedeutung des Status-Feldes siehe Kapitel 6.1, Gerätestatus.

### Auslesen des LAM-Status

:READ:LAM?

Antwort siehe Kapitel 6.1, LAM-Status.

### Auslesen der Geräteerkennung

:READ:IDNT? *ID, iseg Spezialelektronik r5.01 sn.680042 Typ HPn 30 107*

## 6.4 Common-Befehlssatz (Kompatibilität zu älteren HPS)

Die Befehle des Common-Befehlssatzes können bei eingestellten Befehlssatz ET oder SCPI verwendet werden. Für die Beschreibung der Common-Befehle des neuen Befehlssatz SCPI mit EDCP siehe Kapitel 6.

Für Befehle, die eine Antwort zurückgeben, ist auf der rechten Seite ein Antwortbeispiel angegeben (*kursiv gedruckt*).

Befehl *Antwortbeispiel:*

### Geräteerkennung auslesen

\*IDN? *ID, iseg Spezialelektronik r5.01 sn.680043 Typ HPn 30 107*

### Allgemeine Gerätesteuerung

*LLO	Local Lockout: Bedienung am Gerät sperren
*GTL	Go to Local: Bedienung am Gerät freigeben
*CLS	Clear Status: Fehlerstatus löschen
*RST	Reset: Hochspannung mit eingestellter Rampe abschalten, Setzspannung auf Null, Setzstrom auf Nominalstrom stellen

### Auslesen/ändern des eingestellten Befehlssatzes

*INSTR?	Eingestellten Befehlssatz abfragen	<i>SCPI</i>
*INSTR,EDCP	Umschalten auf SCPI-EDCP-Befehlssatz	
*INSTR,SCPI	Umschalten auf alten SCPI-Befehlssatz	
*INSTR,ET	Umschalten auf ET-Befehlssatz	

## 7 Fehlersuche

### 7.1 Fehlermeldungen auf den LCD-Anzeigen

Fehlermeldungen im laufenden Betrieb	
Anzeige:	Bedeutung:
SAFETYLOOP	Sicherheitsschleife (Interlock) ist nicht geschlossen. Gerät kann keine Hochspannung erzeugen.
EXTERNAL INHIBIT	Externes Inhibit ist aktiv. Gerät kann keine Hochspannung erzeugen.
EMERGENCY OFF	Hochspannung wurde durch Emergency Off ohne Rampe abgeschaltet.
CURRENT TRIP	Stromsetzwert wurde bei Kill Enable erreicht. Hochspannung wurde schnell abgeschaltet.
VOLTAGE LIMIT	Spannungs-Limit $V_{OUTmax}$ wurde oder ist überschritten. Bei Kill Enable erfolgt Abschaltung der Hochspannung ohne Rampe.
CURRENT LIMIT	Strom-Limit $I_{OUTmax}$ wurde oder ist überschritten. Bei Kill Enable erfolgt Abschaltung der Hochspannung ohne Rampe.
OVERTEMPERATURE	Gerät hat die Hochspannung aufgrund Übertemperatur abgeschaltet. Gerät abkühlen lassen.
ERROR: SUPPLY	Interne Spannungsversorgung fehlerhaft. Gerät zum Service einschicken.
ERROR: SERVICE	Hochspannungsgenerator fehlerhaft. Gerät zum Service einschicken.
Fehlermeldungen während des Startvorgangs	
Anzeige:	Bedeutung:
ERROR RTC	Die Batterie der internen Echtzeituhr ist leer. Service kontaktieren.
CONTACT SERVICE	Das Gerät muss zum Service eingeschickt werden.
ERROR AIF	Analog-Schnittstelle (optional) funktioniert nicht. Service kontaktieren.
ERROR IEEE	IEEE-Schnittstelle (optional) funktioniert nicht. Service kontaktieren.

Die Fehler im laufenden Betrieb müssen erst gelöscht werden, bevor die Hochspannung wieder angeschaltet werden kann. Dies kann lokal mit der Taste KILL/ESC geschehen oder über einen entsprechenden Schnittstellen-Befehl (z. B. \*CLS).

### 7.2 Generelle Fehler

- |   |   |   |
|---|---|---|
| Gerät liefert keine Ausgangsspannung, Anzeige leuchtet nicht. | ⇒ | - Überprüfung Netzspannung, Netzanschluss   |
| Gerät liefert keine Ausgangsspannung, Anzeige leuchtet.       | ⇒ | - Überprüfung Umgebungstemperatur ( $T_U \leq 35 \text{ °C}$ )<br>- Überprüfung Steuerung |
| Beim Netzeinschalten lösen externe Sicherungsautomaten aus.   | ⇒ | - Sicherungen mit träger Charakteristik verwenden (Einschaltstromspitze 25 A)             |

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