

# **Elektronische Lasteinheit**

## **EL20012-IEEE488**



**Technische Daten**

Versorgungsspannung :	230V~
Frequenz :	47...63Hz
Netzschalter :	Wippschalter beleuchtet auf Frontplatte
Netzstecker :	Einbaustecker STASEI2 auf Rückwand Steuereinheit
Gehäuse :	19"/10HE/Tiefe: 450mm solides Stahl-Gehäuse als 19"-Einschub
Grenzwerte der Lastspannung :	4...250V=
Grenzwerte der Lastleitwertes :	20 $\mu$ S...50S
interne Strombegrenzung :	bei ca. 502A
interne Leistungsbegrenzung :	bei ca. 12,1kW
Übertemperaturabschaltung :	bei ca. 40°C an den Kühlkörpern
Kühlung :	Wasserkühlung
Max. Kühlwassertemperatur :	15°C, bei höheren Temperaturen ist die Leistung entsprechend Diagramm 1) zu verringern
Powerderating ab 15°C Wassertemperatur :	-5,55%/K (-666W/K)
Verunreinigungen im Kühlwasser :	<0,3mm
minimaler Kühlwasserdruck :	>3 bar
maximaler Kühlwasserdruck :	<8 bar
Durchflussmenge :	>12 l/min
Lastspannung :	1. Bereich : 0...100V= 2. Bereich : 0...200V=
Lastleitwert :	1. Bereich : 0...5S 2. Bereich : 0...50S
Startwert Leitwert-Rampe :	0...5S (1.Bereich), 0...50S (2.Bereich)
Endwert Leitwert-Rampe :	0...5S (1.Bereich), 0...50S (2.Bereich)
Steilheit Leitwert-Rampe :	0...0,5S/s (1.Leitwertbereich 0...5S) 0...5S/s (2.Leitwertbereich 0...50S)
Genauigkeit der Spannungsregelung :	< $\pm$ 100mV
Genauigkeit der Leitwertregelung :	< $\pm$ 0,2%FS
Einstellgenauigkeit über IEEE488 :	< $\pm$ 0,1%
maximale Verlustleistung :	12kW
Umgebungstemperaturbereich :	0...50°C
maximale Luftfeuchte :	siehe Tabelle 1)
Ausregelzeit der Lastregelung :	< 2ms (0 $\Rightarrow$ 500A)
Ausregelzeit der Nachregelung :	< 100ms
Anstiegszeit :	ca. 0,5A/ $\mu$ s
Anzeigen in Lasteinheit :	- 4-stelliges LED-DVM für Lastspannung Auflösung/Genauigkeit : 0,1V/<0,1%FS - 4-stelliges LED-DAM für Laststrom Auflösung/Genauigkeit : 0,1A/<0,1%FS

- Anschlüsse an der Lasteinheit :
- Netzstecker für Netzanschluß
  - Steckverbinder Centronic 25-polig für IEEE488
  - Steckverbinder HAN-D40F für Anschluß Bedienpult
  - Rundsteckverbinder 2-polig Typ Binder für externen Sollwert-Leitwert
  - Rundsteckverbinder 3-pol. Typ Binder für externe Sense-Leitungen
  - Rundsteckverbinder 2-polig Typ Binder für potentialfreien Fehlerkontakt
  - Wasseranschluß selbstschottend
- Kühlwasserventil :
- beim Betrieb mit Bedienpult wird das Ventil mit dem Anstecken des Bedienpultes eingeschaltet
  - beim Betrieb über IEEE488-Schnittstelle wird das Ventil mit einem separaten Befehl eingeschaltet
- Anzeigen auf Bedienpult :
- 4 LED für aktive Potis
  - LED Stand-by-Betrieb
  - LED Lastschütz
  - LED Kühlwasserventil
  - LED Durchflußwächter
  - LED U/G
  - LED U/Rampe
  - LED U1
  - LED U2
  - LED G1
  - LED G2
  - LED Start-Rampe
  - LED Reset-Rampe
  - LED Kühlwasser-Fehler
- Bedienelemente auf Bedienpult :
- Poti zur Einstellung Spannungs-Sollwert
  - Poti zur Einstellung Leitwert-Sollwert = Startwert-Rampe
  - Poti zur Einstellung Endwert-Rampe
  - Poti zur Einstellung Steilheit-Rampe
  - Kippschalter zur Umschaltung U/G und U/Rampe
  - Kippschalter zur Umschaltung Spannungsbereiche
  - Kippschalter zur Umschaltung Leitwertbereiche
  - Druckschalter Lastschütz ein/aus,
  - Druckschalter Stand-by ein/aus
  - Druckschalter Start-Reset-Rampe

## Allgemeine Beschreibung

- ◆ Die Zuschaltung der Netzspannung erfolgt über einen, auf der Frontplatte befindlichen Netzschalter.
- ◆ Bei der elektronischen Lasteinheit EL20012-IEEE488 handelt es sich um eine Präzisionslast mit Regelung auf konstante Spannung oder konstanten Leitwert oder Leitwertrampe.
- ◆ In der Betriebsart U/G wird automatisch von Konstantleitwertregelung auf Konstantspannungsregelung umgeschaltet, sobald die Spannung an der Lasteinheit über den eingestellten Sollwert ansteigt und umgekehrt, damit erfolgt automatisch eine Spannungsbegrenzung
- ◆ In der Betriebsart U/Rampe kann eine Leitwert-Rampe gefahren werden, von dieser Rampe können der Startwert, die Steilheit und der Endwert eingestellt werden, die Umschaltung von Leitwertrampe auf Konstantspannungsregelung erfolgt automatisch, sobald die Spannung an der Lasteinheit über den eingestellten Sollwert ansteigt und umgekehrt, damit erfolgt automatisch eine Spannungsbegrenzung.
- ◆ Der Start der Leitwert-Rampe erfolgt im Intern-Betrieb auf Betätigung des Druckschalters Start-Reset-Rampe und im Extern-Betrieb durch den Befehl 'Start', nach Erreichen des Endwertes verbleibt die Lasteinheit auf dem Endwert bis, im Intern-Betrieb der Druckschalter Start-Reset-Rampe erneut betätigt wird oder im Extern-Betrieb der Befehl 'Reset' gegeben wird, daraufhin geht die Lasteinheit auf den eingestellten Startwert der Rampe zurück.
- ◆ In der Schalterstellung Start wird der Anfangswert der Rampe an die Lasteinheit ausgegeben.
- ◆ In der Schalterstellung Reset wird der Endwert der Rampe an die Lasteinheit ausgegeben.
- ◆ Die Einstellung der Sollwerte für Lastspannung, Lastleitwert = Startwert Rampe, Endwert Rampe und Rampensteilheit erfolgt im Intern-Betrieb über je ein 10-Gang-Wendelpoti und im Extern-Betrieb über die IEEE488-Schnittstelle wobei der Sollwert für den Leitwert im Extern-Betrieb zusätzlich über einen Stromeingang 'Gsoll-ext' 0...20mA vorgegeben werden kann.
- ◆ Die Steuerung der Lasteinheit bei Intern-Betrieb erfolgt über ein separates Bedienpult mit ca. 5m Leitung.
- ◆ Die Umschaltung zwischen Intern- und Extern-Betrieb erfolgt automatisch beim Anstecken des Bedienpultes an die Lasteinheit.
- ◆ In der Betriebsart Konstantspannungsregelung kann zwischen den Bereichen 0...100V und 0...200V umgeschaltet werden.
- ◆ In der Betriebsart Konstantleitwertregelung kann zwischen den Bereichen 0...5S und 0...50S umgeschaltet werden.
- ◆ Die Bereiche für Lastspannung und Lastleitwert gelten auch im Rampen-Betrieb
- ◆ Die Umschaltung zwischen U/G- und U/Rampen-Betrieb und die Umschaltung der Bereiche für die Lastspannung und den Lastleitwert erfolgt im Intern-Betrieb über je einen Kippschalter und im Extern-Betrieb über entsprechende Befehle.

- ◆ Ein Lastschütz in der Plusleitung ermöglicht die Trennung der Lasteinheit von der Quelle
- ◆ Der Lastschütz wird im Intern-Betrieb über einen Druckschalter ein- und ausgeschaltet und im Extern-Betrieb über einen entsprechenden Befehl. Der Lastschütz kann über IEEE488 nur eingeschaltet werden, wenn vorher das Magnetventil eingeschaltet wurde. Umgekehrt kann über IEEE488 das Magnetventil nur abgeschaltet werden, wenn vorher der Lastschütz abgeschaltet wurde.
- ◆ Die elektronische Lasteinheit kann im Intern-Betrieb durch Betätigung des Druckschalters Stand-by und im Extern-Betrieb durch einen entsprechenden Befehl in den Stand-by-Betrieb gefahren werden, in dieser Betriebsart ist die Lasteinheit hochohmig.
- ◆ Die Werte für Lastspannung und Laststrom können an jeweils einem 4-stelligen DVM bzw DAM abgelesen werden.
- ◆ Die Kühlung der Lasteinheit erfolgt mit Wasser, die Steuerung des Kühlwasserkreislaufs erfolgt über ein Ventil, das entweder beim Anstecken des Bedienpultes eingeschaltet wird oder über die IEEE488 eingeschaltet werden kann und damit den Kühlwasserkreislauf in Gang setzt. Zusätzlich wird der Kühlwasserkreislauf mit einem Durchflusswächter überwacht und beim Aussetzen des Kühlwasserdurchflusses erfolgt eine Fehlermeldung auf dem Bedienpult oder über die IEEE488 und nach Ablauf von 3s wird die Lasteinheit abgeschaltet und die LED Kühlwasser-Fehler leuchtet.
- ◆ Sollte während des Betriebes die Kühlkörpertemperatur über 40°C ansteigen so erfolgt ebenfalls eine Fehlermeldung auf dem Bedienpult oder über die IEEE488 und nach Ablauf von 3s wird die Lasteinheit ebenfalls abgeschaltet und die LED Kühlwasser-Fehler leuchtet.
- ◆ Die Lasteinheit EL20012-IEEE488 verfügt weiterhin über die Möglichkeit eines externen Sensings. Dabei wird der Istwert der Spannung nicht in der Lasteinheit gemessen, sondern über Sense-Leitungen direkt an der Quelle. Dieses Sensing greift nicht über den Istwert in die Regelung ein sondern verändert den Sollwert mit einer Zeitkonstante von ca. 100ms, damit ist sichergestellt, daß auch bei angeschlossenen Sense-Leitungen in der Lasteinheit keine parasitären Schwingungen auftreten. Dieses Sensing wirkt sowohl im Konstantspannungsbetrieb als auch im Konstantleitwertbetrieb. Im Konstantspannungsbetrieb wird der Laststrom so geregelt, daß sich an der Quelle die vorgegebene Spannung einstellt. Im Konstantleitwertbetrieb stellt sich ein Laststrom ein, der sich aus der Spannung an der Quelle und dem vorgegebenen Leitwert ergibt.
- ◆ Die Lasteinheit EL20012-IEEE488 verfügt über einen Verpolschutz für die Lastleitungen. Wenn die Lastleitungen verpolt angeschlossen werden und eine Spannung >ca. 0,5V anliegt, kann der Lastschütz nicht eingeschaltet werden und es erfolgt eine Fehlermeldung über die IEEE488-Schnittstelle und über den potentialfreien Fehlerkontakt. Sollte der Lastschütz schon eingeschaltet sein, bevor die verpolte Lastspannung anliegt, so schaltet der Lastschütz sofort ab.
- ◆ Die Fehlerzustände Übertemperatur, Durchflußwächter, Strombegrenzung, Leistungsbegrenzung und verpolte Anschlüsse und fehlende Betriebsspannungen werden über einen potentialfreien Kontakt gemeldet. Geschlossener Kontakt bedeutet „kein Fehler“, offener Kontakt bedeutet „Fehler“
- ◆ Im Externbetrieb lassen sich Taktzyklen mit bis zu 28 frei programmierbaren Stützpunkten realisieren, diese können mehrfach durchlaufen werden.

## Beschreibung der Betriebsarten

### ◆ Betriebsart U/G (Konstantspannung/Konstantleitwert)

In dieser Betriebsart schaltet die Lasteinheit automatisch von Konstantleitwertregelung auf Konstantspannungsregelung um, sobald die Spannung an der Lasteinheit über den eingestellten Sollwert ansteigt.

Für den **Konstantleitwertbetrieb** muß der Spannungs-Sollwert so eingestellt werden, daß er über der Reglerspannung liegt, jedoch nur so hoch, daß im Fehlerfall die Z-Dioden des Generators nicht überlastet werden also ca. 16V.

Der Sollwert für den Leitwert wird entsprechend den Erfordernissen eingestellt.

Die Abhängigkeit des Laststromes vom Sollwertstrom des Leitwertes kann mit Hilfe der folgenden Formeln ermittelt werden :

Leitwertbereich G1 (0...1S) :  $I_L = 0,05 / V * I_{Soll-G} [mA] * U_L [V]$

Leitwertbereich G2 (0...30S) :  $I_L = 1,5 / V * I_{Soll-G} [mA] * U_L [V]$

$I_L$  = Laststrom,  $I_{Soll-G}$  = Sollwertstrom des Leitwertes,  $U_L$  = Lastspannung

Sollte bei dieser Einstellung die Generatorspannung über 16V ansteigen, z.B. durch zu hohe Drehzahl oder durch fehlerhafte Sollwertvorgabe für den Leitwert, dann wird mit Erreichen der 16V automatisch auf Konstantspannungsbetrieb umgeschaltet und die Lasteinheit zieht soviel Strom aus dem Generator, daß die Generatorspannung konstant auf 16V geregelt wird.

Für den **Konstantspannungsbetrieb** muß der Sollwert für den Leitwert auf Null gesetzt werden. Der Spannungssollwert wird entsprechen den Erfordernissen eingestellt, muß jedoch unterhalb der Reglerspannung liegen.

### ◆ Betriebsart U/Rampe (Konstantspannung/Leitwertrampe)

In dieser Betriebsart kann eine Leitwertrampe gefahren werden, bei der sich der Anfangs- und Endwert, sowie die Steilheit einstellen lassen. Sollte die Spannung an der Lasteinheit über den eingestellten Sollwert ansteigen, so schaltet die Lasteinheit automatisch auf Konstantspannungsbetrieb um.

Für die **Leitwertrampenbetrieb** muß genau wie beim Konstantleitwertbetrieb der Spannungs-Sollwert so eingestellt werden, daß er über der Reglerspannung liegt, jedoch nur so hoch, daß im Fehlerfall die Z-Dioden des Generators nicht überlastet werden also ca. 16V.

Die Bereiche für Bereiche für Lastspannung und Lastleitwert gelten auch im Rampenbetrieb! Die Werte für die Leitwertrampe werden entsprechend den Erfordernissen eingestellt.

Es ist möglich, durch entsprechende Wahl des Anfangs- und Endwertes, sowohl eine steigende, als auch eine fallende Leitwertrampe zu realisieren.

Die Steilheit der Rampe läßt sich im Bereich 0...5S/s einstellen, die Rampendauer ergibt sich aus folgender Formel :  $|A-E| [S] / St [S/s] = t_{Rampe} [s]$

A = Anfangswert, E = Endwert, St = Steilheit,  $t_{Rampe}$  = Rampendauer

In der Schalterstellung Start wird der Anfangswert der Rampe an die Lasteinheit ausgegeben und kann verändert werden, in der Schalterstellung Reset wird der Endwert der Rampe an die Lasteinheit ausgegeben und kann ebenfalls verändert werden.

Sollte bei dieser Einstellung die Generatorspannung über 16V ansteigen, z.B. durch zu hohe Drehzahl oder durch fehlerhafte Sollwertvorgabe für den Leitwert, dann wird mit Erreichen der 16V automatisch auf Konstantspannungsbetrieb umgeschaltet und die Lasteinheit zieht soviel Strom aus dem Generator, daß die Generatorspannung konstant auf 16V geregelt wird.

Für den **Konstantspannungsbetrieb** müssen die Sollwerte für die Leitwertrampe auf Null gesetzt werden. Der Spannungssollwert wird entsprechen den Erfordernissen eingestellt, muß jedoch unterhalb der Reglerspannung liegen.

**◆ Betriebsart Sensing intern**

In dieser Betriebsart wird der Istwert der Spannung direkt in der Lasteinheit gemessen.

- Bei Konstantspannungsregelung wird die vorgegebene Spannung an der Lasteinheit eingestellt, wodurch die Spannung an der Quelle, bedingt durch Spannungsabfälle über den Lastleitungen, variieren kann.
- Bei Konstantleitwertregelung wird der Laststrom aus der Spannung an der Lasteinheit und dem vorgegebenen Leitwert ermittelt.

**◆ Betriebsart Sensing extern**

In dieser Betriebsart wird der Istwert der Spannung direkt in der Quelle gemessen.

- Bei Konstantspannungsregelung wird die vorgegebene Spannung an der Quelle eingestellt, wodurch die Spannung an der Lasteinheit, bedingt durch Spannungsabfälle über den Lastleitungen, variieren kann.
- Bei Konstantleitwertregelung wird der Laststrom aus der Spannung an der Quelle und dem vorgegebenen Leitwert ermittelt.

**◆ Betriebsart Taktbetrieb**

Bei Steuerung der Lasteinheit über die IEEE488-Schnittstelle kann, im Konstantleitwert-Mode, ein Taktbetrieb realisiert werden, mit bis zu 28 Stützpunkten, für die sich Leitwert und Dauer frei programmieren lassen. Ein solcher programmierter Zyklus kann gespeichert und jederzeit aufgerufen werden. Weiterhin kann gewählt werden, wie oft ein solcher Zyklus ablaufen soll.

1. Zyklus läuft ständig, nach Abbruch geht der Leitwert auf Null.
2. Anzahl der Durchläufe kann festgelegt werden, nach Ablauf des letzten Durchlaufes bleibt die Lasteinheit auf dem letzten programmierten Leitwert.

## Schutzschaltungen

Die elektronische Lasteinheit verfügt über verschiedene interne Schutzschaltungen, die eine Überlastung bzw. Zerstörung sowohl der Lasteinheit selbst, als auch des angeschlossenen Generators verhindern sollen.

### ◆ **Strombegrenzung**

Diese Schutzschaltung begrenzt, unabhängig von äußeren Vorgaben, den Laststrom auf maximal 502A. Wenn die Strombegrenzung aktiv wird, wird ein Fehler über den Fehlerkontakt und über die IEEE488-Schnittstelle ausgegeben.

### ◆ **Leistungsbegrenzung**

Diese Schutzschaltung begrenzt, unabhängig von äußeren Vorgaben, die Verlustleistung in der Lasteinheit auf maximal 12,1kW. Wenn die Leistungsbegrenzung aktiv wird, wird ein Fehler über den Fehlerkontakt und über die IEEE488-Schnittstelle ausgegeben.

### ◆ **Übertemperaturabschaltung**

Diese Schutzschaltung schaltet die Lasteinheit bei Erreichen einer Temperatur von ca. 40°C an einem der Endstufenkühlkörper ab, d.h. die Lasteinheit wird hochohmig. Nach dem Ansprechen dieser Schutzschaltung erfolgt eine Fehlermeldung auf dem Bedienpult oder über IEEE488 und nach Ablauf von ca. 3s wird die Lasteinheit abgeschaltet. Nach Abkühlung auf ca. 30°C schaltet sich die Lasteinheit selbständig wieder ein.

Nach dem Ansprechen der Übertemperaturschutzschaltung sollte die Lasteinheit eingeschaltet bleiben (Netzspannung zugeschaltet), da sonst der Kühlwasserkreislauf nicht mehr arbeiten und sich somit die Abkühlphase wesentlich verlängert. Wenn die Übertemperaturabschaltung aktiv wird, wird ein Fehler über den Fehlerkontakt und über die IEEE488-Schnittstelle ausgegeben.

### ◆ **Durchflußwächter für Kühlwasser**

Der Durchfluß des Kühlwassers wird mit einem Durchflußwächter überwacht und beim Aussetzen des Kühlwasserdurchflusses erfolgt eine Fehlermeldung auf dem Bedienpult oder über die IEEE488 und nach Ablauf von ca. 3s wird die Lasteinheit abgeschaltet. Wenn der Durchflußwächter abschaltet, wird ein Fehler über den Fehlerkontakt und über die IEEE488-Schnittstelle ausgegeben.

### ◆ **Verpolschutz**

Der Verpolschutz überwacht die Lastanschlüsse und ab einer negativen Lastspannung von ca. 100mV kann der Lastschütz nicht eingeschaltet werden, sollte der Lastschütz schon eingeschaltet sein, wird er sofort abgeschaltet. In beiden Fällen wird ein Fehler über den Fehlerkontakt und über die IEEE488-Schnittstelle ausgegeben.

### ◆ **Überwachung der Betriebsspannungen**

Während des Betriebes der Lasteinheit werden alle Betriebsspannungen überwacht. Sollte eine Betriebsspannung ausfallen, wird ein Fehler über den Fehlerkontakt und über die IEEE488-Schnittstelle ausgegeben.

### ◆ **Schutz vor transienten Überspannungen**

Zwischen die Lasteingänge sind Suppressordioden geschaltet, die transiente Überspannungen auf ca. 240Vs begrenzen.

*Diese Suppressordioden wirken jedoch nur bei transienten Überspannungen, d.h. kurzzeitige Spannungsspitzen, das Anlegen einer Gleichspannung >240V führt zur sofortigen Zerstörung der Suppressordioden!*

*Bei einer Fehlermeldung über den Fehlerkontakt, kann eine genauere Eingrenzung des Fehlers erfolgen, indem man über die IEEE488-Schnittstelle die Betriebs- bzw. Fehlerzustände der Lasteinheit abfragt. \*TST?-Betriebsspannungen, STATUS:TEMPERATUR?-Übertemperatur, STATUS:FLOW?-Durchfluß, STATUS\_MODE?-Strombegrenzung oder Leistungsbegrenzung, STATUS:POL?-Verpolung.*

## **Beschreibung der Schnittstelle (IEC-Bus)**

### **1. Konvertionen zur Datenübertragung**

Daten müssen mit EOI übertragen werden. Die Last erwartet außerdem noch einen Zeilenabschluß mit CR (Carriage Return).

### **2. Befehlsstruktur**

Die Befehlsstruktur entspricht dem SCPI Standard von 1999. Dabei gelten folgende Grundregeln:

- Zwischen Groß- und Kleinschreibung wird nicht unterschieden
- Befehle können entweder in einer Short-Form oder in der Long-Form (nicht gemischt) eingegeben werden
- Nachrichten werden Zeilenweise übertragen (mit EOI und CR abgeschlossen)
- mehrere Nachrichten können durch ein ";" getrennt in eine Zeile geschrieben werden
- Die Befehle haben eine hierarchische Struktur, unterschiedliche Ebenen werden durch ":" getrennt
- nach jeder Befehlszeile befindet man sich wieder in der Root-Ebene
- Abfragen werden durch ein abschließendes "?" erkannt
- Parameter werden durch ein Leerzeichen vom Befehl getrennt.
- sollte eine numerische Zahleneingabe außerhalb des zulässigen Bereiches liegen, so wird die Eingabe nicht angenommen.

### **3. Gerätefunktionen**

Folgende Gerätefunktionen sind enthalten:

- Source Handshake (SH)
- Acceptor Handshake (AH)
- Talker (T)
- Listener (L)
- Device Clear (DC)

### **4. Adresse**

Die IEC-Bus-Adresse kann an einem Drehschalter an der Rückseite des Gerätes eingestellt werden.

*Die neue Generation dieser Lasteinheiten ist in der Lage über die IEEE488 Schnittstelle einen programmierbaren Taktbetrieb mit 28 Stützpunkten und einer Stromanstiegs-/~abfallzeit von ca. 0,5A/µs, womit eine maximale Taktfrequenz von ca. 2kHz möglich ist, zu realisieren.*

## 5. SCPI-Befehlsatz

### A) Common Commands

*CLS	löscht Fehlermeldungen
*IDN?	Identifiziert das Gerät. Liefert Firma, Modell und Firmwarestand
*OPC	Wartet, bis alle Einstellvorgänge beendet sind
*OPC?	Wartet, bis alle Einstellvorgänge beendet sind und liefert dann eine 1
*RST	Rücksetzen in den Einschaltzustand
*TST?	Selbsttest, prüft ob in der Last die internen Versorgungsspannungen anliegen Liefert 000, wenn der Selbsttest fehlerfrei ist, d.h. alle Spannungen sind vorhanden Liefert 100, wenn Spannung U1 fehlt; 010, wenn Spannung U2 fehlt; 001, wenn Spannung U3 fehlt und entsprechend 111, wenn alle Spannungen fehlen. U1 : Versorgungsspannung +24V (Relais, Schütz, Magnetventil) U2 : Versorgungsspannung -15Vext (Schnittstellen), die dazugehörige +15Vext wird nicht überwacht, da bei Ausfall dieser Spannung die IEEE488-Schnittstelle nicht mehr funktioniert. U3 : Versorgungsspannung ±15V (Regelung)
*WAI	Wartet, bis alle Einstellvorgänge beendet sind

### B) Befehls-Tabelle

Befehl	Parameter	Einheit	Beschreibung
<b>CONFigure</b>			
<b>:MODE</b>	U-G   U-RAMP		schaltet um zwischen U-G- und U-Rampe - Betriebsart
<b>:MODE?</b>			Abfrage der Betriebsart U-G und U-Rampe
<b>:RANGe</b>			
<b>:CONDuctance</b>	5S   50S		legt den Einstellbereich für den Leitwert fest (0-5S oder 0-50S)
<b>:CONDuctance?</b>			Abfrage des Einstellbereiches für den Leitwert (0-5S oder 0-50S)
<b>:VOLTage</b>	100V   200V		legt den Einstellbereich für die Spannung fest (0-100V oder 0-200V)
<b>:VOLTage?</b>			Abfrage des Einstellbereiches für die Spannung (0-100V oder 0-200V)
<b>:CONDuctance</b>	INTern   EXTern		Leitwertvorgabe per IEEE488 (intern) oder SPS (extern) festlegen
<b>:CONDuctance?</b>			Abfrage der Leitwertvorgabe per IEEE488 (intern) oder SPS (extern)
<b>:SENSing</b>	INTern   EXTern		Spannungssensing intern (an der Lasteinheit) / extern (am Generator) festlegen
<b>:SENSing?</b>			Abfrage der Einstellung des Spannungssensings intern / extern

**CONTRol**

<b>:LOADbreak</b>	ON   OFF		schaltet den Lastschütz ein und aus
<b>:LOADbreak?</b>			Abfrage des Lastschützes ein/aus
<b>:STANby</b>	ON   OFF		schaltet das Standby ein und aus
<b>:STANby?</b>			Abfrage des Stand-by ein/aus
<b>:VALVe</b>	ON   OFF		schaltet das Magnetventil ein und aus
<b>:VALVe?</b>			Abfrage des Magnetventiles ein/aus

**SOURce**

<b>:VOLTage</b>	<Wert>	[V]	Einstellung der Spannung 0-100V oder 0-200V je nach gewähltem Einstellbereich
<b>:VOLTage?</b>	[MIN MAX]		Abfrage des aktuellen Wertes bzw. des Einstellbereiches der Spannung
<b>:CONDuctance</b>			
<b>:IMMediate</b>	<Wert>	[S]	Einstellung des Leitwertes (0-50) 0-5S oder 0-50S je nach gewähltem Einstellbereich
<b>:IMMediate?</b>	[MIN MAX]		Abfrage des aktuellen Wertes bzw. des Einstellbereiches des Leitwertes
<b>:STARt</b>	<Wert>	[S]	Einstellung des Startwertes für den Leitwert bei Rampenfunktion 0-5S oder 0-50S je nach gewähltem Einstellbereich
<b>:STARt?</b>	[MIN MAX]		Abfrage des aktuellen Wertes bzw. des Einstellbereiches des Startwertes
<b>:STOP</b>	<Wert>	[S]	Einstellung des Stoppwertes für den Leitwert bei Rampenfunktion 0-5S oder 0-50S je nach gewähltem Einstellbereich
<b>:STOP?</b>	[MIN MAX]		Abfrage des aktuellen Wertes bzw. des Einstellbereiches des Stoppwertes
<b>:SLEW</b>	<Wert>	[S/s]	Einstellung der Steilheit für den Leitwert bei Rampenfunktion wie folgt : 1. Leitwertbereich 0-5S : 0-0,5S/s, 2. Leitwertbereich 0...50S : 0-5S/s
<b>:SLEW?</b>	[MIN MAX]		Abfrage des aktuellen Wertes bzw. des Einstellbereiches der Steilheit

**INITiate**

<b>:RAMP</b>	START   RESET		Start = Rampe läuft mit der eingestellten Steilheit vom Startwert -> Endwert, Reset = Rampe springt sofort vom Endwert -> Startwert
<b>:RAMP?</b>			Liefert entweder Start oder Reset je nachdem in welchem Zustand sich die Last befindet (Initialwert: Start)

**STATus**

<b>:TEMPerature?</b>			Abfrage der Temperaturabschaltung, liefert ON bei Übertemperatur und OFF, wenn die Temperatur im Betriebsbereich liegt
----------------------	--	--	--

**STATus****:FLOW?**

Abfrage des Durchflusswächters, liefert ON wenn Durchfluss ok, sonst OFF

**:MODE?**

Abfrage des Betriebszustandes, liefert U, G, I oder P.

U steht für Konstant-Spannungsbetrieb, G für Konstant-Leitwert-Betrieb,

I für Strombegrenzung und P für Leistungsbegrenzung

**:POL?**

Abfrage des Polaritätsfehlers, liefert ON, wenn Polaritätsfehler vorliegt, sonst OFF

**SYSTEM****:ERROR?**

Abfrage von System-Fehlern, liefert Fehlernummer mit Beschreibung

0: kein Fehler

100: Syntax Fehler im Befehl

101: unbekannter Befehl

102: Fehler im Parameter

103: unbekannter Parameter

**PCYCLE****:CONDUCTance**

nr, &lt;Wert&gt;

speichert den Leitwert in der Speicherzelle ‚nr‘. Gültige Werte für den Leitwert liegen entweder im Bereich 0-5 oder 0-50. Gültige Werte für die Speicherzelle liegen im Bereich von 0 ... 27.

**:TIME**

nr, &lt;Wert&gt;

speichert die Zeitdauer ‚Wert‘ in der Speicherzelle ‚nr‘. Gültige Werte für die Zeit liegen zwischen 0.2 und 10000. Die Einheit ist implizit Millisekunden. Gültige Werte für die Speicherzelle liegen im Bereich von 0 ... 27.

**:MODE**

mode, [RESE | RESET | &lt;n&gt;]

bestimmt die Betriebsart des Zyklusbetriebes. ‚mode‘ muss eines der Schlüsselwörter PULS, PULSE, CONT oder CONTINOUS sein. In der Betriebsart CONT werden die Zyklen so lange wiederholt, bis sie per Befehl gestoppt werden, in diesem Fall wird der Leitwert nach Abbruch auf 0 gesetzt.

In der Betriebsart PULS werden die Zyklen ‚n‘-mal durchlaufen, nach Ende des letzten Zyklus bleibt der letzte programmierte Leitwert erhalten.

Der optionale Zusatz RESET setzt den Leitwert und die Zeitdauer aller Speicherzellen auf 0.

:MODE?

Abfrage der Betriebsart. Liefert entweder CONTINUOUS oder PULSE.

:STATe

ON | OFF

Startet und stoppt den Zyklusbetrieb

:STATe?

Abfrage des Zyklusbetriebs, liefert ON oder OFF.

Einschaltzustand:

Conf:Mode U-G

Conf:Rang:Cond 5

Conf:Rang:Volt 200

Conf:Cond intern

Conf:Sens intern

Cont:Load off

Cont:Stan on

Cont:Valv off

Sour:Volt 200

Sour:Cond:Imm 0

Sour:Start 0

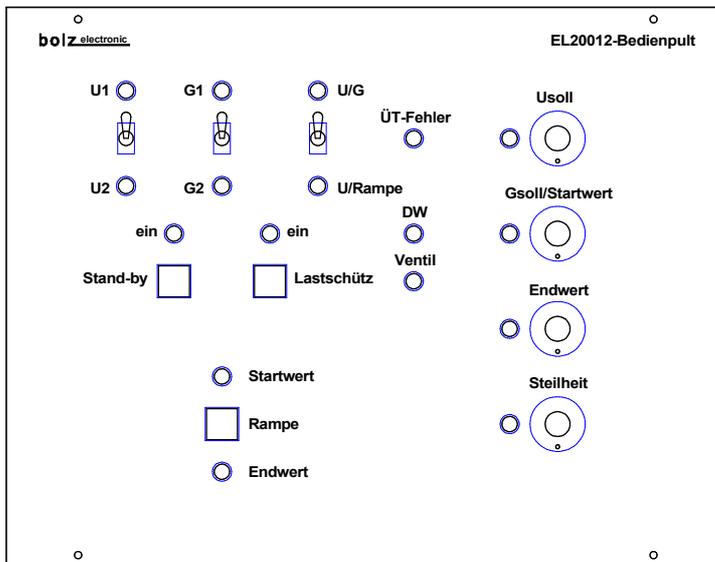
Sour:Stop 0

Sour:Slew 0

Init:Ramp Reset

Pcyc:Stat OFF

## Bedienelemente des Bedienpultes



**Bild 1 : Bedienpult der Elektronischen Lasteinheit EL2009**

S U :	Umschaltung der Spannungsbereiche U1 / U2
LED U1 :	Spannungsbereich U1 (0...100V) aktiv
LED U2 :	Spannungsbereich U2 (0...200V) aktiv
S G :	Umschaltung der Leitwertbereiche G1 / G2
LED G1 :	Leitwertbereich G1 (0...1S) aktiv
LED G2 :	Leitwertbereich G2 (0...30S) aktiv
S UG/Rampe :	Umschaltung zwischen U / G - und U / Rampe - Betrieb
LED UG :	U / G - Betrieb aktiv
LED Urampe :	U / Rampe - Betrieb aktiv
S Stand-by :	Aktivieren des Stand-by-Betriebes (Lasteinheit hochohmig)
LED Stand-by :	Stand-by-Betrieb aktiviert (Lasteinheit hochohmig)
S Lastschütz :	Lastschütz ein- bzw. ausschalten
LED Lastschütz :	Lastschütz eingeschaltet
S Rampe Start/Reset :	Starten und Zurücksetzen der Leitwertrampe
LED Rampe Startwert :	Rampe wurde zurückgesetzt, Lasteinheit befindet sich auf Rampen-Startwert
LED Rampe Endwert :	Rampe wurde gestartet, Lasteinheit befindet sich auf Rampen-Endwert
LED ÜT-Fehler :	Lasteinheit hat wegen eines Fehlers im Kühlwasserkreislauf abgeschaltet
LED Ventil :	Kühlwasserventil ist eingeschaltet
LED DW :	Durchflußwächter Kühlwasserdurchfluß ist vorhanden
P Usoll :	Poti für Spannungs-Sollwert
LED Usoll :	Poti für Spannungs-Sollwert ist aktiv
P Gsoll :	Poti für Leitwert-Sollwert wenn nur LED7 und 8 leuchten Rampen-Startwert wenn LED7-10 leuchten
LED Gsoll :	Poti für Leitwert-Sollwert bzw. Rampen-Startwert aktiv
P Endwert :	Poti für Rampen-Endwert
LED Endwert :	Poti für Rampen-Endwert aktiv
P Steilheit :	Poti für Rampen-Steilheit
LED Steilheit :	Poti für Rampen-Steilheit aktiv

## Steckerbelegung

### *Steckverbinder X4 - Bedienpult-Anschluß : Typ HAN-D40F (Buchsen an der Lasteinheit)*

A1 :	Spannungs-Sollwert +
A2 :	Spannungs-Sollwert -
A3 :	Leitwert-Sollwert +
A4 :	Leitwert-Sollwert -
A5 :	Endwert-Sollwert +
A6 :	Endwert-Sollwert -
A7 :	Steilheit-Sollwert +
A8 :	Steilheit-Sollwert -
A9 :	Signal U1-U2/int
A10 :	Signal G1-G2/int
B1 :	Signal Lastschütz/int
B2 :	Signal U/G - URampe/int
B3 :	Signal Stand-by/int
B4 :	Signal Start-Reset-Rampe/int
B5 :	Signal int/ext/Netzrelais
B6 :	Fehler
B7 :	Hilfsspannung für int/ext-Umschaltung
B7 :	GND/SPS
B9 :	+24V
B10 :	+15VX
C1 :	GNDX
C2 :	-15VX
C3 :	+15V
C4 :	GND/F-

### *Steckverbinder X13 - Anschluß externer Sollwert G : Rundpolstecker 2-polig Typ Binder*

1 :	Gsoll +
2 :	Gsoll -

### *Steckverbinder X14 - Anschluß externe Sense-Leitungen : Rundpolstecker 3-polig Typ Binder*

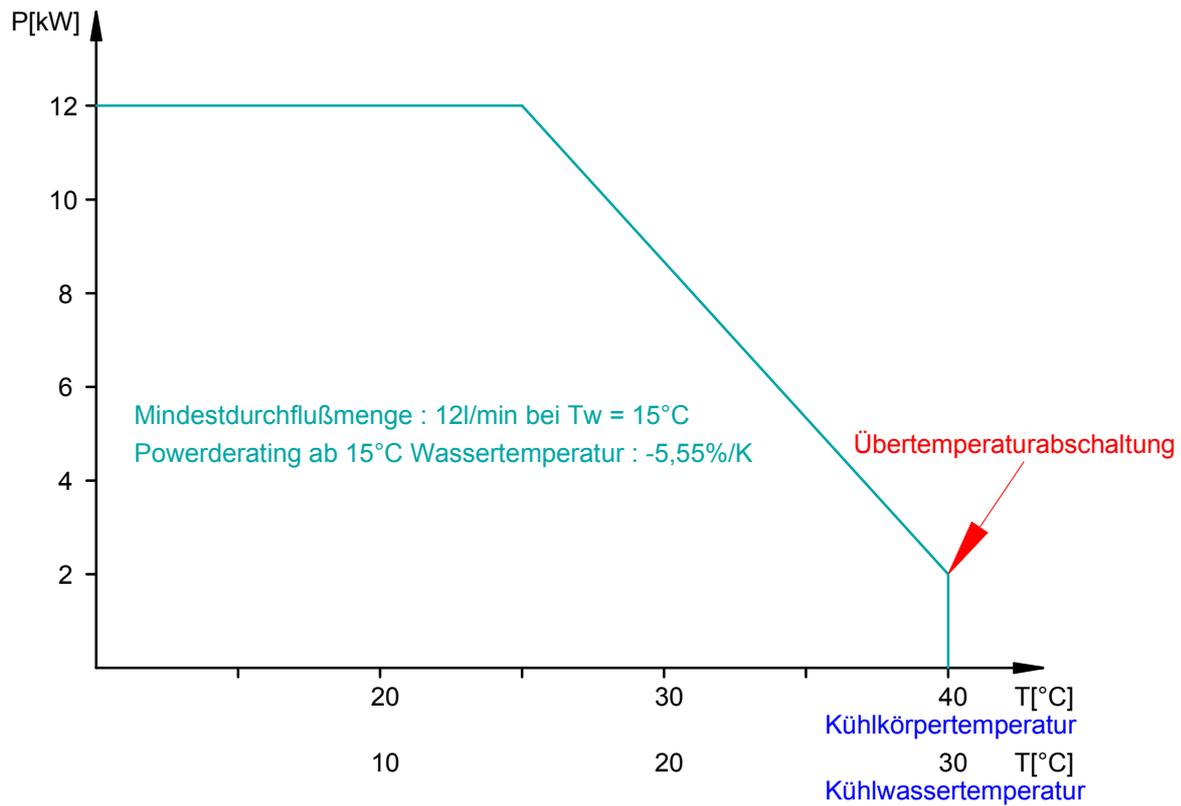
1 :	UG+ (Generatorspannung +)
2 :	nicht belegt
3 :	UG- (Generatorspannung -)

### *Steckverbinder X16 - Potentialfreier Fehlerkontakt : Rundpolstecker 2-polig Typ Binder*

1 :	Leitung 1
2 :	Leitung 2

**Diagramm 1)**

Leistungsderating in Abhängigkeit von der Temperatur des Kühlwassers



**Tabelle 1)**

Taupunkttemperatur in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur und der Kühlwassertemperatur

(rot) Umgebungstemperatur [°C]

(blau) Luftfeuchte [% relativ]

(braun) Taupunkttemperatur [C°]

**Die Luftfeuchte muß so niedrig sein, daß die Taupunkttemperatur unterhalb der niedrigsten Kühlwassertemperatur liegt.**

Beispiel : (gelb)

Bei einer Kühlwassertemperatur von 6°C und einer Umgebungstemperatur von 21°C ±3°, muß die Luftfeuchte < 30% sein, damit es zu keiner Betauung kommt.

Bei der maximalen Umgebungstemperatur muß die Taupunkttemperatur unterhalb der Temperatur des Kühlwassers liegen!

**Taupunkttable**

	Taupunkttemperatur [°C]													
Temperatur	relative Luftfeuchte [%]													
Umgebung [°C]	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
30	10,5	12,9	14,9	16,8	18,4	20,0	21,4	22,7	23,9	25,1	26,2	27,2	28,2	29,1
29	9,7	12,0	14,0	15,9	17,5	19,0	20,4	21,7	23,0	24,1	25,2	26,2	27,2	28,1
28	8,8	11,1	13,1	15,0	16,6	18,1	19,5	20,8	22,0	23,2	24,2	25,2	26,2	27,1
27	8,0	10,2	12,2	14,1	15,7	17,2	18,6	19,9	21,1	22,2	23,3	24,3	25,2	26,1
26	7,1	9,4	11,4	13,2	14,8	16,3	17,6	18,9	20,1	21,2	22,3	23,3	24,2	25,1
25	6,2	8,5	10,5	12,2	13,9	15,3	16,7	18,0	19,1	20,3	21,3	22,3	23,2	24,1
24	5,4	7,6	9,6	11,3	12,9	14,4	15,8	17,0	18,2	19,3	20,3	21,3	22,3	23,1
23	4,5	6,7	8,7	10,4	12,0	13,5	14,8	16,1	17,2	18,3	19,4	20,3	21,3	22,2
22	3,6	5,9	7,8	9,5	11,1	12,5	13,9	15,1	16,3	17,4	18,4	19,4	20,3	21,2
21	2,8	5,0	6,9	8,6	10,2	11,6	12,9	14,2	15,3	16,4	17,4	18,4	19,3	20,2
20	1,9	4,1	6,0	7,7	9,3	10,7	12,0	13,2	14,4	15,4	16,4	17,4	18,3	19,2
19	1,0	3,2	5,1	6,8	8,3	9,8	11,1	12,3	13,4	14,5	15,5	16,4	17,3	18,2
18	0,2	2,3	4,2	5,9	7,4	8,8	10,1	11,3	12,5	13,5	14,5	16,4	16,3	17,2
17	-0,6	1,4	3,3	5,0	6,5	7,9	9,2	10,4	11,5	12,5	13,5	15,5	15,3	16,2
16	-1,4	-0,5	2,4	4,1	5,6	7,0	8,2	9,4	10,5	11,6	12,6	14,5	14,4	15,2
15	-2,2	-0,3	1,5	3,2	4,7	6,1	7,3	8,5	9,6	10,6	11,6	13,5	13,4	14,2
14	-2,9	-1,0	0,6	2,3	3,7	5,1	6,4	7,5	8,6	9,6	10,6	12,5	12,4	13,2
13	-3,7	-1,9	0,1	1,3	2,8	4,2	5,5	6,6	7,7	8,7	9,6	10,5	11,4	12,2
12	-4,5	-2,6	1,0	0,4	1,9	3,2	4,5	5,7	6,7	7,7	8,7	9,6	10,4	11,2
11	-5,2	-3,4	1,8	-0,4	1,0	2,3	3,5	4,7	5,8	6,7	7,7	8,6	9,4	10,2
10	-6,0	-4,2	2,6	-1,2	0,1	1,4	2,6	3,7	4,8	5,8	6,7	7,6	8,4	9,2

## Sicherheitshinweise

- ◆ **Der Anschluß der Lasteinheit an den Prüfstand darf nur durch unterwiesenes Fachpersonal erfolgen.**
- ◆ **Beim Anschluß der Lasteinheit ist unbedingt folgendes zu beachten :**
  - **Es dürfen keine Kurzschlüsse zwischen geerdeten Gehäuseteilen und Stromschienen entstehen, da dies zur Zerstörung der Lasteinheit führen kann.**
  - **Es dürfen keine Kurzschlüsse zwischen den Kühlaggregaten und den Stromschienen entstehen, da dies zur Zerstörung der Lasteinheit führen kann.**
  - **Geräteinterne Bauteile und Leitungen dürfen nicht beschädigt werden.**
  - **Bei Anschlußarbeiten an der Lasteinheit ist diese sowohl vom Netz, als auch vom Generator und von der SPS zu trennen.**
  - **Es ist dafür zu sorgen, daß die Werte für die Wasserkühlung eingehalten werden.**
- **Da die Lasteinheit mit einer Lastspannung bis 200VDC betrieben werden kann, sind unbedingt Sicherheitsvorschriften für Arbeiten mit hohen Spannungen zu beachten.**
- **Vor Beginn von Messungen sollte die Lasteinheit mindestens 15min. eingeschaltet sein.**
- **Die Werte für die maximale Luftfeuchte müssen unbedingt eingehalten werden, da beim Auftreten von Betauung der störungsfreie Betrieb der Lasteinheiten nicht mehr garantiert werden kann!**

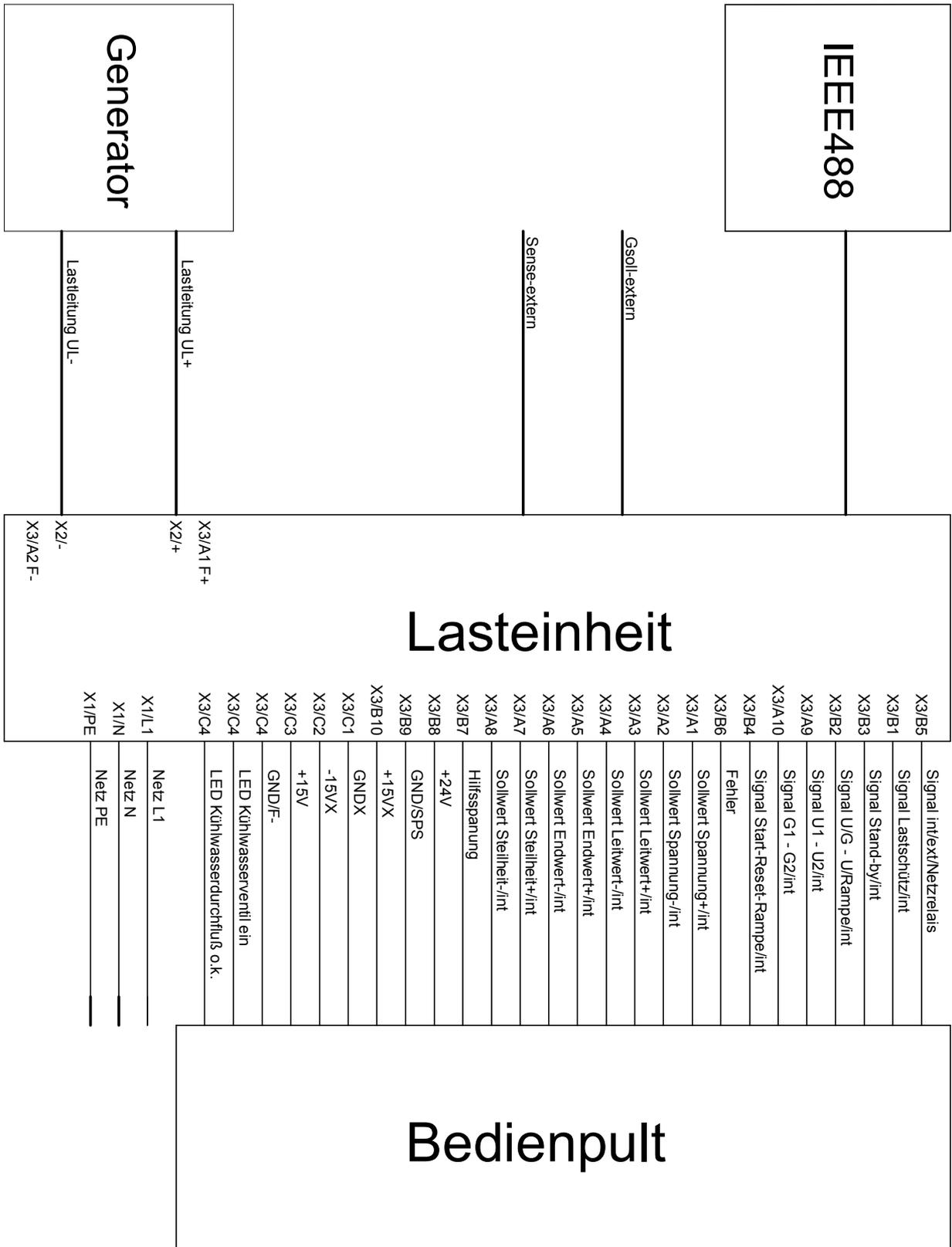
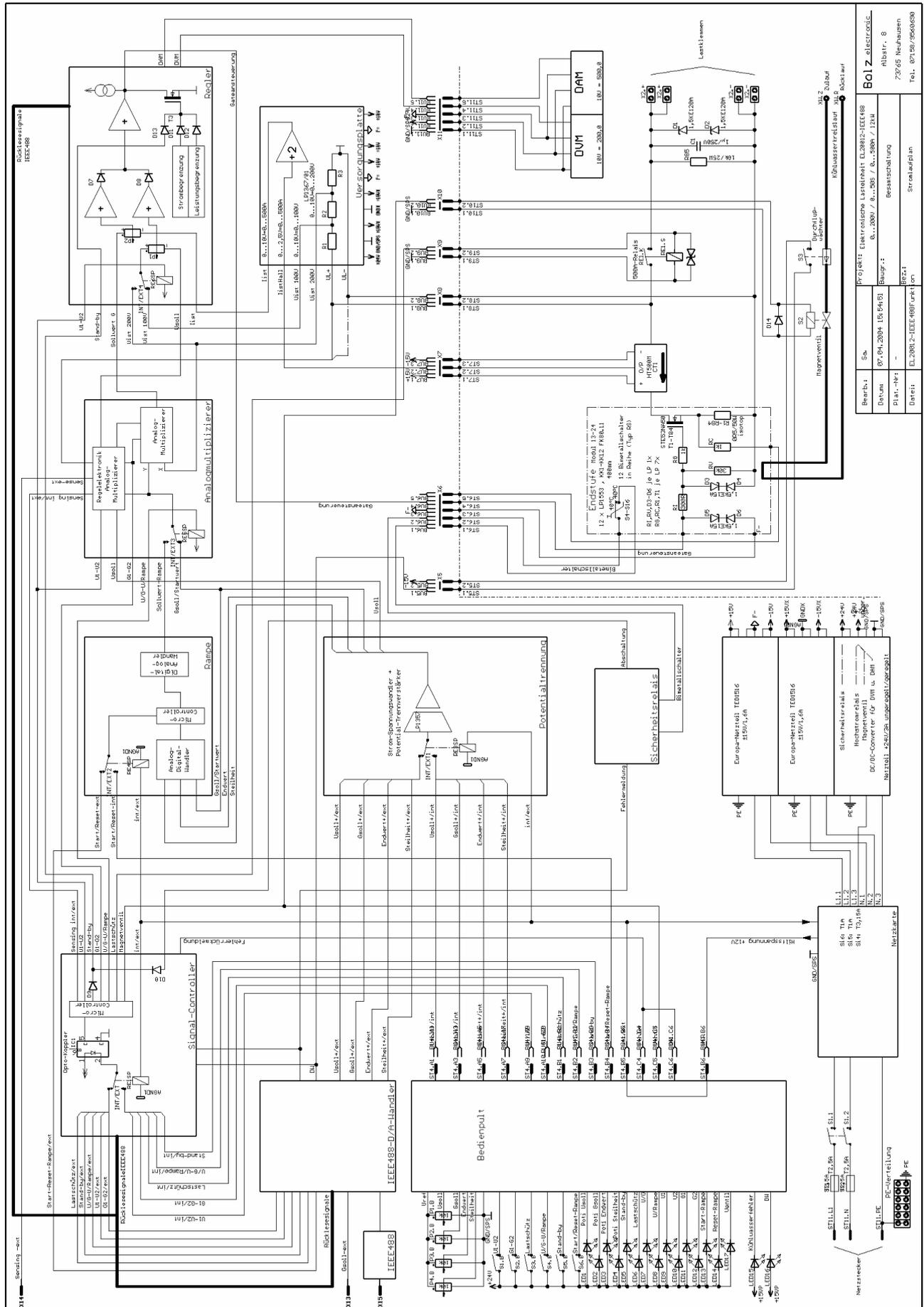


Bild 2 : Blockschaltbild, Anschluß der Lasteinheit am Prüfstand



© By URMIS 1993

Projekt: EL20012-IEEE488	Umsatz: EL20012-IEEE488	Albstr. 8
Baujahr: 8	Baugr. 1	73765 Neuhausen
Bezeichnung: EL20012-IEEE488/Funktion	Beschreibung: Gesamtschaltung	Tel.: 07158/9560930
Datum: 07.04.2004 15:54:51	Strukturplan	
Blatt-nr.: -	Strukturplan	
Datum: 07.04.2004 15:54:51	Strukturplan	
Blatt-nr.: -	Strukturplan	