

# **LED Source**

## **Bedienungsanleitung**

**Firmwareversion: v1.x**

**Stand 03.03.2008**

**(vorläufige Version)**

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	3
2	Gerätebeschreibung.....	4
2.1	Aufbau.....	4
2.2	Blockschaltbild.....	6
2.3	Betrieb der LED-Source.....	7
3	Steuerungssoftware für Windows.....	8
3.1	Startbildschirm.....	8
3.2	Hauptansicht des Programms.....	8
3.2.1	Parameter der LED-Einheit.....	9
3.2.2	Karteireiter „Externe Regelung“.....	10
3.2.3	Karteireiter „Interne Regelung“.....	11
3.2.4	Karteireiter „Arbeitspunktbestimmung“.....	12
3.2.5	Karteireiter „PID-Regelparameterbestimmung“.....	14
3.2.6	Karteireiter „Einstellungen“.....	15
3.2.7	Karteireiter „Kalibrierung“.....	16
3.2.8	Karteireiter „Direkte Kommunikation“.....	17
4	Kalibrierung.....	17
4.1	Interne Korrektur.....	17
4.2	Vorgehensweise bei Kalibrierung der Stromkanäle.....	17
4.3	Vorgehensweise bei Kalibrierung der Spannungskanäle.....	18
5	Anhang.....	19
5.1	Pinbelegung.....	19
5.2	Anschlüsse.....	21
5.3	Technische Spezifikation.....	23
5.3.1	Betriebsbedingungen.....	23
5.3.2	Stromquelle für LED.....	23
5.3.3	Stromquelle für Pt100.....	23
5.3.4	Konstantstromquellen für externe Sensoren.....	24
5.3.5	Spannungseingang für LED.....	24
5.3.6	Spannungseingang für Pt100.....	25
5.3.7	Spannungseingänge für externe Pt100 Sensoren.....	25

# 1 Einleitung

Die LED-Source ist ein Gerät zum Betreiben einer LED-Einheit in einem definierten Arbeitspunkt, d. h. mit vorgegebenem Strom und Vorwärtsspannung an der LED.

Die LED-Einheit stellt eine Baugruppe aus der eigentlichen LED und einem Pt100 Temperatur-Sensor dar (Abb. 1). Der LED-Chip ist mit dem Pt100 Sensor thermisch eng gekoppelt, sodass die mit dem Sensor erfasste Temperatur der Chip-Temperatur entspricht (Voraussetzung: thermisches Gleichgewicht).



Abb. 1: LED-Einheit

Der Pt100 Sensor besitzt einen ohm'schen Widerstand, der von der Temperatur des Sensors abhängt. Der Widerstand wird zum Einen zur Temperaturbestimmung und zum Anderen als Heizung, um die Wärme dem LED-Chip hinzuzufügen, benutzt.

Das Gerät ermöglicht mit Hilfe von einstellbaren Stromquellen den vorgegebenen Strom für den LED-Betrieb sowie den Strom für Pt100 Betrieb zu erzeugen. Die Soll-Spannung an der LED wird mit Hilfe von PID-Regler erreicht. Die beiden Spannungen an der LED und an dem Pt100 werden gemessen und zu dem Regler zurückgeführt. Der Regler sorgt mit dem Pt100 Strom als Stellgröße für eine Erwärmung der LED, so dass die LED die vorgegebene Vorwärtsspannung einnimmt.

Das Gerät ermöglicht den Anschluss von zwei LED-Einheiten, wobei beim Betrieb auf eine oder andere umgeschaltet werden kann. Außer Betrieb der LED-Einheit ist der Anschluss zweier externen Pt100 Sensoren möglich, die nur zur Temperaturbestimmung eingesetzt werden können (z. B. Umgebungstemperatur).

Die eingestellten und gemessenen Werte können mit dem Anschluß eines externen Strom- bzw. Spannungsmessgeräts überwacht werden. Die Anschlüsse für Strom- und Spannungsmessgeräte sind am Gerät vorhanden.

Das Gerät ist in der Lage mittels 3er Schnittstellen (RS232, USB bzw. GPIB) mit einem PC zu kommunizieren. Den Befehlssatz entnehmen Sie bitte der Befehlsreferenz.

## 2 Gerätebeschreibung

### 2.1 Aufbau

Das Gerät besitzt ein Gehäuse im 19"-Format.



Abb. 2: LED-Source Gerät

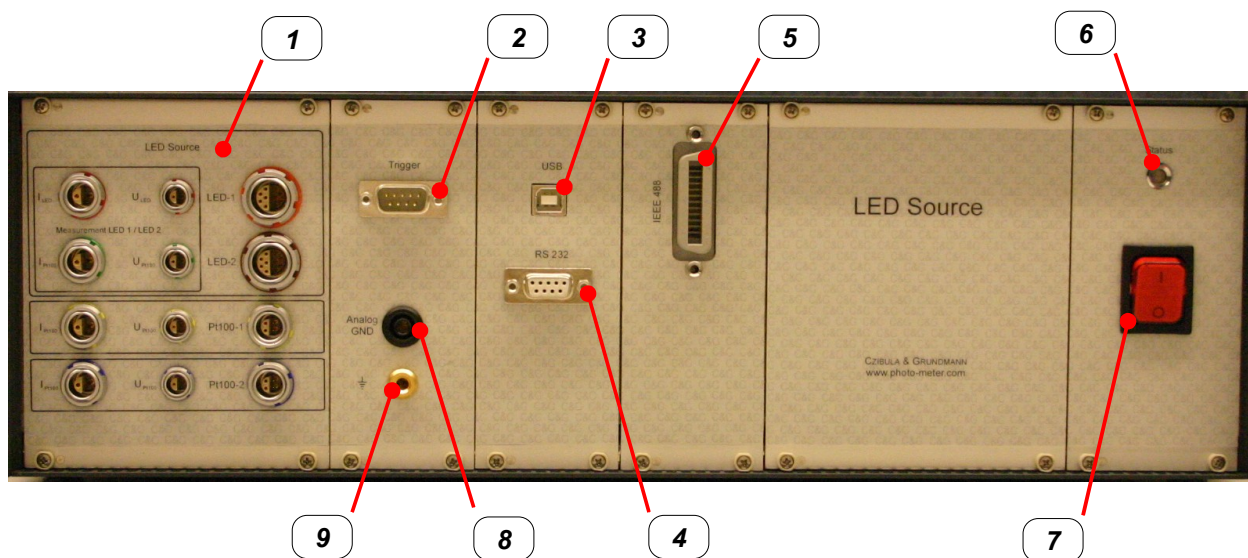


Abb. 3: Vorderansicht des Gerätes



Abb. 4: Ansicht der Rückseite des Gerätes

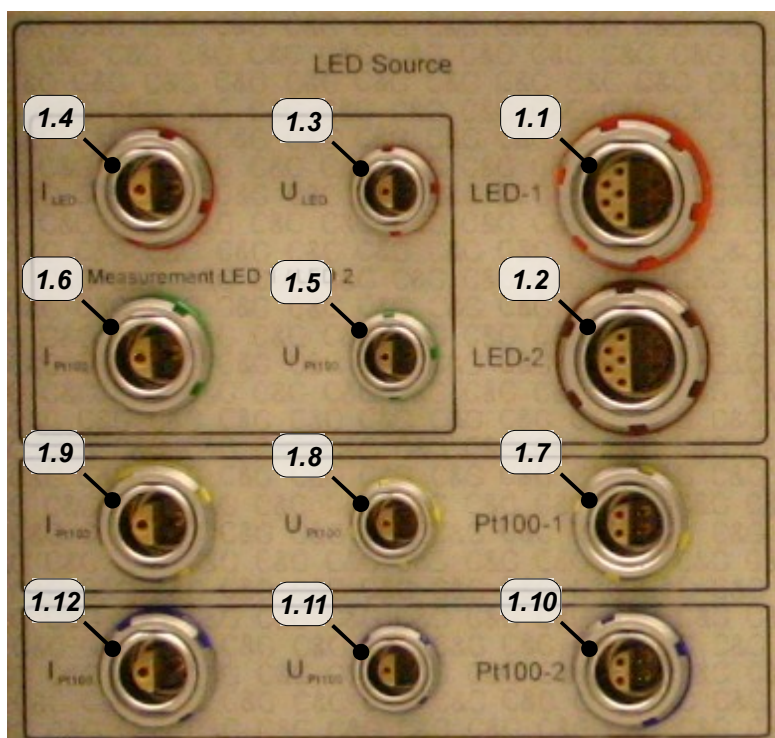


Abb. 5: Anschlüsse des LED-Moduls

1. Anschlüsse des LED-Moduls
  - 1.1. Anschluss für LED-Einheit 1
  - 1.2. Anschluss für LED-Einheit 2
  - 1.3. Externes Spannungsmessgerät für die LED-Spannung
  - 1.4. Externes Strommessgerät für den LED-Strom
  - 1.5. Externes Spannungsmessgerät für die Pt100-Spannung
  - 1.6. Externes Strommessgerät für den Pt100-Strom
  - 1.7. Anschluss für Pt100-Erweiterungssensor 1
  - 1.8. Externes Spannungsmessgerät für Pt100-Erweiterungssensor 1
  - 1.9. Externes Strommessgerät für Pt100-Erweiterungssensor 1
  - 1.10. Anschluss für Pt100-Erweiterungssensor 2
  - 1.11. Externes Spannungsmessgerät für Pt100-Erweiterungssensor 2
  - 1.12. Externes Strommessgerät für Pt100-Erweiterungssensor 2
2. Anschluss für externen Trigger
3. USB-Schnittstelle
4. RS232-Schnittstelle
5. GPIB-Schnittstelle
6. Status-Leuchte
7. Netzschalter
8. Analogmasse
9. Erdung
10. Netzanschluss

## 2.2 Blockschaltbild

Die Abbildung 6 zeigt ein vereinfachtes Blockschaltbild des Gerätes. Der Controller steht im Mittelpunkt. Er übernimmt die Steuerung des Gerätes. Drei Schnittstellen (RS232, USB und GPIB) sorgen für die Kommunikation mit dem Controller und stehen dem Benutzer zu Verfügung.

Die Stromquellen dienen zur Einstellung des Stromes für die LED bzw. für den Pt100. Sie werden von internen D/A-Wandlern angesteuert. Die beiden Spannungen, die an der LED bzw. Pt100 entstehen, werden mit Hilfe von A/D-Wandlern gemessen.

Analog zu der LED-Einheit werden auch die externen Pt100-Sensoren betrieben. Die Stromquellen sind hier jedoch konstant und die D/A-Wandler sind nicht vorhanden.

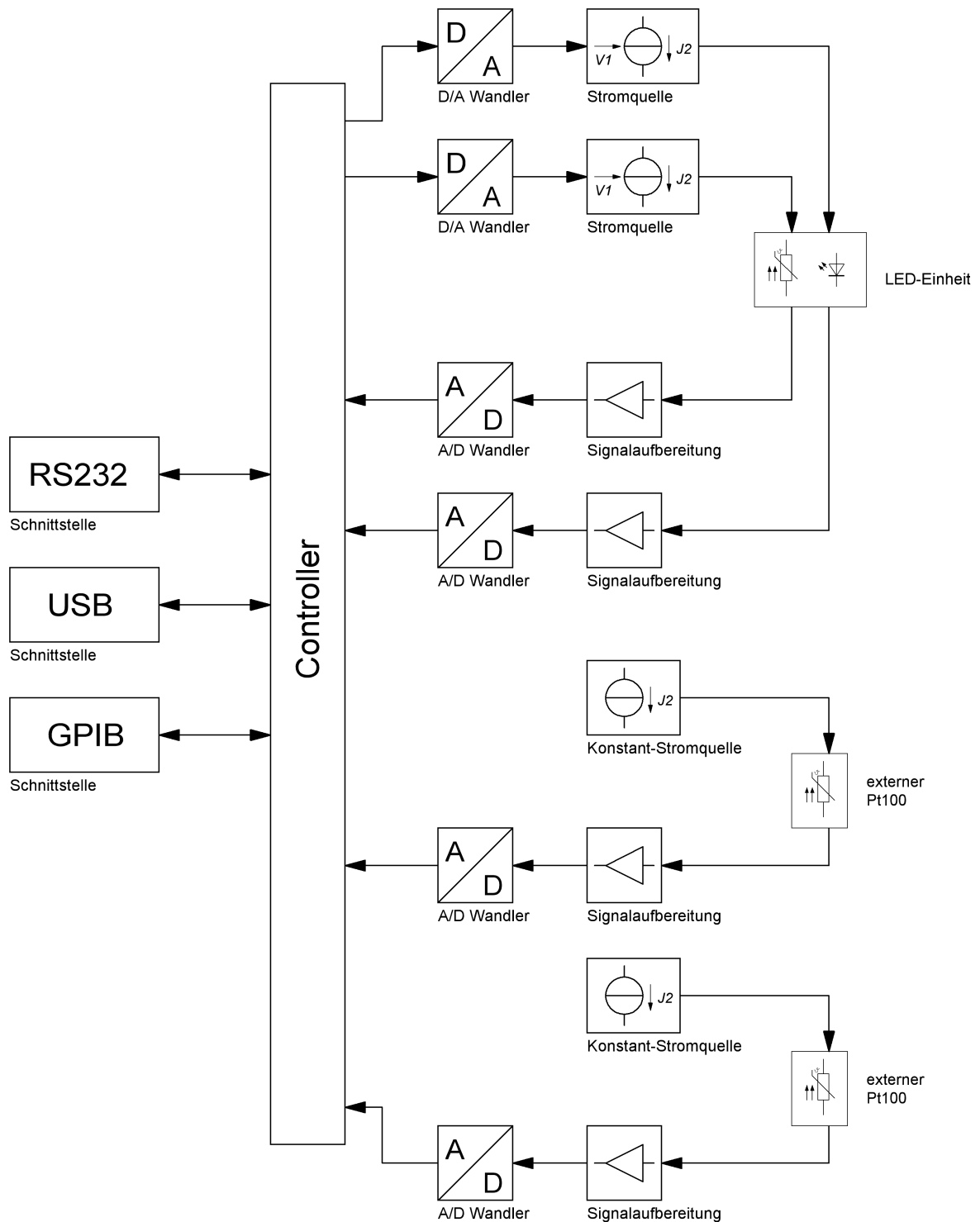


Abb. 6: Blockschaltbild

## 2.3 Betrieb der LED-Source

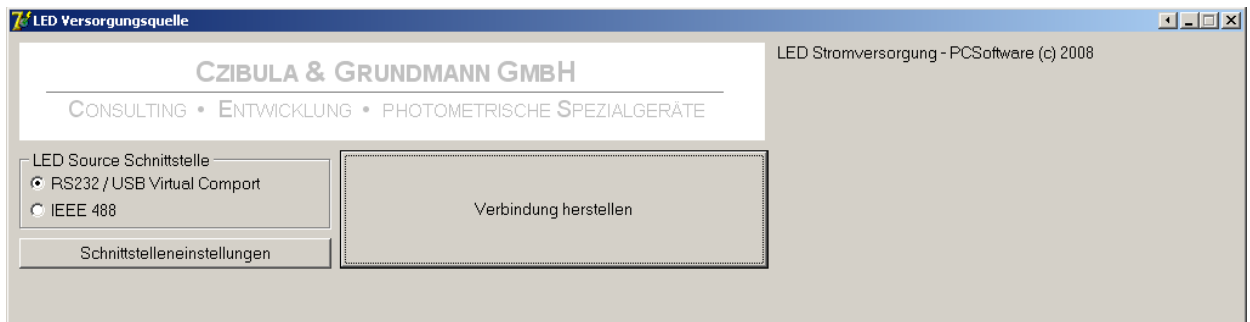
Nach dem Einschalten braucht das Gerät ca. 30 Minuten Zeit um sich aufzuwärmen. Wird diese Zeit nicht eingehalten, so ist mit einer erhöhten Messunsicherheit zu rechnen.

Die Funktionen des Gerätes können der Befehlsreferenz sowie der Beschreibung der Anwendersoftware entnommen werden.

## 3 Steuerungssoftware für Windows

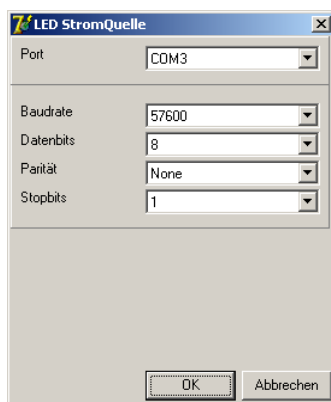
### 3.1 Startbildschirm

Nach dem Start der Software muss die verwendete Schnittstelle konfiguriert werden.



Folgende Schnittstellen werden unterstützt:

RS232 /USB Virtual Comport



Einstellbare Parameter

IEEE 488 (GPIB-32.dll)



Einstellbare Parameter

Mit der Schaltfläche **„Verbindung herstellen“** wird versucht mit der Stromquelle über die konfigurierte Schnittstelle zu kommunizieren.

### 3.2 Hauptansicht des Programms

Wenn die Verbindung erfolgreich hergestellt wurde wechselt das Programm zur Hauptansicht. Im oberen Teil werden die vom Programm verwendeten Parameter der LED-Einheit angezeigt. Im unteren Teil sind die Funktionsblöcke in Karteireitern gruppiert.



### 3.2.1 Parameter der LED-Einheit

Die Parameter der LED-Einheit werden für den Regelungszweck in dem Programm verwendet. Sie beinhalten folgende Informationen:

Gruppe	Bezeichnung	Bedeutung
Verwaltungs- informationen	Dateiname	Dateiname des aktuellen Parametersatzes
	Bezeichnung	Bezeichnung der LED-Einheit
	Hersteller	Hersteller der LED-Einheit
	Kennzeichen	Kennzeichen der LED-Einheit
Arbeitspunkt	LED Strom	
	LED Soll-Spannung	
	LED Strombereich	Verwendeter Einstellbereich für den LED Strom
	LED Spannungsbereich	Verwendeter Messbereich für die LED Spannung
PID	Kp	P-Glied
	Ti	I-Glied
	Td	D-Glied

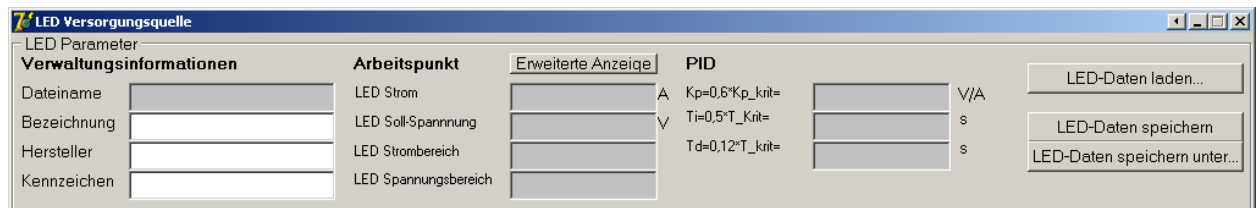


Abb. 7: LED-Parameter

Mit den Schaltflächen „LED-Daten laden“, „LED-Daten speichern“ und „LED-Daten speichern unter...“ können diese Daten aus einer Datei geladen oder gespeichert werden.

Die Arbeitspunkt-Parameter werden auf dem Karteireiter „Arbeitspunktbestimmung“, die PID-Parameter werden auf dem Karteireiter „PID-Parameterbestimmung“ geändert.

Mit der Schaltfläche „Erweiterte Anzeige“ kann der Arbeitspunkt in Abhängigkeit der Funktion LED-Spannung zu Temperatur verschoben werden. (Siehe auch „Karteireiter Arbeitspunktbestimmung -> Schritt 5“)

### 3.2.2 Karteireiter „Externe Regelung“

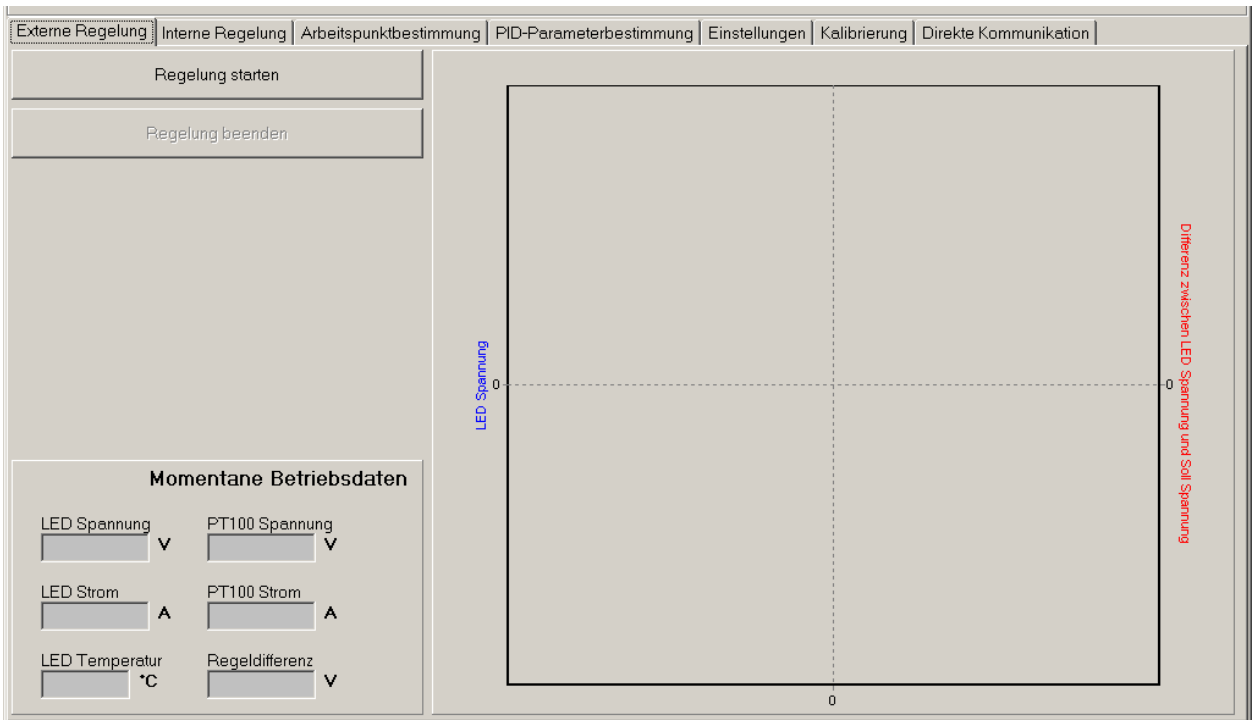


Abb. 8: Karteireiter Externe Regelung

In diesem Modus wird die Regelung durch das Programm durchgeführt.

Die Parameter für den PID Regler müssen bestimmt worden sein.

Vorteil dieses Modus ist die kontinuierliche Darstellung der Werte synchron zur Abtastzeit des Reglers.

Achtung: Bei zu hoher Prozessorlast kann das Programm keine konstanten Abtastzeiten einhalten. Dies führt zu Regelabweichungen.

Die Schaltfläche „**Regelung starten**“ startet die Regelung.

Die Änderung der Parameter sowie die Umschaltung zwischen den Karteireitern ist während der Regelung gesperrt.

Die Schaltfläche „**Regelung beenden**“ beendet die Regelung.

Bei Auftreten eines Fehlers (Z.B. Trennung des Stromkreises, Übererwärmung des Pt100-Sensors) wird die Regelung abgebrochen.

### 3.2.3 Karteireiter „Interne Regelung“

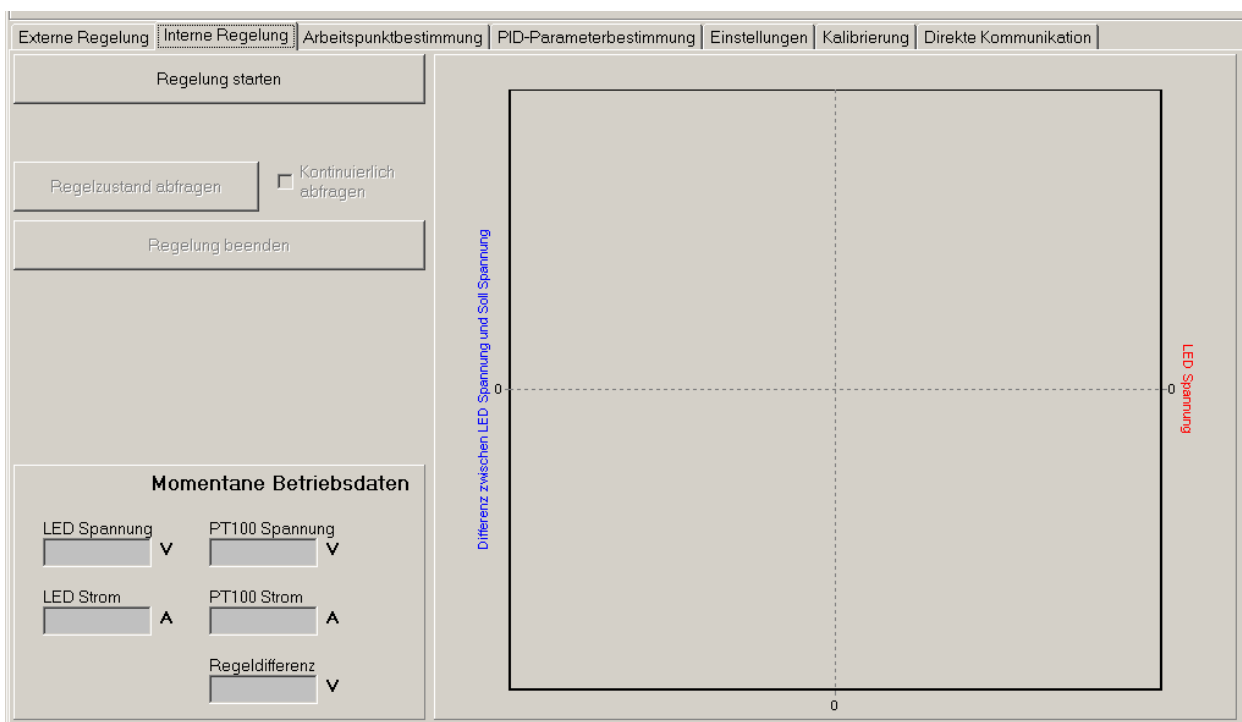


Abb. 9: Karteireiter Interne Regelung

In diesem Modus wird die Regelung vom Gerät durchgeführt.

Die Parameter für den PID Regler müssen bestimmt worden sein.

Vorteile dieses Modus sind:

- Einhaltung konstanter Abtastzeiten unabhängig von Steuerrechner
- Gerät kann nach Starten der Regelung vom Steuerrechner getrennt werden

Die Schaltfläche „**Regelung starten**“ startet die Regelung.

Die Schaltfläche „**Regelung beenden**“ beendet die Regelung.

Die Schaltfläche „**Regelzustand abfragen**“ liefert bei gestarteter Regelung die aktuellen Betriebsdaten. Wenn das Gerät aufgrund eines Fehlers (z.B. Trennung des Stromkreises, Übererwärmung des Pt100-Sensors) die Regelung abgebrochen hat wird die Fehlerursache angezeigt.

Mit dem Kontrollkästchen „Kontinuierlich abfragen“ kann der Regelzustand kontinuierlich ausgelesen werden. Zu beachten ist, dass die Abfrage nicht synchron zu Abtastzeit des PID-Reglers ist.

### 3.2.4 Karteireiter „Arbeitspunktbestimmung“

Abb. 10: Programmfenster "Arbeitspunktbestimmung"

Bei der Arbeitspunktbestimmung erfolgt in 4 Schritten.

Vorgegeben werden muss der gewünschte Betriebsstromes der LED mit dem zugehörigen Strombereich. Außerdem muss der Messbereich für die LED Spannung eingestellt werden.

Es ist möglich jeden der 4 Schritte zu überspringen. Dazu muss vor dem Ablaufstart das entsprechende Häkchen „Überspringen“ aktiviert sein.

In Schritt 1, 3 und 4 kann die Abbruchbedingung angegeben werden. Es werden Mittelwerte der Steigung über die angegebene Anzahl Messwerte gebildet. Wenn die Differenz zwischen zwei Mittelwertbildungen kleiner als die angegebene Steigung ist wird die Ausführung des betreffenden Schrittes beendet.

Achtung: Die Voraussetzung für die Arbeitspunktbestimmung ist eine konstante Umgebungstemperatur während des gesamten Ablaufs.

Die Schaltfläche „**Ablauf starten**“ startet die Arbeitspunktbestimmung.

Mit der Schaltfläche „**Ablauf abbrechen**“ kann der Vorgang zu jeder Zeit beendet werden.

#### Schritt 1:

In diesem Schritt wird die LED-Einheit auf Raumtemperatur gebracht. Dies geschieht bei ausgeschalteter LED. Der Pt100 Sensor wird mit dem geringfügigen Messstrom (ca. 1 mA) bestromt. Die Temperatur des Pt100 und im Gleichgewichtszustand auch der LED-Einheit wird ermittelt und im Diagramm angezeigt. Hat die LED die Raumtemperatur erreicht, so ist die Steigung nahe Null. Wenn die Abbruchbedingung erfüllt ist, wird zum Schritt 2 übergegangen.

#### Schritt 2:

Die LED wird bestromt und die Vorwärtsspannung der LED bei Raumtemperatur gemessen. Dies ist der erste Messpunkt für die Ermittlung der Funktion LED-Spannung von Temperatur.

#### Schritt 3:

In diesem Schritt wird die LED mit dem Betriebsstrom versorgt. Dabei beginnt die LED sich zu erwärmen. Dieser Vorgang wird überwacht. Die Temperatur der LED-Einheit wird im Diagramm angezeigt. Die Temperatur soll sich asymptotisch einem konstanten Wert annähern. Dabei nähert sich die

Steigung der Null. Wenn die Abbruchbedingung erfüllt ist, wird vom Erreichen des thermischen Gleichgewicht ausgegangen.

Dieser Zustand ist der zweite Messpunkt für die Ermittlung der Funktion LED-Spannung von Temperatur.

Als Vorgabe für den Schritt 4 wird zum Abschluss die elektrische Leistung, die in LED umgesetzt wird, berechnet.

#### Schritt 4:

In dem letzten Schritt wird die LED zuerst abgeschaltet. Die Pt100 Heizleistung wird auf das dreifache der in der LED umgesetzten Leistung im thermischen Gleichgewicht (Schritt 3) eingestellt.

Die Temperatur der LED-Einheit wird im Diagramm angezeigt.

Die Temperatur soll sich asymptotisch einem konstanten Wert annähern. Dabei nähert sich die Steigung der Null. Wenn die Abbruchbedingung erfüllt ist, wird vom Erreichen des thermischen Gleichgewicht ausgegangen. Nun wird die LED kurz mit dem Betriebsstrom bestromt. Die zugehörige Vorwärtsspannung wird aufgenommen und die LED wird sofort wieder ausgeschaltet.

Dieser Zustand ist der dritte Messpunkt für die Ermittlung der Funktion LED-Spannung von Temperatur.

#### Schritt 5:

Mit der Schaltfläche „**Arbeitspunkt definieren**“ kann nun der Arbeitspunkt festgelegt werden.

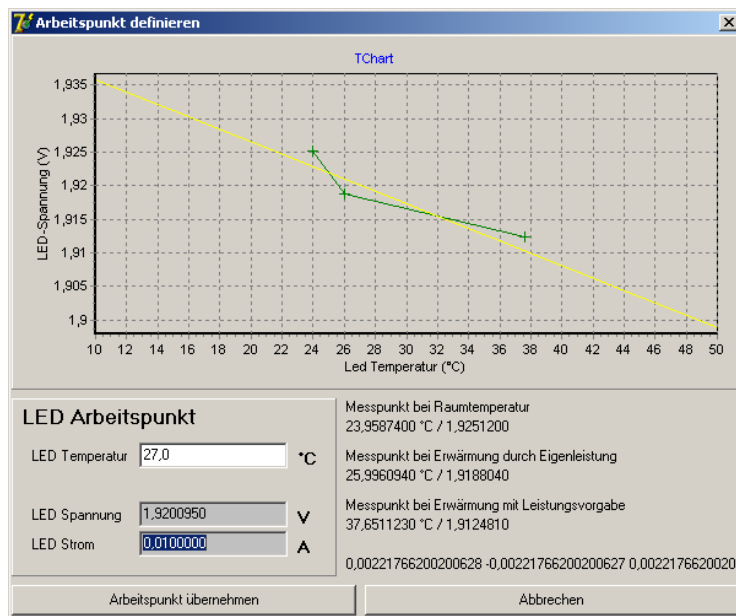


Abb. 11: Fenster *Arbeitspunkt definieren*

Die drei aufgenommenen Messpunkte werden in grün dargestellt. Sie werden zu einer Gerade interpoliert. Auf dieser Gerade kann der Arbeitspunkt der LED nun verschoben werden.

Mit der Schaltfläche „**Arbeitspunkt übernehmen**“ wird der Arbeitspunkt in die LED Parameter übernommen.

### 3.2.5 Karteireiter „PID-Regelparameterbestimmung“

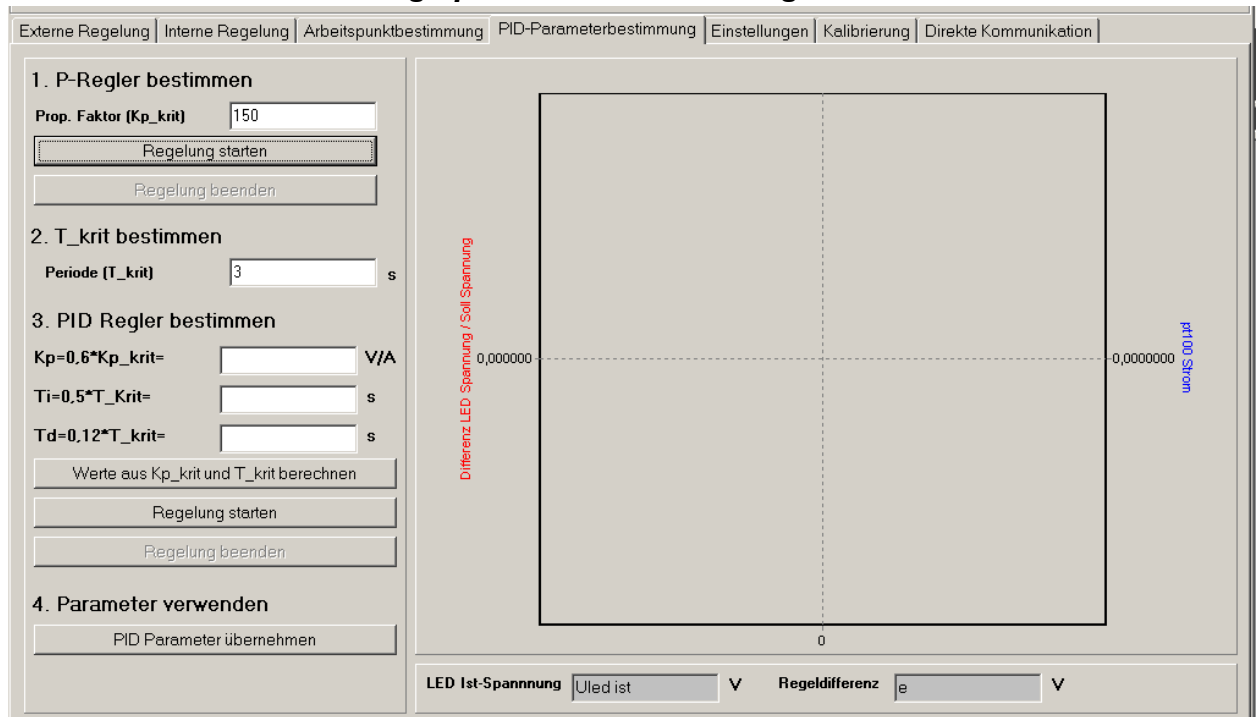


Abb. 12: Karteireiter "PID-Parameterbestimmung"

Die Parameterbestimmung ist nur möglich wenn ein gültiger Arbeitspunkt definiert ist.

In diesem Modus wird die Regelung durch das Programm durchgeführt.

Achtung: Bei zu hoher Prozessorlast kann das Programm keine konstanten Abtastzeiten einhalten. Dies führt zu Regelabweichungen.

Die Parameterbestimmung wird in 3 Schritten durchgeführt.

#### Schritt 1:

Zuerst wird die kritische Verstärkung gesucht. Dabei wird die LED-Spannung mit einem P-Regler geregelt. Durch die Wahl eines geeigneten Proportionalitätsfaktors soll eine Regelung mit einer kontinuierliche konstanten Restschwingung mit ausreichend große Amplitude erreicht werden.

#### Schritt 2:

Aus dieser Restschwingung kann die Periode  $t_{krit}$  bestimmt werden.

#### Schritt 3:

Mit der Schaltfläche „**Werte aus  $k_p$  und  $t_{krit}$  berechnen**“ können initiale PID-Parameter berechnet werden. Durch Anpassung dieser Parameter können ausreichend optimale Parameter bestimmt werden.

#### Schritt 4:

Wenn die Parameter ausreichend gut bestimmt wurden, können diese mit der Schaltfläche „**PID-Parameter übernehmen**“ in die aktuellen LED-Parameter eingetragen werden.

Anmerkung zum Diagramm:

Um einen Ausschnitt zu vergrößern kann dieser mit der Maus markiert werden. Dazu muss ein Rechteck von links oben nach rechts unten um den gewünschten Ausschnitt gezogen werden.

Wenn das Rechteck von rechts unten nach links oben gezogen wird, wird der Normalzustand wieder angezeigt.

### 3.2.6 Karteireiter „Einstellungen“

Externe Regelung
Interne Regelung
Arbeitspunktbestimmung
PID-Parameterbestimmung
Einstellungen
Kalibrierung
Direkte Kommunikation

#### Einstellungen

Leistung ausgeschaltet

**LED Strom** A

GET
SET

**PT100 Strom** A

GET
SET

**LED Strombereich**

0

1

**PT100 Strombereich**

0

1

**LED Spannungsbereich**

0

1

**PT100 Spannungsbereich**

0

1

Leistung einschalten

**Externe Messgeräte**

Einschleifpunkt LED Strom Lesen

Einschleifpunkt pt100 Strom Setzen

Einschleifpunkt Aux0 Strom

Einschleifpunkt Aux1 Strom

**Aktive LED-Buchse**

1

2

**Maximaler PT100 Strom für PID Regelung**

 A
 

GET
SET

#### Messen

**LED Spannung** V

GET

**PT100 Spannung** V

GET

**PT100 Temperatur** °C

GET

**Aux0 Strom** A

GET

**Aux1 Strom** A

GET

**Aux0 Spannung** V

GET

**Aux1 Spannung** V

GET

**Aux0 Temperatur** °C

GET

**Aux1 Temperatur** °C

GET

#### Thermostat-Status

	Thermostat 1	Thermostat 2	Thermostat 3
Zieltemperatur	<input style="width: 100%; border: 1px solid gray;" type="text"/> °C	<input style="width: 100%; border: 1px solid gray;" type="text"/> °C	<input style="width: 100%; border: 1px solid gray;" type="text"/> °C
Isttemperatur	<input style="width: 100%; border: 1px solid gray;" type="text"/> °C	<input style="width: 100%; border: 1px solid gray;" type="text"/> °C	<input style="width: 100%; border: 1px solid gray;" type="text"/> °C
<input style="width: 100%; border: 1px solid gray;" type="button" value="Aktualisieren"/>			

Abb. 13: Karteireiter Einstellungen

In diesem Karteireiter können die einzelnen Einstellungen des Gerätes gesetzt werden. Außerdem können einzelne Messwerte aufgenommen werden, sowie die Thermostate überwacht werden.

### 3.2.7 Karteireiter „Kalibrierung“

Externe Regelung | Interne Regelung | Arbeitspunktbestimmung | PID-Parameterbestimmung | Einstellungen | **Kalibrierung** | Direkte Kommunikation

#### Kalibrationsparameter

**Kalibrierung wird verwendet**

Led | pt100 | Aux0 | Aux1

Messbereich	Parameter	Offset	Faktor	Endausschlag	GET	SET
LED Strom	Messbereich 0	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="button" value="GET"/>	<input type="button" value="SET"/>
	Messbereich 1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="button" value="GET"/>	<input type="button" value="SET"/>
LED Spannung	Messbereich 0	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="button" value="GET"/>	<input type="button" value="SET"/>
	Messbereich 1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="button" value="GET"/>	<input type="button" value="SET"/>

Abb. 14: Karteireiter Kalibrierung

Um die Stromquelle zu kalibrieren kann die interne Korrektur mit der Schaltfläche „**Kalibrierung deaktivieren**“ abgeschaltet werden.

Mit den Schaltflächen in den verschiedenen Karteireitern können die Kalibrierfaktoren gelesen und gesetzt werden.

Die Schaltfläche „**Kalibrierwerte speichern...**“ speichert die aktuellen Faktoren des Gerätes in einer Datei.

Mit der Schaltfläche „**Kalibrierwerte laden...**“ können diese wieder ins Gerät gespielt werden.

Die Schaltfläche „**Kalibrierung zurücksetzen**“ stellt die Werkseinstellungen wieder her. Achtung: Diese Werte stellen nur eine grobe Annäherung dar. Die Stromquelle ist mit diesen Werten funktionsfähig, erreicht jedoch nicht die angegebene absolute Genauigkeit.



### 3.2.8 Karteireiter „Direkte Kommunikation“

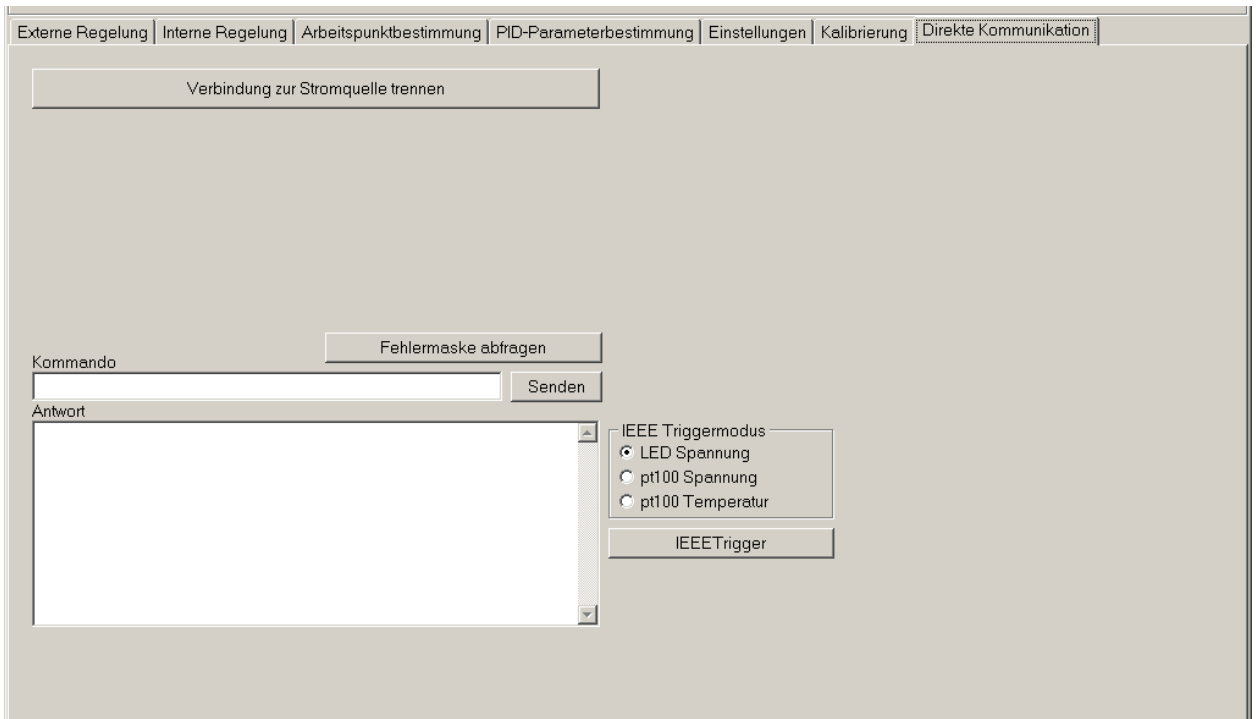


Abb. 15: Karteireiter Direkte Kommunikation

Mit der Schaltfläche „**Verbindung zur Stromquelle trennen**“ wird die verwendete Schnittstelle freigegeben und das Programm zeigt seine Startansicht wieder an.

Die Schaltfläche „**Fehlermaske abfragen**“ fragt die aktuellen Stromquellenfehler ab.

Im unteren Teil können Direktbefehle an die Stromquelle gesendet werden.

Zu Testzwecken können IEEE Trigger ausgelöst werden.

## 4 Kalibrierung

### 4.1 Interne Korrektur

Das Gerät ist in der Lage seine Einstell- und Messwerte mit Hilfe einer linearen Funktion zu korrigieren. Die Parameter dieser linearen Funktion können für jeden Kanal einzeln vorgegeben und gespeichert werden. Es besteht die Möglichkeit die Korrektur für alle Kanäle auszuschalten. Für die Kalibrierung ist dies zwingend erforderlich.

Für die Stromeinstellung ergibt sich der Ausgangsstrom  $J_{out}$  als:  $J_{out} = J_{set} \cdot k + b$ , wobei  $J_{in}$  der Eingabewert des Stromes ist,  $k$  – der Faktor und  $b$  – der Versatz.

Für die Spannungsmessung ergibt sich der Spannungswert  $U_{out}$  als:  $U_{out} = U_{mea} \cdot k + b$ , wobei  $U_{mea}$  die gemessene Spannung,  $k$  – der Faktor und  $b$  – der Versatz sind.

### 4.2 Vorgehensweise bei Kalibrierung der Stromkanäle

1. Interne Korrektur ausschalten (USECALIB 0)
2. Strommessgerät an der zu dem Kanal gehörenden Anschlussbuchse anschließen

3. Strommessgerät freigeben (z. B. EXT DAM 0 0 0 1)
4. Die Anschlussbuchse 1 oder 2 auswählen (z. B. ACTCONN 1), wenn die Kalibrierung den LED oder Pt100-Kanal betrifft.
5. Den Einstellbereich, für welchen die Kalibrierung durchgeführt wird, auswählen (z. B. JLEDRO). Dabei sind nur die LED und Pt100 Kanäle betroffen.
6. An die entsprechende Anschlussbuchse den Stecker anschließen, der den Stromkreis in dem Kanal schließt. Dies kann durch entweder eine Kurzschlussbrücke oder einen Widerstand erfolgen.
7. Stromquellen einschalten (LEDPWRON)
8. Zu den Einstellwerten des Stromes  $J_{set}$  die zugehörigen Messwerte des Strommessgeräts  $J_{mea}$  aufnehmen (z. B. JLED 0.001). Dabei sollen die Einstellwerte möglichst den gesamten Einstellbereich abdecken.
9. Die aufgenommenen Werte auf eine lineare Funktion  $J_{mea} = f(J_{set}) = J_{set} \cdot k + b$  interpolieren.
10. Die Steigung  $k$  und den Offset  $b$  in das Gerät übertragen (z. B. JLED0CALIB 1.23e-6 1.0123)
11. Am Ende der Kalibrierung die Korrektur wieder einschalten (USECALIB 1)

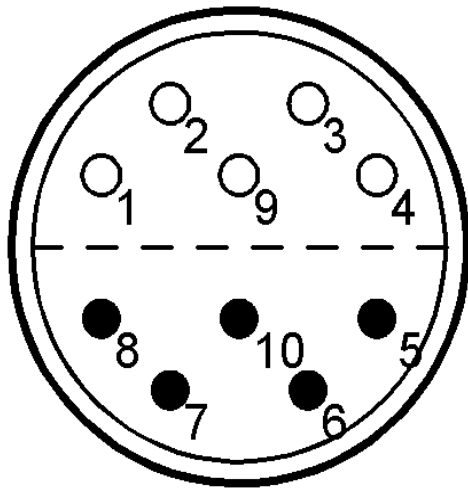
### 4.3 Vorgehensweise bei Kalibrierung der Spannungskanäle

1. Interne Korrektur ausschalten (USECALIB 0)
2. Spannungsmessgerät an die dem Kanal entsprechende Anschlussbuchse anschließen
3. Die Anschlussbuchse 1 oder 2 auswählen (z. B. ACTCONN 1), wenn die Kalibrierung den LED oder Pt100-Kanal betrifft.
4. Den Spannungskalibrator an die entsprechenden Pins der Anschlussbuchse anschließen (siehe Pinbelegung im Anhang). Dabei muss auf die Polarität geachtet werden!
5. Den Messbereich, für welchen die Kalibrierung durchgeführt wird, auswählen (z. B. ULEDRO). Dabei sind nur die LED und Pt100 Kanäle betroffen.
6. Stromquellen einschalten (LEDPWRON)
7. Kalibrator einschalten
8. Die Ausgangsspannung des Kalibrators in den Messbereichsgrenzen verändern und dabei einen Messwert von dem Gerät abfragen (z. B. ULED?)
9. Die aufgenommenen Werte auf eine lineare Funktion  $U_{mea} = f(U_{cali}) = U_{cali} \cdot k + b$  interpolieren.
10. Die Steigung und den Offset in das Gerät übertragen (z. B. ULED0CALIB 1.23e-6 1.0123)
11. Am Ende der Kalibrierung die Korrektur wieder einschalten (USECALIB 1)

## 5 Anhang

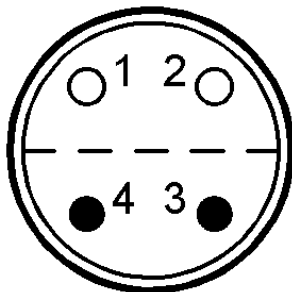
### 5.1 Pinbelegung

*Tabelle 1: Pinbelegung des Anschlusses für die LED-Einheit*



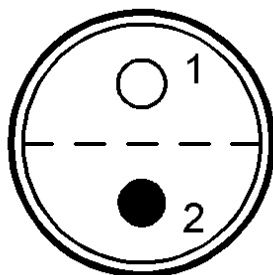
Pin-Nr.	Pin-Belegung
1	Pt100 Stromleitung HI
2	LED Stromleitung HI
3	Pt100 Stromleitung LO
4	LED Stromleitung LO
5	LED Spannungsleitung HI
6	LED Spannungsleitung LO
7	Pt100 Spannungsleitung HI
8	Pt100 Spannungsleitung LO
9	LED Stromleitung HI
10	LED Stromleitung LO

*Tabelle 2: Tabelle 2: Pinbelegung des Anschlusses für den PT100-Erweiterungssensor*



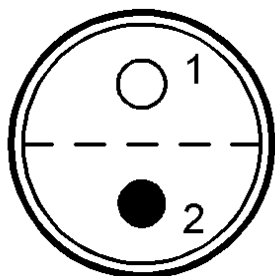
Pin-Nr.	Pin-Belegung
1	Pt100 Stromleitung HI
2	Pt100 Stromleitung LO
3	Pt100 Spannungsleitung HI
4	Pt100 Spannungsleitung LO

*Tabelle 3: Pinbelegung des Anschlusses für das Strommessgerät*



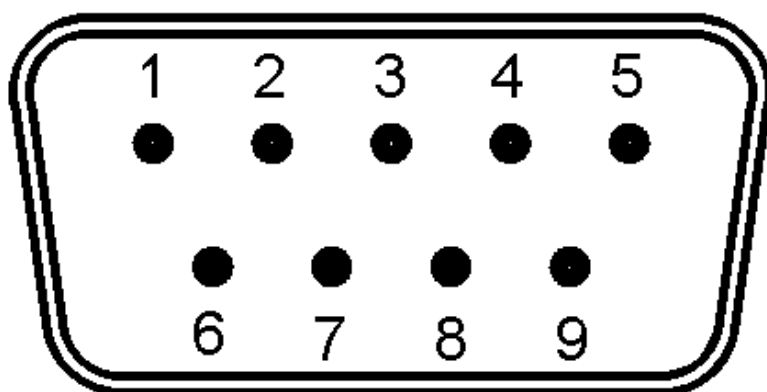
Pin-Nr.	Pin-Belegung
1	Pt100 Stromleitung HI
2	Pt100 Stromleitung LO

**Tabelle 4: Pinbelegung des Anschlusses für das Spannungsmessgerät**



Pin-Nr.	Pin-Belegung
1	LED bzw. Pt100 Spannungsanschluss HI
2	LED bzw. Pt100 Spannungsanschluss LO

**Tabelle 5: Pinbelegung des Anschlusses für externen Trigger**



Pin-Nr.	Pin-Belegung
1	DGND
2	DGND
3	DGND
4	DGND
5	DGND
6	A
7	B
8	N.C.

## 5.2 Anschlüsse

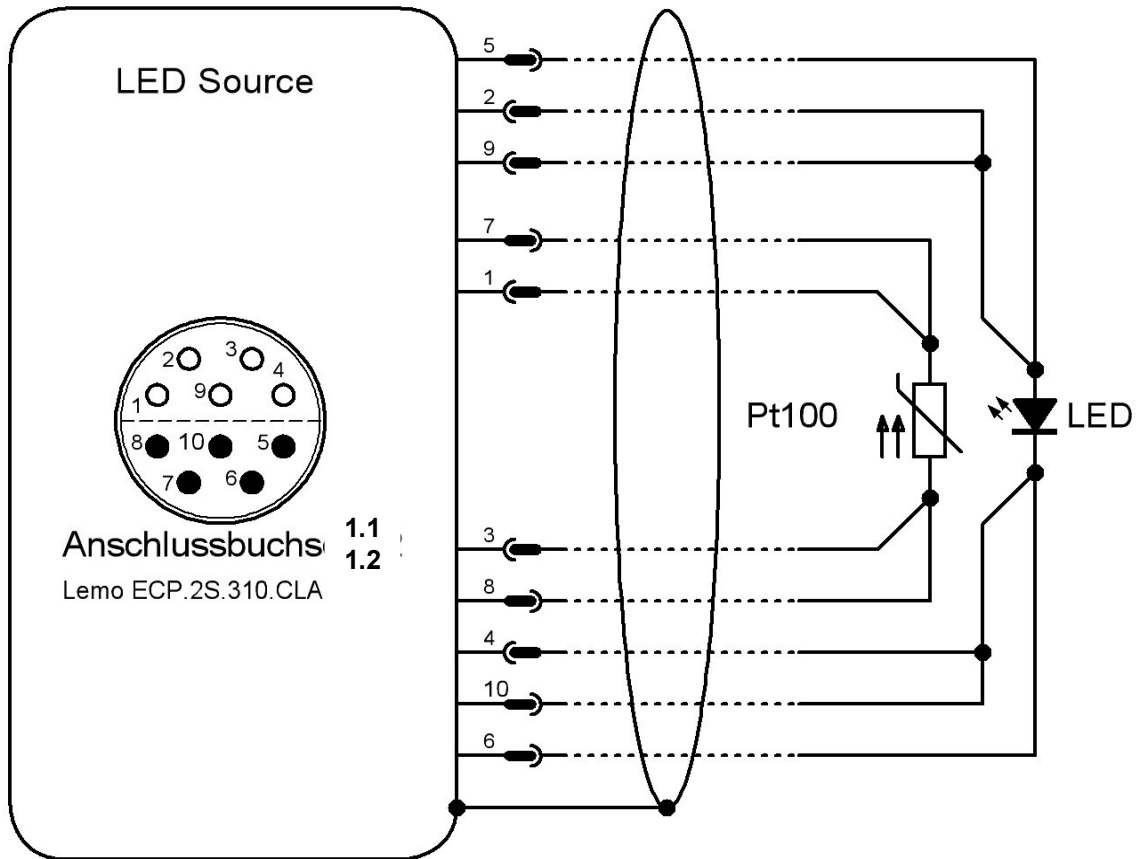


Abb. 16: Anschluss der LED-Einheit

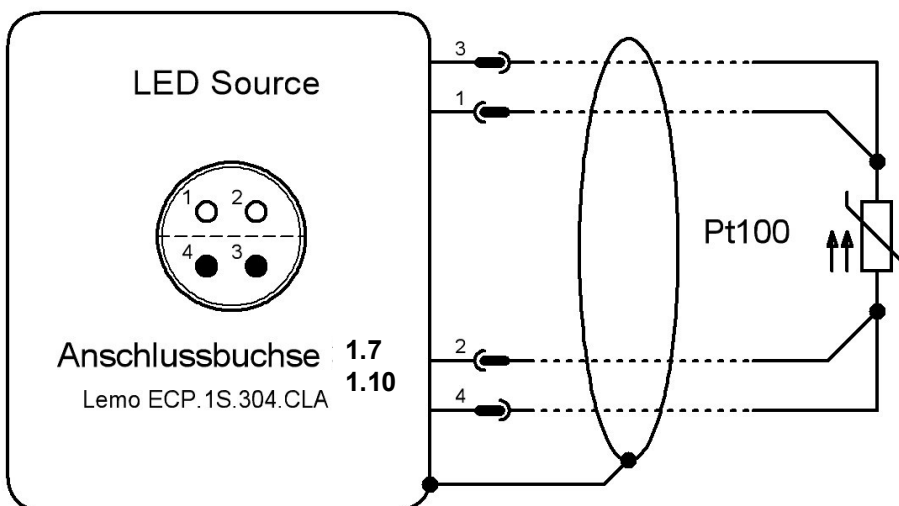


Abb. 17: Anschluss des Pt100 Sensor

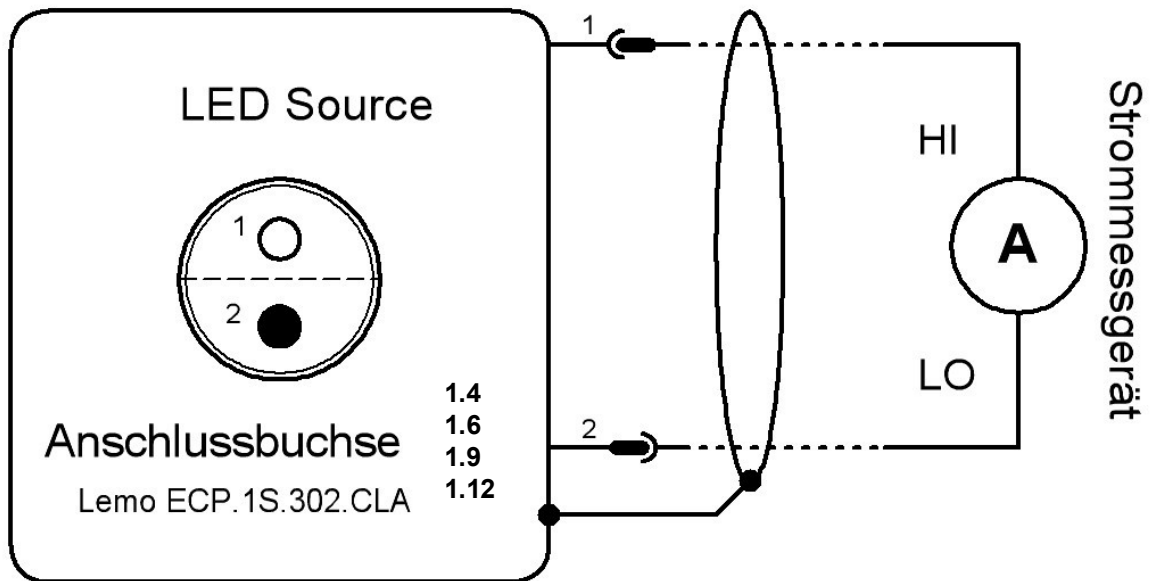


Abb. 18: Anschluss des Strommessgeräts

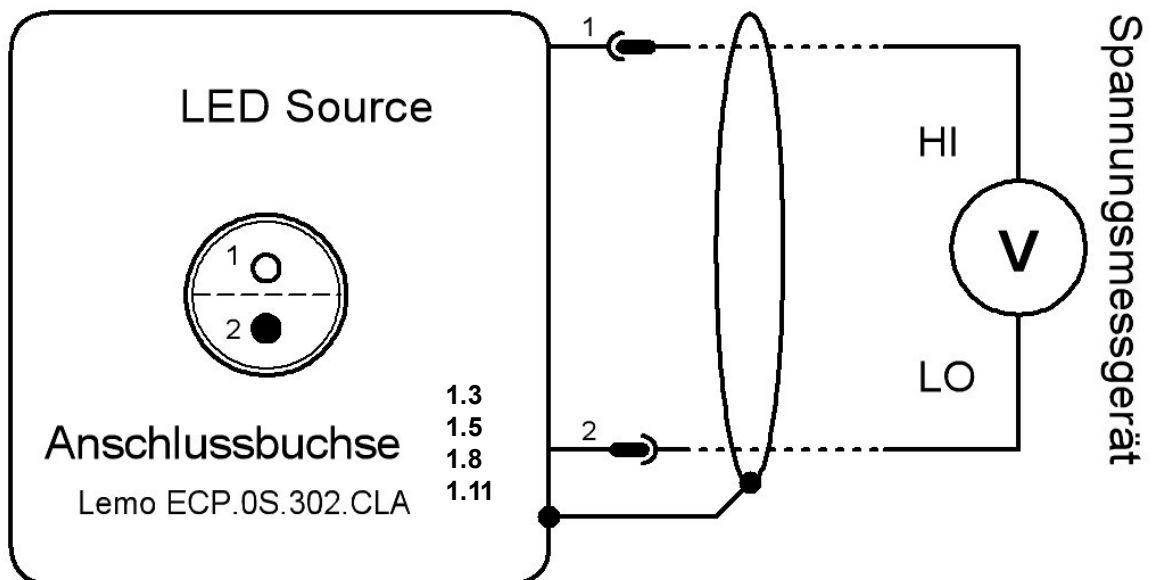


Abb. 19: Anschluss des Spannungsmessgeräts

## 5.3 Technische Spezifikation

### 5.3.1 Betriebsbedingungen

Parameter	Wert	Einheit
Spannungsversorgung	220 bis 240	V AC
Betriebstemperatur	25 ± 5	°C
Relative Luftfeuchtigkeit (nicht kondensierend)	50 ± 10	%

### 5.3.2 Stromquelle für LED

Parameter	Wert	Einheit
Auflösung des D/A - Wandlers	20	bit
Anzahl der Einstellbereiche	2	
Grenzwerte: Einstellbereich 0 Einstellbereich 1	0 bis 30 0 bis 300	mA mA
Theoretische Auflösung Einstellbereich 0 Einstellbereich 1	28 286	nA nA
Spannungshub	18	V
Kurzzeitstabilität (bezogen auf Einstellbereichsgrenzwert)	5	ppm
Langzeitstabilität (bezogen auf Einstellbereichsgrenzwert)	10	ppm

### 5.3.3 Stromquelle für Pt100

Parameter	Wert	Einheit
Auflösung des D/A - Wandlers	20	bit
Anzahl der Einstellbereiche	2	
Grenzwerte: Einstellbereich 0 Einstellbereich 1	0 bis 15 0 bis 100	mA mA
Theoretische Auflösung Einstellbereich 0 Einstellbereich 1	14 143	nA nA
Spannungshub	18	V
Kurzzeitstabilität (bezogen auf Einstellbereichsgrenzwert)	5	ppm
Langzeitstabilität (bezogen auf Einstellbereichsgrenzwert)	10	ppm

### 5.3.4 Konstantstromquellen für externe Sensoren

Parameter	Wert	Einheit
Ausgangsstrom	1	mA
Spannungshub	18	V
Kurzzeitstabilität (bezogen auf Einstellbereichsgrenzwert)	±100	nA
Langzeitstabilität (bezogen auf Einstellbereichsgrenzwert)	±500	nA

### 5.3.5 Spannungseingang für LED

Parameter	Wert	Einheit
Auflösung des D/A - Wandlers	24	bit
Anzahl der Messbereiche	2	
Grenzwerte: Messbereich 0 Messbereich 1	0 bis 5 0 bis 10	V V
Theoretische Auflösung Messbereich 0 Messbereich 1	0.3 2.9	µV µV
Integrationszeit bei der Messung	20	ms
Eingangswiderstand	>10	GΩ
Gleichtaktunterdrückung	>90	dB
Rauschen (RMS im Bereich 0.1Hz - 10Hz, bezogen auf Messbereichsgrenzwert)	±5	ppm
Kurzzeitstabilität (bezogen auf Einstellbereichsgrenzwert)	5	ppm
Langzeitstabilität (bezogen auf Einstellbereichsgrenzwert)	10	ppm



### 5.3.6 Spannungseingang für Pt100

Parameter	Wert	Einheit
Auflösung des D/A - Wandlers	24	bit
Anzahl der Messbereiche	2	
Grenzwerte: Messbereich 0 Messbereich 1	0 bis 200 0 bis 20	mV V
Theoretische Auflösung Messbereich 0 Messbereich 1	11 1.1	nV µV
Integrationszeit bei der Messung	20	ms
Eingangswiderstand	>10	GΩ
Gleichtaktunterdrückung	>90	dB
Rauschen (RMS im Bereich 0.1Hz - 10Hz, bezogen auf Messbereichsgrenzwert)	±5	ppm
Kurzzeitstabilität (bezogen auf Einstellbereichsgrenzwert)	5	ppm
Langzeitstabilität (bezogen auf Einstellbereichsgrenzwert)	10	ppm

### 5.3.7 Spannungseingänge für externe Pt100 Sensoren

Parameter	Wert	Einheit
Auflösung des D/A - Wandlers	24	bit
Anzahl der Messbereiche	2	
Grenzwerte:	0 bis 200	mV
Theoretische Auflösung	11	nV
Integrationszeit bei der Messung	20	ms
Eingangswiderstand	>10	GΩ
Gleichtaktunterdrückung	>90	dB
Rauschen (RMS im Bereich 0.1Hz - 10Hz, bezogen auf Messbereichsgrenzwert)	±5	ppm
Kurzzeitstabilität (bezogen auf Einstellbereichsgrenzwert)	5	ppm
Langzeitstabilität (bezogen auf Einstellbereichsgrenzwert)	10	ppm