



Peltier- and Heizungs-Controller TC3224-RS232

Bediener-Handbuch

Dokument-Nr: 12465_12
Datum: 16. September 2021

CoolTronic GmbH
Untere Sandstrasse 15
CH-5712 Beinwil am See
www.cooltronic.ch

Inhalt

1. Übersicht	1
1.1. Einsatzgebiet	1
1.2. Zur Dokumentation	1
1.3. Lieferumfang	1
2. Bedienung und Installation	1
2.1. Übersicht	1
2.2. Anzeige und Bedien-Elemente	1
2.3. Ein- und Ausgänge	2
2.3.1. Übersicht	2
2.3.2. Temperatur-Messeingang Sensor 1	3
2.3.3. Temperatur-Messeingang Sensor 2	4
2.3.4. Temperatur-Messeingang Sensor 3	5
2.3.5. Hilfsausgang	6
2.3.6. Hilfseingang	7
2.3.7. Leistungsausgang, Peltier-Controller-Modus	7
2.3.8. Leistungsausgang, Heizungs-Controller-Modus	8
2.3.9. Lüftersteuerung	8
2.3.10. Spannungsversorgung	9
2.3.11. Interner Lüfter	10
2.3.12. Serielle Schnittstelle nach RS232C	11
3. Funktions-Beschreibung	11
3.1. Übersicht	11
3.2. Einschalten	11
3.3. Normal-Betrieb	11
3.4. Anzeige Sollwert	12
3.5. Anzeige Wert Sensor 2	12
3.6. Anzeige Wert Sensor 3	12
3.7. Konfigurationswerte einstellen	12
3.8. Besondere Wertanzeigen bei der Konfiguration	14
3.8.1. Sollwert 1 und 2	14
3.8.2. Toleranzbereich und Alarmbereich	14
3.8.3. Filter	14
3.8.4. Sensor-Auswahl	15
3.8.5. Betriebsart-Auswahl	15
3.8.6. Steuer-Eingang	15
3.8.7. Signal-Ausgang	15
3.8.8. Regel-Parameter	16
3.8.9. Offset zur Temperatur-Messwert-Korrektur für Sensor 1	16
3.8.10. Temperatur-Sollwert-Rampe	16
3.8.11. Grenzwerte für Sensor 2 und Sensor 3	17
3.8.12. Offset zur Temperatur-Messwert-Korrektur für Sensor 2 + 3	17
3.8.13. Einstellungen für die Lüftersteuerung	17
3.8.14. Einstellungen für die Totzonen-Funktion	18
3.8.15. Betriebsspannungs-Grenzen	19
3.9. Host-Modus	19
3.10. Bereichsüberschreitung	19
3.11. Fehleranzeige	19

3.12. Kommunikation	21
3.12.1. Übersicht	21
3.12.2. Blockformat	21
3.12.3. Erlaubte Zeichen	22
3.12.4. Ablauf	22
3.12.5. Debug-Betriebsart	22
4. Betrieb mit TCCOM for Windows	23
4.1. Warnung	23
4.2. Übersicht	23
4.3. Bediener-Oberfläche	24
4.4. Befehls-Eingabe	29
4.5. Recorder	29
4.6. Konfiguration auslesen / editieren / laden	31
4.6.1. Übersicht	31
4.6.2. Kartei-Karte "Allgemein"	32
4.6.3. Kartei-Karte "Sensor 1"	35
4.6.4. Kartei-Karte "Sensor 2"	36
4.6.5. Kartei-Karte "Sensor 3"	38
5. Befehlssatz	40
6. Konfigurations-Werte	42
7. Status-Kodes	43
8. Fehler-Kodes	43
9. Sensor-Tabelle	44

1. Übersicht

1.1. Einsatzgebiet

Der **Peltier- und Heizungs-Controller TC3224-RS232** ist ein Temperaturmessgerät mit Regler-Funktion und PWM-Ausgang zur Ansteuerung von Peltier-Elementen.

Durch simples Umschalten der Betriebsart ist das Gerät auch als Heizungs-Controller einsetzbar. Dann ist der PWM-Ausgang zur Ansteuerung von Widerstandsheizungen und Halbleiter-Relais (SSR) konfiguriert.

Das Gerät ist in ein Gehäuse zum Einbau in Schalttafeln nach DIN 43700 eingebaut. Es ist ausschliesslich zum Betrieb an Kleinspannung ausgelegt.

1.2. Zur Dokumentation

Diese Dokumentation gilt für **Peltier- und Heizungs-Controller TC3224-RS232** ab FW-Version V220.34 vom 27.11.2010. Das mitgelieferte Bedienprogramm TCCOM for Windows wird in einem separaten Dokument beschrieben. Firmware-Version V220.34 erfordert TCCOM for Windows V1.81 Build 103 oder höher. (C) 2004 - 2017 jagdt engineering, alle Rechte vorbehalten.

Aktuell ist Firmware V22040 und Software V1.8.3 Build 122.

1.3. Lieferumfang

Zum Lieferumfang gehören:

- Regler TC3224-RS232
- 2 Stk Halteklammern
- 2 Stecker Sauro CTF, Raster 3.81mm, 8-polig
- dieses Handbuch als PDF auf CD
- TCCOM for Windows auf Datenträger
- Handbuch TCCOM for Windows (als PDF auf CD)

Als Option:

- Schnittstellen-Kabel mit 9-poliger DSUB Buchse und Stecker Sauro CTF, Raster 3.81mm, 8-polig verfügbare Längen: 2m oder 5m

2. Bedienung und Installation

2.1. Übersicht

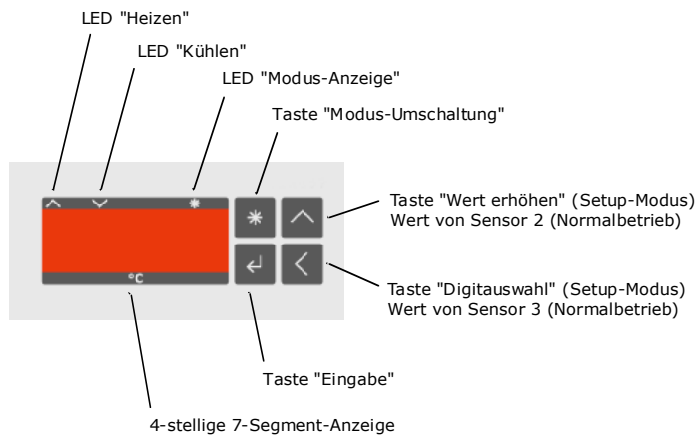
Die Bedien-Elemente befinden sich auf der Frontseite und sind im eingebauten Zustand zugänglich. Der Anschluss des Gerätes erfolgt mit 3 Steckverbindern auf der Rückseite des Gerätes und ist im eingebauten Zustand nicht zugänglich. Die Befestigung des Gerätes erfolgt mit 2 schnappbaren Halteklammern und Stellschrauben.

2.2. Anzeige und Bedien-Elemente

Das Gerät verfügt über eine 4-stellige 7-Segment-Anzeige. Der Temperatur-Anzeigebereich ist -75.0 ... + 175.0. Der Nenn-Temperaturbereich ist -50.0 ... + 150.0. Die nicht verwendeten Dezimalpunkte dienen der Anzeige des Betriebszustandes.

Die Funktion der 3 LED:

LED "Heizen"	Regler heizt
LED "Kühlen"	Regler kühlt
LED "Modus-Anzeige"	Konfigurations-Modus und andere Sonderanzeigen



Ansicht der Frontplatte

Die 4 Tasten haben folgende Funktion:

Taste "Modus-Umschaltung"
Taste "Eingabe"

Taste "Wert erhöhen"

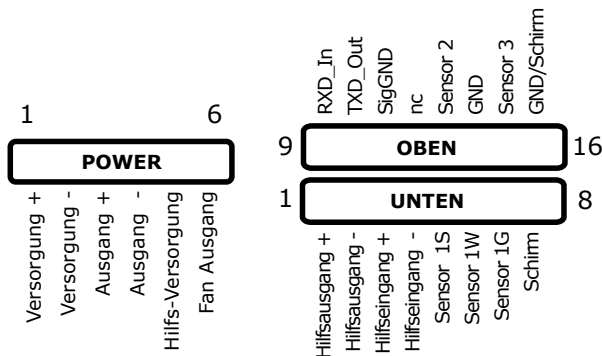
Taste "Digitalauswahl"

schaltet die Betriebsart um
wählt eine Einstellung aus, bzw. macht eine Neueinstellung gültig
im Setup-Modus den Wert der ausgewählten Stelle ("Digit") erhöhen
im Normalmodus kann mit dieser Taste der Wert von Sensor 2 temporär angezeigt werden, wenn Sensor 2 konfiguriert ist
im Setup-Modus die aktivierte Stelle ("Digit") einstellen
im Normalmodus kann mit dieser Taste der Wert von Sensor 3 temporär angezeigt werden, wenn Sensor 3 konfiguriert ist

2.3. Ein- und Ausgänge

2.3.1. Übersicht

Der Anschluss erfolgt mit 3 Steckverbindern auf der Rückseite des Gerätes.



Ansicht der Anschlüsse

Der Anschluss erfolgt über eine 6-polige Klemmenleiste mit Rastermass 5.08mm für Spannungsversorgung und Leistungsausgang und eine 2x 8-polige Steckerleiste mit Rastermass 3.81 mm für die Signalspannungen mit folgender Pin-Belegung:

Spannungsversorgung und Leistungsausgang

Pin-Belegung	1	Stromversorgung (plus)
	2	Stromversorgung (minus)
	3	Leistungs-Ausgang (plus)
	4	Leistungs-Ausgang (minus)
	5	Control-Supply-Eingang (plus)
	6	Lüfter-Ausgang (minus)

Signalspannungen

Pin-Belegung	1	Signal-Ausgang (plus)
	2	Signal-Ausgang (minus)
	3	Steuer-Eingang (plus)
	4	Steuer-Eingang (minus)
	5	Referenz (Sensor 1)
	6	3-Leiter-Messung (Sensor 1)
	7	GND (Sensor 1)
	8	GND (optionaler Schirm der Sensor-Zuleitung)
	9	RS232, Empfangsdaten-Eingang
	10	RS232, Sendedaten-Ausgang
	11	RS232, Bezugspotential
	12	nc (nicht angeschlossen)
	13	Eingang (Sensor 2)
	14	GND (Sensor 2)
	15	Eingang (Sensor 3)
	16	GND (Sensor 3)

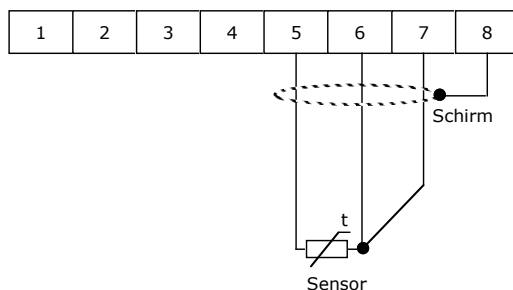
2.3.2. Temperatur-Messeingang Sensor 1

Der Temperatur-Messeingang kann für pt100, pt1000 und einen speziell zu definierenden Sensor (z.B. PTC oder NTC) konfiguriert werden.

Eingangsspannungsbereich 100..1100mV nominal

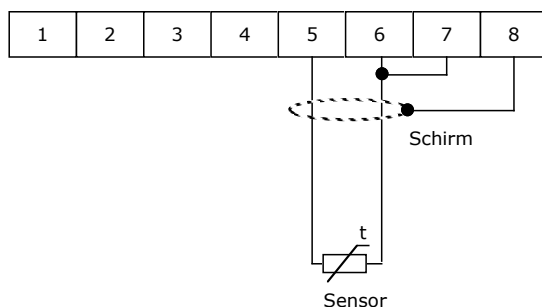
Sensoren

- pt100
Widerstandsbereich ca. 70 .. 167 Ohm (entsprechend - 75.0 ... 175.0 °C), Messstrom ca. 1.7 mA
- pt1000
Widerstandsbereich ca. 700 .. 1670 Ohm (entsprechend - 75.0 ... 175.0 °C), Messstrom ca. 0.7 mA
- Spezial
Widerstandsbereich und Messstrom entsprechend kunden-spezifischer Konfiguration, (Werkskalibrierung für pt1000)



Anschluss eines Sensor nach dem 3-Leiter-Prinzip

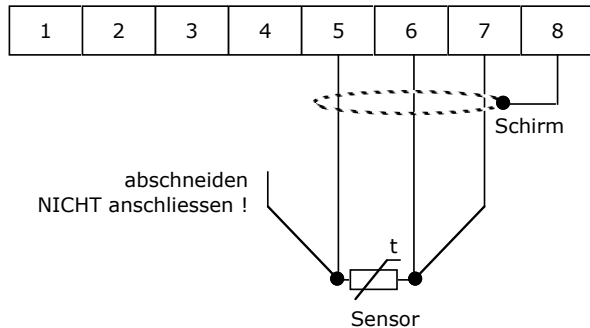
Die Messung arbeitet grundsätzlich nach dem 3-Leiter-Prinzip, d.h. der Zuleitungswiderstand und dessen Änderungen haben auf die Messung innerhalb vernünftiger Grenzen keinen Einfluss. Anschluss siehe obiges Bild.



Anschluss eines Sensor nach dem 2-Leiter-Prinzip

Bei Sensoren nach dem 2-Leiter-Prinzip sind Anschluss 6 und 7 mit einer Drahtbrücke zu verbinden. Der Widerstand der Zuleitungen wird nicht kompensiert, dies führt zu folgenden Fehlern:

- konstante Verschiebung als Funktion des Zuleitungswiderstand in Richtung zu hoher Anzeigewert
- variabler Fehler als Funktion der Temperatur des Sensorkabels und seines Temperatur-Koeffizienten



Anschluss eines Sensor nach dem 4-Leiter-Prinzip

Die Schirmung ist bei allen Varianten optional, ihre Notwendigkeit richtet sich nach den Verhältnissen auf der Anlage:

Sensor-Kabel > 1m Schirm grundsätzlich empfehlenswert

pt1000 Schirm grundsätzlich empfehlenswert

Störeinflüsse feststellbar unbedingt Schirm vorsehen

Die maximale Länge der Sensor-Zuleitung ist durch den Widerstand von max. 3 Ohm bei 25°C (ein Weg) begrenzt. Assymetrien der Zuleitungen führen zu Messfehlern (z.B. unterschiedliche Drahtdurchmesser oder Materialien).

Anschlusskabel mit grösserem Querschnitt 0.5 mm² oder 0.75mm² verringern den Leitungs-Widerstand und damit die Fehlereinflüsse.

2.3.3. Temperatur-Messeingang Sensor 2

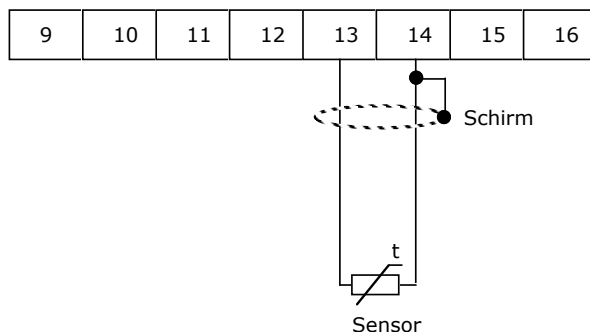
Der Temperatur-Messeingang ist ausschliesslich für pt1000 ausgelegt.

Eingangsspannungsbereich 400..1100mV nominal

Messstrom-Bereich 0.6 bis 0.8 mA, je nach Messwert

Sensor pt1000
Widerstandsbereich ca. 700 .. 1670 Ohm (entsprechend - 75.0 ... 175.0 °C)

Die Messung arbeitet grundsätzlich nach dem 2-Leiter-Prinzip.



Anschluss von Sensor 2

Sensor 2 wird zur Überwachung mit Grenzwert 2 verwendet. Bei überschreiten des Grenzwertes wird die Leistungs-Endstufe abgeschaltet und der Fehler E005 gesetzt.

Ausserdem wird der Wert von Sensor 2 für die Totzonen-Funktion genutzt.

Konfiguration von Sensor 2

tempLimit2	Grenzwert in 0.1 °C -99.9 schaltet Sensor-Eingang 2 ab nnn.n Grenzwert im Bereich -75.0 ... + 175.0
offset2	Korrekturwert in 0.1 °C nnn.n Wert im Bereich -9.9 ... + 9.9

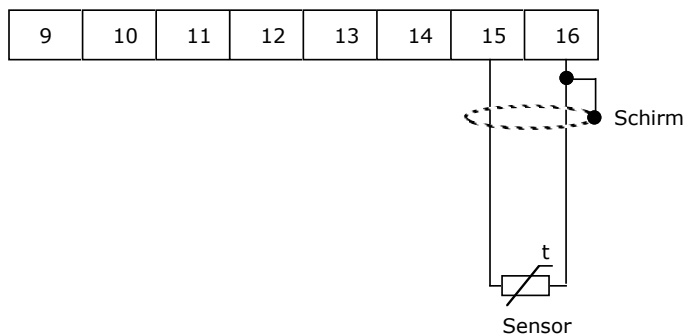
Der Offset-Wert ist werkseitig auf 0.0 eingestellt. Die Justage erfolgt im Werk über eine Linearisierungs-Tabelle.

2.3.4. Temperatur-Messeingang Sensor 3

Der Temperatur-Messeingang ist ausschliesslich für pt1000 ausgelegt.

Eingangsspannungsbereich	400..1100mV nominal
Messstrom-Bereich	0.6 bis 0.8 mA, je nach Messwert
Sensor	pt1000 Widerstandsbereich ca. 700 .. 1670 Ohm (entsprechend -75.0 ... 175.0 °C)

Die Messung arbeitet grundsätzlich nach dem 2-Leiter-Prinzip.



Anschluss von Sensor 3

Sensor 3 wird derzeit zur Überwachung mit Grenzwert 3 verwendet. Bei überschreiten des Grenzwertes wird die Leistungs-Endstufe abgeschaltet und der Fehler E006 gesetzt.

Ausserdem wird der Wert von Sensor 3 für die Steuerung des Lüfter-Ausgangs genutzt. Siehe Abschnitt „Lüftersteuerung“.

Konfiguration von Sensor 3

tempLimit3	Grenzwert in 0.1 °C -99.9 schaltet Sensor-Eingang 3 ab nnn.n Grenzwert im Bereich -75.0 ... + 175.0
offset3	Korrekturwert in 0.1 °C nnn.n Wert im Bereich -9.9 ... + 9.9

Der Offset-Wert ist werkseitig auf 0.0 eingestellt. Die Justage erfolgt im Werk über eine Linearisierungstabelle.

2.3.5. Hilfsausgang

Das Gerät verfügt über einen digitalen Ausgang, der zur Signalisation des Betriebszustands dient. Je nach Konfiguration wird der Ausgang aktiv bei:

"OK"-Funktion

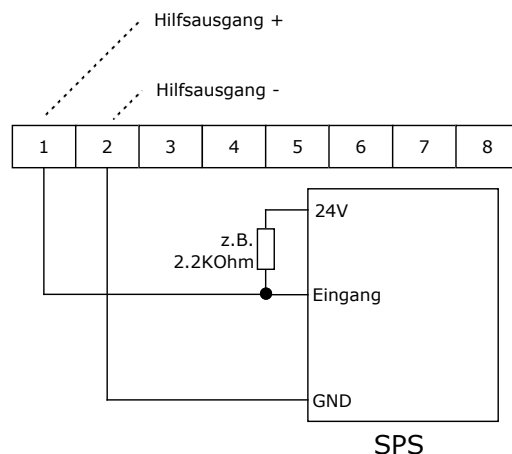
- der Hilfsausgang ist aktiv, wenn die Temperatur ausgeregelt, d.h. innerhalb des konfigurierten Temperatur-Toleranz-Bereiches ist
- bei Nutzung der Totzonen-Funktion wird der Hilfsausgang aktiv, wenn Regler und Endstufe ausgeschaltet sind, weil sich die Temperatur von Sensor 2 im Bereich der Totzone befindet
- der Hilfsausgang ist inaktiv, falls irgendein Fehler gesetzt ist

"Alarm"-Funktion

- der Hilfsausgang ist aktiv, wenn die Temperatur stark ab weicht, d.h. sich ausserhalb der konfigurierten Temperatur-Alarm-Grenzen befindet
- der Hilfsausgang ist aktiv, falls irgendein Fehler gesetzt ist

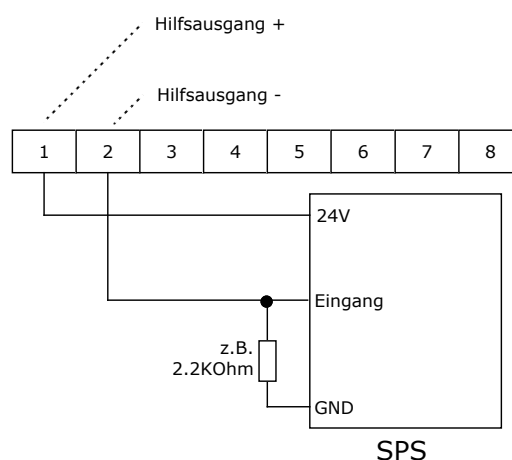
Spannungsfestigkeit	max. 30V
Ausgangsstrom	max. 100 mA
Überlastschutz	begrenzter Schutz gegen Überspannung-Spitzen
Typ	NPN-Transistor
Minimalspannung	< 2V im geschalteten Zustand

Als Beispiel für die Nutzung zeigt nachfolgendes Schema den Anschluss an den Eingang einer SPS. Kleiner 2 Volt am SPS-Eingang entspricht dem aktivierten Hilfs-Ausgang.



Anschluss einer SPS an den Hilfs-Ausgang (LOW-aktiv)

Das nachfolgendes Schema zeigt den Anschluss an den Eingang einer SPS. Nun entspricht > 22V Volt am SPS-Eingang dem aktivierten Hilfs-Ausgang.



Anschluss einer SPS an den Hilfs-Ausgang (HIGH-aktiv)

2.3.6. Hilfeingang

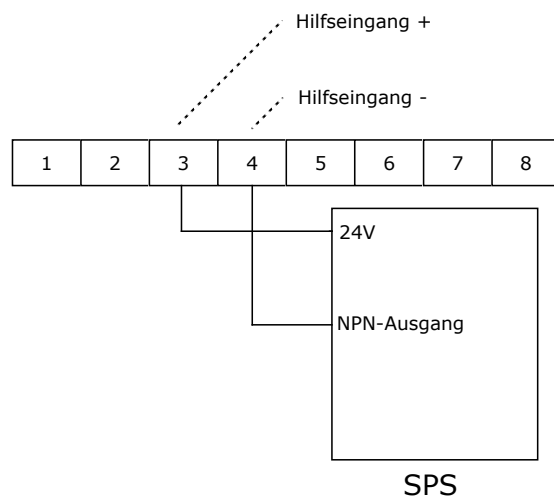
Das Gerät verfügt über einen digitalen Eingang, der je nach Konfiguration folgende Funktionen steuert:

- "OFF"-Funktion, bei aktiviertem Eingang ist die Endstufe aus
(diese Option ist standardmässig eingestellt, da so das Gerät ohne Anschluss des Hilfeingangs funktionsfähig ist)
- "ON"-Funktion, nur bei aktiviertem Eingang ist die Endstufe eingeschaltet
- "DUAL"-Funktion, bei aktiviertem Eingang wird auf Sollwert 2 geregelt, bei inaktivem Eingang auf Sollwert 1

Spannungsfestigkeit	max. 30V
Eingangswiderstand	ca. 1KOhm
Spannung für "EIN"	> 5V
Spannung für "AUS"	< 1V

Der Eingang arbeitet unabhängig von der Polarität. Ein Betrieb mit Wechselspannung ist nicht zulässig.

Nachfolgendes Schema zeigt die Ansteuerung durch einen NPN-Ausgang einer SPS. Bei eingeschaltetem NPN-Ausgang (= LOW) wird der Hilfs-Eingang aktiviert.



Anschluss einer SPS an den Hilfs-Eingang

2.3.7. Leistungsausgang, Peltier-Controller-Modus

Der Leistungsausgang liefert ein PWM-Signal zur Ansteuerung von Peltier-Elementen. Die Polarität wird vom Regler dynamisch umgeschaltet, es kann somit geheizt und gekühlt werden.

Ausgangsspannung	von der Betriebsspannung abhängig, typisch 0.5 .. 1.0V geringer
Ausgangsstrom	max. 24 A Dauerstrom / 26 A kurzzeitig (< 60 Sekunden)
PWM-Frequenz	ca. 4.5kHz
Überlast-Schutz	Überstrom-Abschaltung mit automatischem Neustart-Versuch
Anschlusskabel	empfohlener Leiterquerschnitt je nach Peltier-Strom und Zuleitungslänge 0.75 ... 2.5 mm ²

Die Anschlussbezeichnung "Ausgang +" und "Ausgang -" bezieht sich auf die Polarität der Ausgangsspannung beim Kühlen !

Beim Anschluss ist auf korrekte Polarität zu achten. Kühlt das Peltier-Element, wenn es eigentlich heizen sollte (oder umgekehrt) so ist der Anschluss umzupolen.

Im Hinblick auf EMV-Probleme (Störstrahlung) wird bei grösseren Zuleitungs-Längen empfohlen, verdrehte Kabel zu verwenden.

2.3.8. Leistungsausgang, Heizungs-Controller-Modus

Der Leistungsausgang liefert ein PWM-Signal zur Ansteuerung von Widerstandsheizungen oder Halbleiter-Relais.

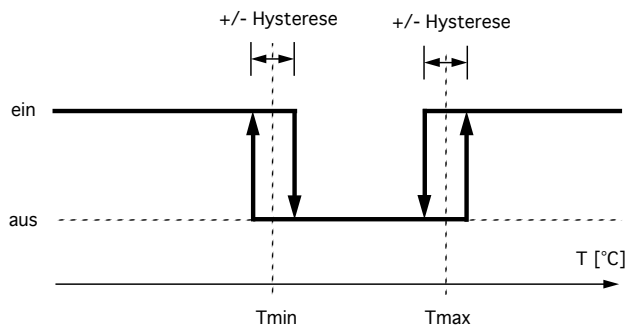
Ausgangsspannung	von der Betriebsspannung abhängig, typisch 0.5 .. 1.0V geringer
Ausgangsstrom	max. 24 A Dauerstrom / 26 A kurzzeitig (< 60 Sekunden)
PWM-Frequenz	ca. 4.5kHz (Betrieb mit Widerstandsheizungen) ca. 3 Hz (Betrieb mit Halbleiter-Relais)
Überlastschutz	Überstrom-Abschaltung mit automatischem Neustart-Versuch
Anschlusskabel	empfohlener Leiterquerschnitt je nach Heizungs-Strom und Zuleitungslänge 0.75 ... 2.5 mm ²

Die Anschlussbezeichnung "Ausgang +" und "Ausgang -" bezieht sich auf die Polarität der Ausgangsspannung beim Heizen ! Ist die aktuelle Temperatur höher als der Sollwert, so ist der Ausgang ausgeschaltet.

Für den Betrieb mit Halbleiter-Relais ist das PWM-Limit auf 1 zu konfigurieren. Dadurch wird die langsame PWM-Steuerung aktiviert mit einer Frequenz von ca. 3Hz und 16 Stufen. Diese Art der Ansteuerung ist für Halbleiter-Relais optimiert, die im Nulldurchgang der 50Hz-Netzfrequenz schalten.

2.3.9. Lüftersteuerung

Der Regler TC3224-RS232 verfügt über einen Schalter nach 0V der Versorgung (Open-Drain-Ausgang) zur Steuerung des Lüfters der Warmseite des TEM.



Dabei wird der Lüfter entsprechend der konfigurierten Temperaturgrenzen und der Hysterese ein- bzw. ausgeschaltet. Dabei wird der Wert von Sensor 3 ausgewertet. Der Grenzwert für Sensor 3 muss auf einen gültigen Wert gesetzt werden. Bei überschreiten des Grenzwertes wird die Endstufe abgeschaltet und der Fehler E006 gesetzt.

Ausgangsspannung	von der Verschaltung abhängig, max. 32V
Ausgangsstrom	max. 1.0 A
Überlast-Schutz	Schmelz-Sicherung (nur im Werk ersetzbar)
Anschlusskabel	empfohlener Leiterquerschnitt 0.75 mm ²

Der Anschluss "Fan" ist der Minus-Anschluss des Lüfters. Der Plusanschluss des Lüfters ist typischerweise mit „Versorgung+“ des Reglers verbunden.

Der Benutzer ist aber im Bereich des zugelassenen Spannungsbereichs frei, die Versorgungsspannung des Lüfters seinen Anforderungen entsprechend zu wählen. Der Minuspol der Lüfter-Versorgung muss dann mit dem Anschluss „Versorgung -“ des Reglers verbunden werden.

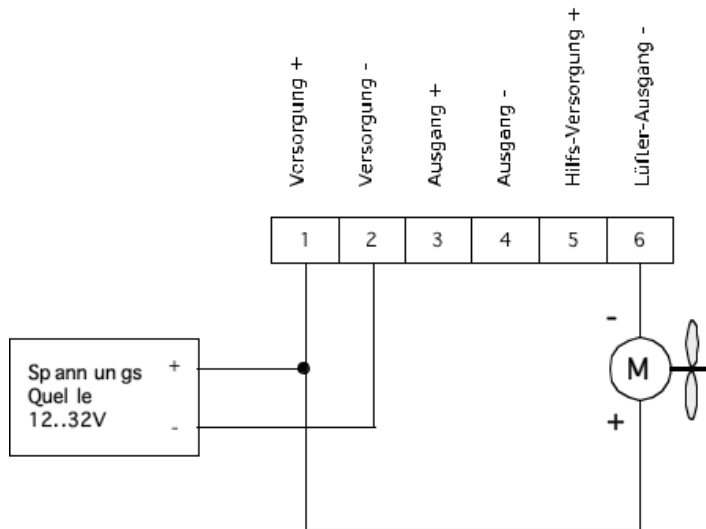


Bild: Lüfter wird an der Regler-Versorgung betrieben

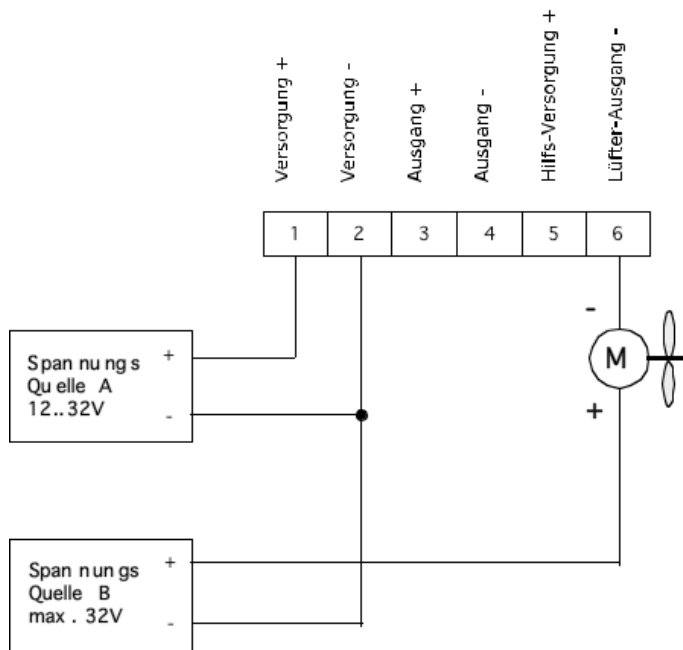


Bild: Lüfter hat eine getrennte Strom-Versorgung

2.3.10. Spannungsversorgung

In der Standard-Ausführung ist die Versorgungsspannung des Regler gleich der Endstufen-Betriebsspannung. Für diesen Betriebsfall gilt:

Versorgungsspannung	12 .. 32 V Gleichspannung
Stromaufnahme	ca. 100mA, zuzüglich Ausgangsstrom max. 24.5A Dauerstrom
Absicherung	interne Schmelzsicherung 25 A > darf nur vom Hersteller ersetzt werden - bei Öffnen des Gerätes erlischt die Garantie !
Anschlusskabel	empfohlener Leiterquerschnitt je nach Stromaufnahme und Zuleitungslänge 0.75 ... 2.5 mm ²

Im Hinblick auf EMV-Probleme (Störstrahlung) wird bei grösseren Zuleitungs-Längen empfohlen, verdrehte Kabel zu verwenden.

Mit der Option -SCS (= separate controller supply) ist es möglich die Versorgung des Reglers von der Versorgung der Endstufe getrennt zu halten, siehe auch untenstehendes Schema. Für diesen Betriebsfall gilt:

Regler

Versorgungsspannung	12 .. 32 V Gleichspannung (Spannungs-Quelle B)
Stromaufnahme	ca. 100mA
Absicherung	interne Schmelzsicherung 0.8A flink > darf nur vom Hersteller ersetzt werden - bei Öffnen des Gerätes erlischt die Garantie !
Anschlusskabel	empfohlener Leiterquerschnitt 0.5 mm ² min.

Endstufe

Versorgungsspannung	1.0..32 V Gleichspannung (Spannungs-Quelle A) Wichtig: Grenzen der Versorgungsspannungs-Überwachung in der Konfiguration anpassen !
Stromaufnahme	max. 24A Dauerstrom
Absicherung	interne Schmelzsicherung 25 A > darf nur vom Hersteller ersetzt werden - bei Öffnen des Gerätes erlischt die Garantie !
Anschlusskabel	empfohlener Leiterquerschnitt je nach Stromaufnahme und Zuleitungslänge 0.75 ... 2.5 mm ²

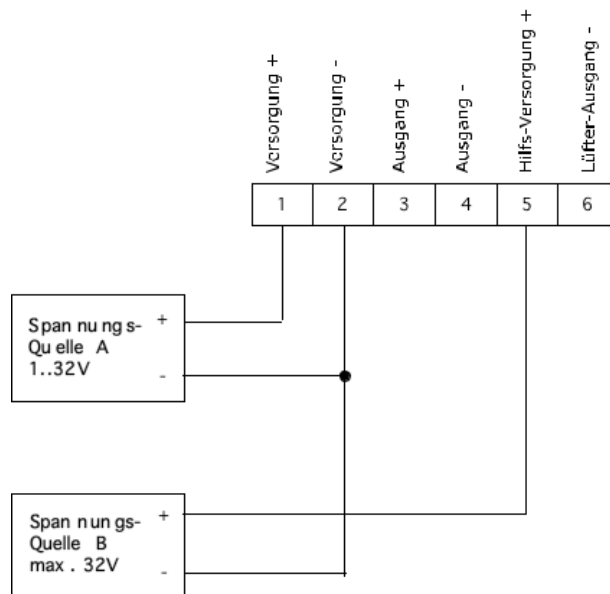


Bild: Verschaltung bei getrennter Stromversorgung von Regler und Endstufe

2.3.11. Interner Lüfter

Das Gerät ist mit einem Lüfter ausgestattet, der in Abhängigkeit von der Geräte-Innentemperatur automatisch ein- und ausgeschaltet wird.

Es ist darauf zu achten, dass die Lüftungsslitze unterhalb der Klemmen und des Anschlussblocks, sowie der Luftauslass des Lüfters nicht abgedeckt werden.

Das Gerät ist vor Staub zu schützen, Staubansammlungen können die Wärmeabfuhr beeinträchtigen.

2.3.12. Serielle Schnittstelle nach RS232C

Die optionale Schnittstelle unterstützt ein einfaches Protokoll mit Software-Handshake, d.h. es sind nur die Signale RXD und TXD vorhanden.

Die Schnittstelle wird für fabrikinterne Einstell- und Diagnosezwecke eingesetzt.

Sie kann vom Kunden zur Fernsteuerung des Reglers, z.B. durch einen übergeordneten Prozessrechner verwendet werden.

Ausserdem kann sie vom Kunden zur Programmierung der Kennlinie des kundenspezifischen Sensors verwendet werden. Für die Folgen derartig geänderter Einstellungen übernimmt CoolTronic GmbH keine Gewährleistung.

Die Schnittstelle hat folgendes Datenformat:

Datenformat	8 Daten-, 2 Stopbits
Parity	keine
Baud-Rate	fest 9600 Baud

Die Schnittstellensignale sind auf einen der 8-poligen Steckverbinder geführt

9	RS232, RX, Empfangsdaten vom Personal-Computer
10	RS232, TX, Sendedaten zum Personal-Computer
11	RS232, GND

Passende Verbindungskabel zwischen TC3224 und einem PC können als Zubehör bestellt werden.

Die Konfigurationswerte enthalten auch die Eichung des Gerätes, daher ist es nicht zulässig, die Konfigurationsdatei eines anderen Gerätes auf das Gerät hochzuladen !

3. Funktions-Beschreibung

3.1. Übersicht

Das Gerät kennt zwei Grund-Betriebsarten, den Betriebs- und den Konfigurationsmodus. Nach dem Einschalten befindet sich das Gerät im Betriebsmodus.

Kurzes Drücken der "Modus-Umschaltung"-Taste zeigt den aktuellen Sollwert an. Beim Betrieb mit 2 Sollwerten oder mit Tot-Zone ist dies der aktuell gültige der beiden Sollwerte.

Durch längeres Drücken der "Modus-Umschaltung"-Taste wird das Gerät in den Konfigurationsmodus umgeschaltet.

3.2. Einschalten

Beim Einschalten des Gerätes zeigt das Gerät die Testanzeige (alle Segmente und alle Dezimalpunkte an). Es wird zunächst versucht eine gültige Konfiguration aus dem EEPROM auszulesen. Scheitert dies, so wird anschliessend der Fehler E100 angezeigt, und das Gerät ist nicht betriebsbereit. Ein E100-Fehler kann nur im Werk beseitigt werden.

Alle Ausgänge sind zunächst abgeschaltet.

3.3. Normal-Betrieb

Im Normalbetrieb wird kontinuierlich die Temperatur gemessen und angezeigt. Es wird die "Modus-Umschaltung"-Taste abgefragt. Der Regler verarbeitet Temperatur-Istwert und Temperatur-Sollwert und liefert die Steuergrösse für die Leistungsstufe.

Die LED "Heizen" und LED "Kühlen" werden einzeln (blinkend) eingeschaltet, wenn die Temperatur ausserhalb des Alarmbereiches liegt.

Die LED "Heizen" und LED "Kühlen" werden einzeln (dauernd) eingeschaltet, wenn die Temperatur im Bereich zwischen Toleranz- und Alarmbereich liegt.

Die LED "Heizen" und LED "Kühlen" sind ausgeschaltet, wenn die Temperatur innerhalb des Toleranzbereiches liegt.

Die LED "Heizen" und LED "Kühlen" sind beide eingeschaltet, wenn die Endstufe aufgrund der Betriebsart mit Totzone ausgeschaltet ist.

3.4. Anzeige Sollwert

Hierzu muss die Taste "Modus-Umschaltung" gedrückt werden, bis die LED "Modus-Anzeige" blinkt. Dann kann die Taste losgelassen werden. Das Gerät zeigt nun für 3 Sekunden den aktuellen Sollwert an. Danach schaltet das Gerät automatisch wieder in die Anzeige des Ist-Wertes zurück.

3.5. Anzeige Wert Sensor 2

Hierzu muss die Taste "Wert erhöhen" gedrückt werden. Das Gerät zeigt nun für 3 Sekunden den Temperaturwert an. Danach schaltet das Gerät automatisch wieder in die Anzeige des Ist-Wertes zurück.

Ist kein Grenzwert für Sensor 2 konfiguriert, so ist die Funktion ausgeschaltet, d.h. es wird trotz Drücken der Taste "Wert erhöhen" weiterhin der Ist-Wert angezeigt.

3.6. Anzeige Wert Sensor 3

Hierzu muss die Taste "Digit-Auswahl" gedrückt werden. Das Gerät zeigt nun für 3 Sekunden den Temperaturwert an. Danach schaltet das Gerät automatisch wieder in die Anzeige des Ist-Wertes zurück.

Ist kein Grenzwert für Sensor 3 konfiguriert, so ist die Funktion ausgeschaltet, d.h. es wird trotz Drücken der Taste "Digit-Auswahl" weiterhin der Ist-Wert angezeigt.

3.7. Konfigurationswerte einstellen

Hierzu muss die Taste "Modus-Umschaltung" gedrückt werden, bis die LED "Modus-Anzeige" blinkt und dann gehalten werden bis das Gerät weiter in den Konfigurations-Modus schaltet.

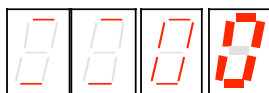
Zu beachten ist, dass nicht alle internen Werte über die Tasten gesetzt werden können. Bestimmte Werte sind nur mit dem Konfigurations-Programm über die serielle Schnittstelle einstellbar. Hier werden nur die per Bedien-Tasten veränderbaren Werte beschrieben.

Die nachfolgende Beschreibung verwendet folgende Konventionen:

fett dargestellt:	Segment blinkend
normal	Segment dauernd an
grau	Segment aus

Schritt 1 - Umschalten in den Konfigurations-Modus

- Taste "Modus-Umschaltung" drücken
- die LED "Modus-Anzeige" beginnt zu blinken
- weiter drücken, bis die Anzeige in den Auswahl-Modus umspringt:



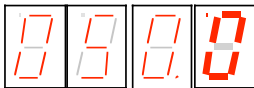
- die beiden linken Stellen zeigen oben und unten einen Strich zur Visualisierung des Auswahl-Modus
- die letzte Stelle blinkt und zeigt an, welcher Wert verändert werden kann
- die LED "Heizen" und LED "Kühlen" zeigen weiter den Zustand des Regler an
- nun läuft ein Timeout, der in den Normalbetrieb zurückschaltet, wenn kein Tastendruck erfolgt

Schritt 2 - Selektieren des zu verändernden Wertes

- nun gibt es folgende Möglichkeiten:
- Taste "Eingabe" drücken, um den mit der blinkenden Anzeige signalisierten Wert zu verändern
- Taste "Wert erhöhen" drücken, um einen anderen Wert zu selektieren
- Taste „Digitauswahl“ drücken, um die Zehnerstelle zu verändern
- Taste "Modus-Umschaltung" drücken, um den Konfigurations-Modus sofort zu verlassen

Schritt 3 - Wert einstellen

- es wurde mit den Tasten "Wert erhöhen", „Digitauswahl“ und Taste "Eingabe" der zu ändernde Wert selektiert
- die Anzeige springt in die Anzeige des derzeit eingestellten Wertes, hier als Beispiel die Solltemperatur:



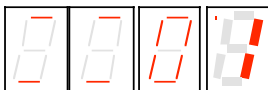
- es wird die Solltemperatur angezeigt (hier im Beispiel 50.0 °C)
- die letzte Stelle blinkt
- nun gibt es folgende Möglichkeiten:
- Taste "Wert erhöhen" drücken, um die blinkende Stelle zu verändern (0..9, 0...)
- Taste "Digitauswahl" drücken um eine andere Stelle zu selektieren



- mit den Tasten "Wert erhöhen" und "Digitauswahl" den gewünschten Wert einstellen

Schritt 4 - Wert übernehmen oder verwerfen

- Taste "Eingabe" drücken, um den eingestellten Wert zu übernehmen
- Anzeige blinkt insgesamt
- bei Loslassen der "Eingabe"-Taste wird der Wert in den nichtflüchtigen Speicher übernommen
- die Anzeige zeigt wieder an, welcher Wert verändert werden kann, siehe Schritt 2



- Taste "Modus-Umschaltung" drücken, um Konfigurations-Modus sofort zu verlassen, ohne den aktuellen Wert zu verändern

Zu beachten ist, dass neu eingestellte Werte erst bei Verlassen des Konfigurations-Modus wirksam werden.

Im Konfigurations-Modus sind Endstufe und Hilfsausgang abgeschaltet. Dies verhindert, dass durch nicht abgeschlossene Werteingaben unbeabsichtigte Funktionen ausgelöst werden.

Anzeige der beiden rechten Stellen und ihre Bedeutung:

Anzeige	Bedeutung
---------	-----------

00	Sollwert 1
01	Sollwert 2
02	Toleranz-Bereich
03	Alarm-Bereich

Anzeige Bedeutung

04	Filter-Zeitkonstante
05	Sensor-Auswahl
06	Betriebsart-Auswahl
07	Funktion Hilfseingang
08	Funktion Hilfsausgang
09	P
10	I
11	D
12	IL
13	PWM-Limit
14	Offset zur Temperatur-Messwert-Korrektur, Sensor 1 = Hauptsensor
15	Temperaturrampe des Sollwertes
16	Temperaturlimit Sensor 2
17	Temperaturlimit Sensor 3
18	Offset zur Temperatur-Messwert-Korrektur, Sensor 2
19	Offset zur Temperatur-Messwert-Korrektur, Sensor 3
20	Untere Schalt-Temperatur Lüfter-Steuerung
21	Obere Schalt-Temperatur Lüfter-Steuerung
22	Hysterese Lüfter-Steuerung
23	Verzögerungszeit Lüfter-Steuerung
24	Untergrenze Betriebsspannung
25	Obergrenze Betriebsspannung
26	Untere Grenze Totzone
27	Obere Grenze Totzone
28	Hysterese Totzone

Alle Werte werden auf die Einhaltung einer unteren und oberen Grenze überwacht, wird beim Einstellen die Grenze erreicht, so geht der Wert auf den Startwert und muss neu eingestellt werden.

Wird beim Umschalten auf die Wertanzeige ein unzulässiger Wert festgestellt, so wird automatisch der werkseitige Standardwert gesetzt.

Werte-Bereiche, Start und Standardwerte können im Abschnitt "Konfigurations-Werte" eingesehen werden.

3.8. Besondere Wertanzeigen bei der Konfiguration

3.8.1. Sollwert 1 und 2

Der einstellbare Bereich ist -75.0 ... 175.0, wobei der Nennbereich -50.0 ... 150.0 ist. Die höchste Stelle wechselt deshalb nur 0 .. 1 .. - (Minuszeichen)

3.8.2. Toleranzbereich und Alarmbereich

- der Bereich ist 0.0 .. 9.9
- die Anzeige ist in 1/10°

3.8.3. Filter

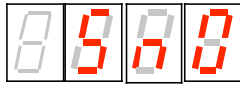
- die vorderste Stelle zeigt den Kennbuchstaben "F":



- Digit 0 und 1 zeigen die Zeikonstante in Sekunden an 1 - 2 - 5 - 10 - 20 - 50

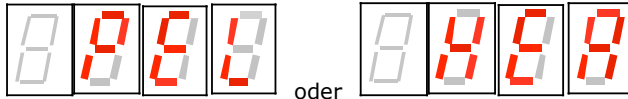
3.8.4. Sensor-Auswahl

Anzeige "Sn" für Sensor und die Kennnummer 0 - 1 - 2 für pt100 / pt1000 und Spezial



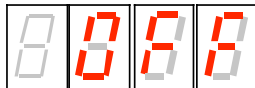
3.8.5. Betriebsart-Auswahl

Anzeige "PEL" für Betriebsart Peltier- und Heizungs-Controller und „HEA“ für Betriebsart Heizungs-Controller



3.8.6. Steuer-Eingang

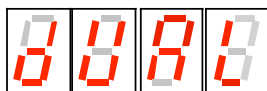
Der Steuereingang kann wahlweise zum Ein- oder zum Abschalten verwendet werden. Standard ist das Abschalten, da hier das Gerät ohne externe Beschaltung betriebsbereit ist.



Anzeige "OFF" entspricht der Abschalt-Funktion, d.h. bei aktiviertem Steuer-Eingang wird der Regler **ab**geschaltet



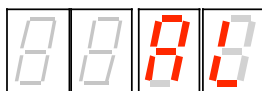
Anzeige "on" entspricht der Einschalt-Funktion, d.h. bei aktiviertem Steuer-Eingang wird der Regler **ein**geschaltet



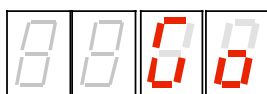
Anzeige "dUAL" entspricht der Umschaltung zwischen 2 Sollwerten, d.h. bei aktiviertem Steuer-Eingang wird der Sollwert 2 eingeschaltet, sonst gilt Sollwert 1.

3.8.7. Signal-Ausgang

Der Signal-Ausgang hat zwei Betriebsarten:



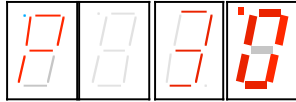
- "AL" entspricht der Alarm-Funktion, d.h. wenn die Temperatur ausserhalb des Alarm-Bereiches ist, wird der Signa-Ausgang eingeschaltet



- "Go" entspricht der Good-Funktion, d.h. wenn die Temperatur innerhalb des Toleranz-Bereiches ist, wird der Signal-Ausgang eingeschaltet

3.8.8. Regel-Parameter

Die Parameter Einstellung zeigt in der vordersten Stelle einen Kennbuchstaben (im Beispiel ein "P" für den Proportionalanteil KP):



Bedeutung der Kennbuchstaben:

- P: Regelparameter KP
- I: Regelparameter KI
- d: Regelparameter KD

Der maximale Wert ist hier jeweils 63.

L: Regelparameter IL (Integrationslimit), maximaler Wert 999, intern multipliziert mit 10

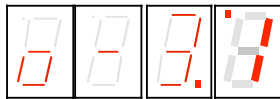
C: PWM-Limit (C = "C"utoff), Wertebereich 0..127, bei Überschreiten des Wertes geht die Anzeige auf Null und es muss neu eingestellt werden. PWM-Limit gleich Null schaltet faktisch die Endstufe ab.

In Betriebsart „Heizungs-Controller“:

PWM-Limit = 1 aktiviert die Betriebsart für Halbleiter-Relais (SSR) mit langsamer PWM (ca. 3 Hz bei 16 Stufen)

3.8.9. Offset zur Temperatur-Messwert-Korrektur für Sensor 1

Die vorderste Stelle zeigt den Kennbuchstaben "o":



Zur Korrektur kann ein Offset im Bereich von -9,9 bis 9.9 °C eingestellt werden. Die absolute Temperatur kann beispielsweise mit einem Referenzmessgerät bestimmt werden, oder es wird ein Eisbad als Referenz verwendet.

Damit kann die Toleranz des Sensorelements oder des Messaufbaus ausgeglichen werden.

3.8.10. Temperatur-Sollwert-Rampe

Die vorderste Stelle zeigt den Kennbuchstaben "r":



Es wird der aktuell eingestellte Wert der Temperaturrampe angezeigt. Im Beispiel 3.0° pro Minute. Dies bedeutet, dass der interne Sollwert mit einer Steigung von 3.0° pro Minute verändert wird, bis der Wert der nominellen Solltemperatur erreicht wird. Der Werte-Bereich ist 0.0 .. 9.9 °C / Minute.

Ein Einstellwert von 0.0 setzt die Rampe ausser Kraft, d.h. eine Veränderung der nominellen Solltemperatur wird sofort wirksam. Die aktuelle Solltemperatur ist also immer gleich der nominellen Solltemperatur.

Der "nominelle Sollwert" ist der Wert, der bei kurzen Drücken der Mode-Taste angezeigt wird.

Der "aktuelle Sollwert" ist ein interner Wert, der in Abhängigkeit von Rampeneinstellung und nominellem Sollwert, sowie der Vorgeschichte berechnet wird.

Beim Einschalten beginnt die Rampe bei der aktuellen Ist-Temperatur, die aktuelle Solltemperatur wird also zunächst gleich der Ist-Temperatur. In allen anderen Fällen ist der Startpunkt die aktuelle (interne) Solltemperatur.

3.8.11. Grenzwerte für Sensor 2 und Sensor 3

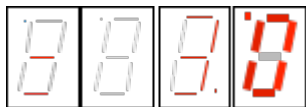
Der einstellbare Bereich ist -99.9 ... 175.0, wobei der Nennbereich -50.0 ... 150.0 ist. Die höchste Stelle wechselt deshalb nur 0 .. 1 .. - (Minuszeichen).

Ein Wert von -99.9 schaltet den entsprechenden Sensor ab. Dieser Wert muss eingestellt werden, wenn kein Sensor angeschlossen ist, da sonst das Gerät eine Fehlermeldung zeigt und ausser Betrieb ist.

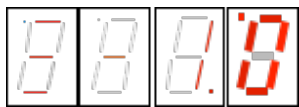
Der Bereich -99.8 .. -75.0 ist unzulässig !

3.8.12. Offset zur Temperatur-Messwert-Korrektur für Sensor 2 + 3

Die vorderste Stelle zeigt den 2 oder 3 horizontalen Striche:



Sensor 2, 3.0°C



Sensor 3, -1.0°C

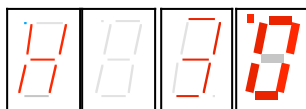
Zur Korrektur kann ein Offset im Bereich von -9,9 bis 9,9 °C eingestellt werden. Die absolute Temperatur kann beispielsweise mit einem Referenzmessgerät bestimmt werden, oder es wird ein Eisbad als Referenz verwendet.

Damit kann die Toleranz des Sensorelements oder des Messaufbaus ausgeglichen werden.

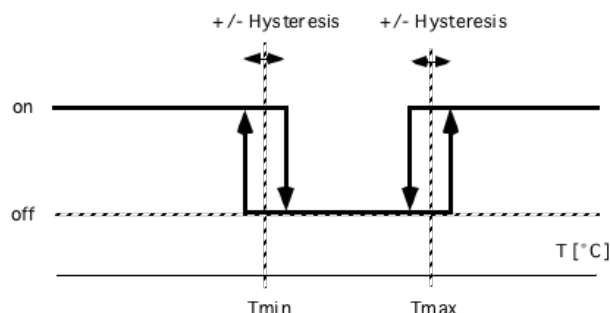
3.8.13. Einstellungen für die Lüftersteuerung

Die untere und obere Schaltschwelle hat einen einstellbaren Bereich von -75.0 ... 175.0. Die höchste Stelle wechselt deshalb nur 0 .. 1 .. - (Minuszeichen).

Bei der Einstellung der Hysterese zeigt die vorderste Stelle den Kennbuchstaben "H":

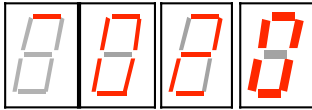


Der Bereich für die Hysterese ist 0.0 bis 9.9, wobei ein zu kleiner Wert zu unnötig häufigen Schaltvorgängen führt, was nicht empfehlenswert ist.



Skizze: Bedeutung der Einstellwerte

Das Schaltverhalten des Lüfter wird zusätzlich durch die Verzögerungszeit beeinflusst, die das Schalten nach Erreichen der Schaltbedingungen um eine konfigurierbare Zeit verzögert. Wertebereich 0..120 [250ms]:

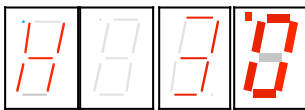


3.8.14. Einstellungen für die Totzonen-Funktion

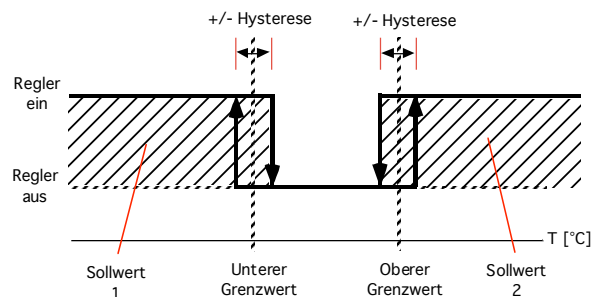
Die untere und obere Grenzwert hat einen einstellbaren Bereich von -75.0 ... 175.0. Die höchste Stelle wechselt deshalb nur 0 .. 1 .. - (Minuszeichen). Ist mindestens ein Grenzwert gleich -99.9, so ist die Funktion ausgeschaltet.

Der Bereich -99.8 .. -75.0 ist unzulässig !

Bei der Einstellung der Hysterese zeigt die vorderste Stelle den Kennbuchstaben "H":



Der Bereich für die Hysterese ist 0.0 bis 9.9, wobei ein zu kleiner Wert zu unnötig häufigen Schaltvorgängen führt, was nicht empfehlenswert ist.



Entsprechend dem Wert von Sensor 2 wird der Regler und die Endstufe aus- und eingeschaltet. Dabei gilt der untere bzw. der obere Grenzwert und die Hysterese, siehe obiges Bild.

Verhalten beim unteren Grenzwert

- unterschreitet der Wert von Sensor 2 den unteren Grenzwert minus die Hysterese, so wird Regler und Endstufe eingeschaltet. Der Regler versucht auf Sollwert 1 zu regeln.
- überschreitet der Wert von Sensor 2 den unteren Grenzwert plus die Hysterese, so wird Regler und Endstufe wieder ausgeschaltet.

Verhalten zwischen den Grenzwerten

- In der Zone zwischen den Grenzwerten bleiben Regler und Endstufe ausgeschaltet.

Verhalten beim oberen Grenzwert

- überschreitet der Wert von Sensor 2 den oberen Grenzwert plus die Hysterese, so wird Regler und Endstufe eingeschaltet. Der Regler versucht auf Sollwert 2 zu regeln
- unterschreitet der Wert von Sensor 2 den oberen Grenzwert minus die Hysterese, so wird Regler und Endstufe wieder ausgeschaltet.

Bei gleichzeitig aktiviertem DUAL-Modus wird der Sollwert durch den Hilfeingang und nicht durch die Totzonen-Funktion ausgewählt !

Der externe Lüfterausgang ist von der Totzonen-Funktion unabhängig. So ist sichergestellt, dass die Warmseite des TE-Systems weiter gekühlt wird, auch wenn die Endstufe abgeschaltet ist.

3.8.15. Betriebsspannungs-Grenzen

Es kann ein Bereich für die Betriebsspannung konfiguriert werden, um ein angeschlossenes Peltier-Element zu schützen. Bei getrennter Versorgung für Controller und Endstufe wird die Controller-Spannung dabei nicht überwacht. Die Endstufe wird aber abgeschaltet, wenn die Controller-Versorgung unter 11V fällt.

Der Bereich ist 1.0 ..31.5V für die untere Grenze und 1.5 .. 32V für die obere Grenze.

Trotz dieser Schutzmassnahme sind die Grenzwerte für das Gerät einzuhalten, um einen Schaden an der Elektronik zu vermeiden. Ein Betrieb mit mehr als 33V kann das Gerät zerstören !

3.9. Host-Modus

Empfängt das Gerät Zeichen über die serielle Schnittstelle, so werden diese dekodiert, und erkannte Kommandos ausgeführt. Die Messwert-Verarbeitung, Anzeige und Regelung läuft weiter.

Es erfolgt keine Visualisierung des Zugriffs über die Schnittstelle auf dem Display. Im EEPROM geänderte Werte werden nur dann übernommen, wenn der Befehl u_0_0 gesendet wird. Dies erfolgt automatisch bei Verwendung des TCCOM for Windows, muss aber bei eigenen Steuerprogrammen beachtet werden.

Bei Unsicherheit, ob alle Werte übernommen wurden, empfiehlt sich nach Ändern der Konfiguration das Gerät aus- und wieder einzuschalten !

Die Konfigurationswerte enthalten auch die Eichung des Gerätes, daher ist es nicht zulässig, die Konfigurationsdatei eines anderen Gerätes auf das Gerät hochzuladen !

3.10. Bereichsüberschreitung

Unterschreitet der Ist-Wert -75.0 °C oder überschreitet der Ist-Wert +175°C, so geht das Gerät in einen temporären Fehlerzustand. Die Anzeige zeigt blinkend "9999". Der Leistungsausgang wird abgeschaltet. Das Gerät prüft fortlaufend weiter den Messwert. Ist der Wert wieder innerhalb der erlaubten Grenzen, so geht das Gerät automatisch in den Grundzustand zurück.

Zu beachten ist, dass nur im Bereich -50.0 ... + 150.0°C die Einhaltung der Kennwerte garantiert wird.

3.11. Fehleranzeige

Nicht fatale Fehler werden als Ennn nicht blinkend für 5 Sekunden ab ihrer Erkennung angezeigt, danach geht das Gerät in den Normalbetrieb zurück. Sollte der Fehler noch bestehen, wird der Fehler erneut angezeigt.

Fatale Fehler werden ab dem ersten Auftreten dauernd angezeigt. Sie sind nur durch Aus- und Wiedereinschalten des Gerätes löschar.

Fehlernummer	Bedeutung	Fehlerursache - und Behebung
<u>nicht fatale Fehler</u>		
E001	Genereller Fehler	Diverse Ursachen > Hersteller kontaktieren
E002	Fehler beim Schreiben des EEPROM	Das Schreiben eines Konfigurationswertes ist gescheitert > Konfigurations-Schritt wiederholen > Hersteller kontaktieren

Fehlernummer	Bedeutung	Fehlerursache - und Behebung
E003	Überstromfehler der Endstufe	Kurzschluss am Leistungsausgang, Peltier-Element / Widerstands-Heizung defekt > Verdrahtung prüfen / korrigieren > Last prüfen / austauschen > eventuell Hersteller kontaktieren
E004	Gerät überhitzt	Innentemperatur des Geräts zu hoch Umgebungstemperatur zu hoch, Gerät ist direkter Sonneneinstrahlung ausgesetzt, Ausgang überlastet > übermäßige externe Erwärmung vermeiden > Überlast beseitigen > eventuell PWM-Limit reduzieren
E004	(Fortsetzung)	Nach dem Auftreten des Fehlers wird die Endstufe abgeschaltet, das Gerät kühlt ab. Besteht die Ursache weiter, so beginnt das Gerät zwischen Normal-Betrieb und Fehler E004 zyklisch zu wechseln. Um Schäden aufgrund einer dauerhaften Überlastung zu vermeiden, geht das Gerät nach einer gewissen Anzahl Zyklen in den fatalen Fehler E400 und schaltet endgültig ab.
E005	Wert Sensor 2 zu hoch	Temperatur des Sensors grösser als der eingestellte Grenzwert
E006	Wert Sensor 3 zu hoch	Temperatur des Sensors grösser als der eingestellte Grenzwert
E007	Wert Sensor 2 ausser Bereich	Temperatur des Sensors < -75.0 oder > 175.0°C - kein Sensor angeschlossen oder falsch verdrahtet - falls kein Sensor vorgesehen, Grenzwert aus -99.9 setzen, damit wird die Auswertung ausgeschaltet
E008	Wert Sensor 3 ausser Bereich	Temperatur des Sensors < -75.0 oder > 175.0°C - kein Sensor angeschlossen oder falsch verdrahtet - falls kein Sensor vorgesehen, Grenzwert aus -99.9 setzen, damit wird die Auswertung ausgeschaltet
E009	Watchdog hat angesprochen	Störeinstreuung oder Programmfehler > bei einmaligem Auftreten ignorieren > sonst Hersteller kontaktieren
E010	Versorgungsspannung zu gering	die Versorgungsspannung ist kleiner als der konfigurierte untere Grenzwert > Spannungsversorgung kontrollieren > eventuell Konfiguration korrigieren
E011	Versorgungsspannung zu hoch	die Versorgungsspannung ist höher als der konfigurierte untere Grenzwert > Spannungsversorgung kontrollieren > eventuell Konfiguration korrigieren > bei einmaligem Auftreten ignorieren > sonst Hersteller kontaktieren

Fehlernummer	Bedeutung	Fehlerursache - und Behebung
<u>fatale Fehler</u>		
E100	EEPROM enthält keine gültige Konfiguration	Stromausfall während eines Konfigurationsvorgangs > ausschalten / wiedereinschalten > neu konfigurieren (nur mit TCCOM und gültiger Konfigurationsdatei möglich) > Hersteller kontaktieren
E200	Stackfehler	Störeinstreuung oder Programmfehler > bei einmaligem Auftreten ignorieren > Hersteller kontaktieren
E400	permanente Übertemperatur	Gerät mehrmals überhitzt seit dem letzten einschalten > ausschalten / wiedereinschalten > Ursache beseitigen, siehe E004 > Hersteller kontaktieren

3.12. Kommunikation

3.12.1. Übersicht

Die hier angegebenen Informationen werden für die Implementierung eigener Steuer-Software benötigt. Sonst können sie ignoriert werden.

Warnung: eine falsche Verwendung der hier angegebenen Kommandos kann den Controller ausser Funktion setzen, kann den Controller und das angeschlossene System zerstören. Hohe Temperaturen und hohe Ströme können auftreten. Gefahr von Verletzungen und Brand !

3.12.2. Blockformat

Es wurde ein einfaches ASCII-Protokoll implementiert. Um die Steuerung zu vereinfachen wurde ein Programm "TCCOM.EXE" entwickelt, es ist auch möglich, wenn auch wenig komfortabel ein einfaches Terminal-Programm zu verwenden.

Synchronisation	*
Kommando (nur Master)	<adresse> _ <command> _ <parameter> _ <value>§
Quittung (nur Slave)	. / ? / #
Antwort (nur Slave)	<value> §

Die einzelnen Komponenten sind wie folgt definiert:

adresse	A..Z (derzeit nur A)
command	a..z (derzeit nur d, r, u, w)
parameter	0..65535 (keine führenden Nullen, negative Zahlen werden als positive Zahlen übertragen, und dann entsprechend interpretiert "typecast")
value	0..65535 (keine führenden Nullen, negative Zahlen werden als positive Zahlen übertragen, und dann entsprechend interpretiert "typecast")

3.12.3. Erlaubte Zeichen

*	Unterbruch vom Master (zur Synchronisation)
A..Z	Adresse
a..z	Befehle
_	(Unterstrich) ist Trennzeichen zwischen Werten
§	Ende der Nachricht - Achtung Zeichensatz-abhängig ! korrekter Wert: hexadezimal 15 oder dezimal 21
.	Quittung "OK"
?	Quittung "unbekannte / unvollstaendige Befehlssequenz"
#	Interner Fehler

3.12.4. Ablauf

Jede Kommunikation wird vom Master (PC) gestartet, indem ein "*" als Synchronisation geschickt wird. Hierdurch geht der Slave (TC3224-RS232) in den Kommunikations-Grundzustand. Nun schickt der Master Adresse und Kommando (in unserem Beispiel "A_r_0_0"). Nach jedem Zeichen wird das empfangene Zeichen vom Slave zurückgeschickt (Echo). **Dabei ist es wichtig, dass das nächste Zeichen erst nach Erhalt und Prüfung des Echos gesendet wird.** [15] stellt das Ende der Nachricht "§" dar. Nun führt der Slave das Kommando aus. Bei Erfolg schickt er ein ".". Bei Befehlen ist damit die Kommunikation beendet. Wenn es sich dagegen um eine Abfrage handelt, folgt noch unmittelbar die Antwort (in unserem Beispiel "65394§". [15] stellt wieder das Ende der Nachricht "§" dar.

Auszug aus einem Logfile (fett entspricht Datenverkehr , normal "Highlevel"-Information, spezielle Werte werden als hexadezimaler Wert in [] dargestellt):

```
15:46 29.07.02001 15:46 TCCOM for Windows
```

```
15:46 -----> r_50_0
```

```
15:46 > A_r_50_0
```

```
15:46 > *A
```

```
15:46 < A
```

```
15:46 > _
```

```
15:46 < _
```

```
15:46 > r
```

```
15:46 < r
```

```
15:46 > _
```

```
15:46 < _
```

```
15:46 > 5
```

```
15:46 < 5
```

```
15:46 > 0
```

```
15:46 < 0
```

```
15:46 > _
```

```
15:46 < _
```

```
15:46 > 0
```

```
15:46 < 0
```

```
15:46 > [15]
```

```
15:46 < [15]
```

```
15:46 < .
```

```
15:46 < . (OK)
```

```
15:46 < 65394[15]
```

```
15:46 < 65394
```

```
15:46 -----< -142
```

3.12.5. Debug-Betriebsart

Mit dem Befehl d_1_0 wird das TC3224-RS232 in die Debug-Betriebsart geschaltet. Nun sendet das Modul bis zum Empfang eines Kommandos d_0_0 fortlaufend interne Werte, die vom TCCOM aufgezeichnet werden, und zum Beispiel mit der Funktion "Recorder" angezeigt werden.

4. Betrieb mit TCCOM for Windows

4.1. Warnung

Da das Programm TCCOM weitgehende Eingriffe in interne Parameter erlaubt, kann bei falscher Anwendung das angeschlossene Gerät ausser Funktion gesetzt werden.

Es können angeschlossene Komponenten oder das Gerät selbst zerstört werden. Es können unzulässige Ströme und Temperaturen auftreten - Verletzungs- und Brandgefahr !

Deshalb ist das Handbuch vor der Benutzung des Programmes zu lesen und die entsprechenden Warnhinweise zu beachten. Beachten Sie ausserdem das entsprechende Geräte-Handbuch. Bei Unklarheiten oder auftretenden Problemen ist das Gerät sicherheitshalber ausser Betrieb zu setzen und der Verkäufer zu kontaktieren.

CoolTronic GmbH übernimmt keine Gewährleistung bei Schäden.

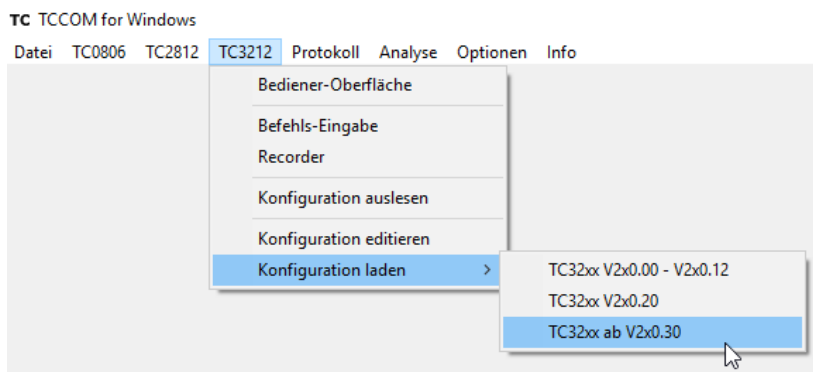
4.2. Übersicht

Die Dokumentation gilt für das Bedien-Programms TCCOM for Windows ab der Version V1.8.3 Build 122 oder höher. Nur die für den TC3224-RS232 beschriebenen Funktionen werden hier beschrieben.

Hinsichtlich aller anderen Funktionen des Programms sei auf das Software Manual verwiesen. Erfahrungen mit Windows Programmen werden vorausgesetzt.

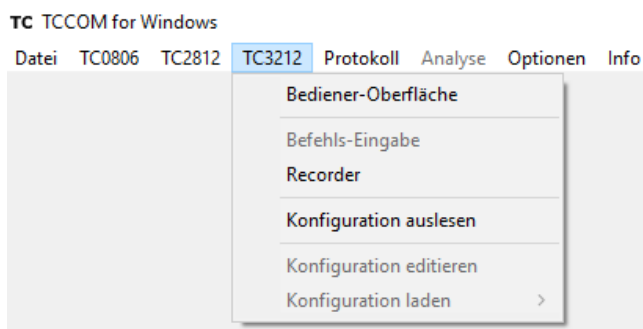
Das Menu TC3224 ermöglicht die Konfiguration der meisten internen Werte des Geräts TC3224. Die werkseitig definierten Abgleichwerte für pt100 und pt1000 sind gesperrt, können also nicht verändert werden.

Je nach Firmware-Version kann die Art und Anzahl der Bedien-Elemente abweichen. Es ist die aktuelle Version ab V2x0.30 d.h. ab S/N 20050 beschrieben. TCCOM erkennt die Art und Version des Gerätes und startet die jeweils passenden Funktionen.



Menu TC3224 im Experten-Modus

Das Bild zeigt die Auswahlmöglichkeiten bei aktivierten Experten-Modus. Im Normal-Modus sind einige Funktionen gesperrt.

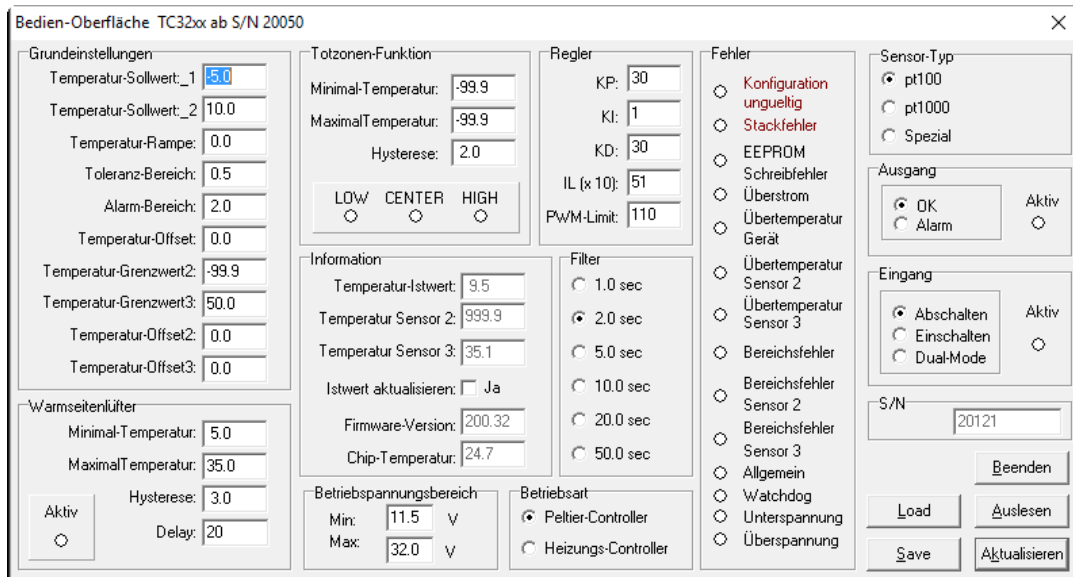


Menu TC3224 im Normal-Modus

4.3. Bediener-Oberfläche

Die Bedienoberfläche des TC3224 erlaubt die Einstellung aller für den normalen Betrieb nötigen Parameter.

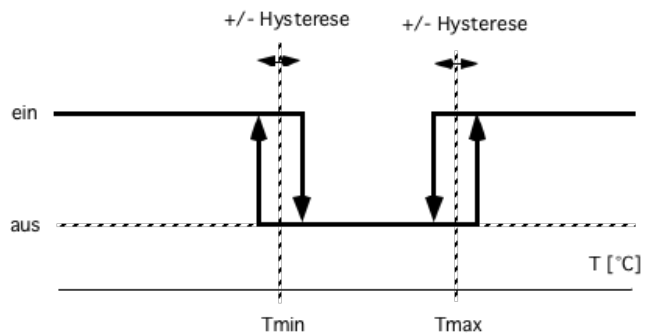
Bitte unbedingt Warnhinweis im Abschnitt 4.1 beachten !



Bedien-Oberfläche TC3224

Einstellwert	Beschreibung
<u>Grundeinstellungen</u>	
Temperatur-Sollwert 1 + 2	Temperatur auf die geregelt werden soll, Bereich -50.0 ... + 150.0°C. Der dem Regler zugeordnete Sensor ist Sensor 1 !
Temperatur-Rampe	Veränderungsgeschwindigkeit des Temperatur-Sollwertes, Bereich 0.0 .. 9.9°C / Minute. Die Einstellung 0.0 entspricht Rampe ausgeschaltet
Toleranz-Bereich	Bereich um den Temperatur-Sollwert, innerhalb dessen die Temperatur als erreicht gelten soll. Wenn die Temperatur innerhalb dieses Bereiches ist, so: <ul style="list-style-type: none"> - leuchten die beiden LED "Heizen" bzw. "Kühlen" am TC3224 nicht - ist der Hilfsausgang bei Wahl der Option "OK" aktiv
Alarm-Bereich	Bereich um den Temperatur-Sollwert, ausserhalb dessen die Temperatur als kritisch gelten soll. Wenn die Temperatur ausserhalb dieses Bereiches ist, so: <ul style="list-style-type: none"> - blinken die beiden LED "Heizen" bzw. "Kühlen" am TC3224 - ist der Hilfsausgang bei Wahl der Option "Alarm" aktiv
Temperatur-Offset	Korrekturwert zur Kompensation von Fehlern des Sensors oder des Messaufbaus
Temperatur-Grenzwert 2 / 3	Der einstellbare Bereich ist -99.0 ... 175.0, wobei der Nennbereich -50.0 ... 150.0 ist. Der Wert -99.9 schaltet die Funktion aus. Dann wird der Temperaturwert nicht angezeigt und auch nicht ausgewertet.

Einstellwert	Beschreibung
Temperatur-Grenzwert 2 / 3	Überschreitet die mit Sensor 2 bzw. 3 gemessene Temperatur die eingestellte Grenze, so schaltet die Regler-Endstufe aus.
Temperatur-Offset 2 / 3	Korrekturwert zur Kompensation von Fehlern des Sensors oder des Messaufbaus. Der im Auslieferungszustand eingestellte Wert entspricht einem Abgleich bei Null Grad mit einem Widerstand von 1000 Ohm +/- 0.1%.
<u>Warmseiten-Lüfter</u>	
Minimal-Temperatur	unterer Schaltpunkt des Lüfters
Maximal-Temperatur	oberer Schaltpunkt des Lüfters
Hysterese	Hysterese um Schaltpunkte, siehe Skizze:

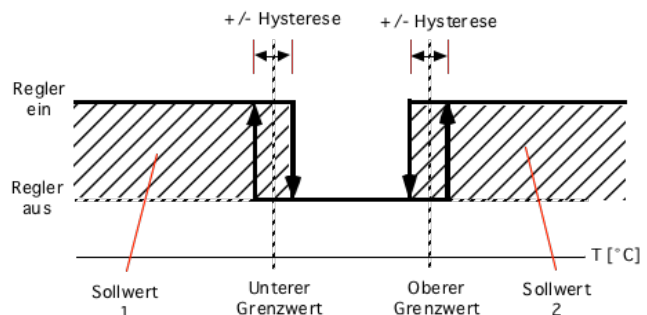


Schaltverhalten in Abhängigkeit der Temperaturwerte und der Hysterese

Delay	Verzögerungszeit, Lüfter schaltet nach Eintreten der Temperaturbedingung später aus bzw. ein
Aktiv	Anzeige wenn Lüfter aktuell eingeschaltet ist, bedingt, dass Modus „Istwert aktualisieren“ aktiviert ist, sonst wird die Anzeige nur beim Auslesen einmalig gesetzt

Totzonen-Funktion

MinTemp	unterer Schaltpunkt
MaxTemp	oberer Schaltpunkt
Hysterese	Wertebereich: 0.0 bis 9.9 - kleine Werte führen zu häufigem Schalten und wird daher nicht empfohlen



Schaltverhalten in Abhängigkeit der Einstellwerte

Einstellwert	Beschreibung
<u>Filter</u>	<p>Zeitkonstante des digitalen Filters, bestimmt auch die Abtastrate des Reglers. Mit dieser Einstellung kann der Regler an das Zeitverhalten der Regelstrecke angepasst werden.</p> <p>Hinweis: Regelstrecken mit Totzeit verlangen eine grosse Filter-Zeitkonstante</p>
<u>Sensor-Typ</u>	<p>Auswahl des verwendeten Sensors pt100 / pt1000 / Spezial (Spezial wählt eine kundenspezifisch konfigurierte Sensorkennlinie, ab Werk ist dies pt1000)</p>
<u>Regler</u>	
KP	<p>Proportional-Anteil des Reglers, Wertebereich 0..63, typische Werte im Bereich 5..30</p>
KI	<p>Integral-Anteil des Reglers, Wertebereich 0..63, typische Werte im Bereich 1..5</p>
KD	<p>Derivativer Anteil des Reglers, Wertebereich 0..63, typische Werte im Bereich 5..30</p>
IL	<p>Grenze für die Integrations-Summe, Wertebereich 0...999 (intern 0.9990)</p> <p>Der maximal zum PWM-Wert addierte I-Anteil ist wie folgt von IL abhängig:</p> $I - \text{Anteil} = \frac{I - \text{Summe}}{\left(\frac{IL}{\text{PWM-Limit}} + 1\right)}$
	<p>Darstellung für den Bereich von IL(intern) = 0..1000</p> <ul style="list-style-type: none"> - ein Wert von 126, 253 .. hat den Effekt, dass der I-Anteil alleine die Endstufe zu 100% aussteuern kann - kleinere Werte können die Tendenz zum Überschwingen reduzieren - kleinere oder falsch gewählte Werte können auch dazu führen, dass eine bleibende Regelabweichung auftritt
PWM	<p>Grenze der Regler-Aussteuerung, Bereich 0..127 (PWM-Limit) begrenzt die Leistung am Stellglied, ein Wert von Null schaltet faktisch die Endstufe ab, 127 entspricht 100 %</p>

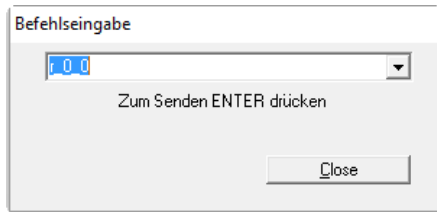
Einstellwert	Beschreibung
<u>Eingang</u>	
Abschalten	bei aktiviertem Hilfeingang wird die Endstufe abgeschaltet (Standardwert, da so das Gerät ohne Beschaltung funktionsfähig ist)
Einschalten	bei aktiviertem Hilfeingang wird die Endstufe abgeschaltet
DUAL-Mode	bei aktiviertem Hilfeingang wird auf Sollwert 2 geregelt, bei inaktivem Hilfeingang auf Sollwert 1
<u>Ausgang</u>	
OK	Hilfsausgang aktiviert, wenn sich die Isttemperatur in einem Bereich +/- Toleranzbereich um die Solltemperatur befindet
Alarm	Hilfsausgang aktiviert, wenn sich die Isttemperatur ausserhalb einem Bereich +/- Alarmbereich um die Solltemperatur befindet
<u>Betriebsart</u>	Umschaltung der Betriebsart: <u>Peltier-Controller</u> <ul style="list-style-type: none">- Umschaltung der Polarität des Ausgangs für Heizen / Kühlen mit PWM <u>Heizungs-Controller</u> <ul style="list-style-type: none">- zum Heizen Einschalten des Ausgangs mit PWM- bei zu hoher Temperatur Ausschalten des Ausgangs- Slow-PWM-Modus zur Ansteuerung von Halbleiter-Relais (SSR)
Einstellwert / Anzeige	Beschreibung

Information

Temperatur-Istwert	Istwert der Temperatur in 1/10 °C
Istwert aktualisieren	wird nur aktualisiert, wenn die Option "Istwert aktualisieren" - Ja aktiviert ist, ansonsten wird konstant der Wert angezeigt, der zum Zeitpunkt des Dialog-Aufrufs galt ! Hinweis: bei gleichzeitiger Benutzung der "Recorder"-Funktion MUSS die Option deaktiviert sein ?
Temperatur Sensor 2	zeigt die mit Sensor 2 gemessene Temperatur in 1/10 °C an, bei nicht konfiguriertem Sensor 2 wird dieses Anzeigefeld unterdrückt !
Temperatur Sensor 3	zeigt die mit Sensor 3 gemessene Temperatur in 1/10 °C an, bei nicht konfiguriertem Sensor 3 wird dieses Anzeigefeld unterdrückt !
Firmware-Version	gibt die Firmware-Version des TC3224 in der Form nnn.mm an nnn ist die Hauptversion mm ist die Unterversion

Einstellwert / Anzeige	Beschreibung
Chip-Temperatur	Temperatur im Controller-Chip in Grad Celsius Hinweis: dieser Wert ist relativ ungenau, der Halbleiterhersteller gibt Toleranzen bis zu +/- 3 Grad an
<u>Betriebsspannungsbereich</u>	
Min. .. Max.	ausserhalb des Bereiches wird ein Fehler gesetzt und die Regler-Ausgangs-Stufe abgeschaltet
<u>Fehler</u>	
Konfiguration ungültig	Der Konfigurationsspeicher enthält keine gültigen Werte.
Stackfehler	Interner Fehler bei der Programmausführung
EEPROM	Schreibfehler bei Schreiben der Konfiguration
Überstrom	Überlast bzw. Kurzschluss am Ausgang des Geräts
Übertemperatur Gerät	Das Gerät ist überhitzt, die Umgebungstemperatur oder die Belastung ist zu hoch
Übertemperatur Sensor 2	Der Messwert Sensor 2 ist höher also Temperatur-Grenzwert 2
Übertemperatur Sensor 3	Der Messwert Sensor 3 ist höher also Temperatur-Grenzwert 3
Bereichsfehler	Der Messwert von Sensor 1 ist ausser Bereich (< -75.0 oder > 175.0°C)
Bereichsfehler Sensor 2	Der Messwert von Sensor 2 ist ausser Bereich (< -75.0 oder > 175.0°C)
Bereichsfehler Sensor 3	Der Messwert von Sensor 3 ist ausser Bereich (< -75.0 oder > 175.0°C)
Allgemein	Verschiedene interne Fehler des Geräts
Watchdog	Die interne Überwachungsfunktion des Geräts hat angesprochen, der Programmablauf wurde gestört.
Unterspannung	die Betriebsspannung liegt unterhalb der unteren Grenze
Überspannung	die Betriebsspannung liegt oberhalb der oberen Grenze
<u>Bedien-Element</u>	<u>Beschreibung</u>
Beenden	schliesst den Dialog
Speichern	speichert die Werte der Benutzer-Oberfläche in eine Datei
Laden	lädt Werte von einer Datei
Auslesen	liest Werte vom TC3224-RS232
Aktualisieren	aktualisiert die Werte des TC3224-RS232

4.4. Befehls-Eingabe

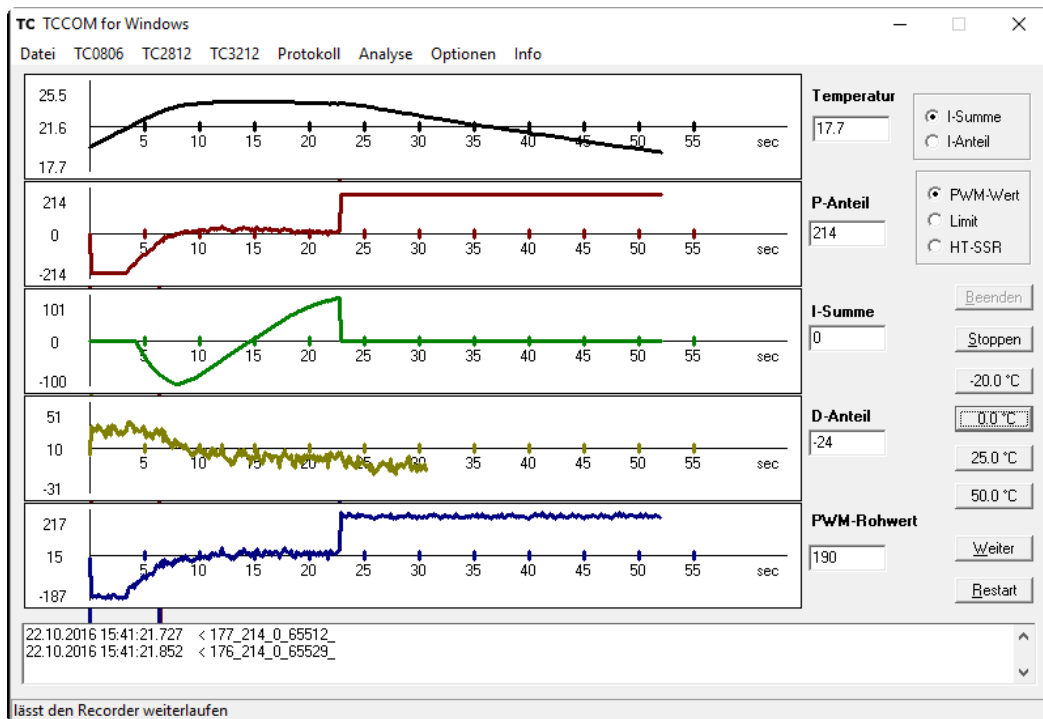


Befehlseingabe-Dialog

Hier können die "Low-Level"-Befehle der Form r_0_0 eingegeben werden, die Antwort des TC3224 - RS232 wird im Logfenster angezeigt, wenn die entsprechenden Logfenster-Optionen aktiviert sind. Erfordert Detailkenntnisse des Befehlsatzes.

Bitte unbedingt Warnhinweis im Abschnitt 4.1 beachten !

4.5. Recorder



Recorder-Anzeige

Die Recorder-Funktion nutzt den Debug-Modus des Geräts TC3224, bei dessen Aktivierung der Regler fortlaufend interne Werte übermittelt. Der Recorder ist ein mächtiges Werkzeug zu Regelkreis-Optimierung. Der Massstab wird fortlaufend automatisch angepasst. Der Mittelwert, sowie Maximal- und Minimalwert des Anzeigebereiches werden als Zahl dargestellt.

Wert	Beschreibung
Temperatur	Istwert der Temperatur in 1/10°C
P-Anteil	Proportional-Anteil des Reglers
	Hinweis: dargestellt wird der Rohwert, der zur Berechnung des PWM-Wertes noch normiert wird

Wert	Beschreibung
I-Anteil / I-Anteil	<p>Es kann ausgewählt werden, ob Integral-Summe des Reglers oder aber der effektiv zum PWM-Wert addierte Wert des I-Anteils angezeigt werden soll</p> <p>Hinweis: dargestellt wird der Rohwert, der zur Berechnung des PWM-Wertes noch normiert wird</p>
D-Anteil	<p>Derivativer Anteil des Reglers</p> <p>Hinweis: dargestellt wird der Rohwert, der zur Berechnung des PWM-Wertes noch normiert wird</p>
PWM-Wert	<p>Aussteuerung der Endstufe, Wertebereich des Stellgliedes -127 ..0..+127 oder PWM-Limit</p> <p>Es kann gewählt werden, wie der PWM-Wert dargestellt wird:</p> <ul style="list-style-type: none">- "Normal" = Rohwert- "Limit" begrenzter Wert, berücksichtigt das PWM-Limit- „HT-SSR“ Wert normalisiert für den Slow-PWM-Modus zur Ansteuerung von Halbleiter-Relais (SSR) , Bereich 0..15

Bedien-Element	Beschreibung
Beenden	<p>beendet die Darstellung des Recorders</p> <p>Hinweis: aufgrund der laufenden Kommunikation kann es nötig sein, das Bedienfeld 2-mal zu betätigen, bis die Recorder-Darstellung verschwindet</p>
Stoppen	stoppt den Recorder
-20.0 °C	sendet den Sollwert -20.0 °C an das TC3224-RS232, bei auch gestoppten Recorder läuft dieser weiter
0.0 °C	sendet den Sollwert 0.0°C an das Gerät TC3224-RS232, auch bei gestoppten Recorder läuft dieser weiter
25.0 °C , 50.0°C	weitere Werte, Funktion siehe oben
die Werte sind Beispiele und könne in den Programmeinstellungen konfiguriert werden	
Restart	<p>löscht den Aufzeichnungsspeicher und startet den Recorder neu</p> <p>Hinweis: damit wird auch der Darstellungs-Massstab neu berechnet</p>
Weiter	<p>startet den Recorder, die bisherigen Daten bleiben erhalten</p> <p>Hinweis: im gestoppten Zustand wird nicht im Hintergrund weiter aufgezeichnet, bei "Neu starten" kann ein Sprung in der Kurve auftreten, wenn sich der entsprechende Wert in der Zwischenzeit verändert hat.</p>

4.6. Konfiguration auslesen / editieren / laden

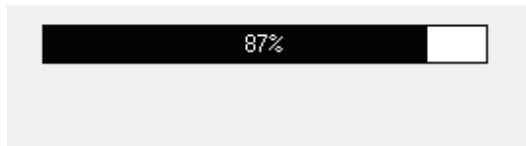
4.6.1. Übersicht

Im Normalmodus ist nur „Konfiguration auslesen“ freigeschaltet. In diesem Modus sind nur 3 Schaltflächen aktiviert, ausserdem sind alle Werte nicht editierbar.

Bedien-Element	Beschreibung
Beenden	schliesst den Dialog
Speichern	ermöglicht das Abspeichern der Konfiguration auf einen Datenträger
Auslesen	liest die Konfiguration vom TC3224

Die Funktion „Konfiguration auslesen“ liest die aktuelle Konfiguration aus und zeigt sie in einem Dialog an. Die Konfiguration kann nur auf Datenträger gespeichert werden.

Werte auslesen...



Fortschritts-Anzeiger beim Werte-auslesen

Funktioniert NUR, wenn ein betriebsbereites TC3224 an der Schnittstelle angeschlossen ist.

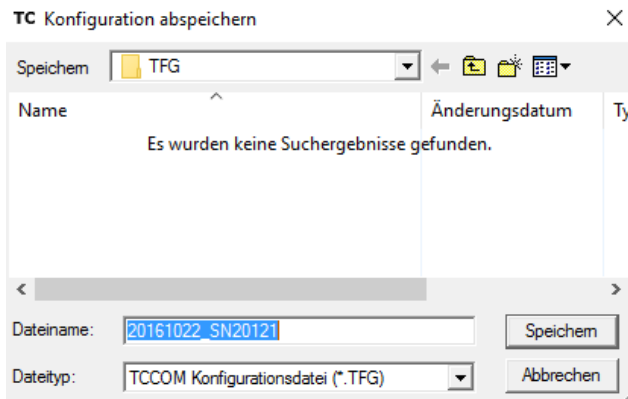
Im Experten-Modus (siehe Optionen / Allgemeines) ist ausserdem „Konfiguration editieren“ und „Konfiguration laden“ verfügbar. Hier sind alle Schaltflächen aktiviert:

Bedien-Element	Beschreibung
Beenden	schliesst den Dialog
Speichern	ermöglicht das Abspeichern der Konfiguration auf einen Datenträger
Laden	ermöglicht das Laden einer Konfiguration von einem Datenträger
Auslesen	liest die Konfiguration vom TC3224
Aktualisieren	schreibt die Konfiguration zum TC3224

Die Funktion „Konfiguration editieren“ liest die aktuelle Konfiguration aus und zeigt sie in einem Dialog an. Bis auf die Werksgrundeinstellungen sind alle Werte editierbar. Die Konfiguration kann auf Datenträger gespeichert und auch von dort gelesen werden. Die Konfiguration des Gerätes kann aktualisiert werden.

Die Funktion „Konfiguration laden“ öffnet einen Dialog zum Laden einer Konfigurations-Datei, liest diese ein und zeigt sie in einem Dialog an. Bis auf die Werksgrundeinstellungen sind auch hier alle Werte editierbar. Die Konfiguration kann über die Schaltflächen auf Datenträger gespeichert und auch erneut von dort gelesen werden. Die Konfiguration des Gerätes kann aktualisiert werden.

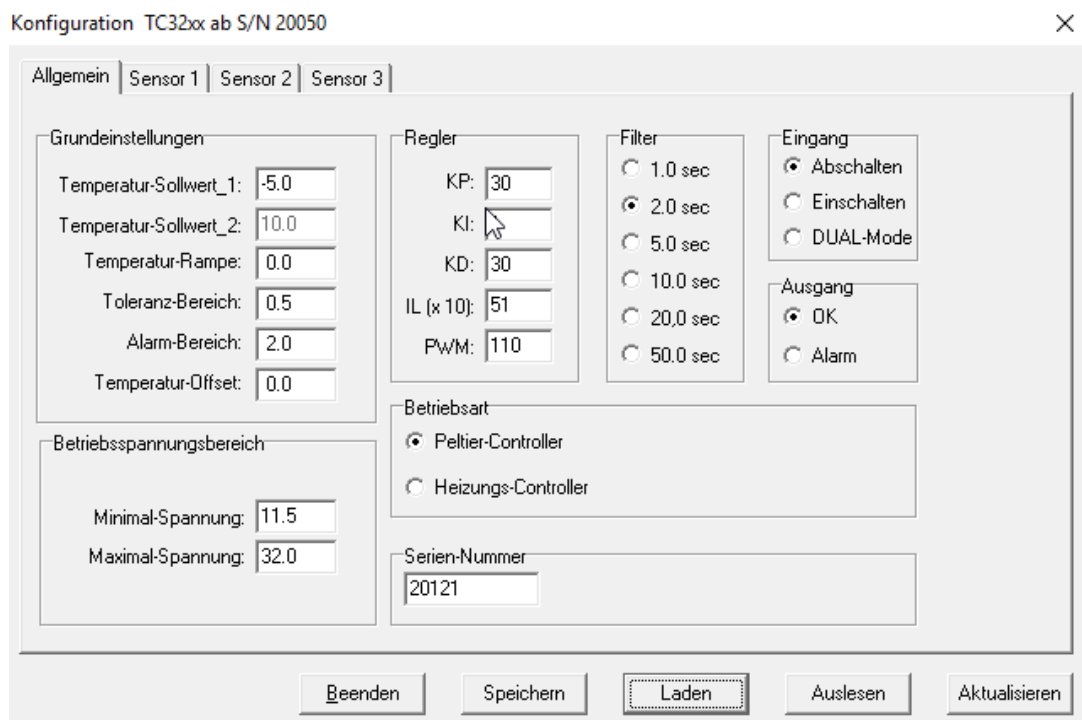
Hinweis: ohne angeschlossenes Gerät TC3224 funktionieren nachher natürlich die Funktionen „Auslesen“ und „Aktualisieren“ nicht.



Datei-Auswahl-Dialog

Die Bedeutung der Werte des Konfigurations-Dialoges wird in nachfolgend erklärt. Wegen der Vielzahl der Werte sind diese auf vier Tabs verteilt.

4.6.2. Kartei-Karte "Allgemein"



Konfigurations-Dialog - Allgemein (je nach Firmware-Version kann ein Teil der Werte entfallen)

Bedien-Element	Beschreibung
<u>Grundeinstellungen</u>	
Temperatur-Sollwert 1 + 2	Temperatur auf die geregelt werden soll, Bereich -50.0 ... + 150.0°C. Der dem Regler zugeordnete Sensor ist Sensor 1 !
Temperatur-Rampe	Veränderungsgeschwindigkeit des Temperatur-Sollwertes, Bereich 0.0 .. 9.9°C / Minute. Die Einstellung 0.0 entspricht Rampe ausgeschaltet

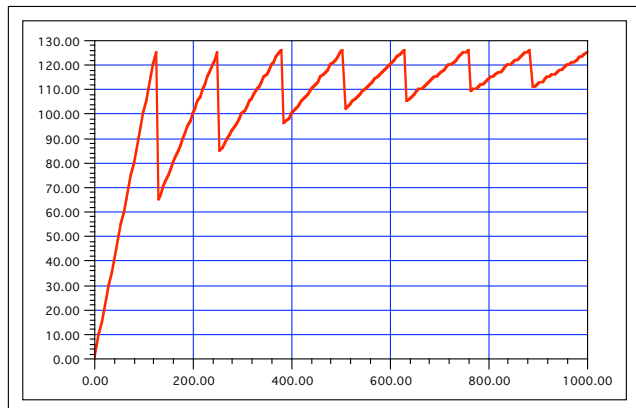
Bedien-Element	Beschreibung
Toleranz-Bereich	Bereich um den Temperatur-Sollwert, innerhalb dessen die Temperatur als erreicht gelten soll. Wenn die Temperatur innerhalb dieses Bereiches ist, so: - blinken die beiden LED "Heizen" bzw. "Kühlen" am TC2812-S014 nicht - ist der Hilfsausgang bei Wahl der Option "OK" aktiv
Alarm-Bereich	Bereich um den Temperatur-Sollwert, ausserhalb dessen die Temperatur als kritisch gelten soll. Wenn die Temperatur ausserhalb dieses Bereiches ist, so: - ist der Hilfsausgang bei Wahl der Option "Alarm" aktiv
Temperatur-Offset	Korrekturwert zur Kompensation von Fehlern des Sensors oder des Messaufbaus

Betriebsspannungsbereich

Minimal-Spannung .. Maximal-Spannung ausserhalb des Bereiches wird ein Fehler gesetzt und der Regler abgeschaltet

Regler

KP	Proportional-Anteil des Reglers, Wertebereich 0..63
KI	Integral-Anteil des Reglers, Wertebereich 0..63
KD	Derivativer Anteil des Reglers, Wertebereich 0..63
IL	Grenze für die Integrations-Summe, Wertebereich 0...999 (intern 0.9990), Hinweise:
IL	limit for the integration sum, value range 0..999, internally multiplied with 10 (range applied = 0 .. 9990)



Darstellung für den Bereich von IL(intern) = 0..1000

Der maximal zum PWM-Wert addierte I-Anteil ist wie folgt von IL abhängig:

$$I - \text{Anteil} = \frac{I - \text{Summe}}{\left(\frac{IL}{\text{PWM-Limit}} + 1\right)}$$

- ein Wert von 126, 253 .. hat den Effekt, dass der I-Anteil alleine die Endstufe zu 100% aussteuern kann

Bedien-Element	Beschreibung
IL (Fortsetzung)	<ul style="list-style-type: none">- kleinere Werte können die Tendenz zum Überschwingen reduzieren- kleinere oder falsch gewählte Werte können auch dazu führen, dass eine bleibende Regelabweichung auftritt
PWM	Grenze der Regler-Aussteuerung, Bereich 0..127 (PWM-Limit) begrenzt die Leistung am Stellglied, ein Wert von Null schaltet faktisch die Endstufe ab, 127 entspricht 100 %
<u>Filter</u>	Zeitkonstante des digitalen Filters, bestimmt auch die Abtastrate des Reglers. Mit dieser Einstellung kann der Regler an das Zeitverhalten der Regelstrecke angepasst werden. Hinweis: Regelstrecken mit Totzeit verlangen eine grosse Filter-Zeitkonstante
<u>Eingang</u>	
Abschalten	bei aktiviertem Hilfeingang wird die Endstufe abgeschaltet (Standardwert, da so das Gerät ohne Beschaltung funktionsfähig ist)
Einschalten	bei aktiviertem Hilfeingang wird die Endstufe abgeschaltet
DUAL-Mode	bei aktiviertem Hilfeingang wird auf Sollwert 2 geregelt, bei inaktivem Hilfeingang auf Sollwert 1
<u>Ausgang</u>	
OK	Hilfsausgang aktiviert, wenn sich die Ist-Temperatur in einem Bereich +/- Toleranzbereich um die Solltemperatur befindet
Alarm	Hilfsausgang aktiviert, wenn sich die Ist-Temperatur ausserhalb einem Bereich +/- Alarmbereich um die Solltemperatur befindet
Betriebsart	Umschaltung der Betriebsart: <u>Peltier-Controller</u> <ul style="list-style-type: none">- Umschaltung der Polarität des Ausgangs für Heizen / Kühlen mit PWM <u>Heizungs-Controller</u> <ul style="list-style-type: none">- zum Heizen Einschalten des Ausgangs mit PWM- bei zu hoher Temperatur Ausschalten des Ausgangs- Slow-PWM-Modus zur Ansteuerung von Halbleiter-Relais (SSR)
Serien-Nummer	Anzeige der Serien-Nummer des Geräts (erst ab Version V2x0.30 der Firmware)

4.6.3. Kartei-Karte "Sensor 1"

Konfiguration TC32xx ab S/N 20050 X

Allgemein | **Sensor 1** | Sensor 2 | Sensor 3

Linearisierung

ADC-Wert	pt100	pt1000	Spezial
-75.0	7935	8737	8737
-50.0	11489	12049	12049
-25.0	14996	15199	15199
0.0	18420	18174	18174
25.0	21796	21010	21010
50.0	25116	23693	23693
75.0	28375	26272	26272
100.0	31577	28735	28735
125.0	34591	31024	31024
150.0	37799	33337	33337
175.0	40855	35496	35496

Kompensation

pt100	pt1000	Spezial
4	2	2
-5	-6	-6
-2	-2	-2
3	8	8
22819	22819	22819
3703	2562	2562
552	2798	2798
564	2994	2994
0	0	0
0	0	0

Sensor-Typ

pt100

pt1000

Spezial

Beenden Speichern Laden Auslesen Aktualisieren

Konfigurations-Dialog - Sensor 1

Bedien-Element	Beschreibung
<u>Linearisierung</u>	
pt100	<p>Werte des AD-Wandlers für die Temperaturen -75.0°C bis +175.0°C</p> <p>Hinweis: Werkseinstellung, nicht editierbar</p>
pt1000	<p>Werte des AD-Wandlers für die Temperaturen -75.0°C bis +175.0°C</p> <p>Hinweis: Werkseinstellung, nicht editierbar</p>
Spezial	<p>Werte des AD-Wandlers für die Temperaturen -75.0°C bis +175.0°C</p> <p>Diese Tabelle kann an einen kundenspezifischen Sensor angepasst werden, Details siehe Manual zum TC3224</p>
<u>Linearisierung</u>	
pt100	<p>Werte des AD-Wandlers für die Temperaturen -75.0°C bis +175.0°C</p> <p>Hinweis: Werkseinstellung, nicht editierbar</p>
pt1000	<p>Werte des AD-Wandlers für die Temperaturen -75.0°C bis +175.0°C</p> <p>Hinweis: Werkseinstellung, nicht editierbar</p>
Spezial	<p>Werte des AD-Wandlers für die Temperaturen -75.0°C bis +175.0°C</p> <p>Diese Tabelle kann an einen kundenspezifischen Sensor angepasst werden, Details siehe Manual zum TC3224</p>

Bedien-Element	Beschreibung
<u>Kompensation</u>	
Interne Werte	Diese Werte dienen dem Abgleich der 3-Leiter-Korrektur, sowie der Temperatur-Kompensation. Falls die Linearisierungstabelle „Spezial“ verändert wird, müssen alle Werte in der Spalte „Spezial“ gleich Null gesetzt werden. Dadurch werden beide Funktionen ausser Betrieb gesetzt. Eine korrekte Bestimmung der Werte ist nur im Herstellerwerk möglich und bei Einzelstücken zu aufwendig.
<u>Sensor-Typ</u>	Auswahl des verwendeten Sensors pt100 / pt1000 / Spezial (Spezial wählt eine kundenspezifisch konfigurierte Sensor-Kennlinie, ab Werk ist dies pt1000)

4.6.4. Kartei-Karte "Sensor 2"

Konfiguration TC32xx ab S/N 20050 X

Allgemein | Sensor 1 | **Sensor 2** | Sensor 3

Linearisierung

	ADC-Wert
-75.0	2876
-50.0	6177
-25.0	9317
0.0	12303
25.0	15133
50.0	17799
75.0	20377
100.0	22849
125.0	25135
150.0	27444
175.0	29597

Kompensation

pt1000

PosComp:

NegComp:

RefTemp:

Totzonen-Funktion

MinTemp:
MaxTemp:

Hysterese

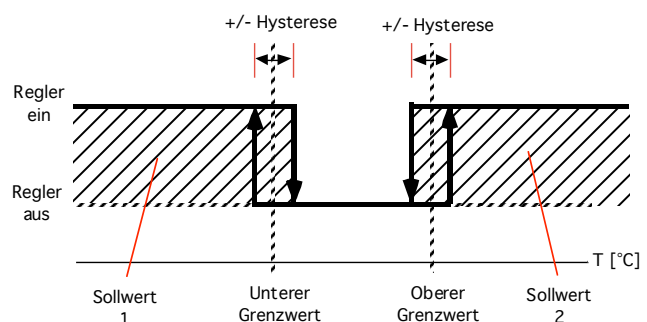
Einstellungen

Grenzwert:
Offset:

Konfigurations-Dialog - Sensor 2 (je nach Firmware-Version kann ein Teil der Werte entfallen)

Bedien-Element	Beschreibung
Linearisierung	Werte des AD-Wandlers für die Temperaturen -75.0°C bis +175.0°C Hinweis: Werkseinstellung, nicht editierbar
<u>Kompensation</u>	interne Werkseinstellung, nicht editierbar

Bedien-Element	Beschreibung
<u>Einstellungen</u>	
Grenzwert	<p>Der einstellbare Bereich ist -99.0 ... 175.0, wobei der Nennbereich -50.0 ... 150.0 ist.</p> <p>Der Wert -99.9 schaltet die Funktion aus. Dann wird der Temperaturwert nicht angezeigt und auch nicht ausgewertet.</p> <p>Überschreitet die mit dem Sensor gemessene Temperatur die eingestellte Grenze, so schaltet die Regler-Endstufe aus.</p> <p>Der Bereich -99.8 ist -75.0 ist unzulässig !</p>
Offset	<p>Korrekturwert zur Kompensation von Fehlern des Sensors oder des Messaufbaus. Der im Auslieferungszustand eingestellte Wert entspricht einem Abgleich bei Null Grad mit einem Widerstand von 1000 Ohm +/- 0.1%.</p>
<u>Totzonen-Funktion</u>	
MinTemp	<p>Der einstellbare Bereich ist -99.0 ... 175.0, wobei der Nennbereich -50.0 ... 150.0 ist.</p> <p>Ist mindestens ein Grenzwert gleich -99.9, so ist die Funktion ausgeschaltet.</p> <p>Der Bereich -99.8 ist -75.0 ist unzulässig !</p>
MaxTemp	<p>Der einstellbare Bereich ist -99.0 ... 175.0, wobei der Nennbereich -50.0 ... 150.0 ist.</p> <p>Ist mindestens ein Grenzwert gleich -99.9, so ist die Funktion ausgeschaltet.</p> <p>Der Bereich -99.8 ist -75.0 ist unzulässig !</p>
Hysterese	<p>Der Bereich für die Hysterese ist 0.0 bis 9.9, wobei ein zu kleiner Wert zu unnötig häufigen Schaltvorgängen führt, was nicht empfehlenswert ist.</p>



Entsprechend dem Wert von Sensor 2 wird der Regler und die Endstufe aus- und eingeschaltet. Dabei gilt der untere bzw. der obere Grenzwert und die Hysterese, siehe obiges Bild. Weitere Informationen im Abschnitt "Einstellungen für die Totzonen-Funktion"

4.6.5. Kartei-Karte "Sensor 3"

Konfiguration TC32xx ab S/N 20050 X

Allgemein | Sensor 1 | Sensor 2 | **Sensor 3**

Linearisierung	ADC-Wert
-75.0	2871
-50.0	6175
-25.0	9311
0.0	12295
25.0	15123
50.0	17791
75.0	20367
100.0	22846
125.0	25132
150.0	27438
175.0	29583

Kompensation

pt1000

PosComp: 14

NegComp: -5

RefTemp: 22819

Warmseiten-Lüfter

MinTemp: 5.0

MaxTemp: 35.0

Hysterese: 3.0

Delay: 20

Einstellungen

Grenzwert: 50.0

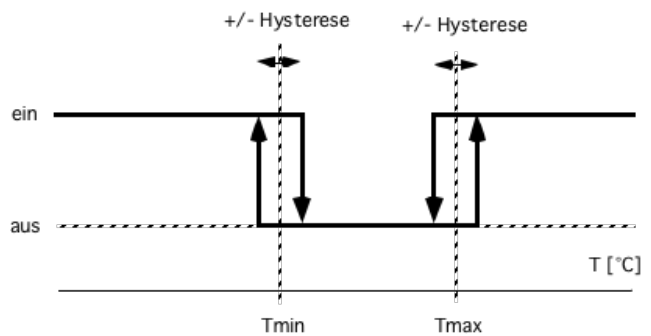
Offset: 0.0

Beenden | Speichern | **Laden** | Auslesen | Aktualisieren

Konfigurations-Dialog - Sensor 3 (je nach Firmware-Version kann ein Teil der Werte entfallen)

Einstellwert	Beschreibung
Linearisierung	<p>Werte des AD-Wandlers für die Temperaturen -75.0°C bis +175.0°C</p> <p>Hinweis: Werkseinstellung, nicht editierbar</p>
Kompensation	interne Werkseinstellung, nicht editierbar
<u>Einstellungen</u>	
Grenzwert	<p>Der einstellbare Bereich ist -99.0 ... 199.9, wobei der Nennbereich -50.0 ... 150.0 ist.</p> <p>Der Wert -99.9 schaltet die Funktion aus. Dann wird der Temperaturwert nicht angezeigt und auch nicht ausgewertet.</p> <p>Überschreitet die mit dem Sensor gemessene Temperatur die eingestellte Grenze, so schaltet die Regler-Endstufe aus.</p> <p>Für die Nutzung der Lüfter-Steuerung muss der Grenzwert auf einen gültigen Wert gesetzt werden.</p>
Offset	Korrekturwert zur Kompensation von Fehlern des Sensors oder des Messaufbaus. Der im Auslieferungszustand eingestellte Wert entspricht einem Abgleich bei Null Grad mit einem Widerstand von 1000 Ohm +/- 0.1%.

Bedien-Element	Beschreibung
<u>Warmseiten-Lüfter</u>	
Minimal-Temperatur	unterer Schaltpunkt des Lüfters
Maximal-Temperatur	oberer Schaltpunkt des Lüfters
Hysterese	Hysterese um Schaltpunkte, siehe Skizze:



Schaltverhalten in Abhängigkeit der Temperaturwerte und der Hysterese

5. Befehlssatz

RAM-Allgemeine Konfiguration

Lese Schreibbefehl	Bedeutung	Default	Werte	Bemerkungen
r .. _ / w_ .. _				
0	setValue_1	0	-750...1750	Temperatur-Sollwert 1 (Nennbereich -50.0 .. 150.0 °C)
1	setValue_2	100	-750...1750	Temperatur-Sollwert 2 (Nennbereich -50.0 .. 150.0 °C)
2	tolRange	5	+/- 99	Temperatur-Toleranz (0 .. +/- 9.9 °C)
3	alarmRange	20	+/- 99	Temperatur-Toleranz (0 .. +/- 9.9 °C)
4	filter	0	0..5	Index in Filertabelle (1/2/5/10/20/50 s)
5	cfg	0	b ii oo mm ss	ii = Hilfseingang, oo = Hilfsausgang, mm = Betriebsart, ss = Sensor-Auswahl
6	KP	30	0..63	Proportionalanteil
7	KI	1	0..63	Integralanteil
8	KD	30	0..63	Differentialanteil
9	IL	26	0..999	Integrationslimit, intern mit 10 multipliziert
10	pwmLimit	127	0, 1 ..127	PWM-Limit
11	offset	0	-99 .. 99	Offset-Korrektur (0 .. +/- 9.9 °C)
12	setValRamp	0	0..99	Temperatur-Rampe (0.0 ..9,9°C)
13	tempLimit2	-999	-999, -750 .. + 1750	Temperatur-Grenze für Sensor 2
14	tempLimit3	-999	-999, -750 .. + 1750	Temperatur-Grenze für Sensor 3
15	offset2	0	-99 .. 99	Offset-Korrektur Sensor 2 (0 .. +/- 9.9 °C)
16	offset3	0	-99 .. 99	Offset-Korrektur Sensor 3 (0 .. +/- 9.9 °C)
17	kkTempMin	50	-750 .. + 1750	Minimalwert KK-Temp in 0.1 Grad
18	kkTempMax	350	-750 .. + 1750	Maximalwert KK-Temp in 0.1 Grad
19	kkTempHyst	30	0..99	Hysterese in 0.1 Grad
20	kkDelay	20	1..127	Verzögerung Lüfterschaltung [250ms]
21	tcMinVolt	115	10..315	Unterer Grenzwert der Versorgungsspannung
22	tcMaxVolt	320	15..320	Oberer Grenzwert der Versorgungsspannung
23	dzTempMin	50	-750 .. + 1750	Untere Grenze Totzone in 0.1 Grad
24	dzTempMax	300	-750 .. + 1750	Untere Grenze Totzone in 0.1 Grad
25	dzTempHyst	20	0..99	Hysterese (Totzone) in 0.1 Grad

EEPROM-Allgemeine Konfiguration

Lese Schreibbefehl	Bedeutung	Default	Werte	Bemerkungen
r .. _ / w_ .. _				
300	setValue_1	0	-750...1750	Temperatur-Sollwert 1 (Nennbereich -50.0 .. 150.0 °C)
301	setValue_2	100	-750...1750	Temperatur-Sollwert 2 (Nennbereich -50.0 .. 150.0 °C)
302	tolRange	5	+/- 99	Temperatur-Toleranz (0 .. +/- 9.9 °C)
303	alarmRange	20	+/- 99	Temperatur-Toleranz (0 .. +/- 9.9 °C)
304	filter	0	0..5	Index in Filertabelle (1/2/5/10/20/50 s)
305	cfg	0	b ii oo mm ss	ii = Hilfseingang, oo = Hilfsausgang, mm = Betriebsart, ss = Sensor-Auswahl

Lese Schreibbefehl	Bedeutung	Default	Werte	Bemerkungen
r .. _ / w_ .. _				
306	KP	30	0..63	Proportionalanteil
307	KI	1	0..63	Integralanteil
308	KD	30	0..63	Differentialanteil
309	IL	26	0..999	Integrationslimit, intern mit 10 multipliziert
310	pwmLimit	127	0, 1 ..127	PWM-Limit
311	offset	0	-99 .. 99	Offset-Korrektur (0 .. +/- 9.9 °C)
312	setValRamp	0	0..99	Temperatur-Rampe (0.0 ..9,9°C)
313	tempLimit2	-999	-999, -750 .. + 1750	Temperatur-Grenze für Sensor 2
314	tempLimit3	-999	-999, -750 .. + 1750	Temperatur-Grenze für Sensor 3
315	offset2	0	-99 .. 99	Offset-Korrektur Sensor 2 (0 .. +/- 9.9 °C)
316	offset3	0	-99 .. 99	Offset-Korrektur Sensor 3 (0 .. +/- 9.9 °C)
317	kkTempMin	50	-750 .. + 1750	Minimalwert KK-Temp in 0.1 Grad
318	kkTempMax	350	-750 .. + 1750	Maximalwert KK-Temp in 0.1 Grad
319	kkTempHyst	30	0..99	Hysterese in 0.1 Grad
320	kkDelay	20	1..127	Verzögerung Lüfterschaltung [250ms]
321	tcMinVolt	115	10..315	Unterer Grenzwert der Versorgungsspannung
322	tcMaxVolt	320	15..320	Oberer Grenzwert der Versorgungsspannung
323	dzTempMin	50	-750 .. + 1750	Untere Grenze Totzone in 0.1 Grad
324	dzTempMax	300	-750 .. + 1750	Untere Grenze Totzone in 0.1 Grad
325	dzTempHyst	20	0..99	Hysterese (Totzone) in 0.1 Grad

Abfragen und Wartungs-Befehle

Lese Schreibbefehl	Bedeutung	Default	Werte	Bemerkungen
r .. _ / w_ .. _				
103	P-Anteil	nur Lesen		aktueller P-Anteil des Reglers
104	I-Anteil	nur Lesen		aktueller I-Anteil des Reglers
105	D-Anteil	nur Lesen		aktueller D-Anteil des Reglers
106	FW-Version	nur Lesen	100.00 .. 320.99	100 .. 320 Hauptvariante, 00..99 Subversion
120	Aktueller Wert Sensor 1		nur Lesen	-750..1750 0.1°C
121	Aktueller Wert Sensor 2		nur Lesen	-750..1750 0.1°C
122	Aktueller Wert Sensor 3		nur Lesen	-750..1750 0.1°C
150	Test-PWM-Wert	Lesen / Schreiben	0..127	setzt konstanten PWM-Wert > Regler ausser Betrieb !!
151	Test-PWM-Wert / Minimal-Temperatur			Lesen /Schreiben -750..1750 Temperaturbegrenzung nach unten bei Betrieb mit konstanten PWM-Wert
152	Test-PWM-Wert / Maximal-Temperatur			Lesen / Schreiben -750..1750 Temperaturbegrenzung nach oben bei Betrieb mit konstanten PWM-Wert
200	CmdGetDeviceType		nur Lesen	Abfrage Geräte-Typ
201	CmdGetDeviceState		nur Lesen	Abfrage Geräte-Status
202	CmdGetErrorState		nur Lesen	Abfrage Fehler-Status

ACHTUNG: falsche Verwendung der Befehle 150..152 kann zu Überhitzung und Brand führen, Verwendung auf eigene Gefahr und Verantwortung !

Die Bedeutung der Speichertyp-Angabe:

- RAM interne Konfigurations-Datenstruktur, ein Verändern dieser Werte gilt nur bis zum nächsten Aus- und Einschalten des Gerätes
- EEPROM zum Teil gleiche Werte wie RAM, jedoch werden die Werte im EEPROM dauerhaft gespeichert, gelten also auch nach dem nächsten Aus- und Einschalten des Gerätes wieder.

ACHTUNG:

Exzessiv häufiges Verändern dieser Werte kann dazu führen, dass die maximal zulässige Anzahl Schreibzyklen überschritten wird ! Danach "vergisst" das Gerät die Werte beim Ausschalten.

Werte aus dem EEPROM werden durch den Befehl u_0_0 ins RAM übertragen und erst dadurch wirksam !

6. Konfigurations-Werte

Hier sind die für die Tasten-Bedienung im TC3224-RS232 hinterlegten Werte beschrieben

Minimal Wert	Maximal Wert	Reset Wert	Standard Wert	Beschreibung
	-75.0	175.0	0.0	0.0 Sollwert 1
-75.0	175.0	0.0	0.0	Sollwert 2
0.0	9.9	0.0	0.5	Toleranz-Bereich
0.0	9.9	0.0	2.0	Alarm-Bereich
1	50	1	2	Filter-Zeitkonstante
0	63	0	30	KP
0	63	0	1	KI
0	63	0	30	KD
0	999	0	26	IL (intern * 10)
0	127	0	127	PWM-Limit
-9.9	9.9	0.0	0.0	Offset, Sensor1
0.0	9.9	0.0	0.0	Rampe
-99.9	175.0	0.0	-99.9	TempLimit2 (Kaltseite)
-99.9	175.0	0.0	-99.9	TempLimit3 (Warmseite)
-9.9	9.9	0.0	0.0	Offset, Sensor2
-9.9	9.9	0.0	0.0	Offset, Sensor3
-75.0	175.0	0.0	5.0	Warmseitenlüfter, unterer Grenzwert
-75.0	175.0	0.0	35.0	Warmseitenlüfter, oberer Grenzwert
0.0	9.9	0.0	3.0	Warmseitenlüfter, Hysterese
1.0	127.0	1.0	20.0	Warmseitenlüfter, Verzögerungszeit
1.0	31.5	1.0	11.5	Betriebsspannungsbereich, Untergrenze
1.5	32.0	1.5	32.0	Betriebsspannungsbereich, Obergrenze
-50.0	150.0	0.0	-99.9	Totzone, unterer Grenzwert
-50.0	150.0	0.0	-99.9	Totzone, oberer Grenzwert
0.0	9.9	0.0	2.0	Totzone, Hysterese

Zulässige Werte

Beschreibung

Sn0 .. Sn2 (= Pt100 / pt1000 / Spezial)	SensorTyp
On / Off / DUAL	AuxIn (Hilfs-Eingang)
Alarm / Good	AuxOut (Hilfs-Ausgang)
PEL / HEA	Betriebsart Peltier / Heizungs-Controller

7. Status-Kodes

Antwort auf Abfrage CmdGetDeviceState (r_202_0), Angaben als Binärwerte

Statuswert	Bedeutung
0000 0000 0000 000X	0: Hilfsausgang aktiv 1: Hilfsausgang aktiv
0000 0000 0000 00X0	0: Hilfseingang aktiv 1: Hilfseingang aktiv
0000 0000 0000 0X00	0: Lüfter aus 1: Lüfter ein
0000 0000 0000 1000	Totzonen-Funktion: Wert Sensor 2 unter unterem Grenzwert
0000 0000 0001 0000	Totzonen-Funktion: Wert Sensor 2 in der Totzone
0000 0000 0010 0000	Totzonen-Funktion: Wert Sensor 2 über oberem Grenzwert

8. Fehler-Kodes

Antwort auf Abfrage CmdGetErrorState (r_203_0), Angaben als Binärwerte

Statuswert	Bedeutung
0000 0000 0000 0001	Bereichsfehler, Sensor 1
0000 0000 0000 0010	Allgemeiner Fehler
0000 0000 0000 0100	EEPROM Schreibfehler
0000 0000 0000 1000	Überstrom
0000 0000 0001 0000	Übertemperatur, Gerät
0000 0000 0010 0000	Übertemperatur, Sensor 2
0000 0000 0100 0000	Übertemperatur, Sensor 3
0000 0000 1000 0000	Bereichsfehler, Sensor 2
0000 0001 0000 0000	Bereichsfehler, Sensor 3
0000 0010 0000 0000	Watchdog
0000 0100 0000 0000	Überspannung
0000 1000 0000 0000	Unterspannung
0001 0000 0000 0000	nicht implementiert
0010 0000 0000 0000	dauernd überhitzt
0100 0000 0000 0000	Konfiguration ungültig
1000 0000 0000 0000	Stackfehler

9. Sensor-Tabelle

Die Sensor-Tabelle zeigen die Nominalwerte für pt100- und pt1000-Sensoren, sowie die resultierenden Spannungen, Ströme und Leistungen bei idealen Bedingungen (d.h. ohne Berücksichtigung von Toleranzen). Die realen Werte können abweichen.

Sensor pt100 wird via einem Vorwiderstand von 1825 Ohm aus einer Spannung von 3.3V gespeist.

Temperatur [°C]	Sensor Wert [Ohm]	Sensor Spannung [V]	Sensor Strom [mA]	Sensor Leistung [mW]
-75.0	70.332	0.1225	1.7411	0.2132
-50.0	80.306	0.1391	1.7320	0.2409
-25.0	90.192	0.1554	1.7231	0.2678
0.0	100.000	0.1714	1.7143	0.2939
25.0	109.735	0.1872	1.7057	0.3192
50.0	119.397	0.2026	1.6972	0.3439
75.0	128.987	0.2178	1.6889	0.3679
100.0	128.505	0.2171	1.6893	0.3667
125.0	144.182	0.2416	1.6758	0.4049
150.0	157.325	0.2619	1.6647	0.4360
175.0	166.627	0.2761	1.6569	0.4575

Sensor pt1000 wird via einem Vorwiderstand von 3650 Ohm aus einer Spannung von 3.3V gespeist.
(Dies gilt auch für Sensor "Spezial")

Temperatur [°C]	Sensor Wert [Ohm]	Sensor Spannung [V]	Sensor Strom [mA]	Sensor Leistung [mW]
-75.0	703.320	0.5331	0.7580	0.4041
-50.0	803.063	0.5951	0.7411	0.4410
-25.0	901.923	0.6539	0.7250	0.4740
0.0	1'000.000	0.7097	0.7097	0.5036
25.0	1'097.350	0.7628	0.6951	0.5302
50.0	1'193.970	0.8134	0.6813	0.5541
75.0	1'289.870	0.8617	0.6680	0.5756
100.0	1'285.050	0.8593	0.6687	0.5746
125.0	1'441.820	0.9344	0.6481	0.6056
150.0	1'573.250	0.9940	0.6318	0.6280
175.0	1'666.270	1.0343	0.6207	0.6420