DIN-Hutschienenmodul mit CAN-Bus, drei Temperatursensoren und einem Relais zur Verwendung als Solarregler

Eigenschaften:

* Relais mit maximaler Schaltlast bei 230V AC: 1500 VA (AC1), 300 VA (AC15), 185 W (AC3)

(- Relais mit maximaler Schaltlast bei 230V AC: 2500 VA (AC1), 500 VA (AC15), 370 W (AC3)

* 2 – 3 Temperatursensoren für PT100/PT1000 Widerstände (2-Draht-Messung)
* Selbstrückstellende Sicherung
* Schutz gegen Überspannung
* Schutz gegen Verpolung
* ESD-Schutz
* CAN-Schnittstelle auf Frontklemme und Rückseitenbus
* CAN ID über DIP einstellbar
* I2C-Schnittstelle auf Rückseitenbus (optional)
* UART-Schnittstelle auf Platine zu Debugging Zwecken

Technische Daten:

* Betriebsspannung: 24V DC
* Leistungsaufnahme:
* Übertragungsrate CAN:
* Übertragungsrate I2C:
* Status am Bus: aktiver Knoten
* ESD-Schutz:
* Schaltlast Relais bei 230V AC: 1500 VA (AC1), 300 VA (AC15), 185 W (AC3)

Inhalt

[Aufgabenstellung 3](#_Toc531942281)

[Beschreibung der Hardware 4](#_Toc531942282)

[Spannungsversorgung 4](#_Toc531942283)

[Microcontroller 5](#_Toc531942284)

[Kommunikationsinterfaces 6](#_Toc531942285)

[I2C-Interface 6](#_Toc531942286)

[UART-Interface 7](#_Toc531942287)

[JTAG-Interface 7](#_Toc531942288)

[CAN-Interface 8](#_Toc531942289)

[Anbindung an das Gehäuse 9](#_Toc531942290)

[Temperatursensoren 10](#_Toc531942291)

[Abbildung 1: Blockschaltbild Solarregler 3](#_Toc531942226)

[Abbildung 2:Spannungsversorgung des HS-Moduls 4](#_Toc531942227)

[Abbildung 3: Grundlegende Beschaltung des Microcontrollers STM32F105RBT6 5](#_Toc531942228)

[Abbildung 4: Beschaltung der GPIOs des Controllers 6](#_Toc531942229)

[Abbildung 5: Das I2C-Interface wird über ein RTR TVS-Array IC2-3 ESD geschützt 6](#_Toc531942230)

[Abbildung 6: UART Interface ohne zusätzliche Beschaltung 7](#_Toc531942231)

[Abbildung 7: Segger Link zur Anbindung des JTAG-Interfaces 7](#_Toc531942232)

[Abbildung 8: Für das CAN-Interface sind verschiedene Transceiver wählbar 8](#_Toc531942233)

[Abbildung 9: DIP-Switch zur Einstellung der CAN-ID 8](#_Toc531942234)

[Abbildung 10: Anbindung an die Schraubklemmen des Gehäuses 9](#_Toc531942235)

[Abbildung 11: BacksideBus für einfache Anbindung an andere Hutschienenmodule 10](#_Toc531942236)

[Abbildung 12: Temperatursensor MAX31865 10](#_Toc531942237)

# Aufgabenstellung

Ziel dieser Projektarbeit im Rahmen des Faches „Vertiefung Microcomputertechnik Bachelor“ ist das Design eines Solarreglers in Form eines DIN-Hutschienenmoduls. Dieses Modul soll über ein Relais verfügen um eine Pumpe direkt bis 185W / 370W, beziehungsweise indirekt über ein Leistungsschütz anzusteuern. Die Temperaturen zweier bis maximal dreier verschiedener Stellen sollen über unabhängige PT100/PT1000 Temperaturfühler zu erfassen sein. In Software wird die Logik der Regelung implementiert, deren Parameter über die CAN-Schnittstelle des Moduls modifizierbar sein sollen. Hierfür steht als Entwicklungsgrundlage das Grundgerüst einer Platine im Formfaktor des Hutschienenmoduls aus früheren Projekten zur Verfügung, auf welchem bereits ein Netzteil, der steuernde Mikroprozessor mitsamt CAN- und I2C-Schnittstellen, die JTAG-Schnittstelle, eine Status-LED und ein Reset-Taster implementiert waren.

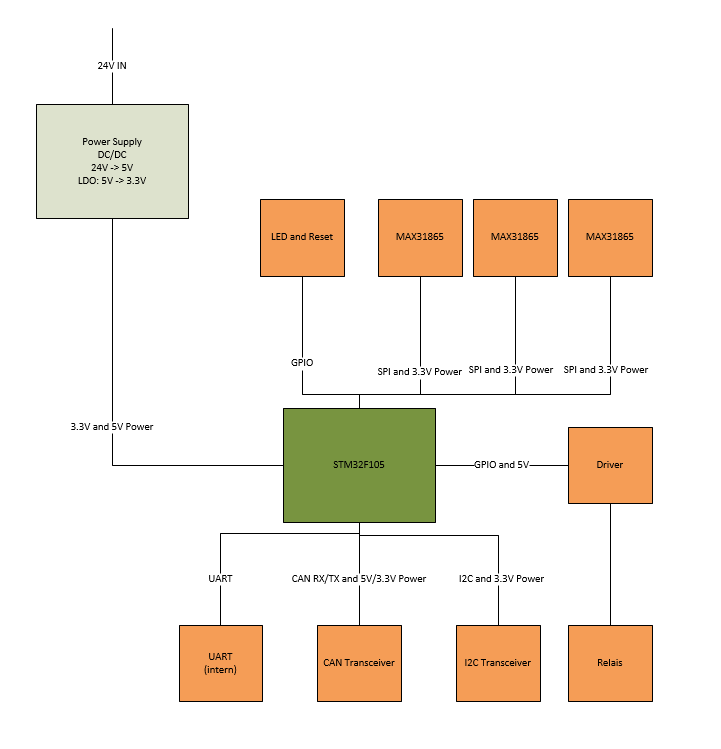


Abbildung 1: Blockschaltbild Solarregler

# Beschreibung der Hardware

Im Folgenden werden die während des Projekts entstandenen und modifizierten Stromlaufpläne kurz erläutert. Diese wurden in EAGLE 7.70 erstellt.

## Spannungsversorgung

Die Spannungsversorgung des Hutschienenmoduls ist in 2 Einheiten geteilt. Auf der Primärseite bei 24V DC ist das Modul mit der Diode D3-1 gegen Verpolung geschützt. Die Primärseite kann entweder mit einer Kleingeräteschmelzsicherung oder einer selbstrückstellenden SMD Sicherung (F3-1/F3-2) geschützt werden. Gegen Überspannungen ist der Solarregler mit drei Varistoren (VAR3-1, VAR3-2, VAR3-3) und aufgrund deren Trägheit mit der Suppressordiode D3-2 gesichert. Der Schaltregler IC3-1 Trennt Primär- und Sekundärseite galvanisch und erzeugt eine Spannung von 5 Volt, welche noch wegen der Restwelligkeit, welche Schaltreglern typischerweise noch zu eigen ist, durch einen Low Dropout Linearregler auf 3.3V gebracht werden. Für den Betriebsfall des Flashens des Microcontrollers ist der Jumper JP3-1 in der Lage, den Controller über die Versorgungsspannung des JTAG-Links zu speisen.

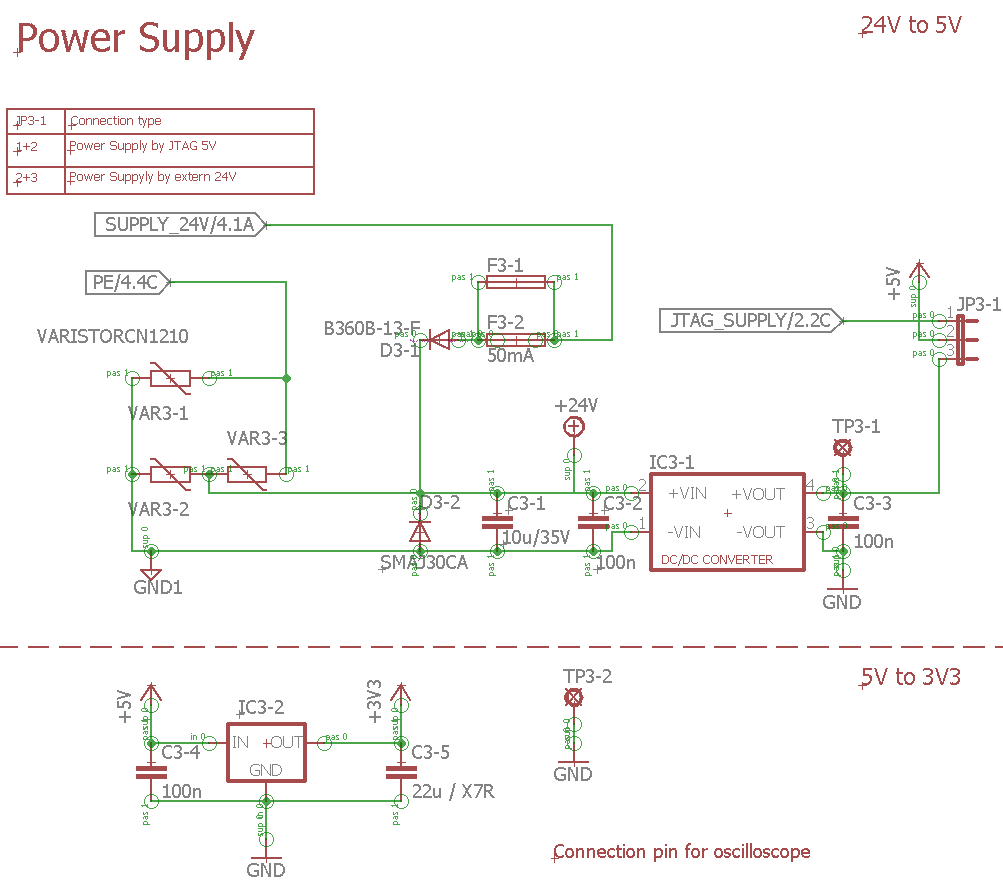


Abbildung 2:Spannungsversorgung des HS-Moduls

## Microcontroller

Eingesetzt wird der Microcontroller STM32F105RBT6 von ST Microelectronics.

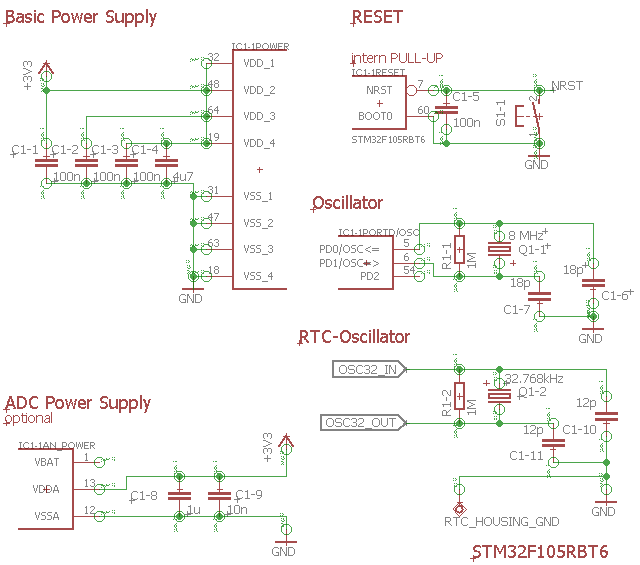


Abbildung 3: Grundlegende Beschaltung des Microcontrollers STM32F105RBT6

Dieser wird unter Verwendung von Abblockkondensatoren an seinen jeweiligen VDD und VSS Pins an 3.3V und Ground angeschlossen. Über den entprellten Drucktaster S1-1 kann ein Reset am Microcontroller ausgelöste werden. Zur Ableitung seines Systemtaktes wird der Controller mit einem 8 MHz Quarz und einem 32.769kHz Quarz für für die RTC Funktionalitäten beschalten. Zusätzlich muss noch der ADC des Controllers mit Spannung versorgt werden.

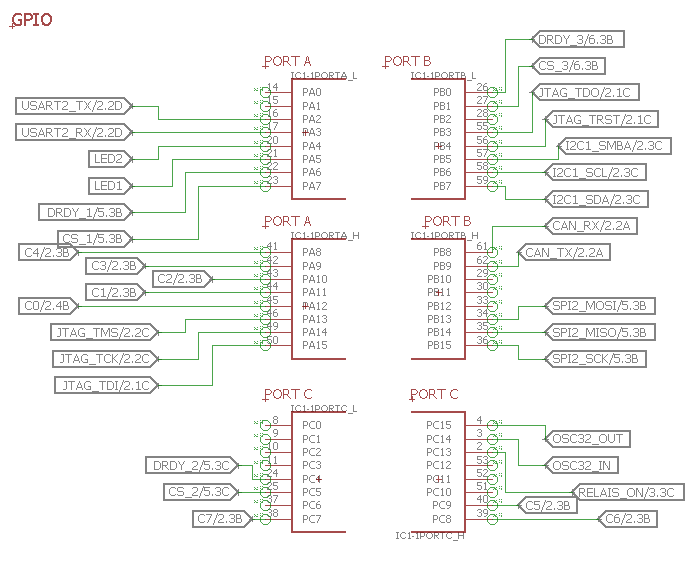


Abbildung : Beschaltung der GPIOs des Controllers

## Kommunikationsinterfaces

Zur Verbindung des Controllers mit den Temperatursensoren wird die SPI Schnittstelle 2 genutzt. Um auf das Hutschienenmodul zugreifen zu können sind eine CAN-Schnittstelle und eine I2C-Schnittstelle in der Hardware vorgesehen. Außerdem wurde ein Header für eine UART Verbindung in das Design einbezogen.

### I2C-Interface

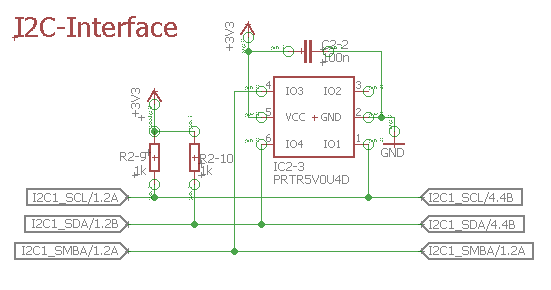


Abbildung : Das I2C-Interface wird über ein RTR TVS-Array IC2-3 ESD geschützt

Das I2C-Interface des Controllers wird auf den Rückseitenbus des Moduls geführt. Um angemessenen Schutz vor ESD zu gewährleisten, befindet sich ein Rail-to-Rail TVS-Array (IC2-3) im Design, welches Überspannungen auf den Busleitungen gegen GND oder +3V3 ableitet.

### UART-Interface

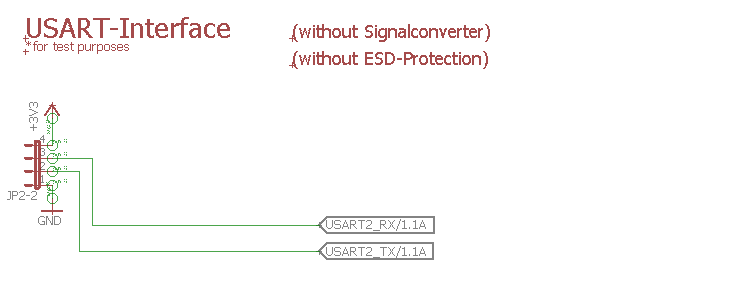


Abbildung : UART Interface ohne zusätzliche Beschaltung

Das UART-Interface des Controllers wurde zu Debugging Zwecken auf einen Pinheader geführt. Da diese serielle Schnittstelle jedoch im eigentlichen Betrieb nicht genutzt werden soll, sind weder ein ESD-Schutz noch ein Pegelwandler vorgesehen.

### JTAG-Interface

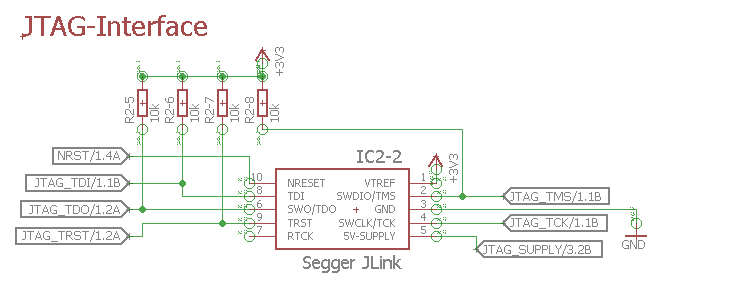


Abbildung : Segger Link zur Anbindung des JTAG-Interfaces

Zur Programmierung des Microcontrollers wird ein JTAG-Anschluss über einen Segger JLink Adapeter vorgesehen. Die entsprechenden Pull-Up Widerstände wurden mit eingeplant.

### CAN-Interface

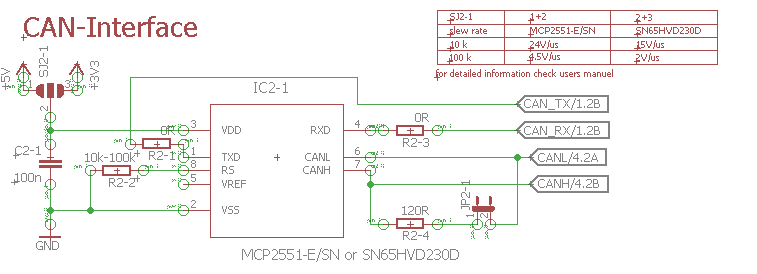


Abbildung : Für das CAN-Interface sind verschiedene Transceiver wählbar

Der CAN-Controller des STM32 wird über die CAN\_TX und CAN\_RX Signale an einen CAN-Transceiver angebunden, welcher dafür zuständig ist, das differentielle CAN-Signal zu erzeugen und in den Bus einzuspeisen. Für den Transceiver (IC2-1) können verschiedene Varianten gewählt werden, für die dann über den Jumper SJ2-1 die passende Versorgungsspannung eingestellt wird. Mit R2-2 kann die Slew-Rate eingestellt werden. Außerdem kann mit Setzen von JP2-1 über R2-4 der CAN-Bus mit 120 Ohm terminiert werden.

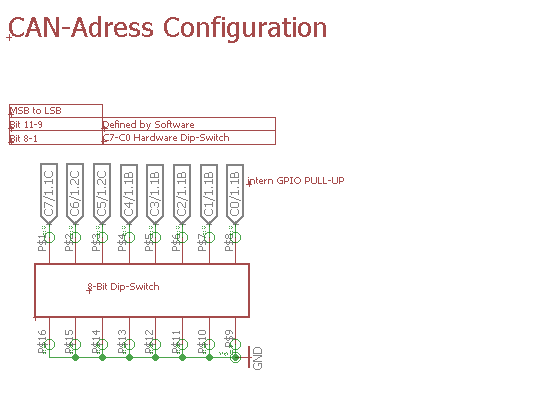


Abbildung : DIP-Switch zur Einstellung der CAN-ID

Die ID des Hutschienenmoduls am CAN-Bus kann über einen DIP-Switch eingestellt werden. Die 8 Switches entsprechen dabei den 8 niederwertigen Bits der CAN-ID, während die 3 höchstwertigen durch die Software definiert werden.

## Anbindung an das Gehäuse

Die Anschlüsse der Temperatursensoren, der Kommunikationsschnittstellen und der Versorgungsspannung werden über Schraubklemmen oder auch den Rückseitenbus nach außen hin zugänglich gemacht.

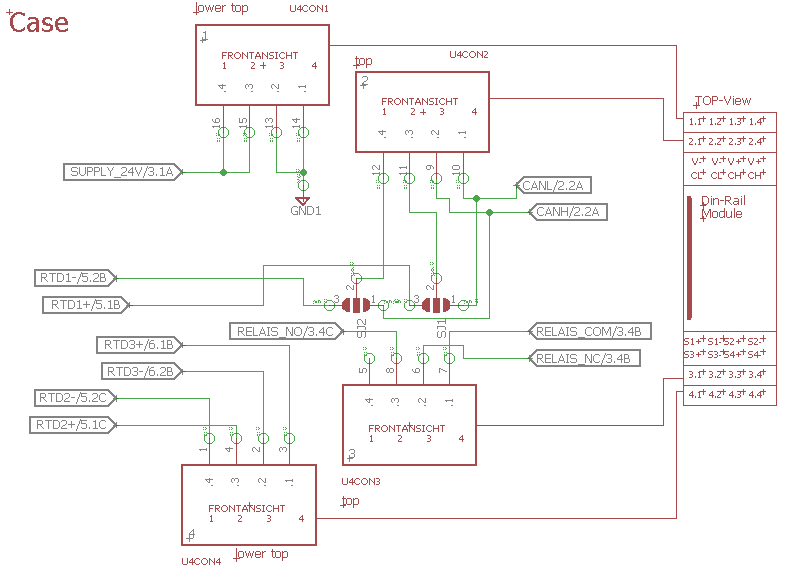


Abbildung : Anbindung an die Schraubklemmen des Gehäuses

Für die Versorungsspannung wurden je 2 Schraubklemmen für 24V und GND in der oberen Schraubklemmenreihe vorgesehen. Für den CAN-Bus sind 2 Klemmen für CAN-High und CAN-Low eingeplant, welche sich über die Jumper SJ1 und SJ2 an 2 weitere Klemmen durchschleifen lassen. Optional können diese beiden Anschlüsse auch für die Anbindung eines dritten Temperatursensors benutzt werden. In der unteren Reihe der Schraubklemmen werden die 2 anderen Temperatursensoren mit ihren jeweiligen Messleitungen RTDX+ und RTDX- angeschlossen. Darunter sind die drei Anschlüsse des Relais-Wechslers, NO, NC und COM nach außen geführt.

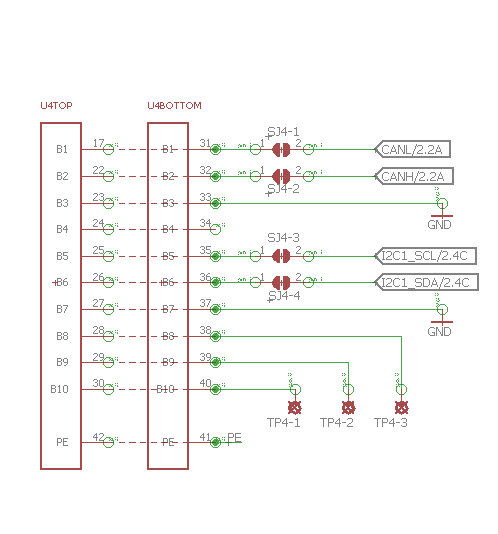


Abbildung : BacksideBus für einfache Anbindung an andere Hutschienenmodule

Zusätzlich zu den Schraubklemmen des Gehäuses werden die Schnittstellen CAN und I2C zusammen mit GND und PE Anschlüssen auf den Rückseitenbus geführt. Diese Verbindungen sind optional und lassen sich über die Jumper SJ4-1 und SJ4-2 für CAN und SJ4-3 und SJ4-4 für I2C herstellen.

## Temperatursensoren

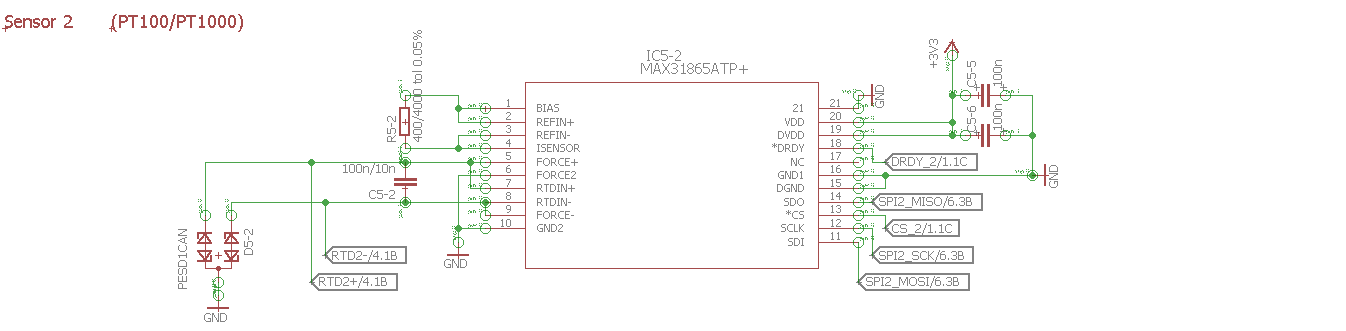


Abbildung : Temperatursensor MAX31865

Zur Messung der Temperaturen werden PT100/PT1000 Temperaturfühler zusammen mit MAX31865 Bausteinen zur Messwerterfassung benutzt. Diese Bausteine werden mit 3.3V betrieben und lassen sich über SPI ansprechen. Dafür sind die entsprechenden Busleitungen angebracht. Je nachdem, ob ein PT100 oder PT1000 Fühler benutzt wird, muss der Referenzwiderstand R5-2 zu 400 Ohm bzw. 4000 Ohm gewählt werden. Ebenfalls muss der Kondensator C5-2 entsprechend mit 100nF bzw. 10nF dimensioniert werden. Zum Schutz des Bausteins vor elektrostatischer Entladung sind Suppressordioden zwischen die berührbaren Schraubklemmen und GND geschalten. Der Schaltplanausschnitt zeigt nur einer der drei Messumwandler. Die anderen sind jedoch analog ausgelegt.