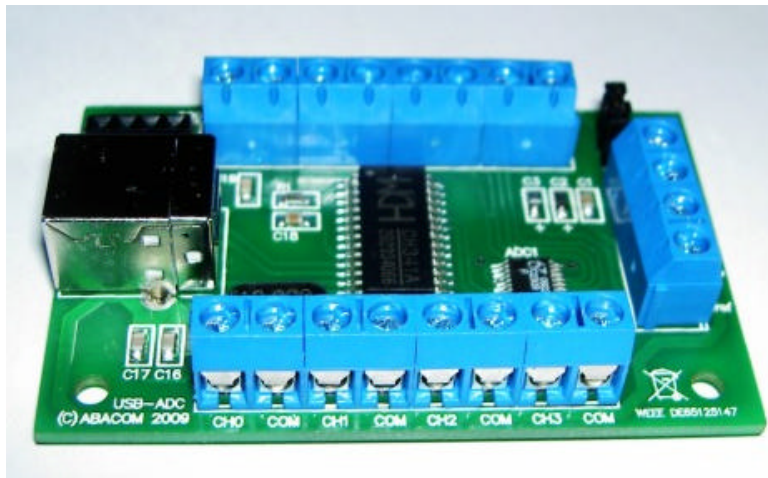


USB-ADC



Features

- Kompakter USB-ADC (LTC2309) für die Mess- und Steuerungstechnik
- Acht bipolare Spannungseingänge $-2,047\text{ V} \dots + 4,095\text{ V}$ (massebezogen)
- Kanäle paarweise als Differenzeingang nutzbar ($-4,095\text{ V} \dots +4,095\text{ V}$)
- Auflösung 12 Bit (1 mV pro Schritt)
- Max. 400 Samples/Sek. (2 ms pro Kanal)
- Referenzspannung intern (4,095V) oder extern
- Abmessungen ca. 70 x 45 x 15 mm
- Betriebsspannung (+5V) wahlweise vom USB oder extern
- komfortabler Anschluss über Schraubklemmen
- USB-Chipsatz: CH341A
- Integrierte I²C/TWI-Master-Schnittstelle
- Systemvoraussetzungen: XP, 2000, Vista, WIN 7, 32/64 Bit
- Einsetzbar mit ProfiLab 4.0.
- Einfache Programmierung per ActiveX-Steuerelement (OCX)
- Programmbeispiele in C++, Delphi und Visual Basic.

Download-Link für Anleitung, Treiber, Beispiele

http://www.abacom-online.de/div/setup_usb_ADC.exe

Installation

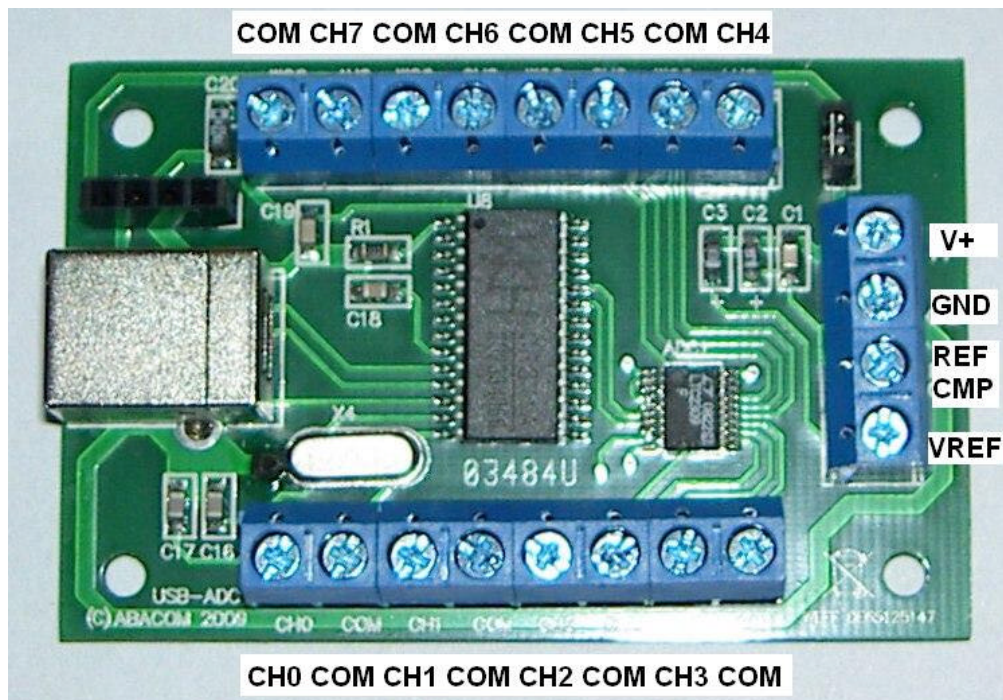
- Bevor Sie die Karte mit dem USB verbinden, laden Sie bitte unbedingt die die zugehörige Software herunter und führen Sie das Installationsprogramm aus.
- Danach können Sie die Karte mit dem USB verbinden und die gewohnte Windows-Plug&Play-Installation durchführen.
- Nun ist die Karte einsatzbereit. Weitere Informationen zur Verwendung der Karte finden Sie jetzt in der Anleitung und in den weiteren Dateien, die das Installationsprogramm installiert hat.

Anschlussklemmen

Das Modul stellt folgende Anschlussklemmen für den bequemen Anschluss Ihrer Peripherieschaltung bereit:

- Spannungseingänge CH0 ... CH7
- Gemeinsames Bezugspotential COM für Spannungseingänge *
- GND: Masse (verbunden mit PC-Masse)
- VREF: LTC2309 interne Vref (+2,5V)
- REFCMP: Referenzspannung für Messung
- V+: USB-Versorgungsspannung (+5V)

Die Klemmen CH0 bis CH7 stellen die Spannungseingänge des ADC dar.



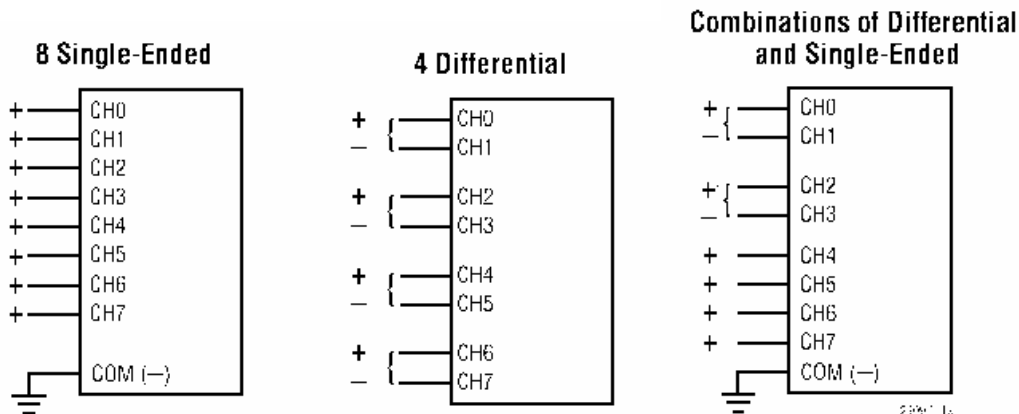
Bitte beachten Sie bei der Einspeisung von Signalen in jedem Fall, dass die „Absolute Maximum Ratings“ des LTC2309 eingehalten werden.

Die Potentiale an den Klemmen CH0...CH7, COM und VREF müssen folgende Grenzwerte UNBEDINGT einhalten: (GND) – 0,3V bis (V+) + 0,3V

* Die Anschlüsse (COM) bilden das gemeinsame Bezugspotential für die Spannungsmessung, welches einen Bezug zur PC-Masse (GND) haben muss. Im einfachsten Fall ist also ein Anschluss (COM) mit Masse (GND) zu verbinden. (siehe auch Datenblatt LTC2309: Typical Application).

Single-Ended Messung

Die Spannungsmessung erfolgt gegen ein gemeinsames Bezugspotential (COM). Um den Anschluss zu erleichtern ist jedem Spannungseingang ein COM-Anschluss zugeordnet. Alle COM Anschlüsse sind intern miteinander verbunden. Das Messergebnis der **Single-Ended-Messung** wird in der Software über die **Kanalnamen CH0..CH7** abgefragt.



Differentielle Messung

Alternativ können die Eingangspaare (CH0-CH1), (CH2-CH3), (CH4-CH5) und (CH6-CH7) für Differenzmessungen verwendet werden. Dabei stellt jeweils die niedrigere Anschlussnummer den nicht-invertierenden und die höhere Anschlussnummer den invertierenden Spannungseingang dar. Das Messergebnis der **Differenzmessung** kann in der mitgelieferten Software über die **Kanalnamen DF01, DF23, DF45 und DF67** abgefragt werden.

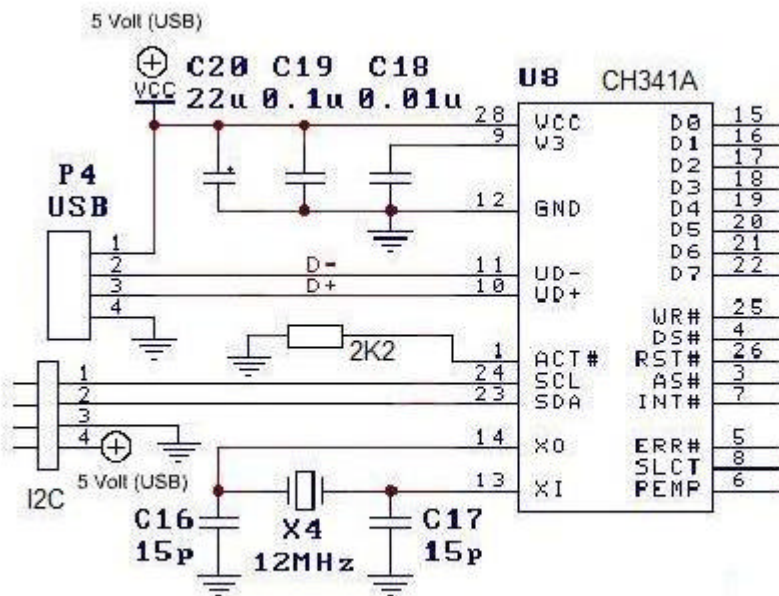
Die Abfrage der Software-Kanäle (single-ended oder differentiell) ist jederzeit möglich und unabhängig davon welche Eingangsbeschaltung tatsächlich verwendet wird.

Kanalname Software	Messung	Einspeisung +	Einspeisung -	Messbereich*
ADC_CH0	Single-ended	CH0	COM	-2,047 V ... 4,095 V
ADC_CH1	Single-ended	CH1	COM	-2,047 V ... 4,095 V
ADC_CH2	Single-ended	CH2	COM	-2,047 V ... 4,095 V
ADC_CH3	Single-ended	CH3	COM	-2,047 V ... 4,095 V
ADC_CH4	Single-ended	CH4	COM	-2,047 V ... 4,095 V
ADC_CH5	Single-ended	CH5	COM	-2,047 V ... 4,095 V
ADC_CH6	Single-ended	CH6	COM	-2,047 V ... 4,095 V
ADC_CH7	Single-ended	CH7	COM	-2,047 V ... 4,095 V
ADC_DF01	Differential	CH0	CH1	-4,095 V ... 4,095 V
ADC_DF23	Differential	CH2	CH3	-4,095 V ... 4,095 V
ADC_DF45	Differential	CH4	CH5	-4,095 V ... 4,095 V
ADC_DF67	Differential	CH6	CH7	-4,095 V ... 4,095 V

Die Anschlüsse VREF und REFCMP sind im Abschnitt „ADC und Referenzspannung“ erläutert. Weitere Informationen dazu finden Sie auch im Datenblatt des LTC2309.

* Durch Optimierung der Software (automatisch Messbereichsumschaltung) wird eine Auflösung von **1mV/Schritt für alle Kanäle** erreicht, die besser ist als jene die sich rein rechnerisch aus den Spannungsbereichen und der 12-Bit Auflösung des LTC2309 ergibt.

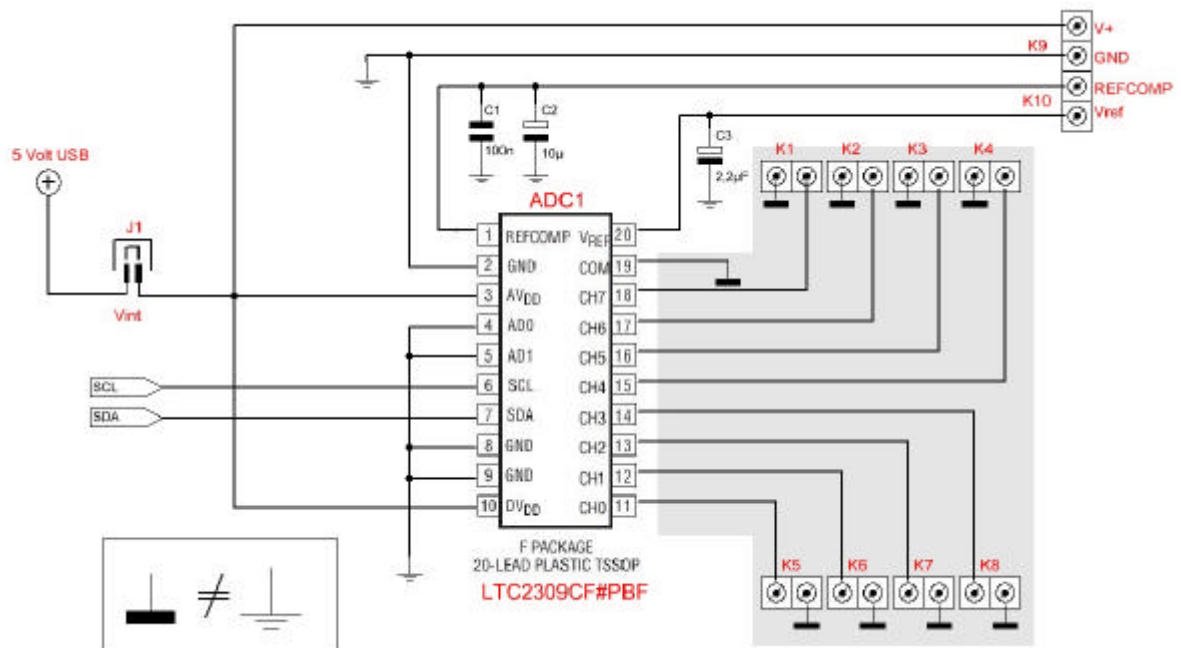
USB-Interface



Die Ansteuerung des ADC erfolgt intern über eine I²C-Datenverbindung. Dabei belegt der LTC2309 die I²C-Chipadresse 08hex.

Der I²C-Datenbus steht über eine 4-polige Stiftbuchse für Schaltungserweiterungen zur Verfügung, so dass das ADC-Modul zusätzlich als PC-nach-I²C-Adapter genutzt werden kann.

ADC und Referenzspannung



Der Analogteil des Moduls besteht aus einem hochwertigen Analog-Digital-Konverter (Linear Technologies LTC2309) mit interner Spannungsreferenz.

Interne Referenzspannung

Der Anschluss VREF liefert die interne Referenzspannung (2,5V; Quellwiderstand: 8 KOhm) des LTC2309. Diese wird vom LTC2309 intern auf 4,095V verstärkt und über den Anschluss REFCMP ausgegeben (4,095V). Die Spannung an REFCMP dient als Bezugsspannung für die Spannungsmessung, d.h. der ADC liefert Vollausschlag, sobald die Eingangsspannung an einem Messkanal gleich der Bezugsspannung REFCMP ist.

Externe Referenzspannung

Soll nicht die interne Referenzspannung verwendet werden, so muss zunächst der Anschluss Vref mit Masse (GND) verbunden werden. Danach kann eine eigene Referenzspannung über die Klemme REFCOMP niederohmig eingespeist werden.

Wichtig: $0 < \text{REFCOMP} < V+$

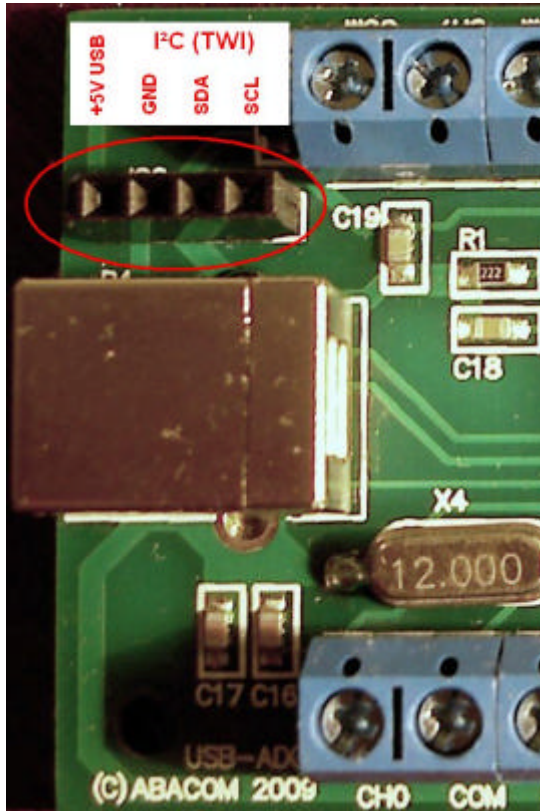
Spannungsversorgung

Solange die Steckbrücke (Jumper J1) aufgesteckt ist, liefert der Anschluss V+ liefert die USB-Spannungsversorgung (+5V), die auch die interne Spannungsversorgung übernimmt. Bitte beachten Sie beim Anschluss eigener Schaltungen den max. zulässigen Strom von 500 mA des USB-Port!.

Bei Bedarf kann der ADC durch eine eigene, STABILISIERTE Versorgungsspannung (+5V) über die Klemme V+ versorgt werden. In diesem Fall muss unbedingt Jumper J1 entfernt werden.

I²C-Master-Anschluss

Eine vierpolige Buchsenleiste stellt die I²C-Signale und die USB-Versorgungsspannung für eigene Schaltungserweiterungen bereit. Dabei darf die Gesamtstromentnahme aus dem USB-Port 500mA nicht übersteigen. Die I²C-Pullup-Widerstände (meist 2K2) müssen in der Anwenderschaltung vorgesehen werden. Bitte beachten Sie, dass die I²C-Slave-Adresse 08hex bereits intern durch den AD-Wandler belegt ist.



Software

Laden Sie die Software von unseren Internetseiten herunter. Das Setup-Programm kopiert folgende Ordner auf Ihre Festplatte:

API

Dieser Ordner enthält Dateien und Beispiele für die eigene Programmierung der Karte mit verschiedenen Programmiersprachen.

DOC

Enthält einige Datenblätter und evtl. nützliche Zusatzinformationen.

DRIVER:

Dieser Ordner enthält die USB-Treiber die Sie für die Windows Plug&Play-Installation benötigen.

Nach dem Anstecken am USB muss die Treiberinstallation für den CH341A-Interfacechip erfolgen. Den Treiber finden Sie im Ordner DRIVER. Danach ist das Gerät einsetzbar. Die Adressierung der Karte erfolgt über eine fortlaufende Gerätenummer des CH341A-Interface-Chips. Alle am System angeschlossenen CH341A-Chips erhalten automatisch eine fortlaufende Nummer beginnend mit 0.

Programme die Daten an das Gerät senden wollen, öffnen zunächst anhand der Gerätenummer einen Datenkanal zum CH341A-Chip, über den dann die Datenübertragung zum ADC erfolgt. In der Anwendungssoftware muss in der Regel nur die richtige Gerätenummer eingestellt werden, um den ADC anzusprechen.

TEST

enthält ein einfaches Testprogramm für einen ersten Funktionstest.

Funktionstest

Für einen ersten Funktionstest und zum Ermitteln der richtigen Gerätenummer finden Sie ein Testprogramm im Ordner \TEST.

ProfiLab Expert

In diesem Ordner finden Sie Beispiele für ProfiLab Expert. Bitte verwenden Sie das neueste Internet-Update für die ProfiLab-Software.

Programmierschnittstelle

Programmierbeispiele für verschiedene Programmiersprachen finden Sie im Ordner \API der Softwareinstallation.

Die Programmierung des ADC und der I²C-Schnittstelle erfolgt mit Hilfe eines ActiveX-Steurelements. Dieses befindet sich in der Datei ABACOM_USB_ADC.OCX. Das Steurelement wird bei der Installation der Software automatisch unter dem Namen "ABACOM USB ADC" registriert und kann mit allen Programmiersprachen verwendet werden, die den Import von ActiveX-Steurelementen unterstützen. Grundlegende Informationen zum Import von ActiveX-Steurelementen entnehmen Sie bitte der Anleitung zu Ihrer Programmiersprache. Dies nachstehenden Programmauszüge stellen keinen lauffähigen Programmcode dar. Sie dienen nur zur Erläuterung des Funktionsprinzips. Bitte beachten Sie auch die mitgelieferten Programmbeispiele.

Für die Programmierung erzeugt man zunächst ein "ABACOM USB ADC" – Objekt vom Typ TUSBADCX. Dies kann entweder dynamisch zur Laufzeit oder mit Hilfe des Formular-Designers der Programmiersprache geschehen.

```
TUSBADCX *ADC ;  
  
ADC = new TUSBADCX(this);  
ADC->Parent = this;  
ADC->Left = 24;  
ADC->Top = 40;
```

Neben den gewohnten Eigenschaften zur Verwaltung des Steurelements, wie .z.B. LEFT, TOP, etc. verfügt das Steurelement über Methoden und Eigenschaften, die speziell der Programmierung des ADC und der I²C-Schnittstelle dienen, wie z.B.

```
Channel0Value = ADC->ADC_CH0 //Single-ended CH0  
Diff01 = ADC->ADC_DF01 //Differential CH0-CH1
```

oder

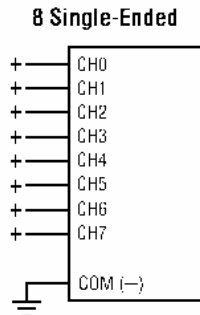
```
ADC->I2C_Write(...)
```

Diese Namen dieser Eigenschaften und Methoden beginnen entsprechend Ihrer Verwendung mit "ADC_" bzw. "I2C_".

Programmierung des ADC

Den Kanälen des ADC sind Eigenschaften (Properties) zugeordnet, die es erlauben die Spannung der Eingangskanäle zu erfassen.

Single-ended Messungen (CH0...CH7; bezogen auf COM)

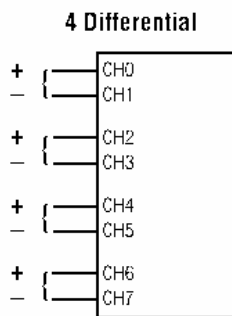


```
CH0_to_COM_mV = ADC->ADC_CH0 //Lesen Kanal 0, single ended
CH1_to_COM_mV = ADC->ADC_CH1 //Lesen Kanal 1, single ended
(...)
CH7_to_COM_mV = ADC->ADC_CH7 //Lesen Kanal 7, single ended
```

Das Ergebnis der Leseoperationen `ADC->ADC_CH0 .. 7` ist ganzzahlig und vorzeichenbehaftet und liefert Werte zwischen -2047 ... +4095, was dem angelegten Spannungswert in Millivolt (mV) entspricht (bei $V_{ref} = 4,095V$).

Der LTC2309 stellt für single-ended Messungen zwei mögliche Messbereiche zur Verfügung: Einen unipolaren Messbereich (0...4,095V) und einen bipolaren Messbereich (-2,047V...+2,047V), beide mit einer Auflösung von 1mV-Schritten. Um die Handhabung einfach und flexibel zu gestalten und einen möglichst grossen Spannungsbereich abzudecken, erfolgt die Messbereichsumschaltung automatisch bei der Abfrage der Kanäle, sodass ein resultierender Gesamtmessbereich von -2047 bis 4095 mV ohne Auflösungsverlust erreicht wird (1mV/Schritt).

Differenzmessungen (CH0-CH1; CH2-CH3; CH4-CH5; CH6-CH7)



Die Anschlussklemmen CH0...CH7 können paarweise als Differenzeingänge verwendet werden. Die Ergebnisse der Differenzmessung können durch lesen der Softwarekanäle DF01, DF23, DF45 und DF67 ermittelt werden:

```
CH0_minus_CH1_mV = ADC->ADC_DF01 //Lesen Kanal8=differential CH0-CH1
CH2_minus_CH3_mV = ADC->ADC_DF23 //Lesen Kanal9=differential CH2-CH3
CH4_minus_CH5_mV = ADC->ADC_DF45 //Lesen Kanal10=differential CH4-CH5
CH6_minus_CH7_mV = ADC->ADC_DF67 //Lesen Kanal11=differential CH6-CH7
```

Auch hier ist das Ergebnis ganzzahlig und vorzeichenbehaftet und liefert Werte zwischen -4095 ... +4095, was wiederum der Differenzspannung in Millivolt entspricht. Auch hier wählt die Software automatisch die LTC2309 internen Messbereiche und erreicht so eine Auflösung von 1mV/Schritt, was theoretisch sogar 13 Bit entspricht.

Bitte beachten Sie bei der Einspeisung von Signalen in jedem Fall, dass die „Absolute Maximum Ratings“ des LTC2309 eingehalten werden.

Die Potentiale an den Klemmen CH0...CH7, COM und VREF müssen folgende Grenzwerte UNBEDINGT einhalten: (GND – 0,3V) bis (V+) + 0,3V

Die Anschlüsse (COM) bilden das gemeinsame Bezugspotential für die Spannungsmessung, welches einen Bezug zur PC-Masse (GND) haben muss. Im einfachsten Fall ist also ein Anschluss (COM) mit Masse (GND) zu verbinden. (siehe auch Datenblatt LTC2309: Typical Application).

Die Abfrage der Software-Kanäle (single-ended (Kanal 0..7) oder differentiell (Kanal 8..11) ist jederzeit möglich und unabhängig davon welche Eingangsbeschaltung tatsächlich verwendet wird.

Für die Verwendung mehrerer Karten legt man ggf. mehrere Objekte an und setzt die Gerätenummer ADC_DeviceNo entsprechend:

```
ADC1->ADC_DeviceNo = 0; //erste Karte
ADC2->ADC_DeviceNo = 1; //zweite Karte
usw.
ADCX->ADC_DeviceNo = -1 // Disabled device
```


Programmierung der I²C/TWI-Schnittstelle

Das Karte besitzt eine I²C-Master-Schnittstelle, die es erlaubt zusätzliche I²C-Peripherie-Chips am PC zu betreiben. Dazu sind Kenntnisse der I²C-Technik und das Verständnis der Datenblätter der verwendeten Chips unerlässlich.

Die Programmbeispiele beziehen sich auf eine I²C-Demonstrationsschaltung von MicroChip(TM), die anschlussfertig als Zubehör bei uns erworben werden kann.

http://www.electronic-software-shop.com/product_info.php?pName=microchip-ic-board-p-17&cName=hardware-ic-twi-c-2_13

Ebenso lassen sich - bei entsprechender Programmierung - natürlich auch andere I²C-Schaltungen an der Schnittstelle betreiben.

Für die Kommunikation mit I²C-Chips stehen folgende Funktionen zur Verfügung:

Byteweises Schreiben und Lesen Chip-Registern

Die Methode

```
ADC->I2C_Write(0x20,0x09,LEDStatus)
```

schreibt ein Byte (hier LEDStatus) an die Chip-(Slave)-Adresse 0x20 in ein Chip-Register (hier 0x09).

```
ADC->I2C_Read(0x20,0x09,InData)
```

Liest ein Register (hier 0x09) eines I²C-Chips, dessen Chip-Adresse 0x20 ist. Der Rückgabewert InData enthält den gelesenen Byte-Wert als lesbare Zeichenkette (HEX-Dump; z.B. "A7")

Direktes Schreiben und/oder Lesen von Busdaten

Ein direktes Schreiben und Lesen von Datenbytes über den I²C-Bus ist mit der Funktion STREAM-Funktion möglich:

```
OutData = "92 00";  
ADC->I2C_Stream(outData, 2, inData);
```

Die Datenübergabe (inData; outData) erfolgt als lesbare Zeichenkette (Hex-Dump). Das Beispiel schreibt zwei Bytes 0x92 und 0x00 auf den Bus. Die Anzahl der zu schreibenden Bytes wird aus der Länge des Hex-Dumps (OutData) implizit ermittelt.

Die Anzahl der zu lesenden Bytes muss explizit angegeben werden (hier zwei). Der Rückgabewert inData liefert wiederum eine lesbare Zeichenkette der eingelesenen Bytes, wie z.B. "FE B6".

Die Funktion schreibt/liest die Daten wie gesagt – ohne jede eigene Logik – direkt über den I²C-Bus und ist damit sehr universell einsetzbar.

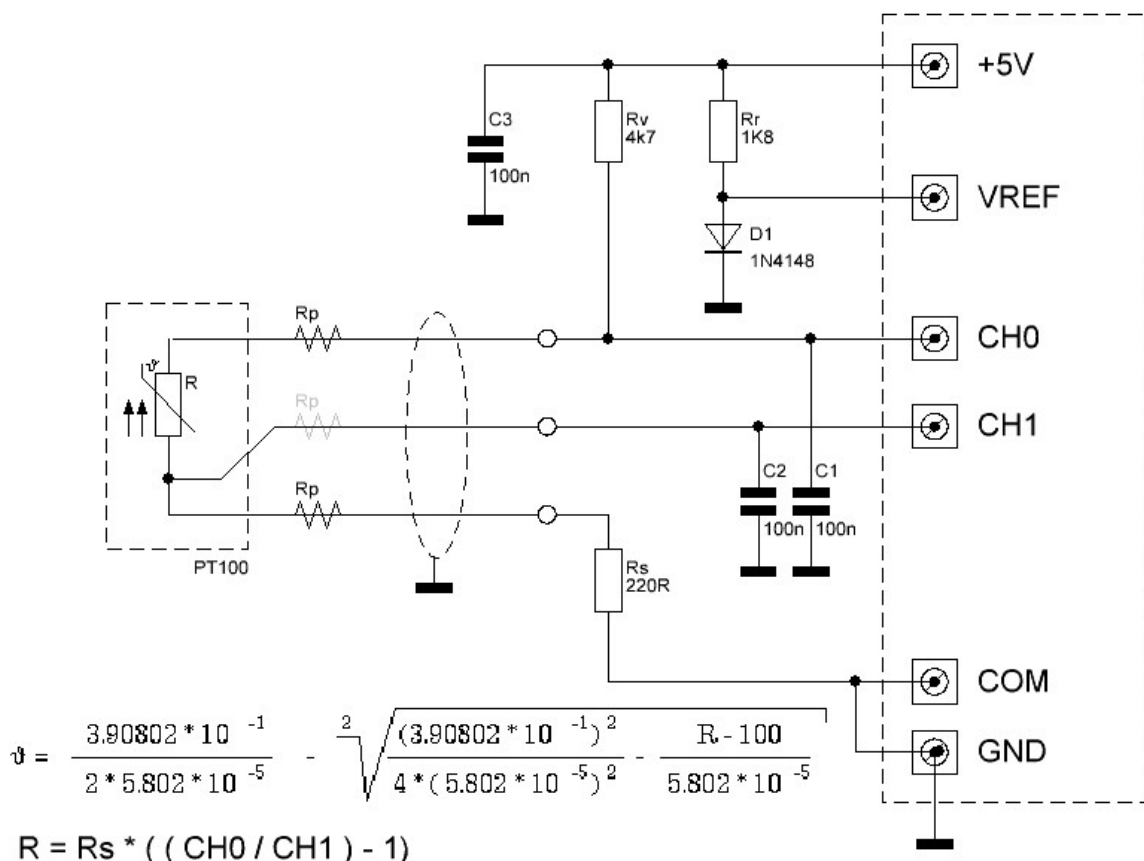
EEPROM

Das Schreiben und Lesen eines Standard-EEPROMS wird durch die folgende Funktionen ermöglicht:

```
ADC->I2C_WriteEEPROM(eprom24C02, 0, "FF FE");  
ADC->I2C_ReadEEPROM(eprom24C02, 0, 7, Data);
```


Praxisbeispiel: Verwendung des Moduls mit PT100 Temperatursensoren

Nachstehendes Bild zeigt den Anschluss eines PT100 an den ADC. Aus dem Widerstand R des PT100 kann rechnerisch (d.h. per Software) die Temperatur ermittelt werden. Der PT100 wird von einem Strom durchflossen, der durch einen Vorwiderstand Rv (4,7KOhm) begrenzt ist und ausreichend gross gewählt ist, um die Eigenerwärmung des Sensors durch den Stromdurchfluss in Grenzen zu halten. Der gleiche Strom fliesst über den Shunt-Widerstand Rs (220 Ohm). Der Widerstand R (und damit die Temperatur) ergibt sich dann zu $R = R_s * ((CH0 / CH1) - 1)$ aus der Spannungsteilerregel. CH0 und CH1 sind die gemessenen Klemmenspannungen gegen Masse. Da die Klemmenspannungen nur wenige 100mV betragen, verwendet die Schaltung eine externe Referenzspannung, um die Auflösung des AD-Wandlers gut auszunutzen (ca. 1°C). Die Referenzspannung wird mit Hilfe der Diode D1 erzeugt, über der in Durchlassrichtung eine Spannung von ca. 600-700mV abfällt. Die Genauigkeit und Temperaturdrift dieser einfachen Referenzspannungserzeugung kann man im vorliegenden Fall vernachlässigen, weil lediglich das Spannungsverhältnis CH0/CH1 in die Messung eingeht und Schwankungen der Referenz sich auf die beiden Messspannungen gleich auswirken. Die parasitären Leitungswiderstände Rp der Messleitung sind nur zu Verdeutlichung eingezeichnet und werden durch die verwendete Dreileiterschaltung eliminiert. Da der Wert des Widerstand Rs (220 Ohm) direkt in die Berechnung eingeht, sollte dafür ein genauer Widerstand mit geringem Temperaturkoeffizienten (Metallwiderstand) verwendet werden. Mit der Schaltung kann der gesamte Temperaturbereich der Sensoren (je nach Typ bis ca. 800°) genutzt werden.



Da jeder Temperatursensor ein Klemmenpaar benötigt, lassen sich maximal vier PT100 an einem Modul betreiben. Die Ermittlung des Widerstandes R und der Temperatur muss per Software aus den Messspannungen berechnet werden. In unserer Software RealView und ProfiLab stehen dafür bereits fertige Komponenten zur Verfügung, welche direkt einen Temperaturwert liefern.