



MAI 95

---

Industrie-Datenerfassung mit dem PC

# Inhalt

Allgemeins .....	3
Der Einbau in Ihren PC .....	4
Inbetriebnahme .....	5-6
Meßgenauigkeit .....	7
Technische Daten .....	8-10
I/O - Adressen .....	11
Blockschaltbild .....	12
Grundeinstellungen auf der Karte, Jumper .....	13
Einstellungen der Kartenadresse .....	14
Steckerbelegung .....	15
Anschlussbeispiele .....	16
Temperaturberechnungspolynom nach DIN .....	17
PT100-Sensor und 4-Leiter-Betrieb .....	18
Filterkurve UAF42 .....	19
Programmierung .....	20-23
Anhang, IC-Datenblätter .....	ab 24

# Allgemeines

## Hardware

Diese universelle Multifunktionskarte mit insgesamt 5 Grundfunktionen dient zur Erfassung und Steuerung von analogen und digitalen Signalen in der industriellen Mess- und Prüftechnik. Die eingesetzten Wandlerbausteine repräsentieren sowohl im Typ als auch in der Ausführung den aktuellen Stand der Technik und zählen zum Besten, was renommierte IC-Hersteller heutzutage liefern können.

Die hohe Flexibilität der MFB51-Karte trägt zur einfachen Lösung jeder Meßaufgabe bei und bietet darüber hinaus noch eine Reihe von zusätzlichen herausragenden Leistungsmerkmalen, wie zum Beispiel einen DMS-, PT100- oder Thermoelement-Eingang und ein programmgesteuert schaltbares Antialiasingfilter. Mit 16 asymmetrischen beziehungsweise 8 symmetrischen A/D-Kanälen, 4 D/A-Kanälen, 24 TTL-Ein-/Ausgängen und einem freien 16 bit Interrupt-Timerkanal stellen auch komplexe Meßaufgaben kein Problem dar.

Fast alle Funktionen lassen sich über die Software steuern; Lediglich für die Einstellungen, die man in der Praxis nur einmal vornehmen muß - wie etwa die Adressierung - sind DIL-Schalter oder Steckbrücken vorgesehen.

## Software

Zum Lieferumfang der MFB51 gehören verschiedene Programme, die den sofortigen Einsatz der Karte ermöglichen:

**ADMess**, das unter Windows 3.x läuft, bedient die Funktionen der Karte und liefert eine grafische oder tabellarische Darstellung auf Bildschirm oder Drucker.

Das Programm **MFB51** ist ein mit Turbo-Pascal für Windows erstelltes Programm, das speziell für die MFB-Karte entwickelt worden ist. Der Funktionsumfang ist geringer als bei ADMess (keine Dateioperationen), dafür wird der komplette Source-Code auf Diskette mitgeliefert.

**IRQAT** ermöglicht die Echtzeitverarbeitung der analogen Meßwerte mit den beiden programmierbaren 16-bit-Timern auf der MFB51-Karte. Dieses Programm ist ebenfalls als Source auf Diskette vorhanden.

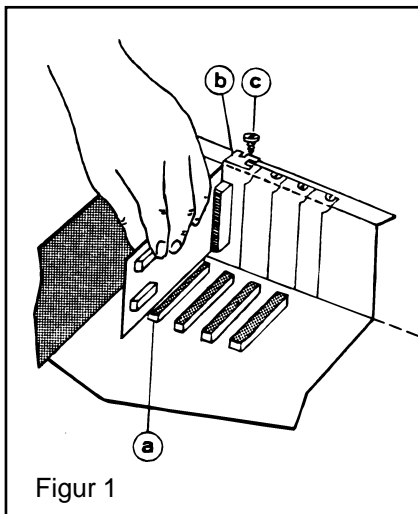
Weitere im Lieferumfang enthaltenen Treiber liegen als Source-Code vor und können individuell für Ihre Programmierung benutzt werden.

# Der Einbau in Ihren PC

1. Schalten Sie zuerst den Rechner und alle daran angeschlossenen Geräte aus.

Bitte beachten Sie: Statische Aufladung kann Ihren Computer und die Karte zerstören! Entladen Sie sich daher vor dem Installieren, indem Sie eine Wasserleitung, ein Heizungsrohr oder ein anderes Metallteil mit Erdverbindung berühren.

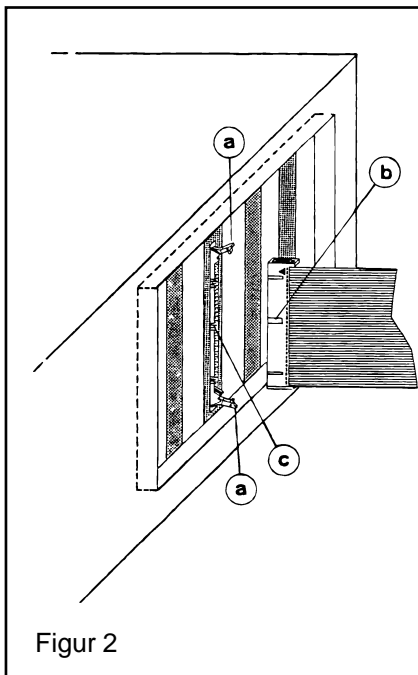
2. Öffnen Sie den PC. Im Allgemeinen müssen dazu auf der Rückseite des Gerätes vier Sicherungsschrauben mit einem Kreuzschlitzschraubendreher gelöst werden, anschließend können Sie das Gehäuse nach vorne hin wegziehen. Eventuell müssen Sie einige behindernde Kabel entfernen, merken Sie sich jedoch unbedingt die zugehörigen Buchsen sowie Richtungsmarkierungen!



können Sie das Gehäuse nach vorne hin wegziehen. Eventuell müssen Sie einige behindernde Kabel entfernen, merken Sie sich jedoch unbedingt die zugehörigen Buchsen sowie Richtungsmarkierungen!

3. Die Einsteckplätze (a1) befinden sich am hinteren Ende Ihres Rechners. Die Rückwand nicht benutzter Plätze wird von einem Schutzblech verdeckt. Suchen Sie einen freien Einsteckplatz und entfernen Sie das dazugehörige Schutzblech (b1), indem Sie seine Halterungsschraube (c1) lösen.

4. Stecken Sie die *MFB51* Erweiterungskarte in den freien Steckplatz (a). Achten Sie auf festen Sitz und darauf, daß Sie die Karte beim Einstecken senkrecht halten.



5. Befestigen Sie das Halterungsblech der Karte (b1) mit der Schraube (c1) des Schutzbleches.

6. Schließen Sie das Gehäuse Ihres Rechners und befestigen Sie es mit den Sicherungsschrauben. Kabel, die Sie während des Einbaus gelöst haben, sollten Sie nun wieder einstecken.

7. Stecken Sie die/das Anschlußkabel der Karte in die vorgesehene Buchse (c2) und achten Sie auf Richtungsmarkierung (b2) bzw. geraden Sitz.

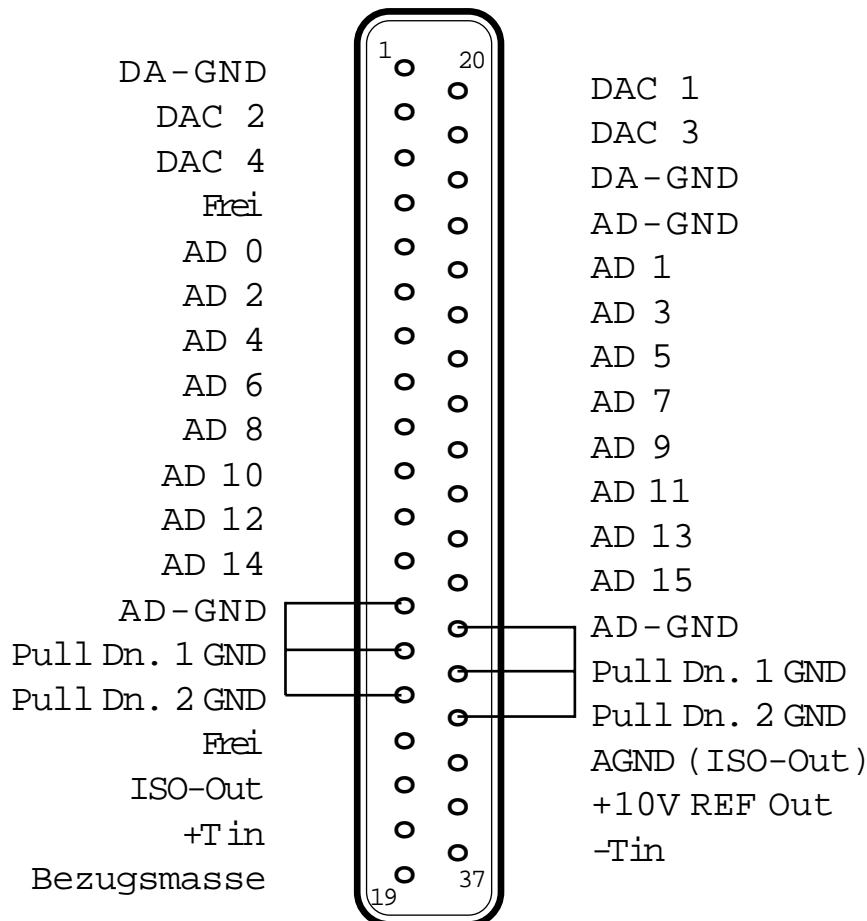
# Inbetriebnahme der MFB51

## Spannung

Vor der ersten Analogmessung müssen die Anschlüsse *Pull Dn. 1 GND*, *Pull Dn. 2 GND* und *AD-GND* miteinander verbunden werden (siehe Skizze unten). Diese Verbindung stellt den Masseanschluß für die **Spannungsmessung mit unsymmetrischem Eingang** dar. Die zu messende Spannung wird zwischen diesen Masseanschluß und einen der Eingänge AD0 bis AD15 angeschlossen. Die Karte ist werkseitig auf den Meßbereich  $\pm 10$  V eingestellt.

Alle Analogeingänge sind mit einem Widerstand nach Masse beschaltet. Diese Abschlußwiderstände sind in zwei Widerstandsarrays untergebracht, der Widerstandswert beträgt werkseitig 100 kOhm. Da die Widerstandsarrays gesockelt sind, kann man ohne weiteres auch abweichende Werte bestücken.

Zur **Spannungsmessung mit symmetrischem Eingang** müssen die beiden 100-k-Widerstandsarrays entfernt werden (die beiden unmittelbar neben dem Anschlußstecker). Die unten dargestellte Verbindung zwischen *Pull Dn. 1 GND*, *Pull Dn. 2 GND* und *AD-GND* ist nicht erforderlich. Die zu messende Spannung muß zwischen AD0 und AD8, AD1 und AD9 oder AD2/AD10 und so weiter angeschlossen werden.



# Inbetriebnahme der MFB51

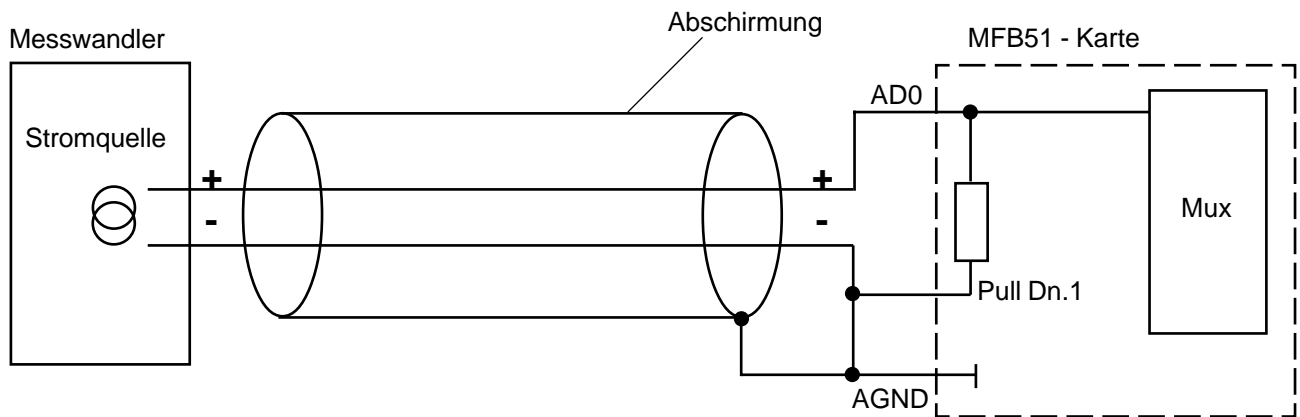
## Strom

Zur **Strommessung mit asymmetrischen Eingang** müssen anstelle der beiden unmittelbar neben dem Sub-D-Stecker montierten 100-k-Widerstandsarrays die mitgelieferten 100-Ohm-Arrays eingesetzt werden. Die Anschlüsse *Pull Dn. 1 GND* und *AD-GND* müssen mit einer (Löt-) Brücke am Stecker verbunden werden. Hier ist der erste Anschluß für den zu messenden Strom. Den zweiten Anschluß bildet einer der Eingänge AD0 bis AD7. Auf diese Weise kann man Ströme messen, die auf das selbe Massepotential bezogen sein müssen.

Wenn man mit den Eingängen AD8 bis AD15 messen will, muß man die Anschlüsse *Pull Dn. 2 GND* und *AD-GND* verbinden und als Meßanschluß verwenden.

Der Meßstrom verursacht über dem als Shunt geschalteten 100-Ohm-Widerstand einen Spannungsabfall. Daraus kann dann mit  $I = U/R$  die Größe des Stroms berechnet werden. Die Eingänge sind für Ströme bis **maximal ±50 mA** ausgelegt, übliche Meßstellenumformer können also direkt angeschlossen werden.

Ist die Stromquelle räumlich weit entfernt (zum Beispiel > 100 m), sollte man die Signalleitung über 2-adriges abgeschirmtes Kabel anschließen. Die Abschirmung darf nur an einer Seite angeschlossen werden, üblicherweise am Anschluß *AD-GND* der MFB51-Karte.



## Strom und Spannung

Da jedes der beiden Widerstandsarray vor den Analogeingängen eine getrennte Masseleitung besitzt (*Pull Dn. 1 GND* und *Pull Dn. 2 GND*), können beispielsweise die Kanäle AD0...AD7 für Spannungsmessung und AD8...AD15 zur Strommessung konfiguriert werden.

# Meßgenauigkeit

## Meßmethode

Im unten skizzierten Meßaufbau durchläuft das zu messende Analogsignal alle wesentlichen analogen Baugruppen. Das Meßergebnis schwankte bei den Langzeitmessung mit Karten aus der aktuellen Produktion lediglich um  $\pm 0,5$  Digit, obwohl die von den IC-Herstellern angegebenen Fehlertoleranzen der Halbleiter eine höhere Ungenauigkeit erwarten ließ.

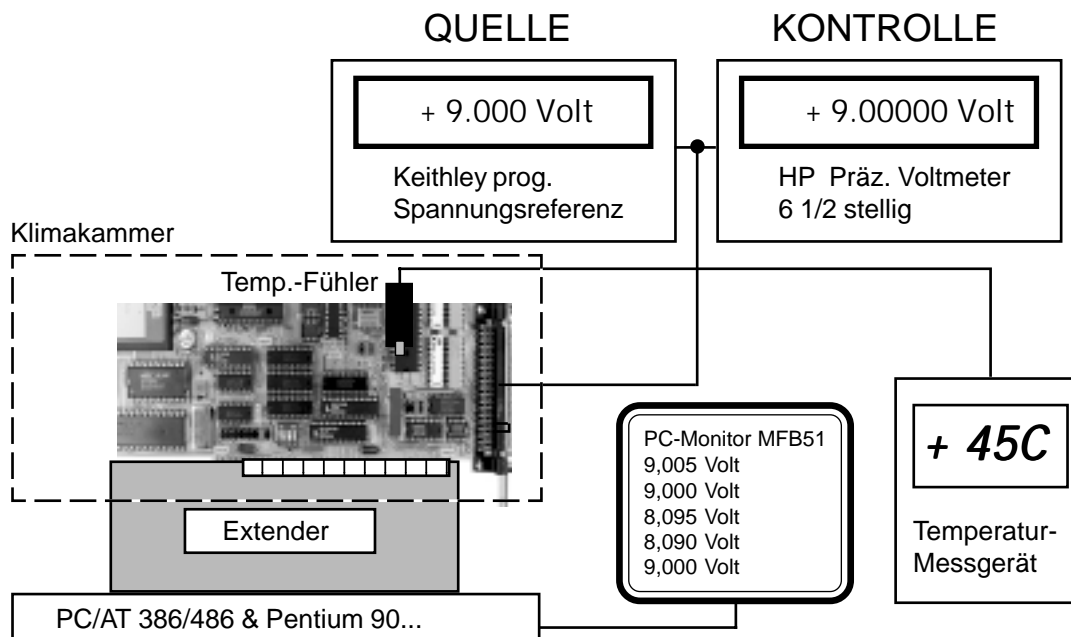
Bei der Messung der Temperaturdrift in der Klimakammer ergaben sich Abweichungen im Bereich von  $\pm 0,5/-1$  Digit im Temperaturbereich von  $0...45^{\circ}\text{C}$ .

Umgebungstemperatur	$0...45^{\circ}\text{C}$ , kein Ausfall bis $65^{\circ}\text{C}$
Meßwertdrift über den ges. Bereich	$\pm 0,5 / -1$ Digit, Programmierte Verstärkung = 1, Filterfunktion ohne Einfluß auf das Meßergebnis, ungemittelte Messung (worst-case)
Warm Up Time	4 min. ( -1 Digit)

1 Digit entspricht  $1/4096$  des gewählten Meßbereichs.

Im  $\pm 10\text{-V}$ -Bereich ist 1 Digit demnach gleichbedeutend mit  $4,88\text{ mV}$ .

## Der Messaufbau



Dieser Meßaufbau spiegelt die Stabilität folgender Bauteile auf der Karte wieder: MPC800, PGA203\*\*, UAF42, OPA627, ADS7810.

Indirekt betroffen sind u.a. REF102 und ADG201.

# Technische Daten

## A/D-Wandler

Auflösung	12 Bit
Ausführung	C-Netzwerk mit sample & hold
Conversion Time	985 ns (1,25µs complete)
Full scale Error	±3 ppm/°C
Integral Linearity Error	± 0,5 LSB
Differential Linearity Error	± 1 LSB
Bipolar Zero Error	± 4 LSB (adjustable by pot. OFFSET)
Bipolar Zero Error Drift	± 0,5 LSB
AC Accuracy Dynamic Range	min. 77 dB ( $f_{IN} = 250$ kHz)
Full Power Bandwidth	1 MHz
Sampling Aperture Delay	20 ns
Meßspannung A/D-Wandler	±10 Volt unipolar
Referenzspannung	2,5 Volt intern (adjustable by pot. GAIN)

## D/A-Wandler

Auflösung D/A-Wandler	12 Bit
Anzahl der Analogausgänge	4, single-ended
Ausgangsspannungen	je ±10 Volt
Polarität	Unipolar
Ausgangsstrom mit Buffer	max. 20 mA per Kanal
Settling Time	typ. 3,5 µs, max. 10 µs
Genauigkeit D/A-Wandler	12 Bit
Integral Linearity Error	± 0,5 LSB
Differential Linearity Error	± 1 LSB
Bipolar Zero Error	± 1 LSB
Bipolar Zero Drift	±8 ppm / C
Referenz Drift	±20 ppm / C
Slew Rate	10 V/µs.
Small Signal Bandwidth	3 MHz
Referenzspannung	-10 Volt intern (Laser-trim.)



# Technische Daten

## **Multiplexer**

Anzahl der Analogeingänge	16 single- 8 differential-ended (per Jumper)
Polarität	Unipolar oder Bipolar (per Jumper)
Eingangswiderstand	Power On: 100 k $\Omega$ , Power On Power Off: 100 $\Omega$ , Power Off (über Widerstandsarray veränderbar)
Maximum Overvoltage	-V <sub>cc</sub> -2 V / +V <sub>cc</sub> +2 V (V <sub>cc</sub> = 15 Volt)
GAIN Error	< 0,0003 %
T-open Break before make delay	20 ns
Settling Time to 0,1% (20 mV)	250 ns
Settling Time to 0,01% (2 mV)	800 ns
Common Mode Rejection (Diff.)	>125 dB (DC)

## **PGA**

Verstärkungen	1-, 2-, 4-, 8-fach, programmierbar per Sw.
Fast Settling Time to 0,01%	2 $\mu$ s.
Slew Rate	typ. 20 V/ $\mu$ s.
OFFSET Voltage Error	$\pm(1+12/G)$ mV
GAIN Error	typ. 0,05%
Nonlinearity	typ. 0,002%
Common Mode Rejection Ratio	100 dB

## **Analogfilter**

Grenzfrequenz	30 kHz
Frequency Accuracy f=1kHz	1%
Slew Rate	10 V/ $\mu$ s.
Gain-Bandwidth Product	4 MHz
Total Harmonic Distortion	0,0004%
Standardcharakteristik	Tiefpass, inv. Chebyshev AV-20dB 30 kHz -3 dB / 10 kHz 0 dB

## **ADG201 High speed switch**

T-open	30 ns
T-on delay	max. 300 ns
T-off delay	max. 250 ns
OFF-Isolation	80 dB (V <sub>s</sub> =10V <sub>p-p</sub> , f=100 kHz)

# Technische Daten

## **INA110 DMS / Thermofühler INPUT**

Analogeingang, Polarität	1 ( $\pm$ ) differential-ended 500 VDC galv. getrennt über sep. DC/DC und ISO122 Isolationsverstärker s.u.
Verstärkungen, per Jumper wählbar	10-, 100-, 200-, 500-fach
Settling Time	typ. 4 $\mu$ s. to 0,01%
Initial Offset Error	typ. $\pm(50 + 600/G)$ $\mu$ V
CMRR	besser 112 dB
Slew Rate	typ. 17 V/ $\mu$ s.
Eingangswiderstand, Impedanz diff.	$5 \times 10^{12}$ Ohm
R-Shunt BIAS, on board (1 mA loop)	1 M $\Omega$
Ausführung	4 pol. / 2 pol., beliebig, sep. Ground
Referenz	+10-V-Output, z.B. für DMS-Geber

## **ISO122 Isolationsverstärker**

Analogausgang	bis $\pm 10$ V, bipolar
Initial Offset Error	$\pm 20$ mV, typ. 5 mV
Gain Error	$\pm 0,05\%$ FSR
Current Drive	$\pm 15$ mA
Slew Rate	2 V/ $\mu$ s.
Settling Time	50 $\mu$ s. bei 0,1% oder 350 $\mu$ s. bei 0,01%

## **OPA627 Analog-Buffer ADC**

Fast Settling Time	550 ns to 0,01%
Low Offset Voltage	40 $\mu$ V
High Slew Rate	55 V/ $\mu$ s.
Very Low Noise	4,5nV $\sqrt{\text{Hz}}$ at 10kHz
Bandwidth Product G=1	16 MHz
Total Harmonic Distortion	0,00003 %

## **REF102 Präzision-Spannungsreferenz**

Spannung	+10 V, $\pm 0,0025$ V
Very Low Drift	2,5 ppm/C max.
Stability	5 ppm/100 $\Omega$
Line Regulation	1 ppm/V max.

# I/O-Adressen

Beispiel: BASIS = 310 Hex ( Werkseitige Standardadresse )

$\overline{RD}$	$\overline{WR}$	D0	A3	A2	A1	A0	I/O-Adresse	Fuktion
1	0	x	0	0	0	0	0310 Hex	ADC write R/C convert data
0	1	x	0	0	0	0	0310 Hex	ADC read LSB (lower 8 bit)
0	1	x	0	0	0	1	0311 Hex	ADC read MSB (higher 8 bit)
1	0	x	0	0	0	1	0311 Hex	write LS373 latch, parameter PGA...
1	0	x	0	0	1	0	0312 Hex	write DAC latch, Werte übernehmen
1	1	1	0	0	1	1	0313 Hex	write DAC-switch 1 und 2
1	0	0	0	0	1	1	0313 Hex	write DAC-switch 3 und 4
1	0	x	0	1	0	0	0314 Hex	write DAC 1/3 LSB
1	0	x	0	1	0	1	0315 Hex	write DAC 1/3 MSB
1	0	x	0	1	1	0	0316 Hex	write DAC 2/4 LSB
1	0	x	0	1	1	1	0317 Hex	write DAC 2/4 MSB
x	x	x	1	0	0	0	0318 Hex	read/write 8255 PPI, PA0-7
x	x	x	1	0	0	1	0319 Hex	read/write 8255 PPI, PB0-7
x	x	x	1	0	1	0	031A Hex	read/write 8255 PPI, PC0-7
1	0	x	1	0	1	1	031B Hex	write 8255 PPI, STATUS
x	x	x	1	1	0	0	031C Hex	read/write 8253 Timer1
x	x	x	1	1	0	1	031D Hex	read/write 8253 Timer2
x	x	x	1	1	1	0	031E Hex	read/write 8253 Timer3
1	0	x	1	1	1	1	031F Hex	write 8253 Timer STATUS

## A/D-Wandler

Bevor die Wandlung mit **write 0310,0** gestartet wird, muß zuerst mit **write 0311,x** das Parameter-Byte für A/D-Kanal (MUX), PGA, Filter-Switch und IRQ-Enable beschrieben werden. Nach dem Starten kann mit **read 0311** (higher byte ADC) auf Bit7 das EOC-Signal für Wandlungsende abgefragt werden. Da der A/D-Wandler mit 1,2 µs Wandlungszeit meistens schneller als der Rechner ist, kann eventuell auf die EOC-Abfrage verzichtet werden. (Ausprobieren)

## D/A-Wandler

Bevor die Werte in den DAC geschrieben werden können, muß zunächst mit dem DAC-Switch die gewünschte DAC-Gruppe (1 und 2 bzw. 3 und 4) eingestellt werden. Anschließend können die Werte 0..255 auf die DAC-Adressen BASIS+4 bis BASIS+7 geschrieben werden. Der Befehl **write BASIS+2** setzt dann alle DAC's gleichzeitig.

## PPI 8255

Alle 24 TTL-Leitungen können frei verwendet werden. Um die Ports PA, PB oder PC zu Setzen oder zu Lesen, muß zuerst das Komandowort (STATUS) auf die Adresse BASIS+B geschrieben werden.

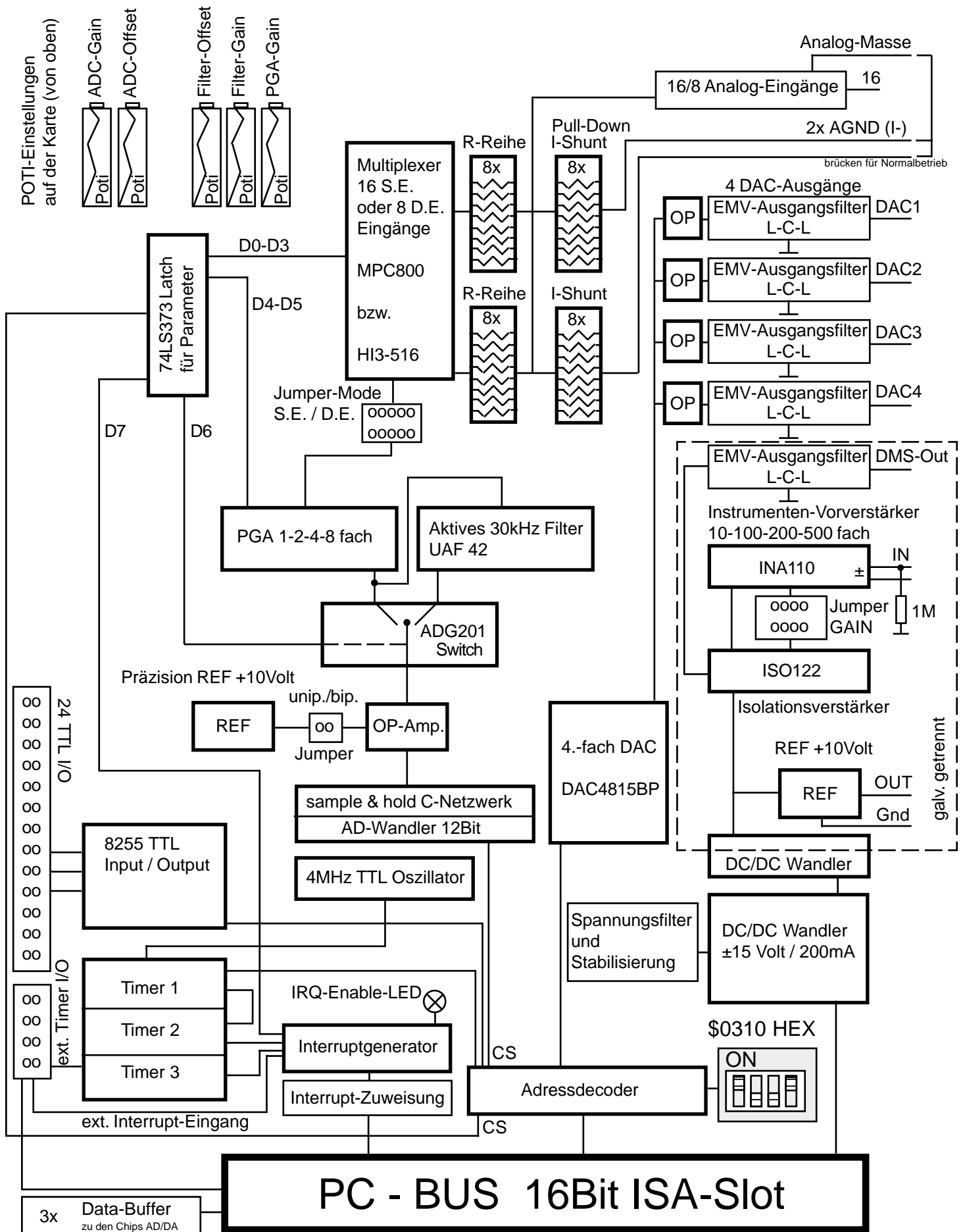
## TIMER

siehe Anhang Timer 8253 -54.

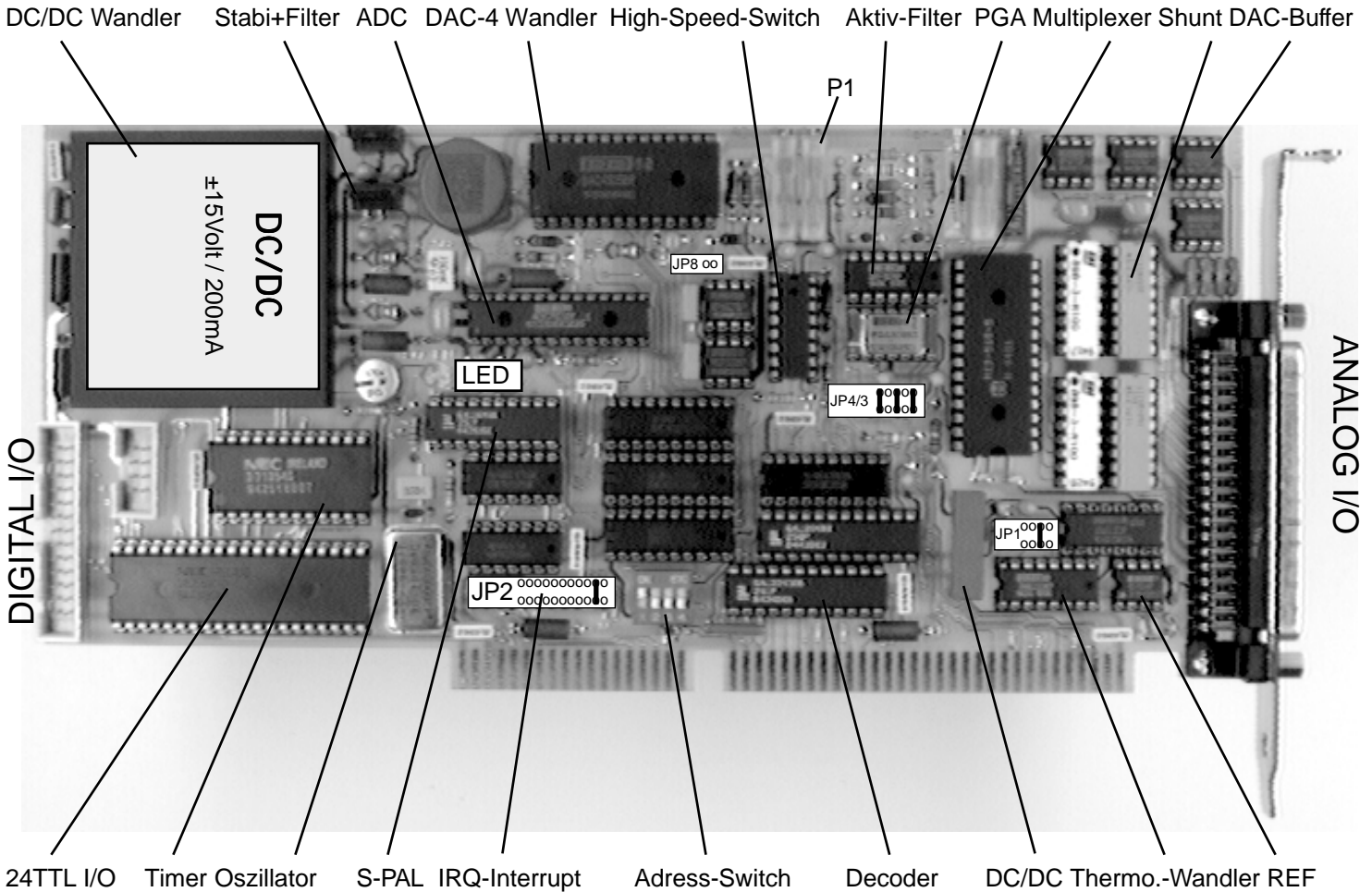
## Parameter mit LS373-Latch, MUX, PGA, FILTER, INTERRUPT

Der A/D-Multiplexkanal 0..15 wird durch write BASIS+1, Bit0-3 gesetzt. Der programmierbare Verstärker wird mit write BASIS+1, Bit4-5 gesetzt. Die Interrupt-Freigabe (IRQ-enable) erfolgt mit write BASIS+1, Bit7 = 0. Ist Bit7=1 dann kann kein IRQ durch den Timerbaustein 8253 bzw. ext. IRQ-Input erfolgen. Der ext. Interrupteingang ist TTL-kompatibel und mit einem Pull-Up Widerstand versehen, so daß auch beispielsweise ein Taster (Schließler) einen Interrupt erzeugen kann. Die Interruptdauer ist durch einen Interruptgenerator (74121) auf ca. 500 ns festgelegt. Eine fallende Flanke am Eingang löst den Interrupt sofort aus. Mit dem IRQ-Jumper muß man den gewünschten Interruptkanal vorgeben.

# Blockschaltbild MFB51



# Grundeinstellungen



**JP2** Interrupt - Einstellung IRQ2...15

○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Die LED zeigt an, ob der Interrupt zum PC weitergeleitet werden kann (IRQ-EN).

**JP1**

○	○	○	○
○	○	■	○
10	100	200	500

x fache Verst. Instrumentenverstärker für DMS und Thermoelemente

**JP3 / JP4** Single / Diff. Ended Eingang

■	○	■	○	■	○
○	○	○	○	○	○

S.E. Mode Bei der Verwendung des differential-Mode sind jeweils die ersten 8 Eingänge zu den zweiten 8 AD-Eingängen geschaltet. Somit sind 8 D.E. Kanäle insgesamt möglich.

○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○

D.E. Mode

**JP8** Einstellung ADC-Mode

○	○
---	---

±10-V-Betrieb (bipolar)

■
---

0...10-V-Betrieb (unipolar)

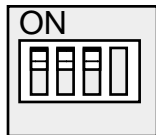
■ = Jumper gesetzt !

Beim Wechsel vom bipolaren auf den unipolaren Betrieb und umgekehrt kann ein Neuabgleich des ADC-Offsets erforderlich sein. Die Justage wird mit einem nach AD-GND kurzgeschlossenen A/D-Kanal vorgenommen. Mit dem ADC-Offset-Poti P1 wird der angezeigte Wert auf exakt 0 V abgeglichen.

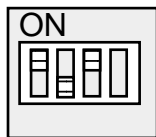
# Einstellung der Kartenadresse

## I/O Decodierung der BASIS-Adresse xxx0 ... xxxF

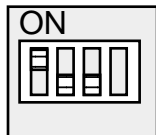
DIP-Sw. 4 ON



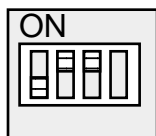
\$01D0 HEX



\$0300 HEX

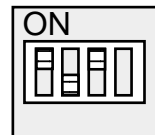


\$0310 HEX \*

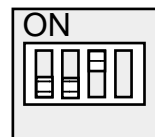


\$0330 HEX

DIP-Sw. 4 ON



\$03B0 HEX



\$03E0 HEX

Schalter 4 ist für spätere  
Decodier-Erweiterungen  
vorgesehen.

\* = Werkseitige Standardeinstellung

## Folgende Baugruppen belegen Adressen im I/O-Bereich:

A/D-Wandler

BASIS+0...BASIS+1

LS373 Latch

BASIS+1

D/A-Wandler

BASIS+2...BASIS+7

8255 PPI

BASIS+8...BASIS+B

8253 Timer

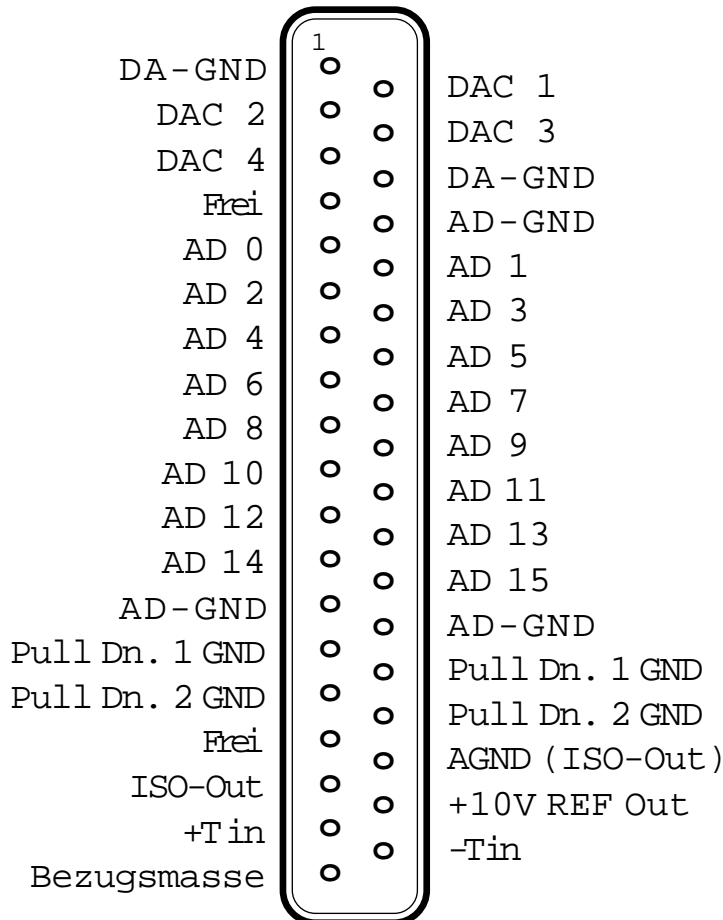
BASIS+C...BASIS+F

BASIS - I/O Adresse in Hex.

# Anschlüsse und Signalbelegung

## Pinbelegung der SUB-D-Buchse

Sicht auf das PC-Blech



ADx = Analogeingang (Kanal)

DACx = DA-Ausgang

### DMS / Thermoelement / PT100

Die Bezugsmasse an Pin 19 gilt nur in Verbindung mit  $\pm$ Tin und +10V REF, da diese galvanisch von den restlichen Signalen getrennt sind.

### Shunt mit -I Rückführung

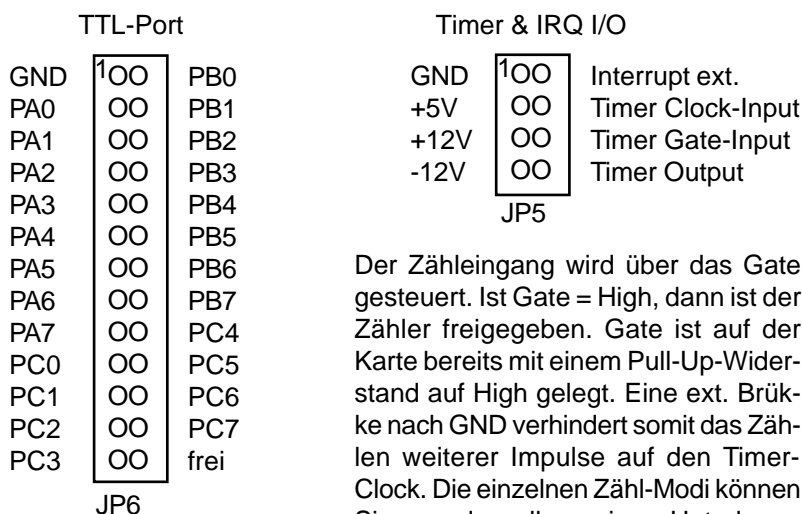
Die nebenstehenden Pull Down (1,2) Leitungen sind jeweils die Rückführungen der I-Shunt Widerstandarrays und müssen auf AD-GND sowie bei der Stromquelle (Beispiel ext. Meßverstärker) auf -I angeschlossen werden. Die Pull Dn. Leitung Nr.1 gilt für die ersten 8 AD-Eingänge AD0...AD7, die Pull Dn. Leitung Nr.2 gilt für die zweiten 8 Analog-Eingänge AD8...AD15. Falls kein Strom gemessen werden soll, ist ein **hochohmiges 10-k $\Omega$ - bis 1M $\Omega$ -Array als Abschlußwiderstand einzusetzen und an der DSub-Buchse gegen AD-GND zu schalten.** Die Verbindung der Pull Dn. Leitungen zu AD-GND (13 mit 14+15, 32 mit 33 + 34) kann im Steckergehäuse erfolgen.

Ein Analogabschluß ist fast immer empfehlenswert. Ist ein Abschlusswiderstand nicht erwünscht, können dir beiden Arrays und Brücken am Sub-D 37 entfallen.

### AD und DA-GND

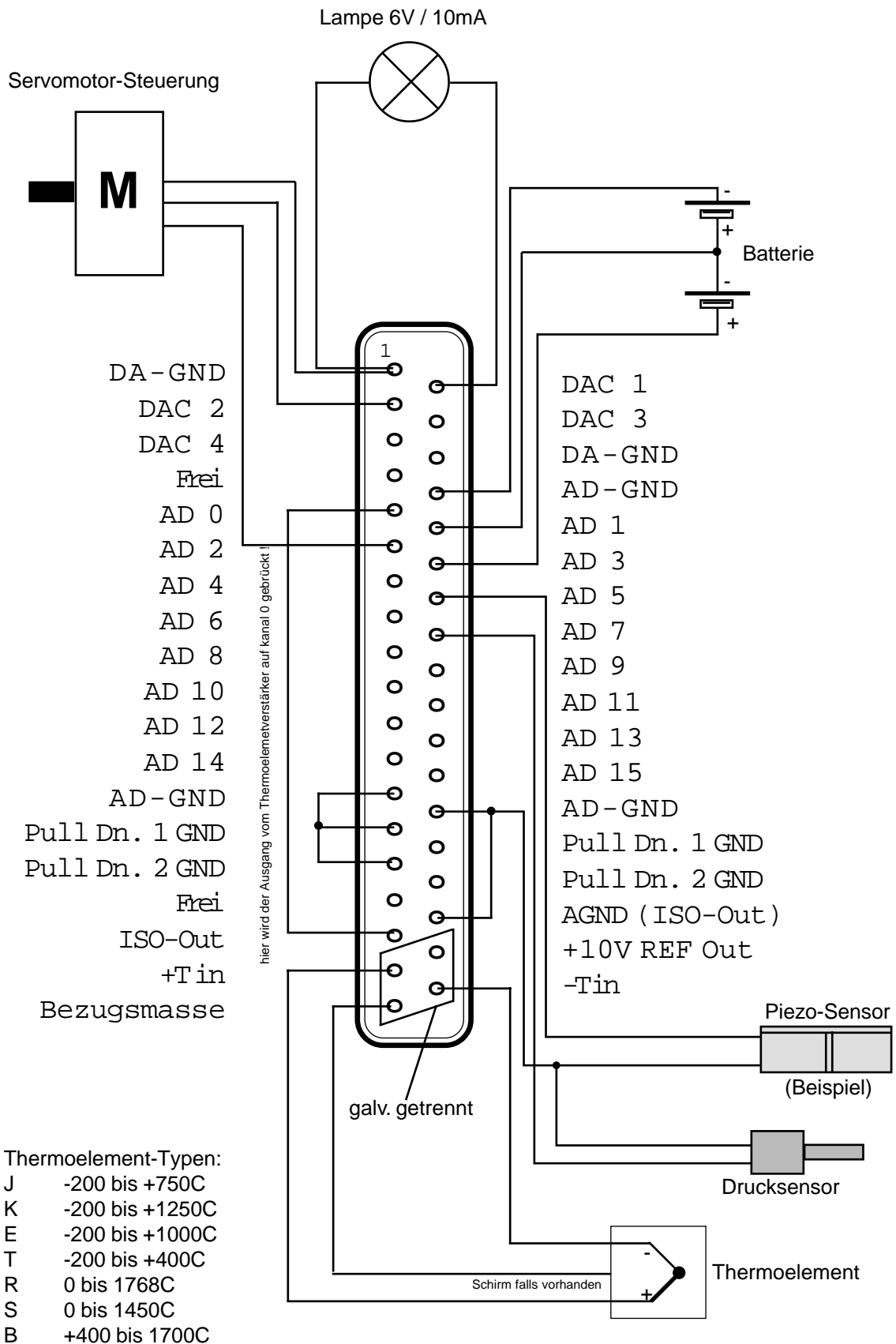
Die Leitungen AD-GND und DA-GND sind zwar intern verbunden, sollten aber aus Genauigkeitsgründen nicht vertauscht oder extern gebrückt werden, da der DA-GND mit bis zu 80 mA über die DAC Buffer belastet sein kann.

### Digital-I/O über Pfostenfeldverbinder:



Der Zähl Eingang wird über das Gate gesteuert. Ist Gate = High, dann ist der Zähler freigegeben. Gate ist auf der Karte bereits mit einem Pull-Up-Widerstand auf High gelegt. Eine ext. Brücke nach GND verhindert somit das Zählen weiterer Impulse auf den Timer-Clock. Die einzelnen Zähl-Modi können Sie aus den allgemeinen Unterlagen des 8253/4 im Anhang entnehmen. Gleiches gilt für die Programmierung des 8255 PPI-Bausteins.

# Anschlußbeispiele



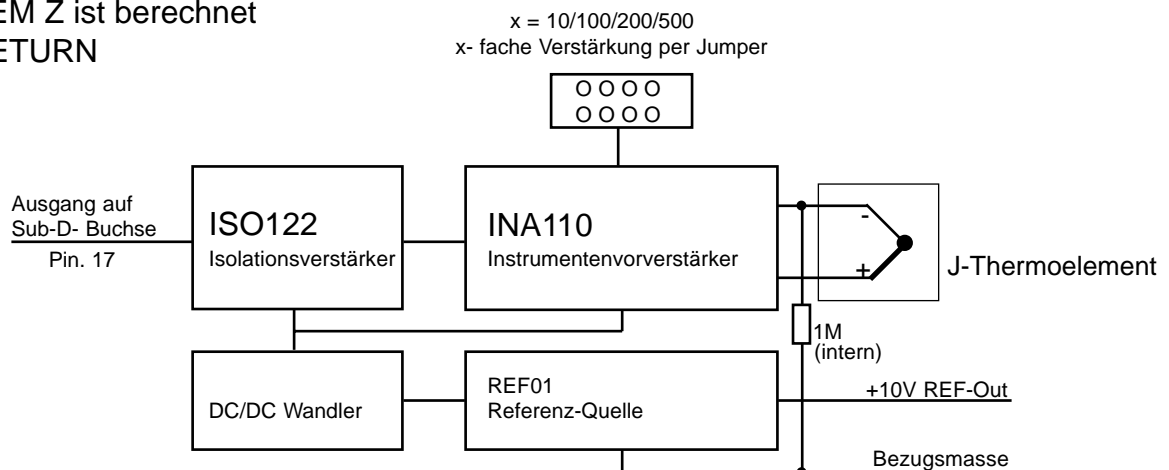
Die Verstärkung des Thermoemmetverstärkers INA110 (10-, 100-, 200-, 500-fach) richtet sich nach dem verwendeten Temperatursensor. Mit Hilfe der Polynomrechnung nach DIN IEC584, Teil1, kann die Temperatur auf min. 1° C genau berechnet werden. Ein Beispiel zur Berechnung eines J-Sensors, von Volt (nach dem INA) in Grad-Celsius, finden Sie auf der im Lieferumfang enthaltenen Beispieldiskette.



# Polynomberechnung für J-Thermoelement

Beispiel in GWBasic  
μV am INA110-Eingang in °C

```
100 REM File: MFBTEMP.BAS / Umrechnung uV/Grad für J-Thermoelemente
110 CLS
120 PRINT „Umrechnung der Spannung in Grad C von -200...+700 C „
130 PRINT
140 INPUT „Spannung in uV: „,E
150 PRINT „Bitte warten...“
160 EOK = 0
170 FOR T= -200 TO 700 STEP .2
180 GOSUB 240
190 IF ABS(E-Z) > ABS(EOK-Z) GOTO 210
200 EOK=Z : TOK=T
210 NEXT T
220 PRINT „Gesuchte Temp.“;TOK
230 END
240 A(1) = 50.37
250 A(2) = .03042
260 A(3) = -8.566E-05
270 A(4) = 1.334E-07
280 A(5) = -1.702E-10
290 A(6) = 1.941E-13
300 A(7) = -9.639E-17
310 Z=0
320 FOR I=1 TO 7
330 Z=Z+A(I) *T^I
340 NEXT
350 REM Z ist berechnet
360 RETURN
```

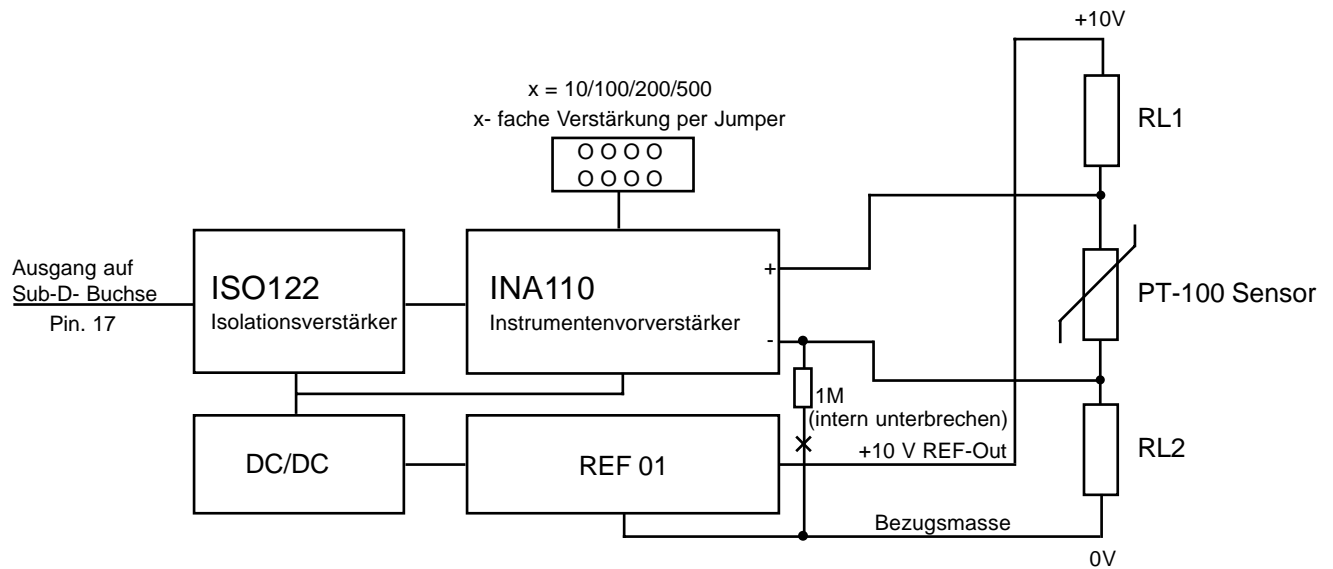


Beispiel:

Die Thermoelementspannung beträgt an den Sensorenden:  $4186\mu\text{V} = 4,186\text{mV}$

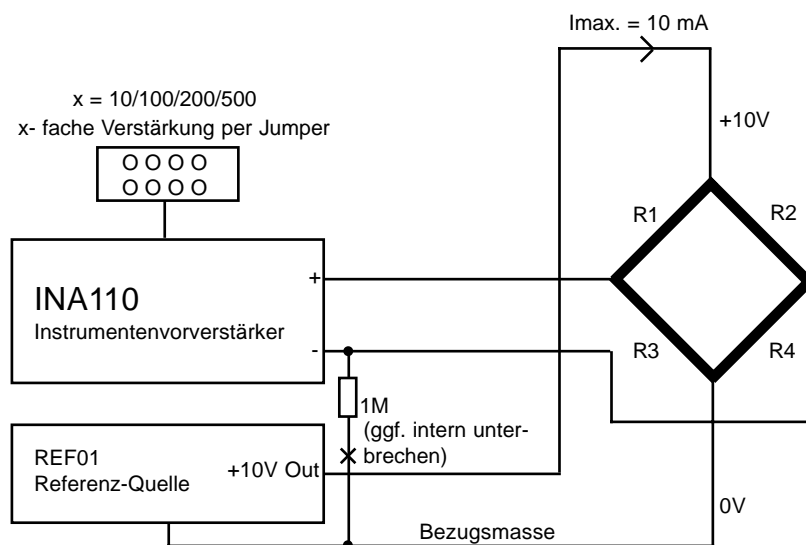
Nach 200-facher Verstärkung durch den INA110 liegt an Pin 17 der 37-poligen Sub-D-Buchse  $200 \times 4,186 \text{ mV} = 0,8372 \text{ Volt}$ . Da der J-Sensor laut DIN-Tabelle  $0,0537 \text{ mV}/^\circ\text{C}$  erzeugt, errechnet sich die Temperatur aus:  $0,8372 / 200 / 0,0000537$  mit  $78^\circ \text{C}$   
Genauer wird es jedoch mit der Polynomberechnung im oben abgedruckten Programmbeispiel.

# Temperaturerfassung mit PT100



Die Umrechnung richtet sich nach der Temperaturkurve des PT100 und den Vorwiderständen RL1 / RL2. Der Bezugswiderstand (1M für Thermoelemente) kann bei der Beschaltung durch den PT100 mit RL2 entfallen. Gleiches gilt für den Aufbau mit DMS-Meßstreifen s.u. im 4-Leiter-Betrieb. Die Verstärkung am INA110 mit 10,100,200 und 500-facher Verstärkung wird per Jumper vorgenommen und ist vom verwendeten Sensor abhängig.

Beispiel für DMS-Meßbrücke o.a. im 4-Leiter-Betrieb:



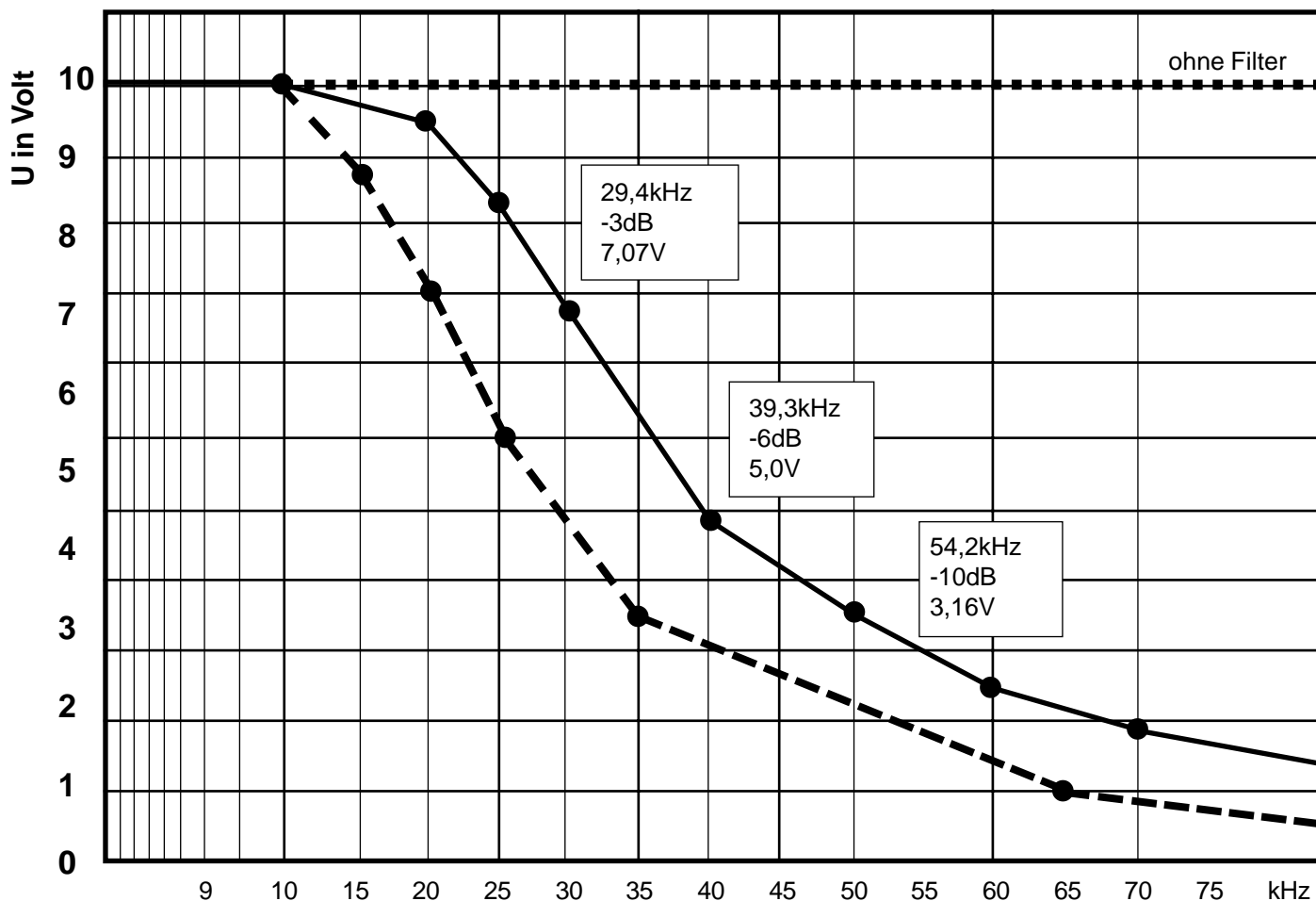
# Aktives Filter UAF42

(Quasi-Antialiasingfilter)

## Filter-Bit

Durch Programmierung des LS373-Latches mit Bit 6 = High, kann ein Tiefpaß-Filter unmittelbar vor den A/D-Wandler in den Meßsignalweg eingeschleift werden. Die daraus resultierende Unterdrückung von unerwünschten Rauschteilen oder Transienten im Meßsignal führt zu wesentlich geringeren Anzeigeschwankungen. Gerade bei Einzelmessungen erzielt man mit dem Filter eine wesentlich geringere Störanfälligkeit des Meßaufbaus.

Durchlasskurve des Filters



## Analogfilter UAF

Die Filterfunktion kann durch externe Beschaltung (am UAF42) in weiten Grenzen verändert werden. Zur Berechnung der Bauteile für die gewünschte Filtercharakteristik gibt es vom IC-Hersteller Burr Brown ein Berechnungsprogramm, das auf PCs läuft.

Auf der MFB51 hat sich die Schaltung als invertierten Chebyshev-Tiefpaß 2. Ordnung mit einer Flankensteilheit von -20 dB als optimal erwiesen. Die Bandobergrenze wurde im Berechnungsprogramm mit 50 kHz, 30 kHz (-3dB) eingegeben. Die gestrichelte Linie im Diagramm zeigt den rechnerisch ermittelten Frequenzgang, die durchgezogene Linie die gemessenen Werte. Der Bereich von 0 bis 10 kHz ist linear.

# Programmierung der Karte

; Beispiel zur A/D-Wandlung ohne EOC-Abfrage in Turbo-Pascal

```
uses crt,dos;
const S      = $0310;           { Kartenadresse 0310...031F Hex }
      ADL    = S+0;           { Read low-byte 0..255 }
      ADH    = S+1;           { Read high-byte 0..15 }
      RC     = S+0;           { Write für RC=low   }
      PARAM  = S+1;           { Parameter setzen   }
      FI     = 0;             { Filter OFF=0 Filter ON=64 }
      PGA    = 0;             { 0=V1 16=V2 32=V4 48=V8 }
      IRQ    = 128;           { 0=enable 128=disable Interrupt }

var KANAL, LB, HB, DIGIT, WERT : integer;
    UNI_VOLT_SE                : longint;

Procedure INIT;                { Initialisieren der Karte      }
begin
port [S+1] := IRQ;             { disable Interrupt / LED geht aus !!! }
port [S+11] := 155;           { setze alle 8255-Ports auf Eingabe   }
end;

Procedure ADC;
begin
Repeat
For KANAL := 0 to 15 do
begin
Port [S+1] := KANAL + FI + PGA + IRQ;   { Kanal einstellen ... }
Delay (10);                             { min. jedoch 1us warten !!!! }
Port [RC] := 0;                          { AD-wandeln }
LB := Port[ADL];                          { lese low-byte }
HB := Port[ADH];                          { lese high-byte / ohne EOC (end of conversation) }
                                         { wenn Bit7 von HB = 1 dann war EOC nichtfertig }
WERT := (256 * HB) + LB;                  { High & Low-Byte }
DIGIT := WERT;
If (WERT >= 2048) then DIGIT := WERT - 2048; { Bit-Format richtigstellen }
If (WERT <= 2047) then DIGIT := WERT + 2048;
UNI_VOLT_SE := ROUND((DIGIT * 4.8828)-10000); { umrechnen der Digits in Volt }

GOTOXY(1, KANAL+4);                      { Anzeigen der berechneten Werte }
Write (KANAL, ' ');
GOTOXY(10, KANAL+4);
Write (DIGIT, ' ');
GOTOXY(20, KANAL+4);
Write (UNI_VOLT_SE, ' ');
end;
until keypressed;
end;

begin { HAUPTPROGRAMM }
clrScr;
writeln('Start');
writeln('KANAL  DIGIT  mVolt bei S.E. +-10V Unipolar');
INIT;
ADC;
end.
```

# Programmierung der Karte

; Beispiel zur D/A-Wandlung in Turbo-Pascal

```
uses crt,dos;
const S = $0310; { Kartenadresse 0310..031F Hex }

DAC1L   = S+4;    { low-byte 0..255 }
DAC1H   = S+5;    { high-byte 0..15 }
DAC2L   = S+6;
DAC2H   = S+7;
DAC3L   = S+4;
DAC3H   = S+5;
DAC4L   = S+6;
DAC4H   = S+7;
DACLE   = S+2;
DACWAHL = S+3;

var A    : Byte;

Procedure INIT;           { Initialisieren der Karte      }
begin
port [S+1] := 0;          { enable Interrupt / LED geht an !!! }
port [S+11] := 128;      { setze alle 8255-Ports auf Ausgabe  }
end;

Procedure DAC;
begin
Port [DACWAHL] := 1;     { Zeiger auf DAC1 & DAC2 }
Port [DAC1L] := 255;     { Volt Out = +10V }
Port [DAC1H] := 15;
Port [DAC2L] := 0;       { Volt Out = - 7,5V }
Port [DAC2H] := 2;
Port [DACWAHL] := 0;     { Zeiger auf DAC3 & DAC4 }
Port [DAC3L] := 255;     { Volt Out = +5V }
Port [DAC3H] := 11;
Port [DAC4L] := 0;       { Volt Out = - 2,5V }
Port [DAC4H] := 6;
A:= Port[DACLE];        { Werte ins LATCH schreiben }
end;

begin           { HAUPTPROGRAMM }
clrScr;
writeln('Start');
INIT;
DAC;
writeln('Set DAC's... DAC1= +10V DAC2= -7,5V DAC3= +5V DAV4= -2,5V ');
end.
```

# Programmierung der Karte

; Beispiel in GWBasic zur Programmierung des Timers 8253 -54

; In den Variablen TEILA und TEILB stehen die Teilfaktoren für Zähler 0 und 1.  
; fOUT = 1kHz am Interrupt-Jumper

RUN

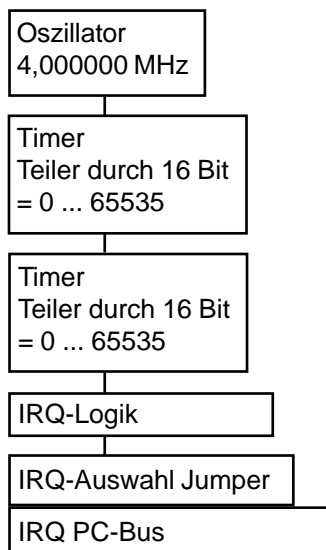
1120 PRINT" Timer 0 und 1 in Kette programmieren. 16+16=32Bit Zähler „  
1130 PRINT" Jeder Timer kann Teiler durch 2 ... bis 65535 sein !!! „

1140 S=&H310	: REM Kartenadresse, standard
1150 FIN=4000000!	: REM Frequenz-Input = 4.000 MHz Quarz
1160 TEILA=40	: REM Teilerfaktor für Timer0
1170 TEILB=100	: REM Teilerfaktor für Timer1
1180 OUT S+1,0	: REM enable Interrupt PARAM Bit7=low
1190 OUT S+15,(&H36)	: REM Init Status-Timer0 auf Basis+15
1200 OUT S+12,(TEILA AND 255)	: REM write low-byte auf Timer0
1210 OUT S+12,(TEILA / 256)	: REM write high-byte auf Timer0
1220 OUT S+15,(&H36)+(&H40)	: REM Init Status-Timer1 wie oben
1230 OUT S+13,(TEILB AND 255)	: REM write low-byte auf Timer1
1240 OUT S+13,(TEILB / 256)	: REM write high-byte auf Timer1

END

; Fertig

## Prinzip der IRQ-Timer Steuerung:



# Programmierung der Karte

; Beispiel zur Anzeige von Analogsignalen mit/ohne Filter

```
100 CLS
110 REM MFB-Karte Testprogramm
140 S=&H310 : REM Basisadresse von Karte 310...31F Hex

150 OUT S+1,0 : REM enable Interrupt Bit7 = low / LED geht an
160 OUT S+11,128 : REM init 8255 auf PA,PB,PC auf Ausgabe
170 OUT S+ 8,1 : REM set Bit0 von PA (TTL-Port µPD8255)
180 OUT S+ 9,2 : REM set Bit1 von PB
190 OUT S+10,4 : REM set Bit2 von PC
```

## 210 REM ADC lesen / ohne Filter

---

```
220 PRINT „Teste AD-Kanal 0 einmal ohne & einmal mit Antialyizingfilter „
230 PRINT „Testweise an Kanal0 9.000Volt anlegen. „
240 PRINT „Bei GAIN-Abgleich beide Werte mit Poti: Filter-Gain auf Deckung bringen... „
250 PRINT
260 PRINT „LOW-BYTE HIGH-BYTE DIGITS VOLT (+-10V) „
270 OUT S+1,0+128 : REM init AD-Kanal 0 ohne Filter
280 OUT S,0 : REM R/C ADC starten
290 LB = INP(S)
300 HB = INP(S+1)
310 IF (HB >= 128) THEN GOTO 300 : REM Bit7 = LOW EOC
320 WERT = (256 * HB) + LB
330 DIGIT = WERT
340 IF WERT >= 2048 THEN DIGIT = WERT - 2048
350 IF WERT <= 2047 THEN DIGIT = WERT + 2048
360 VOLT=(DIGIT* .0048828)-10
370 LOCATE 6,1
380 PRINT LB,HB,DIGIT,“ ohne „, :PRINT USING“###.###“;VOLT
390 REM
```

## 400 REM ADC lesen / mit Filter

---

```
410 OUT S+1,64+128 : REM init AD-Kanal 0 mit Filter
420 OUT S,0 : REM R/C ADC starten
430 LB = INP(S)
440 HB = INP(S+1)
450 IF (HB >= 128) THEN GOTO 300 : REM Bit7 = LOW EOC
460 WERT = (256 * HB) + LB
470 DIGIT = WERT
480 IF WERT >= 2048 THEN DIGIT = WERT - 2048
490 IF WERT <= 2047 THEN DIGIT = WERT + 2048
500 VOLT=(DIGIT* .0048828)-10
510 LOCATE 8,1
520 PRINT LB,HB,DIGIT,“ mit „, : PRINT USING“###.###“;VOLT
530 A$=INKEY$: IF A$="" THEN GOTO 270
```

# Anhang-Übersicht

Schaltplan der A/D-D/A-Karte		Kolter
Programmierung par. Schnittstelle	8255	Siemens / Kolter
Programmierung des Timers	8253 -54	Siemens / Kolter
Datenblätter über den A/D-Wandler	ADS-7810	Burr Brown
Datenblätter über den Vorverstärker	OPA-627	Burr Brown
Datenblätter über den DA-Wandler	DAC4815	Burr Brown
Datenblätter über den DAC-Buffer	OPA602 / OPA27	Burr Brown
Datenblätter über den Multiplexer	HI3-516 / MPC800	Harris / BB
Datenblätter über die Referenzspannung	REF102	Burr Brown
Datenblätter über die Referenzspannung	ISO 122	Burr Brown
Datenblätter über den Prog. Gain Amplif.	PGA 203	Burr Brown
Datenblätter über den Filterbaustein	UAF42	Burr Brown
Datenblätter über den Thermo W.	INA110	Burr Brown
Datenblätter über den High-Speed Switch	ADG201	Analog Device

Alle gesockelten IC's können als Ersatzteil bezogen werden.