

Temperaturmessung mit dem PC

Temperaturmessung mit dem Universal 8-Bit AD-Wandler TLC 549 und dem Temperatursensor LM 335 sowie Ablaufsteuerung mit einem BASIC-Programm

von Karl-Heinz Sock, DK8JG, www.dk8jg.de

Angeregt durch einen Beitrag von Lutz, DK8JH, in der CQ-DL [1], und einem Bericht aus dem Internet [2], beschäftigte ich mich mit der Möglichkeit, analoge Signale mit dem PC zu erfassen. Bisher verwendete ich eine Meßanordnung mit einem 6fach Papierschreiber. Ziel war es, Temperaturen meiner Heizungsanlage, Endstufen, Netzteilen oder anderer Geräte zu messen und auf dem Bildschirm darzustellen. Meine Wahl fiel auf den AD-Wandler TLC 549, da er mit wenigen Bauteilen an den PC anzuschließen ist. Außerdem ist es möglich, mit BASIC-Programmen, auch mit alten PC, XTs oder 486er, den TLC 549 auszulesen bzw. zu steuern. Angenehm ist auch die Kostenseite, für 2,70 € bekommt man das IC im Elektronikladen an der Ecke. Ein weiteres Problem waren die eigentlichen Temperatursensoren, nach mehreren Versuchen und Experimenten mit NTCs und PTCs, fiel meine Wahl auf den LM 335. Auch er ist sehr einfach anzuwenden, da es im Prinzip eine temperaturabhängige Zehnerdiode ist. Pro Grad Celsius ändert sich die Zehnerspannung um 10 mV. Auch die Kosten halten sich hier in Grenzen, in dem besagten Elektronikladen mußte ich 1,90 € für ihn ausgeben. Datenblätter zu den beiden ICs bekommt man bei der Firma Conrad [3].

Zusätzlich zu der Meßanordnung mit dem TLC549 und LM335 entwarf ich noch eine Meßstellenumschaltung für 4 Meßstellen. Warum gerade 4 ? Ich hatte nur 4 Reed-Relais in der Bastelkiste! Eine Erweiterung auf 6 Meßstellen ist möglich. Die Meßstellenumschaltung hat nur einen kleinen Nachteil, sie funktioniert nur an der parallelen Schnittstelle. Die Ansteuerung der Relais erfolgt mit dem gleichen BASIC-Programm das auch den TLC 549 steuert. Eine Erweiterung des Programmes für eine temperaturabhängige Steuerung eines Gerätes oder Alarmgebung ist durchaus möglich.

Zum TLC 549:

Der TLC 549 ist ein 8-Bit-A/D-Wandler mit seriellem Ausgang. Mit diesem A/D-Wandler läßt sich eine DC-Messspannung im Bereich von 0...5V mit einer Abstufung von $5V / 256 = 20mV$ aufnehmen. Die Auflösung läßt sich durch Veränderung der Referenzspannungen REF+ und REF- verfeinern.

zB.: REF+ = 4,10V, REF- = 2,40V, Diff. = 1,70V, $1,70V / 256 = 6,6 mV$.

oder REF+ = 0,511 V, REF- = 0V, Diff. = 0,511V, $0,511V / 256 = 2 mV$

Die Ansteuerung des ICs ist über die Serielle- als auch über die Parallele-Schnittstelle des PCs möglich. (In meinem Beispiel über die Parallele-Schnittstelle).

Die Signalverarbeitung im TLC549 wird über seine beiden Eingänge CS und CLK gesteuert. Durch das Setzen und Zurücksetzen des Einganges CS wird der am analogen Eingang A_{in} anstehende Pegel digitalisiert und in das interne Schieberegister geschrieben. Durch anschließendes Takten des CLK-Einganges können die einzelnen Bits des digitalisierten Wertes, beginnend mit dem höchsten Bit 7, am Ausgang D_{out} seriell ausgelesen werden.

Zum LM 335:

Dieser Typ verhält sich wie eine temperaturabhängige Zehnerdiode, deren Z-Spannung (in mV) gleich der 10fachen Temperatur (in Kelvin, $K = °C + 273$) entspricht. Bei 273 K (= 0 °C) beträgt die Z-Spannung also 2,73V. Meßbereich des LM335: -40°C bis 100°C.

Seite 2 - Schaltung mit dem TLC 549 und Meßstellenumschaltung mit dem LM 335

Seite 3 - Foto der Platine und des Gehäuses

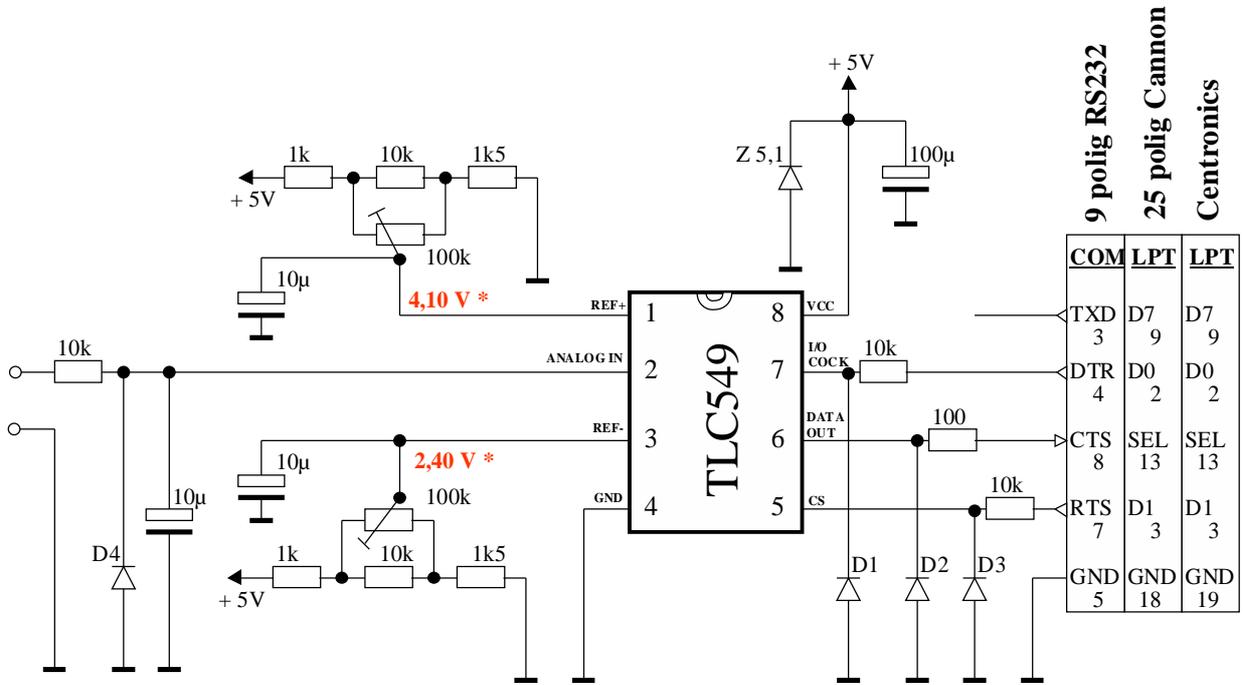
Seite 4 - Bildschirmdarstellung, Meßdatendatei und Grafische Darstellung der Meßwerte

Seite 5 bis 6 - BASIC-Programm

[1] CQDL 9/2001, S. 659, Lutz Henning, DK8JH, Analoge Meßgrößen über längere Zeit erfassen.

[2] www.franksteinberg.de Universal AD-Wandler selbstgebaut.

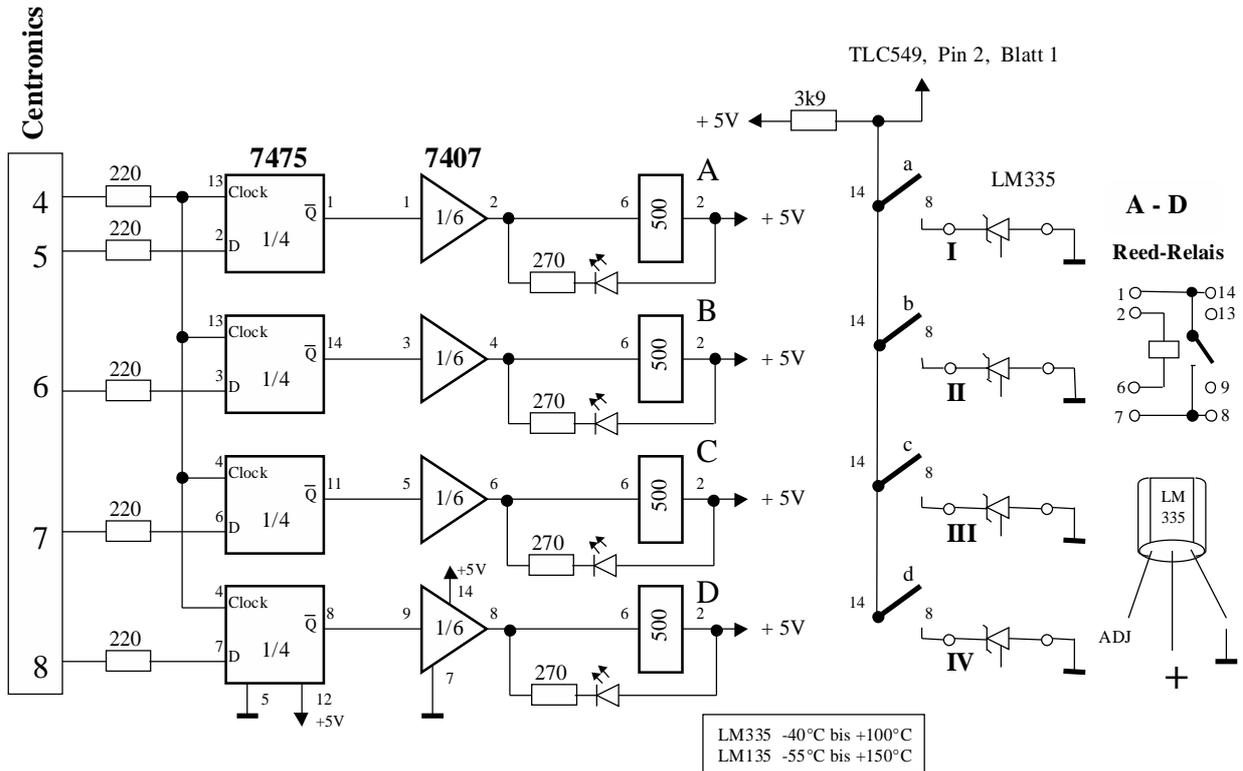
[3] www.conrad.de



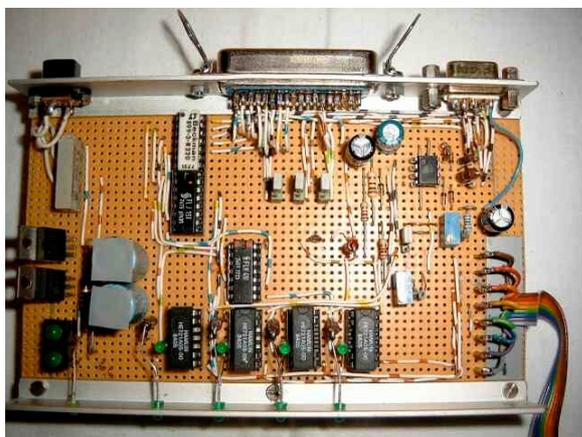
D1 - D4 1N4148

* Referenzspannungseinstellung für den Messbereich -30°C bis 130°C des LM335.

Schaltung mit dem A/D-Wandler TLC 549



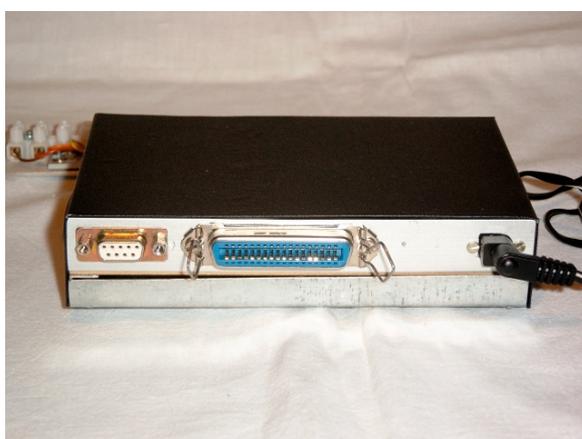
Meßstellenumschaltung mit dem Temperatursensor LM 335



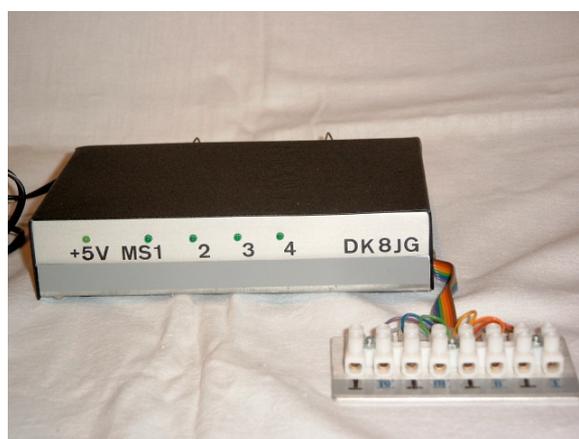
TempBox-Platine 160 x 100mm



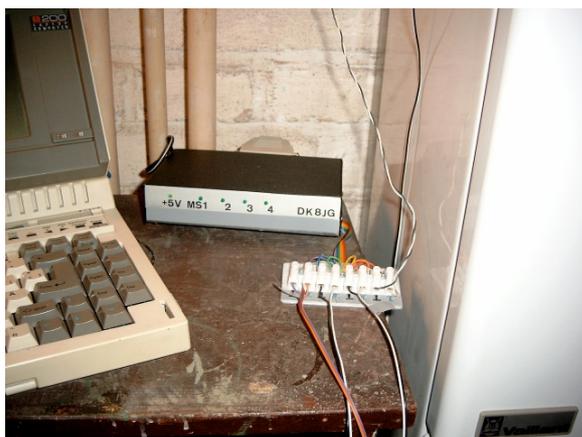
TempBox mit Steckernetzteil



TempBox von hinten



TempBox von vorne



TempBox im Einsatz



TempBox mit Uralt-Laptop B200

Wie auf den Bildern zu sehen, wird die TempBox aus einem Steckernetzteil mit 9 V 350mA Wechselspannung versorgt. Intern wird die Spannung gleichgerichtet und mit einem Spannungsregler 7805 auf 5 V stabilisiert.

```

11.02.2003 10:30:20; 12 ; 32 ; 34 ; 32
11.02.2003 10:31:05; 12 ; 32 ; 32 ; 32
11.02.2003 10:31:50; 12 ; 32 ; 32 ; 32
11.02.2003 10:32:34; 12 ; 32 ; 32 ; 32
11.02.2003 10:33:24; 12 ; 32 ; 31 ; 32
11.02.2003 10:34:21; 12 ; 31 ; 31 ; 32
11.02.2003 10:35:21; 12 ; 31 ; 29 ; 31
11.02.2003 10:36:22; 12 ; 31 ; 26 ; 31
11.02.2003 10:37:21; 12 ; 31 ; 23 ; 31
11.02.2003 10:38:21; 12 ; 30 ; 23 ; 31
11.02.2003 10:39:17; 12 ; 29 ; 23 ; 30
11.02.2003 10:40:10; 12 ; 27 ; 23 ; 29
11.02.2003 10:41:03; 12 ; 27 ; 23 ; 29
11.02.2003 10:41:52; 12 ; 27 ; 22 ; 27
11.02.2003 10:42:43; 12 ; 26 ; 22 ; 27
11.02.2003 10:43:35; 12 ; 25 ; 22 ; 26
    
```

```

C:\QBasic\QBASIC.EXE
-----
Universal 8-Bit AD-Wandler TLC549
-----
mit 4 Temperatursensoren LM335
-----
von DK8JG                               uni8_45x.bas
-----

Meßstelle:  1 / 3 /

Meßstelle -1- Temperatur: 137 °C
Meßstelle -2- Temperatur: 137 °C
Meßstelle -3- Temperatur: 137 °C
Meßstelle -4- Temperatur: 137 °C

Datum:      Zeit:
13.02.2003 18:22:42

Die Daten werden in der Datei:
TempDat.txt  abgelegt  ! 4
-----
Ende mit ESC
    
```

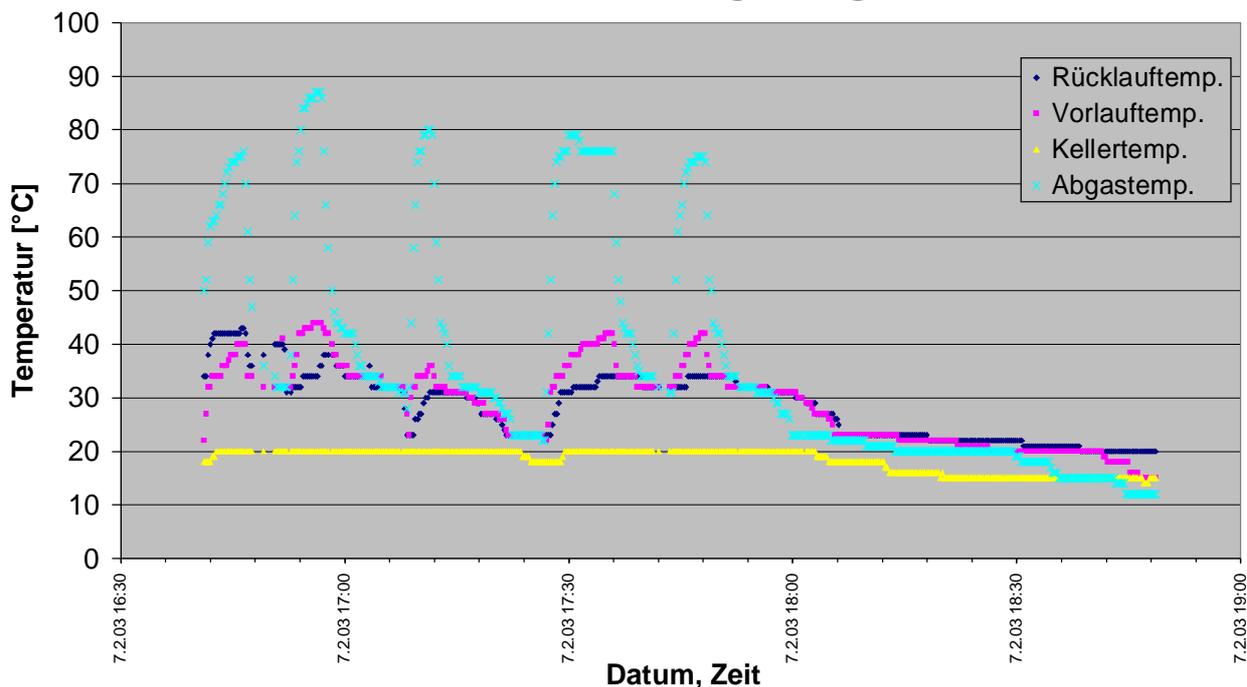
Inhalt der Daten-Datei „tempdat.txt“

Beim Programmstart wird die Anzahl der Meßstellen und die Meßhäufigkeit abgefragt.
 Programmabbruch erfolgt mit derTaste „Esc“

Die Temperaturen zeigen hier 137 °C an, da keine Sensoren angeschlossen sind.

Anzahl der abgespeicherten Datensätze

Temperaturmessung mit dem PC an einer Gasheizungsanlage



Grafische Auswertung und Darstellung der Meßwerte mit EXCEL

```

'>> TLC549 << -- >> LM335 << -
CLEAR
IF INKEY$ = CHR$(27) THEN GOTO marke2:           'Taste ESC abfragen wenn ja dann Ende
DEFINT A                                         'Urprogramm von Frank Steinberg
DEFINT T
WIDTH 40
PRINT "Eingabe Anzahl Meßstellen:"
PRINT "Mögliche Eingaben 1 - 4"
INPUT a
IF a = 0 THEN a = 4
IF a > 4 THEN GOTO ein:
IF a < 1 THEN GOTO ein:
ein2:
PRINT "Eingabe Meßzeitintervall:"
PRINT "Mögliche Eingaben 1 - 500"
INPUT t
IF t = 0 THEN t = 1
IF t < 0 THEN GOTO ein2:
IF t > 500 THEN GOTO ein2:
CLS
OPEN "TempDat.txt" FOR APPEND AS #1
DEFINT A-Z      'Standard fuer Variablen ist Integer

'Diese Werte müssen vorgegeben werden !!!!!!!
'-----
ref! = 4.1      'hier die obere Referenzspannung angeben
ref2! = 2.4     'hier die untere Referenzspannung angeben
Delay = 20     'Delayschleifen fuer den Wandler bei schnellen PCs
BA = &H3BC     'LPT1 956 Alternativadresse fuer LPT1 bei manchen PCs
' BA = &H378.. 'LPT1 888
Ausg = BA      'I/O Adresse Ausgang (Datenleitungen) an Offset 0
Eing = BA + 1  'I/O Adresse Eingang (Statusleitungen) an Offset 1
CLKhigh = 1   'ByteWert fuer CS low / CLK high (Bit0 RTS)
CShigh = 2    'ByteWert fuer CS high / CLK low (Bit1 DTR)
Clow = 0      'ByteWert fuer CS low / CLK low
BitW = 16     'ByteWert des Datenbits (Bit4 CTS)
OUT Ausg, 4   'alle Relais aus, Clock
              'OUT Ausg, 12 'Relais 1 Ein
              'OUT Ausg, 20 'Relais 2 Ein
              'OUT Ausg, 36 'Relais 3 Ein
              'OUT Ausg, 68 'Relais 4 Ein
WIDTH 40
PRINT " Universal 8-Bit AD-Wandler TLC549"
PRINT " -----"
PRINT " mit 4 Temperatursensoren LM335"
PRINT " -----"
PRINT " von DK8JG      uni8_45.bas"
PRINT " -----"
marke1:
FOR x = 1 TO a
FOR xy = 1 TO 3
IF x = 1 THEN xx = 12      ^Relais 1 einschalten
IF x = 2 THEN xx = 20     ^Relais 2 einschalten
IF x = 3 THEN xx = 36     ^Relais 3 einschalten
IF x = 4 THEN xx = 68     ^Relais 4 einschalten
OUT Ausg, 4
OUT Ausg, xx
IF INKEY$ = CHR$(27) THEN GOTO marke2:
WIDTH 40      'große Schrift
LOCATE 10
PRINT "
LOCATE 10
PRINT " Meßstelle: "; x; "/"; xy; "/";

```

'Beginn der Hauptschleife

```

wmin = 555
wmax = 0
ew = 0
Swert = 0          'alten Summenwert loeschen
OUT Ausg, CShigh  'CS high
ts! = TIMER: DO: LOOP WHILE ts! = TIMER 'Timer-Sprung abwarten
ts! = TIMER: DO: LOOP WHILE ts! = TIMER 'eine Timer-Periode (55mS) warten
OUT Ausg, Clow    'CS low
FOR i = 1 TO 127  '127 Werte lesen
ew = 0
FOR j = 7 TO 0 STEP -1 '8 Bits fuer einen Wert
  FOR p = 1 TO Delay: NEXT 'Delay bei schnellen PCs
  'Wertigkeit des Datenbits summieren
  IF (INP(Eing) AND BitW) THEN ew = ew + 2 ^ j
  OUT Ausg, CLKhigh 'CLK high
  OUT Ausg, Clow    'CLK low
NEXT j              'naechstes Bit
Swert = Swert + ew 'Summe fuer Mittelwert bilden
IF ew < wmin THEN wmin = ew 'Minimalwert speichern
IF ew > wmax THEN wmax = ew 'Maximalwert speichern
ew = 0              'letzten Einzelwert loeschen
NEXT i              'naechsten Wert lesen
PRINT wmax - wmin
PRINT
Swert = Swert / 127 'Mittelwert aus 127 Messungen
u! = (Swert / 256) * (ref! - ref2!) + ref2! + .02 'Messspannung berechnen
xx(x) = (u! - 2.74) * 100
PRINT USING " Meßstelle -1- Temperatur: ### °C "; xx(1)
PRINT USING " Meßstelle -2- Temperatur: ### °C "; xx(2)
PRINT USING " Meßstelle -3- Temperatur: ### °C "; xx(3)
PRINT USING " Meßstelle -4- Temperatur: ### °C "; xx(4)
mon$ = MID$(DATE$, 1, 2) 'Deutsches Datum erzeugen
tag$ = MID$(DATE$, 4, 2)
jahr$ = MID$(DATE$, 7, 4)
datum$ = tag$ + "." + mon$ + "." + jahr$
datumzeit$ = datum$ + " " + TIME$
PRINT
PRINT " Datum: Zeit:"
PRINT " "; datum$, TIME$
PRINT
PRINT
PRINT " Die Daten werden in der Datei:"
PRINT " TempDat.txt abgelegt ! "; dat 'dat = Anzahl der abgespeicherten Datensätze
PRINT " ----- Ende mit ESC"
Swert = 0          'alten Summenwert loeschen
ew = 0
ts! = TIMER: DO: LOOP UNTIL TIMER - ts! > .5
IF INKEY$ = CHR$(27) THEN GOTO marke2
NEXT xy
NEXT x
PRINT #1, datum$; ";"; TIME$; ";"; datumzeit$; ";"; xx(1); ";"; xx(2); ";"; xx(3); ";"; xx(4)
ts! = TIMER: DO: LOOP UNTIL TIMER - ts! > t
dat = dat + 1
GOTO marke1
marke2: 'Programmende nach ESC
WIDTH 80 'auf Normalschrift schalten

```