

Peter Rix

Der AIM-65 im Physikunterricht

Ein durch seine Standardperipherie und Schnittstellen prozeßorientierter Mikrocomputer wie der AIM-65 erfüllt viele Voraussetzungen, die ihn zum geeigneten Meßsystem in der Schulphysik machen. Er kann alle typischen Zeit- und Impulsmeßaufgaben bewältigen, er kostet weniger als konventionelle Einzweckmeßgeräte, er leistet mehr, weil er Auswertung und Dokumentation mit übernehmen kann, und er bietet nicht zuletzt die Möglichkeit, Schülern an „echten“ Problemstellungen die praktische Bedeutung moderner Techniken verständlich zu machen.

In der Schule findet man oft noch Vorbehalte gegen den Computer. Im Zweifelsfall wird trotz knapper Haushaltsmittel ein teures Spezialmeßgerät gekauft. Woran liegt das? Neben historischen Gründen (der Computer war einmal eine Maschine zur Bewältigung organisatorischer und mathematischer Aufgaben und ist es im Verständnis vieler Schul-

leitungen auch heute noch ausschließlich) gibt es handfeste unterrichtsmethodische Ursachen.

Typische Mikrocomputer mit Monitor und Diskettenstation sind in Gewicht und Installationsaufwand bereits recht schwerfällig zu bewegen. Systeminitialisierung und Programmloaderitual sind bei vielen Systemen zu kompliziert und fehlertrchtig. Soweit überhaupt Software für Echtzeitanwendungen existiert, erfordert ihre Benutzung gewöhnlich Spezialkenntnisse in einem unzumutbaren Umfang.

An einem exemplarischen Beispiel der Schulphysik (Bestimmung der Fallbeschleunigung g) soll gezeigt werden, wie die für den Unterrichtseinsatz unabdingbare Gebrauchstauglichkeit erreicht werden kann. Dabei wäre auch denkbar, das fertige Programm in ein EPROM zu brennen, um das Programmieren zu vermeiden.

Die Versuchsanordnung zum Fallversuch

Bild 1 zeigt den Versuchsaufbau. Er unterscheidet sich im Aufwand nicht von der klassischen Versuchsgestaltung.

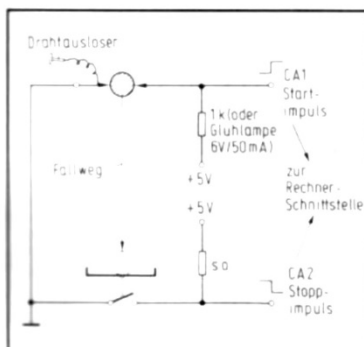


Bild 1. Versuchsanordnung zum Fallversuch. Ein Mikrocomputer kann die Auswertung der Fallzeit und den Ausdruck der Meßergebnisse übernehmen

Zwei Steuerleitungen (Start- bzw. Stoppimpuls) sind mit den Handshake-Eingängen des Schnittstellenbausteins VIA 6522 zu verbinden, die 5-V-Spannungsversorgung kann von der Rechnerplatine her erfolgen.

Der Aufbau mit verfügbarer Labortechnik wird besonders bequem, wenn die Anschlüsse des Rechner-Applikationssteckers auf einen Adapter mit Bananensteckerbuchsen geführt werden.

Das Programm: Basic und Maschinensprache

Das Programm besteht aus einem Basic-Rahmenprogramm (Bild 2), das Bedienungs- und Auswertungsaufgaben übernimmt und aus einem Interrupt-Maschinenprogramm (Bild 3), das mit Timer 1 des VIA 6522 die Stoppuhrfunktion erfüllt. Abgesehen von der Verbindung zum Maschinenprogramm kann das Basic-Programm freizügig modifiziert werden. Da auch der CBM bzw. PET über einen VIA-Baustein verfügt, ist prinzipiell auch eine Programmadaptation an diesen Computertyp denkbar.

Das Programm kann in den RAM-Speicher geladen und vom Basic-Interpreter über „RUN“ gestartet werden. Der Anwender arbeitet im Dialog mit dem Programm, Bild 4 zeigt ein Versuchsprotokoll. Die ausgelöste Kugel liefert den Startimpuls für die Zeitmessung; folgt innerhalb 1 s kein Stoppimpuls, so reagiert das System mit einer Fehlermeldung.

Die Bedienung des Programms

Nach dem Start des Programms den Fallweg S in mm eingeben; der maximale Fallweg beträgt 4000 mm. Dann eine Menü-Taste betätigen, dabei stehen folgende Möglichkeiten zur Wahl:

- N: Neuer Versuch. (Einzige am Anfang wirksame Taste.)
- W: Wiederholung des letzten Versuches. Der vorherige Meßwert wird gelöscht.
- T: Anzeige der letzten Zeitmessung.
- V: Anzeige des letzten Geschwindigkeitswertes.
- G: Anzeige des letzten Fallbeschleunigungswertes.
- L: Druck einer Liste der Meßwerte.
- F: Druck einer Auswertung: Mittelwerte und Fehler.

Ein unterbrochener Programmablauf kann mit GOTO 0 ohne Datenverlust wieder aufgenommen werden. Eine Meßreihe kann maximal 25 Werte umfassen.

```

Hinweis: >ersetzt durch ) wegen Typenrad-Drucker
0 PRINT" ":IFN)OGOTO210
100 DIMF(8),T(24):POKE4,32:POKE5,15:REM HEX F20

110 PRINT!"FALLVERSUCH":PRINT!"-----"
120 INPUT!"WEG S/MM=":S:IFS(-4000GOTO200
130 PRINT!"MAX.WEG S=4000 MM":GOTO120
200 PRINT!" ":PRINT!"MENUE:"":PRINT!"-N-W-T-V-G-L-F-?"
210 GETA$:IFA$=""GOTO210
220 IFA$="N"THENPRINT"NEUER VERSUCH":GOTO400
230 IFN=OGOTO210
240 IFA$="W"THENPRINT"WIEDERHOLUNG":N=N+(T())O:GOTO400
250 IFA$="T"GOTO460
260 IFA$="V"GOTO500
270 IFA$="G"GOTO550
280 IFA$="L"GOTO600
290 IFA$="F"GOTO750
300 GOTO210
400 IFN)24GOTO950
410 T=USR(N)
420 IFT)OGOTO450
430 IFT=0THENPRINT"FEHLER":GOTO210
440 T=T+65536
450 T=T*16E-6:T(N)=T:N=N+1
460 PRINTSTR$(N):TAB(3):"/ T=":T(N-1):"S":GOTO210
500 PRINTSTR$(N):TAB(3):"/ V=":S/(500*T(N-1)):"M/S":GOTO210

550 PRINTSTR$(N):TAB(3):"/ G=":S/(500*T(N-1)*T(N-1)):"M/S^2"
:GOTO210
600 PRINT!" ":PRINT!"NR. T/S":GOSUB2000
610 FORI=OTON-1:PRINT!I+1:TAB(5):T(I):NEXT
650 PRINT!" ":PRINT!"NR. V/(M/S)":GOSUB2000
660 FORI=OTON-1:PRINT!I+1:TAB(5):S/(500*T(I)):NEXT
700 PRINT!" ":PRINT!"NR. G/(M/S^2)":GOSUB2000
710 FORI=OTON-1:PRINT!I+1:TAB(5):S/(500*T(I)*T(I)):NEXT
720 PRINT!" ":GOTO210
750 PRINT!"MITTEL, N=":N:GOSUB2000
760 F(3)=O:F(4)=O:FORI=OTON-1:F(4)=F(4)+T(I):NEXT
770 F(4)=F(4)/N:F(6)=S/(500*F(4)):F(8)=F(6)/F(4)
780 IFN)2GOTO820
800 FORI=OTON-1:F(3)=F(3)+(F(4)-T(I))*(F(4)-T(I)):NEXT
810 F(3)=SQR(F(3)/(N*(N-1)))
820 F(0)=F(3)/F(4):F(1)=F(0)+1/S:F(2)=2*F(0)+1/S
830 F(5)=F(6)*F(1):F(7)=F(8)*F(2)
850 FORI=OTO2:FE=F(I):Z=2:GOSUB1000:F(1)=FA:NEXTI
860 FORI=3TO7STEP2:FE=F(I):Z=2:GOSUB1000

870 F(I)=FA:FE=F(I+1):Z=1:GOSUB1010:F(I+1)=FA:NEXTI
900 PRINT!"T=":F(4):"S":PRINT!TAB(3):"+-":F(3):"S"
910 PRINT!"V=":F(6):"M/S":PRINT!TAB(3):"+-":F(5):"M/S"
920 PRINT!"G=":F(8):"M/S^2":PRINT!TAB(3):"+-":F(7):"M/S^2"
930 PRINT!" ":PRINT!"RELATIVE FEHLER:"
940 PRINT!"T: ";F(O):PRINT!"V: ";F(1):PRINT!"G: ";F(2)
:GOTO210
950 PRINT!"MAX. N=":N:GOTO210
1000 E=-9:IFFE)0THENE=INT(LOG(FE)/LOG(10))
1010 FK=1:IFE=Z-1GOTO1040
1020 FORK=1TOABS(E-Z+1):FK=FK*10:NEXTK
1030 FK=-E(Z-1)*FK-(E(Z-1)/FK
1040 FA=INT(FE/FK*.5)*FK:RETURN
2000 PRINT!"-----":RETURN
    
```

Bild 2. Basic-Programmteil zum Fallversuch. Die Auflistung wurde mit einem Typenrad-Drucker erstellt, daher die abweichende Darstellung mancher Zeichen

```

FALLVERSUCH
-----
WEG S/MM=? 559.5

MENUE:
-N-W-T-V-G-L-F-?

NR.      T/S
-----
1        .33768
2        .337712
3        .337584
4        .33784
5        .337712
6        .337904
7        .33776
8        .33792

NR.      V/(M/S)
-----
1        3.3137882
2        3.3134742
3        3.31473055
4        3.3122188
5        3.3134742
6        3.31159146
7        3.31300332
8        3.31143466

NR.      G/(M/S^2)
-----
1        9.8133979
2        9.81151823
3        9.81093001
4        9.80410491
5        9.81153823
6        9.8003914
7        9.80874974
8        9.79946336

MITTEL, N= 8
-----
T= .33776 S
+- 4.1E-05 S
V= 3.313 M/S
+- 6.3E-01 M/S
G= 9.81 M/S^2
+- .02 M/S^2

RELATIVE FEHLER:
T: 1.2E-04
V: 1.9E-03
G: 2E-03
    
```

Bild 4. Typischer Protokoll- und Ergebnisausdruck. Die Meßwerte werden mit voller Stellenzahl, die Mittelwerte mit signifikanter Stellenzahl im Rahmen der Fehler-Größenordnung ausgedruckt

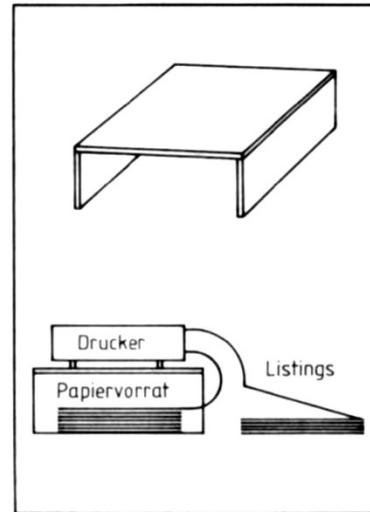
```

OFFB    PASS 1
OFFB    PASS 2
0000
0000    ;FALLVERSUCH
0000    VIA=$A000
0000    T1L=VIA+4
0000    T1H=VIA+5
0000    ACR=VIA+11
0000    PCR=VIA+12
0000    IFR=VIA+13
0000    IER=VIA+14
0000    IRQV2=$A404
0000    ZEIT=$100
0000
0000    *=$F20
OF20    INIT 78 SEI
OF21    A97F LDA £%01111111
OF23    8D0EAO STA IER
OF26    A957 LDA £(IRR1
OF28    8D04A4 STA IRQV2
OF2B    A90F LDA £)IRR1
OF2D    8D05A4 STA IRQV2+1
OF30    A900 LDA £0
OF32    A203 LDX £3
OF34    9D0001 STA ZEIT,X
OF37    CA DEX
OF38    10FA BPL *-4
OF3A    A940 LDA £%01000000
OF3C    8D0BA0 STA ACR
OF3F    A901 LDA £1
OF41    8D0CA0 STA PCR
OF44    A9FE LDA £$FE
OF46    8D04A0 STA T1L
OF49    A9FF LDA £$FF
OF4B    A282 LDX £%10000010
OF4D    8E0DA0 STX IFR
OF50    8E0EAO STX IER
OF53    58 CLI
OF54    WART 4C540F JMP WART
OF57    IRR1 8D05A0 STA T1H
OF5A    A97F LDA £%01111111
OF5C    8D0EAO STA IER
OF5F    A972 LDA £(IRR2
OF61    8D04A4 STA IRQV2
OF64    A90F LDA £)IRR2
OF66    8D05A4 STA IRQV2+1
OF69    A9C1 LDA £%11000001
OF6B    8D0DA0 STA IFR
OF6E    8D0EAO STA IER
OF71    40 RTI
OF72    IRR2 AD0DA0 LDA IFR
OF75    8D0DA0 STA IFR
OF78    C9C0 CMP £$C0
OF7A    9045 BCC KORR2
OF7C    EE0001 INC ZEIT
OF7F    AE0001 LDX ZEIT
OF82    E010 CFX £16
OF84    B06F BCS ERR
OF86    4A LSR A
OF87    B001 BCS KORR1
OF89    40 RTI
OF8A    KORR1 18 CLC
OF8B    AD0301 LDA ZEIT+3
OF8E    6908 ADC £8
OF90    8D0301 STA ZEIT+3
OF93    AD0201 LDA ZEIT+2
OF96    6900 ADC £0
OF98    8D0201 STA ZEIT+2
OF9B    A203 LDX £3
OF9D    SHIFT £E0201 ROR ZEIT+2
OFA0    £E0301 ROR ZEIT+3
OFA3    0E0001 ASL ZEIT
OFA6    B04D BCS ERR
OFA8    CA DEX
OFA9    10F2 BPL SHIFT
OFAB    AD0301 LDA ZEIT+3
OFAE    6D0101 ADC ZEIT+1
OFB1    A8 TAY
OFB2    AD0201 LDA ZEIT+2
OFB5    6D0001 ADC ZEIT
OFB8    B03B BCS ERR
OFBA    FLP 20D1£0 JSR $COD1
OFBD    68 PLA
OFBE    68 PLA
OFBF    68 PLA
OFC0    60 RTS
OFC1    KORR2 AE05A0 LDX T1H
OFC4    AD04A0 LDA T1L
OFC7    2C0DA0 BIT IFR
OFCA    5006 BVC KORR3
OFCC    EE0001 INC ZEIT
OFCD    4C8A0F JMP KORR1
OFD2    KORR3 18 CLC
OFD3    6904 ADC £4
OFD5    18 CLC
OFD6    6911 ADC £17
OFD8    8D0301 STA ZEIT+3
OFDB    8A TXA
OFDC    6900 ADC £0
OFDE    8D0201 STA ZEIT+2
OFE1    38 SEC
OFE2    A9FE LDA £$FE
OFE4    EDO301 SBC ZEIT+3
OFE7    EDO301 STA ZEIT+3
OFEA    A9FF LDA £$FF
OFEC    EDO201 SBC ZEIT+2
OFEF    8D0201 STA ZEIT+2
OFF2    4C8A0F JMP KORR1
OFF5    ERR A900 LDA £0
OFF7    A000 LDY £0
OFF9    F0BF BEQ FLP
OFFB    .END
OFFB    ERRORS= 0000
    
```

Bild 3. Maschinenprogrammteil. Er übernimmt per Interrupt die Zeitmessung

Ein Drucker-Tip

Bei den meisten Druckern ist die Papierzuführung nur wenige Zentimeter vom Papierauslaß entfernt. Da kann es bei längeren Listings schon einmal vorkommen, daß das bedruckte Papier in die Zuführung gerät und den Drucker blockiert.



Einfacher Ständer mit großem Nutzen

Dem kann mit einem einfachen U-förmigen Druckerständer abgeholfen werden, der sich leicht aus Holz oder Plexiglas herstellen läßt. Das unbedruckte Endlospapier wird unter den Drucker gelegt und kommt nun nicht mehr in Konflikt mit dem bedruckten Papier (Bild).

J. Plate

Haben Sie es herausgefunden?



In unserer Aprilausgabe veröffentlichten wir ein kurzes Basic-Programm mit der Frage, was es wohl tut. Das Bild zeigt den Musterausdruck. Nebenbei bemerkt: Wir erhielten zahlreiche Leserzuschriften, in denen uns mitgeteilt wurde, daß es sich um ein Programm zur Dezimal-Binär-Umwandlung handelt. Richtig. Freunde, gut beobachtet...

