

Harald Schumny (Hrsg.)

# Personal Computer in Labor, Versuchs- und Prüffeld

Der PC als Hilfsmittel bei der Erfassung,  
Verarbeitung und Darstellung von Meßdaten

Zweite, neubearbeitete und erweiterte Auflage

Mit 171 Abbildungen

Springer-Verlag Berlin Heidelberg NewYork  
London Paris Tokyo HongKong 1990

---

# Inhaltsverzeichnis

---

---

<b>Teil I Grundlagen</b>	<b>1</b>
<hr/>	
<b>1 PC und Standardisierung (<i>Harald Schumny</i>)</b>	<b>3</b>
1.1 Computerfamilien	3
1.1.1 Die Hardware	3
1.1.2 Die Software	5
1.2 Grundkonzepte für PCs	7
1.2.1 Allgemeines	7
1.2.2 Hardwareentwicklung	8
1.2.3 Softwareentwicklung	11
1.2.4 Benutzerschnittstellen	14
1.2.5 Graphik	16
1.3 PC für Messen, Steuern und Regeln (MSR)	18
1.3.1 Wünsche an Arbeitsplatzcomputer für MSR	19
1.3.2 Verfügbare Software und Hardware	21
1.3.3 Personal Instrumentation	22
<b>2 Schnittstellen und Netze (<i>Harald Schumny</i>)</b>	<b>27</b>
2.1 Datenerfassung und Übertragung	27
2.1.1 Ein-/Ausgabeverfahren	28
2.1.2 Codierung und Datensicherung	29
2.2 Klassifizierung von Schnittstellen und Bussen	30
2.3 ISO-Referenzmodell zur Schnittstellenbeschreibung	34
2.4 Parallele Schnittstellen	36
2.5 Serielle Schnittstellen	38
2.6 Übersicht	41
2.7 Lokale Rechnernetze	43
2.8 Resümee	45

<b>3 Betriebssysteme für Personalcomputer (<i>Susanne Burger</i>)</b>	<b>47</b>
3.1 Allgemeines zum Betriebssystem	47
3.1.1 Aufgaben des Betriebssystems	47
3.1.2 Begriffe im Zusammenhang mit Echtzeit-Betriebssystemen	48
3.2 Funktionsumfang von Echtzeit-Betriebssystemen	49
3.2.1 Taskverwaltung	50
3.2.2 Tasksynchronisation und -kommunikation	53
3.2.3 Betriebsmittelverwaltung	55
3.2.4 Ein-/Ausgabesystem	55
3.2.5 Kommandosystem	55
3.3 Einfach- bzw. Singletask-Systeme	56
3.4 Multitask- und Echtzeitsysteme	57
3.4.1 UNIX	57
3.4.2 Concurrent CP/M-86 (CCP/M-86)	57
3.4.3 Concurrent DOS 86	59
3.4.4 Concurrent DOS XM	60
3.4.5 Concurrent DOS386	61
3.4.6 FlexOS 286	61
3.5 Einsatzbeispiele für Echtzeit-Betriebssysteme	63
<b>4 Software für Datenerfassung und -auswertung (<i>Harald Schumny</i>)</b>	<b>65</b>
4.1 Ergänzungen zu Betriebssystemen	65
4.2 Standard-Software	69
4.3 Software-Spektrum	70
4.4 Kurzbesprechung der Software aus Tabelle 4.2	72

---

<b>Teil II Signalerfassung, Verarbeitung und Darstellung</b>	<b>77</b>
--	-----------

---

<b>5 Meßdatenauswertung und Meßunsicherheit (<i>Klaus Weise</i>)</b>	<b>79</b>
5.1 Einige Grundbegriffe des Messens	79
5.2 Ermittlung des Meßergebnisses	80
5.3 Angabe der Meßunsicherheit	81
5.4 Programmbeispiel	82
5.5 Zweck eines allgemeinen Auswertungsverfahrens	82
5.6 Begriffe	83
5.7 Ansätze für die Eingangsdaten	84
5.8 Fortpflanzung von Unsicherheiten	85
5.9 Programmbeispiel zum Gauß-Verfahren	86
5.10 Ausgleichsrechnung	87
5.11 Programmbeispiel zur Ausgleichsrechnung	87
Anhang 5.1 Programm DIN1319T3	89
Anhang 5.2 Programm DIN1319T4	89
Anhang 5.3 Programm AUSGLEICHUNG	91

<b>6 Grundlagen der Meßdatenerfassung und -auswertung (J.-Uwe Varchmin)</b>	<b>93</b>
6.1 Definition analoger und digitaler Signale	93
6.1.1 Wert- und zeitkontinuierliche Signale	93
6.1.2 Wertkontinuierliche und zeitdiskrete Signale	95
6.1.3 Wert- und zeitdiskrete Signale	95
6.2 A/D-Umsetzer für die Meßdatenerfassung . . . . .	96
6.2.1 A/D-Umsetzer nach dem Parallelverfahren	96
6.2.2 A/D-Umsetzer nach dem Wägeverfahren	97
6.2.3 Integrierende Mehr-Rampen-Verfahren (Beispiel Dual-Slope-ADU)	98
6.3 Fehler von A/D-Umsetzern . . . . .	100
6.3.1 Quantisierungs-Fehler	100
6.3.2 Offset-Fehler	100
6.3.3 Verstärkungs-Fehler	101
6.3.4 Linearitäts-Fehler	102
6.4 Wie schnell ist "schnell" - oder die Notwendigkeit von . . . . .	103
Abtast/Halte-Verstärkern (Sample and Hold)	
6.5 Mehrkanalige Meßdatenerfassung; . . . . .	105
Meßdaten-Erfassungssystem (Data Acquisition System DAS)	
6.6 Das Abtasttheorem - Die Notwendigkeit von Antialiasingfiltern	107
6.7 Digitale System- und Signalanalyse . . . . .	109
6.7.1 Definition der Laplace-Transformation	111
6.7.2 Definition der diskreten z-Transformation	112
6.8 Strukturen digitaler Filter . . . . .	114
6.8.1 Differenzengleichungen für Tiefpässe	116
6.8.2 Differenzengleichungen für Hochpässe	117
6.8.3 Differenzengleichungen für Bandpässe	118
6.8.4 Differenzengleichungen für Bandsperrfilter . . . . .	119
<b>7 Meßtechnische Instrumentierung von PCs (J.-Uwe Varchmin)</b>	<b>123</b>
7.1 Möglichkeiten zur meßtechnischen Instrumentierung von PCs	123
7.2 Personal Instrumentation mit Zusatzkarten im PC . . . . .	125
7.2.1 Vier-Kanal-Transientenrecorder	125
7.2.2 PC als digitales Speicheroszilloskop: Computerscope	126
7.2.3 Digitale Bildverarbeitung	127
7.3 Personal Instrumentation mit externen Zusatzgeräten (PIB) . . . . .	127
7.3.1 Keithley DAS Serie 500	127
7.3.2 Hewlett-Packard PC-Meßinstrumente	129
7.3.3 Logikanalysator . . . . .	130
<b>8 Meß- und Steuerungssysteme mit IEC-Bus-Geräten und PC (J.-Uwe Varchmin)</b>	
8.1 So arbeitet der IEC-Bus	135
8.1.1 IEC-Bus-Hardware	135
8.1.2 IEC-Bus-Software	139
8.2 Meß- und Steuerungssystem mit PC als IEC-Bus-Controller . . . . .	143
8.2.1 Vielstellen-Meßsysteme mit Scanner	143

8.2.2 Hardware des USUS-Geräts	145
8.2.3 Software für ein automatisches Meß- und Steuerungssystem	147
8.3 PC-Meßgeräte - die neue Perspektive in der Meßtechnik	152
8.4 Zusammenfassung . . . . .	154
<hr/>	
<b>Teil III Software für Erfassung und Verarbeitung</b>	<b>155</b>
<hr/>	
<b>9 Konzept zur Software für die rechnergestützte Meßwerterfassung und Auswertung mit PC (Wilfried Melder)</b>	<b>157</b>
9.1 Einleitung	157
9.2 Anforderungen an Meßwerterfassung und Auswertung . . . . .	158
9.3 Komponenten zur Lösung	162
9.4 Die "Benutzeroberfläche" der Software	168
9.5 Ausgeführte Programmbeispiele . . . . .	178
9.6 Einige Kriterien zur Bewertung und zu den Kosten von Software zur Meßdatenverarbeitung	178
9.7 Zusammenfassung . . . . .	183
<b>10 ASYST - Eine Programmiersprache zur Meßdatenverarbeitung (W. Bartels)</b>	<b>185</b>
10.1 Einleitung	185
10.2 Compiler / Interpreter / Assembler . . . . .	186
10.3 Was ist ASYST?	187
10.4 Programmierung	189
10.5 Strukturelemente . . . . .	189
10.6 Schnittstellen	191
10.7 Datentransfer	194
10.8 Datenverarbeitung, Datenanalyse . . . . .	195
10.9 Darstellung von Ergebnissen	196
10.10 Handhabung von Datenfiles	197
10.11 Hardware-Kompatibilität . . . . .	197
10.12 Menügeführte Software	198
10.13 ASYST-Menüs	200
10.14 Zusammenfassung . . . . .	200
<b>11 Anforderungen an PC-Meßplätze in der automatisierten Meßtechnik (Armin Preuss)</b>	<b>209</b>
11.1 Rückblick	209
11.2 Anforderungen an den PC (Hardware)	210
11.3 Anforderungen an das Softwaresystem . . . . .	212
11.4 Anforderungen an das Gesamtsystem	212
11.5 Möglichkeiten zur Programmerstellung	214
11.6 Programmgenerator . . . . .	216
11.7 Ein Beispiel	217

11.8 Einbindung fremder Meßgeräte	221
11.9 Meßwertanalyse . . . . .	224
<b>12 Integrierte Meßdatenerfassung - Von der Datenaufnahme bis zur</b>	<b>229</b>
<b>Versuchsdokumentation (Joachim Hilsmann und Karlheinz Stein)</b>	
12.1 Einleitung . . . . .	229
12.2 Einordnung des Begriffs "Integrierte Software"	229
12.3 Integrierte Software für die Meßtechnik	231
12.4 Die Konzeption des Softwarepakets signalys . . . . .	234
12.5 Unterstützende Funktionen	240
12.6 Zusammenfassung und Ausblick . . . . .	241
<hr/>	
<b>Teil IV Hardware-Aspekte und Anwendungen</b>	<b>243</b>
<hr/>	
<b>13 Erfassung und Verarbeitung dynamischer Meßsignale mit dem PC . . . .</b>	<b>245</b>
(Hendrik Immel)	
13.1 Problemstellung	245
13.2 Meßwerterfassung . . . . .	246
13.2.1 On-line-/Off-line-Erfassungssysteme	246
13.2.2 Architektur von Off-line-Meßwerterfassungssystemen	247
13.2.3 Triggerverfahren zur Datenreduzierung	251
13.2.4 Kontinuierliche Meßwerterfassung . . . . .	252
13.2.5 Der PC als Speicheroszillograph	256
13.2.6 Entscheidungshilfen für die Auswahl des geeigneten Systems	256
13.3 Meßwertverarbeitung . . . . .	260
13.3.1 On-line-Verarbeitung von Ergebnissen	260
13.3.2 Off-line-Verarbeitung von Ergebnissen . . . . .	261
<b>14 PP2 - Eine typische Prozeßperipherie (Hans-Joachim Schuster) . . . . .</b>	<b>263</b>
14.1 Einleitung	263
14.2 Allgemeiner Aufbau . . . . .	264
14.3 Systembusanschaltung	265
14.3.1 Software	265
14.3.2 Hardware	266
14.4 IEC-Bus-Anschaltung . . . . .	266
14.4.1 Software	268
14.4.2 Hardware	269
14.5 DMA-Anschaltung . . . . .	271
14.5.1 Software	272
14.5.2 Hardware	274
14.5.3 Anwendungsbeispiele	275
14.6 Funktionen . . . . .	278
14.6.1 Digitale Ein-/Ausgabefunktionen	278

14.6.2 Analogfunktionen	279
14.6.3 Zähler-Timer-Funktionen	279
14.7 Meß- und Datenverarbeitungssoftware . . . . .	280
14.7.1 Befehle	280
14.7.2 Softwaremodule	281
14.7.3 Anwenderprogramme . . . . .	284
 <b>15 Die neue Generation von Meßdateninterfaces - Gezeigt an den Unterschieden zwischen Datenlogger, Datenakquisition und Prozeßkontroller (Harry Reimer)</b>	
15.1 Einleitung . . . . .	287
15.1.1 Trend Off-line / On-line	287
15.2 Systemunterschiede . . . . .	288
15.2.1 Unterschiede Laborbetrieb / Industriebetrieb	288
15.2.2 Multiplexer	288
15.3 Anforderungen an moderne Systeme . . . . .	291
15.3.1 Befehlssyntax, Systemintelligenz	295
15.3.2 Anschluß an den Computer	296
15.3.3 Ausblicke	297
15.4 Auswahl des Computertyps . . . . .	298
15.5 Standard-Programmiersprachen BASIC, Pascal	298
15.5.1 Maschinenprogrammierung	299
15.5.2 Software	302
15.5.3 Tendenzen	302
15.6 Erläuterungen anhand eines modernen Meßwerterfassungssystems .	303
 <b>16 Resümee, Vergleiche, Ausblicke (Harald Schumny)</b> . . . . .	307
16.1 Automatisierung von Meßprozessen	307
16.2 Normung . . . . .	313
16.3 Leistungsfähigkeit	315
16.4 Was ist zu erwarten ? . . . . .	316
 <b>Literaturverzeichnis . . . . .</b>	319
 <b>Sachwortverzeichnis . . . . .</b>	323