

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 New York  
London Paris Tokyo Hong Kong 1990

---

# Inhaltsverzeichnis

---

---

<b>Teil I</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>1</b>
<b>1</b>	<b>PC und Standardisierung (Harald Schumny)</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</b>	<b>Schnittstellen und Netze (Harald Schumny)</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 (Susanne Burger) . . . . .</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 (Harald Schumny) . . . . .</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

---

## Teil II Signalerfassung, Verarbeitung und Darstellung 77

---

<b>5 Meßdatenauswertung und Meßunsicherheit (Klaus Weise) . . . . .</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> . . . . .	93
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> . . . . .	123
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 (<i>Wilfried Melder</i>)</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 . . . . .</b>	<b>185</b>
( <i>W. Bartels</i> )	
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 . . . . .</b>	<b>209</b>
( <i>Armin Preuss</i> )	
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 Versuchsdokumentation (Joachim Hilsmann und Karlheinz Stein)</b>	<b>229</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 Softwarepaketes 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 Speicheroszilloskop . . . . .	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
<hr/>	
<b>Literaturverzeichnis . . . . .</b>	319
<b>Sachwortverzeichnis . . . . .</b>	323
<hr/>	