

Uli Diemer
Björn Baser
Hans-Jörg Jodl

Computer im Praktikum

Moderne physikalische Versuche

Mit 121 Abbildungen



Springer

Inhalt

Teil I. Das moderne Praktikum

1. Grundzüge eines modernen Praktikums	3
1.1 Derzeitiger Stand der Anfängerpraktika	3
1.1.1 Ziele eines Praktikums	4
1.1.2 PC-Einsatz im Praktikum	4
1.1.3 Praktikumsbücher	4
1.2 Warum eine Erneuerung nötig ist	5
1.2.1 Probleme bei der Erneuerung	7
1.3 Das moderne Praktikum	9
2. Lernziele im Praktikum	11
2.1 Der bisherige Stand	11
2.1.1 Exemplarische Darstellung der Lernzieltaxonomien ...	12
2.1.2 Bisherige Literatur zu Lernzielen	12
2.2 Neue Lernziele durch den PC-Einsatz	13
2.2.1 Befragung anderer Fachbereiche nach Lernzielen	14
2.2.2 Auswertung der Befragung	14
2.2.3 Lernzielkatalog	15
2.3 Zusammenfassung	18
3. Didaktische Überlegungen zum sinnvollen Computereinsatz in Praktika	21
3.1 Einsatzmöglichkeiten des Computers im Unterricht	22
3.1.1 Einsatz bei Experimenten	22
3.1.2 Sonstiger PC-Einsatz	23
3.2 Computereinsatz im Anfängerpraktikum	26
3.3 Kriterien für den sinnvollen PC-Einsatz	26
3.4 Probleme beim Computer-Einsatz	28
3.5 Programmbewertung im Versuch	31
3.6 Anmerkungen zur Praktikumsanleitung	33
3.7 Protokollheft	34
3.8 Zusammenfassung	36

**Teil II. Computerunterstützte Experimente
im Praktikum**

4.	Kräftemessung mit Dehnungsmeßstreifen und <i>SURFTREC</i>.	41
4.1	Das Programm <i>SURFTREC</i>	41
4.1.1	Die Programmbedienung	42
4.2	Die notwendige Hardware	44
4.2.1	Die Dehnungsmeßstreifen	44
4.3	Experimente mit Dehnungsmeßstreifen	47
4.3.1	Messung der Oberflächenspannung und anderer kleiner Kräfte	47
4.3.2	Messung von Kraftstößen	53
4.3.3	Weitere Anwendungsbeispiele	56
4.3.4	Projektarbeiten	58
4.4	Zusammenfassung	62
5.	<i>SWING</i>	63
5.1	Theorie der Drehschwingungen	64
5.1.1	Begriffe der nichtlinearen Dynamik	65
5.2	Beschreibung des Versuchsaufbaus	66
5.2.1	Positionsbestimmung	66
5.2.2	Erregermotor für erzwungene Schwingungen	67
5.2.3	Dämpfung	67
5.3	Bedienung des Programms <i>SWING</i>	67
5.3.1	Allgemeine Vorbemerkungen	67
5.3.2	$s(t)$ -Diagramm	69
5.3.3	Sinfit	71
5.3.4	Amplituden	71
5.3.5	Nullposition	72
5.3.6	Interfacetest	72
5.4	Beispiele und Aufgabenstellungen	73
5.4.1	Die harmonische Schwingung	73
5.4.2	Dämpfungsphänomene	73
5.4.3	Theorie und Experiment: Anfiten von Werten	74
5.4.4	Erzwungene Schwingungen und Resonanzen	75
5.4.5	Phasenraumdarstellung	76
5.4.6	Nichtlineare Dynamik	76
5.4.7	Die Einschwingphase	78
5.5	Zusammenfassung	82

6. Radioaktiver Zerfall	85
6.1 Zur Theorie	86
6.1.1 Geiger-Müller-Zählrohr	86
6.1.2 Zählstatistik	87
6.1.3 Hintergrundstrahlung, Nullrate	87
6.2 Experimenteller Aufbau	88
6.3 Das Programm <i>RAP</i>	89
6.3.1 Messung	89
6.3.2 Graphische Darstellung der Werte	89
6.3.3 Auswertemöglichkeiten	90
6.3.4 Weitere Menüpunkte	90
6.4 Beispiele für eine Versuchsreihe	90
6.4.1 Bestimmung der Zählrohrcharakteristik	90
6.4.2 Bestimmung des Strahlungshintergrundes	92
6.4.3 Bestimmung der Halbwertszeit eines Isotopes	94
6.5 Zusammenfassung	96
7. Kennlinien elektronischer Bauteile mit <i>XLINES</i>	99
7.1 Experimentsteuerung mit dem Programm <i>XLINES</i>	100
7.2 Beispiele für eine Versuchsreihe	101
7.2.1 Kennlinien von Widerständen und Dioden	102
7.2.2 Kondensatoren laden und entladen	104
7.2.3 Kennlinienfelder von Transistoren	106
7.3 Zusammenfassung	109
8. Messung und Berechnung elektrischer Feldlinien mit <i>FLAP</i> und <i>EFELD</i>	111
8.1 Die Meßwerterfassung mit <i>FLAP</i>	111
8.1.1 Die Meßmethode	112
8.1.2 Das Programm <i>FLAP</i>	113
8.2 Berechnung von Feldverteilungen	115
8.2.1 Das Programm <i>EFELD</i>	116
8.3 Beispiele zum Einsatz von Realexperiment und Simulation	118
8.3.1 Untersuchungen am Plattenkondensator	118
8.3.2 Spitze	121
8.4 Weitere Anordnungen	122
8.4.1 Reale Anordnungen	122
8.4.2 Beispiele zur weiteren Vertiefung des Verständnisses des Themas	124
8.5 Zusammenfassung	125

9. Experimente zur Wärmeleitung und das Programm <i>WÄRME</i>	127
9.1 Kurze Theorie der Wärmeleitung	128
9.1.1 Wärmeleitung beim isolierten Stab	128
9.1.2 Wärmeleitung beim nichtisolierten Stab	129
9.1.3 Die dynamische Methode zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit	130
9.2 Die Datenerfassung mit dem Programm <i>WÄRME</i>	131
9.2.1 Die Hardware	131
9.2.2 Die Software	132
9.3 Das Experiment	135
9.3.1 Das Meßprogramm	135
9.3.2 Überprüfung der Linearität der Meßfühler	136
9.3.3 Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit im isolierten, stationären Fall	137
9.3.4 Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit mit der Modulationsmethode	138
9.3.5 Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit im verlustbehafteten Fall	139
9.3.6 Weitere optionale Aufgabenstellungen	140
9.4 Zusammenfassung	141
10. Experimente am Stirling-Motor	143
10.1 Theorie zu den Experimenten	144
10.1.1 Das pV -Diagramm	144
10.1.2 Wichtige Kreisprozesse	145
10.1.3 Der Wirkungsgrad von Kreisprozessen	146
10.2 Die Datenerfassung	146
10.2.1 Die „klassische“ Version der Datenaufnahme	146
10.2.2 Die Hardware zur Datenerfassung mit Hilfe des Computers	148
10.2.3 Bedienung des Programms <i>MOTOR</i>	149
10.3 Die Messungen	151
10.3.1 Die Meßaufgaben	151
10.3.2 Die Durchführung der Messungen und Ergebnisse	152
10.4 Zusammenfassung	154
11. Rotierender magnetischer Dipol und <i>ROMA</i>	157
11.1 Einige Grundlagen zum Experiment	158
11.1.1 Deterministisches Chaos	158
11.1.2 Attraktoren	160
11.1.3 Poincaré-Schnitte	161
11.1.4 Kurze mathematische Beschreibung des bipolaren Motors	162

1-2-20

11.2	Der experimentelle Aufbau	164
11.3	Die Datenerfassung und -auswertung mit <i>ROMA</i>	166
11.3.1	Allgemeine Bemerkungen zum Programm	166
11.3.2	Dateioperationen	167
11.3.3	Das Arbeitsfeld	168
11.3.4	Die Datenerfassung	169
11.3.5	Eine alternative Möglichkeit zur Datenerfassung	169
11.4	Mögliche Aufgabenstellungen	170
11.4.1	Meßaufgaben zum klassischen Verhalten des Systems .	171
11.4.2	Untersuchungen auf dem Weg zum chaotischen Verhalten	177
11.4.3	Das Chaotische Verhalten	179
11.5	Zusammenfassung	182
12.	Der Chaosgenerator	185
12.1	Theoretische Hintergründe zum Chaosgenerator	186
12.1.1	Aufbau und mathematisches Modell	187
12.1.2	Numerische Betrachtungen	187
12.1.3	Aspekte von Simulation und Experiment	188
12.2	Das Programm <i>CHAOSGEN</i>	188
12.3	Aufgabenstellungen	189
12.3.1	Dimensionierung des Schaltkreises	191
12.3.2	Aufbau des Schaltkreises	192
12.3.3	Untersuchung des Generatorverhaltens bei hohen R_m .	193
12.3.4	Bestimmung der Frequenz in Simulation und Experiment	194
12.3.5	Dynamik bei sinkendem R_m	194
12.3.6	Der Übergang zwischen harmonischer, quasiperiodi- scher und chaotischer Dynamik	196
12.3.7	Analyse des Bifurkationsverhaltens	199
12.3.8	Betrachtung von Hystereseeffekten	200
12.3.9	Frequenzanalyse	201
12.4	Zusammenfassung	201
13.	Bildverarbeitung mit <i>VIVIAN</i>	205
13.1	Das Programm <i>VIVIAN</i>	205
13.1.1	Technische Details	206
13.1.2	Aufnahme eines Bildes	207
13.1.3	Bearbeitung der Bilder	208
13.2	Anwendungsbeispiele für das Programm	211
13.2.1	Bestimmung des Auflösungsvermögens	211
13.2.2	Modenprofil eines Laserstrahls	212
13.2.3	Versuche zur Beugung	214
13.2.4	Abbesche Mikroskoptheorie	215

13.2.5	Bestimmung des Randwinkels zwischen einer Flüssigkeit und einem Festkörper	216
13.2.6	Vermessung mikroskopischer Strukturen	217
13.2.7	Weitere Anwendungsbeispiele für das Programm	218
13.3	Zusammenfassung	219
14.	Verfolgung von Bewegungsabläufen	
	mit <i>CARMEN</i>	221
14.1	Das Programm <i>CARMEN</i>	223
14.1.1	Hardwarevoraussetzungen	223
14.1.2	Funktionsweise	223
14.1.3	Programmbedienung	224
14.1.4	Weiterverarbeitung der Daten	229
14.2	Anwendungsbeispiele	230
14.2.1	Stoßversuche	230
14.2.2	Analogieexperimente auf dem Luftkissentisch	234
14.2.3	Mathematisches Doppelpendel	239
14.2.4	Faden-Federpendel	240
14.2.5	Untersuchung von Flugbahnen	241
14.2.6	Hüpfender Ball auf einer bewegten Membran	243
14.2.7	Pendelbewegungen bei großer Amplitude	244
14.2.8	Gegeneinander bewegte Koordinatensysteme	244
14.2.9	Projektarbeiten und fachübergreifende Themen	246
14.3	Zusammenfassung	248
15.	Bemerkungen zu weiteren	
	Einsatzmöglichkeiten des Computers	
	in Praktika	251
15.1	Software zur Meßwerverfassung	251
15.1.1	Der Einsatz kommerzieller Software	251
15.1.2	Semikommerzielle Lösungen	252
15.1.3	Lokale Lösungen	253
15.1.4	Das Software Interface System <i>SIS</i>	253
15.2	Meßdatenauswertung mit dem Computer	255
15.2.1	Einsatz verschiedener Auswerteprogramme	255
15.2.2	Ausgleichsrechnungen	258
15.2.3	Beispiele zu Computerauswertungen	259
15.3	Programme zur Dokumentation der Ergebnisse	260
15.4	Die Simulation im Praktikum	261
15.4.1	Einsatzmöglichkeiten	262
15.4.2	Beispiele	263
15.5	Zusammenfassung	266

Teil III. Das Computerpraktikum*Numerik und Interfacing*

16. Das Computerpraktikum	271
16.1 Ziele des Praktikums	271
16.2 Ansätze anderer Universitäten	272
16.3 Das Konzept des Praktikums	273
16.3.1 Die Teile des Praktikums	274
16.4 Inhalte	275
16.4.1 Der Einführungsteil	276
16.4.2 Praktikumsteil „Numerik“	276
16.4.3 Praktikumsteil „Interfacing“	277
16.4.4 Inhalte des „Interfacing-Teils“ des Praktikums	277
16.4.5 Das Projekt	278
16.5 Organisation des Praktikums	280
16.5.1 Rechnerarbeitsraum	280
16.5.2 Die Arbeitsgruppen	281
16.5.3 Finanzieller Rahmen	281
16.5.4 Betreuer	282
16.6 Erfahrungen und Aussichten	283
Schlußwort	285

Anhang

A. Ursprünglicher Lernzielkatalog bei der Umfrage	291
B. Bewertung der eingesetzten on/off-line Programme	297
Literaturverzeichnis	299
Sachverzeichnis	309