

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	15
Maple	15
Zweck und Aufbau dieses Buches	15
Die 2. Auflage	16
Danksagungen	17

Teil 1 **Mathematik mit Maple**

1	Bedienung von Maple 7	21
1.1	Das Arbeitsblatt	21
1.2	Die Benutzeroberfläche	23
1.3	Gestaltung von Arbeitsblättern	37
2	Rechnen und Arbeiten mit Maple	47
2.1	Grundrechenarten	47
2.2	Fließkommaberechnungen	49
2.3	Symbolische Ausdrücke	51
2.4	Ergebnisspeicher	52
2.5	Weitere Eingabekonventionen	53
2.5.1	Groß- und Kleinschreibung	53
2.5.2	Leerzeichen in Ausdrücken	54
2.5.3	Mehrere Anweisungen in einer Eingaberegion	54
2.5.4	Verteilen über mehrere Zeilen	55
2.6	Variablen	55
2.6.1	Zuweisungen	55
2.6.2	Löschen von Werten	57
2.6.3	Rücksetzen von Maple	58
2.6.4	Auswertungsregeln	59
2.7	Funktionsdefinition	62
2.8	Hilfefunktionen	68
2.9	Typische Anwenderfehler	68
2.9.1	Syntaxfehler	68
2.9.2	Semantikfehler	69
2.9.3	Missachtung mathematischer Prioritäten	70
2.9.4	Tippfehler	71
2.9.5	Ditto	71

2.9.6	Zuweisungen	72
2.9.7	Der Doppelpunkt	73
2.9.8	Verwechslung zwischen Funktionen in Pfeilnotation und Termen	74
3	Grundlagen	77
3.1	Mathematische Funktionen	77
3.2	Vordefinierte Konstanten	78
3.3	Exponentialschreibweise	79
3.4	Prioritäten mathematischer Operationen	79
3.5	Kurznamen für Funktionen und Befehle	81
3.5.1	Makros	81
3.5.2	Aliase	82
3.6	Ausdrücke und Datenstrukturen	84
3.6.1	Ausdruck	84
3.6.2	Bereiche	84
3.6.3	Folgen	85
3.6.4	Listen	86
3.6.5	Mengen	87
3.7	Datentypen	88
3.8	Auswahl von Teilausdrücken	90
3.9	Die map-Funktion	94
4	Umformungen, Vereinfachungen und Lösungen	97
4.1	Rechnen mit Polynomen	97
4.2	Quotienten	104
4.3	Vergleich von Ausdrücken	108
4.4	Annahmen und Vereinfachungen	110
4.4.1	Setzen von Annahmen	111
4.4.2	Zusammenfassungen mittels combine	116
4.4.3	Vereinfachungen mittels simplify	117
4.4.4	Potenzen	118
4.4.5	Wurzeln	120
4.4.6	Logarithmen	122
4.4.7	Trigonometrische Ausdrücke	123
4.4.8	Einschränkung auf die reelle Zahlenebene	126
4.5	Gleichungen	128
4.5.1	Darstellung und Umformungen	128
4.5.2	Lösung von Gleichungen	129
4.6	Ungleichungen	138
4.7	Gleichungssysteme	139
4.8	Substitution von Ausdrücken	140
4.8.1	subs	140

4.8.2	algsubs	142
4.8.3	eval	144
4.8.4	subsindets	145
4.9	Manuelle Lösung von Gleichungen	146
4.10	Punkt-Richtungsform und Schnittpunkte von Geraden	148
4.11	Komplexe Zahlen	150
4.12	Rechnen mit Einheiten in Maple 7	152
5	Graphik	155
5.1	Zweidimensionale Graphiken	155
5.1.1	Smartplots	155
5.1.2	Die plot-Anweisung	158
5.1.3	Graphik-Menübefehle	159
5.1.4	Plotoptionen	161
5.1.5	Koordinatenachsen	163
5.1.6	Linienarten	164
5.1.7	Farben	165
5.1.8	Punkte: Stile und Symbole	166
5.1.9	Beschriftungen	168
5.1.10	Mehrere Graphen mit plot zeichnen	170
5.1.11	Mehrere Graphen mit plots/display zeichnen	171
5.1.12	Plotoptionen für alle Graphiken vordefinieren	173
5.1.13	Platzierung von Texten	174
5.1.12	Gitternetz	176
5.1.13	Punkte	178
5.1.14	Tangenten	179
5.1.15	Implizite Funktionen	179
5.1.16	Parametrische Kurven	183
5.1.17	Kurven in Polarkoordinaten	184
5.1.18	Logarithmische Plots	186
5.1.19	Vektorfelder	187
5.1.20	Ungleichungen	188
5.1.21	Animation	190
5.2	Dreidimensionale Graphiken	192
5.2.1	Der plot3d-Befehl	192
5.2.2	Flächen aus Punktkoordinaten	198
5.2.3	Flächen in Kugelkoordinaten	199
5.2.4	Implizite Funktionen	200
5.2.5	Kurven im Raum	201
5.2.6	Animationen in 3D	203
5.2.7	Vordefinition von 3D-Plotoptionen	203
5.2.8	Einsatz von display	204
5.3	Abspeicherung von Graphiken	204

6	Analysis	207
6.1	Verknüpfung von Funktionen	207
6.1.1	Verknüpfung durch Grundrechenarten	207
6.1.2	Verknüpfung durch Verkettung	208
6.2	Fakultäten und Binomialkoeffizienten	209
6.3	Symmetrie von Funktionen	210
6.4	Grenzwerte	211
6.5	Stetigkeit	215
6.6	Folgen reeller Zahlen	217
6.6.1	Explizit gebildete Folgen	217
6.6.2	Implizit gebildete Folgen	222
6.7	Summen, Reihen und Produkte	224
6.7.1	Partialsummen	224
6.7.2	Unendliche Reihen	226
6.7.3	Grenzwerte unendlicher Reihen	226
6.7.4	Produkte	227
6.8	Träge Kommandos	227
6.9	Differentiation	228
6.9.1	Ableitungen mit diff	228
6.9.2	Extrem- und Wendestellen	231
6.9.3	Monotonieverhalten	232
6.9.4	Differentialoperator D	233
6.9.5	Partielle Ableitungen	234
6.9.6	Differentiation impliziter Funktionen	237
6.9.7	Differentiation von Vektoren	238
6.10	Integration	239
6.10.1	Unbestimmte und bestimmte Integrale	239
6.10.2	Numerische Integration	240
6.10.3	Uneigentliche Integrale	242
6.10.4	Integrationsmethoden	244
6.10.5	Mehrfachintegrale	247
6.10.6	Flächenprobleme	247
6.10.7	Anwendung: Berechnung der Bogenlänge einer Kurve	250
6.11	Reihenentwicklung	252
6.11.1	Potenzreihen	252
6.11.2	Fourier-Reihen	256
6.12	Stückweise definierte Funktionen	257
6.13	Gewöhnliche Differentialgleichungen	259
6.13.1	Symbolische Lösungen	259
6.13.2	Numerische Lösungen	264
6.13.3	Reihenentwicklung	265
6.13.4	Systeme von Differentialgleichungen	266
6.13.5	Graphische Darstellung	267

7	Lineare Algebra, Analytische Geometrie und Kombinatorik . . .	271
7.1	Vektoren	271
7.2	Matrizen	280
7.2.1	Matrixdefinition	280
7.2.2	Matrixmanipulationen	283
7.2.3	Fundamentale Matrixarithmetik	287
7.2.4	Lineare Gleichungssysteme in Matrizenform	290
7.2.5	Eigenwerte und -vektoren	293
7.3	Geometrie der Ebene	297
7.4	Geometrie des Raumes	303
7.5	Kombinatorik	308
8	Beschreibende Statistik	311
8.1	Darstellung statistischer Werte	311
8.2	Häufigkeitsverteilung	312
8.3	Kennwerte	314
Teil 2	Die Programmiersprache Maple	
9	Die Programmiersprache Maple	319
9.1	Allgemeines	319
9.2	Eigenschaften der Programmiersprache Maple	320
9.3	Begriffsbestimmungen	321
10	Bezeichner	323
10.1	Variablen	323
10.2	Datentypen	326
10.3	Schutz von Bezeichnern	329
11	Ausgabebefehle	331
11.1	Unformatierte Ausgabe mit print und lprint	331
11.2	Formatierte Ausgabe mit printf	332
12	Bedingungen	337
12.1	Die if-Anweisung	337
12.1.1	if-then-Konstruktion	338
12.1.2	if-then-else-Konstruktion	339
12.1.3	if-then-elif-[else]-Konstruktion	340
12.1.4	Auswertung von if-Anweisungen	342
12.1.5	Die `if'-Funktion	344
12.2	Boolesche Operatoren	345

13	Schleifen	347
13.1	Allgemeines	347
13.2	for/from-Schleifen	349
13.3	Gekürzte for/from-Schleifen	353
13.4	for/in-Schleifen	354
13.5	while-Schleifen	354
13.6	Kombinierte for/while-Schleifen	356
13.7	Sprungbefehle für Schleifen	357
14	Strukturierte Datentypen	361
14.1	Folgen	361
14.1.1	Grundsätzliches	361
14.1.2	Zugriff auf Elemente	362
14.1.3	Erzeugung mittels seq und \$	363
14.1.4	Erweiterung	365
14.1.5	Leerfolgen	366
14.2	Listen und Mengen	366
14.2.1	Grundsätzliches	366
14.2.2	Zugriff auf Elemente	367
14.2.3	Anzahl der Elemente	369
14.2.4	Prüfung auf Elemente	369
14.2.5	Listen	370
14.2.5.1	Austausch von Elementen	370
14.2.5.2	Löschen von Elementen	371
14.2.5.3	Schachtelung	372
14.2.5.4	Sortierung	373
14.2.5.5	Leere Listen	374
14.2.5.6	Anwendung von Rechenoperationen	375
14.2.6	Mengen	375
14.2.7	Umwandlungen zwischen Listen und Mengen	377
14.3	Tabellen	377
14.3.1	Grundsätzliches	377
14.3.2	Explizite Erzeugung	378
14.3.3	Zugriff	379
14.3.4	Löschung	380
14.3.5	Implizite Erzeugung	380
14.3.6	Indizes und Einträge	381
14.3.7	Mehrdimensionale Tabellen	381
14.3.8	Interne Verwaltungsinformationen	383
14.3.9	Speichermanagement: Referenzen	383
14.4	Felder	385
14.4.1	Grundsätzliches	385
14.4.2	Erzeugung & Zuweisung von Werten	385

14.4.3	Mehrdimensionale Felder	387
14.4.4	Indizes und Einträge	388
14.4.5	Indizierungsfunktionen	388
14.4.6	Interne Verwaltungsinformationen	390
14.5	Zeichenketten	391
14.5.1	Grundsätzliches	391
14.5.2	Länge	392
14.5.3	Unterstrings	392
14.5.4	Verkettung	394
14.5.5	Suchfunktionen	394
14.5.6	Umwandlung von Werten in Strings	395
15	Prozeduren	399
15.1	Definition von Prozeduren	400
15.2	Parameter	402
15.3	Rückgabewerte einer Prozedur	404
15.4	Geltungsbereiche von Variablen	407
15.4.1	Lokale Variablen	407
15.4.2	Globale Variablen	409
15.4.3	Umgebungsvariablen	411
15.4.4	Lexical Scoping	412
15.5	Auswertungsregeln für Bezeichner	412
15.6	Veränderung der Parameter	414
15.7	Wegfall und zusätzliche Angabe von Argumenten	416
15.8	Funktionen als Argumente	420
15.9	Prozeduren als Argumente	422
15.10	Erweiterte Typüberprüfung im Prozedurkopf	422
15.11	Optionen als Argumente	423
15.12	Fehlerbehandlung	428
15.12.1	Ausnahmebehandlung	428
15.12.2	Fehlermeldungen mit error	431
15.12.3	Fehlerbehandlung wie in Maple 6-Vorgängerversionen	432
15.13	Funktionen als Rückgabe	434
15.14	Unterprozeduren & Lexical Scoping	434
15.15	Selbstaufruf einer Prozedur	437
15.16	Unausgewertete Rückgabe	438
15.17	Optionen	438
15.18	Interne Prozedurverwaltung	441
15.19	Erinnerungstabellen	442
15.20	Effiziente Rekursionen	446
15.21	Benutzerdefinierte Typen	449
15.22	Informationen an den Anwender	452
15.23	Abspeicherung und Laden von Dateien	454

15.23.1	Textdateien	454
15.23.2	m-Dateien	455
16	Module	457
16.1	Einsatz von Modulen	457
16.2	Aufbau von Modulen	458
16.3	Zugriff auf Modulwerte	459
16.4	Der use-Befehl	460
16.5	Der with-Befehl	460
16.6	Beispiel des Einsatzes von Modulen	462
16.7	Spezielle Befehle zur Abfrage von Modulen	465
16.8	Interne Modulverwaltung	466
16.9	Argumentübergabe	466
17	Weiterführende Programmierung	469
17.1	Erstellung eigener Pakete und Bibliotheken	469
17.1.1	Paketerstellung über Module	469
17.1.1.1	Interne Prozeduren	470
17.1.1.2	Initialisierungs- und Beendigungsprozeduren	471
17.1.1.3	Exportierte Prozeduren	472
17.1.1.4	Abspeicherung in Bibliotheken	472
17.1.1.5	Zugriff auf Bibliotheken	475
17.1.2	Paketerstellung über Tabellen	478
17.1.2.1	Interne Prozeduren	479
17.1.2.2	Initialisierungsprozeduren	480
17.1.2.3	Tabellenzuweisung	480
17.1.2.4	Abspeicherung der Routinen in die Bibliothek	481
17.1.2.5	Einsatz des neuen Paketes	484
17.2	Erstellung von Hilfeseiten	486
17.3	Hardware-Fließkommaarithmetik	489
17.4	Dateiein- und -ausgabeoperationen	491
17.4.1	Eingabeoperationen	491
17.4.2	Ausgabeoperationen	497

Anhänge

A	Übersichten	503
A1	Schnellübersicht	503
A2	Syntaxübersicht der besprochenen Maple-Befehle	507
A2.1	Standardbefehle	507
A2.2	Das Paket student	525
A2.3	Das Paket LinearAlgebra	527
A3	Datentypen in Maple	532

A4	Plotoptionen	535
A5	Griechische Buchstaben	535
B	Das System Maple	537
B1	Systemkomponenten	537
B1.1	Kernel	537
B1.2	Maple-Hauptbibliothek (main Maple Library)	537
B1.3	Benutzerschnittstelle (user interface)	540
B2	Systemvariablen & Systemkommandos	540
B2.1	Überblick	540
B2.2	interface-Einstelloptionen	543
B2.3	kernelopts-Optionen	546
B3	Maple-Initialisationsdatei	547
B4	Installation von Bibliotheken und der Share Library	550
B4.1	Installation zusätzlicher Bibliotheken/Pakete	550
B4.2	Share Library	551
C	Maple im Internet	553
D	Inhalt der CD-ROM	555
D1	Arbeitsblattdateien	555
D1.1	Arbeitsblätter zum Buch	555
D1.2	Weitere Arbeitsblätter über spezielle Themen	555
D2	Pakete	556
D3	Sonstige Dateien	557
D4	Urheberrechte	557
E	Quellenverzeichnis	559
F	Index	563
	SpreadSheets (Tabellenkalkulation)	s. CD