

# *Programmieren mit Maple V*

**Springer**

*Berlin*

*Heidelberg*

*New York*

*Barcelona*

*Budapest*

*Hongkong*

*London*

*Mailand*

*Paris*

*Santa Clara*

*Singapur*

*Tokio*

M.B. Monagan K.O. Geddes  
K.M.Heal G.Labahn S.M.Vorkoetter

---

# Programmieren mit Maple V

Mit Unterstützung von J. S. Devitt,  
M. L. Hansen, D. Redfern, K. M. Rickard  
Mit 79 Abbildungen



Springer

Waterloo Maple Inc.  
450 Phillip St.  
Waterloo, ON N2L 5J2, Kanada

*Übersetzer:*

Karsten Homann · Anita Lulay · Werner M. Seiler  
Institut für Algorithmen und Kognitive Systeme  
Universität Karlsruhe  
Am Fasanengarten 5, D-76131 Karlsruhe  
e-mail: (homann lulay wms)@ira.uka.de

Titel der englischen Originalausgabe 1996: *Maple V – Programming Guide*  
ISBN-13:978-3-540-60544-7 e-ISBN-13:978-3-642-61078-3  
DOI: 10.1007/978-3-642-61078-3

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

*Programmieren mit Maple V*: [Release 4] / M. B. Monagan... [Übers.: Karsten Homann...]. – Berlin; Heidelberg; New York; Barcelona; Budapest; Hongkong; London; Mailand; Paris; Santa Clara; Singapur; Tokio: Springer, 1996  
ISBN-13:978-3-540-60544-7  
NE: Monagan, M. B.

Mathematics Subject Classification (1991):  
68Q40, 05-XX, 11Yxx, 12Y05, 13Pxx, 14Qxx, 20-04, 28-04, 30-04, 33-XX,  
62-XX, 65-XX, 92Bxx, 94A60, 94Bxx

ISBN-13:978-3-540-60544-7

Maple und Maple V sind eingetragene Warenzeichen von Waterloo Maple Inc.  
© Waterloo Maple Inc. 1996

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Satz: Springer- $\text{\TeX}$ -Haussystem;  
SPIN 10507931 44/3143 - 5 4 3 2 1 0 – Gedruckt auf säurefreiem Papier

# Inhalt

<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Aller Anfang ist schwer	2
Lokal und global	6
Eingaben, Parameter, Argumente	8
1.2 Grundlegende Programmkonstrukte	10
Die Zuweisungsanweisung	10
Die for-Schleife	12
Die Bedingungsanweisung	14
Die while-Schleife	18
Modularisierung	19
Rekursive Prozeduren	21
Übung	23
1.3 Grundlegende Datenstrukturen	23
Übung	25
Übung	27
Eine Prozedur MEMBER	27
Übung	28
Binärsuche	28
Übungen	29
Zeichnen der Nullstellen eines Polynoms	29
1.4 Rechnen mit Formeln	32
Die Höhe eines Polynoms	33
Übung	35
Die Tschebyscheff-Polynome $T_n(x)$	35
Übung	36
Partielle Integration	36

Übung	38
Rechnen mit symbolischen Parametern	38
Übung	40
<b>2. Grundlagen</b>	<b>42</b>
2.1 Auswertungsregeln	43
Parameter	44
Lokale Variablen	47
Globale Variablen	48
Ausnahmen	49
2.2 Geschachtelte Prozeduren	50
Lokal oder global?	51
Der Quicksort-Algorithmus	55
Erzeugen eines gleichmäßigen Zufallszahlengenerators	59
2.3 Typen	62
Typen zur Modifikation von Auswertungsregeln	62
Strukturierte Typen	65
Typerkennung	67
2.4 Auswahl einer Datenstruktur: Graphen	69
Übungen	74
2.5 Merktabellen	74
Die Option <code>remember</code>	75
Explizites Hinzufügen von Einträgen	76
Löschen von Einträgen aus einer Merktabelle	77
2.6 Zusammenfassung	78
<b>3. Fortgeschrittenes Programmieren</b>	<b>80</b>
3.1 Prozeduren liefern Prozeduren	81
Erzeugen einer Newton-Iteration	81
Ein Verschiebungsoperator	84
Übung	86
3.2 Wenn lokale Variablen ihr Zuhause verlassen	86
Erzeugen des kartesischen Produktes von Mengen	89
Übungen	94
3.3 Interaktive Eingabe	95
Lesen von Zeichenketten von der Tastatur	95
Lesen von Ausdrücken von der Tastatur	96
Konvertieren von Zeichenketten in Ausdrücke	97
3.4 Erweiterung von Maple	99
Definition neuer Typen	99
Übungen	100
Formatiertes Ausgeben und die Alias-Einrichtung	100

Neutrale Operatoren	102
Übung	105
Erweitern bestimmter Befehle	106
3.5 Schreiben eigener Pakete	109
Initialisieren eines Pakets	111
Erstellen eigener Bibliotheken	113
3.6 Zusammenfassung	116
<b>4. Die Sprache von Maple</b>	<b>118</b>
4.1 Elemente der Sprache	120
Die Zeichenmenge	120
Symbole	121
Trennzeichen zwischen Symbolen	124
4.2 Besondere Zeichen	127
4.3 Anweisungen	127
Die Zuweisungsanweisung	128
Freigeben: Löschen eines Namens	132
Die Auswahlanweisung	134
Die Wiederholungsanweisung	136
Die read- und save-Anweisungen	141
4.4 Ausdrücke	143
Baum eines Ausdrucks: interne Repräsentation	143
Die Typen und Operanden der ganzen Zahlen, Zeichenketten, indizierten Namen und Konkatenationen	146
Brüche und rationale Zahlen	149
Gleitkommazahlen (Dezimalzahlen)	149
Komplexe numerische Konstanten	152
Marken	153
Folgen	154
Mengen und Listen	158
Funktionen	160
Die arithmetischen Operatoren	163
Nichtkommutative Multiplikation	166
Die Kompositionsoperatoren	167
Die Wiederholungsoperatoren	168
Der Fakultätsoperator	168
Der Operator mod	168
Die neutralen Operatoren	170
Relationen und logische Operatoren	171
Felder und Tabellen	175
Reihen	177

Bereiche	179
Unausgewertete Ausdrücke	180
Konstanten	182
Strukturierte Typen	182
4.5 Nützliche Schleifenkonstrukte	185
Die Befehle <code>map</code> , <code>select</code> und <code>remove</code>	185
Der Befehl <code>zip</code>	188
Die Befehle <code>seq</code> , <code>add</code> und <code>mul</code>	189
4.6 Substitution	191
4.7 Zusammenfassung	193
<b>5. Prozeduren</b>	<b>194</b>
5.1 Prozedurdefinitionen	194
Notation mit Abbildung	195
Namenlose Prozeduren und deren Kombinationen	196
Prozedurvereinfachung	196
5.2 Parameterübergabe	197
Deklarierte Parameter	198
Die Folge von Argumenten	199
5.3 Lokale und globale Variablen	200
Auswerten lokaler Variablen	202
5.4 Prozeduroptionen und das Beschreibungsfeld	204
Optionen	204
Das Beschreibungsfeld	206
5.5 Der Rückgabewert einer Prozedur	207
Zuweisen von Werten an Parameter	207
Explizite Rückkehr	210
Rückkehr bei Fehler	211
Abfangen von Fehlern	212
Unausgewertete Rückkehr	213
Übung	215
5.6 Das Prozedurobjekt	215
Auswerten zum letzten Namen	215
Typen und Operanden einer Prozedur	216
Speichern und Rückladen von Prozeduren	218
5.7 Übungen	219
5.8 Zusammenfassung	220
<b>6. Debuggen von Maple-Programmen</b>	<b>222</b>
6.1 Ein einführendes Beispiel	222
6.2 Aufrufen des Debuggers	231
Anzeigen der Anweisungen einer Prozedur	231



Unterbrechungspunkte	232
Beobachtungspunkte	235
Fehlerbeobachtungspunkte	237
6.3 Untersuchung und Änderung des Systemzustands	239
6.4 Kontrolle der Ausführung	246
6.5 Beschränkungen	250
<b>7. Numerisches Programmieren in Maple</b>	<b>251</b>
7.1 Die Grundlagen von <code>evalf</code>	252
7.2 Hardwarebasierte Gleitkommazahlen	254
Newton-Iterationen	257
Rechnen mit Feldern von Zahlen	260
7.3 Gleitkommamodelle in Maple	261
Softwarebasierte Gleitkommazahlen	262
Hardwarebasierte Gleitkommazahlen	263
Rundungsfehler	264
7.4 Erweitern des Befehls <code>evalf</code>	266
Definition eigener Konstanten	266
Definition eigener Funktionen	268
7.5 Zusammenfassung	270
<b>8. Graphisches Programmieren mit Maple</b>	<b>272</b>
8.1 Fundamentale Funktionen zum Zeichnen	272
8.2 Programmieren mit Zeichenfunktionen der Bibliothek	276
Zeichnen eines geschlossenen Linienzugs	276
Prozedur zum Zeichnen von Bändern	278
8.3 Maples Datenstrukturen für Zeichnungen	281
Die Datenstruktur <code>PL0T</code>	283
Eine Summenzeichnung	286
Die Datenstruktur <code>PL0T3D</code>	289
8.4 Programmieren mit Datenstrukturen für Zeichnungen	293
Schreiben von Graphikprimitiven	293
Zeichnen von Zahnrädern	295
Polygonnetze	299
8.5 Programmieren mit dem Paket <code>plottools</code>	301
Ein Kreisdiagramm	302
Eine Schattenwurfprojektion	304
Erzeugen von Parkettierungen	306
Ein Smith-Diagramm	307
Modifikation von Polygonnetzen	308
8.6 Beispiel: Zeichnungen von Vektorfeldern	313
8.7 Gitter von Punkten generieren	325

8.8	Animation	329
8.9	Programmieren mit Farbe	336
	Generieren von Farbtabelle	338
	Hinzufügen von Farbinformationen in Zeichnungen	341
	Zeichnen eines Schachbretts	344
8.10	Zusammenfassung	346
<b>9.</b>	<b>Eingabe und Ausgabe</b>	<b>347</b>
9.1	Ein Lernbeispiel	347
9.2	Dateitypen und Dateimodi	351
	Gepufferte Dateien versus ungepufferte Dateien	351
	Textdateien versus Binärdateien	351
	Lesemodus versus Schreibmodus	352
	Die Dateien <code>default</code> und <code>terminal</code>	352
9.3	Dateideskriptoren versus Dateinamen	353
9.4	Befehle zur Dateimanipulation	354
	Dateien öffnen und schließen	354
	Ermitteln und Einstellen der Position	355
	Bestimmen des Dateiendes	356
	Bestimmen des Dateistatus	356
	Löschen von Dateien	357
9.5	Eingabebefehle	358
	Lesen von Textzeilen aus einer Datei	358
	Lesen beliebiger Bytes aus einer Datei	358
	Formatierte Eingabe	359
	Lesen von Maple-Anweisungen	362
	Lesen von Datentabellen	363
9.6	Ausgabebefehle	364
	Konfigurieren von Ausgabeparametern mit dem Befehl <code>interface</code>	364
	Eindimensionale Ausgabe eines Ausdrucks	365
	Zweidimensionale Ausgabe eines Ausdrucks	366
	Schreiben von Maple-Zeichenketten in eine Datei	368
	Schreiben beliebiger Bytes in eine Datei	368
	Formatierte Ausgabe	369
	Schreiben von Tabellendaten	371
	Explizites Speichern des Puffers einer Datei	373
	Umleiten des <code>default</code> -Ausgabestroms	373
9.7	Konvertierungsbefehle	374
	C- oder FORTRAN-Generierung	374
	$\LaTeX$ - oder <i>eqn</i> -Generierung	376

Konvertieren zwischen Zeichenketten und ganzzahligen Listen	378
Übersetzen von Maple-Ausdrücken und -Anweisungen	379
Formatierte Konvertierung in und von Zeichenketten	380
9.8 Ein ausführliches Beispiel	381
9.9 Anmerkungen für C-Programmierer	382
9.10 Zusammenfassung	383
<b>Index</b>	<b>385</b>