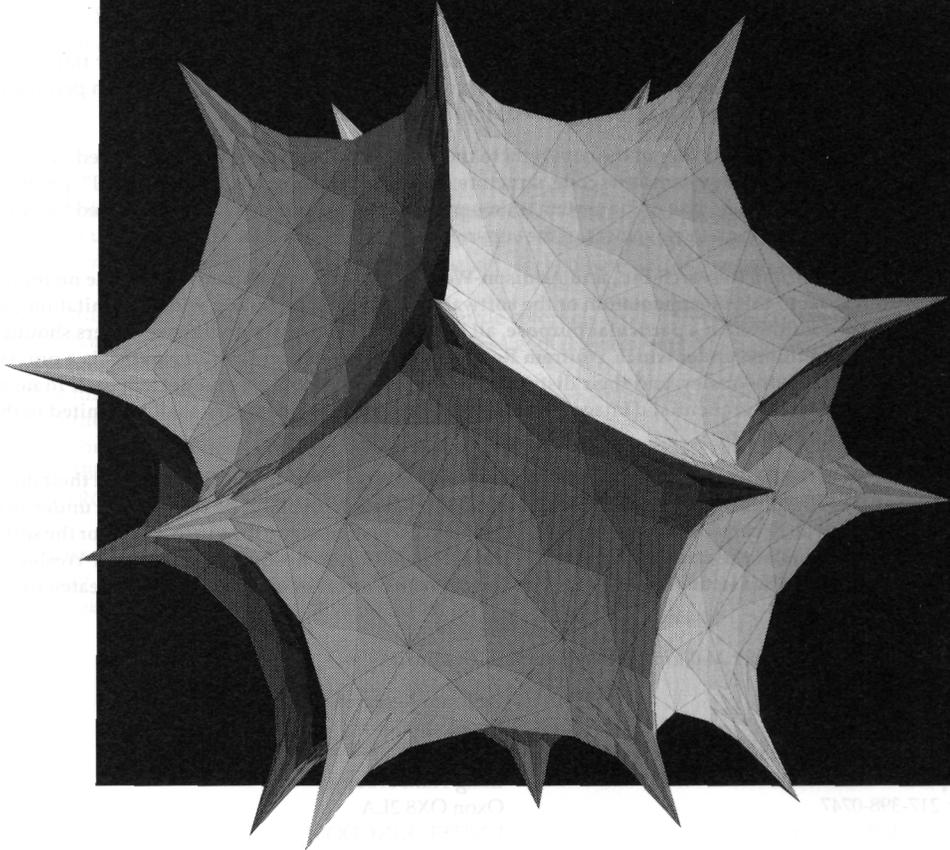


Stephen Wolfram

Mathematica[®]

Ein System für Mathematik auf dem Computer

Zweite Auflage



Addison-Wesley Publishing Company

Bonn • München • Paris • Reading, Massachusetts • Menlo Park, California • New York
Don Mills, Ontario • Wokingham, England • Amsterdam • Milan • Sydney • Tokyo • Singapore
Madrid • San Juan • Seoul • Mexico City • Taipei, Taiwan

Inhaltsverzeichnis

Die praktische Einführung in Mathematica

Vorwort zur deutschen Ausgabe..... **vii**

Was ist Mathematica? **ix**

Numerische Berechnung • Symbolische Berechnungen • Grafik • Die Sprache *Mathematica* • *Mathematica*-Schnittstellen

Über dieses Buch **xiv**

Die Zielsetzung dieses Buches • Das in diesem Buch beschriebene *Mathematica*-System • Die Teile dieses Buches • Wie dieses Buch gelesen werden soll • Über die Beispiele in diesem Buch • Vorschläge zum Einarbeiten in *Mathematica* • Literaturempfehlungen • Änderungen seit der ersten Auflage • Über die Produktion dieses Buches • Danksagungen

Eine Tour durch Mathematica

1. **Numerische Berechnungen**..... **2**

2. **Grafische Darstellung**..... **3**

3. **Algebra und Analysis**..... **6**

4. **Gleichungen lösen** **7**

5. **Listen**..... **8**

6. **Matrizen**..... **9**

7. **Transformationsregeln und Definitionen** **10**

8. **Fortgeschrittenes Thema: Symbolisches Rechnen**..... **11**

9. **Programmierung**..... **12**

10. **Mathematica-Pakete**..... **14**

11. **Schnittstellen zu Mathematica**..... **16**

12. **Benutzeroberfläche und Notebooks**..... **17**

Mathematica Grafik-Galerie **19**

Teil 1. Eine praktische Einführung in *Mathematica*

1.0	Mathematica starten	44
	Textorientierte Schnittstellen • Notebook-Schnittstellen	
1.1	Numerische Berechnungen	47
	Arithmetik • Exakte und angenäherte Ergebnisse • Einige mathematische Funktionen • Berechnungen mit beliebiger Präzision • Komplexe Zahlen • Mit <i>Mathematica</i> vertraut werden	
1.2	Der Aufbau von Berechnungen	55
	Die Nutzung vorangegangener Ergebnisse • Definition von Variablen • Listen von Objekten • Elemente von Listen manipulieren • Die vier Klammerarten in <i>Mathematica</i> • Folgen von Operationen	
1.3	Arbeiten mit dem Mathematica-System	61
	Schnittstellen zu <i>Mathematica</i> • Eingabe von Input • Spezialthema: Notebooks • <i>Mathematica</i> -Pakete • Information von <i>Mathematica</i> einholen • Warnungen und Meldungen • Unterbrechen von Berechnungen	
1.4	Algebraische Berechnungen	74
	Symbolische Berechnungen • Werte für Symbole • Umformen von algebraischen Ausdrücken • Vereinfachen algebraischer Ausdrücke • Fortgeschrittenes Thema: Ausdrücke in verschiedene Formen setzen • Teile von algebraischen Ausdrücken auswählen • Kontrolle der Anzeige großer Ausdrücke • Die Grenzen von <i>Mathematica</i> • Gebrauch von Symbolen zur Etikettierung von Objekten	
1.5	Symbolische Mathematik	89
	Grundoperationen • Differentiation • Integration • Summen und Produkte • Gleichungen • Relationale und logische Operatoren • Gleichungen lösen • Differentialgleichungen • Potenzreihen • Grenzwerte • Pakete für symbolische Mathematik	
1.6	Numerische Mathematik	107
	Grundoperationen • Numerische Summen, Produkte und Integrale • Lösung numerischer Gleichungen • Numerische Differentialgleichungen • Numerische Optimierung • Manipulation numerischer Daten • Statistikpakete	
1.7	Funktionen und Programme	115
	Funktionen definieren • Funktionen als Prozeduren • Sich wiederholende Operationen • Transformationsregeln für Funktionen	
1.8	Listen	120
	Objekte zusammenfassen • Erstellen von Wertetabellen • Vektoren und Matrizen • Teile von Listen erhalten • Listenelemente prüfen und suchen • Listenelemente hinzufügen, entfernen und modifizieren • Listen kombinieren • Fortgeschrittenes Thema: Listen als Mengen • Listen umordnen • Gruppierung von Listenelementen • Mathematische Operationen auf Listen • Fortgeschrittenes Thema: Umordnen verschachtelter Listen • Fortgeschrittenes Thema: Kombinatorische Operationen	
1.9	Grafik und Ton	137
	Elementare Diagramme • Spezialthema: Wie Grafiken ausgegeben werden • Optionen • Diagramme kombinieren und erneut zeichnen • Fortgeschrittenes Thema: Optionen manipulieren • Kontur- und Dichtediagramme • Dreidimensionale Oberflächendiagramme • Konvertierung zwischen Grafikarten • Datenlisten zeichnen • Parametrische Diagramme • Einige Spezialdiagramme • Spezialthema: Animierte Grafik • Spezialthema: Ton	
1.10	Dateien und externe Operationen	183
	Lesen und Schreiben von <i>Mathematica</i> -Dateien • Fortgeschrittenes Thema: Finden und Manipulieren von Dateien • Einlesen von Daten-Dateien • Erzeugen von C- und Fortran-Ausdrücken • Erzeugen von TeX-Input • <i>Mathematica</i> -Ausgabe in externe Dateien einbinden • Ausführen externer Programme • <i>MathLink</i>	

Teil 2. Die Grundlagen von *Mathematica*

2.1	Ausdrücke	196
	Alles ist ein Ausdruck • Die Bedeutung von Ausdrücken • Spezielle Möglichkeiten der Eingabe von Ausdrücken • Teile von Ausdrücken • Manipulation von Ausdrücken wie Listen • Ausdrücke als Bäume • Fortgeschrittenes Thema: Stufen in Ausdrücken	
2.2	Funktionaloperationen	206
	Funktionsnamen als Ausdrücke • Wiederholte Anwendung von Funktionen • Anwendung von Funktionen auf Listen und andere Ausdrücke • Anwendung von Funktionen auf Teile von Ausdrücken • Reine Funktionen • Aufbau von Listen mit Funktionen • Auswahl von Teilen von Ausdrücken mit Funktionen • Ausdrücke mit Köpfen, die keine Symbole sind • Fortgeschrittenes Thema: Arbeit mit Operatoren • Strukturoperationen	
2.3	Muster	225
	Einführung • Ausdrücke finden, die zu einem Muster passen • Benennen von Bestandteilen von Mustern • Spezifizieren der Typen von Ausdrücken in Mustern • Setzen von Nebenbedingungen für Muster • Muster, die Alternativen enthalten • Fläche und ungeordnete Funktionen • Funktionen mit einer variablen Anzahl von Argumenten • Wahlfreie Argumente und Vorgabe-Argumente • Konstruktion von Funktionen mit wahlfreien Argumenten • Wiederholte Muster • Muster für einige übliche Typen von Ausdrücken • Ein Beispiel: Definition Ihrer eigenen Integrations-Funktion	
2.4	Transformationsregeln und Definitionen	250
	Anwenden von Transformationsregeln • Sätze von Transformationsregeln manipulieren • Erstellen von Definitionen • Sonderformen der Zuweisung • Definitionen für indizierte Objekte erstellen • Definitionen für Funktionen erstellen • Die Reihenfolge von Definitionen • Sofortige und verzögerte Definitionen • Funktionen, die sich an die gefundenen Werte erinnern • Definitionen mit verschiedenen Symbolen verknüpfen • Definition von numerischen Werten • Modifizieren von eingebauten Funktionen • Fortgeschrittenes Thema: Wertelisten manipulieren	
2.5	Evaluierung von Ausdrücken	276
	Prinzipien der Evaluierung • Reduzierung von Ausdrücken in die Standard-Form • Attribute • Das Standard-Evaluierungsverfahren • Nichtstandardmäßige Evaluierung • Evaluierung in Mustern, Regeln und Definitionen • Evaluierung in Iterationsfunktionen • Bedingte Anweisungen • Schleifen und Kontrollstrukturen • Trace der Evaluierung • Fortgeschrittenes Thema: Der Evaluierungsstapel • Fortgeschrittenes Thema: Kontrolle unendlicher Evaluierung • Fortgeschrittenes Thema: Unterbrechungen und Abbrüche • Kompilieren von <i>Mathematica</i> -Ausdrücken • Fortgeschrittenes Thema: Manipulation des kompilierten Codes	
2.6	Modularität und die Benennung von Dingen	329
	Module und lokale Variablen • Lokale Konstanten • Wie Module funktionieren • Fortgeschrittenes Thema: Variablen in reinen Funktionen und in Regeln • Scheinvariablen in der Mathematik • Blöcke und lokale Werte • Blöcke im Vergleich zu Modulen • Kontexte • Kontexte und Pakete • Konstruktion von <i>Mathematica</i> -Paketen • Automatisches Laden von Paketen	
2.7	Textausgabe	356
	Ausgabeformate • Wie Ausgabeformate funktionieren • Abgekürzte und flache Ausgabe • Textausgabeformate • Ausgabeformate für Zahlen • Tabellen und Matrizen • Definition Ihrer eigenen Ausgabeformen • Nachahmung mathematischer Schreibweise • Erzeugung von Ausgabe	
2.8	Zeichenketten, Namen und Meldungen	379
	Text-Zeichenketten • Fortgeschrittenes Thema: Sonderzeichen und internationale Zeichen • Operationen auf Zeichenketten • Umwandlungen zwischen Zeichenketten und Ausdrücken • Zeichenkettenmuster • Symbolnamen • Fortgeschrittenes Thema: Die Erzeugung neuer Symbole abfangen • Meldungen • Internationale Meldungen • Dokumentations-Konstrukte	
2.9	Die Struktur von Grafik und Ton	409
	Die Struktur von Grafik • Zweidimensionale Grafik-Elemente • Grafikanweisungen und Optionen • Koordinatensysteme für zweidimensionale Grafik • Beschriftung zweidimensionaler Grafik • Diagramme innerhalb von Diagrammen • Dichte- und Konturdiagramme • Dreidimensionale Grafik-Primitiven • Dreidimensionale Grafikanweisungen • Koordinatensysteme für dreidimensionale Grafik • Zeichnen dreidimensionaler Oberflächen • Beleuchtung und Oberflächeneigenschaften • Beschriftung dreidimensionaler Grafik • Fortgeschrittenes Thema: Grafikdarstellung auf elementarer Ebene • Schrifttypen für Text in Grafik • Grafik-Primitiven für Text • Fortgeschrittenes Thema: Farbausgabe • Die Darstellung von Ton	

2.10 Eingabe und Ausgabe	490
Lesen und Schreiben von <i>Mathematica</i> -Dateien • Externe Programme • Fortgeschrittenes Thema: Ströme und Ein- und Ausgabe auf elementarer Ebene • Benennen und Finden von Dateien • Manipulation von Dateien und Verzeichnissen • Lesen von Daten • Suchen in Dateien • Suchen und Lesen von Zeichenketten • Spezielles Thema: Aufruf externer Funktionen • Fortgeschrittenes Thema: Die Struktur von <i>MathLink</i>	
2.11 Globale Aspekte von <i>Mathematica</i>-Sessions	527
Die Hauptschleife • Dialoge • Interaktive Eingabe • Datums- und Zeit-Funktionen • Speicherverwaltung • Fortgeschrittenes Thema: Systemparameter • Spezialthema: Speicherung des Zustandes einer <i>Mathematica</i> -Session	

Teil 3. Höhere Mathematik in *Mathematica*

3.1 Zahlen	550
Typen von Zahlen • Konvertierung zwischen verschiedenen Zahlenformen • Numerische Präzision • Zahlen mit beliebiger Präzision • Zahlen mit Maschinengenauigkeit • Fortgeschrittenes Thema: Unbestimmte und unendliche Ergebnisse	
3.2 Mathematische Funktionen	566
Benennungskonventionen • Numerische Funktionen • Pseudozufallszahlen • Ganzzahlige und zahlentheoretische Funktionen • Kombinatorische Funktionen • Elementare transzendente Funktionen • Funktionen ohne eindeutige Werte • Mathematische Konstanten • Orthogonale Polynome • Spezielle Funktionen • Elliptische Integrale und elliptische Funktionen • Statistische Verteilungen und verwandte Funktionen	
3.3 Algebraische Manipulation	608
Strukturelle Operationen auf Polynomen • Bestimmung der Struktur eines Polynoms • Strukturoperationen auf rationalen Ausdrücken • Algebraische Operationen auf Polynomen • Polynome modulo Primzahlen • Trigonometrische Ausdrücke • Ausdrücke mit komplexen Variablen	
3.4 Manipulation von Gleichungen	623
Die Darstellung von Gleichungen und Lösungen • Gleichungen einer Variablen • Simultane Gleichungen • Gleichungen, die Funktionen enthalten • Vollständige Lösungen • Fortgeschrittenes Thema: Existenz von Lösungen • Eliminierung von Variablen • Lösen von Gleichungen mit Hilfsbedingungen • Fortgeschrittenes Thema: Lösen logischer Kombinationen von Gleichungen • Fortgeschrittenes Thema: Gleichungen modulo ganzer Zahlen • Die Aufstellung algebraischer Transformationsregeln	
3.5 Differential- und Integralrechnung	642
Differentiation • Vollständige Ableitungen • Ableitungen unbekannter Funktionen • Fortgeschrittenes Thema: Die Darstellung von Ableitungen • Die Definition von Ableitungen • Unbestimmte Integrale • Integrale, die <i>Mathematica</i> (nicht) auswerten kann • Bestimmte Integrale • Die Definition von Integralen • Die Manipulation von Integralen in symbolischer Form • Differentialgleichungen	
3.6 Potenzreihen, Grenzwerte und Residuen	658
Entwicklungen in Potenzreihen • Fortgeschrittenes Thema: Die Darstellung von Potenzreihen • Operationen auf Potenzreihen • Fortgeschrittenes Thema: Komposition und Inversion von Potenzreihen • Die Konvertierung von Potenzreihen in normale Ausdrücke • Lösen von Gleichungen, die Potenzreihen enthalten • Bestimmen von Grenzwerten • Residuen	
3.7 Lineare Algebra	669
Konstruktion von Matrizen • Teile von Matrizen erhalten • Skalare, Vektoren und Matrizen • Operationen auf Skalaren, Vektoren und Matrizen • Multiplizieren von Vektoren und Matrizen • Inversion von Matrizen • Matrix-Grundoperationen • Lösen linearer Systeme • Fortgeschrittenes Thema: Verallgemeinerte lineare Algebra • Eigenwerte und Eigenvektoren • Fortgeschrittenes Thema: Zerlegungen von Matrizen • Fortgeschrittenes Thema: Tensoren	
3.8 Numerische Operationen mit Daten	692
Kurvenanpassung • Näherungsfunktionen und Interpolation • Fouriertransformation	
3.9 Numerische Operationen mit Funktionen	704
Numerische Mathematik in <i>Mathematica</i> • Die Ungewißheiten numerischer Mathematik • Numerische Integration • Numerische Evaluierung von Summen und Produkten • Numerische Lösung von Polynomgleichungen • Numerische Nullstellensuche • Numerische Lösung von Differentialgleichungen • Numerische Minimierung • Lineare Programmierung	

Anhang A. *Mathematica* Nachschlageteil

A.1 Grundobjekte	734
Ausdrücke • Symbole • Kontexte • Spezialobjekte • Zahlen • Zeichenketten	
A.2 Eingabe-Syntax	738
Zeichen • Eingeklammerte Objekte • Spezielle Eingabeformen • Eingabekontrolle • Formatierungskonventionen • Spezielle Eingaben	
A.3 Einige allgemeine Bezeichnungen und Konventionen	748
Funktionsnamen • Argumente von Funktionen • Optionen • Numerierung von Teilen • Spezifikationen von Folgen • Spezifikationen von Stufen • Iteratoren • Bereichskonstrukte • Mathematische Funktionen • Mathematische Konstanten • Schreibschutz • String-Muster	
A.4 Evaluierung	754
Die Standard-Evaluierungssequenz • Nicht standardmäßige Evaluierung von Argumenten • Umgehen der nicht standardmäßigen Evaluierung von Argumenten • Vermeiden der Evaluierung • Globale Kontrolle der Evaluierung • Abbrüche	
A.5 Muster und Transformationsregeln	758
Muster • Zuweisungen • Wertetypen • Objekte löschen und entfernen • Transformationsregeln	
A.6 Eingabe und Ausgabe	763
Ströme • Dateinamen • Formattypen • Grafikausgabe	
A.7 <i>Mathematica</i>-Sessionen und globale Objekte	766
Systemparameter • Globale Objekte und Variablen • Die Hauptschleife • Meldungen • Initialisierung • Beendigung	
A.8 Liste aller eingebauten <i>Mathematica</i>-Objekte	774
Einführung • Vereinbarungen für diese Liste	
Index	941