
Heinz-Otto Peitgen
Hartmut Jürgens
Dietmar Saupe

Chaos
Bausteine der Ordnung

Aus dem Amerikanischen übersetzt
von Anna M. Rodenhausen
Mit 366 Abbildungen und 14 Farbtafeln

Springer-Verlag
Klett-Cotta

Inhaltsverzeichnis

Vorwort: Philosophische Reflexionen über Chaos und Ordnung	1
1 Deterministisches Chaos: Sensitivität, Mischen und Periodische Punkte	35
1.1 Die Zeichen von Chaos: Sensitivität	37
1.2 Die Zeichen von Chaos: Mischen und periodische Punkte	51
1.3 Ergodische Bahnen und Histogramme	58
1.4 Eine Metapher für Chaos: Das Kneten von Teig	72
1.5 Analyse von Chaos: Sensitivität, Mischen und periodische Punkte	88
1.6 Chaos für den quadratischen Iterator	100
1.7 Sensitivität folgt aus der Mischungseigenschaft und dichten, periodischen Punkten	111
1.8 Die Numerik von Chaos: Der Mühe wert oder nicht?	118
1.9 Programm des Kapitels: Zeitreihen und Fehlerentwicklung	126
2 Ordnung und Chaos: Periodenverdopplung und ihr Spiegelbild im Chaos	131
2.1 Erster Schritt von der Ordnung ins Chaos: Stabile Fixpunkte	140
2.2 Der nächste Schritt von der Ordnung ins Chaos: Das Szenario der Periodenverdopplung	153
2.3 Der Feigenbaum-Punkt: Eintritt ins Chaos	171
2.4 Vom Chaos zur Ordnung: Ein Spiegelbild	181
2.5 Intermittenz und Krise: Hintertüren ins Chaos	194
2.6 Programm des Kapitels: Endzustand-Diagramm	207
3 Seltsame Attraktoren: Schauplatz für Chaos	211
3.1 Ein diskretes dynamisches System in zwei Dimensionen: Der Hénon-Attraktor	217
3.2 Differentialgleichungen als zeitkontinuierliche dynamische Systeme	240
3.3 Der Rössler-Attraktor	249
3.4 Der Lorenz-Attraktor	262
3.5 Quantitative Charakterisierung der seltsamen chaotischen Attraktoren: Ljapunov-Exponenten	276
3.6 Quantitative Charakterisierung chaotischer Attraktoren: Dimensionen	290
3.7 Die Rekonstruktion seltsamer Attraktoren	319
3.8 Fraktale Ränder zwischen Attraktionsgebieten	333
3.9 Programm des Kapitels: Der Rössler-Attraktor	344

4	Julia-Mengen: Fraktale Ränder von Attraktionsgebieten	347
4.1	Julia-Mengen als Ränder zwischen Attraktionsgebieten	349
4.2	Komplexe Zahlen — eine kurze Einführung	355
4.3	Komplexe Wurzeln und quadratische Gleichungen	363
4.4	Gefangene und Fliehende	368
4.5	Äquipotential- und Feldlinien für Julia-Mengen	381
4.6	Binäre Zerlegung, Feldlinien und Dynamik	396
4.7	Das Chaos-Spiel und Selbstähnlichkeit für Julia-Mengen	406
4.8	Der kritische Punkt und Julia-Mengen als Cantor-Mengen	413
4.9	Julia-Mengen in den Quaternionen	426
4.10	Programm des Kapitels: Julia-Mengen	429
5	Die Mandelbrot-Menge: Ordnung für die Julia-Mengen	431
5.1	Von der strukturellen Dichotomie zur binären Zerlegung	433
5.2	Die Mandelbrot-Menge — eine Landkarte für die Julia-Mengen	448
5.3	Die Mandelbrot-Menge als Inhaltsverzeichnis	474
5.4	Programm des Kapitels: Die Mandelbrot-Menge	495
6	Rekursive Strukturen: Wachstum von Fraktalen und Pflanzen	503
6.1	L-Systeme: Eine Sprache zum Modellieren von Wachstum	507
6.2	Wachstum klassischer Fraktale durch Mehrfach-Verkleinerungs-Kopier- Maschinen	516
6.3	Schildkröten-Grafik: Grafische Darstellung von L-Systemen	530
6.4	Wachstum klassischer Fraktale durch L-Systeme	535
6.5	Wachstum von Fraktalen durch vernetzte MVKM	549
6.6	L-Systeme für Bäume und Büsche	555
6.7	Programm des Kapitels: L-Systeme	561
7	Das Pascalsche Dreieck: Zelluläre Automaten und Attraktoren	565
7.1	Zelluläre Automaten	571
7.2	Binomialkoeffizienten und Teilbarkeit	584
7.3	IFS: Von der lokalen Teilbarkeit zur globalen Geometrie	597
7.4	HIFS und Teilbarkeit durch Primzahlpotenzen	606
7.5	Katalysatoren oder wie viele Zellen sind schwarz?	615
7.6	Programm des Kapitels: Zelluläre Automaten	619
A	Multifraktale Maße	623
	Literaturverzeichnis	667
	Index	681