

Martin Gerhardt  
Heike Schuster

# Das digitale Universum

Zelluläre Automaten als Modelle der Natur

Technische Hochschule Darmstadt  
FACHBEREICH INFORMATIK  
**BIBLIOTHEK**  
Inventar-Nr.: M96-01494  
Sachgebiete: .....  
Standort: .....

Facetten



vieweg

---

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>Vorwort</b> .....	<b>VII</b>
<b>Ein Dankeschön</b> .....	<b>IX</b>

## **Ursprünge zellulärer Welten**

<b>1 Die Software der Natur</b> .....	<b>3</b>
1.1 Ein Spiel, das seine Regeln hat .....	3
1.2 Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile .....	6
1.3 Zelluläre Automaten: eine vernetzte Welt im Computer .....	13
<b>2 Bausteine der zellulären Welt</b> .....	<b>17</b>
2.1 Ein künstlicher Kosmos – der Zellraum .....	19
2.2 Reviergrenzen – die Nachbarschaft .....	21
2.3 Am Ende der Welt – Randbedingungen .....	24
2.4 Artenvielfalt – die Zustandsmenge .....	26
2.5 Veränderungen – die Zustandsentwicklung .....	28
<b>3 Das Spiel des Lebens</b> .....	<b>33</b>
3.1 Vom LIFE-Fieber infiziert .....	33
3.2 Überlebenskünstler .....	37
3.3 Fresser in Aktion .....	44
3.4 Wachstum über alle Grenzen .....	45
3.5 Paradiesische Zustände .....	47
3.6 LIFE als Computer: Gleiter statt Strom .....	48
<b>4 Einfach und komplex zugleich</b> .....	<b>59</b>
4.1 Auf der Suche nach der Komplexität .....	59
4.2 Suche mit System .....	63
4.3 Das ganze Repertoire: vier Klassen .....	72
4.4 Am Rande des Chaos .....	92
4.5 Das Ende der Suche? .....	96

# **Streifzüge durch zelluläre Welten**

<b>5 Die Kräfte der Welt – der Entwurf einer digitalen Physik</b> .....	<b>105</b>
5.1 Vom Mikrokosmos zum Makrokosmos .....	105
5.2 Zelluläre Gittergase .....	108
5.3 Ising-Modelle: Von Unordnung zu Ordnung.....	124
<b>6 Chemische Wellen – Die Misch-Masch-Maschine</b> .....	<b>137</b>
6.1 Eine „unpassende“ Beobachtung: Oszillationen einer chemischen Reaktion .....	138
6.2 Oszillationen im „Kat“?.....	143
6.3 Die Misch-Masch-Maschine .....	149
6.4 Simulierte Chemie .....	153
<b>7 Selbstreproduktion – die Basis allen Lebens</b> .....	<b>157</b>
7.1 Die Suche nach künstlichem Leben.....	157
7.2 John von Neumann und die Geburtsstunde selbstreproduzierender Automaten.....	158
7.3 Geht es noch einfacher? .....	164
<b>8 Der Hyperzyklus – ein Modell zur präbiotischen Evolution</b> .....	<b>175</b>
8.1 Die Ursprünge des Lebens .....	175
8.2 Der Hyperzyklus – ein notwendiger Zwischenschritt? .....	180
8.3 Eine zelluläre Ursuppe.....	184
<b>9 Künstlerische Freiheit – Muster der Natur</b> .....	<b>193</b>
9.1 Das Programm der Musterbildung .....	193
9.2 Kräfte zwischen den Zellen.....	197
9.3 Konkurrenz als Mustermacher .....	203
9.4 Modelle im Vergleich .....	210
<b>10 Nutznießer – die Ökologie von Räubern und ihrer Beute</b> .....	<b>213</b>
10.1 Fressen und gefressen werden .....	213
10.2 Haie und Fische auf dem Planeten WATOR.....	218
10.3 Die Bedrohung des Great Barrier Reef .....	224
<b>11 Leben ist Miteinander – Simulationen zum sozialen Kontakt</b> .....	<b>235</b>
11.1 Kooperation oder Nicht-Kooperation: ein soziales Dilemma .....	235
11.2 Das Gefangenendilemma .....	238

11.3 Zellen spielen um Kooperation .....	241
11.4 Das Solidaritätsspiel .....	248
<b>12 Modell und Wirklichkeit .....</b>	<b>257</b>
12.1 Qualität statt Quantität?.....	257
12.2 Vom Schleimpilz bis zum Herzschlag: Erregbare Medien.....	261
12.3 Wettlauf um die beste Theorie.....	270
12.4 Ein Modell für ein Modell .....	282
12.5 Prüfsteine der Simulation.....	285
12.6 Auf zu neuen Ufern .....	291
<b>Anhang: Do it yourself – Zelluläre Kochrezepte .....</b>	<b>297</b>
<b>Literatur und andere Quellen .....</b>	<b>305</b>
<b>Bildnachweis.....</b>	<b>313</b>
<b>Sachwort- und Namensverzeichnis.....</b>	<b>315</b>