

G 1.63

a

# Dynamische Systeme in der Ökologie

Mathematische Modelle und Simulation

Von Dr. rer. nat. Wolfgang Metzler  
Gesamthochschule / Universität Kassel

unter Mitwirkung von  
Dipl.-Math. Dieter Gockert  
Gesamthochschule / Universität Kassel

Mit 73 Figuren

Technische Hochschule Darmstadt  
FACHBEREICH 10 - BIOLOGIE  
- Bibliothek -  
Schnittspahnstraße 10  
D-64287 Darmstadt

Inv.-Nr. MS 10  
.....

BB TU Darmstadt



52524377



B. G. Teubner Stuttgart 1987

## **INHALT:**

<b>1 Einführung in die Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme</b>	<b>7</b>
1.1 Arbeitsbeispiel "Weltmodell"	8
1.2 Wirkungsgraph und lineares Graphenmodell	10
1.3 Simulationsdiagramm und dynamisches Systemmodell	19
<b>2 Simulation dynamischer Systeme</b>	<b>26</b>
2.1 Einführung in die Simulation dynamischer Systeme	26
2.2 Modellerstellung und Simulation mit DYSS	28
2.2.1 Problembeschreibung	28
2.2.2 Modellannahmen und Wirkungsdiagramm	28
2.2.3 Simulationsdiagramm	30
2.2.4 Modellgleichungen	32
2.2.5 Simulation	33
<b>3 Ebene autonome Differentialgleichungssysteme</b>	<b>37</b>
3.1 Existenz und Eindeutigkeit beim Anfangswertproblem	38
3.2 Trajektorien, Phasenebene und Gleichgewichtspunkte	41
3.3 Numerische Integration und Simulation autonomer Systeme	46
<b>4 Ökologische Systeme und mathematische Modellierung</b>	<b>51</b>
4.1 Wechselwirkungen in ökologischen Systemen	52
4.1.1 Ökosystem	52
4.1.2 Wechselwirkungen	52
4.2 Konkurrenz um eine gemeinsame Nahrungsquelle	54
4.3 Populationsmodelle und logistisches Wachstum	56
4.4 Das Volterrasche Exklusionsprinzip in der Ebene	63
4.5 Verallgemeinerung des Exklusionsprinzips	69
<b>5 Stabilität autonomer Systeme</b>	<b>72</b>
5.1 Stabilitätsbegriffe	72
5.2 Stabilität linearer Systeme	75
5.3 Klassifikation der Gleichgewichtspunkte bei linearen Systemen	82
5.4 Stabilität nichtlinearer Systeme: Linearisierung	91
5.5 Anwendung auf das Volterra-Exklusionsprinzip	93

<b>6 Räuber-Beute-Systeme</b>	<b>96</b>
6.1 Das klassische Räuber-Beute-Modell	96
6.2 Verbesserungen des klassischen Modells	101
6.3 Lösung der Lotka-Volterra-Differentialgleichungen	105
6.4 Biologische Konsequenzen: Das Volterra-Prinzip	115
6.5 Zur Stabilität von Räuber-Beute-Systemen bei innerspezifischer Konkurrenz	117
<b>7 Langzeitverhalten nichtlinearer Systeme</b>	<b>127</b>
7.1 Ljapunov-Funktionen	129
7.2 Grenzzyklen und der Satz von Poincaré-Bendixson	134
<b>8 Modellierung und Simulation großer realer Systeme: Waldsterben</b>	<b>140</b>
8.1 Problembeschreibung	140
8.2 Modellansatz	143
8.2.1 Modellstruktur	144
8.2.2 Modellierungsmethode	147
8.3 System Baum	150
8.3.1 Ein parameterabhängiges Baummodell mit fünf Zustandsgrößen	150
8.3.2 Ergebnisse der Simulationsläufe	157
<b>9 Differentialgleichungsmodelle zum Waldsterben</b>	<b>166</b>
9.1 Laub - Assimilat - Modell	166
9.2 Laub - Wurzel - Modell	178
<b>Anhang: DYSS - Dynamic System Simulation</b>	<b>188</b>
<b>Literatur</b>	<b>205</b>
<b>Stichwortverzeichnis</b>	<b>208</b>