

Wolfgang Ebenhöf

Mathematik für Biologen und Mediziner

Quelle & Meyer • Heidelberg

Inhalt

<i>Vorbemerkungen</i>	7
1. Biologen und Mathematik	7
2. Die Ziele dieses Buches	9
<i>I. Systemtheorie und Biologie</i>	11
1. Biologie als Multilevelsystem [Organisation, Subsystemhierarchien, das adrenocorticale Hormonsystem]	11
2. Gemeinsame Eigenschaften vieler Systeme [Homologien im dynamischen Verhalten, offene Systeme!]	16
3. Das Modellbauen	21
<i>II. Funktionale Zusammenhänge</i>	23
1. Funktionen [Abhängige und unabhängige Variable, Beispiele]	23
2. Der lineare Zusammenhang [Die Gerade, Proportionalität, Unabhängigkeit, Grundgebühr]	27
3. Die Exponentialfunktion [Potenzen und Logarithmen, Universalität der Exponentialfunktion, exponentielle Annäherung, Beispiele]	30
4. Die logistische Kurve [Formel und Parameter, das pathologische Nachleben]	42
5. Die Potenzfunktionen [Doppelt logarithmische Darstellung, Modelle zur chemischen Carcinogenese, die Überlegenheit des Fahrrades!]	47
6. Koordinatentransformationen [Verschiebungen und Skalentransformationen, Inversionsdarstellung der Michaelis-Menten-Funktion, ähnliche Funktionen]	55
7. Glockenkurve und Wahrscheinlichkeitsintegral [Gaußkurve und Meßfehler, Wahrscheinlichkeitspapier, Sprungfunktion]	60
8. Periodische Funktionen [Pendelschwingungen und Grenzkreissschwingungen, Sinus, Dämpfung, Zhabotinskireaktion, Klassifikation des Verhaltens von Systemen in der Nähe von Gleichgewichtsanlagen]	66
9. Das Differenzieren und das Integrieren [Regeln für grafisches und formelmäßiges Differenzieren, unbestimmtes und bestimmtes Integral, partielle Ableitungen, Schweinezüchter]	75
10. Linearisierung [Tangente, Rechnen mit kleinen Größen, Fehlerrechnung]	84
<i>III. Dynamik Einfacher Systeme</i>	91
1. Differentialgleichungen [Was ist das? , einfache Fälle, Rekursion]	91
2. Die lineare Zeitabhängigkeit [Abfälle anhäufen und Vorräte verbrauchen - mit konstanter Rate]	97
3. Die exponentielle Zeitabhängigkeit [Änderung proportional zum Vorhandenen, relative Raten, Halbwertszeiten, Blutalkohol, Geldwertschwund I]	98
4. Das gebremste Wachstum [Veränderliche Wachstumsraten, Sättigung]	102
5. Zeitverzögerungen [Sie führen zu Instabilitäten, Zellzyklus]	107

6. Passive Regulation durch Zufluß und Abfluß [Exponentielle Annäherung an den stationären Zustand, Verzerrung des Schaltimpulses, unterschiedliche Zuchterfolge bei Zwergnashörnern].	.111
7. Chemische Reaktionen [Einfache Reaktionen, autokatalytische Reaktionen].	.116
8. Die Michaelis-Menten-Kinetik [Enzym als Sachbearbeiter, Michaeliskonstante, Kooperativität].	.125
9. Stufenprozesse [Transport durch die Zellmembran und Weiterverarbeitung der aufgenommenen Stoffe].	.133
10. Ein Rekursionsproblem [Selektionsdruck bei getrennten Generationen].	.139
<i>IV. Gekoppelte Systeme.</i>	.146
1. Jäger-Beute-Modelle [Hasen und Luchse und kanadische Holzfäller, das Richtungsfeld].	.146
2. Regeneration der Organe (Modell) [Proliferatives und nichtproliferatives Kompartiment, Rückkopplung!].	.151
3. Stabilitätsanalyse [Linearisierung eines Differentialgleichungssystems, Klassifikation des Verhaltens in der Nähe von stationären Zuständen zur Stabilitätsanalyse, Modelle IV, 1 und IV,2 u.a.].	.154
4. Phasenübergänge [Abhängigkeit stationärer Zustände von Parametern, mehrfache stationäre Zustände, „Rechte“ und „Linke“ im Überzeugungswettstreit, spontane und gewaltsame Symmetriebrechung].	.165
5. Ein Jacob-Monod-Modell (Ein biochemisches Reaktionensystem mit zwei stationären Zuständen, Erinnerung an die Vorgeschichte, Entkopplung langsamer und schneller Vorgänge, Zelldifferenzierung).	.172
6. Der Thermostat [Beispiel einer Grenzkreisschwingung 1.].	.179
7. Die Anchoviskrise in Peru [Modellrechnungen mit gekoppelten Rekursionsgleichungen].	.183