

# Literaturverzeichnis

- [1] J. Banks, J. Brooks, G. Cairns, G. Davis and P. Stacey: On Devaney's Definition of Chaos. *The American Mathematical Monthly*, 99 (1992), pp. 332 - 334.
- [2] G.D. Birkhoff: *Dynamical Systems*. Amer. Math. Soc. Colloq. Publ.. Providence 1927.
- [3] R.L. Devaney: *An Introduction to Chaotic Dynamical Systems*. Addison-Wesley, 1989.
- [4] J. Guckenheimer and Ph. Holmes: *Nonlinear Oscillations, Dynamical Systems, and Bifurcations of Vector Fields*.
- [5] J. Hale (editor): *Studies in Ordinary Differential Equations*. Vol. 14, published by the Mathematical Association of America, 1977.
- [6] K. Janková and J. Smítal: A Characterization of Chaos. *Bull. Austral. Math. Soc.* 34 (1986), 283 - 292.
- [7] U. Kirchgraber: *Mathematik im Chaos. Ein Zugang auf dem Niveau der Sekundarstufe II*. *Mathematische Semesterberichte* 39 (1992), 43 - 68.
- [8] U. Kirchgraber and D. Stoffer: *Chaotic Behaviour in Simple Dynamical Systems*. *SIAM Review* 32 (1990), pp. 424 - 452.
- [9] W. Krabs: *Einführung in die Kontrolltheorie*. Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt 1978.
- [10] W. Krabs and S. Pickl: *Time-Discrete Dynamical Games*. Submitted to *Journal of Optimization*.
- [11] T.-Y. Li and J.A. Yorke: *Period Three Implies Chaos*. *Amer. Math. Monthly* 82 (1975), pp. 985 - 992.
- [12] A. Mielke: *Topological Methods for Discrete Dynamical Systems*. *GAMM-Mitteilungen* 1990, Heft 2, 19 - 37.
- [13] M. Misiurewicz: *Horseshoes for Mappings of the Interval*. *Bulletin de l'Académie Polonaise des Sciences*. Vol. *XXVII* No. 2 (1979), pp. 166 - 168.
- [14] M. Misiurewicz and W. Szlenk: *Entropy of Piecewise Monotonic Mappings*. *Studia Mathematica*, T. *LXVII* (1980), pp. 45 - 63.

- [15] V.V. Nemytskii and V.V. Stepanov: Qualitative Theory of Differential Equations. Princeton University Press, Princeton 1960.
- [16] G.R. Sell: Topological Dynamics and Ordinary Differential Equations. Van Nostrand Reinhold Company. London 1971.
- [17] J. Smítal: Chaotic Functions with Zero Topological Entropy. Transactions of the American Mathematical Society 297 (1986), pp. 269 - 282.

# Sachverzeichnis

- Alpha-Limesmenge, 9
- Anziehungsbereich, 33
- Approximationsproblem, 53, 79, 91, 95
- asymptotisch stabil, 19, 20, 24, 26, 32, 34, 35
- asymptotisch stabiler Ruhepunkt, 23, 24
- asymptotische Stabilität, 19, 21, 23
- Attraktionsbereich, 33
- attraktiver Fixpunkt, 37
- attraktiver Gleichgewichtszustand, 91
- Attraktor, 32–34, 38, 39, 129–131, 133, 136
- auf  $[0, T]$   $\Omega$ -steuerbar, 41
- auf  $[0, T]$   $\mathbb{R}^m$ -steuerbar, 42
- Auszahlungsfunktion, 83, 85, 86, 98
- autonomes System, 19, 35
  
- Banks, 158
- Bewegung, 11, 13, 14, 17
- Bewegungsgleichung, 15, 44, 49, 153
  
- Cantor-Menge, 107, 132, 134
- Chaos im Sinne des Münzwurfs, 159
- Chaos im Sinne von Devaney, 101
- Chaos im Sinne von Li und Yorke, 123, 129, 160
- chaotisch, 102, 105, 106, 109, 111–113, 123, 134, 138, 151, 154, 155
- chaotisch im Sinne von Bernoulli, 160
- chaotisch im Sinne von Devaney, 131, 135, 159
- chaotisch im Sinne von Li und Yorke, 123, 129, 160
  
- Devaney, 158–160
- Differentialgleichung, 44, 55, 70
- Differenzgleichung, 60, 81, 96
- direkte Methode von Lyapunov, 19, 29
  
- diskreter Fluß, 26
- diskretes dynamisches System, 26, 32
- Diskretisierung, 35
- dynamische Spiele, 70
- dynamische Systeme in der Ebene, 13
- Dynamisches System, 7
- dynamisches System, 7, 8, 10, 14, 157, 158
  
- Entropie, 120, 129
- $\varepsilon$ -Pseudo-Orbit, 145, 148, 151, 152
- Erreichbarkeitsmenge, 46, 62
  
- Fast-Orbits, 145
- Fixpunkt, 28, 34, 36, 38, 60–62, 79, 88, 139
- Fixpunkt-Steuerbarkeit, 60, 61, 64, 66
- Fluß, 7, 8, 13, 14, 17, 19, 26
- Fundamentalthypothese, 139, 140, 143, 151, 155, 156
  
- gesteuertes dynamisches System, 81
- gesteuertes System, 40
- Gleichgewichtspunkt, 13
- Gleichgewichtszustand, 71, 97, 98
- global asymptotisch stabil, 32–34, 51
- global attraktiver Fixpunkt, 60, 61
- globaler Attraktor, 32, 33
- Guckenheimer, 160
  
- Halbgruppeneigenschaft, 7, 8, 26, 158
- Holmes, 160
- homoklinische Punkte, 139, 160
- Hufeisen-Abbildung, 134
- hyperbolisch, 139, 140, 151
- hyperbolisch invariante Menge, 160
- hyperbolische Menge, 139, 145, 147
- hyperbolischer Fixpunkt, 139, 160
- hyperbolischer Gleichgewichtspunkt, 154, 155

- Identitätseigenschaft, 7, 8, 26, 158
- instabil, 33
- instabile Mannigfaltigkeit, 160
- Instabilität, 32
- Integralgleichung, 74
- invariant, 10–12, 14, 27, 30, 31, 139, 144
- invariant zusammenhängend, 28, 29, 31
- invariante Teilmenge, 10, 12, 29, 30, 33
- Jankova, 160
- Kalman-Bedingung, 43, 46–50, 52, 62–64
- Kirchgraber, 158, 160
- Konfliktmodell, 96
- kooperative, spieltheoretische Lösung, 72, 83, 95
- kooperatives Verhalten, 71
- LaSalle, 157
- Li, 160
- Limesmenge, 8, 18, 26, 27, 133
- Limespunkt, 18
- lineares Pendel mit beweglichem Aufhängepunkt, 43
- lokal, 49
- lokal attraktiver Gleichgewichtszustand, 90
- lokal restringierte Steuerbarkeit, 49, 50
- lokale Steuerbarkeit, 48
- Lyapunov, 7
- Lyapunov-Funktion, 18, 29–31, 33, 34
- Lyapunovsche Methode, 157
- mathematisches Pendel, 15
- Maß für Chaos, 113
- Melnikov-Funktion, 155, 156
- Menge der Periodenpunkte, 102, 105, 113, 131, 134, 136–138
- Menge der zweifach-unendlichen  $0 - 1$ -Folgen, 133
- Mielke, 159
- minimal, 12–14
- minimale Teilmenge, 12, 15
- Momentengleichung, 56
- Nash-Gleichgewicht, 71, 75, 76, 80, 81, 86, 88, 89
- negativ-definit, 20, 23, 24, 34
- negativ-invariant, 27
- negativ-semidefinit, 20, 22
- negative Halbtrajektorie, 9
- $(n, \varepsilon)$ -separiert, 113, 114, 116
- Newton'sches Bewegungsgesetz, 15
- nicht-kooperative spieltheoretische Lösung, 75
- nichtlineares ebenes Pendel, 15, 152
- nichtlineares Pendel mit beweglichem Aufhängepunkt, 49
- nichtlineares Pendel mit oszillierendem Aufhängepunkt, 152
- Null-Steuerbarkeit, 158
- Omega-Limesmenge, 9, 11, 12, 14, 18, 28
- $\Omega$ -steuerbar, 41
- Orbit, 8, 18, 105, 131, 134, 137, 144
- Ordnung des Zyklus, 28
- Pareto-Optimum, 71, 72, 84
- Pendel mit beweglichem Aufhängepunkt, 44
- perfekt, 107
- Perfektheit, 108
- Periode, 28, 125, 129
- Periode der Bewegung, 13
- Periodenpunkt, 101–103, 105, 112, 113, 123, 125, 127, 129, 134, 137, 158
- periodisch, 13, 28, 31
- periodische Bewegung, 14, 15, 152
- periodische Systeme, 152
- periodische Systeme in der Ebene, 160
- periodischer Orbit, 14, 15, 17, 18, 102, 158
- Poincaré, 7
- Poincaré-Abbildung, 154–156
- Poincaré-Bendixon Theorie, 157
- positiv invariant, 32, 34
- positiv kompakte Bewegung, 11, 12
- positiv-definit, 20, 22, 23, 34
- positiv-invariant, 27, 33, 34
- positiv-kompakt, 11, 14, 17, 18
- positiv-kompakter Orbit, 14
- positiv-semidefinit, 19
- positive Halbtrajektorie, 9, 11

- positiver Halborbit, 19
- positiver Orbit, 14
- Pseudo-Orbit, 145
  
- Raum der 0 – 1-Folgen, 104, 131, 158
- restringiert Null-steuerbar, 46, 47, 49
- restringierte Null-Steuerbarkeit, 45, 53, 54
- $\mathbb{R}^m$ -Nullsteuerbar, 49
- $\rho$ -Schatten-Orbit, 145, 148–152
- Ruhepunkt, 13, 14, 17, 19, 20, 22, 24, 25, 35, 37, 38, 40, 45, 48, 50, 52, 152
- Ruhepunkt eines Flusses, 13
- Räuber-Beute-Modell, 17, 38
  
- Satz von Cayley-Hamilton, 43, 47
- Satz von Smale, 151, 152
- Schatten-Lemma, 145, 147, 150
- Schatten-Orbit, 149
- Sell, 157
- seltsamer Attraktor, 129, 131, 135, 160
- sensitiv abhängig von Anfangswerten, 102
- sensitive Abhängigkeit von Anfangswerten, 158
- Separatrix-Lösung, 154
- Shift-Abbildung, 104, 105, 109, 115–117, 131, 133, 134, 151, 155, 158–160
- Smale-Birkhoff-Theorem, 160
- Smalesche Hufeisen-Abbildung, 131
- Smital, 160
- Solenoid, 135, 136
- stabil, 19, 20, 32, 34, 51
- stabile Mannigfaltigkeit, 160
- stabiler Ruhepunkt, 22
- Stabilität, 19, 21, 32
- Stabilitätstheorie, 157
- stark instabil, 32, 33
- steuerbar, 49, 50
- Steuerbarkeit, 40, 48, 50, 55, 70, 71, 81, 82, 84, 86, 90, 92, 95, 98, 158
- Steuerbarkeit linearer Systeme, 41
- Steuerbarkeitsmenge, 91
- Steuerung, 40, 41, 44, 51, 60, 61, 70, 83, 85, 86
- Steuerungsfunktion, 40–42, 45, 48–50, 52, 60, 70, 71, 82, 84, 86, 90, 91, 94, 98, 99
- Steuerungsnebenbedingungen, 82
- Steuerungsproblem, 100
- Steuerungsvektorfunktion, 82
- Stoffer, 160
- Subshift, 159, 160
- System von Differentialgleichungen, 40
- Systeme in der Ebene, 157
  
- Theorem von Sarkovskii, 125, 129
- topologisch konjugiert, 106, 109, 111, 112, 115, 131, 135, 138, 151, 155, 160
- topologisch transitiv, 103, 105, 113, 131, 134, 137
- topologisch transitive Abbildung, 102
- topologische Entropie, 113–115, 117, 118, 129, 159, 160
- topologische Invarianz, 113, 115
- topologische Konjugiertheit, 105, 159
- topologische Transitivität, 158
- total unzusammenhängend, 107
- Trajektorie, 8, 10, 26
- Transitivität, 102
- transversaler homoklinischer Orbit, 139, 140, 151
  
- ungesteuertes System, 7, 40, 60, 90
- Unordnungs-Chaos, 117, 129, 160
- Unordnungs-chaotisch, 115, 120, 122
- Untershift, 118
  
- voll  $\Omega$ -steuerbar, 41
- voll  $\mathbb{R}$ -steuerbar, 44
- voll  $\mathbb{R}^m$ -steuerbar, 43
  
- Yorke, 160
  
- Zeit-diskrete dynamische Spiele, 158
- Zeit-diskretes dynamisches System, 7, 35, 101, 102, 154
- Zeit-kontinuierliches dynamisches System, 19, 35, 152
- Zustandsfunktion, 82, 84, 86, 99
- Zustandsnebenbedingungen, 82
- Zustandsvektorfunktion, 82
- zyklisch, 28

# TEUBNER- TASCHENBUCH der Mathematik

Begründet von  
**I. N. Bronstein** und  
**K. A. Semendjajew**

Weitergeführt von  
**G. Grosche, V. Ziegler**  
und **D. Ziegler**

Herausgegeben von  
Prof. Dr. **Eberhard Zeidler**  
Leipzig

1996. XXVI, 1298 Seiten.  
14,5 x 20 cm.  
Geb. DM 59,-  
ÖS 431,- / SFr 53,-  
ISBN 3-8154-2001-6

Das vorliegende »TEUBNER-TASCHENBUCH der Mathematik« ersetzt den bisherigen Band – Bronstein/Semendjajew, Taschenbuch der Mathematik –, der mit 25 Auflagen und mehr als 800.000 verkauften Exemplaren bei B. G. Teubner erschien.

In den letzten Jahren hat sich die Mathematik außerordentlich stürmisch entwickelt. Eine wesentliche Rolle spielt dabei der Einsatz immer leistungsfähigerer Computer. Ferner stellen die komplizierten Probleme der modernen Hochtechnologie an Ingenieure und Naturwissenschaftler sehr hohe mathematische Anforderungen.



Diesen aktuellen Entwicklungen trägt das »TEUBNER-TASCHENBUCH der Mathematik« umfassend Rechnung. Es vermittelt ein lebendiges und modernes Bild der heutigen Mathematik und erfüllt aktuell, umfassend und kompakt die Erwartungen, die an ein Nachschlagewerk für Ingenieure, Naturwissenschaftler, Informatiker und Mathematiker gestellt werden. Im Studium ist das »TEUBNER-TASCHENBUCH der Mathematik« ein Handbuch, das Studierende vom ersten Semester an begleitet; im Berufsleben wird es dem Praktiker ein unentbehrliches Nachschlagewerk sein.

## Aus dem Inhalt

Wichtige Formeln, graphische Darstellungen und Tabellen – Analysis – Algebra – Geometrie – Grundlagen der Mathematik – Variationsrechnung und Optimierung  
Stochastik – Numerik

Preisänderungen vorbehalten.



**B. G. Teubner Stuttgart · Leipzig**

# TEUBNER- TASCHENBUCH der Mathematik Teil II

Herausgegeben von  
Doz. Dr. **Günther Grosch**  
Leipzig  
Dr. **Viktor Ziegler**  
**Dorothea Ziegler**  
Frauwalde  
und Prof. Dr. **Eberhard Zeidler**  
Leipzig



7. Auflage. 1995. Vollständig überarbeitete und wesentlich erweiterte Neufassung der 6. Auflage der »Ergänzenden Kapitel zum Taschenbuch der Mathematik von I. N. Bronstein und K. A. Semendjajew XVI, 830 Seiten mit 259 Bildern. 14,5 x 20 cm. Geb. DM 58,- / ÖS 423,- / SFr 52,- ISBN 3-8154-2100-4

Mit dem »TEUBNER-TASCHENBUCH der Mathematik, Teil II« liegt eine vollständig überarbeitete und wesentlich erweiterte Neufassung der bisherigen »Ergänzenden Kapitel zum Taschenbuch der Mathematik von I. N. Bronstein und K. A. Semendjajew« vor, die 1990 in 6. Auflage im Verlag B. G. Teubner in Leipzig erschienen sind. Dieses Buch vermittelt dem Leser ein lebendiges, modernes Bild von

den vielfältigen Anwendungen der Mathematik in Informatik, Operations Research und mathematischer Physik.

## Aus dem Inhalt

Mathematik und Informatik – Operations Research – Höhere Analysis – Lineare Funktionalanalysis und ihre Anwendungen – Nichtlineare Funktionalanalysis und ihre Anwendungen – Dynamische Systeme, Mathematik der Zeit – Nichtlineare partielle Differentialgleichungen in den Naturwissenschaften – Mannigfaltigkeiten – Riemannsche Geometrie und allgemeine Relativitätstheorie – Liegruppen, Liealgebren und Elementarteilchen, Mathematik der Symmetrie – Topologie – Krümmung, Topologie und Analysis

Preisänderungen vorbehalten.

B. G. Teubner Stuttgart · Leipzig



# Reitmann Reguläre und chaotische Dynamik

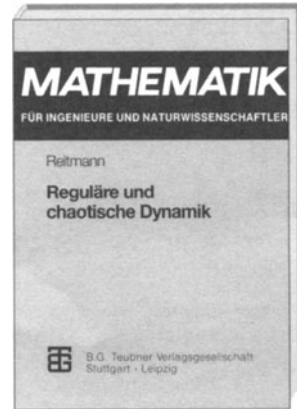
Von Doz. Dr.  
**Volker Reitmann**  
Technische Universität  
Dresden

1996. 252 Seiten mit  
100 Bildern.  
16,2 x 22,9 cm.  
Kart. DM 39,80  
ÖS 291,- / SFr 36,-  
ISBN 3-8154-2090-3

(Mathematik für Ingenieure  
und Naturwissenschaftler)

Dieses Lehrbuch basiert auf Vorlesungen, die der Autor für Studenten der Physik, der Elektrotechnik und der Mathematik gehalten hat.

Es enthält eine kompakte Darstellung wichtiger Elemente der nichtlinearen Dynamik, die von Attraktoren, invarianten Mannigfaltigkeiten und der Stabilität des Orbits in zeitkontinuierlichen und zeitdiskreten Systemen über die generischen Bifurkationen bis hin zu Shifts, Hufeisen, invarianten Maßen,



Entropien und Dimensionen in dynamischen Systemen reicht. Die wichtigsten Routen dynamischer Systeme ins Chaos werden vorgestellt.

Fast alle der im Buch formulierten Sätze sind durch Beispiele oder Skizzen erläutert worden. Eine Vielzahl der behandelten mathematischen Fragestellungen wird anhand konkreter Anwendungen illustriert, so unter anderem an Systemen der Phasensynchronisation, an digitalen Systemen der automatischen Steuerung oder an Systemen der Radiophysik.

Preisänderungen vorbehalten.



B.G. Teubner Stuttgart · Leipzig