

führlichere Darstellung sinnvoll gewesen. Im sechsten Kapitel werden die stationären Zustände besprochen. Das Theorem der minimalen Entropieproduktion wird abgeleitet und damit die Stabilität der stationären Zustände im linearen Bereich bewiesen. Das letzte Kapitel schließlich ist der Thermodynamik irreversibler Prozesse im nichtlinearen Bereich gewidmet. Nach einer Besprechung des allgemeinen Stabilitätskriteriums von *Prigogine* und *Glansdorff* wird die Stabilität einfacher chemischer Reaktionen fern vom Gleichgewicht anhand des kinetischen Potentials diskutiert.

Anschließend wird als Beispiel für oszillierende Reaktionen das Lotka-Modell vorgestellt. Eine qualitative Diskussion einiger hydrodynamischer Instabilitäten rundet dieses Kapitel ab. Insgesamt kann man das Buch als didaktisch geglückt bezeichnen und jedem Anfänger warm empfehlen.

Max Teubner [NB 740]
Max-Planck-Institut für
Biophysikalische Chemie,
Göttingen

Oscillations and Traveling Waves in Chemical Systems.

Herausgegeben von *R. J. Field* und *M. Burger*. John Wiley, Chichester 1985. XX, 682 S., geb. £ 98.30. – ISBN 0-471-89384-6

Chemische Oszillationen in Zeit und Raum sind besonders in den letzten zwanzig Jahren intensiv erforscht worden. Die Faszination, die von oszillierenden Reaktionen ausgeht, spiegelt sich nach der Entdeckung der berühmten Belousov-Zhabotinsky-Reaktion in einem exponentiellen Wachstum der Veröffentlichungen zwischen 1965 und 1975 wider. Das Studium chemischer Oszillatoren ist auch von der naturwissenschaftlich-philosophischen Seite her interessant, und zwar zur Erörterung der Signifikanz der Symmetriebrechung und der Bifurkationen in Systemen weitab vom chemischen Gleichgewicht, die zur Definition der Zeit selbst beitragen können. Es soll heute noch Skeptiker geben, die die Existenz von chemischen Oszillationen in homogener Phase in Frage stellen. Weit gefehlt! Dieses von mehreren Autoren geschriebene und von den beiden Herausgebern straff gegliederte Buch beweist eindeutig, daß chemische Oszillationen in homogener Phase bei anorganischen Reaktionen vorkommen, ganz zu schweigen von einigen allerdings kaum erwähnten biologischen Systemen, die oftmals die Motivation für das Studium der obigen Reaktionen lieferten.

Allgemein kann es chemische Oszillationen nur in thermodynamisch offenen Systemen geben. Die Bedingungen für das Auftreten von chemischen Oszillationen sind heute hinreichend bekannt und durch eine Reihe von experimentellen Systemen belegt. Chemische Oszillatoren sind nicht-lineare Oszillatoren; bei „idealer“ Durchmischung zeigen sie neben Phänomenen wie Frequenzverdopplung auch eine Periodenvervielfachung, wenn man sie von außen etwa durch sinusförmiges Hereinfüllen der Reaktanten in einem Flußrührreaktor stört. Es können auch chaotische Trajektorien beobachtet werden, die in diesem Buch wohl erwähnt, aber nicht behandelt werden. In dünnen, nicht gerührten Flüssigkeitsschichten können räumliche Oszillationen als chemische Wanderwellen und als stationäre Wellen auftreten. Hier sind die Kopplung und das Zusammenspiel von chemischer Reaktion und Diffusion oder Konvektion zur Bildung von sich ausbreitenden Mustern maßgebend.

In der Einführung berichtet *Zhabotinsky* über die interessante Frühgeschichte (1961–1969) und die ersten mecha-

nistischen Vorschläge der auch nach ihm benannten Belousov-Zhabotinsky-Oszillationen einer schwefelsauren Lösung von Bromat, $\text{Ce}^{\text{III}}/\text{Ce}^{\text{IV}}$ und Malonsäure. Der mathematisch interessierte Leser kommt nicht nur im ersten Kapitel über die Stabilität von stationären Zuständen, Hopf-Bifurkationen und bilateral gekoppelten Systemen, sondern im gesamten Buch auf seine Kosten. Es folgen die Kapitel über den anorganischen Belousov-Zhabotinsky-Oszillator, dessen Varianten sowie Untersysteme in allen Einzelheiten beschrieben werden. Der berühmte Field-Noyessche „Oregonator“-Mechanismus kann praktisch alle Phänomene der Belousov-Zhabotinsky-Reaktion, z. B. Bistabilität und Wanderwellen, mit Ausnahme von chaotischen Bewegungen erklären. Er wird in einem separaten Kapitel eingehend mathematisch analysiert. Periodisch Gas entwickelnde und einige andere chemische Oszillatoren wie die von Bray-Liebhafsky und Briggs-Rauscher werden diskutiert. Das Antwortverhalten eines periodisch gestörten Oszillators ist außerordentlich vielfältig. Mathematische Analysemethoden werden präsentiert und auch auf nicht-isotherme Oszillatoren angewendet. Dabei ist das Stabilitätsverhalten des Systems in der Nähe von kinetischen Phasenübergängen von großem theoretischen Interesse. Musterbildung beim Auskristallisieren von geologischem Material, propagierende Reaktions-Diffusionsfronten oder periodische Wellen in zwei und drei Dimensionen zeigen eine kaum erwartete Fülle von Erscheinungsformen. Chemische Oszillationen von Kohlenmonoxid werden in einem weiteren Kapitel in großem Detail behandelt. Das letzte, etwas kuriose Kapitel beschreibt eine statistische Analyse und eine „Soziologie“ der Veröffentlichungen über chemische Oszillationen in den Jahren 1910 bis 1981.

Die Literatursammlung ist sehr umfangreich, und alle Zitate sind sorgfältig mit Titeln versehen. Das vorliegende Buch wird sicherlich das Standardwerk der nächsten Jahre über anorganisch-chemische Oszillationen sein. Seine Anschaffung kann nachdrücklich empfohlen werden, obwohl biologische Oszillatoren und Chaos nicht besprochen sind.

Friedemann Schneider [NB 735]
Institut für Physikalische Chemie
der Universität Würzburg

Biotechnology, A Comprehensive Treatise in 8 Volumes.

Herausgegeben von *H.-J. Rehm* und *G. Reed*. Vol. 2: **Fundamentals of Biochemical Engineering**. Bandherausgeber: *H. Brauer*. VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim 1985. XVI, 819 S., gebunden, Subskriptionspreis DM 426.00. – ISBN 3-527-25764-0

Die Biotechnologie ist ein interdisziplinäres Gebiet, dessen Fortschritte durch enge Zusammenarbeit von Spezialisten aus Biologie, Chemie und Ingenieurwissenschaften zustande kommen. Im vorliegenden Band 2 der Reihe¹ wird versucht, die technischen Grundlagen der Biotechnologie zu vermitteln. Besprochen werden Planung, Entwurf und Entwicklung sowie Optimierung und technische Durchführung biochemischer Prozesse.

Der Band enthält 30 Kapitel, die in fünf Gruppen zusammengefaßt sind. Recht schwierig zu beantworten ist die philosophische Frage, „what constitutes fundamentals for a diverse field like biochemical engineering“. Die Heraus-

[¹] Vgl. *Angew. Chem.* 98 (1986) 840.