

Chemistry in Motion

Die Herausforderung beim Verfassen eines so interdisziplinären Werks wie *Chemistry in Motion* besteht darin, das Gebiet in ausreichender Tiefe zu behandeln und dabei Lesern mit ganz unterschiedlichem Hintergrundwissen zugänglich zu sein. Dem Autor von *Chemistry in Motion* gelingt beides bei der Besprechung eines oft übersehenen Themas, das aber in chemischen Reaktionen fernab des Gleichgewichts – wenn Diffusionsphänomene eine Rolle spielen – allgegenwärtig ist. Der Text stellt die physikalischen Grundlagen sowie einfache Experimente vor, die zur spontanen Bildung chemischer Wellenfronten führen, und erklärt, wie mithilfe dieses Konzepts komplizierte Mikrostrukturen erzeugt werden können.

Das erweiterte Lehrbuch zu Reaktions-Diffusions-Systemen spricht eine breit gestreute Leserschaft an, vor allem aber Chemieingenieure, Physikochemiker und Materialwissenschaftler. Auf eine kurze einleitende Diskussion verschiedener biologischer Systeme, in denen diffusionsvermittelte Reaktionen auftreten, werden zunächst die mathematischen Grundlagen dieser Phänomene dargelegt, bevor eine anwendungsorientierte Diskussion folgt. Zu diesen Anwendungen zählen die lithographische Herstellung dreidimensionaler und/oder periodischer Strukturen, chemische Sensoren und Verstärkungsverfahren sowie die Synthese von Partikeln mit bestimmter Form in Gelen.

Die mathematische Diskussion in den ersten Kapiteln ist gut geschrieben und logisch präsentiert, aber keine leichte Kost – nicht einmal aus der Sicht des Autors. Ausgehend von den Fick'schen Gesetzen sind schon bald analytische und numerische Lösungsverfahren für dreidimensionale Diffusionsgleichungen erreicht. Die erhaltenen Lösungen werden dann unter Berücksichtigung von Geschwindigkeitskonstanten mit realen chemischen Systemen in Beziehung gebracht, um den Einfluss von Reaktions-Diffusions-Physik auf die komplexe Kinetik oszillierender chemischer Reaktionen diskutieren zu können. Sicher wird man die in der Folge vorgestellten Beispiele nur dann richtig würdigen können, wenn man den physikalischen Hintergrund zumindest ansatzweise versteht. Die umfassende mathematische Herleitung hätte man allerdings etwas nach hinten verschieben können, um der Leserschaft ein paar Seiten Zeit zu geben, sich mit dem Thema vertraut zu machen.

Ganz anders als mit diesem mathematischen Teil verhält es sich mit dem Rest des Text, der in zugänglicher Weise und mithilfe von gefälligen Farbillustrationen die bemerkenswert einfachen und zugleich wunderschönen Strukturen vorstellt,

die sich in Reaktions-Diffusions-Experimenten so zwanglos bilden. Gerade diese Bilder ziehen prospektive Leser schon beim oberflächlichen Durchblättern in ihren Bann und animieren dazu herauszufinden, welche wissenschaftlichen Phänomene der Musterbildung wohl zugrundeliegen.

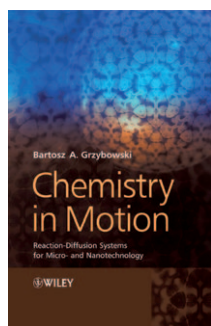
Die ersten Studien zu Reaktions-Diffusions-Systemen gehen bis ins 19. Jahrhundert zurück. Daher konzentriert sich die aktuelle Forschung, um die es in diesem Buch geht, auf die Miniaturisierung solcher Systeme und eine Steigerung ihrer Komplexität. Dadurch sollen die Anwendungsmöglichkeiten erweitert werden, besonders für die Mikrofluidik und die Synthese von Partikeln. Durch ein nasschemisches Stempelverfahren, das auf Reaktions-Diffusions-Physik beruht, lassen sich einige nützliche dreidimensionale Mikrostrukturen erhalten. Außerdem kommen Computersimulationsverfahren zur Sprache, die die Entwicklung komplizierterer Systeme unterstützen.

Mithilfe von Reaktions-Diffusions-Systemen wird zwar eine Vielfalt komplizierter Strukturen zugänglich, diese Komplexität hat aber durchaus auch ihre Schattenseiten: So führen schon geringe Abweichungen in den Ausgangsbedingungen zu stark abweichenden Resultaten. Weil die Diffusion ein zufälliger Prozess ist, sind oft ausführliche Simulationen erforderlich, um die Ausgangsbedingungen für die Bildung eines neuen Musters abzuleiten. Herkömmliche Synthesetechniken, die ähnliche Ziele verfolgen wie Reaktions-Diffusions-Synthesen (Lithographie, chemisches Ätzen, CVD usw.), benötigen zwar mehr Zeit, sind dafür aber intuitiv verständlich und leichter zu verinnerlichen. Somit kann sich ein Forscher aussuchen, womit er den Großteil seiner Zeit zubringen will: Mit der *Planung* einer Synthese, die letztlich mithilfe von Reaktions-Diffusions-Physik schnell und wiederholt ausgeführt werden kann, oder mit der *Ausführung* einer Reihe von zeitraubenden, aber verständlichen Syntheseschritten. So betrachtet könnte die Industrie das Gebiet der Reaktions-Diffusions-Prozesse weiter vorantreiben, weil es eine Minimierung der Prozess-Schritte bei maximalem Durchsatz in Aussicht stellt.

Zusammenfassend kann das Buch als ein erster Schritt in das Gebiet der Reaktions-Diffusions-Prozesse bezeichnet werden. Es gibt einen Überblick zu den Synthesen, die in Reaktions-Diffusions-Systemen möglich sind, und stattet Forscher, die ein Projekt auf dem Gebiet beginnen wollen, mit dem nötigen Rüstzeug aus. Was aber wohl am wichtigsten ist: Es macht Spaß, diese Buch zu lesen.

Michael Ibele
Department of Chemistry
Pennsylvania State University (USA)

DOI: 10.1002/ange.201005949



Chemistry in Motion
Reaction-Diffusion Systems
for Micro- and Nanotechnology.
Von Bartosz A. Grzybowski.
John Wiley & Sons,
Hoboken 2009. 302 S., geb.
119.00 €. — ISBN 978-
0470030431