

der Kernenergie als einer CO₂-freien Energiequelle, die allerdings, wie er konzediert, die Basis für die Herstellung von Wasserstoff für die anzustrebende Wasserstoffwirtschaft sein wird. Er, der sonst so wortgewaltige, qualifiziert die Kernenergie mit der etwas zu simplen und matten Bemerkung ab: „Ich bin aber nicht davon überzeugt, dass die Kernenergie die Methode der Wahl ist ...“. Bei den offenkundigen Vorteilen der Kernenergie als CO₂-freier Basis für die Herstellung von Wasserstoff ist dies eine merkwürdige, wenn nicht voreingenommene Reaktion (und ein bemerkenswerter Unterschied zu Olah et al.^[1] denen folgend Kern- und Fusionsenergie „unseren Energiebedarf für Hunderte oder Tausende von Jahren decken könnten“). Es kommt hinzu, wie nicht Romm, wohl aber Olah et al. diskutieren, dass nur ein System mit einem Kohlenstoffträger neben Transport-Wasserstoff die Bedürfnisse der chemischen Industrie (neben denen des Transportes) berücksichtigen kann.

Ganz typisch ist Romms Haltung zu den gigantischen und zu erwartenden CO₂-Mengen. Wie das Sterben mit dem Leben, so ist auch die Nutzung fossiler Energie an die immanente Bildung von CO₂ gekoppelt. Wie wird Romm mit diesen Mengen fertig? Ähnlich den Betreibern von „modernen Kraftwerken“, die behaupten, dass ihre Anlagen kein CO₂ emittierten und ihre Kraftwerke Strom „CO₂-neutral“ erzeugen, setzt Romm auf die „Sequestrierung“ des Kohlendioxids, d.h. die dauerhafte Endlagerung des CO₂ entweder in Form von Biomasse (was mengenmäßig limitiert ist), einer Lagerung in den Ozeanen oder als geologische Sequestrierung in riesigen, abgedichteten unterirdischen Hohlräumen. Diese Aufgabe soll ein „Geo-Engineering“ genanntes Fachgebiet^[2] lösen, dessen wahnwitziges Wirken bereits Spuren bis in das Feuilleton der FAZ hinterlässt.^[3] Romm zitiert Studien, die von Größenordnungen von Milliarden Tonnen CO₂ pro Jahr ausgehen. Er stellt zwar die Angreifbarkeit kerntechnischer Anlagen durch Terroristen heraus, verliert aber über die Gefährlichkeit großer CO₂-Mengen kein Sterbenswörtchen, obwohl die Gefahren größerer Mengen freigesetzten Kohlendioxids seit den Ereignissen am Lake Nyos in Kamerun (1986 Ent-

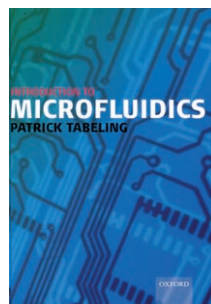
wicklung von „nur“ etwa einem Kubikmeter gasförmigen, vulkanischen Kohlendioxids, das in Seewasser gelöst war und spontan freigesetzt wurde, 1700 Tote)^[4] sehr gut untersucht und dokumentiert sind. Bei der Sequestrierung wird dann so getan, als wenn die Energie aus fossilen Quellen emissionslos gewonnen werden kann – ich muss dabei immer an P. Flemings Bemerkung denken: „Es ist nur noch wenig Ehrfurcht in der Welt übrig, und wenig von diesem Wenigen wird gut angewendet.“^[5]

Das Buch von Romm ist für mich deshalb eine nützliche Momentaufnahme des Wissens von heute, aber keine vorurteilsfreie und über alle Zweifel erhabene Deutung dieses Wissens, geschweige denn eine Anleitung zum Handeln, seien es Großinvestitionen oder politische Entscheidungen!

Boy Cornils
Hofheim/Ts.

- [1] G. A. Olah, A. Goepfert, G. K. S. Prakash, *Beyond Oil and Gas: The Methanol Economy*, Wiley-VCH, Weinheim, 2006; Besprechung in *Angew. Chem.* 2006, 118, 5167.
- [2] Zum Beispiel: B. Conway, *The Chemtrail Smoking Gun*, Lightwatcher; *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 2004, 101, 15827.
- [3] S. 31 der Ausgabe vom 9.8.2006.
- [4] *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 1989, 39, 109.
- [5] P. Fleming, *Brasilianisches Abenteuer*, Wegweiser, Berlin, 1950.

Introduction to Microfluidics



Von Patrick Tabeling. Oxford University Press, Oxford 2005. 288 S., geb., 92.90 €. – ISBN 0-19-85684-9

Die Vision, eine ganze Chemiefabrik oder ein Analyselabor auf einen einzigen Chip zu bannen, begeistert seit

Jahrzehnten Wissenschaft und Industrie. Der stürmische Fortschritt in Design und Funktion mikroelektromechanischer Bauteile (MEMS) seit den 80er Jahren hat dazu geführt, dass die mikrofluidische Vision nun greifbar geworden ist. Patrick Tabeling beschreibt in seinem Buch *Introduction to Microfluidics* die Entwicklung und die Perspektiven dieses noch sehr jungen Gebiets, dessen physikalisch-chemische Grundlagen und das Know-how der Fabrikation mikrofluidischer Systeme.

Was unterscheidet die Mikrofluidik von der Fluidik, die seit Jahrhunderten schon beschrieben ist? Tabeling gibt in fünf großen Kapiteln die Antwort: Erstens werden Kräfte relevant, die im Makroskopischen vernachlässigbar sind, z.B. Van-der-Waals-Kräfte. Zweitens gibt es eine spezielle Mikrohydrodynamik, weil die Reynolds-Zahlen klein sind und weil eine Flüssigkeit z.B. auch über eine feste Oberfläche „rutschen“ kann (also an der Grenzfläche nicht unbedingt die Geschwindigkeit null haben muss). Drittens ist das Verhältnis von Oberfläche zu Volumen in mikrofluidischen Systemen so groß, dass Einflüsse der Kanalwände eine Rolle spielen. So kann beispielsweise eine Molekülsorte an der Wand adsorbiert und somit von anderen Molekülen im mikrofluidischen Strom separiert werden. In diesem dritten Kapitel werden die Diffusion und vor allem das Mischen in Mikrosystemen beschrieben. Gerade Letzteres bildet die Grundlage der schnellen Reaktionskinetik in einem mikrofluidischen Chip. Viertens können elektrische Felder geladene Teilchen beeinflussen, die sich im mikrofluidischen System befinden, kurz im Stichwort „Elektrohydrodynamik“ zusammengefasst. In diesem Kapitel beschreibt Tabeling die technologisch wichtigen Phänomene der Elektroosmose und Elektrophorese, die die Grundlage der mittlerweile kommerziell erhältlichen Chips zur Separation von DNA oder Proteinen bilden. Das fünfte Grundlagenkapitel ist der Wärmeübertragung gewidmet, sei es beim Heizen oder Kühlen mikrofluidischer Bauteile. Zwei weitere Kapitel behandeln Herstellung und Anwendung von Mikrofluid-Chips.

Patrick Tabeling ist Professor an der Ecole Supérieure für industrielle Physik

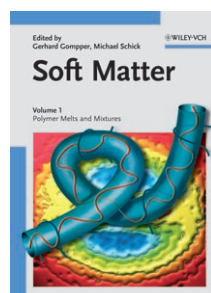
und Chemie, ESPCI, in Paris und aktiv in der Grundlagenforschung tätig. Entsprechend aktuell und umfassend sind die zu jedem Kapitel angegebenen Literaturzitate. Bei der Beschreibung der physikalischen Grundlagen konnte Tabelling natürlich nicht auf alle Feinheiten von Theorie und Experiment eingehen; er beschränkt sich auf die wichtigsten Phänomene und gibt Hinweise, welche Parameter weiterhin zu berücksichtigen sind und in welcher Veröffentlichung oder in welchem Lehrbuch Genaueres zu erfahren ist.

Ideal ist das Buch, um sich zur Diplom- oder Doktorarbeit in das Gebiet einzulesen und sich einen Überblick über die Literatur zu verschaffen. Es ist flüssig geschrieben und übersichtlich gegliedert, die Beispiele sind gut gewählt und zahlreiche Fußnoten stellen immer wieder Details klar, sei es eine Abkürzung oder eine Erklärung zur Ausführung eines Integrals. Motivierend zum Weiterlesen sind die einführenden Absätze und die Zusammenfassung jedes Kapitels sowie die vielen Fotos und die instruktiven Skizzen. Das Buch eignet sich besonders gut für Leserinnen und Leser mit einem soliden physikalischen Hintergrund, die nicht vor einem Stress-Tensor oder vor Laplace-Operatoren zurückschrecken. Aber auch ohne das Studium des einen oder anderen „theorielastigen“ Unterkapitels vermittelt das Buch eine Fülle von Kenntnissen aus Physik, Chemie und den Lebenswissenschaften, die wichtig sind für jeden, der auf diesem Gebiet tätig ist.

Karin Jacobs
Institut für Experimentelle Physik
Universität des Saarlandes, Saarbrücken

DOI: 10.1002/ange.200585389

Soft Matter



2 Bde. Herausgegeben von *Gerhard Gompper* und *Michael Schick*. Wiley-VCH, Weinheim 2006. 285/287 S., geb., je 119.00 €.—ISBN 3-527-30500-9/ 3-527-31369-9

Was ist eigentlich „weiche Materie“ und wieso braucht man gleich zwei Bände, um dem Leser dieses Gebiet näherzubringen? Es sei gleich vorweggenommen, dass die Herausgeber dieses Werks, Gerhard Gompper und Michael Schick, beide Fragen überzeugend beantworten können und man sich am Ende wünscht, dass noch weitere Bände in gleicher Aufmachung hinzukommen mögen. Weiche Materie ist heute der umfassende Begriff für ein schier unüberschaubares Forschungsfeld mit Anwendungen von der modernen Nanotechnologie bis hin zur Biologie, dessen Anfänge bis in die frühen 70er Jahre zurückreichen. Man versteht darunter die Erforschung der Struktur und Dynamik von Systemen mit Abmessungen weit oberhalb der molekularen Ebene. Ein gut untersuchtes Beispiel sind polymere Schmelzen und Mischungen, die in Band 1 behandelt werden. Band 2 ist dann komplexen kolloidalen Mischungen gewidmet.

Was ist das verbindende Element von so weithin verschiedenen Systemen wie Polymeren und Tensidmesophasen bis hin zu Viren? Die Autoren geben dazu in der Einleitung des ersten Bandes eine anschauliche Erklärung, die sich auf die heute bereits wohl bekannten kolloidalen Kristalle bezieht. Betrachtet man beispielsweise den Schermodul von geordneten Festkörpern, so lässt sich durch eine einfache Überlegung sofort zeigen, dass diese Größe beim Übergang von der konventionellen Materie (z.B. Metallen oder ionischen Kristallen) zur weichen Materie um ca. 14 Größenordnungen abnimmt. Ein kolloidaler Kristall ist also extrem weich und kann schon durch kleinste Kräfte zerstört werden. Ähnliches gilt auch für die Dynamik solcher

Systeme, die stark verlangsamt ist. Gleichzeitig liegen die Abmessungen im Bereich von einigen Mikrometern, sodass man die Struktur und auch die Dynamik sehr gut im Lichtmikroskop beobachten kann. Die Autoren zeigen zudem, dass diese Systeme viele gemeinsame Eigenschaften aufweisen, die ihre Behandlung unter einem Schlagwort rechtfertigen: Zum einen sind sie Modellsysteme für die konventionelle „harte Materie“, wobei die Wechselwirkung zwischen den „Atomen“ und Bausteinen der weichen Materie sich kontinuierlich verändern lässt. Ein Beispiel hierfür sind die „depletion forces“, die in Kapitel 2 von Band 2 behandelt werden. Ein Erforscher weicher Materie „erschafft“ in gewisser Weise seine eigenen Atome mit einstellbaren Wechselwirkungspotentialen, die dann ganz neue und ungewöhnliche Phasen bilden können. Zum anderen sind viele Phänomene, die man in solchen Systemen beobachtet, universell, d.h., sie hängen nicht von den atomaren oder chemischen Details des jeweiligen Systems ab. Auf diese Weise kann man z.B. stäbchenförmige Micellen mit Viren oder Polymeren vergleichen. Viel von der Faszination dieses Gebiets rührt gerade von diesem Aspekt her.

In Band 1 diskutieren zunächst A. Wischniewski und D. Richter in sehr übersichtlicher Weise die Polymerdynamik in der Schmelze – ein recht reifes Arbeitsgebiet, zu dem beide Autoren selbst wesentlich beigetragen haben. Kapitel 2 und 3 erläutern die theoretische Behandlung von polymeren Schmelzen und konzentrierten Polymerlösungen. Zunächst beschreibt M. Matsen die Theorie des selbstkonsistenten Feldes (SCFT), während M. Müller im Kapitel 3 SCFT und Monte-Carlo-Simulationen vergleicht. Beide Kapitel wenden sich vornehmlich nicht an Spezialisten, sondern geben ausführliche Einführungen in die jeweiligen Techniken, sodass auch mathematisch weniger versierte Leser zumindest die anfänglichen Teile dieser Übersichten durcharbeiten können. In beiden Kapiteln steht im Vordergrund, dem Leser einen theoretischen Leitfaden für experimentelles Arbeiten mitzugeben.

In Band 2 stellen zunächst Z. Dogic und S. Fraden einen besonders faszinierenden Aspekt der Forschung über