

mit Ausnahme einiger weniger Übersichten von Anfang 1999 nur die Literatur bis Ende 1998 abdecken. Eine Aktualisierung vor Drucklegung wäre wünschenswert gewesen. Der Experte schließlich wird wegen der mangelnden Tiefe der Diskussionen nur wenig aus diesem Buch lernen.

Obwohl ich anfangs enthusiastisch über ein neues Buch mit dem Schwerpunkt Selbstorganisation war, habe ich einige Vorbehalte, es zu empfehlen. In vielen Passagen fehlt die Liebe zum Detail, ohne die das Buch kein Lesespaß werden kann. Je mehr ich mich in den Text vertiefte, desto enttäuschter war ich. Schade um die verpasste Chance!

*Christoph A. Schalley*

Kekulé-Institut für Organische Chemie  
und Biochemie  
der Universität Bonn

**The Chemistry of Explosives.** Von Jacqueline Akhavan. Springer, New York 1998. XII + 173 S., Broschur 36.95 \$.—ISBN 0-85404-563-5

Viele von uns, wie ich selbst auch, werden wohl als Jugendliche zum ersten Mal aufgrund von Feuerwerk und Explosionen Interesse an der Chemie gezeigt haben. Die Faszination, die von Explosivstoffen und Feuerwerk ausgeht, scheint für nahezu alle Menschen, für Zuschauer und Ausführende, zu allen Zeiten und in allen Kulturen immer groß zu sein. Wenn mich meine ehemaligen Studenten besuchen, kommen sie immer wieder auf Experimente in meinen Vorlesungen zu sprechen; in der Regel auf die, die mit Explosionen verbunden waren. Da aktuelle Bücher über Explosivstoffe kaum auf dem Markt sind, ist das vorliegende Handbuch, das kurz und prägnant in die Chemie, Physik und Funktionsweise von Explosivstoffen einführt, sehr willkommen.

Jacqueline Akhavan, Dozentin im Department of Environmental and Ordnance Systems, Cranfield University, Royal Military College of Science, Swindon, England, forscht auf dem Gebiet Explosivstoffe und pyrotechnische Mischungen mit dem Schwerpunkt polymergebundene Explosivstoffe. Ihr überaus lesenswertes Buch vermittelt die grundlegenden Prinzipien und Theorien,

die für das Verständnis der Reaktionsmechanismen von Explosionen notwendig sind.

Das Kapitel 1, „Introduction to Explosives“ (17 Seiten), gibt einen kurzen Überblick über die Entwicklung zahlreicher Sprengstoffe von 220 v. Chr. bis 1978: Schwarzpulver, der am längsten bekannte Explosivstoff; Nitroglycerin; Knallquecksilber; Nitrocellulose; Dynamit; Ammoniumnitrat; gewerbliche Sprengstoffe (ANFO und „Slurry-Sprengladungen“); militärische Sprengstoffe (Pikrinsäure, Tetryl, TNT, Nitroguanidin, Nitropenta (PETN), Hexogen (RDX), Oktogen (HMX), polymergebundene und hitzebeständige Explosivstoffe).

In Kapitel 2, „Classification of Explosive Materials“ (26 Seiten), sind chemische Daten von Explosivstoffen zusammengestellt, die gemäß dem Grad ihrer Explosionsfähigkeit und ihrer Verwendung in drei Klassen eingeteilt werden: 1. Primärsprengstoffe, bei denen sich der durch Hitze-, Stoß- oder Schlagereinwirkung initiierte Verbrennungsvorgang sehr schnell als Detonation fortpflanzt und die als Initialzünder für weniger sensible (sekundäre) Sprengstoffe verwendet werden können; 2. Sekundärsprengstoffe, die durch Hitze-, Stoß- oder Schlagereinwirkung nicht gezündet werden können, aber im Allgemeinen eine größere Energie freisetzen können als Primärsprengstoffe; 3. Treibmittel, d.h. brennbare Stoffe, die den zur Verbrennung benötigten Sauerstoff selbst liefern und nur abbrennen, aber nicht explodieren.

Im 3. Kapitel, „Combustion, Deflagration and Detonation“ (14 Seiten), werden die verschiedenen Faktoren, die bei der Verbrennung, Deflagration und Detonation eine Rolle spielen, erörtert. Hier werden Verbrennungsvorgänge, chemische Reaktionen einer Substanz mit Sauerstoff, behandelt, die schneller und heftiger verlaufen als normale Verbrennungen, sowie Zersetzung beschrieben, die eher über eine Stoßwelle als nach einem thermischen Mechanismus ablaufen. Die aktuellen Theorien zur Bildung von „Hotspots“ werden ebenfalls präsentiert. Im Kapitel 4, „Ignition, Initiation and Thermal Decomposition“ (11 Seiten) wird auf die einzelnen Stufen in Explosionsreaktionen näher eingegangen.

Informationen über den Reaktions- typ, Energieumsatz, Mechanismus und die Kinetik der Explosion eines bestimmten Stoffes erhält der Leser in Kapitel 5, „Thermochemistry of Explosives“ (28 Seiten). Hier werden detaillierte theoretische thermochemische Berechnungen der Sauerstoffbilanz, von Zersetzungreaktionen, Bildungsenthalpien, Umsetzungsenthalpien, Volumina entstehender Gase, des Detonationswerts, der Sprengkraft sowie von explosionsfähigen Gemischen und von aktivierte Explosivstoffen (Zugabe von Beryllium, Aluminium oder anderen Elementen) vorgestellt. Allerdings werden die Ergebnisse solcher Rechnungen nicht immer mit den experimentell bestimmten Daten übereinstimmen, denn diese hängen sehr von den jeweiligen Reaktionsbedingungen ab. Obwohl die Kistiakowsky-Wilson- und Springall-Roberts-Regeln ungefähre Schätzwerte für Zersetzungprodukte liefern, die von der Explosionswärme nicht beeinflusst werden, ist aufgrund der in diesem Abschnitt zur Bestimmung der Explosionswärme verwendeten Formeln und Gleichungen davon auszugehen, dass die betrachteten Explosionsreaktionen vollständig ablaufen. Aber in Wirklichkeit sind diese Umsetzungen Gleichgewichtsreaktionen. Diese Tatsache wird in Kapitel 6, „Equilibria and Kinetics of Explosive Reactions“ (15 Seiten), berücksichtigt, in dem auf Aktivierungsenergien und Reaktionsgeschwindigkeiten eingegangen und die Bestimmung kinetischer Parameter mit Hilfe von Differentialthermoanalyse, thermogravimetrischer Analyse und dynamischer Differenzkalorimetrie beschrieben wird.

Die drei Typen der Nitrierung werden in Kapitel 7, „Manufacture of Explosives“ (31 Seiten), behandelt. Nach dem Atom, an das die Nitrogruppe gebunden ist, unterscheidet man zwischen C-Nitrierung (Pikrinsäure, Tetryl, TNT, TATB und HNS), O-Nitrierung (Nitroglycerin, Nitrocellulose und Nitropenta) und N-Nitrierung (Hexogen, Oktogen, Nitroguanidin und Ammoniumnitrat). Außerdem wird über die äußerst gefährliche Herstellung von Primärsprengstoffen (Bleiazid, Knallquecksilber und Tetrazen) berichtet. Die Herstellung gewerblicher (Dynamit und Ammoniumnitrat und ihre gelatinösen Gemische) und militärischer Sprengstoffe, die ge-

gossen, gepresst oder extrudiert werden können, wird ebenfalls beschrieben.

Das 8. Kapitel, „Introduction to Propellants and Pyrotechnics“ (16 Seiten), ist den Treibmitteln und pyrotechnischen Gemischen gewidmet. Treibmittel sind explosionsfähige Stoffe, die zwar schnell, aber vorhersehbar und ohne Detonation unter Bildung großer Volumina heißer Gase verbrennen. Die Eigenschaften und Zusammensetzungen von Treibladungspulvern für Schußwaffen werden beschrieben. Unter anderem solche, deren Verbrennung große Mengen an Gas freisetzt, um den Geschossen eine hohe Geschwindigkeit zu verleihen. Weiterhin wird über Raketentreibstoffe berichtet, die langsamer als Treibladungspulver, aber dafür gleichmäßig und ruhig abbrennen. Pyrotechnische

Gemische reagieren im Gegensatz zu den Sprengstoffen oder Treibmitteln mit deutlich geringeren Geschwindigkeiten und unter Bildung von festen Rückständen. Feuerwerkssätze, deren Energie nach einer Zündung in Form von Hitze-, Rauch-, Licht- und Knalleffekten frei wird, werden vorgestellt.

Das vorliegende Buch enthält 35 Abbildungen, 64 Tabellen und 95 weitere Darstellungen wie mathematische oder chemische Gleichungen, Strukturformeln und Reaktionsschemata. In einem zweiseitigen Literaturverzeichnis sind 30 Veröffentlichungen aus den Jahren 1958 bis 1996 aufgeführt. Das Sachwortregister umfasst 13 zweiseitig gedruckte Seiten. Einige Fehler sind mir aufgefallen, die allerdings hauptsächlich die Schreibweise von Namen betreffen:

z.B. Berthold Schwarz (nicht Schwartz) oder Johann Kunckel (nicht Kunkel).

Als Band der „RSC-Paperbacks“-Serie ist das vorliegende Handbuch ein „inexpensive text suitable for teachers and students and ... a clear, readable introduction to selected topics in chemistry.“ *The Chemistry of Explosives* wendet sich in erster Linie an interessierte Schüler, Studierende und Wissenschaftler, die noch keine Kenntnisse auf dem Gebiet der Explosivstoffe besitzen. Auch erfahrenen Chemikern aus der Sprengstoffindustrie und jedem, der eine knappe Zusammenfassung zu diesem Thema sucht, ist dieses Buch zu empfehlen.

George B. Kauffman  
California State University  
Fresno, California (USA)