

Jedes Kapitel wird durch rund zwanzig sorgfältig ausgewählte Literaturverweise ergänzt, hauptsächlich aus der aktuellen Primärliteratur. Außerdem gibt es immer ein recht originell „NanoGedankenNahrung“ genanntes letztes Unterkapitel mit Übungsaufgaben, die von reinen Reproduktionen bis zu fortgeschrittenen Transferproblemen reichen. Das Buch schließt mit zwei kurzen Fallbeispielen, die den Nutzen der Konzepte für das Verständnis von Nanochemie-Veröffentlichungen von der Forschungsfront demonstrieren. Beide Originalpublikationen stammen aus dem Jahr 2008, und besonders die erste ist großartig gewählt, weil sie Themen wie Template, CVD von Kohlenstoff-Nanoröhren, selbstorganisierte Monoschichten auf Gold und einiges mehr in einem wirklich coolen Beispiel für amphiphile Nanostäbchen vereint.<sup>[1]</sup>

Insgesamt bestätigt die didaktische Qualität des Buchs ein berühmtes Zitat von Ken Bain, dem Experten für universitäre Lehre: „Herausragende Lehrer beherrschen ihre Themen außerordentlich gut.“<sup>[2]</sup> Die Autoren Ludovico Cademartiri und Geoffrey A. Ozin haben bereits die zweite Ausgabe des großangelegten Lehrbuchs *Nanochemistry: A Chemical Approach to Nanomaterials* publiziert, das als fortgeschrittener Text komplementär zu den *Concepts of Nanochemistry* ist, und Ozin ist natürlich überall als einer der Gründungsväter der Nanochemie anerkannt.

Schlussendlich scheint die Nanochemie tatsächlich reif genug zu sein, um in die ersten Jahre des Chemiestudiums integriert zu werden. Die *Concepts* können als hervorragender Einstieg in die Nanochemie für Hochschullehrer, Studenten und die interessierte Allgemeinheit dienen, das Buch kann nachdrücklich empfohlen werden. Lesen Sie, oder Sie verpassen etwas wirklich Außergewöhnliches.

Nikolaus Korber

Institut für Anorganische Chemie  
Universität Regensburg



Click Chemistry for  
Biotechnology and Materials  
Science  
Herausgegeben von Joerg  
Lahann. John Wiley & Sons,  
Hoboken 2009. 432 S., geb.,  
125.00 €.—ISBN 978-  
0470699706

## Click Chemistry for Biotechnology and Materials Science

Unter der Bezeichnung Klick-Chemie führte Sharpless 2001 eine auf effizienten, gut funktionierenden und selektiven Reaktionen beruhende Synthesestrategie für die Wirkstoff-Forschung ein. Mittlerweile wird dieses Konzept mit beachtlichem Erfolg in nahezu allen Gebieten der Chemie angewendet. Hohe Ausbeuten, Orthogonalität, einfache Reaktionsführung und das Fehlen von Nebenprodukten kennzeichnen die Klick-Reaktionen. Diese Synthesestrategie ist somit für Kupplungen und Funktionalisierungen großer Substrate, wie sie in der Biotechnologie und den Materialwissenschaften vorkommen, hervorragend geeignet. Joerg Lahann hat die Bedeutung der Klick-Chemie auf diesen Gebieten erkannt und führende Experten anregen können, aktuelle Berichte über Klick-Reaktionen in der Biotechnologie und den Materialwissenschaften zu verfassen. Diese Beiträge, Übersichtsartikel über verschiedene Teilbereiche des Gebiets, bilden die 16 eigenständigen Kapitel dieses Buchs.

In Kapitel 1 wird erklärt, welche Kriterien eine Klick-Reaktion erfüllen muss. In diesem Zusammenhang ist es interessant zu erfahren, dass zwei Drittel der Veröffentlichungen über Klick-Reaktionen die Biotechnologie und die Materialwissenschaften betreffen, obwohl die Klick-Chemie ursprünglich mit dem Ziel entwickelt worden war, unkompliziert wirksamere Pharmazeutika zu erhalten. Des Weiteren erhält der Leser in diesem Kapitel einen Überblick über typische Klick-Reaktionen, wobei auch Probleme, beispielsweise bei der Verwendung eines Kupferkatalysators oder die eingeschränkte Verfügbarkeit von Reagentien, angesprochen werden.

In Kapitel 2 wird die Herstellung von Azid- und Alkin-funktionalisierten Peptiden, Oligonukleotiden und Kohlenhydraten beschrieben, die als Bausteine in nachfolgenden Synthesen verwendet werden können. Die Rolle metallfreier Klick-Reaktionen in der chemischen Biologie wird in Kapitel 3 diskutiert. Derartige Reaktionen sind wegen der Toxizität von Kupfer für In-vivo-Anwendungen äußerst wichtig. In Kapitel 4 wird die Bedeutung von Oximen für die Herstellung von polymeren Konjugaten mit Peptiden und Proteinen hervorgehoben.

Die folgenden fünf Kapitel sind Klick-Reaktionen für die Synthese von Polymeren gewidmet. In Kapitel 5 werden die bekanntesten Kupfer(I)-katalysierten Cycloadditionen von Aziden und Alkinen (CuAAC) vorgestellt, die zur Synthese komplexer polymerer Strukturen verwendet werden. Kapitel 6 bietet einen klaren und umfas-

[1] F. S. Ou, M. M. Shaijumon, P. M. Ajayan, *Nano Lett.* **2008**, *8*, 1853.

[2] K. Bain, *What the Best College Teachers Do*, Harvard University Press, Cambridge, **2004**.

senden Überblick über Klick-Reaktionen für die Synthese von Block-, Stern- und Kamm(co)polymeren, wobei verschiedene Synthesestrategien, Reinigungsverfahren und Techniken zur Charakterisierung solcher Strukturen detailliert erörtert werden. Sehr umfangreich ist auch die Zusammenstellung der CuAAC-Reaktionen in Kapitel 7, die in Synthesen supramolekularer Verbindungen sehr nützlich sind. Das Spektrum der vorgestellten Produkte reicht von Rotaxanen über selbstorganisierende Polymervesikel und Polymernetzwerke bis zu selbstorganisierenden Monoschichten. Im darauf folgenden Beitrag wird über Klick-Reaktionen berichtet, die bei iterativer Anwendung neue Dendrimere liefern oder der Funktionalisierung bekannter Dendrimere dienen. In Kapitel 9 wird die Verwendung von reversiblen Diels-Alder-Cycloadditionen zur Herstellung von Polymernetzwerken beschrieben.

In den Kapiteln 10–12 stehen CuAAC-Reaktionen für die Herstellung von hybriden Biomaterialien, funktionalen Nanopartikeln und funktionalisierten Oberflächen im Mittelpunkt. Verschiedene Methoden der Einführung von Azid- und Alkineinheiten in Proteine werden in Kapitel 13 vorgestellt. Sie dienen als Basis für die Entwicklung von Nachweismethoden für neue in vivo synthetisierte Proteine. Kapitel 14 bietet einen Überblick über Fluorophor-Sonden, die durch CuAAC-Reaktionen aktiviert werden. Diese Sonden sind wichtige Hilfsmittel in den Bereichen Biokonjugation, In-vitro- und In-vivo-Markierung. In Kapitel 15 werden Klick-Reaktionen für die Synthese und Funktionalisierung von Biomolekülen behandelt. Unter anderem wird auf die Herstellung von Naturstoffanaloga und die Entwicklung von Enzymhemmern eingegangen. Ein Bericht über Diels-Alder-Reaktionen für die Synthese elektrooptischer Polymere und Dendrimere schließt das Buch ab.

Diese Zusammenstellung interessanter Beiträge verdeutlicht sehr gut die Bedeutung der Klick-

Chemie für die Biotechnologie und die Materialwissenschaften. Die Qualität des Buch hätte meines Erachtens noch gesteigert werden können, wenn eine kritische Beurteilung der verschiedenen Klick-Reaktionen in Bezug auf die von Sharpless geforderten Qualitätsmerkmale erfolgt wäre. So werden einige weniger bekannte Kupplungsreaktionen aus der Oxim- und Diels-Alder-Chemie kritiklos in die Kategorie „Klick-Chemie“ eingeordnet, obwohl sie weniger effizient sind als CuAAC-Reaktionen und/oder höhere Temperaturen erfordern.

Alle Beiträge sind vorzüglich und liefern einen ausgezeichneten Überblick über das referierte Thema. Sie sind allerdings kaum aufeinander abgestimmt, sondern individuelle Übersichten. Dadurch wirkt diese Beitragssammlung etwas ungeordnet, und es kommt zu einigen Wiederholungen. Diese Kritik ist allerdings nur dann relevant, wenn das Buch vom Anfang bis zum Ende gelesen wird.

Das vorliegende Buch ist ein hervorragendes Nachschlagewerk für Wissenschaftler, die Klick-Reaktionen in den Gebieten Biotechnologie und Materialwissenschaften bereits anwenden oder anwenden wollen. Durch die erwähnte Inkohärenz der Kapitel ist es Studierenden weniger zu empfehlen, aber alle Wissenschaftler, die sich mit Klick-Chemie, Biotechnologie, Materialwissenschaften oder verwandten Gebieten beschäftigen, sollten auf dieses Werk zugreifen können. Die Beiträge in *Click Chemistry for Biotechnology and Materials Science* spiegeln den aktuellen Stand der Forschungen wider und bieten einen Ausblick auf mögliche Entwicklungen in der Klick-Chemie.

Richard Hoogenboom

Institute for Molecules and Materials  
Radboud Universiteit Nijmegen (Niederlande)

DOI: 10.1002/ange.201001068