



Energy Production and Storage

Eines der wichtigsten aktuellen Probleme unserer Zivilisation betrifft die Energiequellen.

Der globale Energieverbrauch liegt zurzeit bei ungefähr 13 Terawatt (TW).

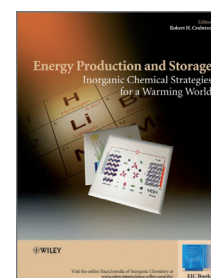
Dieser Bedarf wird zu ca. 85 % durch fossile, nicht erneuerbare Energieträger gedeckt. Der globale Energiebedarf wird noch weiter ansteigen und in wenigen Jahrzehnten bei ca. 27 TW liegen. Diese gewaltige Energiemenge kann nicht aus Öl, Erdgas und Kohle erzeugt werden, ohne dass enorme Schäden im ökologischen Gleichgewicht entstehen. Schon jetzt erleben wir die globale Erwärmung, die zweifellos über die ungeheure CO₂-Emission auf die extensive Verwendung fossiler Brennstoffe für die Energiegewinnung zurückzuführen ist. Die Tatsache, dass der Ölverbrauch nach optimistischen Schätzungen in wenigen Jahren einen Scheitelpunkt erreicht, wird dieses fatale Szenario noch ausweiten. Wenn dieser Scheitelpunkt erreicht ist, wird das Erdöl natürlich nicht verbraucht sein, aber die Ära des billigen Erdöls wird zu Ende sein. Die nächstliegende Reaktion ist vermutlich die Reduzierung des Verbrauchs der zur Verfügung stehenden fossilen Energieträger, indem bestehende Prozesse optimiert und unnötiger Verbrauch vermieden werden. In diesem Zusammenhang können nur diejenigen, die den Zweiten Hauptsatz der Thermodynamik ignorieren, glauben, dass der Verbrauch in der als geschlossenes thermodynamisches System betrachteten Welt endlos wachsen kann. Wir müssen unbedingt neue Methoden auf der Basis erneuerbarer Energien entwickeln. Neben wirtschaftlichen Gründen sprechen auch politische Gründe dafür, denn eine Verminderung der fossilen Energiequellen wird zwangsläufig politische Instabilitäten und Konflikte nach sich ziehen.

Zum Glück ist die Erde kein geschlossenes System, denn sie empfängt Energie in Form von Sonnenlicht. Die solare Energie, die die Erde pro Stunde erreicht, entspricht dem jährlichen globalen Energieverbrauch. Diese einfache Tatsache zeigt, dass langfristig gesehen die Nutzung der Sonnenenergie die einzige Lösung für unser Energieproblem ist. Man glaubt jedoch, dass die Photovoltaik und andere bekannte Techniken, die indirekt die Sonnenstrahlung nutzen, nicht ausreichen werden, um den steigenden Energiebedarf unserer Zivilisation zu decken. Die Entwicklung neuer Methoden, um Sonnenenergie in chemische Energie, d. h. Brennstoffe umzuwandeln, ist unbedingt notwendig. Unter diesem Aspekt kommt der Chemie eine fundamentale Rolle zu.

In dem vorliegenden Buch stehen aktuelle Forschungen über die Umwandlung der Sonnenenergie in chemische Energie im Mittelpunkt, wobei besonders auf die Schwankungen und die geringe Intensität der Sonneneinstrahlung eingegangen wird. Einer informativen Einführung des Herausgebers, eines renommierten Experten auf diesem Gebiet, folgen in zwei, unter den Gesichtspunkten Energieumwandlung und Energiespeicherung eingeteilten Abschnitten des Buchs, die Beiträge von verschiedenen Forschungsgruppen.

In Kapitel 1 bieten Navarro et al. einen aktuellen Überblick über die H₂-Produktion aus erneuerbaren Quellen. Das Potenzial der Nutzung von Biomasse und anderer auf Sonnenenergie basierender Quellen wird ausgelotet. In Kapitel 2 beschäftigen sich Ulas und Brudvig detailliert mit der natürlichen Umwandlung der Sonnenenergie in chemische Energie, der Photosynthese. Wichtige chemische Reaktionen wie Mehrelektronentransferprozesse werden anschaulich beschrieben.

Die photochemische Spaltung von Wasser wird als vielversprechende Möglichkeit der Sonnenenergieumwandlung gesehen. Ein effizienter Wasserspaltungsprozess setzt allerdings die photoinduzierte Oxidation von Wasser voraus. Mit diesem wichtigen Thema befassen sich daher viele Beiträge: Llobet und Romain berichten über molekulare Katalysatoren wie Ruthenium-, Cobalt- und Manganverbindungen für die Sauerstoffgewinnung aus Wasser. Ott et al. informieren über Fortschritte des Swedish Consortium for Artificial Photosynthesis in der Anwendung biomimetischer Ansätze für die Gewinnung solarer Brennstoffe. Sowohl die lichtinduzierte Wasseroxidation als auch die H₂-Gewinnung aus Wasser werden beschrieben. Die photokatalytische H₂-Gewinnung aus Wasser ist das Hauptthema des Beitrags von Arachchige und Brewer. In diesem Kapitel steht das Design supramolekularer mehrkerniger Metallkomplexe im Fokus, die vor dem photoinduzierten Einelektronenprozess als Elektronensammler fungieren können. In dem von Batista verfassten Kapitel stehen theoretische Rechnungen im Mittelpunkt. Er befasst sich mit einigen rechnerischen Herausforderungen in der Energieforschung. Simulationen des Elektronenübergangs an Halbleiteroberflächen, der protonengekoppelte Elektronenübergang und die Verbesserung des Elektronenübergangs in Grenzflächen werden beschrieben. Einen aufschlussreichen aktuellen Überblick über Farbstoffsolarzellen findet der Leser im Beitrag von Andrade et al. Detailliert werden die photophysikalischen und elektrochemischen Prinzipien, Halbleitereigenschaften und Elektrolyteffekte erläutert. Ein verwandtes Thema greifen Ardo und Meyer in ihrem ausgezeichneten Beitrag über den photoinduzierten Elektronenübergang in der



Energy Production and Storage
Inorganic Chemistry Strategies for a Warming World.
Herausgegeben von Robert H. Crabtree, John Wiley & Sons, Hoboken 2010.
428 S., geb., 149.00 €, ISBN 978-0470749869

Grenzfläche zwischen Titandioxid und Übergangsmetall-Polypyridinkomplexen auf. Wie beim vorher erwähnten Kapitel ist auch hier die Farbstoffsolarzelle das Hauptthema, aber die Autoren beschäftigen sich intensiver mit Photosensibilisatoren und photoinduzierten Elektroneneinschussprozessen. Ferner gehen sie auf die Effizienz der Lichtsammlung einiger Farbstoffe näher ein, indem sie die Effekte verschiedener Liganden auf die Lichtsammlung und die Rekombination erörtern.

Die Wasserspaltung ist nicht die einzige Möglichkeit Sonnenenergie in chemische Energie umzuwandeln. Andere interessante Prozesse wie die Umwandlung von Methan in Methanol werden ebenfalls behandelt. Hashiguchi et al. stellen Metallkomplexe vor, die in diesem Prozess als Katalysatoren verwendet werden. Die elektrochemische und photoelektrochemische Transformation von CO_2 in Alkohol wird von Crabtree beschrieben. In diesem Beitrag werden unter anderem die Schwierigkeiten und die Aussichten der elektrokatalytischen (oder photokatalytischen) Reduktion von CO_2 diskutiert.

Der Teil „Energy Production“ enthält auch Kapitel über Brennstoffzellen, da die Optimierung von Brennstoffzellen offensichtlich ein Schlüssel für die effektive Nutzung von Solarzellen ist. Barrière stellt einen biologieorientierten Ansatz vor. Er erörtert die Verwendung von Enzymen und Mikroben in Brennstoffzellen, indem er Arbeiten über die mikrobielle Katalyse in mikrobiellen Brennstoffzellen zusammenfasst. Atkinson et al. erörtern in ihrem Beitrag neben Ansätzen zur Kostensenkung bei der Produktion von Brennstoffzellen hauptsächlich die Materialauswahl und die Verarbeitung im Zusammenhang mit Mitteltemperatur-Festoxidbrennstoffzellen.

Das wichtige Thema Protonenaustauschmembranen in der Brennstoffzellenforschung wird von Devanathan behandelt. Ein von Chia und Lee verfasstes Kapitel ist den Ethanolbrennstoffzellen gewidmet, und ein molekularer Ansatz für katalytische Brennstoffzellen wird von Oyaizu vorgestellt.

Der Abschnitt „Energy Storage“ wird durch ein ausgezeichnetes, von Wells et al. verfasstes Kapitel über die Schlüsseltechnologien der Wasserstoffproduktion eingeleitet. Die Verfahren werden unter verschiedenen Aspekten wie Technik, Wirtschaftlichkeit und theoretisches Potential beleuchtet. Über die künftige Entwicklung der Wasserstoffwirtschaft wird ebenfalls reflektiert. Das Potenzial der Lithiumbatterie wird von Lucht et al. erörtert. Zhang et al. beschäftigen sich in ihrem Beitrag ausgiebig mit Superkondensatoren. Herkömmliche und neue Materialien wie Kohlenstoffnanoröhren und Graphen, Eigenschaften von Superkondensatoren sowie die Prinzipien der Energiespeicherung in Kondensatoren werden de-

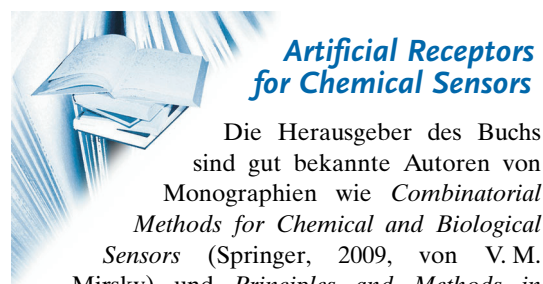
tailliert beschrieben. Das Potenzial der thermochemischen Wasserspaltung wird von T-Raissi diskutiert. Grundlegende Untersuchungen, vor allem NMR-Studien, von molekularen Materialien für Lithiumbatterien werden von Cabana und Grey präsentiert.

Insgesamt gesehen werden in diesem Buch die meisten bekannten Methoden der Umwandlung und Speicherung von Energie aus erneuerbaren Quellen ausgewogen beschrieben. Die Darstellung des Stoffs ist ausgezeichnet, informative Abbildungen und eine Liste mit den wichtigsten Arbeiten sind in den meisten Kapiteln vorhanden. Nahezu alle Kapitel enden mit einem Ausblick und einer kurzen Zusammenfassung. Das Buch ist eine ausgezeichnete Informationsquelle für alle Forscher auf diesem Gebiet, und es ist zu hoffen, dass die Lektüre weitere Wissenschaftler inspiriert, auf diesem wichtigen Forschungsgebiet tätig zu werden.

Sebastiano Campagna

Department of Inorganic, Analytical and Physical Chemistry, Universität Messina (Italien)

DOI: 10.1002/ange.201103012



Artificial Receptors for Chemical Sensors

Die Herausgeber des Buchs sind gut bekannte Autoren von Monographien wie *Combinatorial Methods for Chemical and Biological Sensors* (Springer, 2009, von V. M. Mirsky) und *Principles and Methods in Supramolecular Chemistry* (John Wiley & Sons, 1999, von H.-J. Schneider und A. K. Yatsimirsky). Der Inhalt dieses neuen Buches ist an der Grenzfläche der Sensorik mit der supramolekularen Chemie anzusiedeln und spricht die Leser beider Bereiche in gleichem Maße an. Es war das Ziel, wie im Vorwort erklärt wird, künstliche Rezeptoren mit einer Betonung auf praktische Anwendungen als Komponenten in chemischen Sensoren und Sensor-Arrays zu diskutieren. Das Buch umfasst 14 Kapitel, jedes von Experten im betreffenden Themengebiet geschrieben. Literaturstellen sind bis zum Jahr 2009 erfasst, sodass das Buch als eines der aktuellsten in einem Gebiet betrachtet werden kann, in dem es bereits mehrere Abhandlungen in Buchform gibt. Diese beschäftigen sich allerdings meist mehr mit technischen Aspekten, zum Beispiel *Chemical Sensors—An Introduction for Scientists and Engineers* (Springer, 2007, von



Artificial Receptors for Chemical Sensors

Herausgegeben von Vladimir M. Mirsky und Anatoly Yatsimirsky. Wiley-VCH, Weinheim 2011. 470 S., geb., 139.00 €. ISBN 978-3527323579