

Cyborgs und Replikanten – wer weiß!?

Was Biotronik alles kann. Blind sehen, gehörlos hören... Von *Claudia Borchard-Tuch* und *Michael Groß*. Wiley-VCH, Weinheim 2002. 27 S., Broschur 24.90 €.—ISBN 3-527-30381-2

Biotronik ist die Kombination von Elektronik und biologischen Systemen. Mit dem Einzug der modernen Mikroelektronik (sprich Computer) in immer mehr Bereiche unserer Alltagswelt wird auch die Verknüpfung zwischen Mensch und Elektronik zunehmend aktuell. Dies ist natürlich ein sehr weites Feld, das von externen technischen Hilfen (z.B. Hörgeräte) über in den Körper implantierte Geräte wie Herzschrittmacher und Cochlea-Implantate bis hinüber in das Reich der Utopien und Science-Fiction reicht.

Das Buch beginnt mit einer recht umfangreichen Einleitung (über 50 Seiten), die einen interessanten, gut lesbaren Überblick über die Entwicklung von Computern gibt: vom chinesischen Abakus, den mechanischen Rechenmaschinen von Leibniz und Babbage, Zuses relaisgesteuertem „Urcomputer“ bis hin zu dem „Elektronengehirn“ ENIAC und seinen Nachfahren, den heutigen Computern auf Halbleiterbasis. Auch ganz



moderne Entwicklungsrichtungen wie Quantencomputer auf der Basis von NMR-Spektrometern werden erwähnt. Abschließend werden die „biologischen Computer“ gegenübergestellt: das menschliche Gehirn, aber auch hormonelle Systeme und die chemischen Regelkreise eines Bakteriums, die z.B. der Chemotaxis zugrunde liegen.

Bei der Komplexität des Themas bleibt es leider nicht aus, dass die im Text zwischengeschobenen Erklärungen zu wichtigen Punkten wie zellulären Automaten oder neuronalen Netzen etwas unbefriedigend bleiben: für den Wissenschaftler überflüssig, für den Laien aber wahrscheinlich eher zu kurz, um eine gute Vorstellung davon zu bekommen. An solchen Stellen rächt sich dann gelegentlich auch die recht sparsame Illustrierung.

Im zweiten Kapitel, „Mensch — Computer: Schnittstellen der Zukunft“, werden zunächst sog. „wearables“ vorgestellt, also in der Kleidung „tragbare“ Computer. Die Autoren können sich der Versuchung nicht entziehen, die zum Teil ziemlich wilden Spekulationen einiger Spezialisten (oder eher Gurus?) wiederzugeben, die allerdings meist eher einem Werbeprospekt als einer wissenschaftlichen Studie entlehnt scheinen. Dem Rezensenten erscheint es durchaus fraglich, ob z.B. „smart clothing“ in absehbarer Zukunft wirklich zur „Universalkleidung für arbeitende Großstadtnomaden“ wird, oder nicht eher auf spezielle Berufsgruppen beschränkt bleiben wird (James Bond und Kollegen). Und die Frage „Werden wir zu Cyborgs?“ (d.h. Menschen, die ihre natürlichen Fähigkeiten mittels am oder im Körper integrierter Elektronik erheblich steigern) erscheint für die nahe Zukunft recht naiv, wenn man sich die erhebliche Fehleranfälligkeit der heutigen Hard- und Software vor Augen führt. Der durchaus computererfahrene Rezensent kann sich die „Unannehmlichkeiten“ lebhaft vorstellen, wenn

nach einem Software-Upgrade, das natürlich alle paar Monate erforderlich sein wird, die in den Schuhen eingebaute Adress-Datenbank aufgrund plötzlicher Kompatibilitätsprobleme mit den Funk-Ohringen zu „schweren Ausnahmefehlern“ bei den im Gehirn zirkulierenden Nanobots führt, die eigentlich unser Denken 100-fach beschleunigen sollten („...dieser Bug wird in unserem nächsten Software-Release behoben werden, das für Anfang nächsten Jahres angekündigt ist“).

So amüsant diese Stellen (mit entsprechender kritischer Distanz) zu lesen sind, so liegen die Stärken des Buchs doch eher in den folgenden Sektionen, die sich mit den heute bereits im Einsatz befindlichen biotronischen Geräten, ihren Schwächen und ihrer Weiterentwicklung befassen. Dazu gehören z.B. medizinische „wearables“, die es erlauben über 24 Stunden hinweg das EKG eines Herzpatienten (unter normalen Lebensumständen!) aufzuzeichnen, implantierbare Insulinpumpen für Diabetiker oder auch Datenhelm-Displays für Mechaniker, die ihnen bei schwierigen Reparaturen automatisch die entsprechenden Seiten des Bedienungshandbuchs ins Gesichtsfeld bringen.

Nach einer gelungenen Einführung in den Aufbau und die Funktionsweise des menschlichen Gehirns und Nervensystems werden Möglichkeiten vorgestellt, Schädigungen und Behinderungen durch biotronische Prothesen zu kompensieren. Dabei zeigt sich, dass es trotz vieler vollmundiger „Prognosen“ bisher nicht gelungen ist, auch nur ansatzweise die menschliche Intelligenz zu simulieren: selbst so alltägliche Vorgänge wie das Gehen oder die Aufnahme eines zerbrechlichen Gegenstands mit der Hand überfordern zurzeit noch die Möglichkeiten der Biotronik. Immerhin ist damit zu rechnen, dass bei Arm- und Beinprothesen oder Querschnittslähmung in absehbarer Zeit große Fortschritte gemacht werden, die nicht nur von höherer

Diese Rubrik enthält Buchbesprechungen und Hinweise auf neue Bücher. Buchbesprechungen werden auf Einladung der Redaktion geschrieben. Vorschläge für zu besprechende Bücher und für Rezensenten sind willkommen. Verlage sollten Buchankündigungen oder (besser) Bücher an die Redaktion Angewandte Chemie, Postfach 101161, D-69451 Weinheim, Bundesrepublik Deutschland senden. Die Redaktion behält sich bei der Besprechung von Büchern, die unverlangt zur Rezension eingehen, eine Auswahl vor. Nicht rezensierte Bücher werden nicht zurückgesandt.

„Intelligenz“ der Prothesen, sondern vor allem von einer feineren Abstimmung der Schnittstelle zwischen Elektronik und den Nerven- und Muskelfasern des menschlichen Körpers herrühren werden.

Der dritte Teil, „Molekulares Rechnen“, beschäftigt sich ausführlich mit den in uns bereits existierenden Computern: der Informationsverarbeitung in einer lebenden Zelle, die statt mit Halbleiterelektronik mit Nucleinsäuren (als Datenbank) und komplexen Enzymsystemen (als Prozessoren) arbeitet. Ein Enzym mit mehreren Bindungsstellen für aktivierende oder inhibierende Liganden kann dabei als logischer Baustein aufgefasst werden, der in Abhängigkeit von mehreren Eingangssignalen (Liganden) ein Signal weiterleitet (z. B. ein weiteres Protein phosphoryliert). Dabei erlaubt dieses System auch abgestufte Reaktionen, wie sie in der Informatik als Fuzzy-Logik bekannt sind.

Leider ist die Anwendung biologischer Moleküle in der Datenverarbeitung wegen ihrer schwierigen Handhabung und Empfindlichkeit bis heute nur in Modellfällen gelungen. Als Alternative bieten sich vielleicht bald „chemische Computer“ aus speziell konstruierten Molekülen an: molekulare Drähte, Schalter, Nanoröhren-Computer. Auch die dahinter stehenden Prinzipien werden hier in einer übersichtlichen Zusammenfassung vorgestellt.

Zum Abschluss beschäftigen sich die Autoren noch einmal ausführlich mit den Fragen, die im Zusammenhang mit der Zukunft von Computern unvermeidbar erscheinen: Wann werden die ersten Computer „denken“ können? Oder ist das prinzipiell unmöglich? Werden wir alle eines Tages von sich selbst immer höher entwickelnden Robotern ersetzt? Wo geht immer höhere Rechenleistung schließlich in Intelligenz über? Oder gibt es da eine *qualitative* Barriere? Können Rechner ein Bewusstsein entwickeln? Den Autoren gelingt hier auf gut 20 Seiten eine zwar komprimierte, aber höchst interessante und gut lesbare Diskussion der (auch unter Spezialisten) gegensätzlichen Ansichten zu diesem Komplex, die auch mit einigen unkritischen Bemerkungen in den vorigen Kapiteln versöhnt. Ein Glossar und umfangreiche Empfehlungen zu weiter-

führender Literatur schließen das Buch ab.

Wieso aber eine Rezension von *Biotronik* gerade in der *Angewandten Chemie*? Die Lektüre dieses Buchs macht auch dem Nichtspezialisten bewusst, wie viele gerade der aktuellsten Entwicklungen der Chemie direkte Anknüpfungspunkte zur Biotronik besitzen. Die Lektüre dieses Buchs kann daher jedem naturwissenschaftlich interessierten (und entsprechend vorgebildeten) Leser empfohlen werden, der sich einen Überblick über den aktuellen Stand und die neuesten Entwicklungen auf dem Gebiet der Biotronik verschaffen möchte.

Gerd Gemmecker

Institut für Organische und Biochemie
der Technischen Universität München,
Garching

Catalytic Heterofunctionalization.

Herausgegeben von Antonio Togni und Hansjörg Grützmacher. Wiley-VCH, Weinheim 2001. XIV + 289 S., geb. 129.00 €.—ISBN 3-527-30234-4

Olefine und Acetylene gelten als geeignete Ausgangsverbindungen, um selektiv Heteroatome in organische Moleküle einzuführen. Eines der wichtigsten Reaktionsprinzipien beruht auf der Addition von Verbindungen des Typs H-X an ungesättigte Systeme. Ein Buch, das einen Überblick über bisher erzielte Fortschritte bei der Entwicklung katalytischer Varianten zur Heterofunktionalisierung bietet, sollte daher von entsprechend großem Interesse sein. Das vorliegende, von A. Togni und H. Grützmacher herausgegebene Buch bietet eine solch umfassende Übersicht und damit eine schnelle Information über neue Katalysereaktionen.

Der Stoff ist in 8 Kapitel unterteilt. Im ersten Kapitel beschreibt N. Miyaara unterschiedlich katalysierte Reaktionen von Olefinen und Acetylenen mit Boranen, Diboranen, Silyl- und Stannylbora-

nen, wobei geschickt zunächst die jeweiligen Reaktionen an sich und im Anschluss daran speziellere Fälle wie synthetische Anwendungen und asymmetrische Varianten vorgestellt werden. Didaktisch besonders sinnvoll sind die sehr ausführlich gehaltenen Schemata, die Chemikern, die sich nicht schwerpunktmäßig mit Katalyse beschäftigen, den Zugang zu dem Stoff erleichtern. Der Beitrag schließt mit einer kurzen Diskussion zu Kreuzkupplungsreaktionen.

Kapitel 2, das von M. Lautens und M. Dahlmann verfasst wurde, konzentriert sich auf Hydroaluminierungen. Zunächst werden die Unterschiede zu Hydroborierungen dargelegt und besonders die bisher bekannten Katalysatorsysteme diskutiert. Der zweite Teil des Kapitels beschäftigt sich im Wesentlichen mit der faszinierenden Anwendung von Hydroaluminierungen als Schlüsselschritte in der Synthese komplexer organischer Grundkörper, wie sie insbesondere von Lautens selbst entwickelt wurden.

Kapitel 3 ist der Hydrosilylierung gewidmet, wobei der weit fortgeschrittene Entwicklungsstand dieser Reaktion berücksichtigt wurde, indem lediglich enantioselektive Varianten diskutiert werden. Das Kapitel, das aus der Feder von T. Hayashi stammt, dem auf diesem Gebiet führenden Chemiker, zeigt überaus deutlich, dass diese Reaktion die bisher wohl auch am besten verstandene ist. Auf insgesamt 17 Seiten erläutern J. Tang und T. Hayashi zunächst den zugrunde liegenden Mechanismus und gehen anschließend auf einzelne Beispiele näher ein. In insgesamt 8 Unterkapiteln wird alles Wissenswerte, vom Einfluss der Substratgeometrie bis hin zu intramolekularen Varianten, vorgestellt.

Das gegenwärtig heiß umkämpfte Gebiet der katalytischen Hydroaminierung wird in Kapitel 4 beleuchtet. J.-J. Brunet und D. Neibecker berichten in vorbildlicher Weise nicht nur über die Hydroaminierung von Olefinen und Acetylenen, sondern warten auch mit einer Darstellung der historischen Entwicklung sowie Verweisen auf verwandte heterogen-katalysierte Prozesse auf. Leider tritt gerade in diesem Kapitel der unweigerliche Nachteil eines jeden Buchartikels zutage: die oft mangelnde Aktualität. Da die Literatur lediglich bis

