

*von Carl Dreyer*

HERAUSGEGEBEN VON DER

GDCh

GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER

# Chemie

## rund um die Uhr

K. Mädefessel-Herrmann

F. Hammar

H.-J. Quadbeck-Seeger



 WILEY-VCH

**Herausgeber:**

Gesellschaft Deutscher Chemiker e.V.  
Varrentrappstr. 40–42  
60486 Frankfurt

**Autoren:**

Kristin Mädefessel-Herrmann, Viernheim  
Friederike Hammar, Mainz  
Hans-Jürgen Quadbeck-Seeger, Bad Dürkheim

Das vorliegende Werk wurde sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen Autoren, Herausgeber und Verlag für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler keine Haftung.

**Gestaltung und Illustration:**

Gunther Schulz, Fußgönheim

Diese Veröffentlichung wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

© 2004 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

Gedruckt auf säurefreiem Papier.

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Buches darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Photokopie, Mikroverfilmung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen oder übersetzt werden. Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen, Handelsnamen oder sonstigen Kennzeichen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass diese von jedermann frei benutzt werden dürfen. Vielmehr kann es sich auch dann um eingetragene Warenzeichen oder sonstige gesetzlich geschützte Kennzeichen handeln, wenn sie nicht eigens als solche markiert sind.

All rights reserved (including those of translation into other languages). No part of this book may be reproduced in any form – by photoprinting, microfilm, or any other means – nor transmitted or translated into a machine language without written permission from the publishers. Registered names, trademarks, etc. used in this book, even when not specifically marked as such, are not to be considered unprotected by law.

Printed in the Federal Republic of Germany.

**Satz:**

Gunther Schulz, Fußgönheim

**Druck:**

Druckhaus Darmstadt GmbH, Darmstadt

**Bindung:**

Buchbinderei Schaumann, Darmstadt

**Umschlaggestaltung:**

4t Matthes + Traut Werbeagentur GmbH, Darmstadt

ISBN 3-527-30970-5

Jahr der  
**Chemie**  
2003



**Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung**



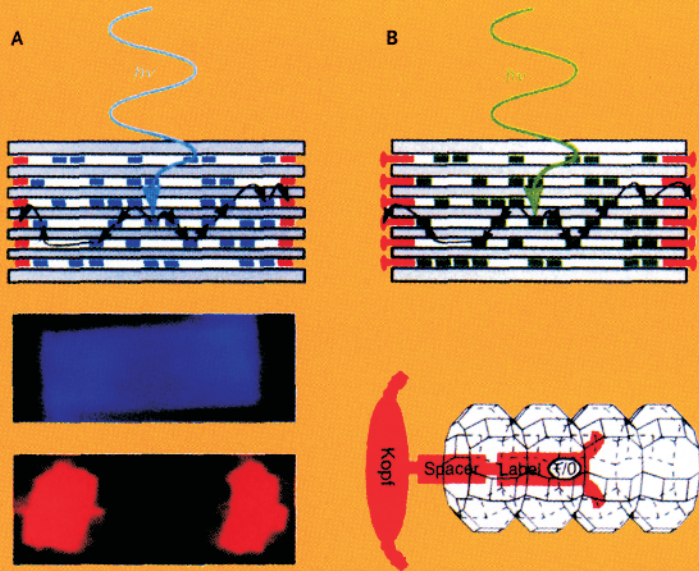
GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER

## Antennen für Licht

Immer wieder fasziniert die Photosynthese der Pflanzen, die Umwandlung von Licht in (bio)chemische Energie. Wie die Antenne bei einem Radio die elektromagnetischen Wellen aus der Umgebung aufnimmt, fangen die Pflanzen bestimmte Wellenlängen des sichtbaren Lichtes mit ihrem Blattgrün ein und leiten die Lichtenergie an ihren Photosyntheseapparat weiter – mit einer erstaunlichen Energieausbeute von mehr als 80 %, während unsere Solarzellen, wenn es hoch kommt, mal 30 % erreichen. Solche „photonschen Antennen“ wären also auch eine feine Sache für eine neue, leistungsfähigere Generation von Solarzellen.

Schweizer Forscher bauten eine Art künstliche photonische Antenne nach: Als Lichtfänger dienen Moleküle eines blau bzw. grün fluoreszierenden Farbstoffes, die in die linearen Kanäle winziger poröser Zeolith-Kristalle eingeführt werden. Wird der Fluoreszenz-Farbstoff mit Licht bestrahlt, werden seine Elektronen in einen angeregten Zustand versetzt. Nach kurzer Zeit fällt das Elektron in den ursprünglichen Zustand zurück. Ein kleiner Teil der dabei frei werdenden Energie verteilt sich in Form von Schwingung im ganzen Molekül. Der restliche Teil wird wieder in Form von Fluoreszenz-Licht abgestrahlt. Sind die Farbstoff-Moleküle in die Kanäle einsortiert, die die Mini-Kristalle parallel zu deren Längsachse durchziehen, liegen sie fein säuberlich ausgerichtet dicht bei dicht. Statt die Energie als Licht wieder abzustrahlen, reichen die Moleküle ihre Energiepakete von Nachbar zu Nachbar direkt weiter. Die Öffnungen der Kanäle sind mit einer zweiten Sorte von Fluoreszenz-Molekülen zugepfropft. Diese „Pfpfen“ können die Energiepakete zwar entgegennehmen, aber nicht mehr an die „Absender“ ins Kristallinnere zurückgeben, sondern strahlen sie als rote Fluoreszenz nach außen ab – wo sie abgefangen werden kann.

Aus der beschriebenen „Empfangsantenne“ lässt sich umgekehrt auch ein „Sendemast“ bauen, wenn die beiden Fluoreszenz-Farbstoffe vertauscht werden. Die Pfpfen empfangen Energie von außen, die sie an die Moleküle im Innern der Kristalle weiterleiten. Diese senden dann Fluoreszenzlicht aus. So ließen sich z.B. neuartige Leuchtdioden bauen.



### Farbstoffe als Lichtantennen:

**A:** Blau leuchtende Moleküle in den Kanälen übertragen aufgenommene Lichtenergie auf rot strahlende Moleküle an den Kanalausgängen.

Unten: Die Mitte des Kristalls leuchtet blau, die Ränder rot.

**B:** Grün leuchtende Moleküle in den Kanälen übertragen aufgenommene Lichtenergie auf rot strahlende pfpfenförmige Moleküle an den Kanalausgängen. Über den herausragenden Kopf des Pfpfens kann die Energie nach außen geleitet werden.

Unten: Ein Pfpfen im Kanalausgang.

## Apropos Silicium – was ist eigentlich Silicon?

Silicon, klar, kennt man, Silicon-Busen, Silicon-Dichtungsmasse, Silicon Valley – halt! Vorsicht vor Begriffsverwirrungen. Die Implantate, die Schönheitschirurgen verwenden, sind in der Tat aus Silicon, der Badezimmerkitt auch. Beim Silicon Valley handelt es sich aber nicht um Silicon, sondern um Silicium, denn Silicium heißt auf englisch „silicon“. Nach dem Element Silicium ist das Silicon Valley benannt, eine Gegend in Kalifornien, die so etwas wie die Brutstätte der Halbleiter-, Chip- und Computerindustrie war.

Nun aber zurück zum Silicon, das eine Art Kunststoff auf Siliciumbasis ist. Es handelt sich dabei um lange Ketten, die alternierend aus Silicium- und Sauerstoffatomen aufgebaut sind. An den Siliciumatomen hängen Seitenketten aus Kohlenwasserstoffgruppen. Kettenlänge, Art der Seitengruppen und Verzweigungsgrad können sehr verschieden sein; es gibt auch quervernetzte Typen. Entsprechend unterschiedlich fällt das Eigenschaftsprofil dieser Polymere aus – und entsprechend vielfältig auch die Anwendungen. Flüssige Siliconöle dienen zum Beispiel als Grundlage für Salben und glätten spröde Haare, Siliconfette sind als Schmiermittel für sehr hohe und sehr tiefe Temperaturen im Einsatz. Vernetzte Siliconharze sind Bestandteile von Lacken. Gummiartig elastische Siliconkautschuke werden zu hitze-, öl- und benzinbeständigen Kfz-Bauteilen wie Kühlwasserschläuchen und Dichtungen verarbeitet. Silicone sind als Entschäumer im Einsatz, im Waschpulver, im Diesel – und in Babys Bauch, als Arznei gegen die gefürchteten Dreimonatskoliken. Auch Schnuller und Fläschchensauger bestehen aus Silicon, hier in Form einer durchsichtigen gummiartigen Masse. In der Küche treffen wir sie wieder in Form von Beschichtungen auf Backpapier. Im Baubereich gleichen sie Spannungen und Bewegungen im Mauerwerk und zwischen verschiedenen Baustoffen aus; Fugen werden wetterfest verschlossen.



**Silicone** sind eine Art Kunststoffe auf Siliciumbasis.

## Bildquellen

### Inhaltsverzeichnis

G. Schulz

### Traumhaft!?! Eine Leben ohne Chemie

Seite 0: getty images, cc-vision,

G. Schulz

Seite 1: G. Schulz

### Wieviel Chemie steckt im Menschen?

Seite 2: imageDJ, G. Schulz

Seite 3: G. Schulz (ATP und Periodensystem)

Seite 5: cc-vision, G. Schulz (Körper); cc-vision (Hämoglobin)

### Familiäre Angelegenheiten

Seite 6: G. Schulz (Periodensystem); G. Bugge, *Das Buch der großen Chemiker*, Verlag Chemie, Weinheim, 1974 (D.J. Mendelejew, J.L. Meyer)

Seite 7: G. Schulz (Strukturen); BASF AG, Ludwigshafen (Methanol-Anlage)

Seite 8 und 9: BASF AG, Ludwigshafen (Erdölförderanlage und Kolonnen-Wald), G. Schulz (Chemis-tree)

### Chemie für die Schönheit

Seite 10: cc-vision

Seite 11: BASF AG, Ludwigshafen (Kind mit Frau), G. Schulz (Landschaft mit Sonne), Michael Müller, [www.chempage.de](http://www.chempage.de) (Titandioxid)

Seite 12: BASF AG, Ludwigshafen (Nagellack), G. Schulz (Pigment-Schema)

Seite 13: BASF AG, Ludwigshafen (Auto mit Katze), G. Schulz (Lackschichten-Aufbau), JAKO-O – der Katalog für ausgewählte Kindersachen; von 0 bis 10 Jahre, [www.jako-o.de](http://www.jako-o.de) (T-Shirts)

Seite 14 und 15: BASF AG, Ludwigshafen (Pulverlacke), G. Schulz (Makro-Mikro-Nano), Hemera (Schmetterling)

### Moleküle im Spiegel

Seite 16: G. Schulz

Seite 17: G. Schulz (Polarimeter), Dr. Jeff R. Broadbent, Utah State University (*Lactobacillus brevis* micrograph)

Seite 18: Hans-Christian Holzwarth, Universität Stuttgart-Vaihingen (Enzymbindungstasche), G. Schulz (Struktur)

Seite 19: G. Schulz (Strukturen), H. Brunner, *Rechts oder links in der Natur und anderswo*, Wiley-VCH, Weinheim, 1999 (Enzym)

Seite 20: *Journal of Separation Sciences*, Wiley-VCH (chromatogra-

phische Trennung)

Seite 21: H. Brunner, *Rechts oder links in der Natur und anderswo*, Wiley-VCH, Weinheim, 1999 (Schneckenhäuser, Kletterpflanzen, Schweineschwänzchen, Haarwirbel), London News (Louis Pasteur), G. Schulz (Kristallformen)

### Versponnenes

Seite 22: cc-vision (Stoffe), getty images (Baumwolle)

Seite 23: G. Schulz (Leinen), getty images (Schaf), DESCO von Schulthess AG, Zürich, Schweiz (Seidenraupe)

Seite 24: cc-vision (Fasern im Hintergrund), G. Schulz (Strukturen)

Seite 25: Rukka L-Fashion Group (Motorradkleidung und Fasern), Du Pont de Nemours (Deutschland) GmbH, Bad Homburg (Frau mit Nylonstrümpfen)

Seite 26: G. Schulz

Seite 27: MEV

Seite 28: G. Schulz

Seite 29: Sympatex Technologies GmbH, [www.sympatex.com](http://www.sympatex.com)

Seite 30: BASF AG, Ludwigshafen (oben), Westfalia Werkzeug Co. GmbH, Hagen (Mikrofasertücher), BASF AG, Ludwigshafen (Mikrofasern)

### Blau – der König der Farben

Seite 31: G. Schulz (Struktur), Matthias Seefelder, *Indigo. Kultur, Wissenschaft und Technik*, Ecomed, 1994 (Indigofera tinctoria)

Seite 32: Matthias Seefelder, *Indigo. Kultur, Wissenschaft und Technik*, Ecomed, 1994 (Fahnen, Adolf von Bayer, Holzschnitt)

Seite 33: BASF AG, Ludwigshafen (Azofarben), Levi Strauss (Goldgräber)

### Der letzte Schliff

Seite 34: BASF AG, Ludwigshafen

Seite 35: Corbis Digital Stock (Motorradfahrer), getty images (Fasern)

Seite 36: getty images (Fahrzeug), sanforized company, [www.sanforized.biz](http://www.sanforized.biz) (Sanfor-Label), DA Deutsche Allgemeine Versicherung Aktiengesellschaft, Oberursel (Bügeleisen)

Seite 37: ARIES Umweltprodukte, Horstedt, [www.aries-online.de](http://www.aries-online.de) (Motte), Freiwillige Feuerwehr Pfuld (Feuerwehrjacke Vordergrund), G. Schulz (Brandszene Hintergrund)

### Sonnige Aussichten

Seite 38: Digital Vision

Seite 39: G. Schulz (Bauprinzip), Siltronic AG, München (Siliciumstab)

Seite 40: BASF AG, Ludwigshafen

(Silicium-Wafer), G. Hahn, *Physik in unserer Zeit*, Wiley-VCH, Weinheim, 2004 (Folien-Silicium)

Seite 41: G. Hahn, *Physik in unserer Zeit*, Wiley-VCH, Weinheim, 2004 (Folien-Silicium), G. Schulz (Röhren und Sandwiches), ThyssenKrupp Hoesch Bausysteme, Abteilung ThyssenKrupp Solartec, Kreuztal

Seite 42: BASF AG, Ludwigshafen (Dach), Professor Breuer, Universität Saarland (photoelektrochemische Solarzelle), Dr. Marion Lackhoff, Institut für Wasserchemie und Chemische Balneologie, Technische Universität München (Photokatalyse)

Seite 43: G. Calzaferri et al., *Angewandte Chemie*, Wiley-VCH, Weinheim, 2002, G. Schulz (Taubchenbrille)

### Effektive Elektronenernte

Seite 44 und 45: G. Schulz (Bild 1 – 9 und Kraftwerk), Wiley-VCH-Archiv (Austin, Herr Kordes)

Seite 46: DaimlerChrysler AG, Stuttgart (Gasdrucktanks, feste Metallhydride, Methanol-Reforming), National Air and Space Museum Archives, Smithsonian Institution, Washington, USA (kryogene Speicherung), G. Schulz (Kohlenstoffspeicher), K. Sasaki et al., Max-Planck-Forschung, ETH Zürich (poröse Oberflächen)

Seite 47: Rocky Mountain Laboratories, NIAID, NIH, USA (*Escherichia coli*), G. Schulz (Stack)

Seite 48: MTU CFC Solutions GmbH, München (Hot Module)

Seite 49: Fraunhofer Institut für Angewandte Festkörperphysik, München (Minibrennstoffzelle), MIT Micro Fuel Cells, Albany, USA

### Schwarzes Gold

Seite 50: Thomas Seilnacht, [www.seilnacht.com](http://www.seilnacht.com)

Seite 51: G. Schulz

Seite 52: BASF AG, Ludwigshafen (Tropfen und Crack-Anlage), G. Schulz (Strukturen)

Seite 53: GEOMAR in *Chemie in unserer Zeit*, Wiley-VCH, Weinheim, 2001 (brennendes Eis), G. Schulz (Strukturen)

Seite 54: BASF AG, Ludwigshafen (Tanksäule), G. Schulz (Motoren)

Seite 55: getty images

### Bio? Find ich gut!

Seite 56: BASF AG, Ludwigshafen

Seite 57: Ingram Publishing (pflanzliche Rohstoffe), cc-vision (Fadenrollen, Papierstapel) BASF AG, Ludwigshafen (Leimen, Tropfen, Lippenstifte), apply design group (Waschmaschine)

### Mit Chemie gegen Krankheiten

Seite 58: getty images (Tabletten), G. Schulz (Struktur)

Seite 59: Bayer Vital GmbH, Leverkusen

Seite 60: Deutsches Human-genomprojekt

Seite 61: getty images (Molecular Modelling), Bayer AG, Leverkusen (Roboter)

Seite 62: Bayer AG, Leverkusen (Substanzbibliotheken, Screening-anlage), [www.genetix.co.uk/productpages/hts.htm](http://www.genetix.co.uk/productpages/hts.htm) (High Throughput Screening)

Seite 63: Hemera (Ratte), getty images (Medikamentdarreichungsformen)

Seite 64: MEV

### Das Prinzip der Chemotherapie

Seite 65: image DJ, G. Schulz

Seite 66: Prof. A. Giannis und Dr. R. Mazitschek, *Angewandte Chemie*, Wiley-VCH, 1999 (Tumorstadium), G. Schulz (Struktur)

### Bessere Behandlungsmöglichkeiten bei AIDS

Seite 67 und 68: getty images

### Mit Vorsicht zu genießen

Seite 69: G. Schulz

### Flüssige Kristalle

Seite 70: D. Demus, J. W. Goodby, G. W. Gray, H. W. Spiess, V. Vill (Hrsg.), *Handbook of Liquid Crystals*, Wiley-VCH, Weinheim, 1998

Seite 71: Merck KGaA, Darmstadt

Seite 72: Merck KGaA, Darmstadt (Flachbildschirm), M. H. van der Veen et al., *Advanced Functional Materials*, Wiley-VCH, Weinheim, 2004

### Molekulare Träume für die Welt von morgen

Seite 73: NASA (Zahnräder), getty images (Hintergrund), STMicroelectronics, Grasbrunn (Lab on a chip)

Seite 74: G. Schulz (Schablonen), V. Reddy et al., *Journal of Virology*, 2001 (<http://mmtsb.scripps.edu/viper/viper.html>)

Seite 75 bis 77: Bilder aus den Beiträgen Z 51231, Z 51866, Z 50059 und 50410, *Angewandte Chemie*, Wiley-VCH, Weinheim, 2002 – 2004, G. Schulz (Propeller)

### Chemie in der Küche!?!

Seite 78: image DJ, Ingram Publishing, G. Schulz

Seite 79: G. Schulz (Struktur)

Seite 80 und 81: cc-vision (Hintergrund), G. Schulz (Strukturen)

Seite 82 und 83: G. Schulz

Seite 84: cc-vision

Seite 85: G. Schulz