

Georg Schwedt

WILEY-VCH

# Chemie für alle Jahreszeiten

Einfache Experimente mit pflanzlichen Naturstoffen





**Georg Schwedt**  
**Chemie für alle Jahreszeiten**

## 200 Jahre Wiley – Wissen für Generationen

John Wiley & Sons feiert 2007 ein außergewöhnliches Jubiläum: Der Verlag wird 200 Jahre alt. Zugleich blicken wir auf das erste Jahrzehnt des erfolgreichen Zusammenschlusses von John Wiley & Sons mit der VCH Verlagsgesellschaft in Deutschland zurück. Seit Generationen vermitteln beide Verlage die Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung und technischer Errungenschaften in der jeweils zeitgemäßen medialen Form.

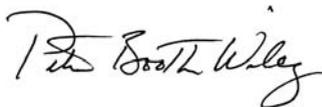
Jede Generation hat besondere Bedürfnisse und Ziele. Als Charles Wiley 1807 eine kleine Druckerei in Manhattan gründete, hatte seine Generation Aufbruchsmöglichkeiten wie keine zuvor. Wiley half, die neue amerikanische Literatur zu etablieren. Etwa ein halbes Jahrhundert später, während der „zweiten industriellen Revolution“ in den Vereinigten Staaten, konzentrierte sich die nächste Generation auf den Aufbau dieser industriellen Zukunft. Wiley bot die notwendigen Fachinformationen für Techniker, Ingenieure und Wissenschaftler. Das ganze 20. Jahrhundert wurde durch die Internationalisierung vieler Beziehungen geprägt – auch Wiley verstärkte seine verlegerischen Aktivitäten und schuf ein internationales Netzwerk, um den Austausch von Ideen, Informationen und Wissen rund um den Globus zu unterstützen.

Wiley begleitete während der vergangenen 200 Jahre jede Generation auf ihrer Reise und fördert heute den weltweit vernetzten Informationsfluss, damit auch die Ansprüche unserer global wirkenden Generation erfüllt werden und sie ihr Ziel erreicht. Immer rascher verändert sich unsere Welt, und es entstehen neue Technologien, die unser Leben und Lernen zum Teil tiefgreifend verändern. Beständig nimmt Wiley diese Herausforderungen an und stellt für Sie das notwendige Wissen bereit, das Sie neue Welten, neue Möglichkeiten und neue Gelegenheiten erschließen lässt.

Generationen kommen und gehen: Aber Sie können sich darauf verlassen, dass Wiley Sie als beständiger und zuverlässiger Partner mit dem notwendigen Wissen versorgt.



*William J. Pesce*  
President and Chief Executive Officer



*Peter Booth Wiley*  
Chairman of the Board

**Georg Schwedt Chemie für alle Jahreszeiten**

**Einfache Experimente  
mit pflanzlichen Naturstoffen**



WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA

**Autor****Prof. Dr. G. Schwedt**Landsberger Str. 29  
53119 Bonn

■ Alle Bücher von Wiley-VCH werden sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen Autoren, Herausgeber und Verlag in keinem Fall, einschließlich des vorliegenden Werkes, für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler irgendeine Haftung

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

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

© 2007 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

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.

Printed in the Federal Republic of Germany

Gedruckt auf säurefreiem Papier

**Satz** primustype Robert Hurler GmbH, Notzingen

**Druck** Strauss GmbH, Mörlenbach

**Bindung** Litges & Dopf GmbH, Heppenheim

**Umschlaggestaltung** Adam-Design, Weinheim

**Wiley Bicentennial Logo** Richard J. Pacifico

**ISBN** 978-3-527-31662-5

## Vorwort

Wer heute ein einführendes Lehrbuch der Botanik (z. B. von Dieter Heß: Allgemeine Botanik – UTB basics, Ulmer, Stuttgart 2004 oder das umfangreichere Werk von U. Lüttge, M. Klue, G. Bauer: Botanik, 5. Aufl., Wiley-VCH, Weinheim 2005) in die Hand nimmt, wird schon beim Blättern feststellen, dass in den Abbildungen chemische Formeln einen wesentlichen Umfang einnehmen. Allgemeine Botanik ist vor allem auch eine Biochemie der Pflanze.

In diesem Buch werden *auf einfache Weise durchführbare Versuche* beschrieben, welche die Entdeckung von wesentlichen Pflanzeninhaltsstoffen ermöglichen. Verbunden wird damit sowohl eine *Einführung in die Naturstoffchemie* als auch eine *allgemeine Botanik* und auch *Heilpflanzenkunde*. Ergänzend wird jeweils anhand von Zitaten aus historischen Büchern auf die *Kulturgeschichte* der jahreszeitlich ausgewählten Pflanzen eingegangen. Zu einzelnen Pflanzen bzw. den Jahreszeiten wurden auch *Gedichte* ausgewählt, welche eine spezielle *Blütenlese* darstellen sollen – oder, wie es in einer Anthologie heißt, die „dazu einladen möchte, Blumen, Blüten und Gärten einmal mit dem geistigen Auge des Dichters zu betrachten“ (Gudrun Bull – s. Literaturverzeichnis).

Das *Labor zu den vier Jahreszeiten* soll auch den Ausspruch Liebig's deutlich werden lassen: „Chemie ist alles – nichts geht ohne Chemie“. Die vorgestellten Experimente erfordern nur jeweils wenig an Pflanzenmaterial. Es werden nur allgemein verbreitete Pflanzen verwendet. Es werden Anregungen zu Versuchen gegeben, die über die ausführlich beschriebenen Beispiele hinausgehen. Sie sollen auch zu *botanischen Exkursionen*, zur Entdeckung bekannter und für den Einzelnen auch unbekannter Pflanzen anregen. Die Experimente sind überwiegend für eine Durchführung *im Freien* geeignet, auch in einem *Schulgarten* oder sogar *Botanischen Garten* – so wie bereits Goethe in seinem Garten in Weimar mit Pflanzenextrakten (-farben) experimentierte (s. Kapitel 1).

Die *chemische Ausrüstung* wird in Kapitel 1.6 beschrieben. Zur *Pflanzenpräparation* werden ein (Taschen)Messer (oder Rasierklinge, in einem Korke gehalten), eine Nadel (ebenfalls in einem Halter wie z. B. einem Holzstab) sowie eine Pinzette benötigt.

*Georg Schwedt, Januar 2007*



---

# Inhaltsverzeichnis

## Einleitung – ein persönlicher Rückblick 1

## 1 Pflanzenchemie – Biochemie der Pflanzen 4

- 1.1 *Naturstoffe aus Pflanzen* 5
  - Sekundäre Pflanzenstoffe 5
    - Ätherische Öle (Gemische aus Terpenen und Phenylpropanen) 6
    - Fette Öle 6
    - Alkaloide (stickstoffhaltige, meist basische Naturstoffe) 6
    - Xanthophylle und Flavonoide (gelbe Blütenfarbstoffe einschließlich der Anthocyanidine) 6
    - Gerbstoffe (Catechin-Gerbstoffe und Tannine) 7
    - Harze (Gemenge meist terpenoider Exsudate) 7
    - Saponine (Triterpen- und Steroid-Saponine) 7
    - Bitterstoffe 8
  - Primäre Pflanzenstoffe 8
    - Stärke 9
    - Pektine 10
- 1.2 *Johann Wolfgang Goethe* 13
  - Goethes Beiträge zur Pflanzenchemie 15
    - Vorarbeiten zu einer Physiologie der Pflanzen 16
    - Aus der Geschichte von Goethes botanischen Studien 17
    - Farbenlehre und Pflanzenchemie 18
    - Experimente mit Pflanzenfarben 19
    - Goethes Visionen zur Pflanzenchemie 22
  - 1.3 *Kräuterbücher* 22
    - Leonhart Fuchs' „New Kreüterbuch“ 23
    - Dioskurides' „Kräuterbuch“ 24
    - Adam Lonicers „Kreuterbuch“ 24

- Nicolai Lemerys „Vollständiges  
Materialien-Lexicon“ 25
- 1.4 *Pflanzen der Hildegard-Medizin* 25
- 1.5 *Schmeil und Kosch als frühe „Popularisierer“ der  
Botanik* 29
  - Otto Schmeil 29
  - Alois Kosch 29
- 1.6 *Das Naturstoff-Labor – Konzept, System und Praxis* 31
  - Allgemeine Praxis 34
    - Lösungsmittel, Reagenzien, Lösungen 35
  - Beobachtbare Phänomene 35
    - Löslichkeiten 35
    - Reaktionen mit Natriumcarbonat (Soda) 36
    - Reaktionen mit Eisen(III)-salzlösung 36
    - Reaktionen mit Natriumcarbonat/Percarbonat  
(Oxidation) 37
    - Reaktionen mit Dithionit/Natriumcarbonat  
(Reduktion) 37
    - Reaktionen mit Iodlösung 37
    - Trübung oder Fällung durch eine Seifenauflösung 37
- 1.7 *Mineralstoffe* 37
  - Kalium 38
    - Kalium als Pottasche aus Stroh 38
  - Calcium 39
  - Kieselsäure 41
- 1.8 *Organische Säuren* 41
  - Wein- und Citronensäure 41
  - Oxalsäure 43
  - Ascorbinsäure 43
- 1.9 *Kohlenhydrate* 44
  - Stärke 44
  - Mono- und Disaccharide 45
- 1.10 *Fette Öle – ä(etherische) Öle* 46
  - Pflanzen mit höheren Gehalten an ätherischen  
Ölen 47
- 1.11 *Pflanzenfarbstoffe* 48
  - Chlorophylle 48
  - Flavonoidfarbstoffe: Flavone und Anthocyane 50

- Gelb blühende, verbreitet wachsende Pflanzen 53
- Rot und blau blühende, verbreitet wachsende Pflanzen 54
- Quercetin und Morin 54
- Carotinoide / Xanthophylle 55
- Chinonfarbstoffe 58
- Curcumin und Betanin 58
- 1.12 *Pflanzenphenole und -phenolcarbonsäuren* 59
- 1.13 *Saponine* 63
  - Verbreitete, auch zu Heilzecken genutzte Pflanzen mit höheren Saponingehalten 63

## 2 Frühling (März, April, Mai) 65

- 2.1 *Der Haselstrauch – und seine „Kätzchen“* 67
- 2.2 *Forsythie – das Goldglöckchen* 70
- 2.3 *Märzveilchen – die Duftenden* 72
- 2.4 *Frühlings-Scharbockskraut – gegen Skorbut* 75
- 2.5 *Das Echte Lungenkraut – mit roten und blauvioletten Blüten* 77
- 2.6 *Zwiebelschale – Farbstoffe für Ostereier* 80
- 2.7 *Gemeiner Löwenzahn – die Pusteblume* 82
- 2.8 *Großes Schöllkraut – ein Mohngewächs* 85

## 3 Sommer (Juni, Juli, August) 89

- 3.1 *Gänseblümchen – Maßliebchen genannt* 91
- 3.2 *Schachtelhalm – ein Fossil mit scharfen Kanten* 93
- 3.3 *Weißer, gelber, roter Blüten – über dem grünen Klee* 95
  - 2. Rot-Klee 97
  - 3. Gemeiner Hornklee 98
- 3.4 *Klatschmohn – der Feuer-Mohn* 99
- 3.5 *Rhabarber – mit Anthrachinonen und Oxalsäure* 100
- 3.6 *Sauerampfer – mit dem „Sauerkleesalz“* 104
- 3.7 *Schafgarbe – nicht nur für Schafe* 107
- 3.8 *Echtes Labkraut mit dem Labferment* 110
- 3.9 *Mädesüß – mit Honigduft* 111
- 3.10 *Brenn- und Taubnessel* 113
  - Brennnessel 114
  - Taubnessel 116

- 3.11 *Kamille – von echt bis stinkend* 119
- 3.12 *Rainfarn* 123
- 3.13 *Gemeine Wegwarte – die blaue Blume am Wegesrand* 126
- 3.14 *Blut- und Gilb-Weiderich* 128
- 3.15 *Weidenröschen – das Schmalblättrige* 130

#### **4 Herbst (September, Oktober, November) 133**

- 4.1 *Laubfärbung und Laubfall* 135
- 4.2 *Weinlaub – rote Blätter* 137
- 4.3 *Holunderbeeren: Anthocyane und Flavonoide* 139
- 4.4 *Hagebutten: Carotin und Lycopin* 142
- 4.5 *Weintrauben/-beeren: Anthocyane, Flavonoide und Gerbstoffe* 144
- 4.6 *Kartoffeln – die Erdäpfel* 147
- 4.7 *Die Echte Walnuss mit Juglon und Tanninen* 152
- 4.8 *Die Rosskastanie: Saponin Aescin und Stärke* 156
- 4.9 *Kiefern-/Fichtenzapfen: Tannine und Lignine* 160

#### **5 Winter (Dezember, Januar, Februar) 165**

- 5.1 *Immergrün: Lebensbaum und Efeu* 167
  - Lebensbaum 168
  - Efeu 170
  - Buchsbaum 174
- 5.2 *Grünkohl/Braunkohl – der Kohl mit vielen Namen* 175
- 5.3 *Zitrusfrüchte – aus heißen Ländern* 177
- 5.4 *Banane – seit dem Altertum bekannt* 180
- 5.5 *Möhre / Karotte – die gelbe Rübe* 183
- 5.6 *Gewürze aus fernen Ländern* 184
  - Gewürznelken 184
  - Ingwer 186
  - Anis 186
- 5.7 *Baumrinden und -hölzer* 187

**Anhänge 191****Anhang 1 192***Literaturverzeichnis* 192**Anhang 2 196***Verzeichnis der Basis-Experimente* 196**Anhang 3 197***Strukturformeln häufig genannter Naturstoffe* 197*Anthocyane* 197*Betacyane (Betalaine)* 197*Carotinoide* 198*Catechine* 198*Chlorophyll a und b (Chlorin-Grundgerüst; Chlorin:  
2,3-Dihydroporphyrin)* 199*Chlorophylle c (Porphyrin-Gerüst)* 199*Crocetin (und Crocin)* 200*Curcumin* 200*Flavone und Flavonole* 200*Gerbstoffe – spezielle Tannine* 201*Juglon* 201*Saponine* 201    *Aescin (Triterpen-Saponin)* 202*Xanthophylle (Sauerstoffderivate der Carotine)* 202**Register 205**



---

## Einleitung – ein persönlicher Rückblick

Meine erste Veröffentlichung vor fast fünfzig Jahren – in der Jugendzeitschrift *Rasselbande* in der Ausgabe vom 8. Oktober 1958 –, erschien nicht über ein chemisches Thema, sondern zur Botanik. Ich war damals Schüler der 9. Klasse im Gymnasium. Der Titel lautete: *Verwehte Blätter. . . So legt man ein Herbarium an*. Das Interesse an der Botanik hat bis heute angehalten, auch wenn ich Chemiker geworden bin. Im Nebenfach habe ich an der damaligen TH Braunschweig aber auch Botanik studiert. Mein Lehrer (und Prüfer im Vordiplom für Botanik als Nebenfach) war *Joachim Bogen*, der die ersten populärwissenschaftlichen Bücher zur molekularen Biologie („Exakte Geheimnisse: Knaurs Buch der modernen Biologie“, München 1967) und Biotechnologie in den 1960er Jahren geschrieben hat.

Mein Manuskript aus dem Jahr 1958 war damals offensichtlich von der Redaktion bearbeitet worden. Der gedruckte Text lautete:

„. . . Jetzt, wo draußen die Blätter fallen, ist es gerade Zeit, um es auch einmal zu versuchen [eine Blattsammlung anzulegen]. Eurer Phantasie sind dabei keine Grenzen gesetzt. Vielleicht bekommt ihr dabei auch Lust, euch ein richtiges Herbarium anzulegen. *Jungreporter Georg Schwedt* besitzt ein solches Herbarium. Lest einmal was er schreibt.

*Immer wieder erfreut man sich an den schönen Pflanzen im Wald, auf der Wiese oder im Garten. Manche kennt man auch mit Namen, aber – wir wollen ganz ehrlich sein – viele auch nicht. Die Blütenpracht dauert leider nicht das ganze Jahr an, doch wir können uns in einem Herbarium zu jeder Jahreszeit die schönsten Pflanzen betrachten. (Übrigens, Herbarium heißt Pflanzensammlung.)*

*Was gehört zum Pflanzensammeln? Zunächst ein Bestimmungsbuch, in dem alle Pflanzen beschrieben und abgebildet sind. In einigen Buchhandlungen kann man es vielleicht antiquarisch, also gebraucht, ganz billig bekommen. Weiter benötigen wir eine Lupe und eine Pinzette. Wer noch Geld übrig hat, kann sich auch eine Presse kaufen. Sie besteht aus zwei Metallgittern, die durch Federn zusammengezogen werden. Zwischen die beiden Gitter kommt ein Packen Zeitungspapier und in Löschpapier gebettet die zu pressende Pflanze. (.) Habt ihr keine Pflanzenpresse, so braucht ihr das Herbarium nicht aufzugeben. Wer die Pflanzen unter ein recht dickes Buch (Lexikon) legt, kann sie ebensogut ‚bügeln‘.*

*Wie ein richtiger Pflanzensammler seine Bogen anlegt, seht ihr auf den Fotos. Dazu noch einige Tips: Sammelt nie alles durcheinander, sondern sucht euch ein Pflanzengebiet aus. Ich sammle zum Beispiel nur die Pflanzen meiner engeren Heimat. [Mein Herbarium aus dieser Zeit existiert noch. G.S.] Aber es lassen sich auch nur Moose, Gräser, Farne, Kräuter, Gartenblumen usw. zusammenstellen. Achtet jedoch immer darauf, daß ihr keine geschützten Pflanzen abpflückt, wie beispielsweise die Orchideenarten oder in den Alpen das Edelweiß. Zum Pflanzenschänder will doch niemand von uns werden!*