Sticher / Heilmann / Zündorf

Hänsel / Sticher Pharmakognosie Phytopharmazie

10. AUFLAGE

WVG
Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart

Sticher / Heilmann / Zündorf

Hänsel / Sticher Pharmakognosie Phytopharmazie

Sticher / Heilmann / Zündorf

Hänsel / Sticher
Pharmakognosie
Phytopharmazie

Begründet von Rudolf Hänsel und Ernst Steinegger

Bearbeitet von
Otto Sticher, Ebmatingen
Jörg Heilmann, Regensburg
Ilse Zündorf, Frankfurt/M.

10., völlig neu bearbeitete Auflage

Mit 629 Abbildungen und 112 Tabellen

WVG
Wissenschaftliche
Verlagsgesellschaft
Stuttgart

Anschriften der Herausgeber

Prof. Dr. Dr. h. c. Otto Sticher
Lebernhöhe 22
CH 8123 Ebmatingen

Prof. Dr. Jörg Heilmann
Institut für Pharmazie
Lehrstuhl Pharmazeutische Biologie
Universität Regensburg
Universitätsstraße 31
93053 Regensburg

Dr. Ilse Zündorf
Institut für Pharmazeutische Biologie
Johann-Wolfgang-Goethe-
Universität Frankfurt a. M.
Max-von-Laue-Straße 9
60438 Frankfurt

Alle Angaben in diesem Buch/Werk wurden sorgfältig geprüft. Dennoch können die Autoren und der Verlag keine Gewähr für deren Richtigkeit übernehmen.

Ein Markenzeichen kann warenzeichenrechtlich geschützt sein, auch wenn ein Hinweis auf etwa bestehende Schutzrechte fehlt.

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

Jede Verwertung des Werkes außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Übersetzungen, Nachdrucke, Mikroverfilmungen oder vergleichbare Verfahren sowie für die Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen.

10. Auflage 2015
ISBN 978-3-8047-3144-8 (Print)
ISBN 978-3-8047-3347-3 (E-Book, PDF)

© 2015 Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH
Birkenwaldstraße 44, 70191 Stuttgart
www.wissenschaftliche-verlagsgesellschaft.de
Printed in Germany

Satz: primustype Hurler GmbH, Notzingen
Druck und Bindung: AZ Druck, Berlin
Umschlagabbildung: Liliia Rudchenko/fotolia
Umschlaggestaltung: deblik, Berlin

Vorwort zur 10. Auflage

Die 1. Auflage des Buches ist 1963 von E. Steinegger und R. Hänsel unter dem Titel „Lehrbuch der Allgemeinen Pharmakognosie“ im Springer-Verlag erschienen. Ein halbes Jahrhundert nach der Erstauflage erscheint die 10. Auflage bei der Wissenschaftlichen Verlagsgesellschaft Stuttgart, da der Springer Medizin Verlag 2011 beschlossen hat sich mehr auf sein Kerngeschäft zu konzentrieren und sich daher aus dem Fachgebiet Pharmazie (Fachbücher, Studentenliteratur, Marketingaktivitäten) zurückzog. Ebenfalls zieht sich Herr Prof. Dr. R. Hänsel aus dem Herausgebergremium zurück. Seine Arbeit übernehmen Frau Dr. I. Zündorf und Herr Prof. Dr. J. Heilmann.

Das Lehrbuch „Pharmakognosie – Phytopharmazie“ vermittelt wie bisher die wissenschaftlichen Grundlagen für eine Spezialitätenkunde der Arzneimittel biogener Herkunft, insbesondere für die Phytopharmaka. Es handelt sich um ein multidisziplinäres Werk basierend auf Teilgebieten der Biologie, bioorganischen Chemie, Biochemie und Pharmakologie. Das Lehrbuch hält an dem Ziel fest, die künftigen Apotheker und Apothekerinnen zu kompetenten Fachpersonen auf dem Gebiet der Phytopharmaka auszubilden. Schwerpunkte der Stoffauswahl sind folglich Phytochemie und Phytopharmakologie.

Lehrziele der aktualisierten 10. Auflage sind weiterhin die

- Vermittlung theoretischer Grundlagen zu den Arzneidrogenmonographien der neuen Arzneibücher, insbesondere der Ph. Eur. 8,
- Vermittlung von Grundlagen über Herstellung und Prüfung von pflanzlichen Arzneimitteln und
- Anleitung zur kritischen Beurteilung pflanzlicher Arznei- und Nahrungsergänzungsmittel.

Man erkennt leicht eine gewisse Heterogenität der Lehrziele und damit auch des Lehrbuches selbst, was freilich bei einem Querschnittsfach, wie der Pharmakognosie (in Deutschland und in der Schweiz Pharmazeutische Biologie) unvermeidlich ist. Ursprünglich galt als vorrangiges Ausbildungsziel in der pharmazeutischen Lehre, die Studierenden zu befähigen, Arzneistoffe und Fertigarzneimittel herzustellen, auf Identität und Reinheit zu prüfen sowie sich mit ihrer Wirkung im menschlichen und tierischen Körper zu beschäftigen. Zu dieser traditionellen Ausbildung gesellen sich in der neueren Zeit weitere Ausbildungsschwerpunkte, insbesondere in den Bereichen Arzneimittelinformation und Arzneimittelberatung, wo Fragen von unerwünschten Nebenwirkungen, Wechselwirkungen und Anwendungsrisiken im Vordergrund stehen.

Für Phytopharmaka muss, wie für andere Arzneimittel, der konventionellen Medizin der Beweis der therapeutischen Unbedenklichkeit (Sicherheit) und der Wirksamkeit mit anerkannten wissenschaftlichen Methoden erbracht werden. Die Durchführung von randomisierten, doppel-blinden, placebokontrollierten klinischen Studien garantieren auch bei Phytopharmaka die therapeutische Wirksamkeit. Daneben haben Fortschritte in den Methoden von Biochemie, Zellbiologie, Molekularbiologie und Gentechnologie sowie neue wissenschaftliche Denkansätze zu einer fast unübersehbaren Anzahl von neuen Testsystemen und Strategien geführt, welche in der gesamten Pharmaforschung das Studium von Wirkungsmechanismen auf molekularer Ebene und die Identifizierung des Wirkortes zum Standard machen. Das vorliegende Lehrbuch vermittelt in einzelnen Teilkapiteln solche neuen Erkenntnisse. Es muss allerdings klar festgehalten werden, dass sie Therapiestudien am Menschen nicht ersetzen können und die Begriffe Wirkungen und Wirksamkeit nicht verwechselt werden dürfen.

Wir wünschen uns den wissenschaftlich interessierten Studenten, der die ihn interessierenden Teile des Buches zu verstehen sucht, der ferner den Text nicht gläubig hinnimmt, der vielleicht im Zweifelsfalle die Originalliteratur konsultiert. Daher wird auch – im Unterschied zu anderen auf dem Markt befindlichen Lehrbüchern – zu jedem Kapitel ein sorgfältig redigiertes Literaturverzeichnis angeboten. Dieser kritisch lesende Student dürfte auf die Realität gut vorbereitet sein, auf eine Praxisrealität mit seinem heterogenen Patientenspektrum, das vom Anbeter grüner Medizin bis zum nihilistischen Skeptiker reicht.

Erfolgreiche Lehrbücher haben mit einer unerwünschten Nebenwirkung zu kämpfen: Sie werden von Auflage zu Auflage voluminöser. In Vorbereitung der 10. Auflage haben wir versucht, diesem Manko durch eine Kürzung von Texten, Tabellen und Abbildungen um ca. einen Drittel gegen zu steuern.

Wir danken zahlreichen Kolleginnen und Kollegen u. a. für wissenschaftliche Beiträge, wertvolle Hinweise und kritische Durchsicht einzelner Kapitel, Überlassung von Bildmaterial, Aufnahme von Spektren, namentlich Frau Dr. F. Gaedcke (Andernach), Frau Prof. Dr. V. Butterweck (Muttenz), Frau Dr. I. Werner (Zürich), Prof. Dr. G. Franz, Herr Dr. C. Dorn und Herr J. Kiermaier (Regensburg). Wir danken sodann Frau Franziska Heilmann (Regensburg) sowie Frau Miriam Sticher (Zürich) für ihre Geduld und ihre moralische Unterstützung während der Überarbeitung des Buches.

Herrn Prof. Dr. R. Hänsel (München) danken wir für die Überlassung wesentlicher Grundlagen einzelner Kapitel, insbesondere der Kapitel 3, 4, 5, 11 und 16, für Kapitel 5 danken wir zusätzlich Frau E. Spieß (Stuttgart).

Herrn Dr. Eberhard Scholz und Frau Luise Keller, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart sind wir für die ausgezeichnete Zusammenarbeit zu großem Dank verpflichtet.

Ebmatingen, Regensburg, Frankfurt
im Herbst 2014

Otto Sticher
Jörg Heilmann
Ilse Zündorf

Autorenverzeichnis

Prof. Dr. Susanne Alban
Pharmazeutisches Institut
Abteilung Pharmazeutische Biologie
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Gutenbergstraße 76
24118 Kiel

Prof. Dr. Wolfgang Blaschek
Vogteiweg 13 B
24119 Kronshagen

Dr. Barbara Burkhard
Rubinsteinstraße 43
81245 München

Prof. Dr. Theodor Dingermann
Institut für Pharmazeutische Biologie
Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt a. M.
Max-von-Laue-Straße 9
60438 Frankfurt

Prof. Dr. Hans-Joachim Gabius
Institut für Physiologische Chemie
Tierärztliche Fakultät
Ludwig-Maximilians-Universität München
Veterinärstraße 13
80539 München

Prof. Dr. Jörg Heilmann
Institut für Pharmazie
Lehrstuhl Pharmazeutische Biologie
Universität Regensburg
Universitätsstraße 31
93053 Regensburg

Prof. Dr. Wolfgang Kreis
Institut für Botanik und Pharmazeutische Biologie
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Staudtstraße 3
91058 Erlangen

Prof. Dr. Dr. h. c. Ulrich Matern
Hegelstraße 1/1
77933 Lahr

Prof. Dr. Harold Rüdiger
Dr. Onymusstr. 12
97080 Würzburg

Prof. Dr. Karin Schwarz
Institut für Humanernährung und Lebensmittelkunde
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Olshausenstr. 40
24118 Kiel

Prof. Dr. Dr. h. c. Otto Sticher
Lebernhöhe 22
CH 8123 Ebmatingen

Erich A. Stöger
Apotheker, Sinologe
Bischof-Hartl-Straße 8
83410 Laufen

Prof. Dr. Markus Veit
Iglingerstr. 27
86916 Kaufering

Dr. Ilse Zündorf
Institut für Pharmazeutische Biologie
Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt a. M.
Max-von-Laue-Straße 9
60438 Frankfurt

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur 10. Auflage ... V
Autorenverzeichnis ... VII
Abkürzungsverzeichnis ... XIX

TEIL A PHYTOCHEMISCHE GRUNDLAGEN

1 Prinzipien der Biosynthese pflanzlicher Naturstoffe ... 3
1.1 Ana-, Kata- und Amphibolismus ... 3
1.2 Grundstoffwechsel und spezieller Stoffwechsel ... 4
1.3 Zusammenhang zwischen Grundstoffwechsel und speziellem Stoffwechsel ... 6
1.4 Grundlegende Methoden zur Aufklärung von Biosynthesewegen ... 15
1.4.1 Tracer- oder Isotopentechnik ... 15
1.4.2 Die Bedeutung stabiler Isotope beim Nachweis von Biosyntheseprodukten ... 17
1.4.3 Enzymatische Methoden ... 22
1.4.4 Genetische und molekulargenetische Methoden ... 26

2 Analytik, Screening- und moderne Bioassay-Methoden für Pflanzenextrakte ... 32
2.1 Einführung in Methoden der phytochemischen Analytik ... 32
2.2 Allgemeines ... 33
2.3 Aufarbeitung und Extraktion ... 35
2.4 Chromatographische Trennung und Isolierung ... 36
2.4.1 Dünnschichtchromatographie und Fließmitteloptimierung ... 36
2.4.2 Säulenchromatographie ... 40
2.4.3 MPLC, Flashchromatographie und HPLC ... 40
2.5 Verteilungsverfahren ... 42
2.6 Strukturaufklärung und Substanzcharakterisierung ... 42
2.6.1 NMR-Spektroskopie ... 42
2.6.2 Massenspektrometrie ... 48
2.6.3 Ultraviolettspektroskopie (UV-Spektroskopie) ... 53
2.7 Einführung in die gebräuchlichsten Bioassay-Methoden der Phytochemie ... 55
2.7.1 Allgemeines ... 56
2.7.2 Testsysteme mit Bezug zur Entzündungshemmung im Arachidonsäurestoffwechsel ... 59
2.7.3 Messung von Radikalfängereigenschaften und antioxidativen Eigenschaften ... 61
2.7.4 Messung der Beeinflussung von mRNA Spiegeln ... 62
2.7.5 Testsysteme mit Bezug zur Bekämpfung von Tumoren ... 64
2.7.6 Testsysteme mit Bezug zur Bekämpfung von Plasmodien ... 68
2.7.7 Testsysteme zur Bestimmung der Permeabilität ... 69
2.7.8 Testsysteme mit Bezug zur Metabolisierung ... 70
2.7.9 Live Cell Imaging ... 72
2.7.10 Echtzeitmessungen in Assays auf Impedanzbasis ... 72

3 Akkumulation von Sekundärstoffen und ihre quantitative und qualitative Variabilität ... 80
3.1 Allgemeines ... 80
3.2 Speicherung von Sekundärstoffen ... 81
3.2.1 Speicherung der Sekundärstoffe in unterschiedlichen Organen ... 82
3.2.2 Unterschiedliche Speicherung der Sekundärstoffe in einem Organ ... 82
3.2.3 Speicherung von Sekundärstoffen in Zellorganellen ... 84
3.2.4 Morphologische Strukturen zur Ablagerung und Sekretion von Sekundärstoffen ... 86
3.3 Änderungen des Sekundärstoffgehalts im Rahmen der Ontogenese ... 94
3.4 Änderungen des Sekundärstoffgehalts im Rahmen diurnaler Veränderungen ... 96
3.5 Änderungen des Sekundärstoffgehalts im Rahmen von Umweltbedingungen ... 96
3.6 Diversifizierung und Abbau von Sekundärstoffen ... 98
3.6.1 Abbau phenolischer Pflanzenstoffe ... 103
3.6.2 Limonoide als Beispiel für eine hoch oxidierte Sekundärstoffgruppe ... 104
3.6.3 Phytoecdysone als Beispiel für eine hoch oxidierte Sekundärstoffgruppe ... 106

TEIL B PHARMAZEUTISCHE ASPEKTE

4 Das medizinische Potenzial von Pflanzenstoffen ... 111

4.1 In unveränderter Form genutzte Pflanzenstoffe ... 113

4.2 Pflanzliche Sekundärstoffe als Ideengeber (Leitstoffe) für Arzneistoffe ... 115
4.2.1 Verbesserung bekannter Strukturen ... 115
4.2.2 Auswertung ethnomedizinischer Beobachtungen ... 119
4.2.3 Auswertung von Giftwirkungen am Menschen ... 120
4.2.4 Giftwirkungen auf Tiere als Primäranregung ... 125
4.2.5 Pflanzenphysiologische Beobachtungen als Primäranregung: Entdeckung der Indolylessigsäure als Pharmakophor ... 132

4.3 Pflanzliche Einzelstoffe als Rohstoffquelle für Arzneimittel ... 132

4.4 Pflanzenstoffe als Wirkstoffe – Die wichtige Unterscheidung von Wirkstoff und Arzneistoff ... 135

4.5 Pflanzenstoffe im Vergleich mit synthetischen Stoffen ... 137

5 Pflanzliche Arzneidrogen und einfache Arzneizubereitungen ... 141

5.1 Begriffserklärungen und Definitionen ... 141
5.1.1 Leitsubstanzen („analytical marker") ... 141
5.1.2 Pharmazeutisch relevante Inhaltsstoffe (active marker) ... 142
5.1.3 Wirkstoffe (active substance, active pharmaceutical ingredient) ... 142
5.1.4 Fingerprint ... 142
5.1.5 Referenzsubstanzen ... 142
5.1.6 Inprozesskontrollen ... 143
5.1.7 Spezifikation ... 143
5.1.8 Droge-Extrakt-Verhältnis ... 143
5.1.9 Validierung von Prüfverfahren ... 144

5.2 Pharmakognostische Grundlagen ... 146
5.2.1 Grundbegriffe ... 146
5.2.2 Strukturierte Drogen und deren morphologische Kennzeichnung ... 146

5.3 Pharmazeutische Qualität pflanzlicher Arzneidrogen ... 149
5.3.1 Die Qualität bestimmende Hauptfaktoren ... 150
5.3.2 Qualitätsanforderungen nach Arzneibuch ... 151
5.3.3 Lagerung von Drogen ... 158
5.3.4 Kontamination ... 158

5.4 Einfache pflanzliche Arzneizubereitungen ... 166
5.4.1 Zubereitungen aus Frischpflanzen ... 166
5.4.2 Teedrogen und Teegemische ... 167
5.4.3 Einfache nichtwässrige Drogenauszüge ... 168

6 Trockenextrakte als Arzneistoff: Herstellung, Qualitätsprüfung ... 171

6.1 Herstellung von Trockenextrakten ... 172
6.1.1 Typen von Extrakten ... 172
6.1.2 Grundzüge der Herstellung ... 172
6.1.3 Pflanzliche Extraktivstoffe ... 175
6.1.4 Variable Zusammensetzung von Trockenextrakten ... 176
6.1.5 Extraktzubereitungen: Instanttees und Granulattees ... 177
6.1.6 Sonderformen der Extraktzubereitungen ... 179

6.2 Einteilung von Trockenextrakten: standardisierte, quantifizierte und andere Extrakte ... 180
6.2.1 Standardisierung auf wirksame Inhaltsstoffe ... 180
6.2.2 Quantifizierung auf pharmazeutisch relevante Inhaltsstoffe ... 181
6.2.3 Extrakte, die ausschließlich über den Herstellungsprozess definiert sind ... 182
6.2.4 Lagerung ... 182

6.3 Qualitätsprüfung von Trockenextrakten ... 182
6.3.1 Identitätsprüfung ... 182
6.3.2 Reinheitsprüfungen ... 182
6.3.3 Prüfung auf Lösungsmittelrückstände ... 183
6.3.4 Prüfung auf Aflatoxine und andere Mykotoxine ... 184
6.3.5 Prüfung auf Schwermetalle ... 184
6.3.6 Prüfung auf Pestizidrückstände ... 184
6.3.7 Bestimmung der mikrobiologischen Reinheit ... 184
6.3.8 Prüfung auf sonstige Kontaminanten ... 185
6.3.9 Gehaltsbestimmung ... 185
6.3.10 Stabilitätsuntersuchungen ... 186
6.3.11 Sonstige Prüfungen ... 188

6.4 Spezifikation von Extrakten ... 188

7 Pflanzliche Fertigarzneimittel ... 193

7.1 Arzneiformen ... 193
7.1.1 Arzneiformen und Applikationsarten ... 193
7.1.2 Herstellung flüssiger Arzneizubereitungen aus Trockenextrakten ... 194
7.1.3 Herstellung fester Arzneiformen aus Trockenextrakten ... 194
7.1.4 Pflanzliche Parenteralia ... 195
7.1.5 Validierung der Herstellung (Prozessvalidierung) ... 195

7.2 Qualitätssicherung von Fertigarzneimitteln ... 196
7.2.1 Identität ... 196
7.2.2 Reinheitsprüfungen ... 196
7.2.3 Gehaltsprüfungen ... 200
7.2.4 Weitere Prüfungen ... 200
7.2.5 Haltbarkeit ... 201
7.2.6 Wirkstofffreigabe (Dissolution-Test) ... 203
7.2.7 Vergleichbarkeit von pflanzlichen Fertigarzneimitteln ... 205

8 Enzyme bei der Gewinnung von Drogen und der Herstellung von Phytopharmaka ... 212

8.1 Fermentation ... 212
8.1.1 Substratveränderungen durch zelleigene Enzyme ... 212
8.1.2 Fermentation als Aufbereitung pflanzlicher Produkte ... 214

8.2 Nacherntephysiologie und Verderb ... 215

8.3 Enzymatischer Abbau von Inhaltsstoffen während der Herstellung von Phytopharmaka ... 216

TEIL C RATIONALE UND TRADITIONELLE PHYTOTHERAPIE

9 Konzeption der klinischen Studien an positiven und negativen Aspekten ... 221

9.1 Allgemeines ... 221

9.2 Einordnung von klinischen Studien in die Arzneistoffentwicklung ... 226

9.3 Voraussetzungen zur Durchführung von klinischen Studien ... 228

9.4 Intention und Aufbau von klinischen Studien ... 229

9.5 Ausgewählte Phytopharmaka ... 231
9.5.1 Extrakte aus Salicis cortex ... 231
9.5.2 Extrakte aus Harpagophyti radix ... 235
9.5.3 Extrakte aus Hyperici herba ... 237

9.6 Ausblick ... 239

10 Nebenwirkungspotenzial pflanzlicher Zubereitungen ... 243

10.1 Abnorme Phytopharmawirkungen durch genetische Ursachen ... 243
10.1.1 Glucose-6-phosphat-Dehydrogenase-Mangel ... 244
10.1.2 Polymorphismus von Biotransformationsenzymen ... 246
10.1.3 Nahrungsmittelidiosynkrasien: Rote Beete und Spargel ... 249

10.2 Überempfindlichkeitsreaktionen beim Umgang mit Drogen und bei der Anwendung pflanzlicher Arzneimittel ... 251
10.2.1 Allergie und Pseudoallergie ... 251
10.2.2 Allergische Erkrankungen, die beim Umgang mit Drogen bzw. mit der Anwendung von Phytopharmaka auftreten können ... 252
10.2.3 Anzeichen für eine Arzneimittelallergie ... 252
10.2.4 Sensibilisierung ... 253
10.2.5 Arzneimittelallergische Krankheitsbilder ... 256
10.2.6 Allergenquellen ... 258

11 Die Bedeutung von sekundären Pflanzenstoffen außerhalb der Phytotherapie ... 264

11.1 Allgemeines ... 265

11.2 Ernährungsstudien ... 267

11.3 Nahrungsmittel und mögliche gesundheitsfördernde Aspekte ... 268
11.3.1 Soja und Sojaprodukte ... 268
11.3.2 Rotwein und seine Polyphenole ... 271

11.4 Antioxidative Wirkung sekundärer Pflanzenstoffe ... 272
11.4.1 Allgemeines ... 272
11.4.2 Aktivierung von Sauerstoff, oxidativer Stress und seine biologische Bedeutung ... 272
11.4.3 Reaktive Sauerstoffspezies (ROS) ... 274
11.4.4 Biologische Quellen für ROS ... 275

11.4.5 Biologische Wirkungen von ROS ... 276
11.4.6 Antioxidative Schutzmechanismen gegen ROS ... 276
11.4.7 Biochemische Marker für oxidativen Stress 279
11.4.8 Die Rolle von ROS bei der Entstehung von Krankheiten ... 280
11.4.9 Oxidativer Stress und Altern ... 282

11.5 Knoblauch, Arzneipflanze oder Nahrungsergänzungsmittel ... 282

11.6 Ascorbinsäure (Vitamin C): das wasserlösliche Antioxidans ... 287
11.6.1 Chemische Struktur und Eigenschaften ... 287
11.6.2 Vorkommen und Mangelerscheinungen ... 287
11.6.3 Pharmakokinetik ... 289
11.6.4 Biochemische Bedeutung der Ascorbinsäure ... 289
11.6.5 Ascorbinsäure als Nahrungsergänzungsmittel ... 291

12 Drogen der traditionellen chinesischen Medizin in westlichen Ländern ... 295

12.1 Die traditionelle chinesische Medizin (TCM) und ihre Akzeptanz in westlichen Ländern ... 296

12.2 Befindlichkeitsstörungen als Domäne der TCM ... 296

12.3 Die TCM: der andere Denkstil erschwert das Verständnis ... 297

12.4 Die Relevanz des theoretischen Überbaus ... 298

12.5 Die Yin-Yang-Lehre ... 298

12.6 Die Fünf-Wandlungsphasen-Lehre (wuxing) ... 299

12.7 Qi und Xue ... 302

12.8 Pathogenese ... 302
12.8.1 Äußere Ursachen ... 302
12.8.2 Innere Ursachen ... 303

12.9 Diagnostik ... 303

12.10 Die acht diagnostischen Leitkriterien (bagang) ... 304
12.10.3 Inneres und Oberfläche ... 304
12.10.4 Kälte und Hitze ... 304
12.10.5 Leere und Fülle ... 305

12.11 Differentialdiagnose ... 305

12.12 Therapeutische Umsetzung des Befundes – die therapeutischen Verfahren (zhifa) ... 306

12.13 Arzneimittelwirkungen ... 306
12.13.1 Das Temperaturverhalten (qi) ... 307
12.13.2 Die Geschmacksrichtung (wei) ... 307
12.13.3 Der Funktionskreisbezug (guijing) ... 307
12.13.4 Wirkungsstärke, Toxizität (duxing) ... 308
12.13.5 Wirkungsdefinition (yingyong zhuzhi) ... 309
12.13.6 Dosierung ... 310
12.13.7 Inkompatibilitäten, Anwendung in der Schwangerschaft ... 310

12.14 Pharmazeutische Drogenaufbereitung ... 310
12.14.1 Wirkungsinerte Aufbereitungsverfahren ... 310
12.14.2 Wirkungsrelevante, traditionelle Vorbehandlungsverfahren ... 311

12.15 Rezepturen ... 312

12.16 Verarbeitung zu Arzneiformen ... 312
12.16.1 Dekokte ... 312
12.16.2 Traditionelle Fertigarzneimittel ... 312
12.16.3 Neuzeitliche Extraktzubereitungen ... 313
12.16.4 Zubereitungen für die äußerliche Anwendung ... 314

12.17 Das Potenzial der chinesischen Arzneidrogen ... 314

12.18 Sicherheitsaspekte ... 314
12.18.1 Verwechslungen chinesischer Arzneidrogen ... 314
12.18.2 Kontamination mit Schwermetallen ... 316

12.19 Verfügbarkeit von TCM-Drogen in Europa 317

TEIL D EINZELDARSTELLUNG WICHTIGER STOFFGRUPPEN

13 Kohlenhydrate I: Chemie, wichtige Mono- und Oligosaccharide ... 321

13.1 Allgemeines ... 322

13.2 Definition und Klassifizierung der Kohlenhydrate ... 322

13.3 Strukturprinzipien von Monosacchariden 323
13.3.1 Aldosen und Ketosen ... 323
13.3.2 Halbacetalbildung ... 324
13.3.3 Nomenklatur und Darstellung ... 326
13.3.4 Aldonsäuren, Uronsäuren und Aldarsäuren 328
13.3.5 Aminozucker und Acetyl-Aminozucker ... 328
13.3.6 Desoxyzucker ... 329
13.3.7 Zuckeralkohole: Alditole ... 329
13.3.8 Cyclitole ... 329
13.3.9 Zuckerester: phosphorylierte und sulfatierte Monosaccharide ... 330
13.3.10 Besondere Monosaccharide ... 330

13.4 Strukturprinzipien von Oligosacchariden 330
13.4.1 Vollacetalbildung und O-glykosidische Bindung ... 330
13.4.2 N-glykosidische und C-glykosylische Bindung ... 331
13.4.3 Di- und Oligosaccharide ... 331

13.5 Organoleptische Eigenschaften von Kohlenhydraten ... 334

13.6 Kohlenhydrate im Stoffwechsel ... 335

13.7 Analytik von Kohlenhydraten ... 336
13.7.1 Nachweisreaktionen für Kohlenhydrate ... 336
13.7.2 Strukturaufklärung von Kohlenhydraten ... 338

13.8 Pharmazeutisch bedeutsame Monosaccharide ... 338
13.8.1 Xylose ... 338
13.8.2 Glucose ... 338
13.8.3 Galactose ... 340
13.8.4 Fructose ... 340
13.8.5 Sorbitol ... 341
13.8.6 Mannitol ... 342
13.8.7 Xylitol ... 342
13.8.8 myo-Inositol ... 343

13.9 Honig ... 343

13.10 Pharmazeutisch bedeutsame Oligosaccharide ... 344
13.10.1 Saccharose ... 344
13.10.2 Lactose ... 345
13.10.3 Lactulose ... 346
13.10.4 Lactitol ... 347
13.10.5 Maltose ... 347
13.10.6 Isomalt ... 348
13.10.7 Maltitol ... 348

14 Kohlenhydrate II: Polysaccharide und Polysacchariddrogen ... 350

14.1 Allgemeines ... 351
14.1.1 Struktur ... 351
14.1.2 Eigenschaften ... 353
14.1.3 Vorkommen und Funktionen ... 355

14.2 Cellulose, Stärke und ihre Derivate ... 357
14.2.1 Cellulose ... 357
14.2.2 Natürliche Celluloseprodukte ... 359
14.2.3 Modifizierte Cellulosen ... 361
14.2.4 Verbandmittel auf Cellulosebasis ... 361
14.2.5 Cellulosederivate ... 362
14.2.6 Stärke ... 365
14.2.7 Modifizierte Stärken ... 373
14.2.8 Stärkederivate ... 376
14.2.9 Pektine ... 377

14.3 Pflanzliche Gummen ... 382
14.3.1 Arabisches Gummi ... 382
14.3.2 Tragant ... 384
14.3.3 Karaya-Gummi ... 386

14.4 Polysacchariddrogen/Schleimdrogen ... 388
14.4.1 Charakteristika, Qualitätsprüfung und Anwendungsgebiete ... 388
14.4.2 Eibischwurzel und -blätter ... 392
14.4.3 Flohsamen, Indische Flohsamen und Indische Flohsamenschalen ... 396
14.4.4 Guar und Guargalactomannan ... 399
14.4.5 Huflattichblätter ... 400
14.4.6 Isländisches Moos, Isländische Flechte ... 401
14.4.7 Johannisbrotkernmehl ... 403
14.4.8 Leinsamen ... 404
14.4.9 Lindenblüten ... 407
14.4.10 Malvenblüten und -blätter ... 407
14.4.11 Spitzwegerichblätter ... 407
14.4.12 Wollblumen, Königskerzenblüten ... 408

14.5 Algenpolysaccharide ... **408**
14.5.1 Allgemeines zu Algen und Algenpolysacchariden ... 410
14.5.2 Alginsäure und Alginate ... 412
14.5.3 Agar ... 418
14.5.4 Carrageen und Carrageenane ... 421
14.5.5 Sonstige Algenprodukte ... 427

14.6 Ballaststoffe ... **429**
14.6.1 Definitionen und Begriffe ... 429
14.6.2 Vorkommen und Einteilung ... 429
14.6.3 Eigenschaften ... 431
14.6.4 Ernährungsphysiologische Bedeutung ... 432
14.6.5 Fructane ... 435

15 Pflanzliche Lectine: Vorkommen, Eigenschaften, Analytik und Bewertung ihrer immunmodulatorischen Aktivität ... **440**

15.1 Kohlenhydrate als vielseitige Informationsträger ... **440**

15.2 Lectine als Bindungspartner für zelluläre Glykane ... **443**

15.3 Weite Verbreitung pflanzlicher Lectine ... **447**

15.4 Pflanzliche Lectine als Gifte ... **448**

15.5 Isolierung von Lectinen ... **450**

15.6 Funktionen pflanzlicher Lectine ... **452**

15.7 Anwendung ... **455**

15.8 Analytik ... **457**

15.9 Immunmodulation durch pflanzliche Lectine ... **458**

15.10 Von der „Immunstimulation" zur Ambivalenz der Immunmodulation ... **459**

15.11 Risikopotenzial der lectinbezogenen Mistelanwendung ... **460**
15.11.1 Herstellung anthroposophischer Mistelpräparate ... 461

16 Lipide ... **466**

16.1 Fettsäuren ... **467**
16.1.1 Nomenklatur, Einteilung ... 467
16.1.2 Funktionen von Fettsäuren ... 467
16.1.3 Weit verbreitete Fettsäuren ... 467
16.1.4 Fettsäuren mit ungewöhnlicher Struktur ... 469
16.1.5 Biosynthese von Fettsäuren ... 471
16.1.6 Eicosanoide ... 475

16.2 Triacylglyceride (Fette und Öle) ... **479**
16.2.1 Nomenklatur, chemischer Aufbau ... 479
16.2.2 Schmelzverhalten ... 479
16.2.3 Prüfung auf Identität und Reinheit ... 480
16.2.4 Chemische Kennzahlen ... 481
16.2.5 Farbreaktionen ... 482
16.2.6 Begleitstoffe in Fetten und Ölen ... 482
16.2.7 Biosynthese von Triacylglyceriden, Fettspeicherung ... 484
16.2.8 Technische Gewinnung von Fetten und Ölen ... 486
16.2.9 Verwendung in Pharmazie und Medizin ... 487
16.2.10 Pflanzliche Fette und Öle ... 488

16.3 Phospholipide ... **499**
16.3.1 Phosphoglyceride (Phosphatidylsäurederivate) ... 499
16.3.2 Sojabohnenlecithin ... 500
16.3.3 Etherphospholipide ... 501

16.4 Glykolipide ... **502**
16.4.1 Glyceroglykolipide ... 502
16.4.2 Sphingolipide ... 503

16.5 Beteiligung von Lipiden am Aufbau von Membranen ... **504**
16.5.1 Einheitliches Bauprinzip biologischer Membranen ... 504
16.5.2 Unterschiede in der Zusammensetzung ... 505
16.5.3 Oxidative Schädigung von Membranlipiden ... 506

16.6 Wachse und wachsähnliche Stoffe ... **509**
16.6.1 Definitionen, Übersicht ... 509
16.6.2 Carnaubawachs ... 510
16.6.3 Jojobaöl ... 510
16.6.4 Blütenwachse ... 511

17 Isoprenoide als Inhaltsstoffe ... **514**

17.1 Terminologie, Isoprenregel, Biosynthese, Einteilung, Vorkommen und biologische Funktion ... **515**

17.2 Mono- und Sesquiterpene, die in ätherischen Ölen vorkommen ... **518**

17.3 Iridoide ... **518**
17.3.1 Terminologie, Biosynthese, Unterteilung ... 518
17.3.2 Iridoidglykoside ... 518
17.3.3 Secoiridoidglykoside ... 528
17.3.4 Nichtglykosidische Iridoide ... 532

17.4 Sesquiterpene ... **537**
17.4.1 Häufig vorkommende Strukturvarianten, Einteilung, Vorkommen ... 537

17.4.2 Biologische Aktivitäten von Sesquiterpenen – Wirkungsmechanismen ... 539
17.4.3 Sesquiterpene als Reinstoffe und Inhaltsstoffe pflanzlicher Arzneidrogen ... 542

17.5 Diterpene ... 559
17.5.1 Einige häufige Strukturtypen, biologische Aktivitäten, Vorkommen ... 559
17.5.2 Beispiele biologisch aktiver Diterpene ... 562
17.5.3 Diterpene als Inhaltsstoffe pflanzlicher Arzneidrogen ... 565

17.6 Triterpene einschließlich Steroide ... 566

17.7 Tetraterpene: Carotinoide und biochemisch verwandte Pflanzenstoffe ... 567
17.7.1 Chemischer Aufbau, Einteilung, Nomenklatur ... 567
17.7.2 Physikalische und chemische Eigenschaften, Stabilität ... 567
17.7.3 Analytische Kennzeichnung ... 569
17.7.4 Vorkommen, Lokalisation, Hinweise auf Carotinoide in Arzneidrogen ... 569
17.7.5 Biosynthese der Carotinoide ... 571
17.7.6 Schicksal der Carotinoide im Säugetierorganismus ... 571
17.7.7 Wirkungen und Anwendungsgebiete ... 572
17.7.8 Apocarotinoide und andere Carotinoidabbauprodukte ... 575

18 Triterpene einschließlich Steroide ... 586

18.1 Übersicht über die pharmazeutisch interessierenden Stoffgruppen ... 587

18.2 Allgemeine Nachweisreaktionen ... 587

18.3 Squalen ... 590

18.4 Phytosterole (Phytosterine) ... 590

18.5 Triterpene verschiedener Struktur ... 594
18.5.1 Cucurbitacine ... 594
18.5.2 Cimicifugawurzelstock ... 595
18.5.3 Quassinoide ... 597
18.5.4 Boswelliasäuren ... 597
18.5.5 Betulinsäure ... 600
18.5.6 Ringelblumenblüten ... 603

18.6 Saponine ... 605
18.6.1 Begriffsbestimmung ... 605
18.6.2 Vorkommen, chemische und physikalische Eigenschaften, Einteilung ... 605
18.6.3 Analytik von Saponindrogen ... 607
18.6.4 Molekulare Mechanismen von Saponinwirkungen an Membranen ... 607
18.6.5 Metabolismus, Pharmakokinetik und Toxikologie der Saponine ... 608
18.6.6 Wirkungen der Saponine ... 610
18.6.7 Arzneidrogen mit Saponinen ... 612
18.6.8 Triterpensaponine ... 612
18.6.9 Steroidsaponine ... 631

18.7 Herzwirksame Steroide ... 637
18.7.1 Begriffsbestimmung, Geschichtliches ... 637
18.7.2 Aufbau der herzwirksamen Steroidglykoside ... 638
18.7.3 Farbreaktionen ... 639
18.7.4 Verbreitung im Pflanzenreich, verwendete Extrakte/Reinstoffe ... 640
18.7.5 Pharmakokinetik und Metabolismus ... 640
18.7.6 Wirkungen auf biochemischer Ebene und Anwendungsgebiete ... 642
18.7.7 Analytische Kennzeichnung ... 644
18.7.8 Digitalis lanata und Lanataglykoside ... 645
18.7.9 Digitalis purpurea und Purpureaglykoside ... 647
18.7.10 Strophanthin und andere Reinglykoside mit hoher Abklingquote ... 648
18.7.11 Weitere Drogen mit herzwirksamen Steroiden ... 650

18.8 Verschiedene Substanzen mit einem Steroidgerüst ... 652
18.8.1 Uzarawurzel ... 652
18.8.2 Condurango- oder Kondurangorinde ... 654

19 Ätherische Öle und Drogen, die ätherisches Öl enthalten ... 663

19.1 Einführung ... 664
19.1.1 Natürliche und künstliche Öle ... 664
19.1.2 Terpentinfreie Öle, naturbelassene Öle ... 664
19.1.3 Extraktionsöle ... 664
19.1.4 Extrakte aus Ätherischöldrogen ... 664
19.1.5 Blütenwässer, Blütenwasseröle, aromatische Wässer ... 665
19.1.6 Aromastoffe ... 665
19.1.7 Parfüms ... 665
19.1.8 Vorkommen ... 666

19.2 Eigenschaften ... 666
19.2.1 Physikalische und organoleptische Eigenschaften ... 666
19.2.2 Chemische Zusammensetzung ... 666
19.2.3 Qualitätskontrolle ... 668
19.2.4 Hinweise zur Lagerung und Aufbewahrung 671
19.2.5 Metabolismus, Hinweise zur Pharmakokinetik ... 672

19.2.6 Wirkungen, Wirkungsmechanismen, unerwünschte Wirkungen, Anwendungsgebiete ... 673

19.3 Gewürze ... 675
19.3.1 Gewürze, Gewürzmischungen, Gewürzzubereitungen, gesundheitliche Aspekte des Würzens ... 675
19.3.2 Galgant ... 676
19.3.3 Ingwerwurzelstock ... 676
19.3.4 Koriander ... 679
19.3.5 Vanille ... 680
19.3.6 Zimtrinde ... 681

19.4 Stomachika, Cholagoga, Carminativa ... 682
19.4.1 Stomachika ... 682
19.4.2 Cholagoga ... 690
19.4.3 Carminativa ... 697

19.5 Ätherische Öle als Expektoranzien ... 709
19.5.1 Vorstellungen zur Wirkweise ... 709
19.5.2 Ätherische Öle, die bevorzugt inhalativ angewendet werden ... 709
19.5.3 Bevorzugt systemisch oder reflektorisch wirkende ätherische Öle ... 714
19.5.4 Ätherische Öle in Arzneiformen zum Lutschen ... 718
19.5.5 Ätherischöldrogen als Bestandteile von Brusttees ... 718

19.6 Ätherische Öle zur Mundpflege und zum Gurgeln ... 719
19.6.1 Allgemeines über Mundsprays, Mundwässer und Gurgelwässer (Gargarismen) ... 719
19.6.2 Ätherische Öle aus Mentha-Arten ... 719
19.6.3 Salbei und Salbeiöl ... 722
19.6.4 Thymianöl und Thymol ... 724
19.6.5 Wintergrünöl ... 725
19.6.6 Myrrhe ... 725
19.6.7 Benzoe ... 726

19.7 Ätherische Öle in Rhinologika ... 727

19.8 Ätherische Öle als Zusatz zu Externa ... 728
19.8.1 Übersicht ... 728
19.8.2 Hyperämisierende Einreibungen ... 728
19.8.3 Juckreizstillende Mittel (Antipruriginosa) ... 730
19.8.4 Antiseptika und Antiphlogistika ... 731
19.8.5 Anhang: Nelkenöl und Eugenol in der konservierenden Zahnheilkunde ... 733

20 Phenolische Verbindungen ... 741

20.1 Allgemeine Einführung ... 742
20.1.1 Definition, Eigenschaften ... 742
20.1.2 Dünnschichtchromatographie (DC), Farbreaktionen ... 743
20.1.3 Biosynthetische Einordnung ... 743
20.1.4 Oxidative Kupplung von Phenolen ... 745
20.1.5 Enzymatische Bräunungsreaktionen ... 745
20.1.6 Toxikologische Eigenschaften ... 745

20.2 Phenolcarbonsäuren und Derivate ... 745
20.2.1 Freie Phenolcarbonsäuren ... 745
20.2.2 Ester mit anderen Säuren ... 750
20.2.3 An Zucker glykosidisch gebundene Phenolcarbonsäuren ... 753
20.2.4 Einfache Phenolglykoside – Bärentraubenblätter ... 754

20.3 Cumarine ... 756
20.3.1 Allgemeine Merkmale ... 756
20.3.2 Hinweise zur Analytik ... 757
20.3.3 Wirkungen ... 757
20.3.4 Lichtsensibilisierende Cumarine ... 758
20.3.5 Cumarin, Cumarindrogen ... 759
20.3.6 Ammi-visnaga-Früchte ... 762

20.4 Lignane ... 763
20.4.1 Einführung ... 763
20.4.2 Lignane als analytische Leitstoffe ... 763
20.4.3 Taigawurzel ... 764
20.4.4 Podophyllin ... 767
20.4.5 Indisches Podophyllin ... 767

20.5 Flavonoide ... 768
20.5.1 Geschichtliche Einleitung ... 768
20.5.2 Bauprinzip, Einteilung ... 769
20.5.3 Chalkone ... 769
20.5.4 Flavanone ... 771
20.5.5 Flavone und Flavonole ... 771
20.5.6 Anthocyane ... 775
20.5.7 Proanthocyanidine ... 776
20.5.8 Wirkungen der Flavonoide ... 777
20.5.9 Bioverfügbarkeit, Metabolismus und Pharmakokinetik ... 780
20.5.10 Flavonoiddrogen ... 783

20.6 Kava-Kava ... 804

20.7 Cannabinoide ... 805

20.8 Gerbstoffe ... 810
20.8.1 Catechingerbstoffe (kondensierte Proanthocyanidine) ... 810
20.8.2 Hydrolysierbare Gerbstoffe (Gallotannine) ... 812

20.8.3 Anwendung der Gerbstoffdrogen und Wirkungen der Gerbstoffe ... 813
20.8.4 Bioverfügbarkeit und Toxikologie von Gerbstoffen ... 813
20.8.5 Gerbstoffdrogen und Reinstoffe ... 815

20.9 Anthranoide ... 823
20.9.1 Einleitung, Begriffe ... 823
20.9.2 Chemie ... 823
20.9.3 Metabolismus und Pharmakokinetik ... 826
20.9.4 Wirkweise ... 827
20.9.5 Anwendung, Risiken und unerwünschte Wirkungen ... 828
20.9.6 Faulbaumrinde ... 830
20.9.7 Kreuzdornbeeren ... 831
20.9.8 Sennesblätter und Sennesfrüchte ... 832
20.9.9 Aloe ... 833
20.9.10 Cascararinde ... 836
20.9.11 Rhabarberwurzel ... 837

20.10 Johanniskraut ... 838
20.10.1 Johanniskrautöl, Johannisöl ... 846

21 Alkaloide ... 859

21.1 Allgemeines ... 860
21.1.1 Begriffsbestimmung ... 860
21.1.2 Grundprinzipien der Biosynthese ... 861
21.1.3 Vorkommen von Alkaloiden ... 863
21.1.4 Biosynthese und Stoffwechselphysiologie ... 864
21.1.5 Ökologische Aspekte ... 866
21.1.6 Pharmazeutische Aspekte ... 867
21.1.7 Präparative und analytische Aspekte ... 867

21.2 Alkaloide mit Phenylalanin, Tyrosin oder DOPA als biosynthetischem Ursprung ... 871
21.2.1 Benzylisochinolinalkaloide ... 871
21.2.2 Phenylethylisochinolinalkaloide ... 883
21.2.3 Alkaloide der Amaryllidaceae, Galanthamin ... 886
21.2.4 Iridoide Isochinolinalkaloide ... 887
21.2.5 Ephedrin und verwandte Alkaloide ... 889
21.2.6 Meskalin ... 892
21.2.7 Capsaicinoide ... 893

21.3 Alkaloide mit Tryptophan als biosynthetischem Ursprung ... 896
21.3.1 Einfache β-Carbolinalkaloide ... 897
21.3.2 Trizyklische Indolinalkaloide ... 897
21.3.3 Iridoide Indolalkaloide ... 898
21.3.4 Einfache Indolalkaloide ... 911
21.3.5 Mutterkornalkaloide ... 911

21.4 Alkaloide mit L-Ornithin als biosynthetischem Ursprung ... 918
21.4.1 Pyrrolizidinalkaloide ... 919
21.4.2 Tropanalkaloide ... 924

21.5 Alkaloide mit Lysin als biosynthetischem Ursprung ... 935
21.5.1 Chinolizidinalkaloide ... 935
21.5.2 Piperidinalkaloide ... 937

21.6 Alkaloide mit Asparaginsäure als biosynthetischem Ursprung ... 940

21.7 Alkaloide mit gemischtem biosynthetischem Ursprung (Purinalkaloide) 942
21.7.1 Purine im Primär- und Sekundärstoffwechsel ... 942
21.7.2 Vorkommen von Purinalkaloiden ... 944
21.7.3 Biosynthese von Purinalkaloiden ... 944
21.7.4 Arzneibücher und Analytik ... 946
21.7.5 Pharmakologie und therapeutische Anwendung ... 946
21.7.6 Purinalkaloide als Genussmittel ... 947

21.8 Alkaloide mit biosynthetischer Verwandtschaft zur Aminosäure Histidin 957

21.9 Isoprenoide Alkaloide ... 958
21.9.1 Paclitaxel und Derivate ... 958
21.9.2 Aconitin und Pseudoaconitin ... 959
21.9.3 Steroidalkaloide ... 961

TEIL E ANHANG

System der Spermatophyta ... 971
Sachregister ... 980
Die Herausgeber ... 1013

Abkürzungsverzeichnis

Das Abkürzungsverzeichnis enthält allgemeine, medizinische und molekularbiologische Abkürzungen sowie Abkürzungen analytischer Methoden. Abkürzungen von Substanznamen sind nur in Ausnahmefällen aufgeführt.

A

α_D^{20}	Optische Drehung, 20 °C, D-Linie
^{14}C	radioaktives Kohlenstoffisotop
A	als Suffix hinter Symbolen für Zucker: Abkürzung für Säure (engl. acid), z. B. GlcA = Glucuronsäure; auch für Absorption, Amyloid
AA	ascorbic acid, Ascorbat; auch für Arachidonsäure und Artemisininaldehyd
AACC	American Association of Cereal Chemists
AACT	Acetoacetyl-CoA-thiolase
AAS	atomic absorption spectrometry, Atomabsorptionsspektrometrie
ABC	ATP-binding cassette, Arzneimitteltransporter
Ac	Acetyl
AC	Adenylatcyclase
ACE	angiotensin converting enzyme, Angiotensinkonversionsenzym
Ace	Acerinsäure
AChE (s. auch CHE)	Acetylcholinesterase
Ac-MVA-Weg (s. auch MEV)	klassischer Acetat-Mevalonat-Biosyntheseweg (von acetyl mevalonic acid)
ACP	acyl carrier protein, Acylcarrierprotein
ACT	artemisinin combination therapy
ACTH	adrenokortikotropes Hormon
ADAS	Alzheimer's disease assessment scale
ADI (s. auch TDI)	acceptable daily intake, duldbare tägliche Aufnahmemenge
ADP(G/R)	Adenosindiphosphat (-glucose/-ribose)
AGP	Arabinogalactan-Protein
AhR	Arylkohlenwasserstoff
AIDS	acquired immunodeficiency syndrome, erworbenes Immundefekt-, Immunmangel- oder Immunschwächesyndrom
AK	Algen aus Aquakultur
ALD	Adrenoleukodystrophie
ALE	artichoke leaf extract
ALT	Alanin-Aminotransferase
AMD	altersbedingte Makuladegeneration
AMG	Arzneimittelgesetz
AMP	Adenosin-5'-monophosphat
ANM	Amylum non mucilaginosum
AP	alkalische Phosphatase
AP-1	activator protein 1, Aktivator-Protein-1, Transkriptionsfaktor
Apaf-1	apoptotic protease activating factor 1
APC, APZ	antigen presenting cells, Antigen präsentierende Zellen
APCI	atmospheric pressure chemical ionization
Api	Apiose
APP	amyloid precursor protein
AR	Adenosinrezeptoren; auch für Androgen
Ara	Arabinose
ARE	antioxidant response element
AREDS	age related eye disease study
Arg	Arginin
ASE	accelerated solvent extraction
Asn	Asparagin
Asp	Asparaginsäure
ASS	Acetylsalicylsäure
AST	Aspartat-Aminotransferase
ATBC	α-tocopherol-β-carotene cancer prevention study
ATCC	American Type Culture Collection
ATP	Adenosintriphosphat
ATPase	Adenosintriphosphatase
AUC	area under the plasma concentration time curve, Fläche unter der Plasmakonzentrationszeitkurve
AZM	Auszugsmittel

B

Bad, Bak, Bax, Bid, Bim	proapoptotische Proteine der Bcl-2-Familie
BAH	Bundesverband der Arzneimittel-Hersteller e. V.
BAN	British approved name
Baz, BAnz	Bundesanzeiger, herausgegeben vom Bundesminister für Justiz
BBE	Berberinbrückenenzym
Bcl-2, Bcl-xL	antiapoptotische Proteine der Bcl-2-Familie
BfArM	Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte
BfR	Bundesministerium für Risikobewertung
BP	British Pharmacopoeia, Her Majesty's Stationary Office, London
BPH	benigne Prostatahyperplasie (syn. Prostatahypertrophie)
BRD	Bundesrepublik Deutschland
BRS	biologische Referenzsubstanz (Ph. Eur.)
Bq	Becquerel; SI-Einheit der Radioaktivität
Bz	Benzoyl

C

°C	(Grad) Celsius; Maßeinheit für Temperatur
C5a	Komplementfaktor
Caff	(*E*)-Caffeoyl
CAM	Crassulacean acid metabolism, CAM-Pflanzen; auch für cell adhesion molecules, Zelladhäsionsmoleküle
CARET	β-Carotene and Retinol Efficacy Trial
CB	Cannabinoidrezeptoren

CBG	cystolische β-Glucosidase
CCL	non-randomised controlled clinical trial, nicht-randomisierte kontrollierte klinische Studie
CDK, cdks	cyclin dependent kinases, cyclinabhängige Proteinkinasen
CDP	Cytidindiphosphat
CE	capillary electrophoresis, Kapillarelektrophorese
c-fos, c-Fos	Proonkogen, Transkriptionsfaktor
CGI	clinical global impression scale, Nutzen-Risiko-Bewertung der Behandlung mentaler Beeinträchtigungen
CGC	capillary gas chromatography
CGTase	Cyclodextringlykosyltransferase
CHD	coronary heart disease
CHE (s. auch AChE)	Cholinesterase
CHI	Chalkonflavanonisomerase
CHMP (s. auch CPMP)	Commitee for Medicinal Products for Human Use, heutige Bezeichnung des wissenschaftlichen Beirates der Europäischen Arzneimittelbehörde
CHS	Chalkonsynthase; auch für contact hypersensivity
Ci	Curie, wird heute in Bq angegeben
CI	chemische Ionisation
Cinn	(*E*)-Cinnamoyl
c-jun, c-Jun	Proonkogen, Transkriptionsfaktor
CLA	conjugated linolic acids, konjugierte Fettsäuren
C_{max}	maximaler Plasmaspiegel
CMK	CDP-Me-Kinase
CMP	Cytidinmonophosphat
CMR	cold and menthol sensitive receptor
CMS	CDP-Me-Synthase; auch für Carboxymethylstärke
c-myc	Proonkogen, Transkriptionsfaktor
COC	von cocoa, Kakaogetränk
cpm	counts per minute, Impulse pro Minute
CPMP (s. auch CHMP)	Committee for Proprietary Medicinal Products, frühere Bezeichnung des wissenschaftlichen Beirates der Europäischen Arzneimittelbehörde
CoA-SH	Coenzym A
COPD	chronic obstructive pulmonary disease, chronisch obstructive Lungenerkrankung
COSY	correlated spectroscopy
CoV	Coronarviren
COX	Cyclooxygenase
Cox	Arthrose der Hüfte
CPR	NADPH-Cytochrom P450-Oxidoreduktase
CRF	corticotropin releasing factor
CRH	corticotropin releasing hormon
CRID	cytokine release inhibitory drugs, niedermolekulare Hemmstoffe von HMGB1
CRS	chemische Referenzsubstanz (Ph. Eur.)
CS	conditioned stimulus, konditionierter Reiz; auch für Carnosol
CSE	Cholesterol-Synthese-Enzym
CSI	cholesterol-saturated fat index
CT	threshold cycle
CVI	chronische venöse Insuffizienz
CYP	Cytochrom P450
Cys	Cystein
δ	chemische Verschiebung

D

d_{20}^{20}	relative Dichte
DA, Da	Dalton, Atommasseneinheit
d	Dublett; auch für Küvetten-Schichtdicke
dd	Doppeldublett
D	Kennzeichnet als Vorsatz die Konfigurationen am asymmetrischen C-Atom einer in Fischer-Projektion wiedergegebenen Verbindung
DAB	Deutsches Arzneibuch, Deutscher Apotheker Verlag, Stuttgart, Govi-Verlag, Pharmazeutischer Verlag GmbH, Eschborn
DAC	Deutscher-Arzneimittel-Codex, Bundesvereinigung Deutscher Apothekerverbände, Govi-Verlag, Pharmazeutischer Verlag GmbH, Eschborn, Deutscher Apotheker Verlag, Stuttgart
DAD	Diodenarray-Detektor
DAT	Demenz vom Alzheimertyp; auch für Dopamintransporter
DB	degree of branching
DBÄ	Doppelbindungsäquivalente
DC (s. auch TLC)	Dünnschichtchromatogramm, Dünnschichtchromatographie, dünnschichtchromatographisch
DCI	direkte chemische Ionisation
DEPT	distortionless enhancement by polarization transfer
DEV	Droge-Extrakt-Verhältnis
DFP	Druckfrequenzprodukt
DFR	Dihydroflavonolreduktase
DGE	Deutsche Gesellschaft für Ernährung
DHA	3-Desoxy-D-lyxo-heptulonsäure
DHFR	Dihydrofolatreduktase
DHPR	Dihydropyridinrezeptor
5-DI	5-Monodeiodinase
DIC	disseminierte intravasale Gerinnung (Koagulation)
Dig (s. auch Dox)	Digitoxose
DIN	Deutsches Institut für Normung
Di-OH-Bz	Protocatechuoyl
dl	Deziliter
DLC	digitalis-like compounds
DMAPP	Dimethylallyldiphosphat
DNA, DNS	Desoxyribonukleinsäure
DOPA	3,4-Dihydroxyphenylalanin
DOX	1-Desoxy-D-xylulose
Dox (s. auch Dig)	Digitoxose
DOZ	Desoxyzucker
DP	degree of polymerisation, Polymerisationsgrad

DPP	differential pulse polarography
DQF	double quantum filtered
DS	degree of sulfatation, Sulfatierungsgrad; auch für durchschnittlicher Substitutionsgrad
DSM	diagnostic and statistical manual of mental disorders, American Psychiatric Association
Dte	Digitalose
DXP/MEP-Weg (auch MEP)	Nicht-Mevalonat-Biosyntheseweg (von 1-Desoxy-D-xylulose-5-phosphat/2C-Methylerythritol-4-phosphat)
DXR	DXP-Reduktoisomerase
DXS	DXP-Synthase

E

E	Symbol zur Festlegung von Substituenten zu einer Doppelbindung
EBV	Epstein-Barr-Virus
EC	Enzyme Commission; auch für Enzymkodex; auch für enterochromaffine Zellen
ECF	eosinophil chemotactic factor, Eosinophilen-chemotaktischer Faktor
ECIS	electric cell substrate impedance sensing
ECP	eosinophil cationic protein, eosinophiles kationisches Protein
ED_{50}	effective dose, Effektivdosis. Die statistisch ermittelte Menge einer Substanz, die nach Verabreichung in der vorgeschriebenen Weise bei der Hälfte der Versuchstiere eine bestimmte Wirkung hervorruft
EDQM	European Directorate for the Quality of Medicine
EFSA	European Food Safety Authority, Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit
EG	Europäische Gemeinschaft, frühere Bezeichnung der EU
EGCG	Epigallocatechin-3-*O*-gallat
EGF(R)	epidermal growth factor (receptor)
Egr-1	early growth response-1, Transkriptionsfaktor
EI	Elektronenstoß-Ionisation
ELLA	enzyme-linked lectin-binding assay
ELISA	enzyme-linked immunosorbent assay
EMA (s. auch EMEA)	European Medicines Agency, heutige Bezeichnung der Europäischen Arzneimittelagentur (mit Sitz in London)
EMEA (s. auch EMA)	European Medicines Evaluation Agency, frühere Bezeichnung der Europäischen Zulassungsbehörde
EMS	eosinophiles Myalgiesyndrom
EPL	essenzielle Phospholipide
EPSP	Enolpyruvylshikimisäure-3-phosphat
EPX	eosinophiles Protein X
ER	endoplasmatisches Retikulum; auch für Estrogen-Rezeptor
ERK	extracellular signal-regulated kinase
ESCOP	European Scientific Cooperation of Phytotherapy
ESI	Elektrospray-Ionisation
ESR	Elektronenspinresonanz-Spektrometrie
Extr.	Extractum, Extrakt
Extr. fl.	Extractum fluidum, Flüssigextrakt
EU	Europäische Union
EudraCT	European Union Drug Regulating Authorities Clinical Trials
EWR	Europäischer Wirtschaftsraum

F

f	als Suffix: Furanose
FAB	fast atom bombardment
FACS	fluorescence activated cell sorting, fluoreszenzaktivierte Zellanalyse
FAD	Flavin-adenin-dinukleotid
FADD	fas-associated death domain
FAO	Food and Argriculture Organization of the United Nationes
FCPC	fast centrifugal partition chromatography
FDA	Food and Drug Administration
FHT, F3H	Flavanon 3β-Hydroxylase
FIP	Fédération International pharmaceutique, International Pharmaceutical Federation
FKS	fötales Kälberserum
Fl	Flavonoide
FLS	Flavonolsynthase
fMLP	Formyl-methionyl-leucyl-phenylalanin
FNS, FS	Flavonsynthase; FS auch für Fettsäure
FPP	Farnesyldiphosphat
Fru	Fructose
Fuc	Fucose

G

g	Gramm
GA	glycyrrhetic acid, Glycyrrhetinsäure; auch gibberellinic acids, Gibberelline und gallic acid, Gallussäure
GÄ	Glucoseäquivalent
GABA	γ-Aminobuttersäure
GACP	good agricultural and collection practice
Gal	Galactose
GAP	good agricultural practice
GC (s. auch GLC)	Gaschromatogramm, Gaschromatographie, gaschromatographisch
GCP	good clinical practice
GDP	Guanosindiphosphat
GERRI	geriatric evaluation by relative's rating instrument
GGPP	Geranylgeranyldiphosphat
GLC	gas liquid chromatography
Glc	Glucose
Glc-6-P	Glucose-6-phosphat
Glc-6-PDG	Glucose-6-phosphat-Dehydrogenase
Gln	Glutamin
Glu	Glutaminsäure; in einzelnen Kapiteln für Glucuronsäure
Gly	Glycin

GM-CSF (GMCSF)	granulocyte macrophage colony stimulating factor, Zytokin
GMP	good manufacturing practice, WHO-Richtlinien; auch für Guanosin-5'-monophosphat
GnRH	Gondadotropin-Releasing-Hormon
Gon	Kniearthrose
GPCR	G-Protein gekoppelte Rezeptoren
GPT	Glutamattransaminase
GPP	Geranyldiphosphat
GRAS	generally recognized as safe
GSE	grape seed extract, Weinbeerensamenextrakt
GSH	reduziertes Glutathion
GSSG	oxidiertes Glutathion
GTP	Guanosintriphosphat
Gul	Gulose
GZ	Glycyrrhizinsäure

H

h	Stunde
HAB	Homöopathisches Arzneibuch, Deutscher Apotheker Verlag, Stuttgart, Govi-Verlag, Frankfurt/Main
HALT	herbal alternatives for menopause trial
HAMA	Hamilton anxiety scale. Hamilton Angst-Skala, Bewertung von Angstzuständen
HAMD	Hamilton rating scale for depression, Hamilton Depressions-Skala, Bewertung von Depressionen
HAV, HBV, HCV	Hepatitis Virus A, B, C
HC	heparin cofactor
HCA	high content analysis, High Content Analyse
HDL	high density lipoproteins, Lipoproteine hoher Dichte
HDS	HMBPP-Synthase
HER-2	HER-2 Neuonkogen
HERB CHF-Studie	hawthorn extract randomized blinded chronic heart failure study
HET-CAM	hen's egg chorioallantoic membrane test, Hühnerei-Test an der Chorion Allantois Membran
HETE	Hydroxyeicosatetraensäure
H. I.	hämolytischer Index
HiFSA	^{1}H iterative full spin analysis
His	Histidin
HIV	human immunodeficiency virus, humanes Immundefizienzvirus
HLE	humane Leukozytenelastase
HMBC	heteronuclear multiple bond correlation
HMBPP	Hydroxymethylbutenyl-4-diphosphat
HMG-CoA	Hydroxymethylglutaryl-CoA
HMGB1	high mobility group box protein 1
HMGR	HMG-CoA-Reduktase
HMGS	HMG-CoA-Synthase
HMP	herbal medicinal products
HMPC	Committee on Herbal Medicinal Products
HO-Bz	*p*-Hydroxybenzoyl
HPA	hypothalamic-pituitary-adrenal, Hypothalamus-Hypophyse-Nebennierenrinde
HPETE	Hydroxyperoxyeicosatetraensäure
HPLC	high performance liquid chromatography, Hochleistungsflüssigkeitschromatographie
HPTLC	high performance thin layer chromatography, Hochleistungsdünnschichtchromatographie
HRS	Referenzsubstanz für pflanzliche Drogen (Ph. Eur.)
HR	high resolution
HRT	hormone replacement therapy
HS	Harpagosid
HSCCC	high-speed countercurrent chromatography
Hsp	Hitzeschock-Proteine
HSQC	heteronuclear single quantum coherence
HS-SPME	headspace solid-phase microextraction
HSV	Herpes-simplex-Virus
5-HT	5-Hydroxytryptamin (Serotonin)
HVL	Hypophysenvorderlappen
HWZ	Halbwertszeit

I

IBS	irritable bowel syndrom, Reizdarmsyndrom
IC_{50}	inhibitory concentration. Die statistisch ermittelte Konzentration einer Substanz, die eine Hemmung von 50 % verursacht
ICAM-1	intercellular adhesion molecule 1, interzelluläres Ädhäsionsmolekül 1
ICBN	Internationaler Code der botanischen Nomenklatur; seit 2012 Internationaler Code für Algen, Pilze und Pflanzen (ICN)
ICN	Internationaler Code für Algen, Pilze und Pflanzen
ICD	international classification of diseases, WHO
ICH	International Conference on Harmonisation of Technical Requirements for Registration of Pharmaceuticals for Human Use, Internationale Harmonisierungskonferenz, EU, Japan, USA
ID	Säuleninnendurchmesser
IDS	IPP/DMAPP-Synthase
I. E.	Internationale Einheit
IEC	ion exchange chromatography, Ionenaustauschchromatographie
IEP	Isoelektrischer Punkt
IFN	Interferon
Ig	Immunglobulin
IκB	Inhibitor von NF-κB
IKK	IκB-Kinasekomplex
IL	Interleukin
Ile	Isoleucin
i. m.	intramuskulär
IMP	Inosin-5'-monophosphat
INADEQUATE	incredible natural abundance double quantum transfer experiment

INN	international nonproprietary name, internationaler Freiname
INR	international normalized ratio, Einheit zur Messung der Blutgerinnung
i. p.	intraperitoneal
IPP	Isopentenyldiphosphat
IPSP	inhibitorisches postsynaptisches Potential
IQWiG	Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen
IR	Infrarot
IRMS	isotope ratio mass spectrometry, Isotopenverhältnisspektrometrie
ISF	Isoflavonsynthase
ISO	International Standard Organization
ISSFAL	International Society for the Study of Fatty Acids
itol	als Suffix für Zuckeralkohole
IUPAC	International Union of Pure and Applied Chemistry
i. v.	intravenös
IZ	Iodzahl

J

J	Kopplungskonstante
Jak	Januskinase
Jh	Jahrhundert
JNK	c-jun N-terminal kinase
JP	Japanische Pharmakopöe

K

KAMEL	Demonstrationsprojekt Verbesserung der internationalen Wettbewerbsposition des deutschen Arznei- und Gewürzpflanzenanbaus am Beispiel der züchterischen und anbautechnologischen Optimierung von Kamille, Melisse und Baldrian
Kap.	Kapitel
KBE	koloniebildende Einheiten
kcal	Kilokalorie, heute Kilojoule, siehe kJ
kDA, kDa	Kilodalton
KDO	3-Desoxy-D-manno-octulonsäure
KG	Körpergewicht
kGy	Kilogray
KHK	Koronare Herzerkrankung
KI	Kristallinitätsindex
kJ	Kilojoule
KSHV	Karposi sarcoma-associated herpes virus, Karposi-Sarkom assoziiertes Herpes Virus
Kt	Karat
KUVA	Therapie mit Khellin (K) plus langwelligem ultraviolettem Licht (UVA)

L

L	Kennzeichnet als Vorsatz die Konfiguration am asymmetrischen C-Atom einer in Fischer-Projektion wiedergegebenen Verbindung
l	Liter
λ	Wellenlänge
LAL	Limulusamöbenlysat
LAR	Leukoanthocyanidinreduktase
LBR	Liebermann-Burchard-Reaktion
LC	liquid chromatography, Flüssigkeitschromatographie; auch für Langerhans cells, Langerhans-Zellen
LCPUFA	long chain polyunsaturated fatty acids
LD_{50}	lethal dose, mittlere letale Dosis. Die statistisch ermittelte Menge einer Substanz, die nach Verabreichung in der vorgeschriebenen Weise den Tod der Hälfte der Versuchstiere innerhalb einer bestimmten Zeit herbeiführt
LDH	Lactatdehydrogenase
LDL	low density lipoproteins, Lipoproteine niedriger Dichte
LDOX	Leukanthocyanidindioxogenase
LDPP	Labdadienyldiphosphat
LFGB	Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch
LH	luteinizing hormone, luteinierendes Hormon
LMBG	Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz
LOX	Lipoxygenase
LPH	Lactase-Phlorizinhydrolase
LPS	Lipopolysaccharide
LSA	Lysergsäureamid
LSD	Lysergsäurediethylamid
LSH	Lyergsäurehydroxyethylamid
LT	Leukotrien
LVEF	linksventrikuläre Auswurffraktion (E von ejection)
Lys	Lysin

M

m	*meta*
μ	Symbol für das Präfix Mikro (10^{-6})
MAC,	membrane attack complex, membranangreifender
MAK	Komplementkomplex; MAC auch für macrophage antigen
MAGL	Monoacylglycerollipase
MALDI	matrix-assisted laser chemical ionization
MAO	Monoaminooxidase
Man	Mannose
MAPK	mitogen-activated protein kinase, mitogen-aktivierte Proteinkinase
mbar	Millibar
MCI	mild cognitive impairment, leichte kognitive Beeinträchtigung
MCS	multiple chemical sensitivity; auch Me-cPP-Synthase
MDHA	Monodehydroascorbatradikal
MDR	multi-drug resistance
MEKK	Kinase des IκB-Kinasekomplexes
MEP-Weg (s. auch DXP/MEP)	2-Methylerythritolphosphat-Weg

meso	Präfix zur Kennzeichnung organischer Verbindungen mit symmetrischer Molekülform und kompensierten Asymmetriezentren, d. h. optisch inaktive Moleküle
MEV-Weg (s. auch Ac-MVA)	klassischer Acetat-Mevalonat-Biosyntheseweg
MG (s. auch M_r)	Molekulargewicht, frühere Bezeichnung der relativen Molekülmasse M_r
MGDG	Monogalactosyldiacylglycerol
MHC	major histocompatibility complex, Haupthistokompatibilitätskomplex; auch für MHC-Antigene
MHRA	Medicine and Healthcare Products Regulatory Agency, britische Gesundheitsbehörde
min	Minute
m/m	Masse in Masse, Konzentrationsangabe
mm	Millimeter
MMP	matrix metalloproteinase, Matrix-Metalloproteinase
MPa	Megapascal
MPLC	medium pressure liquid chromatography, Mitteldruckflüssigkeitschromatographie
MPO	Myeloperoxidasesystem; auch für Methylputrescinoxidase
M_r	relative Molekülmasse
MRL	maximum residue limit
MRS	menopause rating scale
MRT	Magnetresonanztomographie; auch für mittlere Verweildauer
MS	Massenspektrum, Massenspektrometrie; auch für multiple Sklerose
MT	Mikrotubulus
MTOC	microtubule organizing center, Mikrotubuli-organisierendes Zentrum
m/V	Masse in Volumen, Konzentrationsangabe
MVA	mevalonic acid, Mevalonsäure
MVK	Mevalonat-Kinase

N

n_D^{20}	Brechungsindex
N	als Suffix für Aminozucker (z. B. Glc*N* = Glucosamin)
*N*Ac	als Suffix für acetylierte Aminozucker (z. B. Gal*N*Ac = *N*-Acetyl-Galactosamin)
NAD	Nicotinamid-adenin-dinukleotid
NAD-H, NADH	Nicotinamid-adenin-dinukleotid (reduzierte Form)
NADP	Nicotinamid-adenin-dinukleotidphosphat
NADP-H, NADPH	Nicotinamid-adenin-dinukleotid-phosphat (reduzierte Form)
NAT	*N*-Acetyltransferase
NCX1	Na^+/Ca^{2+}-Austauscher
NF-AT	nuclear factor of activated T cells, Transkriptionsfaktor
NF-κB	nuclear factor κB, Transkriptionsfaktor
Nfg	note for guidance
NEL	no effect level
NIK	NF-κB-inducing kinase, Kinase des IκB Kinasekomplexes
NIR	nahes Infrarot
NK	natürliche Killerzellen
nm	Nanometer
NMH	niedermolekulare Heparine
NMR	nuclear magnetic resonance, Kernresonanzspektroskopie, Kernmagnetische Resonanz, Kernspinresonanz
NNRTI	nichtnukleosidische Reverse-Transkriptase-Inhibitoren
NNT	number needed to treat
NO	nitric oxide, Stickstoffmonoxid
NOAEL	no observed adverse effect level
NOE	nuclear Overhauser effect, Kern-Overhauser-Effekt
NOESY	nuclear Overhauser enhancement and exchange spectroscopy
NOS (e, n, i)	nitric oxide synthase (endothelial, neuronal, inducible), NO-Synthase (endotheliale, neuronale, induzierbare)
NRF	Neues Rezeptur-Formularium
NRTI	nukleosidische Reverse-Transkriptase-Inhibitoren
NSAIDs	non steroidal anti-inflammatory drugs, nichtsteroidale Antiphlogistika
NSAR	nichtsteroidales Antirheumatikum
NSTEMI	non ST elevation myocardial infarction, Myokardinfarkt ohne ST-Streckenerhebungen
NYHA	New York Heart Association

O

o	*ortho*
OA	Osteoarthritis
ÖAB	Österreichisches Arzneibuch, Verlag der Österreichischen Staatsdruckerei, Wien
ODC	Ornithindecarboxylase
OHZ	Hydroxylzahl
OPC	oligomere Proanthocyanidine
OPLC	over pressure layer chromatography, Überdruckschichtchromatographie
Orn	Ornithin
OTC	over the counter

P

p	als Präfix: *para*, als Suffix: Pyranoseform
PA	Pyrrolizidinalkaloide; auch für Proanthocyanidine verwendet
PAF	platelet activating factor, Plättchenaktivierender Faktor
PAL	Phenylalanin Ammonium-Lyase, Phenylalanin-Ammoniak-Lyase
pAVK	periphere arterielle Verschlusskrankheit
PARP	Poly(ADP-ribose)polymerase, Caspase-Substrat

PC	Papierchromatographie; auch für Phosphatidylcholin
PCR	polymerase chain reaction, Polymerase-Kettenreaktion
p-Cum	*p*-(*E*)-Cumaroyl
PEP	Phosphoenolpyruvat
PET	positron emission tomography, Positronenemissionstomographie; auch für Petasites-Blattextrakt Ze 339
PFE	pressurized fluid extraction
PI3K	Phosphatidylinositol-3-kinase
PG	Prostaglandine
PGES	Prostaglandin-E_2-Synthase
PGHS	Prostaglandin-H_2-Synthase
P-GP	P-Glykoprotein
pH	negativer dekadischer Logarithmus der Wasserstoffionenkonzentration
Phe	Phenylalanin
Ph. Eur.	European Pharmacopoeia, Council of Europe, Strasbourg (englische Originalausgabe) bzw. Europäische Pharmakopöe, Deutsche/Schweizer Ausgabe, Deutscher Apotheker Verlag, Stuttgart. Mit wenigen Ausnahmen ist die 8. Ausgabe (Grundwerk 2014; online.pheur.org/EN/entry.htm) zitiert
Ph. Helv.	Pharmacopoea Helvetica, Eidgenössische Drucksachen- und Materialzentrale, Bern
PK	Proteinkinase
PL	Phospholipase; auch für Phospholipide
PMA	phorbol myristate acetate
PMD	Phosphomevalonat-Decarboxylase
PMK	Phosphomevalonat-Kinase
PMS	prämenstruelles Syndrom
p. o.	per os, peroral
POMS	profile of mood scale, Selbstbeurteilungsskala zur Erfassung wechselnder Stimmungszustände
PONV	postoperative nausea and vomiting, Erbrechen in der postoperativen Phase
POZ	Peroxidzahl
PPC	polymere Proanthocyanidine
PPD	Protopanaxadiol
ppm	parts per million
PPT	Protopanaxatriol
PR	Progesteron
PRAC	pharmacovigilance risk assessment committee, Ausschuss für Risikobewertung im Bereich der Pharmakovigilanz
Pro	Prolin
PS	Phytosterole; auch für Polysaccharide verwendet
PSE	Phytosterol-/Stanolester; auch für pressurized solvent extraction
PTK	Proteintyrosinkinase
PUVA	Therapie mit Psoralen (P) plus langwelligem ultravioletten Licht (UVA)
PXR	Pregnan-X-Rezeptor

R

R	Symbol für einen unbestimmten organischen Rest
R	Symbol zur Festlegung der absoluten Konfiguration
rac.	Racemisch, Racemat, Enantiomerengemisch
RAGE	receptor for advanced glycation end products
RAR	retinoic acid receptor, Retinoidrezeptor
RER	raues endoplasmatisches Retikulum
RCT	randomised controlled clinical trial, randomisierte placebokontrollierte Doppelblindstudie
R_f	retention factor, R_f-Wert. In der Chromatographie der Quotient aus Laufstrecke der Substanz zur Laufstrecke der mobilen Phase
Rha	Rhamnose
RHmV	Rückstandshöchstmengen-Verordnung
RIA	radioimmunosorbent assay, zur Immunoisotopendiagnostik
Rib	Ribose
RIP	ribosomeninaktivierendes Protein
RNA	Ribonukleinsäure
RNS	reactive nitrogen species, reaktive Stickstoffspezies
rRNS	ribosomale Ribonukleinsäure
ROESY	rotating frame nuclear Overhauser effect spectroscopy
ROS	reactive oxygen species, reaktive Sauerstoffspezies
RP	reversed phase
RS	resistente Stärke
R_{st}	In der Chromatographie der Quotient aus Laufstrecke der Substanz zur Laufstrecke einer Referenzsubstanz
RT	reverse transcriptase, reverse Transkriptase
RT-PCR	reverse Transkriptase-PCR
Rul	Ribulose
RXR	retinoid X receptor, Retinoidrezeptor
RyR2	Ryanodinrezeptor

S

S	Symbol zur Festlegung der absoluten Konfiguration
s	Sekunde
SAM	*S*-Adenosylmethionin
SAR	structure-activity relationship
SARS	severe acute respiratory syndrome, schweres akutes Atemwegssyndrom
SC	Säulenchromatographie
s. c.	subkutan
SCP	single cell protein
Ser	Serin
SERCA	sarco-endoplasmatic reticulum Ca^{2+}-ATPase
SFE	supercritical fluid extraction
SGLT-1	sodium glucose transporter 1, natriumabhängiger Glucosetransporter-1
SH	Sulfhydrylgruppe
SIRA	stable isotope ratio analysis

s. l.	sensu latiore, im weiten oder weiteren Sinn. In der Taxonomie so viel wie Sammelart
SL	Sesquiterpenlacton; auch für Sulfolipid
SLN	solid lipid nanoparticles, Solid-Lipid Nanopartikel
SMase	Sphingomyelinase
SNIF	site specific natural isotope fractionation
SOD	Superoxiddismutase
SRC	semi-refined carrageenan
SRS	slow reactive substance
SSRI	selective serotonin reuptake inhibitors, selektive Serotoninwiederaufnahmehemmer
SSSW	Sessel-Sessel-Sessel-Wanne
STAT	signal transducer and activator of transcription
SWSW	Sessel-Wanne-Sessel-Wanne
SZ	Säurezahl

T

$t_{1/2}$	Eliminationshalbwertszeit
TAS2R	Taste 2 receptor
TCM	traditionelle chinesische Medizin
TD	Tagesdosis
TDI (s. auch ADI)	tolerable daily intake, tolerierbare tägliche Aufnahmemenge
TECA	titrated extract von *Centella asiatica*
TEER	transepithelial electrical resistance, transepithelialer elektrischer Widerstand
TF	Transferfaktor
TH	T-Helferzellen
THC	Tetrahydrocannabinol
THF	Tetrahydrofolsäure
TLC	thin layer chromatography
TLR	Toll-like receptor
Thr	Threonin
Tinct.	Tinctura, Tinktur
t_{max}, T_{max}	Zeit bis zum Erreichen von C_{max}
TMS	Tetramethylsilan
TNF	tumor necrosis factor, Tumor-Nekrose-Faktor
TOCSY	total correlation spectroscopy
TPA	12-*O*-Tetradecanoylphorbol-13-Acetat
TR I	tropinbildende Tropinonreduktase
TR II	pseudotropinbildende Tropinonreduktase
tRNA	transfer-RNA
TRP	transient receptor potential
Trp (s. auch Try)	Tryptophan
TSH	thyroid-stimulating hormone, Thyreoidea (Thyroidea)-stimulierendes Hormon
TSP	Thermospray
Try (s. auch Trp)	Tryptophan
TÜV	privatrechtliche Prüfstellen
TX	Thromboxan
Tyr	Tyrosin

U

UDP(G)	Uridindiphosphat (-glucose)
UNODC	United Nations Office on Drugs and Crime
UpM	Umdrehung pro Minute
USP	The United States Pharmacopeia, The United States Pharmacopeial Convention, Inc. Rockville, MD, USA
UTP	Uridintriphosphat
UV	Ultraviolett, visuell nicht mehr wahrnehmbares Licht
UV 254 (365) nm	ultraviolettes Licht bei einer Wellenlänge von 254 (365) nm
UV/VIS	Ultraviolett/visuell

V

Van	Vanilloyl
VAS	visuelle Analogskala
VEGF(R)	vascular endothelial cell growth factor (receptor), vaskularer endothelialer Wachstumsfaktor (-rezeptor)
VIP	Vasoaktives intestinales Polypeptid
VLC	vacuum liquid chromatography, Vakuum-Flüssigkeitschromatographie
V/V, v/v	Volumen in Volumen, Konzentrationsangabe
var.	Varietät
VIS	visuell
VR	Vanilloidrezeptor
VZ	Verseifungszahl

W

WHO	World Health Organization, Weltgesundheitsorganisation
WOMAC-Index	Western Ontario Mac Master University-Index (Osteoarthritis-Index; Schmerzskala)
WRE	Weidenrindenextrakt

X

XGA	Xylogalacturonane
XMP	Xanthosin-5'-monophosphat
Xyl	Xylose

Z

Z	Symbol zur Festlegung von Substituenten an einer Doppelbindung
ZNS	Zentralnervensystem
ZZR	Zlatkis-Zak-Reaktion

Teil A
Phytochemische Grundlagen

1 Prinzipien der Biosynthese pflanzlicher Naturstoffe 3

2 Analytik, Screening- und moderne Bioassay-Methoden für Pflanzenextrakte 32

3 Akkumulation von Sekundärstoffen und ihre quantitative und qualitative Variabilität 80

A

1 Prinzipien der Biosynthese pflanzlicher Naturstoffe

Wolfgang Kreis, Ulrich Matern

1.1 Ana-, Kata- und Amphibolismus ... 3

1.2 Grundstoffwechsel und spezieller Stoffwechsel ... 4

1.3 Zusammenhang zwischen Grundstoffwechsel und speziellem Stoffwechsel ... 6

1.4 Grundlegende Methoden zur Aufklärung von Biosynthesewegen ... 15

1.4.1 Tracer- oder Isotopentechnik ... 15

1.4.2 Die Bedeutung stabiler Isotope beim Nachweis von Biosyntheseprodukten ... 17

1.4.3 Enzymatische Methoden ... 22

1.4.4 Genetische und molekulargenetische Methoden ... 26

Pflanzen und Mikroorganismen produzieren eine zunächst unüberschaubar anmutende Vielfalt von Naturstoffen, deren Bedeutung für die Produzenten selbst nicht offensichtlich ist, da diese Verbindungen für einen funktionierenden Zellstoffwechsel sowie Zellwachstum und -teilung nicht notwendig sind. Man fasst diese Metaboliten, zu denen auch die Mehrzahl der pharmazeutisch genutzten Pflanzenstoffe zählt, als niedermolekulare Naturstoffe (syn. Sekundärmetaboliten) zusammen und stellt sie den ubiquitär vorkommenden Produkten des Grundstoffwechsels, wie z. B. Aminosäuren, Zuckern, Nukleotiden, Vitaminen und Fettsäuren, gegenüber.

Während die Biosynthesewege des Grundstoffwechsels, die zu den Bausteinen der Proteine, Nukleinsäuren, Kohlenhydrate und Fette führen, in fast allen Organismen vorhanden und in sehr ähnlicher Weise ausgebildet sind, bleiben bestimmte Wege des speziellen Stoffwechsels häufig auf wenige Taxa beschränkt.

Alle niedermolekularen Naturstoffe lassen sich aus Bausteinen des Grundstoffwechsels herleiten. Die Grundgerüste einiger Aminosäuren findet man in den Alkaloiden wieder, Essigsäure wird über Mevalonsäure bzw. Malonsäure zur Synthese von Terpenoiden bzw. Polyketiden verwendet. Man kann die Bildung sehr vieler niedermolekularer Naturstoffe auf drei biosynthetische Prinzipien, nämlich die Isopren-, die Acetat- und die Aminosäureregel zurückführen. Mit der biosynthetischen Sichtweise lässt sich die Vielfalt der Produkte des speziellen Stoffwechsels besser ordnen und verstehen als durch die rein strukturchemische Betrachtung.

Die exakte Zuordnung eines bestimmten niedermolekularen Naturstoffes zu einer bestimmten Stoffgruppe erfordert unter Umständen die genaue Kenntnis des Biosynthesewegs. Ein wesentlicher Teilbereich der Pharmakognosie und Phytopharmazie beschäftigt sich daher mit der Erforschung von Biosynthesen tierischer, mikrobieller und insbesondere pflanzlicher Wirkstoffe. Im Vordergrund steht dabei die Identifizierung der Ausgangs- und Zwischenprodukte (Intermediate) der vollständigen Biosynthesesequenzen. Solche „Biosynthesewege", die Ausschnitte eines kompliziert verflochtenen metabolischen Netzwerks darstellen, können mit chemischen und spektroskopischen Verfahren unter Verwendung radioaktiver oder schwerer Isotope aufgeklärt werden. An solche Untersuchungen schließt sich üblicherweise die Beschreibung der Enzyme an, die die einzelnen Schritte katalysieren. Dazu werden die Enzyme gereinigt und dann biochemisch und molekular charakterisiert. Die Ermittlung von Partialsequenzen der Enzympolypeptide kann zur Klonierung der entsprechenden cDNS genutzt werden. Die Überführung von einzelnen, vollständigen cDNSn in Expressionsvektoren und die Expression der funktionalen rekombinanten Enzyme in einem heterologen System beweist letztlich die Identität des jeweiligen Enzyms. Die Expression größerer Mengen der rekombinanten Enzyme eröffnet zudem die Möglichkeit, die Reaktionsmechanismen und die räumlichen Strukturen der Enzyme zu studieren.

1.1 Ana-, Kata- und Amphibolismus

Unter Stoffwechsel oder Metabolismus versteht man die Gesamtheit der in einem lebenden Organismus ablaufenden chemischen Reaktionen und die moderne Analysetechnik erlaubt die Identifizierung nahezu aller niedermolekularer Metabolite eines Organismus, des Metaboloms. Man unterscheidet drei Stoffwechselbereiche: den Anabolismus, den Katabolismus und den Amphibolismus.