

# Ullmanns Encyklopädie der technischen Chemie

Dritte, völlig neu gestaltete Auflage

Herausgegeben von

**W. FOERST**

**14. BAND**

**Pilzinfektionen bis Ruß**

*Mit 132 Abbildungen*

# Ullmanns Encyklopädie der technischen Chemie

Dritte, völlig neu gestaltete Auflage

In Gemeinschaft mit

Prof. Dr.-Ing. S. BALKE, München - Prof. Dr. K. BERNHAUER, Stuttgart -  
Prof. Dr. B. BLASER, Düsseldorf - Dr. D. DELFS, Leverkusen - Dr. H. HAAS,  
Mannheim-Waldhof - Prof. Dr. K. HAMANN, Stuttgart - Prof. Dr. F. KIERMAYER,  
Weihenstephan/Obb. - Prof. Dr. Dr. h. c. W. KLEMM, Münster - Prof. Dr. G. NATTA,  
Mailand - Prof. Dr. med. H. OETTEL, Ludwigshafen/Rh. - Dr. H. RAAB, Lever-  
kusen - Prof. Dr.-Ing. W. REERINK, Essen - Dipl.-Ing. E. RÖMER, Darmstadt -  
Dr. E. THIELER, Langelsheim/Harz - Prof. Dr. E. WICKE, Münster - Prof. Dr.  
Dr. h. c. K. WINNACKER, Frankfurt/M.-Höchst

herausgegeben von

**DR. WILHELM FOERST**

Redaktion

**Dr. Hertha Buchholz-Meisenheimer**

**14. BAND**

**Pilzinfektionen      Ruß**

*Mit 132 Abbildungen*

URBAN & SCHWARZENBERG · MÜNCHEN · BERLIN

1 9 6 3

Alle Rechte, auch die des Nachdruckes, der photomechanischen Wiedergabe und der Übersetzung, behalten sich Urheber und Verleger vor. Es ist insbesondere nicht gestattet, ohne Genehmigung des Verlages das Buch oder Teile daraus auf photomechanischem Wege (Photokopie, Mikrokopie) zu vervielfältigen.

Printed in Austria. Druck: Christoph Reisser's Söhne, Wien V

© Urban & Schwarzenberg, München · Berlin 1963

## Stichwort-Verzeichnis

- Pilzinfektionen S. 1
- Piperazin S. 12
- Piperidin S. 13
- Platin und Platinmetalle S. 14
- Polyäther und Polyacetale S. 43
- Polyamide S. 59
- Polycarbonate S. 76
- Polyester S. 80
- Polymerisate S. 107
- Polymethinfarbstoffe S. 310
- Polyurethane S. 338
- Preßmassen S. 364
- Propanolamine S. 378
- Propargylalkohol S. 380
- Propionsäure S. 383
- Propylalkohole S. 389
- Propylenglykole S. 393
- Propylenoxyd S. 395
- Proteine S. 398
- Proteinkunststoffe S. 431
- Pulvermetallurgie S. 435
- Purine und Purinabkömmlinge S. 450
- Pyran und Pyranabkömmlinge S. 455
- Pyrazolone S. 457
- Pyridin und -derivate S. 465
- Pyrimidine S. 485
- Pyrogallol S. 489
- Pyrotechnik S. 490
- Pyrrol und -derivate S. 505
- Quarzglas und Quarzgut S. 511
- Quecksilber S. 524
- Quecksilberlegierungen S. 547
- Quecksilberverbindungen S. 549
- Radikale S. 554
- Raketentreibstoffe S. 561
- Rauchwerk S. 574
- Reaktionsmechanismen S. 582
- Reaktivfarbstoffe S. 615
- Reduktion und Hydrierung S. 630
- Reinigungs- und Pflegemittel S. 649
- Reproduktionstechnik S. 658
- Resorcin S. 681
- Rhenium und -Verbindungen S. 682
- Rhodianverbindungen S. 685
- Riechstoffe S. 690
- Ring-Kohlenstoffverbindungen  $< C_5$  und  $> C_6$   
S. 776
- Rubidium und -Verbindungen S. 789
- Ruß S. 793

## Autorenverzeichnis zum 14. Band

- Albrecht, J., Prof. Dr.,** und **Rebner, W., Dr.,** Institut der Deutschen Gesellschaft für Forschung im graphischen Gewerbe, Technische Hochschule München *Reproduktionstechnik*
- Becher, W., Dr.,** Deutsche Pyrotechnische Fabriken GmbH., Cleebronn/Württ. *Pyrotechnik*
- Benesovsky, F., Dr.-Ing.,** s. Kieffer
- Bier, G., Dr.,** und **Lehmann, G., Dr.,** Farbwerke Hoechst, AG., Frankfurt/M.-Höchst  
*Polymerisate (Niederdruckpolyäthylen nach den Ziegler-Verfahren)*
- Boardman, H., Dr.,** Hercules Powder Comp., Res. Dep., Wilmington, Delaware/USA  
*Polyäther und -acetale (Penton)*
- Bodo, G., Dr.,** Institut für Biochemie der Universität Wien *Proteine*
- Bottenbruch, L., Dr.,** Farbenfabriken Bayer AG., Werk Krefeld-Uerdingen *Polycarbonate*
- Effenberger, F., Dr.,** Institut für organische Chemie und organisch-chemische Technologie der technischen Hochschule Stuttgart *Pyrimidine*
- Eitel, K., Dr.,** Farbenfabriken Bayer AG., Werk Leverkusen  
*Rauchwerk (Färberei)*
- Endter, F., Dr.-Ing.,** Degussa, Frankfurt/Main *Rubidium und -Verbindungen; Ruß*
- Faulhaber, G., Dr.,** s. Wilhelm
- Fikentscher, H., Dr.,** Badische Anilin- & Soda-Fabrik AG., Ludwigshafen am Rhein  
*Polymerisate (Einführung)*
- Fisch, W., Dr.,** Ciba AG., Basel *Preßmassen (Epoxyharz-Preßmassen)*
- Fischer, Edgar, Dr.,** Farbwerke Hoechst AG., Frankfurt/M.-Höchst  
*Polyäther und -acetale (Polyformaldehyd)*
- Fricker, R., Dr.,** Badische Anilin- & Soda-Fabrik AG., Ludwigshafen am Rhein  
*Polymerisate des Styrols*
- Fröhlich, H. G., Dr.,** Forschungsinstitut der Hutindustrie, München-Gladbach  
*Rauchwerk*
- Griebseh, E., Dr.,** Schering AG., Zweigniederlassung Bergkamen  
*Polyamide (Polyamid-Harze)*
- Güterbock, H., Dr.,** Badische Anilin- & Soda-Fabrik AG., Ludwigshafen am Rhein  
*Polymerisate (Polyisobutylene)*
- Hail, G., Dr.,** Haarmann & Reimer GmbH., Holzminden/Weser *Riechstoffe*
- Hamann, K., Prof. Dr.,** Forschungsinstitut für Pigmente und Lacke e. V., Stuttgart  
*Polyester*
- Hermann, H. D., Dr.,** Farbwerke Hoechst, AG., Frankfurt/M.-Höchst  
*Polymerisate (Fluorhaltige Polymere)*
- Herrle, K., Dr.,** Badische Anilin- & Soda-Fabrik AG., Ludwigshafen am Rhein  
*Polymerisate chlorierter Äthylene; Polymerisate von N-Vinylactamen usw.*

- Hetherington, G., Dr., und Jack, K. H., Dr.,** Thermal Syndicate Ltd., Wallsend/England  
*Quarzglas und Quarzglas*
- Hölscher, F. Dr.,** Badische Anilin- & Soda-Fabrik AG., Ludwigshafen am Rhein  
*Polymerisate (Vinyläther-Polymerisate)*
- Hoffmann, K., Dipl.-Ing.,** Ingenieurbüro, Hannover-Buchholz  
*Quecksilber*
- Hübner, R., Dr.,** Farbwerke Hoechst AG., Frankfurt/M.-Höchst  
*Pyrazolone*
- Jack, K. H., Dr.,** s. Hetherington
- Jönck, P., Dr.,** E. Merck AG., Darmstadt  
*Quecksilberverbindungen*
- Kautter, C. T., Dr., Dr.-Ing. E. h.,** Röhm & Haas GmbH., Darmstadt  
*Polymerisate von Methacrylsäure und ihren Derivaten*
- Kieffer, R., Prof. Dr., und Benesovsky, F., Dr.-Ing.,** Metallwerk Plansee GmbH., Reutte/Tirol  
*Pulvermetallurgie (Hartmetalle, Cermets)*
- Kinkel, K. Dr.,** Badische Anilin- & Soda-Fabrik, Ludwigshafen am Rhein  
*Polymerisate (Hochdruckpolyäthylen)*
- Klemp, W., Dr.,** Steinkohlenbergbauverein Essen  
*Rhodaanverbindungen*
- Kling, W., Dr., und Wedell, H., Dr.,** Henkel & Cie., GmbH., Düsseldorf  
*Reinigungsmittel für Haushalt und gewerbliche Betriebe*
- Kutepow, N. v., Dr.-Ing.,** Badische Anilin- & Soda-Fabrik AG., Ludwigshafen am Rhein  
*Propargylalkohol; Propionsäure; Propylalkohole*
- Lau, H. H., Dr.,** Badische Anilin- & Soda-Fabrik AG., Ludwigshafen am Rhein  
*Reduktion und Hydrierung (Reduktion)*
- Lehmann, G., Dr.,** s. Bier
- Lohmann, W., Dr.,** Bakelite GmbH., Letmathe/Sauerland  
*Preßmassen*
- Meyer, Lothar, Dr.,** Intern. Galalithgesellschaft mbH., Hamburg-Harburg  
*Proteinkunststoffe*
- Morschel, H., Dr.,** Farbenfabriken Bayer AG., Werk Leverkusen  
*Polyäther und -acetale (Polytetrahydrofurane)*
- Müller, Alfred, Dr.,** Badische Anilin- & Soda-Fabrik AG., Ludwigshafen am Rhein  
*Polyamide*
- Müller, Herbert E., Dr.,** Kalle AG., Wiesbaden-Biebrich  
*Reprographie*
- Natta, G., Prof. Dr.,** Instituto di Chimica Industriale del Politecnico, Mailand/Italien  
*Polymerisate (Polypropylen; Amorphe Äthylen- $\alpha$ -Olefin-Copolymere; Isotaktisches Poly- $\alpha$ -buten)*
- Oertel, H., Dr.,** Farbenfabriken Bayer AG., Werk Leverkusen  
*Polyurethane*
- Oettel, H., Prof. Dr. med.,** Badische Anilin- & Soda-Fabrik AG., Ludwigshafen am Rhein  
*Alle toxiologischen Abschnitte*
- Otten, G., Dr.,** Farbwerke Hoechst AG., Frankfurt/M.-Höchst  
*Pyrogallol; Resorcin*
- Pachaly, H., Dr.,** Badische Anilin- & Soda-Fabrik AG., Ludwigshafen am Rhein  
*Propylenoxyd*
- Petters, W. J., Dr.,** s. Ratz

## VIII Autorenverzeichnis

- Plötz, E., Dr.-Ing.**, Badische Anilin- & Soda-Fabrik AG., Ludwigshafen am Rhein  
*Piperazin; Piperidin; Propanolamine*
- Ratz, H., Dr.**, Dynamit Nobel AG., Troisdorf/Köln, und **Petters, W. J., Dr.**, Studiengesellschaft für Gasdynamik mbH., Liebenau/Nienburg  
*Raketentreibstoffe*
- Rebner, W., Dr.**, s. Albrecht
- Riester, O., Dr.**, Farbenfabriken Bayer AG., Leverkusen  
*Polymethinfarbstoffe*
- Rieth, H., Dr. med.**, Universitäts-Hautklinik und Poliklinik, Hamburg-Eppendorf  
*Pilzinfektionen*
- Ritter, H., Dr.**, Cassella Farbwerke Mainkur AG., Frankfurt-Fechenheim/M.  
*Pyran und Pyranabkömmlinge*
- Rogner, H.**, Henkel & Cie. GmbH., Düsseldorf  
*Reinigungsmittel (Technische Reinigungsmittel)*
- Ruthardt, K., Dr.**, W. C. Heraeus GmbH., Hanau/M.  
*Platin und Platinmetalle; Rhenium und -Verbindungen*
- Schellenberg, P., Dr.**, †, Institut für organische Chemie und organisch-chemische Technologie der technischen Hochschule Stuttgart  
*Purine und Purinabkömmlinge*
- Schiller, G., Dr.**, Badische Anilin- & Soda-Fabrik AG., Ludwigshafen am Rhein  
*Reduktion und Hydrierung (Hydrierung)*
- Schöllkopf, U., Doz. Dr.**, Organisch-chemisches Institut der Universität Heidelberg  
*Reaktionsmechanismen*
- Schüly, H., Dr.**, Dr. F. Raschig GmbH., Ludwigshafen am Rhein  
*Pyridin und -derivate (Pyridinaldehyde)*
- Schuster, C., Dr.**, Ludwigshafen, ehemals Badische Anilin- & Soda-Fabrik AG., Ludwigshafen am Rhein  
*Pyrrrol und -derivate*
- Schwen, Rr., Dr.**, Badische Anilin- & Soda-Fabrik AG., Ludwigshafen am Rhein  
*Propylenglykole*
- Selden, P. H., Dr.-Ing.**, Badische Anilin- & Soda-Fabrik AG., Ludwigshafen am Rhein  
*Polyester (Verarbeitung der unges. Polyester)*
- Starck, W., Dr.**, und **Winkler, F., Dr.**, Farbwerke Hoechst AG., Frankfurt/M.-Höchst  
*Polymerisate (Polyvinylester, Polyvinylalkohol, Polyvinylacetale)*
- Stein, H., Dr.**, C. F. Boehringer, Mannheim-Waldhof  
*Riechstoffe (Vanillin)*
- Trescher, V., Dr.**, Farbenfabriken Bayer AG., Werk Leverkusen  
*Polyäther und -acetale (Polyäthylen- und Polypropylenoxyde)*
- Uffmann, H., Dr.**, Institut für organische Chemie der technischen Hochschule Hannover  
*Radikale*
- Vogel, E., Prof. Dr.**, Institut für organische Chemie der Universität Köln  
*Ring-Kohlenstoffverbindungen  $< C_5$*
- Wassermann, G., Prof. Dr.**, Institut für Metallkunde, Bergakademie Clausthal, Clausthal-Zellerfeld  
*Pulvermetallurgie (Allgemeines); Quecksilberlegierungen*
- Weber, H., Dr.**, Badische Anilin- & Soda-Fabrik AG., Ludwigshafen am Rhein  
*Polymerisate (Niederdruckpolyäthylen, Polymerisation mit festen Katalysatoren)*
- Wedell, H., Dr.**, s. Kling

**Wilhelm, H., Dr., und Faulhaber, G., Dr.,** Badische Anilin- & Soda-Fabrik AG., Ludwigshafen am Rhein

*Polymerisate von Acrylsäure und -estern; Polymerisate ungesättigter Carbonsäureamide*

**Wilke, G., Priv.-Doz., Dr.,** Max-Planck-Institut für Kohlenforschung, Mühlheim/Ruh

*Ring-Kohlenstoffverbindungen > C<sub>6</sub>*

**Willersinn, H., Dr., und Ziegler, Irmgard, Dr.,** Badische Anilin- & Soda-Fabrik AG., Ludwigshafen am Rhein

*Polymerisate (Polyallylverbindungen)*

**Winkler, F., Dr.,** Farbwerke Hoechst AG., Frankfurt/M.-Höchst

*Polymerisate von Vinylketonen*

— s. a. Starck

**Wolf, A., Dr.,** Dr. F. Raschig GmbH., Ludwigshafen am Rhein

*Pyridin und -derivate (außer Pyridinaldehyde)*

**Zenhäusern, A., Dr.,** s. Zollinger, H., Prof. Dr.

**Ziegler, Irmgard, Dr.,** s. Willersinn

**Zollinger, H., Prof. Dr., und Zenhäusern, A., Dr.,** Technisch-chemisches Laboratorium der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich

*Reaktivfarbstoffe*

# Abkürzungen

## Symbole

Fp	Schmelzpunkt	n	Brechungsindex
E. P.	Erstarrungspunkt	[ $\alpha$ ]	Drehung
Kp	Siedepunkt	T <sub>k</sub>	Kritische Temperatur
Kp <sub>760</sub>	Siedepunkt bei 760 mm Druck	p <sub>k</sub>	Kritischer Druck
D	Spezifisches Gewicht	V <sub>k</sub>	Kritisches Volumen
D <sub>4</sub> <sup>20</sup>	Dichte bei 20°C, bezogen auf Wasser von 4°C	MAK	Maximale Arbeitsplatzkonzentration

## Maßeinheiten

Å	Ångström	m	Meter
Amp.	Ampere	min	Minute
at (und at abs.)	Technische absolute Atmosphäre	mm	Millimeter
Atm	Physikalische Atmosphäre	mm W. S.	Millimeter Wassersäule
atü	at über Atmosphärendruck	mP	Millipoise
°Bé	Grad Baumé	nm	Nanometer (10 <sup>-9</sup> m)
°C	Grad Celsius	Ω	Ohm
cal	Kleine Kalorie	P	Poise
cm	Centimeter	ppm	cm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> (parts per million)
Coul.	Coulomb	s	Sekunde
cP	Centipoise	t	Tonne
g	Gramm	V	Volt
h	Stunde	val	Äquivalent
kcal	Kilokalorie	W	Watt
kg	Kilogramm	X	ist durch die Gitterkonstante d des Kalkspats bei 18°C definiert, d = 3029,45 X (X ≈ 1,002 · 10 <sup>-13</sup> m)
kX	ca. 10 <sup>-10</sup> m (s. X)		
l	Liter		

## Patente

AP.	Amerikanisches Patent	NP.	Norwegisches Patent
Aust. P.	Australisches Patent	Oe. P.	Österreichisches Patent
Belg. P.	Belgisches Patent	Poln. P.	Polnisches Patent
Can. P.	Canadisches Patent	Russ. P.	Russisches Patent
Dän. P.	Dänisches Patent	Schwed. P.	Schwedisches Patent
DBP.	Deutsches Bundespatent	Schwz. P.	Schweizer Patent
DRP.	Deutsches Reichspatent	Tschech. P.	Tschechoslowakisches Patent
DWP.	Deutsches Wirtschafts-Patent (DDR)	Ung. P.	Ungarisches Patent
EP.	Englisches Patent	DAS.	Deutsche Auslegeschrift (ab 1.1.1957 für bekanntgemachte Patentanmeldungen)
FP.	Französisches Patent	DBP.-Anm.	Deutsche Bundespatent-Anmeldung
Finn. P.	Finnisches Patent	DRP.-Anm.	Deutsche Reichspatent-Anmeldung
Holl. P.	Holländisches Patent	Zus. P.	Zusatzpatent
Ind. P.	Indisches Patent	[A. Prior.]	Amerikanische Priorität
It. P.	Italienisches Patent	[D. Prior.]	Deutsche Priorität
Jap. P.	Japanisches Patent		usw.
Jug. P.	Jugoslawisches Patent		

## Firmen

Firmennamen sind im allgemeinen nur so weit gekürzt, daß sie ohne Schlüssel lesbar sind. Für einige sehr oft zitierte Firmen werden folgende Abkürzungen verwendet:

BASF	Badische Anilin- & Sodafabrik AG.	Merck	E. Merck, Chemische Fabrik (Darmstadt)
De Bataafse	N. V. de Bataafse Petroleum Maatschappij	MLB	Meister Lucius & Brüning (jetzt Farbwerke Hoechst AG.)
DEGUSSA	Deutsche Gold- u. Silber-Scheidanstalt, vorm. Roessler	Philips	N. V. Philips Metaal Gloeilampenfabrieken
Dehydtag	Deutsche Hydrierwerke GmbH.	Du Pont	E. I. du Pont de Nemours & Co. Inc.
ICI	Imperial Chemical Industries, Ltd.	La Roche	F. Hoffmann-La Roche & Co. AG., Chemische Fabrik (Basel)
I. G.	(ehem.) I. G. Farbenindustrie AG.	Wacker	Wacker-Chemie GmbH., vorm. Dr. Alexander Wacker, Gesellschaft für elektrochemische Industrie
I. G. Lu.	(ehem.) I. G. Farbenindustrie AG., Werk Ludwigshafen		
I. G. Lev.	(ehem.) I. G. Farbenindustrie AG., Werk Leverkusen		
I. G. Hoechst	(ehem.) I. G. Farbenindustrie AG., Werk Höchst		
	usw.		

## Warenzeichen

Ab diesem 14. Bd. sind wir dazu übergegangen, die als Warenzeichen in Deutschland bzw. bei der Madrider Union eingetragenen Handelsnamen ausschließlich in solchen Abschnitten zu kennzeichnen (durch ein Sternchen), in denen Handelsprodukte aufgeführt sind, die das speziell behandelte Sachgebiet betreffen (im allg. sind derartige Abschnitte durch eine Überschrift wie „Handelsprodukte“ oder „Verwendung und Handelsprodukte“ kenntlich gemacht).

Wir haben vorgesehen, alle Warenzeichennamen auch im Gesamtregister, das nach Erscheinen des letzten Bandes herauskommt, zu kennzeichnen, sodaß das Gesamtregister dann als Nachschlagewerk für Warenzeichennamen verwendbar ist.

Grundsätzlich berechtigt die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen u. dgl. in diesem Handbuch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen ohne weiteres von jedermann benutzt werden dürfen.

## Bücher

Mehrfach zitierte Bücher sind wie folgt gekürzt:

BEILSTEIN	BEILSTEINS <i>Handbuch der organischen Chemie</i> , 4. Aufl., Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg
D. A. B. 6	<i>Deutsches Arzneibuch</i> , Berlin 1947 (6. Aufl.)
D'ANS-LAX	J. D'ANS, E. LAX: <i>Taschenbuch für Chemiker und Physiker</i> , 2. Aufl., Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1949
FRIEDL.	P. FRIEDLÄNDER: <i>Fortschritte der Teerfarbenfabrikation und verwandter Industriezweige</i> , Springer-Verlag, Berlin, Bd. 1-25, 1888-1942
GMELIN	GMELINS <i>Handbuch der Anorganischen Chemie</i> , 8. Aufl., Verlag Chemie GmbH., Weinheim (Bergstraße)
HOUBEN-WEYL	HOUBEN-WEYL: <i>Methoden der organischen Chemie</i> , 4. Aufl., Georg Thieme Verlag, Stuttgart

## XII Abkürzungen

KIRK-OTHMER	R. E. KIRK, D. F. OTHMER: <i>Encyclopedia of Chemical Technologie, The Interscienc Encyclopedia Inc., New York 1947–1957</i> , Neuauflage ab 1963
LANDOLT-BÖRNSTEIN 5. Aufl.	H. LANDOLT, R. BÖRNSTEIN: <i>Physikalisch-Chemische Tabellen, 5. Aufl.</i> , Springer-Verlag, Berlin 1923–1936
LANDOLT-BÖRNSTEIN 6. Aufl.	H. LANDOLT, R. BÖRNSTEIN: <i>Zahlenwerte und Funktionen aus Physik, Chemie, Astronomie, Geophysik, Technik, 6. Aufl.</i> , Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg, erscheint ab 1950 fortlaufend
LUNGE-BERL	G. LUNGE, E. BERL: <i>Chemisch-technische Untersuchungsmethoden, 8. Aufl.</i> , Springer-Verlag, Berlin 1931–1940 (8 Bände)
Naturforsch. u. Medizin in Dtschl.	<i>Naturforschung und Medizin in Deutschland 1939–1946</i> , für Deutschland bestimmte Ausgabe der „FIAT Review of German Science“, Dieterich'sche Verlagsbuchhandlung, Wiesbaden, jetzt Verlag Chemie, Weinheim (Bergstraße)
ULLMANN, 2. Aufl.	F. ULLMANN: <i>Encyklopädie der technischen Chemie, 2. Aufl.</i> , Verlag Urban & Schwarzenberg, Berlin-Wien 1928–1932
U. S. P. XIV	<i>Pharmacopeia of the United States of America, 1950</i>
WINNACKER- WEINGAERTNER	K. WINNACKER, E. WEINGAERTNER: <i>Chemische Technologie, Carl Hanser-Verlag, München 1950–1954</i>
WINNACKER-KÜCHLER	K. WINNACKER, L. KÜCHLER, 2. Aufl. des zuvor genannten Buches, Carl Hanser-Verlag, München 1958–1961
BIOS	British Intelligence Objectives Subcommittee Reports
CIOS	Combined Intelligence Objectives Subcommittee Reports
FIAT	Field Information Agency Technical Reports
PB	Publication Board (Washington)
DIN	Deutsche Industrienorm
ASTM	American Soc. for Testing Materials (amerikanische Normungsstelle)
RAL	Reichsausschuß für Lieferbedingungen

### Zeitschriften

Alle Zeitschriften sind nach dem System der *Periodica Chimica* gekürzt (Verzeichnis der im Chemischen Zentralblatt referierten Zeitschriften mit Standortsangaben, bearbeitet von M. Pflücke und Alice Hawelek, Verlag Chemie GmbH., Berlin 1940; 2. Aufl. 1952 [Akademie-Verlag GmbH., Berlin, und Verlag Chemie GmbH., Weinheim/Bergstraße]). Sie können mühelos entschlüsselt werden.

## PILZINFEKTIONEN

Lebensweise der humanpathogenen Pilze . . .	1	Chemotherapeutica gegen Pilzinfektionen . .	3
Wirkung der pathogenen Pilze auf den befallenen Organismus . . . . .	2	Antibiotica mit fungistatischer und fungicider Wirkung . . . . .	8
Pilzinfektionen des Menschen u. ihre Erreger	2	Literatur . . . . .	11

Pilzinfektionen werden durch zahlreiche, sehr verschiedenartige, mikroskopisch kleine Pilze verursacht, die fähig sind, auf oder in lebendem menschlichem, tierischem oder pflanzlichem Gewebe zu parasitieren. Viele humanpathogene Pilzarten sind auch für Haustiere und Laboratoriumstiere pathogen; als Erreger von Pflanzenkrankheiten kommen dagegen vorwiegend andere Pilze infrage (→ Schädlingsbekämpfung). Im folgenden werden in erster Linie die humanpathogenen Pilze und die zu ihrer Bekämpfung wirksamen Mittel besprochen.

Obwohl die Mykologie der älteste Zweig der Mikrobiologie ist, hat die Bekämpfung der Pilzkrankungen erst seit Beginn der antibiotischen Ära eine entscheidende Entwicklung erlebt. Umfangreiche Untersuchungen über Vorkommen und Bedeutung von Pilzinfektionen haben ergeben, daß die pilzverseuchten Gebiete auf der Erde um ein Vielfaches zahlreicher sind, als man noch vor wenigen Jahren angenommen hatte.

**Lebensweise der humanpathogenen Pilze.** Parasitisch lebende Pilze verfügen über Enzymsysteme, die sie befähigen, organische Substanz eines lebenden Wirtes als Bau- und Betriebsstoff zu verwerten, ohne daß der Wirtsorganismus eine nutzbringende Gegenleistung erhält. Ihr Stoffwechsel ist dem jeweiligen Substrat mehr oder weniger spezifisch angepaßt. Obligate Parasiten können nur parasitisch leben und gehen ohne lebenden Wirt zugrunde. Die meisten humanpathogenen Pilze sind jedoch fakultative Parasiten, d. h. sie können, je nach Nahrungsangebot und Umständen, von lebender oder toter organischer Substanz leben. Einige von ihnen erweisen sich als Nosoparasiten, indem sie die Schwächung eines Wirtes durch Krankheit als Gelegenheit nutzen sich anzusiedeln.

Neueste Untersuchungen haben bestätigt, daß der Erdboden ein wichtiges Reservoir für die pathogenen Pilze ist. Z. B. verbringen *Mikrosporium gypseum*, *Histoplasma capsulatum*, *Coccidioides immitis* und viele andere fakultative Parasiten einen großen Teil ihres Lebenszyklus als Saprophyten im Erdboden. Beide Stadien unterscheiden sich morphologisch erheblich voneinander: Infolge der Abwehrmechanismen des Wirtsorganismus verändert der Pilz seine Gestalt, meist in Richtung auf kugelige oder röhrenförmige Gebilde, die schwer oder gar nicht unterscheidbar sein können. Auf künstlichem oder natürlichem unbelebten Nährboden dagegen entwickelt sich in den meisten Fällen ein üppiger Formenreichtum, der die botanische Bestimmung des Pilzes erleichtert.

Die meisten parasitischen Pilze vermehren sich vegetativ, entweder durch Bildung von Sproßzellen, durch Zerfall der Hyphen in Gliederstücke (Arthrosporen), durch Ausbildung dickwandiger Dauersporen (Chlamydosporen, Gemmen) oder, bei saprophytischer Ernährung, unter Entwicklung besonderer Fruktifikationsorgane, an denen massenhaft asexuelle Sporen (Mikrokonidien, Makrokonidien, Pykno-sporen u. a.) entstehen. Pilze, die sich nur auf diese Weise vermehren, gehören zu den Fungi imperfecti, diejenigen mit sexueller Vermehrung dagegen in die Klassen Phycomyceten, Ascomyceten und Basidiomyceten. Geschlechtliche und ungeschlechtliche Vermehrung können auch nebeneinander vorkommen; dadurch erhöhen sich die Aussichten auf Erhaltung der Art und auf weitere Ausbreitung.

Die Vermehrung pathogener Pilze in der freien Natur hängt nicht nur von Temperatur, Feuchtigkeit und Nahrungsangebot, sondern in entscheidendem Maße auch von der Anwesenheit oder Abwesenheit biotischer und antibiotischer Stoffwechselprodukte anderer Organismen, insbes. anderer Mikroorganismen, ab. Bis heute wurden bereits über 100 antibiotische Stoffe entdeckt und isoliert, mit denen die Vermehrung pathogener Pilze gehemmt oder verhindert werden kann.

Die Ausbreitung der Pilzkrankungen wird, je nach Pilzart, auf ganz verschiedene Weise begünstigt. Pilzkrankungen der Haut werden durch sporen- und mycelhaltige Hautschüppchen, Haare und Nägel übertragen; besondere Infektionsgefahr ist in Badeanstalten, in Wasch- und Duschräumen und auf Sportplätzen gegeben. Bei Tieren sammelt sich das infektiöse Material in der Einstreu der Tierställe oder auf Lagerplätzen. Bei inneren Mykosen gelangen die Pilze in der Exkrete und Exkrementen; z. B. kann der Taubenmist mit *Cryptococcus neoformans*, dem Erreger

der europäischen Blastomykose, durchsetzt sein. Da die meisten pathogenen Pilze nach Verlassen des Wirtes saprophytisch weiterwachsen und sich auf geeignetem Substrat massenhaft vermehren, erhöht sich auf diese Weise die Infektionsgefahr.

Auch Staub kann, selbst in großen Höhen, Pilzsporen enthalten; z. B. kam es beim Überfliegen verseuchten Gebietes zu Coccidioidomykose der Lungen. Andere Pilzparasiten gedeihen am besten in feuchten Niederungen und können sich dort so ausbreiten, daß der größte Teil der Bevölkerung infiziert ist.

An der Übertragung und Ausbreitung parasitischer Pilze sind kleine und große Haustiere aller Art sowie wild lebende Tiere in erheblichem Maße beteiligt.

**Wirkung der pathogenen Pilze auf den befallenen Organismus.** Eine Pilzinfektion ist vor allem durch die direkte Zerstörung des befallenen Gewebes durch die eindringenden Pilzelemente, die Schädigung durch Toxine sowie die Sensibilisierung durch Allergene gekennzeichnet. Erst die Gesamtheit aller beim Wechselspiel zwischen Wirt und Parasit entstehenden Vorgänge und Erscheinungen ergibt das Krankheitsbild der Mykose. Die Bekämpfung der Pilze ist deshalb nicht mit der Behandlung einer Mykose gleichzusetzen.

Der Vielfalt und Variabilität der pathogenen Pilze entspricht nur eine begrenzte Zahl von Reaktionsmöglichkeiten des infizierten Organismus; da aber außer Haut und Schleimhaut auch die verschiedensten inneren Organe befallen werden können und die Krankheitserscheinungen zudem von der jeweiligen Reaktionslage abhängen, entstehen nicht immer die charakteristischen Krankheitsbilder, sondern auch atypische und leicht verwechselbare. Besonders zu Beginn der Erkrankung sind die Symptome oft uncharakteristisch, sodaß Mykosen, besonders innere Mykosen, zunächst häufig nicht erkannt werden.

Zahlreiche Mykosen manifestieren sich in der Haut und ihren Anhangsgebilden (Haare, Nägel), doch bleiben nur wenige grundsätzlich auf dieses Organ beschränkt. Während die Erreger der Dermatomykosen im engeren Sinne sich primär auf der Haut ansiedeln, benutzen die Erreger der Systemmykosen gewöhnlich Atmungs- und Verdauungswege als Eintrittspforte. Erst nach Generalisierung der Erkrankung kommt es dann sekundär zu Hauterscheinungen.

**Pilzinfektionen des Menschen und ihre Erreger.** Infektionen durch Dermatophyten bei Mensch und Tier sind über die ganze Erde verbreitet. Dermatophyten sind Pilze der Gattungen *Trichophyton*, *Mikrosporum*, *Epidermophyton* und *Keratinomyces*. Sie befallen die verschiedensten Teile der Haut, z. T. auch die Haare und Nägel, und haben, bes. in Industrie und Bergbau, zu einer weitgehenden Verseuchung der Bevölkerung geführt.

*Pityriasis versicolor* (durch *Malassezia furfur*), *Erythrasma* (durch *Nocardia minutissima*) und *Tinea palmaris nigra* (durch *Cladosporium werneckii*) sind Pilzinfektionen der Epidermis, *Piedra alba* (durch *Trichosporon beigelii*), *Piedra nigra* (durch *Piedraia hortai*) und *Trichomyces palmellina* (durch *Nocardia tenuis*) sind Haarerkrankungen.

Erkrankungen durch pathogene Hefen und hefeähnliche Pilze haben in den letzten Jahren erheblich an Bedeutung zugenommen. Diese Pilze befallen nicht nur die Haut, sondern auch die verschiedensten inneren Organe. Nordamerikanische Blastomykose (durch *Blastomyces dermatitidis*), südamerikanische Blastomykose (durch *Blastomyces* [= *Paracoccidioides*] *brasiliensis*), Keloidblastomykose (durch *Löboa* [= *Glenosporella*] *löboi*) und Kryptokokkose (europäische Blastomykose; durch *Cryptococcus neoformans*) kommen auch in anderen Gebieten vor, als der Name besagt. *Candidiasis* (Candidose, *Candidomykose*, *Moniliasis*, *Oidiomykose*, Soor), *Torulopidose*, *Trichosporose*, *Sporobolomykose* und *Geotrichose* werden durch eine Vielzahl pathogener Arten verursacht und treten bei Anwendung bestimmter Antibiotica häufiger auf als sonst.

*Histoplasmose* (durch *Histoplasma capsulatum* und *H. duboisii*) und *Coccidioidomykose* (durch *Coccidioides immitis*) sind vorwiegend Erkrankungen der Lungen und der Haut; *Sporotrichose* (durch *Sporotrichum schenckii*) ist meist in der Haut und in Lymphgefäßen lokalisiert, während *Rhinosporidiose* (durch *Rhinosporidium seeberi*) hauptsächlich im Nasengewebe vorkommt. Alle diese Erkrankungen können aber auch zur Generalisierung, d. h. zur Ausbreitung im ganzen Körper, führen.

*Chromomykose*, *Cladosporiose* und *Cercosporose* werden durch „Schwärzepilze“ (*Dematiaceae*) hervorgerufen; befallen werden zunächst die verschiedenen Hautschichten, aber auch innere Organe. Als Erreger der *Maduromykose* treten nicht nur *Madurella*-Arten, sondern noch eine Vielzahl anderer Pilze auf; sie verursachen meist Fußinfektionen mit tiefgreifenden Zerstörungen aller Gewebe einschließlich der Knochen. Für die Behandlung kommen, je nach Erreger-Art, ganz verschiedene Antimykotica infrage, sodaß die Isolierung und Differenzierung des Erregers eine spezifische Behandlung ermöglicht.

Schimmelpilzinfektionen machen große diagnostische Schwierigkeiten, da Schimmelpilzsporen schon aus der Luft akzidentell auf die erkrankten Stellen, auf das abgenommene Material oder auf den Nährboden gelangen können. Doch gibt es ohne Zweifel echte Mykosen durch fakultativ pathogene Schimmelpilze.

Aspergillose (durch *Aspergillus fumigatus*) kommt vorwiegend als Lungenerkrankung vor, aber auch als Ursache von Hirnabszessen. Auch im Gehörgang und in den Nägeln können sich *Aspergillus*-Arten ansiedeln, ferner eine Reihe anderer Schimmelpilze, wie *Scopulariopsis*, *Cephalosporium*, *Verticillium* und *Monosporium*. Selbst unter den Pinselschimmeln gibt es pathogene Arten, wie *Penicillium spinulosum*, die Lungenmykosen mit Metastasen in der Muskulatur verursachen können.

Darüber hinaus sind in einzelnen Fällen Mykosen verschiedener Organe beschrieben worden, deren Erreger zu den seltener vorkommenden Pilzen, wie *Hemispora stellata*, *Peyronellaea species*, *Absidia corymbifera*, *Basidiobolus ranarum*, *Rhizopus arrhizus*, *Leptosphaeria senegalensis*, *Pyrenochaeta romeroi* und viele andere, gehören.

Die Strahlenpilzinfektionen gliedern sich in drei Gruppen: Die Actinomykose im engeren Sinne (durch den anaeroben *Actinomyces israeli*), die Nocardiosen (durch die aeroben *Nocardia asteroides* und *N. brasiliensis*) und die Streptomykosen (durch *Streptomyces madurae*, *S. peletieri*, *S. somaliensis* u. a.). Die Strahlenpilze können in der Systematik als Bindeglied zwischen Bakterien und Pilzen aufgefaßt werden, zumindest die in stäbchenförmige und kokkoide Elemente zerfallenden Gattungen *Actinomyces* und *Nocardia*, die interessanterweise auch auf Penicillin, Streptomycin, Tetracycline usw., bzw. auf Sulfonamide ansprechen. Die Streptomyceten weisen dagegen eindeutiger Pilzmerkmale auf, wie Luftmycel und Fruktifikationsorgane. Ihr natürlicher Lebensraum ist der Erdboden; in ihm wurden auch die meisten Antibiotica produzierenden Streptomyceten entdeckt.

### Chemotherapeutica gegen Pilzinfektionen

Das Behandlungsziel bei der Bekämpfung von Pilzinfektionen ist die Beseitigung der parasitischen Pilze aus dem befallenen Gewebe und die Abheilung der Krankheitserscheinungen. Beides zu erreichen ist nicht leicht, da die fungiciden Mittel einerseits durch Gewebsfaktoren inaktiviert werden können und da sie andererseits nicht nur die Pilze, sondern auch den Wirt schädigen; fungistatische Mittel hemmen die Pilze nur, töten sie aber nicht, sodaß die Krankheitserscheinungen vorübergehend abklingen können, während die Infektion latent weiterbesteht.

Die sehr unterschiedliche Ansprechbarkeit der pathogenen Pilze auf die bisher bekannten Antimykotica, die Vielzahl der Erregerarten, die Ansiedlung von Pilzen in Gewebsschichten, die für Arzneimittel schwer zugänglich sind, die Schwierigkeiten der Diagnosestellung und Verlaufskontrolle, mitunter auch das Fehlen vergleichbarer Erkrankungen bei Versuchstieren machen es verständlich, daß bisher nur bei wenigen Pilzinfektionen eine eindeutige Behandlungsmethode bekannt ist. Dies gilt besonders für Systemmykosen, doch können auch die weitverbreiteten Hand- und Fußmykosen erhebliche therapeutische Schwierigkeiten machen. Die große Zahl der auf dem Markt befindlichen antimykotischen Präparate, die von der Zahl der bereits als pilzwirksam erkannten, aber nicht im Handel befindlichen Mittel noch um ein Vielfaches übertroffen wird, kennzeichnet die Situation deutlich. Im folgenden können daher nur die wichtigsten Gruppen mit einzelnen Beispielen angeführt werden, und die genannten Handelspräparate stellen nur eine kleine Auswahl der auf dem Markt befindlichen Präparate dar.

**Ältere antimykotische Mittel.** Die Anfänge der antimykotischen Behandlung sind durch Versuche gekennzeichnet, mit keimtötenden Schälmitteln eine Abstoßung der oberen Hornschichten mitsamt den darin befindlichen Parasiten herbeizuführen und die tiefer eingedrungenen Pilze durch Anregung der natürlichen Abwehrkräfte zu vernichten.

Am häufigsten wurden Zubereitungen mit Schwefel, Salicylsäure, Resorcin, Tumenol, Ichthylol und Teer verwendet; weitere Mittel waren anorganische Metallverbindungen, wie Silbernitrat und Sublimat, Phenol, z. B. als Phenol-Campher-Mischung, Pyrogallol, Naphthol und Chrysarobin, anorganische Säuren, wie Borsäure, Oxydationsmittel, wie  $H_2O_2$  und  $KMnO_4$ , Halogene und Halogenverbindungen, z. B. Jodtinktur, sowie Aldehyde und Alkohole. Ein Teil dieser Mittel wird auch heute noch angewandt, doch lassen sich mit ihnen nur bei oberflächlichen und selbstheilenden Dermatomykosen gute Erfolge erzielen.

Zu den älteren Mitteln gehören auch verschiedene Farbstoffe, insbes. Triphenylmethanderivate, die noch in hohen Verdünnungen (1–10  $\gamma/ml$ ) eine totale Hemmung der Dermatophyten und Hefepilze bewirken.

Da Pilzkrankungen der Haare und Nägel und tiefe Mykosen aber mit diesen Mitteln nur schwer zu beeinflussen waren, Geruch und Farbe einiger Mittel außerdem sehr störten, setzte in den dreißiger Jahren eine intensive Suche nach neuen antimykotisch wirksamen Stoffen ein (s. u.). Doch sind die älteren antimykotischen Mittel auch heute noch in einer Reihe von Handelspräparaten zu finden. Teerhaltige Handelspräparate sind z. B. Cellichol\* (*Taeschner & Co.*, Kipfenberg/Bayern), DM 3 – Phytex\* (*Mago*, Herne/Westf.), Mykatral-Feinschichtsalbe\* (*Apopharm*,

Köln) und Nobekzem\* (*Bastian-Werk*, München). Schwefel ist bes. in den Präparaten Antihydral „M“\* (*Robugen*, Esslingen/N.), Dermatulan\* (*Thorraduramwerk*, Hüls), Ladival forte\* (*Rassau*, Eltville), Schwefel-Diasporal\* (*Protina*, München), Sulfopront A\* (*Mack*, Illertissen) und Sycosal\* (*Pharma*, Münster/W.) enthalten. Farbstoffe befinden sich im Corrimyk\* (*H. Feilbach*, Wiesbaden-Kastel), Mykostron\* (*SchI-WA*, Glandorf) und Mykosex\* (*Bernsdorf KG.*, Tutzing).

Borsäure ist ein Bestandteil von Antisporon-Puder\* (*Dr. Ellendorf & Co.*, Wuppertal-Barmen), Fissan-Antimykoticum\* (*Dtsche. Milchwerke Dr. A. Sauer*, Zwingenberg/Bgstr.), Fungicin\* (*Brunnengräber*, Lübeck) und Setaderm\* (*Ch. Berger*, Hamburg-Stellingen).

Aldehyde kommen vor in Mycatox\* (*G. A. Brenner*, Alpirsbach), Pedi-Pax\* (*Rassau*, Eltville), Vetolan\* (*Hormona*, Düsseldorf) usw.

**Aliphatische Carbonsäuren und Derivate.** Von den aliphatischen Carbonsäuren werden gesättigte und ungesättigte Fettsäuren sowie ihre Salze und Ester in vielen Handelspräparaten verwendet (vgl. z. B. *B. J. Peck*, *H. Rosenfeld*, *J. invest. Derm.* 1, 23 [1938]; *E. L. Keeney*, *Bull. Johns Hopk. Hosp.* 73, 379 [1943]). Am wirksamsten sind Caprylsäure und Undecylensäure; viel beachtet, wenn auch weniger wirksam, ist Propionsäure. Als gutes Lösungsmittel für diese Fettsäuren bewährte sich Leukichthol. Linolsäure, Linolensäure, Arachidonsäure, Sorbinsäure und ungesättigte Fettsäuren aus Walöl und Lebertran haben gute fungistatische Eigenschaften, ebenso Oenanthsäureheptylester und Undecylensäurephenolester. Auch Glycerintriacetat hat sich bewährt.

Handelspräparate sind z. B. Antimycoticum „Leuna“ (*VEB Leuna-Werke*), Benzoderm\* (*Arzneimittelfabr. Hüls*, Hüls), Corrimyk\* (*H. Feilbach*, Wiesbaden-Kastel), Fungichthol\* (*Ichthyol-Ges.*, Hamburg-Lokstedt), Myco-Sagittalin\* (*Sagitta-Werk*, München), Mykotin\* (*Endopharm*, Frankfurt/M.) usw.

Eine Reihe schwefelhaltiger Kohlenäurederivate wirkt gegenüber einer großen Zahl pathogener Pilze fungistatisch, z. T. auch fungicid. Insbes. haben sich Dithiocarbamate, Dithiocarbamylhydrazin, Thioharnstoff, Tetradezylisothiuroniumchlorid, ferner Cyanverbindungen, vor allem Thiocyanate und Isothiocyanate, bewährt. Am wirksamsten ist (nach *L. Landis*, *D. Kley*, *N. Ercoli*, *J. Amer. pharmac. Assoc.* 40, 321 [1951]) das  $\gamma$ -(p-Brom)-phenoxypropyl-thiocyanat (z. B. im Robumyeon\*, *Robugen GmbH.*, Eßlingen/N.). Auch Thiuramdisulfide und Thiosemicarbazone sind wirksam gegenüber Dermatophyten und einigen Erregern innerer Mykosen.

Oxysäuren, z. B. Weinsäure, Citronensäure und Ricinolsäure, können fungistatische, in Kombination mit Borsäure auch fungicide Wirkung haben.  $\beta$ -Propiolacton verhindert bei *Candida albicans* und *Blastomyces dermatitidis* den Bau einer intakten Zelloberfläche.

Von den Aminosäuren wirkt Oxyprolin fungistatisch auf Dermatophyten. Auch Ampholytseifen (Tego-Tenside) ( $\rightarrow$  Desinfektion und Sterilisation, 5. Bd., S. 766) werden zur Behandlung oberflächlicher Dermatomykosen verwendet.

**Aromatische Carbonsäuren und Aldehyde (und Derivate).** Unter den aromatischen Carbonsäuren befinden sich zahlreiche altbewährte und neue wirksame Antimykotica, wie Benzoesäure (z. B. im Chlorisept\*, *Riedel-de Haën*, Seelze-Berlin, im Mykosinat\*, *Biochemia Rheydt*, Rheydt/Rhld. usw.), Salicylsäure (z. B. ebenfalls im Chlorisept\*, *Riedel-de Haën*, Seelze-Berlin, im DDD\*, *DDD-Laboratorium*, Berlin, im Ekzefug\*, *Dr. Wolff*, Bielefeld usw.), Dibromsalicyl, Salicyljodid, Salicylanilide (z. B. im Multifungin\*, *Knoll*) und Salicylamide (z. B. 4-Brom-2-hydroxybenzoesäure-isopropylamid im Actol\*, *VEB Chemische Werke Radebeul*, und 4-Chlor-2-hydroxybenzoesäure-n-butylamid im Jadit\*, *Farbw. Hoechst*), ferner Salicylaldehyde, p-Hydroxybenzoesäureester (z. B. im Antimykoticum Stulln\*, *Ver. Flußspatgruben GmbH.*, Stulln, im Fungichthol B\*, *Ichthyol-Ges.*, Hamburg, im Mykomed\*, *L. Merckle GmbH.*, Blaubeuren, im Mykozem\*, *Mainland*, Frankfurt/M. usw.), Trihydroxybenzoesäureester und Aminobenzoesäure, die vorwiegend für die Lokalbehandlung von Dermatophyten geeignet sind.

Äthylvanillat besitzt eine deutliche Hemmwirkung gegenüber *Histoplasma capsulatum*, *Nocardia brasiliensis* und *Coccidioides immitis*; im Tierversuch konnte Histoplasmose gebessert werden (*A. Christie*, *Pediatrics* 7, 7 [1951]).

Auch zahlreiche Zimtsäurederivate und aus diesen durch Decarboxylieren erhaltene Styrole haben sich als wirksam gegen Dermatophyten, z. T. auch gegenüber Erregern von Systemmykosen erwiesen, doch werden nicht so hohe Hemmwerte erreicht, daß eine innerliche

Mykosebehandlung gerechtfertigt wäre. (Zimtsäure selbst ist z. B. im Fungistop\*, *Pantadyn Arzneimittel-fabr.*, Berlin, enthalten.)

**Phenole und Kresole.** Die meisten Verbindungen dieser Gruppe sind typische Desinfektionsmittel; für die Mykosetherapie sind sie nur bedingt geeignet, da sie im eiweißhaltigen Gewebe einen Teil ihrer Wirkung verlieren und teilweise auch zu toxisch sind. Bei der Vernichtung der Pilze in ihren Brutstätten außerhalb des Körpers leisten sie aber gute Dienste, vorausgesetzt, daß sie nicht nur baktericid, sondern auch fungicid wirken.

Handelspräparate. Von den Phenolen sind z. B. Hexahydrophenol im Wegesal\* (*Dr. Kirch Chem. Fabr.*, Weissig b. Dresden), Resorcin im Fungicin\* (*Brunnengräber*, Lübeck) sowie zusammen mit Hexylresorcin (s. u.) im Mycatox\* (*G. A. Brenner*, Alpirsbach), Thymol im Criniton\* (*Dr. Atzinger & Co.*, Passau) und im Ederphyn\* (*Galactina GmbH.*, Frankfurt/M.) usw. enthalten.

Bei der Lokalbehandlung von Dermatomykosen haben sich von den mehrwertigen Phenolen das Hexylresorcin (→ Resorcin, ds. Bd.) (z. B. im Ekzemex\*, *H. Starke*, Berlin, im Ephyt, „Apogepha“ *Dr. Starke KG.*, Dresden, im Dermaphen\*, *Dr. Reiss*, Berlin usw.), von den polycyclischen Phenolen das 3,5,6,3',5',6'-Hexachlor-2,2'-dihydroxydiphenylmethan (Hexachlorophen [→ Desinfektion und Sterilisation, 5. Bd., S. 757], z. B. im Scheroson\* F comp., *Schering*, Berlin, im Sulfoderm\*, *von Heyden*, München usw.) und 5,5'-Dichlor-2,2'-dihydroxydiphenylmethan (z. B. im Antimycoticum Vasenol\*, *Vasenol-Werke*, Oberndorf/N., im Fissan\* Antimycoticum, *Dtsche. Milchwerke Dr. A. Sauer*, Zwingenberg/Bgstr. usw.) bewährt.

**Aromatische Sulfide.** Aromatische Sulfide, Disulfide, Trisulfide, Tetrasulfide, Sulfoxyde und Sulfone wurden von R. PFLÉGER, E. SCHRAUFSTÄTTER, F. GEHRINGER und J. SCIUK (*Z. Naturforsch.* 4b, 344 [1949]) dargestellt, in vitro und tierexperimentell untersucht und von R. RICHTER (*Arch. Dermatologie Syphilis* 190, 563 [1950]) in die Therapie der Dermatomykosen eingeführt. Das stark dermatophytenhemmende 5,5'-Dichlor-2,2'-dihydroxydiphenylsulfid (D 25\*, *Pfleger Chem. Fabr.*, Bamberg; Novex\*, *C. F. Boehringer*, Mannheim; Ovitrol\*, *VEB Deutsches Hydrierwerk*, Rodleben) wurde anfangs nicht nur lokal, sondern auch oral angewendet. Auf die Dauer bewährt hat sich vorwiegend die Lokalbehandlung; bemerkenswert ist jedoch auch die Heilung einer Monosporiose (durch *Monosporium apiospermum*) durch intramuskuläre Injektionen von D 25 (*M. Reifferscheid*, *H. Seeliger*, *Dtsch. med. Wschr.* 80, 1841 [1955]).

**Invertseifen** sind vorwiegend als Desinfektionsmittel (→ Desinfektion und Sterilisation) in Gebrauch, doch haben sich einige quartäre Ammoniumverbindungen (z. B. Dimethyldodecyl-3,4-dichlorbenzyl-ammoniumchlorid im Dermofongin B\*, *Farbenfabr. Bayer*, β-Phenoxy-äthyl-dimethyl-dodecyl-ammoniumbromid im Bradosol\*, *Ciba/Wehr*) und eine quartäre Phosphoniumverbindung (Paraffinyl-triphenyl-phosphoniumbromid, z. B. im Myxal\*, *Basoderm GmbH*, Biberach) auch bei der Behandlung von Dermatomykosen gut bewährt (*J. Kimmig*, *Arch. Dermat.* 187, 547 [1949], 189, 265 [1949]; *Dtsch. med. Wschr.* 1950, 1137). Decamethylen-bis-(4-thio-pyridin-metho-tosylat) im Brintobal\* (*Basoderm GmbH*, Biberach) besitzt ein sehr breites Wirkungsspektrum gegenüber hautpathogenen Pilzen und Bakterien und hat sich bei der Behandlung von infizierten und infektionsgefährdeten Verletzungen, Dermatitiden usw. ausgezeichnet bewährt (*H. Goeth*, *K. R. Appel*, *K. Thomas*, *Arzneimittel-Forsch.* 12, 43 [1962]; *K. Rauhut*, *Landarzt* 32, 1279 [1961]; *H. Dietz*, *R. Gäbel*, *Med. Welt* 1962, 1781).

**Sulfonatseifen.** Einige Alkylsulfonate und Alkyl-arylsulfonate besitzen fungistatische und fungicide Wirkung (*R. Kaden*, *Z. Hautkrh.* 14, 383 [1953]) gegenüber Dermatophyten und *Candida albicans* und konnten in 0,5%iger Lösung bei mykotischem Ekzem mit Erfolg angewandt werden.

Handelspräparate z. B. Criniton\* (*Dr. Atzinger & Co.*, Passau), Dermaphen\* mite (*Dr. Reiss*, Berlin) usw.

**Chinolinderivate.** Von den Chinolinderivaten sind bes. 8-Hydroxychinolinsulfat (z. B. im Chinosol\*, *Chinosolfabrik AG*, Hamburg), 7-Jod-8-hydroxychinolin-5-sulfosäure (z. B. im Yatren\*, *Farbenfabr. Bayer*) und 5-Chlor-7-jod-8-hydroxychinolin (z. B. im Vioform\*, *Ciba, Wehr*) (→ Desinfektion und Sterilisation) zu erwähnen. Für die Behandlung oberflächlicher Dermatomykosen kommen vor allem 5-Chlor-8-hydroxychinolin (im Dermofongin A\*, *Farben-*

fabr. Bayer oder im Chlorisept\*, Riedel-de Haën, Seelze-Berlin) und 5,7-Dichlor-8-hydroxy-chinaldin (im Sterosan\*, Thomae, Biberach) und für die Behandlung der Vulvovaginitis mycotica 5,7-Dijod-8-hydroxychinolin (im Diodoquin\*, Searle, USA; Sterosan\*, s. o.) infrage. Diese Verbindungen haben ein relativ breites Wirkungsspektrum gegenüber allen Dermatophyten und zahlreichen Hefen und sind gut verträglich. Sie haben sich auch bei der Aspergillose des äußeren Gehörganges bewährt.

Decamethylen-bis-(4-amino-chinaldiniumchlorid) (im Evazol\*, Ravensberg, Konstanz; Sorot\*, Ravensberg, Konstanz) wurde mit Erfolg bei Pilzinfektionen der Haut und Schleimhaut angewandt. Auch Isochinolinderivate sind wirksam gegenüber Dermatophyten und *Candida albicans* (T. N. Gold, B. V. Jones, Brit. vet. J. 114, 376 [1958]).

**Metallorganische Verbindungen.** Organische Quecksilberverbindungen. Zahlreiche Phenylquecksilber(II)-derivate sind hochwirksam gegenüber einer großen Zahl humanpathogener, aber auch pflanzenpathogener Pilze. Am meisten verwendet wird das Phenylquecksilber(II)-borat,  $C_6H_5HgOB(OH)_2$  (Merfen\* → Desinfektion und Sterilisation, 5. Bd., S. 750), ein weißes kristallines, in Wasser, Alkohol und Glycerin lösliches Pulver. In wäßriger Lösung ist das Quecksilber an den Benzolring gebunden; das Kation übt die starke Wirkung auf Sproß- und Fadenpilze aus. Gut wirksam sind auch Phenylquecksilber(II)-chlorid, -nitrat, -formiat, -acetat, -propionat, -butyrat, -valerianat, -capronat, -benzoat, Monochlorquecksilber(II)-carvacrol, Äthylquecksilber(II)-thiosalicylat (Merthiolate, Merzonin, Thiomerosal, Thiomersalate, Mersilon), ferner auch Phenylquecksilber(II)-dinaphthylmethan-disulfonat (z. B. im Versotrane\*, Spezialchemie GmbH., Berlin, oder im Penotrane\*, Ward, Blenkinsop & Co. Ltd., England). Ungewöhnlich hohe Hemmwirkungen erzielt man mit  $N^1$ -Äthylquecksilber(II)- $N^1$ -acetyl-sulfanilamid (0,1–0,5  $\gamma/ml$ ). Auch organische Quecksilber-Eiweiß-Verbindungen werden therapeutisch verwendet (z. B. im Fissan\* Antimykoticum, Dtsche. Milchwerke Dr. A. Sauer, Zwingenberg/Bgstr.).

Organische Kupfer- und Zinkverbindungen, z. B. Kupferoxyoleat (z. B. im Cuprizinin\*, Dr. Degen & Knuth, Düren), sind relativ schwach pilzwirksam.

Organische Antimonverbindungen lassen sich bei Systemmykosen anwenden, z. B. gelingt die Heilung von Sporotrichose mit N-Methyl-glucosaminantimoniat (L. Baptista, N. Belliboni, R. M. Castro, Rev. Parulist. Med. 41, 24 [1952]). Triphenylstibinsulfid,  $(C_6H_5)_3SbS$ , ist im Sulfoform\* (Organomed, Osnabrück) enthalten.

Organische Wismutverbindungen, insbes. Tribromphenolwismut (z. B. im Xeroform\*, Chem. Fabr. v. Heyden, München), sind gute Antiseptica; Xeroform hemmt hautpathogene Pilze noch in hohen Verdünnungen und ist so gut verträglich, daß es auch unverdünnt verwendet werden kann.

**Benzthiazolderivate** wurden ursprünglich als Pilzschutz für Gummi und Leder verwendet. Erst später wurde die Hemmwirkung verschiedener Benzthiazolderivate auf Dermatophyten beobachtet. Bekannt ist vor allem das 2-Dimethylamino-6-( $\beta$ -diaminoäthoxy)-benzthiazoldihydrochlorid (Asterol\*, Hoffmann-La Roche), das in die Lokalbehandlung von Dermatophytien eingeführt wurde. Es ist eine wasser- und alkohollösliche kristalline Substanz; die verwendete 5%ige Lösung hat einen  $pH$ -Wert von etwa 2.  $LD_{50}$  für Mäuse s. c. 375 mg/kg, oral 500 mg/kg. Da bei Behandlung größerer Körperbezirke neurotoxische Nebenwirkungen auftraten, ist Vorsicht geboten.

**Benzimidazolderivate.** 2-Phenyl-benzimidazol und 2-Furylbenzimidazol haben eine sehr gute Hemmwirkung gegenüber Dermatophyten (5  $\gamma/ml$ ); Hefen werden dagegen fast nicht gehemmt. Zahlreiche weitere Benzimidazolderivate weisen eine ähnliche, wenn auch schwächere Wirkung auf (s. J. Kimmig, H. Rieth, Arzneimittelforsch. 3, 267 [1953]). Als Wirkstoff H 115 im Polycid\* (Chemie Grünenthal, Stolberg) wird das 1-p-Chlorbenzyl-2-methylbenzimidazol verwendet (vgl. H. P. R. Seeliger, Mykosen 1, 162 [1958]).

**Thiadizinderivate.** 3,5-Dibenzyl-tetrahydro-1,3,5-thiadizin-2-thion (Dibenzthion) und zahlreiche weitere Tetrahydrothiadiazinthione wurden von A. RIECHE u. Mitarb. (Arch. Pharmaz. Ber. dtsh. pharmaz. Ges. 288/65, 957 [1960]) als hochwirksam gegenüber Dermatophyten und Hefen erkannt. Ausführliche Berichte, auch über die klinische Anwendung, s. bei O. NEJEDLY, Dermatologica (Basel) 122, 167 [1961] und W. MEINHOF, Z. Haut- u.