

Houben-Weyl

Methods of Organic Chemistry

4th Edition

Editorial Board: E. Müller, O. Bayer, H. Meerwein, K. Ziegler

Vol. VI/4

Cyclic Six- and Higher-Membered Ethers and Semicyclic Acetals

Publication Year
1966

ISBN (Print)
978-3-13-205004-4

 Thieme

**METHODEN DER
ORGANISCHEN CHEMIE**

METHODEN DER ORGANISCHEN CHEMIE

(HOUBEN-WEYL)

VIERTE, VÖLLIG NEU GESTALTETE AUFLAGE

HERAUSGEGEBEN VON

EUGEN MÜLLER

TÜBINGEN

UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON

O. BAYER · H. MEERWEIN † · K. ZIEGLER
LEVERKUSEN MÜLHEIM

BAND VI/4

SAUERSTOFF-
VERBINDUNGEN I

TEIL 4



GEORG THIEME VERLAG · STUTTGART

SAUERSTOFF- VERBINDUNGEN I

TEIL 4

BEARBEITET VON

G. BAUMEYER · G. DITTUS · R. FIKENTSCHER
H. KRÖPER · W. LÜRKEN · E. MÜLLER · J. SAND
H. D. SPANAGEL · B. ZEEH

MIT 2 ABBILDUNGEN
UND 95 TABELLEN



GEORG THIEME VERLAG · STUTTGART

In diesem Handbuch sind zahlreiche Gebrauchs- und Handelsnamen, Warenzeichen u. dgl. (auch ohne besondere Kennzeichnung), BIOS- und FIAT-Reports, Patente, Herstellungs- und Anwendungsverfahren aufgeführt. Herausgeber und Verlag machen ausdrücklich darauf aufmerksam, daß vor deren gewerblicher Nutzung in jedem Falle die Rechtslage sorgfältig geprüft werden muß. Industriell hergestellte Apparaturen und Geräte sind nur in Auswahl angeführt. Ein Werturteil über Fabrikate, die in diesem Band nicht erwähnt sind, ist damit nicht verbunden.

Erscheinungstermin 28. 3. 1966

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung, sowie der Übersetzung vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert werden.

© Georg Thieme Verlag Stuttgart, 1966. Printed in Germany.

Satz und Druck: Graphische Betriebe Dr. F. P. Datterer & Cie. – Inhaber Sellier – Freising.

Vorwort

Die von TH. WEYL begründeten und von J. HOUBEN fortgeführten Methoden der organischen Chemie sind zu einem wichtigen Standardwerk von internationaler Bedeutung für das gesamte chemische Schrifttum geworden. Seit dem Erscheinen der letzten vierbändigen dritten Auflage sind zum Teil schon über 20 Jahre vergangen, so daß eine Neubearbeitung bereits seit Jahren dringend geboten schien. Verständlicherweise hat sich die Verwirklichung dieser Absicht, durch die Kriegs- und Nachkriegsverhältnisse bedingt, lange hinausgezögert.

Vor allem der Initiative von Herrn Prof. Dr. Dres. h. c. Dres. E. h. OTTO BAYER, Leverkusen, ist es zu verdanken, daß das Werk heute in einer völlig neuen und weitaus umfassenderen Form wieder erscheint.

Diese neue Form wird in einer großen Gemeinschaftsarbeit von Hochschul- und Industrieforschern gestaltet. Ursprünglich planten wir, das neue Werk mit etwa 16 Bänden im Laufe von 4 Jahren abzuschließen. Inzwischen hat sich gezeigt, daß infolge der stark anwachsenden Literatur die einzelnen Bände z. T. mehrfach unterteilt werden mußten. Besonders durch die Mitwirkung von Fachkollegen aus der chemischen Industrie wird es zum ersten Male möglich sein, die große Fülle von Erfahrungen, die in der Patentliteratur und in den Archiven der Fabriken niedergelegt ist, nunmehr kritisch gewürdigt der internationalen Chemieforschung bekanntzugeben.

Der Unterzeichnete hat es als eine besondere Auszeichnung und Ehre empfunden, von maßgebenden Persönlichkeiten der deutschen Chemie und dem Georg Thieme Verlag mit der Herausgabe des Gesamtwerkes betraut worden zu sein.

Mein Dank gilt dem engeren Herausgeber-Kollegium, den Herren

Prof. Dr. Dres. h. c. Dres. E. h. OTTO BAYER, Leverkusen,

Prof. Dr. Dres. h. c. Dr. E. h. HANS MEERWEIN, Marburg,

Prof. Dr. Dres. h. c. Dr. E. h. KARL ZIEGLER, Mülheim-Ruhr,

die durch ihre intensive Mitarbeit und ihre reichen Erfahrungen die Gewähr bieten, daß für das neue Werk ein möglichst hohes Niveau erreicht wird.

Ganz besonderer Dank aber gebührt unseren Autoren, die in unermüdlicher Arbeit neben ihren beruflichen Belastungen der Fachwelt ihre großen Erfahrungen bekanntgeben. Im Namen der Herren Mitherausgeber und in meinem eigenen darf ich unserer besonderen Freude Ausdruck geben, daß gerade die Herren, die als hervorragende Sachkenner ihres Faches bekannt sind, uns ihre Mitarbeit zugesagt haben.

Das Erscheinen der Neuauflage wurde nur dadurch ermöglicht, daß der Inhaber des Georg Thieme Verlags, Stuttgart, Herr Dr. med. h. c. Dr. med. h. c. BRUNO HAUFF, durchdrungen von der Bedeutung der organischen Chemie, das neue Projekt bewußt in den Vordergrund seines Unternehmens stellte und seine Tatkraft und seine großen Erfahrungen diesem Werk widmete. Es stellt ein verlegerisches Wagnis dar, das Werk in dieser Ausstattung mit der großen Zahl von übersichtlichen Formeln, Abbildungen und Tabellen zu einem verhältnismäßig niedrigen Preis dem Chemiker in die Hand zu geben.

In den nun zur Herausgabe gelangenden „Methoden der organischen Chemie“ wird ebensowenig eine Vollständigkeit angestrebt wie in den älteren Auflagen. Die Autoren

sind vielmehr bemüht, auf Grund ihrer eigenen Erfahrungen die wirklich brauchbaren Methoden in den Vordergrund der Behandlung zu stellen und überholte Arbeitsvorschriften oder sogenannte Bildungsweisen nur knapp abzuhandeln.

Es ist unmöglich, eine Gewähr für jede der angegebenen Vorschriften zu übernehmen. Wir glauben aber, dadurch das Möglichste getan zu haben, daß alle Manuskripte von mehreren Fachkollegen überprüft wurden und die Literatur bis zum Stande von etwa einem bis einem halben Jahr vor Erscheinen jedes Bandes berücksichtigt ist.

An dieser Stelle sei noch einiges zur Anlage des Gesamtwerkes gesagt. Wir haben uns bemüht, beim Aufbau des Werkes und bei der Darstellung des Stoffes noch strenger nach methodischen Gesichtspunkten vorzugehen, als dies in den früheren Auflagen der Fall war.

Der erste Band wird allgemeine Hinweise zur Laboratoriumspraxis enthalten und die gebräuchlichen Arbeitsmethoden in einem organisch-chemischen Laboratorium, wie beispielsweise Anreichern, Trennen, Reinigen, Arbeiten unter Überdruck und Unterdruck, beschreiben.

In Band II fassen wir die Analytik der organischen Chemie zusammen, die früher verstreut in den einzelnen Kapiteln behandelt wurde. Wir hoffen, dadurch eine wesentliche Erleichterung für den Benutzer des Handbuchs geschaffen zu haben.

Hieran schließt sich die Darstellung der physikalischen Forschungsmethoden in der organischen Chemie. Dort sollen die Grundlagen der Methodik, das erforderliche apparative Rüstzeug, der Anwendungsbereich auf dem Gebiet der organischen Chemie und die Grenzen der betreffenden Methoden kurz wiedergegeben werden. In vielen Fällen wird es hier nicht möglich sein, eine ausführliche Darstellung zu geben, die das Nachschlagen der Originalliteratur unnötig macht, wie bei den Bänden präparativen Inhalts. Unser Ziel ist es, dem präparativ arbeitenden Organiker die Anwendbarkeit der betreffenden physikalischen Methode auf Probleme der organischen Chemie und ihre Grenzen zu zeigen.

Der Hauptteil des Werkes befaßt sich mit den chemisch-präparativen Methoden. In einem gesonderten Band werden allgemeine Methoden behandelt, die Geltung haben für die in den weiteren Bänden behandelten speziellen Methoden, wie etwa Oxydation, Reduktion, Katalyse, photochemische Reaktionen, Herstellung isotopenhaltiger Verbindungen und ähnliches mehr.

Der spezielle Teil befaßt sich mit den Methoden zur Herstellung und Umwandlung organischer Stoffklassen. Auf die Methoden zur Herstellung und Umwandlung von Kohlenwasserstoffen folgen – in der Anordnung des langen Periodensystems von rechts nach links betrachtet – die entsprechenden Verbindungen des Kohlenstoffs mit den Halogenen, den Chalkogenen, den Elementen der Stickstoffgruppe, mit Silicium, Bor, und mit den Metallen. Abschließend behandeln wir die Methoden zur Herstellung und Umwandlung hochmolekularer Stoffe sowie die besonderen organisch-präparativen und analytischen Methoden der Chemie der Naturstoffe.

Im Vordergrund der Darstellung der speziellen chemischen Methoden, die den Hauptteil des Handbuches bilden, wird nicht die Beschreibung der einzelnen Stoffe selbst stehen – dies ist Aufgabe des „Beilstein“ –, sondern die Methoden zur Herstellung und Umwandlung bestimmter Verbindungsklassen, erläutert an ausgewählten Beispielen. Dabei wird besonderer Wert auf die Vollständigkeit und kritische Darstellung der Methoden zur Herstellung bestimmter Verbindungsklassen gelegt, die als Schwerpunkt des betreffenden Kapitels angesehen werden können. Die darauf folgende Umwandlung ist so kurz wie möglich behandelt, da

sie mit ihren Umwandlungsstoffen in die Kapitel übergreift, die sich mit der Herstellung eben dieser Verbindungstypen befassen. Die Besprechung der Umwandlung der verschiedenen Stoffklassen ist daher nur unter dem Gesichtspunkt aufgenommen worden, jeweils selbständige Kapitel inhaltlich abzurunden und Hinweise zu geben auf die Stellen des Handbuches, an denen der Benutzer die durch Umwandlung entstehenden neuen Stofftypen in ihrer Herstellung auffinden kann.

Es ist selbstverständlich, daß kein Werk der chemischen Sammeliteratur so dem Wandel unterworfen ist wie gerade die „Methoden der organischen Chemie“; beruht doch der Fortschritt der chemischen Wissenschaft darin, stets neue synthetische Wege zu erschließen. Ich darf daher alle Fachkollegen um rege und stete Mitarbeit bitten, sei es in Form von sachlichen Kritiken oder wertvollen Hinweisen.

Nicht zuletzt danke ich der deutschen chemischen Industrie, die unter beträchtlichen Opfern ihre besten Fachkollegen für die Mitarbeit an diesem Werk freigestellt hat und mit Literaturbeschaffung und Auskünften in reichem Maße stets behilflich war.

Auch der Druckerei möchte ich meine Anerkennung für die rasche und gewissenhafte Ausführung der oft schwierigen Arbeit aussprechen.

EUGEN MÜLLER

Vorwort zum Band VI/4

Ein Jahr nach dem Erscheinen des Teilbandes VI/3 sind wir in der Lage, den angekündigten Teilband VI/4 folgen zu lassen. Der Themenkreis des Teilbandes VI/4 umfaßt die Methoden zur Herstellung und Umwandlung cyclischer Äther mit sechs und mehr Ringgliedern sowie von cyclischen Verbindungen mit einer Ätherbrücke und der von diesen Stoffklassen durch Substitution am α -Kohlenstoffatom ableitbaren Systeme mit Acetalcharakter.

Der Band beginnt mit der Besprechung der sechsgliedrigen cyclischen Äther, d. h. der Tetrahydropyrane, Dihydropyrane, Pyrane, 1,4-Dioxane, 1,4-Dioxene, 1,4-Dioxine und der entsprechenden kondensierten Derivate. Innerhalb des Teilkapitels, in dem die Systeme mit einem Sauerstoffatom im Ring behandelt werden, finden sich auch Verbindungen wie Flavane und Flavanone, die in der Naturstoffchemie eine große Rolle spielen. Die Grenze ist dort gezogen, wo die erwähnten Systeme ihren Äthercharakter verlieren und in quasiaromatische Heterocyclen oder Oxoniumsalze übergehen. Es werden daher z. B. Pyrane und deren benzokondensierte Derivate abgehandelt, nicht aber Pyryliumsalze, Pyrone, Chromone, Flavone oder Xanthone. Im darauffolgenden Kapitel werden die Derivate der sechsgliedrigen cyclischen Äther mit Acetalcharakter erörtert.

Die anschließenden drei kurzen Kapitel befassen sich mit den siebengliedrigen cyclischen Äthern (Oxepane, Tetrahydro- und Dihydrooxepine, Oxepine), mit den hiervon ableitbaren Acetalen sowie mit den wenigen, bisher bekannten macrocyclischen Äthern.

Es folgt ein Kapitel über cyclische Äther mit 1,4-O,N- und 1,4-O,S-Struktur, in dem die Morpholine, Dihydro-1,4-oxazine, 1,4-Oxathiane, Dihydro-1,4-oxathiine, Benzoderivate dieser Systeme sowie einige höhere Ringhomologe behandelt werden. Da diese Verbindungen sowohl cyclische Äther als auch z. B. Amine, Lactame, Sulfide sein können, läßt sich der Ring auf verschiedene Art bilden. Des inneren Zusammenhangs wegen haben wir uns entschlossen, hier keinen zwar formal richtigen, aber dem Benutzer des Handbuchs sicher unwillkommenen Trennungsstrich zu ziehen und nur die Ätherbildungsreaktionen zu beschreiben. Es werden auch diejenigen Reaktionen besprochen, bei denen der Ring z. B. in einer Amin- oder Sulfidbildungsreaktion geschlossen wird. Dies war um so eher möglich, als der hier noch aufzunehmende Stoff relativ geringfügig ist. Lediglich solche Reaktionen sind hier nicht berücksichtigt, die nur am Stickstoff- oder Schwefelatom des cyclischen Systems ohne Veränderung des Grundgerüsts ablaufen. Das gleiche gilt für das kurze hieran anschließende Kapitel, das den entsprechenden cyclischen Acetalen mit 1,4-O,N- und 1,4-O,S-Struktur gewidmet ist.

Den Abschluß des Bandes bilden zwei Kapitel über cyclische Verbindungen mit Sauerstoffbrücken. Das erste behandelt die Systeme mit Äthercharakter und enthält in der Einleitung eine kurze Erläuterung der Nomenklatur dieser oft komplizierten Verbindungen, die z. T. eine gewisse Bedeutung in der Naturstoffchemie haben. In dem letzten Kapitel wird die Herstellung der zugehörigen Acetale besprochen. Zahlreiche Tabellen ergänzen wiederum den Text und wo es möglich war, findet sich am Schluß der Kapitel ein Hinweis auf die entsprechende Bibliographie.

Allen Autoren sagen wir unseren herzlichen Dank für ihre mühevollen Mitarbeit an diesem Band. Die Literatur ist z.T. bis Ende 1964 berücksichtigt worden. Der Leitung der Farbenfabriken Bayer AG., Leverkusen, und der Badischen Anilin- und Soda-fabrik AG., Ludwigshafen, danken wir für die großzügige Unterstützung bei der Bearbeitung des vorliegenden Bandes.

Auch diesmal möchten wir wiederum Frau Dr. HANNA SÖLL, Leverkusen, für die kritische Durchsicht der Manuskripte und Frau Dr. ILSE MÜLLER-RODLOFF, Tübingen, für die Bearbeitung der Register unseren Dank sagen.

HANS MEERWEIN hat die Fertigstellung dieses Bandes nicht mehr erlebt. Noch wenige Tage vor seinem Tode (am 24. 10. 1965) erhielten wir von ihm eine diesen Band betreffende wichtige Anregung. So schenkte er uns sein Interesse und sein ganz ungewöhnlich großes Wissen vom Beginn im Herbst 1950 über manche Marburger Gespräche, in denen der Houben-Weyl Wesentliches von seiner heutigen Form und Gestaltung erhielt, bis zuletzt. Wir danken ihm, unserem verehrten HANS MEERWEIN, zutiefst.

OTTO BAYER
EUGEN MÜLLER
KARL ZIEGLER

Sauerstoffverbindungen I

Teil 4

Sechsgliedrige cyclische Äther	1
Bearbeitet von Dr. G. DITTUS, Dipl. Chem. W. LÜRKEN, Prof. Dr. E. MÜLLER und Dr. B. ZEEH	
Tetrahydro- und Dihydropyrane, 2H-Pyrane, 1,4-Dioxane und 1,4-Dioxene mit Acetalstruktur (sechsgliedrige semicyclische Acetale)	329
Bearbeitet von Dipl. Chem. G. BAUMEYER, Dr. G. DITTUS und Prof. Dr. E. MÜLLER	
Siebgliedrige cyclische Äther	443
Bearbeitet von Dipl. Chem. W. LÜRKEN und Prof. Dr. E. MÜLLER	
Oxepane und 1,4-Dioxepane mit Acetalstruktur sowie analoge ungesättigte Systeme (siebgliedrige semicyclische Acetale)	475
Bearbeitet von Dipl. Chem. W. LÜRKEN und Prof. Dr. E. MÜLLER	
Cyclische Äther mit acht und mehr Ringgliedern	489
Bearbeitet von Dipl. Chem. W. LÜRKEN und Prof. Dr. E. MÜLLER	
Cyclische Äther mit 1,4-O,N- und 1,4-O,S-Struktur	505
Bearbeitet von Dr. H. D. SPANAGEL und Prof. Dr. E. MÜLLER	
Cyclische Acetale mit 1,4-O,N- und 1,4-O,S-Struktur	587
Bearbeitet von Dr. H. D. SPANAGEL und Prof. Dr. E. MÜLLER	
Brückenäther	613
Bearbeitet von Dr. R. FIKENTSCHER, Dr. H. KRÖPER und Dr. J. SAND	
Brückenacetale	677
Bearbeitet von Dr. R. FIKENTSCHER, Dr. H. KRÖPER und Dr. J. SAND	
Autorenregister	705
Sachregister	741

Zeitschriftenliste

Die Abkürzungen entsprechen der jeweils neuesten Sigelliste des „Beilstein“, die mit * bezeichneten Abkürzungen sind der 2. Auflage der Periodica Chimica entnommen, die mit ° bezeichneten der List of Periodicals Abstracted by Chemical Abstracts, Ausgabe 1961. Für die Überlassung der Sigelliste danken wir dem Beilstein-Institut, Frankfurt a.M.

Die beigefügten Jahreszahlen sollen einen Hinweis geben auf Titeländerungen oder Einstellung des Erscheinens der betreffenden Zeitschriften. Weitere Einzelheiten hierüber können aus „Periodica Chimica“ und „List of Periodicals Abstracted by Chemical Abstracts“ entnommen werden.

- | | |
|---|--|
| A. | LIEBIGS Annalen der Chemie |
| Abh. Akad. Wiss. Göttingen,
math.-physik. Kl.* | Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften in Göttingen.
Mathematisch-Physikalische Klasse (seit 1946) |
| Abh. dtsh. Akad. Wiss. Berlin,
Kl. Math. allg. Naturwiss.* | Abhandlungen der Deutschen Akademie der Wissenschaften
zu Berlin. Klasse für Mathematik und Allgemeine Natur-
wissenschaften (seit 1950) |
| Abh. dtsh. Akad. Wiss. Berlin,
math.-naturwiss. Kl.* | Abhandlungen der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu
Berlin. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse (1945 bis
1949) |
| Abh. Ges. Wiss. Göttingen,
math.-physik. Kl.* | Abhandlungen der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttin-
gen. Mathematisch-Physikalische Klasse (bis 1946) |
| Abh. Kenntnis Kohle | Gesammelte Abhandlungen zur Kenntnis der Kohle (bis 1937) |
| Abh. math.-physisch. Kl.
sächs. Akad. Wiss.* | Abhandlungen der Mathematisch-Physischen Klasse der Säch-
sischen Akademie der Wissenschaften (bis 1945)
<i>Abhandlungen aus den Medizinisch-chemischen Forschungsstätten
der I. G. Farbenindustrie AG.: Medizin und Chemie s. Med.
Ch. I. G.</i> |
| Abh. preuß. Akad. Wiss.,
math.-naturwiss. Kl.* | Abhandlungen der Preußischen Akademie der Wissenschaften.
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse (1939–1944) |
| Abh. preuß. Akad. Wiss.,
physik.-math. Kl.* | Abhandlungen der Preußischen Akademie der Wissenschaften.
Physikalisch-Mathematische Klasse (bis 1939) |
| Abh. sächs. Akad. Wiss.
Leipzig, math.-naturwiss. Kl.* | Abhandlungen der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu
Leipzig. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse (seit
1950) |
| Abstr. Kagaku-Kenkyū-Jo
Hōkoku* | Abstracts from Kagaku-Kenkyū-Jo Hōkoku (Reports of the
Scientific Research Institute, seit 1950)
<i>Académie Royale de Belgique: Bulletins de la Classe des Sciences
s. Bl. Acad. Belgique
Académie royale de Belgique, Classe des sciences: Mémoires.
Collection in 8° s. Mém. Acad. Belg. 8°</i> |
| Acad. Sci. Ukr. SSR,
Inst. Microbiol. Epidemiol.* | Academy of Sciences of the Ukrainian SSR. Institute of Micro-
biology and Epidemiology
<i>Academy of Sciences of the USSR, Institute of Organic Chemistry,
Synthesis of Organic Compounds, Collection s. Akad. Nauk
SSSR, Inst. Organ. Khim. Sintezy Organ. Soedin. Sb.</i> |
| A. ch. | Annales de Chimie |
| Acta Acad. Åbo | Acta Academiae Aboensis, Ser. B, Mathematica et Physica |
| Acta Allergol.° | Acta Allergologica |
| Acta Biol. Med. Ger.° | Acta Biologica et Medica Germanica
<i>Acta Chemica Fennica s. Suomen Kem.</i> |
| Acta chem. scand. | Acta Chemica Scandinavica |
| Acta chim. Acad. Sci. hung.* | Acta Chimica Academiae Scientiarum Hungaricae |
| Acta Chim. Sinica* | Acta Chimica Sinica (Hua Hsüeh Hsüeh Pao; seit 1957) |
| Acta crystallogr. [Copenhagen]* | Acta Crystallographica [Copenhagen] (seit 1952) |

- Acta crystallogr. [London]* Acta Crystallographica [London] (bis 1951)
 Acta Endocrinol. Suppl.° Acta Endocrinologica. Supplementum
 Acta latviens. Chem. Acta Universitatis Latviensis, Chemicorum Ordinis Series. Riga
 Acta pharmac. hung.* Acta Pharmaceutica Hungarica (Gyógyszerésztudományi
 Értesítő, 1948–1949)
 Acta pharmac. int. [Copen- Acta Pharmaceutica Internationalia [Copenhagen]
 hagen]*
 Acta pharmacol. toxicol. Acta Pharmacologica et Toxicologica. Kopenhagen
 Acta physicoch. U.R.S.S. Acta Physicochimica U. R. S. S.
 Acta physiol. scand. Acta Physiologica Scandinavica
 Acta phys. polon. Acta Physica Polonica (seit 1932)
 Acta phytoch. Acta Phytochimica. Tokyo
 Acta polon. pharmac.* Acta Poloniae Pharmaceutica (bis 1939 und seit 1947)
 Acta Soc. Med. Upsaliensis° Acta Societatis Medicorum Upsaliensis
 Acta Universitatis Latviensis, Chemicorum Ordinis Series s. Acta
 latviens. Chem.
 Acta Universitatis Voronegiensis s. Trudy voronežsk. Univ.
 Advances mod. Biol.* Advances in Modern Biology (Usspechi Sszowremennoi Biologii)
 Adv. Carbohydrate Chem. Advances in Carbohydrate Chemistry
 Adv. Enzymol. Advances in Enzymology and Related Subjects of Biochemistry
 Adv. org. Chem. Advances in Organic Chemistry: Methods and Results. New York
 Adv. Protein Chem. Advances in Protein Chemistry
 Adv. Ser. Advances in Chemistry Series
 Afinidad. Barcelona Afinidad. Barcelona
 Agr. Chem.° Agricultural Chemicals
 Akad. Nauk SSSR, Inst. Akademiya Nauk SSSR, Institut Organicheskoi Khimii, Sintezy
 Organ. Khim. Sintezy Organicheskikh Soedinenii, Sbornik (Academy of Sciences of
 Organ. Soedin. Sb.° the USSR, Institute of Organic Chemistry, Synthesis of
 Organic Compounds, Collection)
 Akust. Z. Akustische Zeitschrift (bis 1944)
 Allgem. Wärmetech.° Allgemeine Wärmetechnik
 Am. American Chemical Journal
 A. M. A. Arch. Ind. Health° A. M. A. Archives of Industrial Health (seit 1955)
 A. M. A. Arch. ind. Hyg. A. M. A. Archives of Industrial Hygiene and Occupational
 occupat. Med.* Medicine (1951–1955)
 A.M.A. Arch. Pathol.* A.M.A. Archives of Pathology (seit 1951)
 Am. Dyest. Rep. American Dyestuff Reporter
 Amer. Gas Assoc., Proc. American Gas Association. Proceedings of the Annual
 annu. Convent.* Convention (bis 1942 und seit 1951)
 Amer. Gas Assoc., Proc. American Gas Association. Proceedings of the Annual Meeting
 annu. Meeting* (1942–1950)
 Amer. ind. Hyg. Assoc. Quart.* American Industrial Hygiene Association Quarterly
 Amer. J. Digest. Diseases* American Journal of Digestive Diseases (seit 1938)
 Amer. J. Digest. Diseases Nutrit.* American Journal of Digestive Diseases and Nutrition (bis 1938)
 Amer. J. Physics* American Journal of Physics
 Amer. Perfumer, Cosmet., American Perfumer, Cosmetics, Toilet Preparations (1936–1939)
 Toilet Preparat.*
 Amer. Petroleum Inst. Quart.* American Petroleum Institute Quarterly
 Amer. Soc. Testing Mater.* American Society for Testing Materials
 Am. Inst. Chem. Engrs.° American Institute of Chemical Engineers
 Am. Inst. min. met. Eng. American Institute of Mining and Metallurgical Engineers.
 tech. Publ. Technical Publications
 Am. J. Cancer American Journal of Cancer (bis 1940)
 Am. J. Clin. Med.° American Journal of Clinical Medicine (bis 1924)
 Am. J. med. Sci. American Journal of Medical Sciences
 Am. J. Pharm. American Journal of Pharmacy (bis 1936)
 Am. J. Physiol. American Journal of Physiology
 Am. J. publ. Health American Journal of Public Health and the Nation's Health
 Am. J. Sci. American Journal of Science
 Am. J. Vet. Research° American Journal of Veterinary Research

- Am. Mineralogist
 Am. Perfumer*
 Am. Soc.
 Am. Soc. Brewing
 Chemists, Proc.^o
 An. Acad. Republicii Populare
 române, Ser. Mat., Fizică, Chim.*
 Anal. Chem.
 Anal. chim. Acta
 Anales de la Sociedad Química arg.^o
 Analyst
 An. Asoc. quím. arg.
 Anatom. Rec.*
 An. Farm. Bioquím. Buenos Aires
 Ang. Ch.
 Anilinfarben-Ind.*
 Ann. Acad. Sci. fenn.
 Ann. Acad. Sci. techn.
 Varsovie*
 Ann. Chim. anal.
 Ann. Chim. anal. appl.
 Ann. Chim. applic.
 Ann. chim. et phys.^o
 Ann. Chimica*
 Ann. chim. farm.
 Ann. Falsificat. Fraudes*
 Ann. Fermentat.
 Ann. Inst. Pasteur
 Ann. Leningrad State Boubnoff
 Univ., chem. Ser.*
 Ann. Leningrad State Univ.,
 chem. Ser.*
 Ann. N. Y. Acad. Sci.
 Ann. pharm. franç.
 Ann. Physik
 Ann. Physique
 Ann. Rep. Progr. Chem.
 Ann. Repts Soc. Chem. Ind. on
 Progr. Appl. Chem.^o
 Ann. Rev. Biochem.^o
 Ann. Rev. phys. Chem.
 Ann. scient. Univ. Jassy
 Ann. Soc. scient. Bruxelles
 Ann. Univ. Saraviensis*
 Annu. Rep. Progr. Rubber
 Technol.*
 Annu. Rep. Shionogi Res. Lab.
 [Osaka]*
 Annu. Surv. Amer. Chem.*
 An. Soc. españ.
- American Mineralogist
 Americ. Perfumer and Essential Oil Reviews (bis 1935 u. seit 1940)
 Journal of the American Chemical Society
 American Society of Brewing Chemists, Proceedings, Annual
 Meeting
 Analele Academiei Republicii Populare Române. Seria: Mate-
 matică, Fizică, Chimie
 Analytical Chemistry (seit 1947)
 Analytica Chimica Acta, Amsterdam
 Anales de la Sociedad Química Argentina
 The Analyst. Cambridge
 Anales de la Asociación Química Argentina
 Anatomical Record
 Anales de Farmacia y Bioquímica. Buenos Aires
Anales de Física y Química (1940–1948) s. An. Soc. españ.
 Angewandte Chemie (seit 1932)
 Anilinfarben-Industrie (russ.) Anilinokrassotschnaja
 Promyschlenosst
Anilinokrassotschnaja Promyschlenosst s. Anilinfarben-Ind.
 Annales Academiae Scientiarum Fennicae
 Annales de l'Académie des Sciences Techniques à Varsovie
 (Rocznik Akademii Nauk Technicznych w Warszawie)
 Annales de Chimie Analytique (1942–1946)
 Annales de Chimie Analytique et de Chimie Appliquée (bis 1941)
 Annali di Chimica Applicata (bis 1950)
 Annales de chimie et de physique (bis 1914)
 Annali di Chimica (seit 1950)
 Annali di chimica farmaceutica (1938–1940)
 Annales des Falsifications et des Fraudes
 Annales des Fermentations
 Annales de l'Institut Pasteur
 Annals of the Leningrad State Boubnoff University. Chemical
 Series (bis 1938)
 Annals of the Leningrad State University. Chemical Series (seit
 1938)
 Annals of the New York Academy of Sciences
 Annales Pharmaceutiques Françaises (seit 1943)
 Annalen der Physik (bis 1943 und seit 1947)
 Annales de Physique
 Annual Reports on the Progress of Chemistry
 Annual Reports of the Society of Chemical Industry on the
 Progress of Applied Chemistry (bis 1948)
 Annual Review of Biochemistry
 Annual Review of Physical Chemistry
 Annales Scientifiques de l'Université de Jassy. Roumanien (bis 1936)
 Von 1937–1939 geteilt in: Partie I: Mathématiques, Physique,
 Chimie. Partie II: Sciences Naturelles
 Seit 1940 geteilt in: Section I: Mathématiques, Physique, Chimie.
 Section II: Sciences Naturelles
Annales Societatis Chimicae Polonorum s. Roczniki Chem.
 Annales de la Société Scientifique de Bruxelles
 Annales Universitatis Saraviensis
 Annual Report on the Progress of Rubber Technology
 Annual Reports of Shionogi Research Laboratory [Osaka]
 Annual Survey of American Chemistry (bis 1935)
 Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química
 (1940–1947 Anales de Física y Química). Seit 1948 geteilt in:
 Serie A – Física. Serie B – Química

- An. Soc. quim. arg.
Anz. Akad. Krakau
- A. P.
Apotheker-Ztg.*
Appl. scient. Res.
Ar.
- Arb. Reichsgesundheits-Amte*
Arb. staatl. Inst. exp. Therap.
Forschungsinst. Chemotherap.
Frankfurt a. M.*
Arb. staatl. Inst. exp. Therap.
Georg Speyer-Hause Frank-
furt a. M.*
Arb. Staatsinst. exp. Therap.
Georg Speyer-Hause
Frankfurt a. M.*
Arch. Biochem.
Arch. Biochemistry*

Arch. des Sci.*
Arch. Eisenhüttenwes.*

Arch. Farmacol. sperim.

Arch. ind. Hyg. occupat. Med.*

Arch. int. Pharmacod.
Arch. int. Physiol.*

Arch. Math. Naturvid.
Arch. Mikrobiol.
Arch. néerl. Sci. exact. natur.*

Arch. Path.
Arch. Pharm. Chemi
Arch. Rubbercultuur*
Arch. Rubbercultuur Nederl.-
Indië.*
Arch. Sci. phys. nat.
Arch. techn. Messen*
Arh. Hemiju Farmaciju*

Arh. Hem. Tehn.

Arh. Kemiju
Arh. Kemiju Tehnol.*

Ark. Kemi
Ar. Pth.

Arzneimittel-Forsch.*
Arzneimittel-Forsch., Beih.*
ASTM Bull.°
- Anales de la Sociedad Química Argentina
Anzeiger der Akademie der Wissenschaften in Krakau, Mathe-
matisch-Naturwissenschaftliche Klasse
Amerikanisches Patent
Apotheker-Zeitung (bis 1933 und seit 1949)
Applied Scientific Research
Archiv der Pharmazie
(und Berichte der Deutschen Pharmazeutischen Gesellschaft)
Arbeiten . . . (russ.) s. Trudy . . .
Arbeiten aus dem Reichsgesundheits-Amte (bis 1943)
Arbeiten aus dem Staatlichen Institut für Experimentelle The-
rapie und dem Forschungsinstitut für Chemotherapie zu
Frankfurt a. M. (1938–1946)
Arbeiten aus dem Staatlichen Institut für Experimentelle The-
rapie und dem Georg Speyer-Hause zu Frankfurt a. M. (seit
1947)
Arbeiten aus dem Staatsinstitut für Experimentelle Therapie
und dem Georg Speyer-Hause zu Frankfurt a. M. (bis 1937)

Archives of Biochemistry and Biophysics (seit 1951)
Archives of Biochemistry (bis 1951)
Archives de Chimie . . . (Zagreb) s. a. Arhiv . . .
Archives des Sciences (seit 1948)
Archiv für das Eisenhüttenwesen (bis 1945 und seit 1948)
*Archiv für Experimentelle Pathologie und Pharmakologie (Nau-
nyn-Schmiedeberg) s. Ar. Pth.*
Archivio di Farmacologia sperimentale e Scienze affini (bis
1943)
*Archiv für die gesamte Physiologie der Menschen und Tiere s.
Pflügers Arch. Physiol.*
Archives of Industrial Hygiene and Occupational Medicine
(1950–1951)
Archives internationales de Pharmacodynamie et de Thérapie
Archives Internationales de Physiologie (bis 1943 und seit
1946)
Archiv for Matematik og Naturvidenskab
Archiv für Mikrobiologie (bis 1943 und seit 1948)
Archives Néerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles,
Serie III A: Sciences Exactes (bis 1934)
Archives of Pathology (bis 1950)
Archiv for Pharmaci og Chemi. Kopenhagen
Archief voor de Rubbercultuur (seit 1948)
Archief voor de Rubbercultuur in Nederlandsch-Indië (bis 1948)

Archives des Sciences Physiques et Naturelles. Genf (bis 1947)
Archiv für Technisches Messen (bis 1943 und seit 1947)
Arhiv za Hemiju i Farmaciju. Archives de Chimie et de Phar-
macie. Zagreb (bis 1937)
Arhiv za Hemiju i Tehnologiju. Archives de Chimie et de
Technologie. Zagreb (1938–1939)
Arhiv za Kemiju (Archives de Chimie) (seit 1946)
Arhiv za Kemiju i Tehnologiju (Archives de Chimie et de Tech-
nologie). Zagreb (1939–1941)
Arkiv för Kemi, Mineralogie och Geologi, seit 1949 Arkiv för Kemi
(NAUNYN-SCHMIEDEBERGS) Archiv für Experimentelle Patho-
logie und Pharmakologie
Arzneimittel-Forschung
Arzneimittel-Forschung, Beihefte
ASTM (American Society for Testing Materials) Bulletin
ATM, Archiv für Technisches Messen s. Arch. techn. Messen