

HOLLEMAN-SCHULER  
Einfache Versuche  
auf dem Gebiete der  
ORGANISCHEN CHEMIE



Einfache Versuche  
auf dem Gebiete der  
**ORGANISCHEN CHEMIE**

*Eine Anleitung  
für Studierende, Lehrer an höheren Schulen  
und Seminaren sowie zum Selbstunterricht*

*Begründet von*

**A. F. Holleman †**

*9., durchgesehene und erweiterte Auflage  
mit 8 Abbildungen*

*von*

**Leonhard Schuler**



**WALTER DE GRUYTER & CO**

*vormals G. J. Göschensche Verlagshandlung · J. Guttentag, Verlags-  
buchhandlung · Georg Reimer · Karl J. Trübner · Veit & Comp.*

**BERLIN 1965**

© Copyright 1965 by Walter de Gruyter & Co. vormalis G. J. Göschen'sche Verlags-  
handlung · J. Guttentag, Verlagsbuchhandlung · Georg Reimer · Karl J. Trübner · Veit &  
Comp., Berlin 30, Genthiner Straße 13. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks,  
der photomechanischen Wiedergabe, der Herstellung von Mikrofilmen und der Übersetzung,  
vorbehalten. Archiv-Nr. 5233651. Printed in Germany. Satz und Druck: R. Oldenbourg,  
8 München 8. Umschlag: U. Hanisch, Berlin

## Vorwort zur 9. Auflage

Das in seiner 9. Auflage vorliegende Werk geht in seiner Gesamtlage auf ein schon vor dem 2. Weltkrieg vergriffenes Laboratoriumsbuch gleichen Titels des 1953 in hohem Alter verstorbenen Professors *Holleman* zurück. Es wurde 1941 auf Grund jahrelanger praktischer Lehrererfahrungen, vor allem im Ausland, überprüft und etwas erweitert, *um vor allem den Kreisen von Benutzern, die Chemie nicht als Hauptfach betreiben, eine reichhaltigere Auswahl an Versuchen zur Verfügung zu halten*. Es scheint angebracht, dabei wieder auf den auch heute noch geltenden ursprünglichen Gedanken des Werkes hinzuweisen: *All denen, deren Bekanntschaft mit der organischen Chemie nur auf einem theoretischen Studium beruht, soll durch Ausführung einfacher Versuche, wenn möglich nur im Reagenzglas (ähnlich wie das in der anorganisch-analytischen Chemie schon immer üblich war) ein gewisser Schatz aus eigener Anschauung und Erfahrung gewonnener Tatsachen vermittelt werden*. Diese Versuchstatsachen sind ja seit je die unveränderlichen Grundlagen für alle weiteren Fragestellungen und daraus sich ergebenden, immer in langsamer Wandlung begriffenen neuen theoretischen Ausdeutungen und symbolischen Darstellungen in der chemischen Wissenschaft. Der große Aufwand an Zeit und apparativen Hilfsmitteln, wie ihn die präparative und dann weiterhin forschende Arbeit des „hauptberuflichen“ organischen Chemikers erfordert, wird dabei tunlichst umgangen. Ein Lehrbuch der organischen Chemie oder organischen systematischen Analyse usw. soll dadurch nicht ersetzt werden. Daß vielmehr ein theoretisches Studium vor oder nach den Versuchen eine Voraussetzung für jede tiefere Sinndeutung der an den Beispielen beobachteten Reaktionen bildet, sollte nach Obigem kaum zu Mißverständnissen hinsichtlich Anlage und Zweck des Werkes Anlaß geben.

Die beigegefügtten Erläuterungen und Gleichungen (gegenüber früher auf eine einheitlichere und zeitgemäßere Form gebracht) fehlten in der Urfassung. Sie werden nur in knappster Form gegeben und nur um z. B. Benutzer ohne Lehrer vor mancher Unsicherheit in der Absicht und Deutung der Versuche zu bewahren. In einigen Fällen wird ausdrücklich auf *Holleman-Richters* „Lehrbuch der organischen Chemie“ (37—41. Aufl.) verwiesen in der Form  $\langle H.-R. S. \dots \rangle$ . (Vgl. auch die „Auswahl aus dem Schrifttum“, S. XX.) Seit der 8. Auflage ist auch ein Beispiel für die Papierchromatographie angeführt, um wenigstens eine

Anschauung zu vermitteln, obwohl natürlich „im Ernstfall“ erst jeweilig die Mittel für eine erfolgreiche Trennung ausfindig gemacht werden müssen und nicht immer leicht zu finden sind.

Bei der Art der Darstellung wird angenommen, daß der Benutzer bereits einige eigene Erfahrung in der einfachen chemischen Versuchstechnik sowie im chemischen Beobachten und Denken erworben hat. Für praktische Hinweise, die sich beim Unterricht in Mittel- und Oberschulen bewährt haben, danke ich Herrn Oberstudiendirektor Dr. *Flörke* (Gießen). Auf diesem Feld bleibt natürlich für den Lehrenden je nach den verfügbaren Mitteln und den Absichten ein weiter Spielraum, besonders für Demonstrationsversuche, deren durchgängige Berücksichtigung ich mir freilich im vorgesetzten Rahmen versagen mußte.

Um auch jenen, die eine von Grund auf andere Anordnung des Stoffes bevorzugen, entgegenzukommen und auch *um überhaupt den Überblick über das Gebiet zu vertiefen, habe ich außer den vermehrten Hin- und Rückverweisungen noch am Anfang des Buches eine systematische Liste der behandelten Stoffklassen geboten, bei der die im Buch getrennt erscheinenden Versuche von einem anderen Standpunkt aus, ohne Trennung in aliphatische und aromatische Reihe, sinngemäß unmittelbar zusammengestellt sind.*

Möge das von vielen benutzte Buch auch in seinem neuen Gewande sich neue Freunde erwerben und weiterhin gute Dienste tun.

Heidelberg, September 1965

*Leonhard Schuler*

## Inhaltsübersicht

Liste der behandelten Stoffe, nach organischen Körperklassen geordnet . . . . .	XV
Auswahl aus dem Schrifttum . . . . .	XX
Ausrüstung . . . . .	1
<b>I. Qualitative Beobachtungen für den Nachweis der wichtigsten Elemente in organischen Verbindungen . . . . .</b>	<b>3</b>
Kohlenstoff: Verkohlung. Oxydation mit Kupferoxyd. — Stickstoff: Methode von Lassaigne. Methode von Kjeldahl. — Halogene: Beilstein'sche Probe. Glühen mit Kalk. — Schwefel: Oxydation. Hydrolyse. Glühen mit Natrium.	
<b>II. Arbeitsmethoden . . . . .</b>	<b>6</b>
Schmelzpunkt — Siedepunkt — Trenn- und Reinigungsverfahren: Dampfdestillation. Fraktionierte Destillation. Umkristallisieren. Ausschütteln. Ausfällung. Reinigungswirkung von Knochenkohle (Entfärbung).	
<b>III. Siedepunkt, Schmelzpunkt und Löslichkeit in Beziehung zur chemischen Konstitution . . . . .</b>	<b>12</b>
<b>IV. Gesättigte Kohlenwasserstoffe . . . . .</b>	<b>13</b>
Darstellung von Methan. Eigenschaften von Methan. Petroleum. Flammenvergleich. Geringe Reaktionsfähigkeit der gesättigten Kohlenwasserstoffe.	
<b>V. Alkohole (Hydroxyverbindungen I) . . . . .</b>	<b>15</b>
Methylalkohol: Neutrale Natur. Verbrennung. „Kristallalkohol“. Katalytische Oxydation. Alkohole als Lösungsmittel. — Äthylalkohol: Gärung. Alkohol und Wasser. Absoluter Alkohol. Prüfung auf Wasser. Alkoholatbildung. Jodoformprobe. Oxydation. Bromeinwirkung. Reaktion mit Schwefelsäure. — Andere	

Alkohole: Amylalkohol. Reaktion auf alkoholisches Hydroxyl ( $\text{PCl}_5$ ).

**VI. Ester, Äther und Mercaptane . . . . . 20**

Halogenide: Brennbarkeit. Äthylchlorid und -bromid. Reaktionsfähigkeit. — Ester (sauerstoffhaltiger Säuren): Äthylborat. Äthylschwefelsäure. Wintergrünöl. Essigester. — Äther: Diäthyläther. Gegenseitige Löslichkeit von Äther und Wasser. Unterscheidung der Äther und Kohlenwasserstoffe von den Alkoholen. Brennbarkeit und Flüchtigkeit von Äther. Äthylmercaptan.

**VII. Aliphatische Amine und Nitroverbindungen . . . . . 24**

Amine: Darstellung von Methylamin. Carbylaminreaktion. Senfölkreaktion. Kupferaminkomplex. Einwirkung von salpetriger Säure. Sekundäre Amine (Nitrosaminprobe). Dimethyl- und Trimethylamin. Quaternäre Salze. — Aliphatische Nitroverbindungen: Nitromethan-Natrium. Nitrosäure-Reaktion. Reduktion der Nitroverbindungen.

**VIII. Nitrile und Isonitrile . . . . . 27**

Darstellung von Propionsäurenitril (Äthylcyanid): Verseifung der Nitrile.

**IX. Gesättigte Carbonsäuren und einige Abkömmlinge (Ester usw.) . . . . . 28**

Ameisensäure: Darstellung. Reduktionswirkung von Formiat.  $\text{KMnO}_4$ -Oxydation. Anhydrid der Ameisensäure. Eisenchloridprobe. — Essigsäure: Isolierung aus Essig. Kakodylreaktion der Essigsäure. Beständigkeit der Essigsäure gegen Oxydationsmittel. Silberacetat. Eisenchloridprobe. Darstellung von Essigsäure aus Äthylalkohol. Methan aus Acetat. — Ester: 1. Fette und Seifen: Verseifung eines Fettes. Prüfung und Hydrolyse der Seife. Flüchtige Fettsäuren (aus Butter). Höhere Fettsäuren. Seife und Salz. Calcium- und Bleisalze der höheren Fettsäuren. Emulgierwirkung. Reinigungswirkung. Ranzigwerden von Fett. Löslichkeit von Fetten und Ölen. Luftenwirkung. Glycerin aus Fett. — 2. Andere Ester: Äthylacetat. Löslichkeit von Äthylacetat in Wasser. Esterverseifung. — Essigsäureanhydrid: Darstellung. Verhalten zu Wasser. Säureanhydride zur Esterdarstellung. — Acetamid: Darstellung. Reaktion mit Hypobromit nach Hoffmann. Hydrolyse eines Säureamids. Angriff von salpetriger Säure auf die  $\text{NH}_2$ -Gruppe. — Acetylchlorid: Darstellung. Reaktionsfähigkeit der Säurechloride. (Andere Säuren und Säurederivate.)

- X. Aliphatische Aldehyde und Ketone . . . . . 41**
- Aldehyde: Reduktionswirkung. Schiff'sche Probe. Polymerisation. Kondensation. Formaldehyd. — Ketone (Aceton): Darstellung von Aceton. Aussalzen von Aceton. Silberspiegelprobe. Beständigkeit gegen Permanganat. Bisulfit. — Addition. Kondensation mit Aldehyden. Kondensation mit Hydrazinen. Ersatz der Carbonylgruppe durch Halogen. Jodoformbildung. Nitroprussidnatriumprobe.
- XI. Ungesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffe . . . . . 46**
- Olefine: Äthylendarstellung. Leuchtkraft der Äthylenflamme. Bromaddition. Nachweis einer Doppelbindung nach Bayer. Ungesättigte Kohlenwasserstoffe im Leuchtgas. — Acetylen: Acetylde.
- XII. Ungesättigte Monocarbonsäuren . . . . . 48**
- Doppelbindung im Mandelöl. Ölsäure aus Mandelöl. Überführung von Ölsäure in Elaidinsäure. Zersetzung von ölsaurem Natrium durch Natronschmelze. Bleioleat. Mehrfach ungesättigte Ester.
- XIII. Chloroform und Jodoform . . . . . 50**
- Darstellung von Chloroform. Bildung von Chloroform aus Trichloroessigsäure. Hydrolyse von Chloroform. Überführung von Chloroform in Kaliumcyanid. Chloroform und Silbernitrat. Unvollständige Oxydation von Chloroform. Jodoform aus Alkohol.
- XIV. Glycerin und Mannit . . . . . 51**
- Darstellung von Allylalkohol. Acrolein. Glycerin verhindert Fällung von Kupferhydroxyd. Benzoatbildung nach Schotten-Baumann zum Nachweis von Hydroxylverbindungen. Komplexe Eisenverbindung des Mannits.
- XV. Einfache zweibasige Säuren . . . . . 53**
- Oxalsäure: Darstellung (aus Holz, aus Zucker, aus Pflanzen). Oxalate aus Formiaten. Zersetzung von Calciumoxalat durch Hitze, Oxalsäure und konzentrierte Schwefelsäure. Hitzzerfall der Oxalsäure. Reduktionswirkung der Oxalsäure. Komplexe Eisenoxalate. Oxalsäuredimethylester. Oxalsäurediäthylester. Oxamid. — Bernsteinsäure: Anhydridbildung. Succinate. Succinimid. — Malein-Fumarsäure.

- XVI. Hydroxy- und Ketosäuren . . . . . 57**
- Milchsäure: Zersetzung von Milchsäure durch verdünnte Schwefelsäure. Zersetzung durch konzentrierte Schwefelsäure. Oxydation von Milchsäure. Eisenchloridprobe. Anhydride. Zinklaktat. — Weinsäure: Weinstein. Fehlingsche Lösung. Reduktionswirkung von Oxysäuren. Komplexe alkalibeständige Ferritartrate. Calciumtartrat. Brechweinstein. Verkohlung. — Citronensäure: Darstellung aus Zitronen. Salze. Erhitzen. Einwirkung von konzentrierter Schwefelsäure. Aceton aus Citronensäure. — Acetessigester: Eisenchloridprobe. Bromaddition. Freies Enol. „Ketonspaltung“. Bildung von Pyrazolon. Cu-Salz.
- XVII. Chloralhydrat . . . . . 63**
- Hydratform eines Aldehyds. Wirkung starker Lauge auf Chloral. Silberspiegelprobe. Bisulfitprobe.
- XVIII. Kohlenhydrate . . . . . 64**
- Probe nach Molisch. — Monosaccharide: Löslichkeit. Reduktionswirkungen. Wirkung von Alkali. Schiffsche Aldehydprobe. Osazonbildung. — Pentosen: Furfurolbildung. — Hexosen: Salzsäureeinwirkung. Calciumverbindung der Glucose. Glucoseschwefelsäure. Oxydation von Glucose mit Salpetersäure. Nachweis von Fruktose. Schleimsäure aus Galaktose. — Disaccharide (Biosen): Nachweis von Milchzucker in Milch. Phenylsazon der Laktose. Rohrzucker, erhitzt. Tricalciumsaccharat. Unterscheidende Merkmale der Saccharose gegenüber Monosacchariden. Inversion. — Polysaccharide: Gewinnung von Stärke. Stärkekleister. Jodreaktion der Stärke. Bariumverbindung der Stärke. Unterscheidende Merkmale gegenüber Monosacchariden. Stufenweise Hydrolyse der Stärke. Pektin. — Cellulose: „Quellung“ der Cellulose zu Pergamentpapier. Völlige Hydrolyse der Cellulose. Celluloseacetat. „Nitrocellulose.“ Löslichkeit in Schweizers Reagenz. „Viscose.“ Nachweis von Lignin in Papier.
- XIX. Aminosäuren und Eiweißstoffe . . . . . 77**
- Aminosäuren: Titration von Glykokoll als Säure. Innerkomplexe Kupfersalze. Geschmack. Van Slyke's Methode (Nitrit). Hitzezerfall. Hippursäure. — Eiweißstoffe: Hitzezersetzung. Nachweis von Stickstoff und Schwefel in Eiweißkörpern. Aus-salzen von Proteinen mit Ammonsulfat. Gerinnung („Denaturierung“). Biuretreaktion. Millons Reagenz. Xanthoproteinreaktion. Reaktion von Adamkiewicz. Fällung unlöslicher Eiweißverbindungen. — Keratin.

- XX. Cyanwasserstoff und seine Salze** . . . . . 81
- Blausäure. Berlinerblau-Reaktion. Silbercyanid. Hydrolyse von Kaliumcyanid. Überführung von Ammonformiat in Blausäure. Hexacyanocisen(II)säure (Ferrocyanwasserstoffsäure). Wirkung konzentrierter Schwefelsäure. Hitzezerfall von Kaliumhexacyanoferrat-(II) (Kaliumferrocyanid). Kalium-Calciumhexacyanoferrat-(II). Kaliumhexacyanoferrat-(III) (Kaliumferricyanid). Oxydation von Kaliumhexacyanoferrat-(II) mit Permanganat. Oxydationswirkung von Kaliumhexacyanoferrat-(III). — Dicyan.
- XXI. Cyanate und Thiocyanate (Abkömmlinge der Kohlensäure)** . 85
- Kaliumcyanat. Isocyansäureester. Kaliumrhodanid, Silberrhodanid. Senföl, Kohlenoxysulfid.
- XXII. Harnstoffe und andere Abkömmlinge der Kohlensäure** . . . 86
- Schwefelkohlenstoff: Brennbarkeit, Flüchtigkeit. Bariumtrithiocarbonat. Lösungsvermögen für fette Öle. Xanthogenate. Ammoniumdithiocarbamat. — Harnstoff und Thioharnstoff: Synthese von Wöhler. Neutrale Natur des Harnstoffs. Hydrolyse. Salze des Harnstoffs. Bestimmung von Harnstoff mit Bromlauge. Zersetzung des Harnstoffs mit salpetriger Säure. Hitzeumwandlung von Harnstoff. Cyanursäure (Harnstoff und Formaldehyd, — und Phthalsäureanhydrid, — und Anilin). — Thioharnstoff. Entschwefelung von Thioharnstoff. Ammonrhodanid aus Thioharnstoff. Thioharnstoff und salpetrige Säure. (Thiocarbanilid). — Carbaminsäure: Calciumcarbammat.
- XXIII. Harnsäuregruppe** . . . . . 92
- Harnsäure aus Harn. Neutrales harnsaurer Kalium. Harnsaurer Ammon. Murexidreaktion. Reduktion von Silbernitrat. — Koffein (Coffein) aus Tee. Murexidprobe auf Koffein.
- XXIV. Benzol und seine Homologen** . . . . . 94
- Benzol aus Benzoesäure. Verhalten gegen Halogen. Abwesenheit reaktiver Doppelbindungen im Benzol. — Nitrobenzol. Benzolsulfosäure. Reaktion von Friedel-Crafts. Nachweis von Benzol mit Nickel(II)cyanid. — Toluol: Oxydation von Seitenketten. Halogen und Toluol.
- XXV. Aromatische Monohalogenverbindungen** . . . . . 96
- Beständigkeit von Chlorbenzol gegen Hydrolyse.

<b>XXVI. Phenole (Hydroxyverbindungen II)</b> . . . . .	<b>97</b>
Phenol und seine Derivate: Darstellung von Phenol aus Benzol. Phenol und Wasser. Natriumphenolat. Tribromphenol. Eisenchloridprobe. Phenylbenzoat. Anisol. Nitrophenole. Farbige Salze des p-Nitrophenols. Pikrinsäure (Kaliumpikrat, Geschmack, Isopurpursäure, Chlorpikrin, Ionisation, Pikrinsäure als Farbstoff). Bakelit. — Mehrwertige Phenole: Dihydroxybenzole und Eisenchlorid. Andre Reaktionen der Dihydroxybenzole. Benzochinon. Chinhydron. Pyrogallol. (Andre Phenole.)	
<b>XXVII. Aromatische Aminoverbindungen</b> . . . . .	<b>104</b>
Anilin und seine Derivate: Darstellung von Anilin. Chlorkalkreaktion. Oxydation mit Bichromat. Anilinschwarz. Neutrale Reaktion des Anilins. Anilinsalze. Tribromanilin. Acetanilid (Hydrolyse). Carbanilid. Thiocarbanilid. Phenylsenföf. Carbylaminreaktion. Anilin und Aldehyde (Benzylidenanilin). — Andre Amine: Diphenylamin. Nitrosodimethylanilin. Liebermannsche Probe. m-Phenylendiamin. (Andre aromatische Amine.)	
<b>XXVIII. Reduktionszwischenprodukte aromatischer Nitroverbindungen</b> . . . . .	<b>111</b>
Azobenzol. Phenylhydroxylamin. Nitrosobenzol. Hydrazobenzol. Benzidin. Diazotierung. p-Diazobenzolsulfosäure. Umsetzungen der Diazoverbindungen. Azofarbstoffe. Phenylhydrazin.	
<b>XXIX. Benzoesäure und ihre Abkömmlinge</b> . . . . .	<b>120</b>
Benzoesäure aus Benzolsulfosäure. Benzoesäure aus Benzoeharz. Flüchtigkeit der Benzoesäure mit Wasserdampf. Löslichkeit. Ester. Benzamid. Benzanilid.	
<b>XXX. Benzaldehyd</b> . . . . .	<b>122</b>
Löslichkeit. Reduktionswirkung. Bisulfitverbindung. Kondensation mit Phenylhydrazin. Disproportionierung nach Cannizzaro. Oxydation. Hydrobenzamid. „Acyloin“-Kondensation (Benzoin, Benzil, Benzilsäure). Zimtsäure. Malachitgrün. Mandelsäure. o-Nitrobenzaldehyd.	
<b>XXXI. Benzolhomologe mit Substituenten in der Seitenkette</b> . . . . .	<b>128</b>
Verseifung von Benzylchlorid. Benzyljodid. Benzylalkohol. Oxydation von Zimtsäure.	

<b>XXXII. Benzolderivate mit mehreren Substituenten . . . . .</b>	<b>129</b>
Pikrylchlorid. m-Dinitrobenzol. Dinitroanisol aus Trinitrobenzol. Basizität der Nitroaniline. Pikramid. Salicylsäure. Gallussäure. Tannin. Anthranilsäure. Phthalsäure (Phthalimid, Phenolphthalein, Fluorescein).	
<b>XXXIII. Terpene und Kampher . . . . .</b>	<b>137</b>
Pinen. „Künstlicher Kampher.“ Kampher. Kamphersäure. Kautschuk.	
<b>XXXIV. Mehrkernige nichtkondensierte Benzolderivate . . . . .</b>	<b>139</b>
Triphenylchlormethan. Aurin. Parafuchsin. Ausschaltung auxochromer Gruppen durch Ammonsalzbildung. Carbinolbase. Leukobase. Succinphthalein. Färbeprobe.	
<b>XXXV. Mehrkernige kondensierte Benzolderivate . . . . .</b>	<b>144</b>
Naphthalin: Nitronaphthalin. Bromnaphthalin. Sulfonierung. Naphthol. Naphthylacetat. Wirkung von Ferrichlorid. Martiusgelb. Reaktion mit Formaldehyd. Dibrom-1-naphthol. Naphthionsäure. Naphthylamin. — Anthracen: Fluoreszenz. Anthrachinon. Alizarin.	
<b>XXXVI. Heterozyklische Verbindungen (einkernig) . . . . .</b>	<b>152</b>
Pyridin. Pyrrol. Hämin aus Blut. Indophenolreaktion. Pyrazolonbildung.	
<b>XXXVII. Mit Benzol kondensierte Heteroringkörper . . . . .</b>	<b>155</b>
Chinolin. 2-Methylindol. Indigo (Isatin, Dehydroindigo, Indigoküpe). Chinoxalin. Methylenblau. Anthocyane.	
<b>XXXVIII. Alkaloide . . . . .</b>	<b>161</b>
„Alkaloidreagentien.“ Chinin, Strychnin, Brucin.	
<b>XXXIX. Papierchromatographie . . . . .</b>	<b>162</b>
<b>Sachverzeichnis . . . . .</b>	<b>164</b>



## **Liste der behandelten Stoffe, nach organischen Körperklassen geordnet**

### **Kohlenwasserstoffe**

Methan, Petroleum S. 14,3, Benzin S. 15,4, Hexan S. 15,4, Paraffin S. 15,5, S. 23,10 (vgl. mit Alkohol);  
Olefine S. 28,IX ff. (Äthylen), S. 47,6 Acetylen;  
Terpene S. 137,XXXIII (Pinen, Kautschuk);  
Aromatisch: Benzol S. 94,XXIV (Toluol S. 96,8), Naphthalin S. 144,1 ff., Anthracen S. 149,9 ff., Hexaphenyläthan S. 139,1 b.

### **Hydroxyverbindungen**

- A) Alkoholisches OH: Alkohole S. 15,V (Methanol, Äthylalkohol S. 16,6, Amylalkohol S. 19,15, S. 23,10);  
Glycerin S. 28,1, S. 51,XIV, S. 34,23. Mannit S. 51,XIV;  
Allylalkohol S. 51,1, Pinenglykol S. 137,1 c;  
Benzylalkohol S. 122,5, S. 128,1, 3.
- Mit weiteren Substituenten: Aldol S. 43,4, Kohlenhydrate S. 64, (Glucose S. 65,2 ff.), Benzoin S. 124,8, Triphenylcarbinol S. 139,1 (Carbinol des Malachitgrüns S. 126,10), Mandelsäure S. 127,11, Benzilsäure S. 124,8 b, andre Hydroxysäuren S. 57,XVI (Milchsäure S. 57,1 ff., Weinsäure S. 59,6, Citronensäure S. 60,13, Schleimsäure S. 70,17, S. 153,2, Zuckersäure S. 69,15, Galakturonsäure S. 68,13).
- B) Phenolisches OH: Phenole S. 97,XXVI (Phenol S. 97,1 ff.), o-Kresol S. 106,6 c, Naphthole S. 146,6 ff., Dinaphthole S. 146,6 c, Brenzcatechin, Hydrochinon, Resorcin S. 101,12 ff., Pyrogallol S. 103,16, Phloroglucin S. 76,38, Anthrahydrochinon S. 149,10, Alizarin S. 150,11, Nitrophenole S. 99,8, 9, 10 (Pikrinsäure S. 100,10), Tribromphenol S. 98,4, Dibromnaphthol S. 148,6 h, Nitrosophenol S. 109,13, Aminophenole S. 111,15;  
Salicylsäure S. 130,7, Gallussäure S. 131,8, Gerbsäure (Tannin) S. 132,9, Aurin S. 139,2, Fluorescein S. 134,11 d, Phenolphthalein S. 135,11 e, Anthocyane S. 160,6 ff., (Purpurogallin S. 103,16).

### **Äther**

S. 22,8 Diäthyläther, Anisol S. 99,7; Dinitroanisol S. 129,3; evtl. Saccharose S. 71,23;  
Cyclische: Furfurol S. 67,11; Anthocyane S. 160,6; Fluorescein S. 134,11 d.

**Aldehyde**

Aliphatisch: Formaldehyd S. 15,4, S. 42,5ff.; Acetaldehyd S. 18,12, S. 41,1ff.;  
Metaldehyd S. 42,3b;

Acrolein S. 52,2, Crotonaldehyd S. 42,4.

Aldol S. 43,4, Chloral S. 63,XVII;

Kohlenhydrate S. 64,XVIII (Glucose S. 65,2ff.), Glutacondialdehyd S. 153,1h.

Aromatisch: Benzaldehyd S. 122,XXX, o-Nitrobenzaldehyd S. 157,3.

Heterocyclisch: Furfurol S. 67,11.

**Ketone**

Aceton S. 44,6ff.; Benzoin S. 124,8, Benzil S. 124,8b, Kampher S. 138,2, Acetessig-  
ester S. 62,18, Dibenzalaceton S. 63,21, Osone S. 66,10, Fructose S. 69,16.

**Chinone und chinoide Verbindungen**

Benzochinon S. 102,14, S. 105,6; Anthrachinon S. 149,10, Alizarin S. 150,11, Anilin-  
schwarz S. 106,6b, Methylenblau S. 160,5, Diphenyldiphenochinondiimin  
S. 109,12, Indophenol S. 110,14, Aurin S. 139,2ff., Malachitgrün, Parafuchsin,  
Kristallviolett XXX,10ff. Fluorescein S. 134, d, Succinpthalein S. 143,7.

**Säuren (Carbonsäuren)**

Einfache ein- und mehrbasische: Ameisensäure S. 28,1ff. S. 82,4, S. 50,3; Essig-  
säure S. 30,5ff., Buttersäure S. 33,14, höhere Fettsäuren S. 33,15, 17;

Kohlensäure S. 86,XXII.

Benzoessäure S. 120ff., S. 123,6.

Oxalsäure S. 28,1, S. 53,XV, Bernsteinsäure S. 56,11, Kamphersäure S. 122,2,  
Phthalsäure S. 133,11ff.

Ölsäure, Elaidinsäure S. 48,2, 3; Aconitsäure S. 61,16, Zimtsäure S. 128,4, S.125,9;  
Malein-Fumarsäure S. 53,14.

Mit weiteren Substituenten: Trichloressigsäure S. 50,2.

Kohlensäure S. 86,XXII, Milchsäure S. 57,1ff., Weinsäure S. 59,6, Laktylmilch-  
säure S. 59,5, Citronensäure S. 60,13, Mandelsäure S. 127,11, Benzilsäure  
S. 124,8b, Schleimsäure S. 70,17, S. 153,2, Zuckersäure S. 69,15.

Galakturonsäure S. 68,13; Glykolsäure S. 78,2a.

Salicylsäure S. 130,7ff., Gallussäure S. 131,8, Tannin (Gerbsäure) S. 132,9, Phenol-  
phthalein S. 135,11e, Fluorescein S. 134,11d, Acetessigsäure (Ester) S. 62,18,  
Acetondicarbonsäure S. 61,16, Brenztraubensäure S. 58,3, Lävulinsäure S. 68,12.

Aminosäuren S. 77,XIX, Glykokoll S. 77,1ff., Anthranilsäure S. 132,10, Hippur-  
säure S. 78,4, Carbaminsäure S. 91,19, Dithiocarbaminsäure S. 87,6.

**Andere Verbindungen mit Säurenatur**

Blausäure S. 81,XX, Cyanursäure S. 90,14, Phthalimid S. 134,11c, Phenole und Naphthole S. 97,XXVI u. S. 144,XXXV, Pikrinsäure S. 100,10, Methylnitrosäure S. 26,9, Harnsäure S. XXIII, Purpursäure XXII,4.  
Benzolsulfonsäure S. 121,5, S. 97,1; Naphthalinsulfonsäure S. 145,5, Äthylschwefelsäure S. 21,5, Glucoseschwefelsäure S. 69,14.

**Ester (siehe auch Halogenverbindungen)**

Äthylsulfat S. 21,5, Dimethylsulfat S. 99,7, Glucoseschwefelsäure S. 69,14, Äthylborat S. 21,4, Äthylacetat S. 21,4, S. 34,24, S. 38,29; Äthylbenzoat S. 121,5, Äthylacetoacetat S. 62,18ff., Phenylbenzoat S. 99,6, Naphthylacetat S. 146,6c, Phenylsalicylat S. 130,7, Methylsalicylat S. 22,6, S. 130,7, Äthylisocyanat S. 85,2, Dimethyl- und Diäthyloxalat S. 55,8,9;  
Glycerinformiat S. 28,1, Glycerinoxalat S. 28,1 und S. 51,1, Fette (Glycerinpalmitat usw.) S. 32,12ff., Mandelöl (Glycerinoleat usw.) S. 48,1, Lein- und Tungöl S. 49,6; Glycerintribenzoat S. 52,4, Celluloseester S. 74,34, 35, 37. — Lactylmilchsäure und Lactid S. 59,5.

**Halogenverbindungen**

Methyljodid, Äthylchlorid und -bromid S. 20,3; Dichloräthan S. 20,3, Amylchlorid S. 16,19, Benzylchlorid S. 20,3, S. 128,1, Benzylbromid S. 96,9, Benzyljodid S. 128,2, Triphenylchlormethan S. 95,6, S. 139,1;  
Chlorbenzol S. 20,3, S. 96,XXV. Brombenzol S. 20,3. Bromtoluol S. 96,9. Bornylchlorid, Pinenhydrochlorid S. 137,1e; Bromnaphthalin S. 145,4.  
Methylenchlorid S. 14,2, Dichlorpropan S. 45,13, Benzalchlorid S. 20,3. Chloroform S. 14,2, S. 64,2, S. 50,XIII. Jodoform S. 46,14, S. 50,XIII. Tetrachlorkohlenstoff S. 14,2, S. 20,1.  
Chloral S. 63,XVII, Chlorpikrin S. 101,10e. Trichloressigsäure S. 50,2, Tribromphenol S. 98,4, Tribromphenolbrom S. 130,7. Pikrylchlorid S. 129,1. Tribromanilin S. 105,4. Dibromnaphthol S. 148,6h.  
Phosgen S. 51,6. Acetylchlorid S. 39,34ff. Benzoylchlorid S. 52,4, S. 78,4, S. 99,6, S. 121,6, 7.

**Stickstoffverbindungen****A) Amine (Imine usw.)**

Methylamin S. 24,1, 2; S. 39,31; Äthylamin S. 25,5;  
Anilin S. 104,1ff.; Phenylendiamin S. 114,6a, Aminophenol S. 111,15, Benzidin S. 113,4. Bismarckbraun S. 146,6a, Kongorot S. 118,7, Nitroaniline S. 130,4, Pikramid S. 130,5. Parafuchsin S. 126,10;  
Diäthylamin S. 25,6, Dimethylamin S. 26,7, S. 109,13. Diphenylamin S. 109,12. Triäthylamin S. 26,8. Tetraäthylammoniumchlorid S. 26,8.  
Dimethylanilin S. 109,13. Nitrosodimethylanilin S. 109,13. Malachitgrün S. 141,4-6, S. 126,10, Kristallviolett S. 141,4.

Glykokoll S. 77,1ff., Anthranilsäure S. 132,10.

Aminoazobenzol S. 116, d. Anhydroformaldehydanilin S. 109,11. Benzylidenanilin S. 109,11.

#### B) Säureamide (und -imide)

Acetamid S. 38,30ff., Oxamid S. 56,10, Benzamid S. 121,6.

Succinimid S. 57,13. Phthalimid S. 134,11 c, Hippursäure S. 78,4.

Acetanilid S. 106,7, Benzanilid S. 121,7.

Harnstoff S. 88,7ff., Thioharnstoff S. 90,15, Carbanilid S. 107,8. Thiocarbanilid S. 107,9. Cyanamid S. 90,16, Triphenylguanidin S. 108,9b. Biuret S. 89,13, S. 79,9.

#### C) Nitrile und C-N-Verbindungen

Blausäure S. 81,1, Acetonitril S. 24,2, Propionitril, Äthylcarbylamin S. 27,VIII.

Benzonitril S. 94,1, Mandelsäurenitril S. 127,11, Dicyan S. 84,13. Isopurpursäure S. 100,10d.

#### D) Übrige N-Verbindungen (Nitro-, Azo- usw. -Verbindungen)

Diäthylnitrosamin S. 25,6. Nitrosodimethylanilin S. 109,13. Nitrosobenzol S. 104,2a. Phenylhydroxylamin S. 104,2;

Nitromethan S. 26,8, Methylnitrosäure S. 26,9, Chlorpikrin S. 101,10e. Nitrobenzol S. 94,4, m-Dinitrobenzol S. 129,2, Nitrophenole S. 99,8, 9, 10, Pikrinsäure 100,10. Nitroaniline S. 130,4, Pikramid S. 130,5, Dinitroanisol S. 129,3.

Phenylhydrazin S. 119,8. Hydrazobenzol S. 112,3. Benzalphenylhydrazon S. 122,4, Benzilosazon S. 124,8a, Osazone S. 66,10, Acetondinitrophenylhydrazon S. 45,12.

Diazoverbindungen S. 113,5ff.; Azobenzol S. 111,1. Kongorot S. 118,7. p-Nitrobenzol-azonaphtholdisulfonsäure S. 117, e.

Hexamethylentetramin S. 43,5, Hydrobenzamid S. 124,7.

Siehe auch Heterocyclus: S. 92,XXXIII, S. 152,XXXVI, S. 155,XXXVII, S. 161, XXXVIII.

#### Schwefelverbindungen

Äthylmercaptan S. 23,12.

Äthylschwefelsäure S. 21,5, Dimethylsulfat S. 99,7. Glucoseschwefelsäure S. 69,14. Benzaldehydbisulfit S. 122,3.

Methylsenföl S. 24,3. Allylsenföl S. 86,5, Phenylsenföl S. 108,9a.

Thioharnstoff S. 90,15, Dithiocarbaminsäure S. 87,6, Xanthogenate S. 87,5. Cellulose-xanthogenat S. 75,37, XVII,37. Schwefelkohlenstoff S. 86,1.

Benzolsulfonsäure S. 95,6, S. 94,1,5, S. 97,1, Naphthalinsulfonsäure S. 86,1ff.

Indigosulfonsäure S. 158,3d. Naphthionsäure S. 148,7, Kongorot S. 118,7.

Thiophen S. 154,4 (Indophenin). Methylenblau.

**Anhang****Farbstoffe**

- Pikrinsäure S. 101,10g. Martiusgelb S. 147,6f.  
Azofarbstoffe S. 114,6 (Bismarckbraun, 7: Kongo).  
Triphenylmethanfarbstoffe S. 139,2 (Aurin, Malachitgrün, Parafuchsin, Kristallviolett),  
Fluorescein S. 134,11 d.  
Indigo S. 157,3ff. Methylenblau S. 160,5. Anthocyane S. 160,6.

**Beispiele von Verseifungen (Hydrolysen)**

- Monoäthylsulfat S. 21,5b, Äthylacetat S. 36,26, 29, Naphthylacetat S. 147,6d,  
Fett S. 32,12, Mandelöl S. 48,2.  
Zuckerinversion S. 71,24, Stärkehydrolyse S. 72,30, Cellulosehydrolyse S. 74,33.  
Acetamid S. 39,32, 33. Harnstoff S. 88,9. Acetanilid S. 107,7d. Nitrile S. 27,2, Blausäure S. 82,4, Mandelsäurenitril S. 127,11.

**Komplexe Salze**

- Eisenformiat S. 29,4, Eisenacetat S. 31,9, Eisenoxalate S. 55,7, Eisenhydroxysäuren (komplexe) S. 59,4, Eisen-enolate S. 62,18, Eisen(III)-mannit S. 52,5. Eisenphenolate S. 99,5 und 101,12. Cu-Amine S. 25,4, Cu-Glycocoll S. 77,2. Cu-Tartrat S. 60,7. Cu-Cyanurat S. 90,14. Cu-Biuret S. 89,13, S. 79,9. K-antimonyltartrat S. 60,11.

## Auswahl aus dem Schrifttum

### Lehr- und Nachschlagebücher

- Holleman-Richter*, Lehrbuch der organischen Chemie (57.—70. Aufl. 1964).  
*Fieser u. Fieser*, Lehrbuch der organ. Chemie (4. Aufl. 1960).  
*Freudenberg-Plieninger*, Organische Chemie (Sammlung „Hochschulwissen“, 9. Aufl. 1963).  
*Diels*, Einführung in die organ. Chemie (19. Aufl. 1962).  
*Karrer*, Lehrbuch der organischen Chemie (14. Aufl. 1963).  
*Klages*, Lehrbuch der organ. Chemie. 3 Bde. (1957—1962).  
*Klages*, Einführung in die organ. Chemie (2. Aufl. 1964).  
*Nerdel*, Organische Chemie (2. Aufl. 1964).  
*Richter-Anschütz*, Chemie der Kohlenstoffverbindungen. 3 Bde. (1957—1962).  
*Staab*, Einführung in die theor. organ. Chemie (3. Aufl. 1962).  
*Wiberg, Egon*, Die chemische Affinität (1960).  
*Beilstein*, Handbuch der organischen Chemie (4. Aufl. 1944 u. ff.).

### Laboratoriumsbücher (vorwiegend präparativ)

- Gattermann-Wieland*, Die Praxis des organischen Chemikers (41. Aufl. 1962).  
*Dane*, Kleines chemisches Praktikum (3. Aufl. 1963).  
*Bernhauer*, Einführung in die organisch-chemische Laboratoriumstechnik (1947).  
*Weygand*, Organisch-chemische Experimentierkunst (3. Aufl. 1964).  
*Biltz-Klemm-Fischer*, Experimentelle Einführung in die anorganische Chemie (51.—56. Aufl. 1961).  
*Organikum* (Organ.-chem. Grundpraktikum, 4. Aufl. 1964).  
*Houben-Weyl*, Methoden der organischen Chemie (4. Aufl. 1953, Neuaufl. im Ersch.).  
*Fierz-Blangey*, Grundlegende Operationen der Farbenchemie (8. Aufl. 1952).  
*Flörke*, Methode und Praxis des chem. Unterrichts (viele Versuche, 2. Aufl. 1963).  
Sammlung „Organic Syntheses“ (über 40 Bändchen).  
*Lieb-Schöninger*, Anleitung zur Darstellung organischer Präparate mit kleinen Substanzmengen (2. Aufl. 1961).  
*Cheronis*, Micro- and Semimicromethods. New York (1954).

### Analyse

- Neunhoffer*, Analytische Trennung und Identifizierung organischer Substanzen (2. Aufl. 1965).  
*Staudinger*, Anleitung zur organischen qualitativen Analyse (6. Aufl. 1955).  
*H. Meyer*, Lehrbuch der organisch-chemischen Methodik. 2 Bde. (1938).  
*Wurzschnitt*, Nachweis und Bestimmung organischer Verbindungen (1953).  
*Feigl*, Qualitative Analyse mit Hilfe von Tüpfelreaktionen (z. T. organ., 4. Aufl. 1960).  
*Cramer*, Papierchromatographie (5. Aufl. 1962).  
*Pregl-Roth*, Die quantitative organische Mikroanalyse (7. Aufl. 1958).  
*Beythien*, Laboratoriumsbuch für den Nahrungsmittelchemiker (8. Aufl. 1963).  
*Lunge-Berl*, Technische Methoden der analytischen Chemie (z. T. organisch, 1934).  
*J. H. Wilkinson*, Semi-micro organic preparation. London (1954).  
*Gorbach*, Mikrochemisches Praktikum (1956).  
*McCookin*, Qualitative Organic Analysis and Scientific Method. London (1955).