

**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*

**von A. F. Holleman †**

*8., durchgesehene und erweiterte Auflage*

**von Leonhard Schuler**



1960

**WALTER DE GRUYTER & CO**

vormals G. J. Göschen'sche Verlagshandlung · J. Guttentag, Verlags-  
buchhandlung · Georg Reimer · Karl J. Trübner · Veit & Comp.

**BERLIN W 35**

©

Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der photomechanischen Wiedergabe, der Herstellung von Mikrofilmen und der Übersetzung, vorbehalten. Copyright 1954, 1960 by Walter de Gruyter & Co. vormals G. J. Göschen'sche Verlagshandlung—J. Guttentag, Verlagsbuchhandlung — Georg Reimer — Karl J. Trübner — Veit & Comp., Berlin W 35 Archiv-Nr. 523360. Printed in Germany. Druck: Rotaprint-Druck W. Hildebrand, Berlin N 65

## Vorwort zur 8. Auflage

Erfreulicherweise, wie aus zahlreichen Besprechungen ersichtlich, sind die in den Vorworten zur 5., 6. und 7. Auflage — die nicht überschlagen werden sollten — vom Verfasser und Neubearbeiter geäußerten Gedanken über die Absichten und selbstgesetzten Grenzen des Unternehmens auf fruchtbaren Boden gefallen. Es erscheint dem gegenüber vielleicht kaum noch nötig, erneut hervorzuheben, daß es mir vor allem daran gelegen ist, bei einem weiteren als dem engsten Fachkreise, einem Wunsche entgegenzukommen, dem theoretischen Wissen und Ausdeuten, das in einem steten Wandel begriffen ist, einen selbsterworbenen bestimmten, wenn auch notwendigerweise begrenzten, Schatz eigener Anschauungen und Erfahrungen vom organisch-chemischen Reaktionsverhalten an die Seite zu stellen. Daß das theoretische Studium vor oder nach dem Versuch natürlich eine Voraussetzung für den Sinn der im Beispiel vorgeführten Reaktionen ist, bedarf wohl kaum der Betonung. In der ursprünglichen Fassung (Prof. Holleman) war auch fast ganz auf einen Kommentar verzichtet. (Vgl. Vorwort zur 5. Auflage.) Im Text finden sich in folgender Art <H.-R., S. 2> Hinweise, die auf Holleman-Richter, „Lehrbuch der organischen Chemie“, 35./36. Auflage 1960 (Walter de Gruyter & Co.), Bezug nehmen.

Von weitgehenden Veränderungen, außer der, wie ich hoffe, gründlichen Ausmerzung von Druckfehlern und etwaigen Ungenauigkeiten und außer vermehrten Hinweisen auf verwandte neuere Literatur und Beispiele (Maleinsäure usw.), habe ich Abstand genommen. Beispiele papierchromatographischer Arbeitsweise habe ich zur ersten Anschauung beigefügt, obwohl ja „im Ernstfall“ ein Weg der Trennung nicht immer so einfach zu finden ist. In apparativer Hinsicht ist jedermann zur Verbesserung freie Hand gelassen, jedoch sollte nach der ursprünglichen Absicht für die allermeisten Versuche das Reagenzglas im Vordergrund bleiben.

Möge das von vielen benutzte Buch in seiner neuen durchgesehenen Ausgabe sich noch mehr Freunde erwerben und weiterhin gute Dienste tun.

Heidelberg, Frühjahr 1960

L. Schuler

## Vorwort zur 5. Auflage

Bei der 5. Auflage von *Hollemans* „Einfachen Versuchen“, mit der ich vom Verlag zur Neubearbeitung betraut wurde, habe ich mich bemüht, auf Grund eigener Lehrerfahrungen das Büchlein für die verschiedenen Benutzer möglichst vielseitig brauchbar zu gestalten, ohne die bisher bewährte allgemeine Anlage des Werkes weitgehender umzuändern. Dazu wurde die Zahl der mit einfachen Mitteln durchführbaren Versuchen etwas vermehrt, um den verschiedenen Kreisen von Benutzern auf alle Fälle eine reichhaltigere Auswahl zur Verfügung zu stellen. Die zusätzlichen kurzen Erläuterungen bzw. chemischen Gleichungen erschienen mir wünschenswert, um besonders die Benutzer ohne Lehrer vor etwaiger Unsicherheit in der Ausdeutung mancher Versuche zu bewahren. Um auch für jene, die eine von Grund auf andre Anordnung des Stoffes bevorzugen, entgegenzukommen und um überhaupt den Überblick über das Gebiet zu erleichtern bzw. zu vertiefen, habe ich außer den vermehrten Hin- und Rückverweisungen noch am Anfang eine systematisch geordnete Liste der behandelten Stoffe geboten, bei der die im Buch getrennt erscheinenden Versuche von einem anderen Gesichtspunkt aus, ohne Trennung in aliphatische und aromatische Reihe, sinngemäß unmittelbar zusammengestellt sind.

Heidelberg, November 1941

L. Schuler

## Vorwort zur 6. Auflage

Bereits vor 2 Jahren war die Neuherausgabe der „Einfachen Versuche“ unter den neuen Verhältnissen, die sich nach dem Kriegsende etwas zu festigen begannen, bis zur Druckreife gediehen. Leider hatten die politischen Schwierigkeiten mit ihren vielseitigen, nachteiligen Auswirkungen auf fast allen Gebieten das endgültige Erscheinen anscheinend unabsehbar hinausgezögert. Umso erfreulicher ist es, daß nun das kleine Bändchen, das bereits auf eine ziemlich lange Geschichte zurückblickt, trotz allem nicht als ein Opfer der unglücklichen äußeren Verhältnisse auf der Strecke geblieben ist.

Möchten, nach siebenjähriger Pause, die neuen Benutzer das kleine Werk in seiner gegenüber der 5. Auflage nur wenig veränderten Form der Schicksalsgunst des Überlebens würdig finden und als brauchbaren Wegweiser gerade unter den vielfach stark vereinfachten und vielleicht bescheidenen Arbeitsverhältnissen schätzen lernen.

Heidelberg, Mai 1949

L. Schuler

## Vorwort zur 7. Auflage

Seit der 6. Auflage, die erfreulicherweise bei interessierten Kreisen Anklang gefunden hat, sind wohl auf dem Gesamtgebiet der organischen Chemie bemerkenswerte Fortschritte zu verzeichnen. Sie sind aber kaum von der Art, daß sie sich in den „Einfachen Versuchen“ widerspiegeln könnten. Die methodisch so bahnbrechende Papierchromatographie konnte so wenig wie die rein analytischen Verfahren der mikroskopischen Kristallbeobachtung und der histochemischen Verfahren in dem hier gebotenen Rahmen durch Versuchsbeispiele berücksichtigt werden. Es ist vielleicht angebracht, auf den ursprünglichen Gedanken des Werkes zurückzukommen, wie er wohl seinem ersten Verfasser, dem 1953 in hohem Alter verstorbenen Prof. Holleman, vorschwebte: die, abgesehen vom Fall des ausschließlichen Chemiestudiums, meist geübte Art der Bekanntschaft mit organischer Chemie — nämlich durch fast ausschließlich theoretisches Studium — durch Ausführung einfacher Versuche zu ergänzen und zu vertiefen, ohne den großen apparativen und zeitlichen Aufwand, den die üblichen präparativen Arbeiten des Chemiestudierenden erfordern, in Anspruch zu nehmen. Bei der Darstellung des Gebotenen darf auch angenommen werden, daß die Benutzer des Werkchens durch eine gewisse anorganische bzw. analytische Praxis sich bereits einige eigne Erfahrung in der einfachsten Versuchstechnik sowie im chemischen Beobachten und Denken erworben haben. Für weitergehende wissenschaftliche Arbeit steht bereits vorzügliche Literatur für Laborarbeit und Studium zur Verfügung. (Vgl. „Auswahl aus dem Schrifttum“.)

Für praktische Hinweise, die sich beim Unterricht in Mittelschulen bewährt haben, danke ich Herrn Oberstudiendirektor Dr. Flörke (Gießen). Auf diesem Felde bleibt natürlich dem Lehrenden je nach den verfügbaren Mitteln ein weiter Spielraum besonders für Demonstrationsversuche, deren durchgängige Berücksichtigung ich mir freilich im vorgesetzten Rahmen versagen mußte.

Im übrigen darf ich auch auf die beiden vorausgegangenen Vorworte verweisen und hoffe, daß die neue Auflage möglichst vielen von Nutzen sein möge.

Heidelberg, April 1954

L. Schuler



## Inhalt

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 . . . . .</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 ( $\text{PCl}_5$ ).	
<b>VI. Alkylhalogenide, Ester, Äther und Merkaptane . . . . .</b>	<b>20</b>
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. Äthylmerkaptan.	

<b>VII. Aliphatische Amine und Nitroverbindungen . . . . .</b>	<b>24</b>
Amine: Darstellung von Methylamin. Carbylaminreaktion. Senföhlreaktion. Kupferaminkomplex. Einwirkung von salpetriger Säure. Sekundäre Amine (Nitrosaminprobe). Dimethyl- und Trimethylamin. Quaternäre Salze. — Aliphatische Nitroverbindungen: Nitromethan-Natrium. Nitrolsäure-Reaktion. Reduktion der Nitroverbindungen.	
<b>VIII. Nitrile und Isonitrile . . . . .</b>	<b>27</b>
Darstellung von Propionsäurenitril (Äthylcyanid); Verseifung der Nitrile.	
<b>IX. Gesättigte Carbonsäuren und einige Abkömmlinge (Ester usw.) . . . . .</b>	<b>28</b>
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 Fetts. 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. Luftpfeinwirkung. 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. (Andre Säuren und Säurederivate.)	
<b>X. Aliphatische Aldehyde und Ketone . . . . .</b>	<b>41</b>
Aldehyde: Reduktionswirkung. Schiffsche 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.	
<b>XI. Ungesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffe . . . . .</b>	<b>46</b>
Olefine: Äthylendarstellung. Leuchtkraft der Äthylenflamme. Bromaddition. Nachweis einer Doppelbindung nach Baeyer. Ungesättigte Kohlenwasserstoffe im Leuchtgas. — Acetylen: Acetylide.	

<b>XII. Ungesättigte Monocarbonsäuren . . . . .</b>	<b>48</b>
Doppelbindung im Mandelöl. Ölsäure aus Mandelöl. Überführung von Ölsäure in Elaidinsäure. Zersetzung von ölsaurem Natrium durch Natronschmelze. Bleioleat. Mehrfach ungesättigte Ester.	
<b>XIII. Chloroform und Jodoform . . . . .</b>	<b>50</b>
Darstellung von Chloroform. Bildung von Chloroform aus Trichloressigsäure. Hydrolyse von Chloroform. Überführung von Chloroform in Kaliumcyanid. Chloroform und Silbernitrat. Unvollständige Oxydation von Chloroform. Jodoform aus Alkohol.	
<b>XIV. Glycerin und Mannit . . . . .</b>	<b>51</b>
Darstellung von Allylalkohol. Acrolein. Glycerin verhindert Fällung von Kupferhydroxyd. Benzoatbildung nach Schotten-Baumann zum Nachweis von Hydroxylverbindungen. Komplexe Eisenverbindung des Mannits.	
<b>XV. Gesättigte zweibasische Säuren . . . . .</b>	<b>53</b>
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.	
<b>XVI. Oxy- und Ketosäuren . . . . .</b>	<b>57</b>
Milchsäure: Zersetzung von Milchsäure durch verdünnte Schwefelsäure. Zersetzung durch konzentrierte Schwefelsäure. Oxydation von Milchsäure. Eisenchloridprobe. Anhydride. Zinklaktat. — Weinsäure: Weinstein. Fehlingsche Lösung. Reduktionswirkung von Oxy Säuren. Komplexe alkalibeständige Ferritartrate. Calciumtartat. Brechweinstein. Verkohlung. — Zitronensäure: Darstellung aus Zitronen. Salze. Erhitzen. Einwirkung von konzentrierter Schwefelsäure. Aceton aus Zitronensäure. — Acetessigester: Ferrichloridprobe. Bromaddition. Freies Enol. „Ketonspaltung.“ Bildung von Pyrazolon. Cu-Salz.	
<b>XVII. Chloralhydrat . . . . .</b>	<b>63</b>
Hydratform eines Aldehyds. Wirkung starker Lauge auf Chloral. Silberspiegelprobe. Bisulfitprobe.	
<b>XVIII. Kohlehydrate . . . . .</b>	<b>64</b>
Probe nach Molisch. — Monosen: Löslichkeit. Reduktionswirkungen. Wirkung von Alkali. Schiffsche Aldehydprobe. Osazonbildung. — Pentosen: Furfurolbildung. — Hexosen: Salzsäureeinwirkung. Calciumverbindung der Glukose. Glukoseschwefelsäure. Oxydation von Glukose mit Salpetersäure. Nachweis von	

- Fruktose. Schleimsäure aus Galaktose. — Biosen (Disaccharide): Nachweis von Milchzucker in Milch. Phenylosazon der Laktose. Rohrzucker, erhitzt. Tricalciumsaccharat. Unterscheidende Merkmale der Saccharose gegenüber Monosen. Inversion. — Polysosen: Gewinnung von Stärke. Stärkekleister. Jodreaktion der Stärke. Bariumverbindung der Stärke. Unterscheidende Merkmale gegenüber Monosen. Stufenweise Hydrolyse der Stärke. Pektin. — Cellulose: „Quellung“ der Cellulose zu Pergamentpapier. Völlige Hydrolyse der Cellulose. Celluloseacetat. „Nitrocellulose.“ Löslichkeit in Schweizers Reagenz. „Viskose.“ 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. Ausfällen von Proteinen mit Ammonsulfat. Gerinnung („Denaturierung“). Biurettreaktion. 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. Ferrocyanwasserstoffsäure. Wirkung konzentrierter Schwefelsäure. Hitzezerfall von Kaliumferrocyanid. Kalium-Calciumferrocyanid. Kaliumferricyanid. Oxydation von Kaliumferrocyanid mit Permanganat. Oxydationswirkung von Kaliumferricyanid. — Dicyan.
- XXI. Cyanate und Thiocyanate (Abkömmlinge der Kohlensäure) 85**  
 Kaliumcyanat. Isocyan säureester. Kaliumrhodanid, Silberrhodanid. Senföl, Kohlenoxysulfid.
- XXII. Harnstoffe und andre Abkömmlinge der Kohlensäure . . 86**  
 Schwefelkohlenstoff: Brennbarkeit. Flüchtigkeit. Bariumtrithiocarbonat. Lösungsvermögen für fette Öle. Xantogenate. Ammoniumdithiocarbamat. — Harnstoff und Thioharnstoff: Synthese von Wöhler. Neutrale Natur des Harnstoffs. Hydrolyse. Salze des Harnstoffs. Bestimmung von Harnstoff mit Bromlage. 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.

<b>XXIII. Harnsäuregruppe</b> . . . . .	<b>92</b>
Harnsäure aus Harn. Neutrales harnsaures Kalium. Harnsaures Ammon. Murexidreaktion. Reduktion von Silbernitrat. — Kaffein aus Tee. Murexidprobe auf Kaffein.	
<b>XXIV. Benzol und seine Homologen</b> . . . . .	<b>94</b>
Benzol aus Benzoesäure. Verhalten gegen Halogen. Abwesenheit reaktiver Doppelbindungen im Benzol. — Nitrobenzol. Benzolsulfosäure. Reaktion von Friedel-Crafts. Nachweis von Benzol mit Nickelcyanür. — Toluol: Oxydation von Seitenketten. Halogen und Toluol.	
<b>XXV. Aromatische Monohalogenverbindungen</b> . . . . .	<b>96</b>
Beständigkeit von Chlorbenzol gegen Hydrolyse.	
<b>XXVI. Phenole</b> . . . . .	<b>97</b>
Phenol und seine Derivate: Darstellung von Phenol aus Benzol. Phenol und Wasser. Natriumphenolat. Tribromphenol. Ferrichloridprobe. Phenylbenzoat. Anisol. Nitrophenole. Farbige Salze des p-Nitrophenols. Pikrinsäure (Kaliumpikrat, Geschmack, Isopurpursäure, Chlorpikrin, Ionisation, P. als Farbstoff). Bakelit. — Mehrwertige Phenole: Dioxybenzole und Ferrichlorid. Andre Reaktionen der Dioxybenzole. Benzochinon. Chinhydron. Pyrogallol. (Andre Phenole.)	
<b>XXVII. Aromatische Aminoverbindungen</b> . . . . .	<b>104</b>
Anilin und seine Derivate: Darstellung von Anilin. Chloralkreaktion. 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.</b>	<b>Benzolhomologe mit Substituenten in der Seitenkette . . . . .</b>	<b>128</b>
	Verseifung von Benzylchlorid. Benzyljodid. Benzylalkohol. Oxydation von Zimtsäure.	
<b>XXXII.</b>	<b>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.</b>	<b>Terpene und Kampher . . . . .</b>	<b>137</b>
	Pinen. „Künstlicher Kampher.“ Kampher. Kamphersäure. Kautschuk.	
<b>XXXIV.</b>	<b>Mehrkernige nichtkondensierte Benzolderivate . . . . .</b>	<b>139</b>
	Triphenylchlormethan. Aurin. Parafuchsin. Ausschaltung auxochromer Gruppen durch Ammonsalzbildung. Carbinolbase. Leukobase. Succinphthalein. Färbeprobe.	
<b>XXXV.</b>	<b>Mehrkernige kondensierte Benzolderivate . . . . .</b>	<b>144</b>
	Naphthalin: Nitronaphthalin. Bromnaphthalin. Sulfonierung. Naphthol. Naphthylacetat. Wirkung von Ferrichlorid. Martiusgelb. Reaktion mit Formaldehyd. Dibrom-1-naphthol. Naphthionsäure. Naphthylamine. — Anthracen: Fluorescenz. Anthrachinon. Alizarin.	
<b>XXXVI.</b>	<b>Heterozyklische Verbindungen (einkernig) . . . . .</b>	<b>152</b>
	Pyridin. Pyrrol. Hämin aus Blut. Indopheninreaktion. Pyrazolonbildung.	
<b>XXXVII.</b>	<b>Mit Benzol kondensierte Heteroringkörper . . . . .</b>	<b>155</b>
	Chinolin. 2-Methylindol. Indigo (Isatin, Dehydroindigo, Indigoküpe). Chinoxalin. Methylenblau. Anthocyane.	
<b>XXXVIII.</b>	<b>Alkaloide . . . . .</b>	<b>161</b>
	„Alkaloidreagentien.“ Chinin. Strychnin. Brucin.	
<b>XXXIX.</b>	<b>Papierchromatographie . . . . .</b>	<b>162</b>
	Sachverzeichnis . . . . .	<b>164</b>

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

### Kohlenwasserstoffe

Methan, Petroleum IV/3, Benzin IV/4, Hexan IV/4, Paraffin IV/5, VI/10  
(vgl. mit Alkohol);  
Olefine IX ff. (Äthylen), XI/6 Acetylen;  
Terpene XXXIII (Pinen, Kautschuk);  
Aromatisch: Benzol XXIV (Toluol XXIV/8), Naphthalin XXXV/1 ff., Anthra-  
cen XXXV/9 ff., Hexaphenyläthan XXXIV/1 b.

### Hydroxylverbindungen

- A) Alkoholisches OH: Alkohole V (Methanol, Äthylalkohol V/6, Amyl-  
alkohol V/15, VI/10);  
Glyzerin IX/1, XIV, IX/23. Mannit XIV;  
Allylalkohol XIV/1, Pinenglykol XXXIII/1 c;  
Benzylalkohol XXX/5, XXXI/1, 3.  
Mit weiteren Substituenten: Aldol X/4, Kohlehydrate XVIII (Glukose  
XVIII/2 ff.), Benzoin XXX/8, Triphenylcarbinol XXXIV/1 (Carbinol des  
Malachitgrüns XXX/10), Mandelsäure XXX/11, Benzilsäure XXX/8 b,  
andre Oxsäuren XVI (Milchsäure XVI/1 ff., Weinsäure XVI/6, Zitronen-  
säure XVI/13, Schleimsäure XVIII/17, XXXVI/2, Zuckersäure XVIII/15,  
Galakturonsäure XVIII/13).
- B) Phenolisches OH: Phenole XXVI (Phenol XXVI/1 ff.), o-Kresol XXVII/6c,  
Naphthole XXXV/6 ff., Dinaphthole XXXV/6 c, Brenzcatechin, Hydro-  
chinon, esorcin XXVI/12 ff., Pyrogallol XXVI/16, Phloroglucin XVIII/38,  
Anthrahydrochinon XXXV/10, Alizarin XXXV/11, Nitrophenole XXVI/8,  
9, 10 ( Pikrinsäure XXVI/10), Tribromphenol XXVI/4, Dibromnaphthol  
XXXV/6 h, Nitrosophenol XXVII/13, Aminophenole XXVII/15;  
Salicylsäure XXXII/7, Gallussäure XXXII/8, Gerbsäure (Tannin) XXXII/9,  
Aurin XXXIV/2, Fluorescein XXXII/11 d, Phenolphthalein XXXII/11 e,  
Anthocyane XXXVII/6 ff., (Purpurogallin XXVI/16).

### Äther

VI/8 Diäthyläther, Anisol XXVI/7; Dinitroanisol XXXII/3; evtl. Saccharose  
XVIII/23;  
Zyklische: Furfurol XVIII/11; Anthocyane XXXVII/6; Fluorescein XXXII/11 d.

**Aldehyde**

Aliphatisch: Formaldehyd V/4, X/5 ff.; Acetaldehyd V/12, X/1 ff.; Metaldehyd X/3 b;  
 Acrolein XIV/2, Crotonaldehyd X/4.  
 Aldol X/4, Chloral XVII;  
 Kohlehydrate XVIII (Glukose XVIII/2 ff.), Glutacondialdehyd XXXVI/1 h.  
 Aromatisch: Benzaldehyd XXX, o-Nitrobenzaldehyd XXXVII/3.  
 Heterozyklisch: Furfurol XVIII/11.

**Ketone**

Aceton X/6 ff.; Benzoin XXX/8, Benzil XXX/8 b, Kampher XXXIII/2, Acetessigester XVI/18, Dibenzalaceton XVI/21, Osone XVIII/10, Fruktose XVIII/16.

**Chinone und chinoide Verbindungen**

Benzochinon XXVI/14, XXVII/6; Anthrachinon XXXV/10, Alizarin XXXV/11, Anilinschwarz XXVII/6 b, Methylenblau XXXVII/5, Diphenyldiphenochinondiimin XXVII/12, Indophenol XXVII/14, Aurin XXXIV/2 ff., Malachitgrün, Parafuchsin, Kristallviolett XXX/10 ff. Fluorescein XXXI/11 d, Succinphthalein XXXIV/7.

**Säuren (Carbonsäuren)**

Einfache ein- und mehrbasische: Ameisensäure IX/1 ff., XX/4, XIII/3;  
 Essigsäure IX/5 ff., Buttersäure IX/14, höhere Fettsäuren IX/15, 17;  
 Kohlensäure XXII.  
 Benzoesäure XIXX/1 ff., XXX/6.  
 Oxalsäure IX/1, XV, Bernsteinsäure XV/11, Kampfersäure XXX/2 c, Phthalsäure XXXII/11 ff.  
 Ölsäure, Elaidinsäure XII/2, 3; Aconitsäure XVI/16, Zimtsäure XXXI/4, XXX/9; Malein-Fumarsäure XV, 14.

Mit weiteren Substituenten: Trichloressigsäure XIII/2.

Kohlensäure XXII, Milchsäure XVI/1 ff., Weinsäure XVI/6, Laktylmilchsäure XVI/5, Zitronensäure XVI/13, Mandelsäure XXX/11, Benzilsäure XXX/8 b, Schleimsäure XVIII/17, XXXVI/2, Zuckersäure XVIII/15. Galakturonsäure XVIII/13;  
 Salicylsäure XXXII/7 ff., Gallussäure XXXII/8, Tannin (Gerbsäure) XXXII/9, Phenolphthalein XXXII/11 e, Fluorescein XXXII/11 d, Acetessigsäure (Ester) XVI/18, Acetondicarbonsäure XVI/16, Brenztraubensäure XVI/3, Lävulinsäure XVIII/12.  
 Aminosäuren: XIX (Glykokoll XIX/1 ff.), Anthranilsäure XXXII/10, Hippursäure XIX/4, Carbaminsäure XXII/19, Dithiocarbaminsäure XXII/6.

**Andre Verbindungen mit Säurenatur**

Blausäure XX, Cyanursäure XXII/14, Phthalimid XXXII/11c, Phenole und Naphthole XXVI u. XXXV. Pikrinsäure XXVI/10, Methylnitrosäure VII/9, Harnsäure XXIII, Purpursäure XXII/4.  
Benzolsulfonsäure XXIX/5, XXVI/1; Naphthalinsulfonsäure XXXV/5, Äthylschwefelsäure VI/5, Glukoseschwefelsäure XVII/14.

**Ester (siehe auch Halogenverbindungen)**

Äthylsulfat VI/5, Dimethylsulfat XXVI/7, Glukoseschwefelsäure XVIII/14, Äthylborat VI/4, Äthylacetat VI/4, IX/24, IX/29; Äthylbenzoat XXIX/5, Äthylacetoacetat XVI/18ff., Phenylbenzoat XXVI/6, Naphthylacetat XXXV/6c, Phenylsalicylat XXXII/7, Methylsalicylat VI/6, XXXII/7, Äthylisocyanat XXI/2, Dimethyl- und Diäthyloxalat XV/8, 9;  
Glyzerinformiat IX/1, Glyzerinoxalat IX/1 u. XIV/1, Fette (Glyzerinpalmitat usw.) IX/12ff., Mandelöl (Glyzerinoleat usw.) XII/1, Lein- und Tungöl XII/7; Glyzerintribenzoat XIV/4, Celluloseester XVIII/34, 35, 37. — Laktylmilchsäure und Laktid XVI/5.

**Halogenverbindungen**

Methyljodid, Äthylchlorid und -bromid VI/3; Dichloräthan VI/3, Amylchlorid V/16, Benzylchlorid VI/3, XXXI/1, Benzylbromid XXIV/9, Benzyljodid XXXI/2, Triphenylchlormethan XXIV/6, XXXIV/1;  
Chlorbenzol VI/3, XXV. Brombenzol VI/3. Bromtoluol XXIV/9. Bornylchlorid, Pinenhydrochlorid XXXIII/1e; Bromnaphthalin XXXV/4.  
Methylenchlorid IV/2, Dichlorpropan X/13, Benzalchlorid VI/3. Chloroform IV/2, XVII/2, XIII. Jodoform X/14, XIII. Tetrachlorkohlenstoff IV/2, VI/1.  
Chloral XVII, Chlorpikrin XXVI/10e. Trichloressigsäure XIII/2. Tribromphenol XXVI/4, Tribromphenolbrom XXXII/7. Pikrylchlorid XXXII/1. Tribromanilin XXVII/4. Dibromnaphthol XXXV/6h.  
Phosgen XIII/6. Acetylchlorid IX/5+ff. Benzoylchlorid XIV/4, XIX/4, XXVI/6, XXIX/6, 7.

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

Methylamin VII/1, 2; IX/31; Äthylamin VII/5;  
Anilin XXVII/1ff.; Phenylendiamin XXVIII/6a, Aminophenol XXVII/15, Benzidin XXVIII/4. Bismarckbraun XXVIII/6a, Kongorot XXVIII/7, Nitroanilin XXXII/4, Pikramid XXXII/5. Parafuchsin XXX/10;  
Diäthylamin VII/6, Dimethylamin VII/7, XXVII(13. Diphenylamin XXVII/12. Triäthylamin VII/8. Tetraäthylammoniumchlorid VII/8.  
Dimethylanilin XXVII/13. Nitrosodimethylanilin XXVII/13. Malachitgrün XXXIV/4—6, XXX/10, Kristallviolett XXXIV/4.

Glykokoll XIX/1 ff., Anthranilsäure XXXII/10.  
 Aminoazobenzol XXVII/6 d. Anhydroformaldehydanilin XXVII/11. Benzyliden-  
 anilin XXVII/11.

#### B) Säureamide (und -imide)

Acetamid IX/30 ff., Oxamid XV/10, Benzamid XXIX/6.  
 Succinimid XV/13. Phthalimid XXXII/11 c. Hippursäure XIX/4.  
 Acetanilid XXVII/7, Benzanilid XXIX/7.  
 Harnstoff XXII/7 ff., Thioharnstoff XXII/15, Carbanilid XXVII/8. Thiocarba-  
 nilid XXVII/9. Cyanamid XXII/16, Triphenylguanidin XXVII/9 b.  
 Biuret XXII/13, XIX/9.

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

Blausäure XXXIII/4, Acetonitril VII/2, Propionitril, Äthylcarbylamin VIII.  
 Benzonitril XXIV/1, Mandelsäurenitril XXX/11, Dicyan XX/13. Isopurpursäure  
 XXVI/10 d.

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

Diäthylnitrosamin VII/6. Nitrosodimethylanilin XXVII/13. Nitrosobenzol  
 XXVII/2 a. Phenylhydroxylamin XXVII/2;  
 Nitromethan VII/8, Methylnitrolsäure VII/9, Chlorpikrin XXVI/10 e. Nitro-  
 benzol XXIV/4, m-Dinitrobenzol XXXII/2, Nitrophenole XXVI/8. 9. 10, Pikrin-  
 säure XXVI/10. Nitroaniline XXXII/4, Pikramid XXXII/5, Dinitroanisol  
 XXXII/3.  
 Phenylhydrazin XXVIII/8. Hydrazobenzol XXVIII/3. Benzalphenylhydrazon  
 XXX/4, Benzilosazon XXX/8 a, Osazone XVIII/10, Acetondinitrophenyl-  
 hydrazon X/12.  
 Diazoverbindungen XXVIII/5 ff.; Azobenzol XXVIII/1. Kongorot XXVIII/7.  
 Benzol-azo-naphtholdisulfonsäure XXVII/5 e.  
 Hexamethylentetramin X/5, Hydrobenzamid XXX/7.  
 Siehe auch Heterozyklen: XXIII, XXXVI, XXXVII, XXXVIII.

#### Schwefelverbindungen

Äthylmerkaptan VI/12.  
 Äthylschwefelsäure VI/5, Dimethylsulfat XXVI/7. Glukoseschwefelsäure  
 XVIII/14. Benzaldehydbisulfit XXX/3.  
 Methylsenföf VII/3. Allylsenföf XXI/5, Phenylsenföf XXVII/9 a.  
 Thioharnstoff XXII/15, Dithiocarbaminsäure XXII/6, Xanthogenate XXII/5.  
 Cellulosexanthogenat XVII/37. Schwefelkohlenstoff XXII/1 ff.  
 Benzolsulfonsäure XIV/5 b, XXIV/1. 5, XXVI/1, Naphthalinsulfonsäure XXV/5.  
 Indigosulfonsäure XXXVII/3 d. Naphthionsäure XXXV/7, Kongorot  
 XXVIII/7.  
 Thiophen XXXVI/4 (Indophenin). Methylenblau.

**Anhang****Farbstoffe**

Pikrinsäure XXVI/10g. Martiusgelb XXXV/6f.  
Azofarbstoffe XXVIII/6 (Bismarckbraun, /7: Kongo).  
Triphenylmethanfarbstoffe: XXXIV/2 (Aurin, Malachitgrün, Parafuchsin,  
Kristallviolett), Fluorescein XXXII/11d.  
Indigo XXXVII/3ff. Methylenblau XXXVII/5. Anthocyane XXXVII/6.

**Beispiele von Verseifungen (Hydrolysen)**

Äthylmonosulfat VI/5b, Äthylacetat IX/26, 29, Naphthylacetat XXXV/6d,  
Fett IX/12, Mandelöl XII/2.  
Zuckerinversion XVIII/24, Stärkehydrolyse XVII/30, Cellulosehydrolyse  
XVIII/33.  
Acetamid IX/32, 33. Harnstoff XXII/9 Acetanilid XXVII/7d. Nitrile VIII/2,  
Blausäure XX/4, Mandelsäurenitril XIII/11.

**Komplexe Salze**

Ferriformiat IX/4, Ferriacetat IX/9, Eisenoxalate XV/7, Ferri-Oxysäuren XVI/4,  
Ferri-enolate XVI/18, Ferri-mannit XIII/5. Ferri-phenolate XXV/5, 12.  
Cu-Amine VII/4, Cu-Glykokoll XIX/2. Cu-Tartrat XVI/7. Cu-Cyanurat  
XXII/14. Cu-Biuret XXII/13, XIX/9. K-antimonyltartrat XVI/11.

## Auswahl aus dem Schrifttum

### Lehr- und Nachschlagebücher

- Holleman-Richter*, Lehrbuch der organischen Chemie (35. u. 36. Aufl. 1960).  
*Fieser u. Fieser*, Lehrbuch der organ. Chemie.  
*Freudenberg*, Organische Chemie (Sammlung „Hochschulwissen“.)  
*Karrer*, Lehrbuch der organischen Chemie.  
*Klages*, Lehrbuch der organ. Chemie. 3 Bde 1957—1959).  
*Richter-Anschütz*, Chemie der Kohlenstoffverbindungen (3 Bde).  
*Müller, Eugen*, Neuere Anschauungen der organischen Chemie.  
*Wiberg, Egon*, Die chemische Affinität (1960).  
*Beilstein*, Handbuch der organischen Chemie.

### Laboratoriumsbücher (vorwiegend präparativ)

- Gattermann-Wieland*, Die Praxis des organischen Chemikers (39. Aufl. 1959).  
*Bernhauer*, Einführung in die organisch-chemische Laboratoriumstechnik.  
*Weygand*, Organisch-chemische Experimentierkunst.  
*Vanino*, Handbuch der präparativen Chemie. II. Band.  
*Houben-Weyl*, Methoden der organischen Chemie. (Neuaufgabe im Erscheinen).  
*Fierz-Blangey*, Grundlegende Methoden der Farbenchemie.  
*Bertho-Grassmann*, Biochemisches Praktikum.  
*Flörke*, Methode und Praxis des chem. Unterrichts (viele Versuche).  
Sammlung „Organic Syntheses“ (55 Bändchen).  
*Lieb-Schöninger*, Anleitung zur Darstellung organischer Präparate mit kleinen Substanzmengen. 1950.  
*Cheronis*, Micro- and Semimicromethods. New York 1954.

### Analyse

- Staudinger*, Anleitung zur organischen qualitativen Analyse.  
*H. Meyer*, Lehrbuch der organisch-chemischen Methodik. 2 Bde.  
*Hürzschmitt*, Nachweis und Bestimmung organischer Verbindungen (1953).  
*Emich*, Lehrbuch der Mikrochemie.  
*Feigl*, Qualitative Analyse mit Hilfe von Tüpfelreaktionen (z. T. organisch).  
*Cramer*, Papierchromatographie.  
*Pregl-Roth*, Die quantitative organische Mikroanalyse.  
*Beythien*, Laboratoriumsbuch für den Nahrungsmittelchemiker.  
*Lunge-Berl*, Technische Methoden der analytischen Chemie (z. T. organisch).  
*Kempff-Kuttner*, Schmelzpunktstabellen.  
*J. H. Wilkinson*, Semi-micro organic preparation. London 1954.  
*Gorbach*, Mikrochemisches Praktikum. 1956.  
*McGookin*, Qualitative organic Analysis and Scientific Method. London 1955.