

Chemische Laboratoriumstechnik

Ein Hilfsbuch für Laboranten, Chemiewerker
und Fachschüler

Von

Dr. techn. Ing. Walter Wittenberger

Chemiker und Ausbildungsleiter
der Teerfarbenwerke Aussig G. m. b. H.

Zweite, verbesserte Auflage

Mit 319 Abbildungen



Springer-Verlag Wien GmbH

ISBN 978-3-7091-3589-1 ISBN 978-3-7091-3588-4 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-7091-3588-4

**Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung
in fremde Sprachen, vorbehalten**

Copyright 1942 by Springer-Verlag Wien

Ursprünglich erschienen bei Springer-Verlag OHG. in Vienna 1942

Vorwort zur 1. Auflage.

Das Buch soll dazu beitragen, daß der neuereitrende Chemiearbeiter unter Anleitung seines Ausbildungsleiters und Berufsschullehrers das erforderliche Verständnis für das Arbeiten im Laboratorium gewinnt. Die theoretischen Erklärungen sind auf das unbedingt notwendige Maß beschränkt, das Hauptgewicht wurde auf die praktischen Erfahrungstatsachen gelegt, auf alle jene „Kleinigkeiten“, die oft ausschlaggebend für den ordnungsgemäßen Verlauf einer Reaktion und maßgebend für die Richtigkeit einer durchgeführten Analyse sind. Der Jungarbeiter muß sich durch einfache ihm gestellte Aufgaben mit den verschiedenen Operationen, mit der Handhabung und Wirkungsweise der Gerätschaften, mit der Zusammenstellung der nötigen Apparaturen vertraut machen. Dabei soll ihm das Buch helfen, die Aufgabe richtig anzufassen, er wird dadurch die Scheu verlieren, die ihm vor Beginn einer neuen, ihm unbekanntes und vielleicht kompliziert erscheinenden Arbeit befällt. Auf die Unfallgefahren und ihre Verhütung ist stets besonders hingewiesen, um Schaden an Leben und Gesundheit weitgehend zu verhindern.

Darüber hinaus wurden Form und Inhalt des Buches absichtlich so ausführlich gehalten, daß es für die ausgebildeten und voll eingesetzten Laboranten und Chemiefacharbeiter, die imstande sein müssen, nach gegebenen Vorschriften selbständig Analysen auszuführen, Reaktionen zu beaufsichtigen und die hierfür notwendigen Apparaturen zusammenzustellen, den Wert eines brauchbaren Nachschlagebuches behält. Der Laborant wird es dankbar empfinden, wenn er sich ohne größere Mühe und ohne Zeitverlust über die Durchführung einer vielleicht von seiner täglichen Arbeit abweichenden Aufgabe orientieren kann.

Dem Ausbildungsleiter und Berufsschullehrer wird das Hilfsbuch ermöglichen, eine systematische und lückenlose Ausbildung der Jungarbeiter durchzuführen, und zwar auch dann, wenn der Lehrbetrieb auf Grund seiner Spezialisierung nicht in der Lage ist, auf *allen* Gebieten eine gründliche praktische Ausbildung zu gewährleisten.

Schließlich wird es auch dem Fachschüler ein willkommenes Behelf für seine Laboratoriumsübungen sein. Die vorhandenen Berufsbildungspläne für den Chemiefacharbeiter-Nachwuchs dienen dem Hilfsbuch als Grundlage und Richtlinie, so daß es den Anforderungen, die heute an einen Ausbildungsbehelf gestellt werden müssen, entspricht.

Die Zahl der Abbildungen ist absichtlich hoch gehalten, *da

ein Bild den beschreibenden Text erst lebendig macht und oft lange, umständliche Erklärungen erübrigt. Dem Verlag bin ich für die drucktechnische Ausgestaltung des Buches und für sein Entgegenkommen, einen tragbaren Preis zu erzielen, zu großem Dank verpflichtet. Auch hat mir der Verlag manche Arbeit, an der ich durch meine Einberufung zur Wehrmacht verhindert wurde, abgenommen.

Mit der Herausgabe des Buches will ich gleichzeitig einen Dank an meine Mutter verbinden, durch deren unermüdliche Arbeit meine Berufswahl ermöglicht wurde.

Möge das Buch den Zweck erfüllen, für den es geschaffen wurde; dem Lernenden soll es ein brauchbares Hilfsmittel für seine Berufsausbildung und dem schaffenden Laboranten ein Ratgeber bei seiner verantwortungsvollen Tätigkeit sein.

Aussig, im August 1942.

Walter Wittenberger.

Vorwort zur 2. Auflage.

Dem Vorwort der 1. Auflage über den Sinn und Zweck des Buches habe ich nichts hinzuzufügen. Geht doch aus der Tatsache, daß die 1. Auflage in weniger als drei Monaten vergriffen war, sowie aus den Besprechungen und den mir aus Kreisen der Industrie zugegangenen Schreiben eindeutig hervor, daß das Buch seinen Zweck im Laboratorium und in der Schule erfüllt. Den Anregungen aus Fachkreisen habe ich weitgehend Rechnung getragen. So wurden neben einer Anzahl kleiner Ergänzungen die kurzen, als Einführung gedachten Abschnitte über pH-Messung und Polarographie neu aufgenommen. Der Abschnitt „Optische Geräte“ erfuhr eine Erweiterung durch Neuaufnahme der Beschreibungen des Refraktometers, Interferometers und Photometers. Im Abschnitt „Arbeiten mit Gasen“ wurden einige Ergänzungen, besonders über die Entnahme von Gasen aus Stahlflaschen und über Gasentwicklungsapparate, eingefügt. Durch diese Maßnahmen wurde der Umfang des Buches um etwa 20 Seiten, die Zahl der Abbildungen um 29 vermehrt. Dabei ist der Verlag meinen Wünschen wiederum in jeder Hinsicht entgegengekommen.

So übergebe ich das Buch in neuer Auflage den Laboratorien der Industrie und den Ausbildungsstätten mit dem Wunsche, daß sie ihm neue Freunde gewinnen möge.

Aussig, im Oktober 1944.

Walter Wittenberger.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
1. Unfallgefahren im chemischen Laboratorium und ihre Verhütung	1
A. Umgang mit chemischen Stoffen	1
B. Allgemeine Sicherheitsmaßnahmen im Laboratorium..	2
C. Erste Hilfe bei Unfällen	3
Laboratoriumsbrände 3. — Erste Hilfe bei Verletzungen 3. — Ausstattung des Sanitätskastens 4. — Hauptsächlich vorkommende chemische Stoffe mit gefährlichen Eigenschaften und Schutzmittel 4. — Atemschutzgeräte 8.	
2. Einrichtung des chemischen Laboratoriums	11
A. Allgemeine Einrichtung	11
B. Arbeitsgeräte	13
Metallgeräte 13. — Holzgeräte 14. — Glasgeräte 15. — Porzellangeräte 17. — Sonstiges 18.	
C. Werkstoffe	18
3. Hilfsmittel beim Aufbau von Apparaturen	20
A. Glasblasen	20
Hilfsvorrichtungen für das Glasblasen 20. — Die Flammen der Gebläselampe 23. — Das Glasmaterial 23. — Reinigen von Glasröhren 23. — Schneiden von Glasröhren und Glasstäben 24. — Abrunden von Glasstäben und Röhrenenden 25. — Biegen von Glasröhren 26. — Ausziehen von Röhren 27. — Rändern von Röhrenenden 27. — Schließen von Röhrenenden 28. — Öffnen von Röhren 28. — Aufblasen von Glaskugeln 28. — Aneinanderschmelzen von Röhren in der Längsrichtung 29. — Seitliches Ansetzen von Röhren 29. — Einschmelzen eines Platindrahtes 30.	
B. Die Spritzflasche	30
C. Reinigen der Laboratoriumsgeräte	31
Glas und Porzellan 31. — Eisen 32. — Platin 32.	
D. Behandeln von Kork	33
Weichmachen des Korkes 33. — Bohren von Kork 33. — Abdichten von Korkstopfen 34.	
E. Behandeln von Gummi	34

	Seite
F. Behandeln von Asbest	35
G. Verbindung von Glasröhren und Apparateilen	35
H. Glasschliffe	36
Abdichten von Glasschliffen 36. — Sicherung von Schliffverbindungen 37. — Lösen festsitzender Schliff- verbindungen 38. — Normalschliffe 38. — Glashähne 39.	
J. Sicherheitsvorrichtungen an Apparaturen	40
Verschlüsse an Gummischläuchen 40. — Gummi- ventil nach BUNSEN 40. — Rückschlagventil aus Glas 41. — Sicherheitsrohre 41.	
K. Ätzen und Bohren von Glas; Schreiben auf Glas	41
Ätzen von Glas 41. — Bohren von Glas 42. — Schrei- ben auf Glas 42.	
L. Kitten	42
M. Verschiedenes	43
Aufbewahren von Reagenzien 43. — Schwarzfärben von Tischen und Holzgeräten 44. — Ankleben von Etiketten auf Glasgefäße 45.	
4. Die Aggregatzustände der Stoffe	45
Feste Stoffe 46. — Flüssigkeiten 46. — Gase 46.	
5. Zerkleinern	47
Durchführung der Zerkleinerung 47.	
6. Mischen	49
Rührvorrichtungen 50. — Schüttelvorrichtungen 52.	
7. Sieben	53
Sieben 53. — Schlämmen 54. — Sedimentieren 55.	
8. Wägen	55
A. Wirkungsweise der Waage	55
Das Gewicht 55. — Der Hebel 55. — Die gleicharmige Waage 56. — Wägen mit unrichtigen Waagen 57.	
B. Die Waagen des Laboratoriums und des Chemiebetriebes	58
Die Dezimalwaage 58. — Die Tafelwaage 58. — Die Hornschaalenwaage 58. — Die Präzisions- oder Apo- thekerwaage 59. — Die analytische Waage 59.	
C. Die analytische Waage	59
Einzelheiten der analytischen Waage 59. — Auf- stellung der analytischen Waage 62. — Der Ge- wichtssatz 62. — Fortschritte und Neuerungen an analytischen Waagen 63. — Die Ruhelage der Waage 65. — Die Empfindlichkeit der analytischen Waage 65. — Ausführung der Wägung 67. — Vorsichtsmaß- nahmen beim Wägen 70. — Wägegeräte 70.	
9. Abmessen von Flüssigkeiten	72
A. Volumen	72

	Seite
B. Meßgefäße und ihre Anwendung	74
Tropfgefäße 74. — Maßzylinder 74. — Maßkolben 75. — Pipetten 76. — Büretten 78. — Titrieren 82. — Um- füllen von Flüssigkeiten 86. — Schüttgewicht 88. — Einige wichtige Formeln für die Volumensberech- nung 88.	
10. Lösen	89
Löslichkeit 89. — Lösungsmittel 91. — Herstellung von Lösungen 92. — Arten der Lösung 93. — Be- stimmung der Löslichkeit 96.	
11. Filtern	97
A. Filtermaterial	98
Papier 98. — Asbest 100. — Glas 100. — Sand 100. — Steinfilter 100. — Gewebe 100.	
B. Filtration bei gewöhnlichem Druck	101
Durchführung der Filtration 101. — Vorrichtungen zum Festhalten des Trichters 103. — Schutz gegen das Zerreißen der Filter 104. — Schutz gegen das Durchlaufen feiner Niederschläge 104. — Beschleu- nigung des Filtrierens 105. — Selbsttätige Filtration 108.	
C. Filtrieren unter vermindertem Druck (Absaugen)	109
Erzeugung des luftverdünnten Raumes (Vakuum) 109. — Filtriergefäße 112. — Auffanggefäße 116. — An- ordnung einer Filtration 116. — Durchführung der Filtration 116. — Absaugen kleiner Substanzmengen 118. — Absaugen großer Substanzmengen 118.	
D. Filtration durch Überdruck	118
E. Abschleudern	120
12. Hilfsoperationen bei analytischen Arbeiten	121
Auflösen fester Substanzen auf chemischem Wege 121. — Aufschließen unlöslicher Substanzen 122. — Auf- lösen erstarrter Schmelzen 122. — Fälln 123. — Filtrieren 123. — Auswaschen von Niederschlägen 124. — Trocknen von Niederschlägen 125. — Veraschen und Glühen von Niederschlägen 125. — Abrauchen von Niederschlägen 127. — Wiederauflösen von Nieder- schlägen 127. — Schäumen von Flüssigkeiten 127.	
13. Trocknen	128
Trocknen fester Stoffe 128. — Trocknen von Flüs- sigkeiten 132. — Trocknen von Gasen 133.	
14. Erhitzen	134
Heizvorrichtungen	134
Direkte Gasheizung 134. — Indirekte Gasheizung 139. — Benutzung flüssiger Brennstoffe 143. — Elek- trische Heizung 143.	
15. Kühlen	143
Kühlen fester Stoffe 144. — Kühlen von Flüssig- keiten 144. — Kühlen von Dämpfen 145.	

	Seite
16. Temperaturmessung	147
A. Allgemeines	147
Temperatur 147. — Wirkungsweise und Wesen der Wärme 147. — Wärmemenge 148. — Schmelz- und Verdampfungswärme 148. — Wärmeausdehnung 149. Gasgesetze 149.	
B. Temperaturmessung	150
Flüssigkeitsthermometer 150. — Quecksilberthermometer 151. — Dampfdruck- und Gasthermometer 155. — Widerstandsthermometer 156. — Thermoelemente 157. — Optische Temperaturmessung 158.	
C. Selbsttätige Regulierung der Temperatur	159
17. Charakteristische Temperaturen.....	160
Flamm- und Brennpunkt 160. — Stockpunkt 161. — Schmelzpunkt 161. — Siedepunkt 165.	
18. Eindampfen	166
Verdampfen einer Flüssigkeit unterhalb der Siedetemperatur 166. — Verdampfen einer Flüssigkeit unter Sieden derselben 167. — Maßnahmen zur Aufhebung des Siedeverzuges 167.	
19. Destillieren	168
Destillation unter Atmosphärendruck 169. — Fraktionierte Destillation 170. — Vakuumdestillation 172. — Wasserdampfdestillation 175.	
20. Sublimieren	177
Sublimation unter Atmosphärendruck 178. — Vakuumsublimation 179. — Fraktionierte Sublimation 179. — Sublimationstechnik 179.	
21. Extrahieren	180
Extraktion fester Stoffe 180. — Extraktion von Flüssigkeiten 182.	
22. Kristallisieren	183
Reinigungsmethoden 184. — Umkristallisieren 185. — Fraktionierte Kristallisation 187. — Kristallformen 188.	
23. Arbeiten mit Gasen	189
A. Aufbewahrung von Gasen	189
Aufbewahrungsgefäße ohne Sperrflüssigkeit 189. — Aufbewahrungsgefäße mit Absperrflüssigkeit 192. — Aufbewahrung verflüssigter Gase 194.	
B. Herstellung von Gasen im Laboratorium	194
Gasentwicklungsapparate 194. — Herstellung der wichtigsten Gase im Laboratorium 197.	
C. Waschen und Trocknen von Gasen	197
Wasch- und Trockenapparate 197. — Tabelle der wichtigsten Wasch- und Trockenmittel für Gase 200.	
D. Absorbieren von Gasen	200
Absorptionsmittel für Gase 201.	

	Seite
E. Gasanalyse	201
Messen und Analysieren der Gase	203
In Gasbüretten 203. — Durch Verbrennung 205.	
— Technische Gasuntersuchung mit dem ORSAT-	
Apparat 205.	
F. Messen strömender Gase	269
24. Arbeiten unter Luftabschluß	207
25. Druckmessung	208
Barometer 208. — Manometer 210.	
26. Durchführung von Reaktionen unter erhöhtem Druck....	212
Einschmelz- oder Schießröhren (Bombenröhren) 212.	
— Druckflaschen 213. — Autoklaven 213.	
27. Probenahme	215
Feste Stoffe 215. — Flüssigkeiten 216. — Gase 217.	
28. Spezifisches Gewicht	219
Allgemeines 219. — Bestimmung des spezifischen	
Gewichtes 219.	
29. Viskosität	225
Viskosimeter nach ENGLER 225. — Viskosimeter mit	
hängendem Kugelniveau nach UBBELOHDE 226. —	
Viskosimeter nach HÖPPLER 227.	
30. Eichen von Meßgefäßen	228
Eichung von Maßkolben 228. — Prüfung eines Maß-	
kolbens auf Richtigkeit 229. — Eichung von Voll-	
pipetten 229. — Kalibrierung von Büretten 230.	
31. Heizwert	230
Verbrennung in der Kalorimeterbombe 230. — Ele-	
mentaranalyse 234.	
32. Arbeiten mit dem elektrischen Strom.....	237
A. Allgemeines	237
OHMSches Gesetz 237. — Wirkungen des elektrischen	
Stromes 237. — Meßinstrumente 238. — Strom-	
quellen 239. — Ausführung von Widerständen 241.	
B. Elektrische Heizung	243
Selbsterstellung eines elektrischen Röhrenofens 245.	
C. Elektrische Temperaturmessung	248
D. Elektrolyse	248
E. Polarographie	251
33. p_{H} -Messung	253
Begriff des p_{H} -Wertes 253. — Messung des p_{H} -	
Wertes 254.	
34. Colorimetrie	257
Mit einfachen Maßzylindern 258. — Mit optischen	
Instrumenten 258.	
35. Optische Instrumente.....	259
A. Allgemeines	259
B. Optische Instrumente.....	261
Lupe 261. — Mikroskop 261. — Polarisationsapparat	
262. — Refraktometer 264. — Interferometer 265. —	
PULFRICH-Photometer 268.	
Sachverzeichnis.....	271