

ANLEITUNGEN FÜR DIE CHEMISCHE  
LABORATORIUMSPRAXIS

BEGRÜNDET VON E. ZINTL† HERAUSGEGEBEN VON R. BRILL

=====  
BAND I  
=====

# CHEMISCHE SPEKTRALANALYSE

EINE ANLEITUNG ZUR ERLERNUNG  
UND AUSFÜHRUNG VON SPEKTRALANALYSEN  
IM CHEMISCHEN LABORATORIUM

VON

WOLFGANG SEITH UND KONRAD RUTHARDT

VIERTE, VERBESSERTE AUFLAGE

MIT 106 ABBILDUNGEN IM TEXT  
UND EINER TAFEL



SPRINGER-VERLAG BERLIN HEIDELBERG GMBH

ISBN 978-3-662-01467-7      ISBN 978-3-662-01466-0 (eBook)  
DOI 10.1007/978-3-662-01466-0

ALLE RECHTE, INSBESONDERE DAS DER ÜBERSETZUNG  
IN FREMDE SPRACHEN, VORBEHALTEN.

COPYRIGHT 1949 BY SPRINGER-VERLAG BERLIN HEIDELBERG  
URSPRÜNGLICH ERSCHIENEN BEI SPRINGER-VERLAG GÖTTINGEN AND HEIDELBERG. 1949

## **Vorwort des Herausgebers zur ersten Auflage.**

Als der Verlag Springer im vorigen Jahre an mich mit der Aufforderung herantrat, eine Reihe von Anleitungen für das praktische Arbeiten im anorganischen Laboratorium herauszugeben, bin ich trotz starker beruflicher Inanspruchnahme dieser Aufforderung gefolgt, da ich ebenso wie zahlreiche meiner Kollegen das Fehlen kleinerer Anleitungen schon oft empfunden hatte. Die chemischen Probleme liegen heute nicht mehr so einfach, daß man ihnen auf den bewährten Pfaden der klassischen präparativen und analytischen Chemie allein beikommen kann. Der Chemiker von heute wird vielmehr auch solche Arbeits- und Untersuchungsmethoden beherrschen müssen, die früher dem Physiker, Krystallographen, Metallographen usw. vorbehalten waren. Für den chemischen Unterricht an den Hochschulen erwächst daraus die Aufgabe, etwa im Rahmen eines Praktikums für Fortgeschrittene diese Methoden gebührend zu berücksichtigen.

Umfassende Monographien gibt es heute für fast alle Gebiete der Laboratoriumspraxis. Was aber vielfach noch fehlt, das sind kleinere Lehrgänge, die an Hand ausgewählter Versuche die Bekanntheit mit dem handwerklichen Rüstzeug, mit den wichtigsten Anwendungsgebieten und mit der Leistungsfähigkeit der Methoden vermitteln. Das soll die Aufgabe der Sammlung „Anleitungen zur chemischen Laboratoriumspraxis“ sein.

Die Benutzer — Studenten oder fertige Chemiker in Hochschul- und Industrielaboratorien — sollen aus diesen Praktikumsbüchern nicht die theoretischen Grundlagen der Methoden erlernen; hierzu wird auf die vorhandene Literatur verwiesen. Sie sollen aber jene technischen Kleinigkeiten daraus ersehen, für die der Anfänger erfahrungsgemäß das meiste Lehrgeld zahlen muß und die auch den Fortgeschrittenen oft genug ärgern, da sie in keinem Lehrbuch veröffentlicht sind und oft nur als ungeschriebene Spezialerfahrung einiger Laboratorien vorliegen. Die Verfasser werden sich daher bemühen, nicht nur ihre eigenen, sondern auch die Erfahrungen anderer Laboratorien zu verwerten und allgemein nutzbar zu machen. Allen Kollegen, die hierzu ihren Rat zur Verfügung stellen, danke ich schon heute auf das beste.

Darmstadt, im November 1937.

**E. ZINTL.**

## Vorwort zur vierten Auflage.

Nachdem die „Chemische Spektralanalyse“ im Jahre 1937 zum ersten Male erschienen war, folgten 1940 und 1943 die zweite und dritte Auflage. Im vergangenen Jahre ermutigte uns Herr Dr. FERDINAND SPRINGER eine vierte Auflage zu bearbeiten. Da das Buch als Lehr- und Übungsbuch an den Hochschulen und in vielen Industrielaboratorien Eingang gefunden hatte und seit Jahren vergriffen war, schien eine Neuauflage notwendig und erfolgversprechend, obwohl sich die Verhältnisse grundlegend geändert haben. Zwar sind unsere Hochschulen mit Studierenden überfüllt, aber ein großer Teil der Apparaturen ist durch den Krieg in Mitleidenschaft gezogen, und Plattenmaterial ist kaum zu bekommen. Die Industrie hat ebenfalls mit vielen Schwierigkeiten zu kämpfen, so daß im ganzen gesehen die Anwendung der Spektralanalyse stark zurückgegangen ist. Wir glauben jedoch, daß trotzdem noch ein reges Interesse für das Gebiet besteht und somit unsere Arbeit ihre Berechtigung hat.

Gelegentlich früherer Auflagen wurde der Wunsch ausgesprochen, wir möchten die englische und amerikanische Literatur vollständiger berücksichtigen. Diesem Wunsche wären wir gerne nachgekommen. Heute bestehen aber mehr Hindernisse denn je. Es ist uns bekannt, daß gerade in England und USA. die Spektralanalyse große Fortschritte gemacht und sich ein großes Feld erobert hat, wobei z. T. andere Wege wie in Deutschland beschritten wurden. Es war uns aber bis jetzt nicht möglich, die Neuerscheinungen zu bekommen oder die im Ausland entwickelten Geräte kennenzulernen. Wir haben uns deshalb in dieser Auflage noch einmal darauf beschränkt, eine möglichst vollständige Beschreibung der in Deutschland üblichen Methoden und Apparate anzugeben und hoffen, daß die „Chemische Spektralanalyse“ trotz dieser Einschränkung ihren Weg über die Grenzen unserer Heimat hinaus finden möge.

Auch diesmal haben wir von Freunden und Kollegen zahlreiche Ratschläge und Unterstützung erhalten, für die wir unseren besten Dank aussprechen. Insbesondere hat uns Herr Dr. KAISER, Dortmund, immer ein großes Interesse entgegengebracht. Herr Dr. BALZ, Stuttgart, steuerte die Grundlagen für die neue Aufgabe „Analyse von Hartmetallen mit Hilfe homologer Linienpaare“ bei,

und Herr Dr. OMMERT, Marl, Kr. Recklinghausen, erlaubte uns seine Ergebnisse über „Absorptionsspektren von Gasen“ erstmals zu veröffentlichen. Durch Herrn Dr. ROHNER, Neuhausen, Schweiz, und die Firma Steinheil, München, erhielten wir neue Bilder und Druckstöcke. Die Firma Zeiß, Jena, stellte uns den Druckstock des neuen Littrow-Spektrographen zur Verfügung.

Erstmalig haben wir dem Band auch ein Verzeichnis der Fachausdrücke in Deutsch, Französisch und Englisch beigegeben, das noch keinen Anspruch auf Vollkommenheit erheben will, obwohl wir uns auch hier der Hilfe einer Reihe von Kollegen erfreuen durften. Wir werden Vorschläge zur Erweiterung und Verbesserung mit Dank begrüßen.

Bei den Büchern sind die Neuerscheinungen des Auslandes berücksichtigt, die uns bekannt wurden. Eine Tabelle der Subtraktionslogarithmen soll die Berechnung der Resultate erleichtern.

Dem Springer-Verlag danken wir besonders, daß er unseren Wünschen bei der Neuauflage entgegenkam und alle Schwierigkeiten überwand, um die Herausgabe der vierten Auflage in dieser Form zu ermöglichen.

Münster (Westf.), Hanau am Main, Frühjahr 1949.

W. SEITH.    K. RUTHARDT.

# Inhaltsverzeichnis.

|  | Seite |
|--|-------|
| Einleitung . . . . .   | 1     |
| I. Allgemeine Grundlagen . . . . .   | 2     |
| Lichtanregung. . . . .   | 2     |
| Spektralapparat . . . . .  | 5     |
| Zur Theorie der Spektrographie . . . . .   | 8     |
| Entstehung der Spektren . . . . .  | 14    |
| II. Qualitative Analyse . . . . .  | 20    |
| Aufgabe 1: Analyse in der Bunsenflamme . . . . .   | 20    |
| Aufgabe 2: Spektren der Gase . . . . .   | 22    |
| Aufgabe 3: Photographische Aufnahme eines Spektrums . . . . .                                      | 26    |
| Aufgabe 4: Aufnahmeverfahren und Anregungsarten . . . . .  | 31    |
| Aufgabe 5: Bestimmung der Wellenlänge und Aufstellung einer<br>Dispersionskurve . . . . .          | 40    |
| Aufgabe 6: Spektren und Periodisches System . . . . .  | 44    |
| Aufgabe 7: Qualitative Analyse . . . . .   | 54    |
| Aufgabe 8: Das Arbeiten mit dem Projektor . . . . .  | 58    |
| Aufgabe 9: Koinzidenz und Reinheitsprüfung . . . . .   | 63    |
| III. Quantitative Analyse. . . . .   | 66    |
| Aufgabe 10: Übersichtsanalyse . . . . .  | 66    |
| Aufgabe 11: Abhängigkeit des Spektrums von den Entladungs-<br>bedingungen. . . . .                 | 68    |
| Aufgabe 12: Quantitative Analyse nach der Methode der homo-<br>logenen Linienpaare . . . . .       | 72    |
| Aufgabe 13: Photometrieren eines Spektrums . . . . .   | 79    |
| Aufgabe 14: Die photographische Platte . . . . .   | 85    |
| Aufgabe 15: Analyse durch Schwärzungsvergleich . . . . .   | 90    |
| Aufgabe 16: Drei- und Zweilinienvorfahren . . . . .  | 93    |
| Aufgabe 17: Analyse durch Intensitätsvergleich . . . . .   | 99    |
| Aufgabe 18: Der Seidelsche Schwärzungswert und die Berück-<br>sichtigung des Untergrundes. . . . . | 102   |
| Aufgabe 19: Das Rechenbrett . . . . .  | 109   |
| Aufgabe 20: Die serienmäßige Ausführung von Spektralanalysen                                       | 111   |
| Aufgabe 21: Herstellung von Testlegierungen. . . . .   | 116   |
| Aufgabe 22: Quantitative Spektralanalyse mit dem visuellen<br>Spektralphotometer . . . . .         | 121   |
| IV. Verfahren für besondere Zwecke . . . . .   | 124   |
| Aufgabe 23: Erhitzungsanalyse . . . . .  | 124   |
| Aufgabe 24: Analyse von Salzen und festen, nichtmetallischen<br>Proben . . . . .                   | 127   |

|   | Seite |
|---|-------|
| Aufgabe 25: Lokalanalyse . . . . .  | 132   |
| Aufgabe 26: Zerstörungsfreie Materialprüfung. Analyse von Hartmetallwerkzeugen mit Hilfe von homologen Linienpaaren . . . . . | 137   |
| Aufgabe 27: Der Niederspannungsfunke . . . . .  | 140   |
| Aufgabe 28: Analyse von Lösungen . . . . .  | 145   |
| Aufgabe 29: Der Lundegårdh-Brenner und die Kaliumanalyse nach SCHUHNECHT-WAIBEL . . . . .                                     | 148   |
| Aufgabe 30: Absorptionsspektren . . . . .   | 152   |
| Aufgabe 31: Absorptionsspektren von Gasen . . . . .   | 158   |
| Verzeichnis einiger Bücher und Tabellen. . . . .  | 164   |
| Spezialausdrücke zur Spektralanalyse. . . . .   | 165   |
| Sachverzeichnis . . . . .   | 171   |