

STRUKTUR DER MATERIE
IN EINZELDARSTELLUNGEN

HERAUSGEBEN VON

M. BORN-GÖTTINGEN UND J. FRANCK-GÖTTINGEN

VIII

LICHTELEKTRISCHE
ERSCHEINUNGEN

VON

BERNHARD GUDDEN

O. PROFESSOR DER EXPERIMENTALPHYSIK
AN DER UNIVERSITÄT ERLANGEN

MIT 127 ABBILDUNGEN



BERLIN
VERLAG VON JULIUS SPRINGER
1928

ISBN-13:978-3-642-88888-5

e-ISBN-13:978-3-642-90743-2

DOI: 10.1007/978-3-642-90743-2

ALLE RECHTE, INSBESONDERE DAS DER ÜBERSETZUNG
IN FREMDE SPRACHEN, VORBEHALTEN.
COPYRIGHT 1928 BY JULIUS SPRINGER IN BERLIN.

MEINEM VEREHRTEN LEHRER UND FREUND

ROBERT POHL

GEWIDMET

Vorwort.

In diesem Buche habe ich den Versuch gemacht, unser derzeitiges Wissen und Nichtwissen über die Elektronenabspaltung infolge von Lichtabsorption übersichtlich darzulegen.

Der Nachdruck liegt dabei durchaus auf den Beobachtungstatsachen, ihrer mutmaßlichen Zuverlässigkeit und ihren Lücken; theoretische Gesichtspunkte, von den Grundannahmen der Quantentheorie abgesehen, habe ich bewußt zurückgestellt; nur wenn mir die zugrunde gelegten Annahmen experimentell fraglich oder unzutreffend erschienen, habe ich zu theoretischen Arbeiten kurz Stellung genommen. Zu dieser Zurückhaltung bewogen mich zwei Gründe:

Erstlich sind die älteren Ansätze für die Vorgänge der quantenhaften Lichtabsorption und den Elektronendurchgang durch Materie erwiesenermaßen unzulänglich, und bezüglich der eingeschlagenen neuen Wege traue ich mir keine Sachkenntnis zu. Man mag bedauern, daß die Verfahren der experimentellen und theoretischen Physik immer seltener von ein und demselben Kopf gemeistert werden, aber es scheint mir das eine notwendige Entwicklung zu sein, weil sich das Handwerkszeug beider Arten immer weiter vermehrt und verfeinert; schließlich ist eine immer weiter getriebene Arbeitsteilung doch auch die Grundlage allen menschlichen Fortschrittes.

Zum anderen erschien mir der Verzicht im vorliegenden Fall um so leichter, als nur in 2 Fällen, nämlich bei der lichtelektrischen Wirkung in Gasen und derjenigen hoher Frequenzen, die experimentellen Grundlagen für erfolgreiche theoretische Behandlung schon gegeben zu sein scheinen, während beim Hauptteil der besprochenen Vorgänge die Verhältnisse noch viel zu verwickelt sind.

Ich hoffe aber, daß trotz der stiefmütterlichen Behandlung theoretischer Arbeiten auch der rechnende Physiker Nutzen und Anregung aus der Vermittlung des Beobachtungsschatzes gewinnen kann.

Bei der gebotenen Beschränkung im Umfang konnten nicht alle Teile gleichmäßig behandelt werden; es blieb rein persönlicher Auffassung überlassen, was breit und was nur kurz zu besprechen war. Überall ist jedoch versucht, statt Aufzählung und trockener Berichterstattung eine Einordnung in größeren Rahmen und eine Wertung zu bringen. Ich habe mich nicht gescheut, vielfach persönliche Ansichten zu vertreten, auf die Gefahr hin, widerlegt zu werden; mir scheint aber, daß die Darstellung auf diese Weise wirkungsvoller wird und eher zum Nachdenken anregt. Wenn aus Widerspruch zu meinen Stellungnahmen Untersuchungen zustande kommen, die die betreffenden Fragen eindeutig klären, so will ich das als Gewinn buchen, auch dort, wo ich widerlegt werde.

Das Buch ist selbstverständlich nicht planmäßig wie ein Lehrbuch aufgebaut, sondern Vorgreifen und Wiederholen ist unbedenklich angewandt, wo es dem Verständnis förderlich erschien.

Meßverfahren sind nur soweit angegeben, als ich mir ein besseres Verständnis und bessere Einschätzung der Ergebnisse davon versprach; das gilt besonders für zweifelhafte Ergebnisse.

Abschnitte wie der über die Wirkung hoher Frequenzen, über Selenzellen, Becquereleffekt, Photochemie u. a. sind nicht für auf diesen Gebieten arbeitende Fachleute geschrieben, sondern dienen ausschließlich der notwendigen Abrundung des Gesamtbildes.

Die Fertigstellung des Buches hat sich durch die Übernahme des Erlanger Institutes erheblich verzögert; den Herausgebern und dem Verleger bin ich für ihre verständnisvolle Geduld zu lebhaftem Dank verpflichtet, dem Verlage für sein großes Entgegenkommen bezüglich Abbildungen und Anlage des Buches.

Herrn J. FRANCK danke ich ferner herzlich für manchen wertvollen Rat und Hinweis, den Herren R. FLEISCHMANN und G. MÖNCH für freundliche Hilfe bei der Durchsicht.

Erlangen, im August 1928.

B. GUDDEN.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Einleitung.	1
Begriffsbestimmung und Einteilung 1. — Geschichtliche Entwicklung 3.	
II. Äußere lichtelektrische Wirkung.	6
Übersicht, Einteilung und Fragestellungen 6. — Allgemeines zur Versuchstechnik 7. — Bestimmung der Elektronenzahl im Vakuum 9. — Lichtelektrische Ströme in Gasen verschiedenen Druckes 10. — Messung von Elektronengeschwindigkeiten 12. — Schwebekondensator 16. — Spitzenzähler und verwandte Anordnungen 21.	
III. „Normale“ äußere lichtelektrische Wirkung an metallischen Oberflächen.	23
Elektronenzahl und Lichtintensität 23. — Allgemeiner Verlauf der „spektralen Verteilung“ 26. — Die Elektronengeschwindigkeiten 32. — Die „langwellige Grenze“ 37. — Quantenbeziehungen 44. — Die sogenannte „Empfindlichkeit“ 49. — Die lichtelektrische Wirkung „schwarzer Strahlung“ 50. — Metallverbindungen mit Elektronenleitung 52.	
IV. Äußere Beeinflussung des Elektronenaustrittes.	54
Allgemeiner Einfluß der Gase 54. — Anlagerungsschichten 55. — Die Wirkung von Gasaufnahme 58. — Die sogenannte „Ermüdung“ 66. — Temperatureinfluß 67. — Einwirkung von Kathodenstrahlen 71. — Abhängigkeit von magnetischen und elektrischen Feldern 73. — Einfluß elektrischer Ströme 76.	
V. Dünne Schichten.	77
Grundsätzliche Bedeutung dünner Schichten 77. — Die lichtelektrisch wirksame Schichtdicke 78. — Geschwindigkeitsverteilung und Austrittsrichtung 83. — Alkalimetallhäute 86.	
VI. „Selektive“ äußere lichtelektrische Wirkung.	89
Beschreibung und Begriffsbestimmung 89. — Selektiver Effekt in der Alkali- und Erdalkaligruppe 91. — Der Sonderfall des Ca 94. — Selektive Effekte außerhalb der Alkali- und Erdalkaligruppe 95. — Vektoreinfluß ohne spektrale Selektivität 97. — Gaseinfluß 100. — Temperatureinfluß 102. — Grenzsichten 103. — Austrittsgeschwindigkeiten 104. — Die optischen Eigenschaften 106. — Zusammenfassung und Deutungsversuche 108.	

	Seite
VII. Äußere lichtelektrische Wirkung an nichtmetallischen Oberflächen	110
Feste Elektrolyte und Isolatoren 110. — Nichtmetallische Flüssigkeiten 120.	
VIII. Anwendungen äußerer lichtelektrischer Wirkung . .	122
Allgemeine Bemerkungen 122. — Die lichtelektrischen Zellen 123. — Anwendungen lichtelektrischer Zellen 128. — Lichtelektrische Wirkung und Elektrizitätsleitung in Gasen 133.	
IX. Sonstiges über äußere lichtelektrische Wirkung . . .	135
Äußere lichtelektrische Wirkung an der Grenze Metall-Flüssigkeit 135. — Lichtelektrische Abtrennung positiver Ladungen 137. — Beeinflussung der Elektronenreflexion durch Licht 140.	
X. Innere lichtelektrische Wirkung. Lichtelektrische Leitung in isolierenden Kristallen	142
Leitfähigkeitsänderungen und lichtelektrische Ströme 142. — Der lichtelektrische Primärstrom 143. — Die lichtelektrisch leitenden Kristalle und die spektrale Verteilung 147. — Quantenbeziehung 150. — Einfluß von Temperatur und Magnetfeld auf den Primärstrom 152. — Bedeutung von Beimengungen und Gitterstörungen für den Primärstrom 154. — „Sekundärstrom“ 156. — Lichtelektrische Leitung in Kristallen mit Fremdfärbung 164.	
XI. Lichtelektrische Leitung in kristallinen Halbleitern (ohne Selen)	171
Stoffe und Beobachtungsverfahren 171. — Die Untersuchungen von W. W. COBLENTZ an Sulfiden 174. — Sonstige Beobachtungen an kristallinen Halbleitern 186.	
XII. Das Selen	195
Einführung 195. — Das rote isolierende Selen 197. — Kristalle metallischen Selens 201. — Die Selenzellen und ihre Eigenschaften 204. — Anwendungen der Selenzellen 208.	
XIII. Sonstige Fälle innerer lichtelektrischer Wirkung . .	209
Zusammenhang mit Fluoreszenz und Phosphoreszenz 209. — Zusammenhang mit Verfärbung 212. — Zusammenhang mit Photochemie 216. — Lichtelektrische Leitung in Flüssigkeiten 217.	
XIV. Innere lichtelektrische Wirkung in Gasen	220
Allgemeines 220. — Die Alkalimetalldämpfe 222. — Quecksilberdampf 226. — Zwei- und mehratomige Gase 228.	
XV. Lichtelektrische Wirkung hoher Frequenzen.	232
Einführung 232. — Zur Versuchstechnik 234. — Die Geschwindigkeiten der Absorptionselektronen 240. — Die Rückstoß-	

	Seite
elektronen (Comptoneffekt) 244. — Richtungsverteilung von Absorptions- und Rückstoßelektronen 247. — Lichtelektrische Vielfachwirkung 255. — Die Ausbeute an Absorptions- und Rückstoßelektronen 258. — Lichtelektrische Wirkung hoher Frequenzen im Innern fester Körper 260. — Anwendungen 264.	
XVI. Sonstige Erscheinungen mit vermutlich lichtelektrischer Grundlage	267
Becquereffekt 267. — Auftreten elektromotorischer Kräfte bei Belichtung von Kristallen 275. — Phototropie 278. — Der Weigerteffekt 279.	
Arbeitenverzeichnis	281
Namenverzeichnis.	313
Sachverzeichnis.	319
Wichtige Zahlen und Umrechnungen	324

Druckfehlerberichtigung.

- Seite 5, Zeile 25 von oben: aufgewandten statt aufgewandter.
 „ 9, 2. Absatz, Zeile 3: Forderung statt Forderungen.
 „ 16, Mitte: JOFFÉ statt JOFFE.
 „ 40 ist hinzuzufügen bei Bi: 280—289²⁷ □
 und unten: ²⁷ PARMLEY [600].
 „ 70 letzte Zeile ist hinzuzufügen: vgl. auch [303].