

Bemerkung zu P. Jordans Abhandlung „Zur Theorie der Quantenstrahlung“¹⁾.

Von A. Einstein in Berlin.

(Eingegangen am 22. Januar 1925.)

Es wird gezeigt, daß die Hypothesen, auf welche der Verfasser seine statistische Theorie der Elementarprozesse der Strahlungsumwandlung gründet, mit der Existenz eines Absorptionskoeffizienten unvereinbar ist.

P. Jordan hat in der zitierten, scharfsinnigen Untersuchung die von mir aufgestellte These zu widerlegen versucht, nach welcher es theoretisch notwendig sein soll, daß bei jedem Elementarprozeß der Emission und Absorption die Übertragung eines Impulses vom Betrage $\frac{h\nu}{c}$ auf das emittierende bzw. absorbierende Molekül stattfindet. Die logische Richtigkeit von P. Jordans Überlegungen erscheint mir durchaus gegeben. Wie ist es möglich, daß der Verfasser zu Ergebnissen kommt, welche nach meinen früheren Überlegungen ausgeschlossen sind? Des Verfassers in § 6 seiner Arbeit unternommener Versuch, den Grund für diese Inkongruenz anzugeben, scheint mir nicht völlig geglückt zu sein. Deshalb will ich im folgenden zu zeigen versuchen, worauf es beruht, daß der Verfasser zur Planckschen Formel gelangt, ohne die Hypothese der „Nadelstrahlung“, d. h. der genannten Impulsübertragung auf das Molekül bei jedem Elementarprozeß.

Ich behaupte, daß der Verfasser zu diesem Ergebnis gelangt auf Grund einer Hypothese über den Elementarprozeß, welche ich als den Erfahrungen über die Lichtabsorption widersprechend gar nicht in Betracht gezogen habe. Diese Hypothese ist in § 5 in den Gleichungen (12), (13), (18), (18') ausgesprochen.

Um klar dartun zu können, worauf es mir ankommt, beschränke ich mich auf den Spezialfall eines unbeweglichen Moleküls. Der Elementarprozeß besteht in Absorption bzw. Emission der Energie $h\nu$. Diese aber kommt nicht aus bzw. geht nicht nach einer bestimmten Richtung, sondern ist nach einer bestimmten, von der Richtungsverteilung der Strahlung unabhängigen Winkelfunktion σ über die Richtungen verteilt. Diese Hypothese kann man für die Emission ruhig aufstellen, ohne mit der

¹⁾ ZS. f. Phys. **30**, 297, 1924, Nr. 4/5.

Erfahrung in Konflikt zu geraten; mit unserem Wissen über die Gesetze der Absorption ist sie unvereinbar.

Der Anschaulichkeit halber spezialisiere ich die Funktion σ so: jeder Absorptionsakt besteht in der Aufnahme eines halben Quants, das in der positiven X -Richtung auf das Atom zukommt, und eines halben Quants, das in der negativen X -Richtung auf das Atom zukommt. Die diesen beiden Richtungen entsprechenden monochromatischen Strahlungsdichten seien q_+ und q_- . Das Wahrscheinlichkeitsgesetz für einen Absorptionsakt ist dann nach (18')

$$W = b e^{1/2 \lg q_+ + 1/2 \lg q_-} = b \sqrt{q_+ q_-}.$$

Wenn die Strahlung überhaupt nur in einer Richtung, z. B. der positiven X -Richtung, an das Molekül herankommt, so ist $q_- = 0$, und es findet überhaupt keine Absorption statt. Wenn q_+ und q_- beide von Null verschieden, aber einander nicht gleich sind, so wird von den beiden in Betracht kommenden Strahlenbündeln jedes nicht in gleichem Verhältnis, sondern nur absolut gleichviel durch Absorption geschwächt.

Wenn die Medien unserer Erfahrung aus solchen Molekülen aufgebaut wären, hätte es gar keinen Sinn, vom Absorptionskoeffizienten für eine Lichtart zu reden.

Es ist klar, daß ein Molekül wie das vorhin betrachtete bei Elementaraktien überhaupt niemals Impulse empfangen würde, daß es also — in einem Temperaturstrahlungsfelde bewegt — auch keine mittlere Reibungskraft erlitte.

All dies hängt damit zusammen, daß die Hypothese des Verfassers die Strahlungsentnahmen aus Bündeln verschiedener Richtung nicht als voneinander unabhängig behandelt. Dies muß man aber tun, um mit den elementarsten Erfahrungen über Absorption in Einklang zu kommen. Tut man es, so kommt man mit Notwendigkeit zu dem Ergebnis, daß bei jedem Elementarprozeß der Absorption oder Emission ein Impuls von der absoluten Größe $\frac{h\nu}{c}$ auf das Molekül übertragen wird.
