16. *Zur Theorie der Strahlung; Bemerkungen zur Kritik des Hrn. Planck;* *von W. Wien.*

Hr. Planck[1]) hat zwei von mir über die Strahlung schwarzer Körper hingestellte Sätze einer Kritik unterzogen. Einer dieser Sätze bezog sich auf die Umkehrbarkeit der Strahlung bei freier Ausbreitung und behauptete die Nichtumkehrbarkeit, wenn keine gleichzeitige Arbeitsleistung erfolgt, während Hr. Planck diesen Vorgang für umkehrbar hält. Bei einer mündlichen Besprechung hat sich feststellen lassen, dass diese Meinungsverschiedenheit im wesentlichen fortfällt, wenn eine präcise Definition eines nichtumkehrbaren Processes gegeben wird. Die Meinungsverschiedenheit war in ihren wesentlichen Punkten dadurch hervorgerufen, dass wir nicht dasselbe unter einem nichtumkehrbaren Processe verstanden.

Wenn wir ein strahlendes Flächenelement in den Mittelpunkt einer spiegelnden Hohlkugel legen, sodass alle Strahlen wieder zurückreflectirt werden und wir lassen die Strahlung unter Ausschluss weiterer Emission sich in einen grösseren Raum hinein ausbreiten und von einer Kugel mit grösserem Radius reflectiren, so ist dieser Vorgang sicher umkehrbar, wenn das Element so klein ist, dass alle Strahlen als radial betrachtet werden können. Wenn dagegen die Ausdehnung des Elementes nicht ganz vernachlässigt wird, sodass Strahlen unter verschiedenem Winkel auf die Hohlkugel fallen, so werden die verschieden gerichteten Strahlenbündel verschieden lange Wege bis zur zweiten Kugel zurückzulegen haben und infolge dessen nicht alle gleichzeitig in die erste Kugel wieder zurückkehren. Betrachten wir zwei Strahlenbündel, die auf

1) M. Planck, Ann. d. Phys. 3. p. 764. 1900.

verschieden langen Wegen in ihre ursprüngliche Lage zurückkehren, so werden sie diese jemals gleichzeitig nur dann erreichen, wenn das Verhältnis der Weglängen durch eine rationale Zahl ausgedrückt wird. Bei einer ausgedehnten Strahlungsquelle wird sich daher der ursprüngliche Zustand niemals genau wieder herstellen. Es lässt sich aber auch dieser Vorgang als umkehrbar ansehen, indem nach endlicher Zeit sich von selbst der ursprüngliche Zustand angenähert herstellt. Ist die Zeit unbeschränkt, so ist keine Grenze für die erreichbare Annäherung gegeben. Wenn man die Auffassung hat, dass durch conservative Vorgänge, wenn sie auch in der grössten Unordnung vor sich gehen, Irreversibilität nicht hervorgerufen werden kann, so wird man freie Ausbreitung in dem erwähnten Sinne für umkehrbar ansehen müssen.

Der zweite Satz bezog sich auf die Ausnahmestellung der magnetischen Drehung der Polarisationsebene und behauptete, dass hierbei eine uncompensirte Verwandlung im Clausius'schen Sinne möglich sei. In meiner ursprünglichen Darstellung ist eine Lücke enthalten, indem die Betrachtung des Strahlenganges nicht vollständig angegeben war. Hierdurch ist durchaus gerechtfertigt, was die Herren Brillouin und Planck gegen die gegebene Darstellung angeführt haben. Es war vergessen worden zu sagen, dass die magnetische Drehung erst dann von Einfluss ist, wenn man die von jedem Element ausgehenden Kegel betrachtet. Ich habe nun in Ergänzung meiner ersten Darstellung gezeigt, dass zwei Elemente, die durch ein magnetisches Medium hindurchstrahlen, einander nicht gleich viel Strahlung zusenden.

Hr. Planck hält nun für möglich, dass Strahlen, die gar nicht von dem einen Element in der Richtung zum anderen zugestrahlt werden, die Compensation liefern können. Schliesst man die ganze Strahlung in einen Raum mit adiabatischen Wänden ein, so muss aber das eine Element jedenfalls Ersatz für den Ausfall an Strahlung bekommen und zwar müssen die Strahlen, die den Ersatz leisten, nach dem Kirchhoff'schen Satze in derselben Richtung auffallen, wie es die Strahlen thun würden, die von dem anderen Element zugestrahlt würden, wenn die magnetische Drehung nicht vorhanden wäre. Es ist mir nicht möglich gewesen zu sehen, woher diese Strahlen

kommen sollen. Ich gebe indessen gern zu, dass eine geschärfte Kritik namentlich einer so fundamentalen Frage gegenüber durchaus geboten ist und eine erneute Untersuchung der Frage, wo in diesem Falle die Compensation steckt, erscheint dringend wünschenswert, doch bin ich selbst noch nicht zu einem befriedigenden Ergebnis gelangt.

(Eingegangen 29. December 1900.)

Anmerkung bei der Correctur. Von den Herren Jahnke, Lummer und Pringsheim[1]) ist soeben eine Entgegnung auf meine letzten Ausführungen[2]) erschienen, in der im wesentlichen die früheren Behauptungen wiederholt werden. Ich halte es daher für unnötig, noch einmal darauf einzugehen. Die hinzugefügte Bemerkung, die sich gegen die von mir ausgesprochene Vermutung richtet, dass man vielleicht eine Teilung des Strahlungsgesetzes vornehmen könnte, beruht auf einem Missverständnis. Ich habe ausdrücklich hinzugefügt, dass Abweichungen von dem aus molecularen Hypothesen entwickelten Gesetz mit zunehmender Temperatur zu kleineren Wellenlängen vorrücken müssen und damit ausgesprochen, dass bei einer festgehaltenen Wellenlänge in diesem Falle bei weiter steigender Temperatur zu den molecularen Wirkungen andere hinzukommen müssen, die sich bei tieferer Temperatur nur bei den langen Wellen zeigen.

1) E. Jahnke, O. Lummer und E. Pringsheim, Ann. d. Phys. **4.** p. 225. 1901.

2) W. Wien, Ann. d. Phys. **3.** p. 530. 1900.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.