

**9. Nochmals die Liebenow'sche thermodynamische Theorie der Thermoelektricität;
von W. Voigt.**

Als Fresnel durch eine geniale Verallgemeinerung der Huyghens'schen Construction die Gesetze der Doppelbrechung des Lichtes für zweiaxige Krystalle gefunden hatte, machte er sich daran, eine Theorie der betreffenden Erscheinungen zu liefern. Er erfand dazu eine eigene Elasticitätstheorie, welche auf seine Gleichungen führte, und publicirte letztere nicht als Resultat seiner geometrischen Ueberlegungen, sondern als Folgerung aus dieser Theorie.

Die fortschreitende Wissenschaft hat seine Theorie verworfen, aber seine Grundgleichungen, durch zahllose Beobachtungen mit allergrösster Schärfe bestätigt, als eines ihrer kostbarsten Kleinode wert gehalten.

Dieses klassische Beispiel, dem sich zahlreiche andere beifügen lassen, bringt recht deutlich zur Anschauung, wie die Uebereinstimmung der Endresultate mit der Erfahrung zwar eine *notwendige*, aber nicht eine *hinreichende* Bedingung für die Richtigkeit einer Theorie ist, und erläutert, wie man eine Theorie für unrichtig halten kann, ohne die Uebereinstimmung ihrer Resultate mit der Beobachtung zu bestreiten.

Auf den hiermit geschilderten Standpunkt habe ich mich gegenüber der thermodynamischen Theorie der Thermoelektricität des Hrn. Liebenow in einer früheren Notiz¹⁾ mit aller Nachdrücklichkeit gestellt; ich kann daher allen Argumenten, die jetzt von Hrn. Liebenow²⁾ *nur aus dem Endresultat* für die Richtigkeit seiner Theorie abgeleitet werden, ein Gewicht nicht zuerkennen. Was die versuchte Verteidigung der Theorie selbst anbetrifft, so beschränke ich mich auf folgende Bemerkungen.

Bei dem Schweigen des Verfassers über ganz wesentliche Vorfragen einer *jeden* Theorie der betreffenden Vorgänge war

1) W. Voigt, Wied. Ann. **69**, p. 706. 1898.

2) C. Liebenow, Ann. d. Physik **2**, p. 636. 1900.

es mitunter nötig, seine eigentliche Ansicht zu erraten; dies ist allenthalben so geschehen, wie es nach meiner Auffassung *richtig* war und somit der Liebenow'schen Theorie *zum Vortheile* gereichte. An anderen Stellen, wie z. B. bei der Anwendung des zweiten Hauptsatzes auf eigentlich nicht umkehrbare Vorgänge ist nur darauf hingewiesen worden, dass Hr. Liebenow über Schwierigkeiten ahnungslos hinweggleitet, über die nicht wenig Forscher sich die Köpfe zerbrochen haben.

Was Hr. Liebenow gegen diesen einleitenden Teil meiner Kritik vorbringt, scheint mir seine Theorie nicht zu stärken. Ich beschränke mich in dieser Hinsicht auf einen einzigen von ihm erhobenen Einwand, der eine besonders wichtige Frage betrifft, ohne damit etwa den anderen Berechtigung zuzuerkennen.

Nach Hrn. Liebenow ist ein Wärmestrom von einer elektromotorischen Kraft, ein elektrischer Strom von einem Wärmestrom begleitet. Gleichwohl setzt er in seiner Theorie der elektromotorischen Kraft neben einem Wärmestrom, der allein durch die Temperaturverhältnisse bestimmt ist, nur noch den darauf beruhenden elektrischen Strom in Rechnung, ohne dessen thermische Wirkung in Betracht zu ziehen. Ein solches Verfahren ist erlaubt, wenn man den ganzen Vorgang durch successive wechselnde thermoelektrische und elektrothermische Prozesse aufbauen will, und ich nahm dies im Interesse der Liebenow'schen Theorie an, um zu zeigen, dass *selbst dann* seine Schlüsse nicht haltbar sind. Wenn Hr. Liebenow sich jetzt gegen diese Deutung wendet, aber keine andere Begründung seines Verfahrens giebt, so kann ich dadurch mein Bedenken nicht für widerlegt halten.

Nach Erörterung jener Vorfragen habe ich dann gezeigt, dass selbst, wenn man die Bedenken gegen die Liebenow'sche Ausgangsgleichung unterdrückt, deren Anwendung zur Ableitung des Liebenow'schen Satzes unhaltbar ist. Hier liegt der Kernpunkt meiner Kritik; dieser wird aber durch die Liebenow'sche Erwiderung gar nicht berührt.

Dagegen wendet sich Hr. Liebenow sehr ausführlich gegen ein beiläufig geäußertes Bedenken betreffs der Unbestimmtheit des Vorzeichens in seinem Satze. Auch über diesen Punkt will ich mich kurz äussern.

Gewiss kommen unbestimmte Vorzeichen auch in anderen, anerkannten Theorien vor, aber dort doch in ganz anderer Weise. Häufig führt die Theorie das Gesetz eines Vorganges auf eine Anzahl *ihm individueller* Parameter zurück, deren *Zahlenwert* und somit auch deren *Vorzeichen* die Theorie unentschieden lässt, und demgemäss die Beobachtung zu bestimmen hat. Aber in Hrn. Liebenow's Satz kommen solche Parameter nicht vor; Zahlenwerte und Vorzeichen aller in ihm enthaltenen Constanten sind gegeben, und *trotzdem* ist das Vorzeichen der gesuchten Grösse unbestimmt. Ich meinerseits kenne keinen Fall im ganzen Gebiete der Physik, den man hierzu in Parallele stellen könnte, und darum habe ich es als „kaum denkbar“ bezeichnet, dass eine Theorie, die zu einem solchen Endresultat führt, haltbar sein könnte. —

Bei der wiederholt betonten, sehr merkwürdigen Uebereinstimmung des Liebenow'schen Satzes mit der Erfahrung habe ich persönlich das Bedürfnis gefühlt, mir klar zu machen, welche Umstände in Wirklichkeit stattfinden müssen, damit die Beobachtungen mit diesem Satz *vereinbar* seien und habe die darauf bezügliche Untersuchung mitgeteilt. Die maassgebenden Beobachtungen betreffen nämlich nicht direct den Inhalt jenes Satzes, sondern nur gewisse Folgerungen aus ihm für einen geschlossenen Leiterkreis; daher war es nötig, die Formeln für einen solchen aufzustellen und mit dem Liebenow'schen Satz zu vergleichen.

Ich finde hierbei, dass unter gar nicht so unwahrscheinlichen Umständen die erhaltene Schlussgleichung in Annäherung mit dem Liebenow'schen Satz *vereinbar* ist, und zwar unabhängig von dem (darin unbestimmt bleibenden) Vorzeichen. Dass hierin kein *Beweis* des Satzes oder gar eine Rechtfertigung des unbestimmten Vorzeichens liegt, scheint mir selbstverständlich, und ich verstehe daher nicht, wie Hr. Liebenow an diese Ueberlegungen derartige Bemerkungen anknüpfen kann, wie er factisch thut.

Am Schluss meiner Notiz wende ich mich gegen die Anwendungen, die Hr. Liebenow von seinem Satz auf Dielektrica macht, weil sie mit allbekannten Beobachtungsthatsachen im Widerspruch stehen. Hr. Liebenow bestreitet diese Thatsachen. Es kann nicht die Aufgabe dieser Zeilen sein, hier

das betreffende Material zur Widerlegung zusammenzustellen, das sich in jeder ausführlicheren „Experimentalphysik“¹⁾ findet.

Zum Schluss bemerke ich, dass, obwohl mir eine thermodynamische Begründung des Liebenow'schen Satzes weder geliefert scheint, noch auch überhaupt wahrscheinlich ist, ich eine Ableitung desselben auf Grund der Vorstellungen von W. Weber, die neuerdings von den Herren F. Kohlrausch, Giese, Riecke und Drude mit teilweise grossem Erfolg als Ausgangspunkt theoretischer Ueberlegungen benutzt sind, für sehr wohl denkbar halte. Jene Entwicklungen beschränken sich eben nicht von allem Anfang an auf *umkehrbare* Vorgänge und auf die Hilfsmittel der Thermodynamik.

Göttingen, Juli 1900.

1) Vgl. E. Riecke, Experimentalphysik 2. p. 47 u. p. 127 ff. 1896.

(Eingegangen 18. Juli 1899.)