angenommen werden, denen sie dienen; bei übrigens gleichen Umständen ist daher Zollfreiheit für alle nur vortheilhaft.

Anders natürlich verhält sich die Sache, wenn ein dem Freihandel huldigendes Land von Ländern mit Schutzzöllen umgeben ist. Darüber äussert Dr. v. Gonzenbach in seiner obenerwähnten interessanten Broschüre folgendes: „Ein Schutzzollsystem ist so lange vortheilhaft, als es nur auf ein Land beschränkt bleibt; sobald aber andere Länder es auch annehmen, so hört dieser Nutzen auf. Dann leiden die Länder, welche der anderen am meisten bedürfen, am meisten unter den Zollschranken. Ebenso trägt das Prinzip der Handelsfreiheit, das unstreitig der Natur am angemessensten ist, so lange schöne Früchte, als es auch von den anderen Ländern respektirt wird; anders aber macht es sich, wenn ein kleiner Staat von grossen Staaten eingeklemmt ist, die Schutzzölle haben. Innerhalb enger Grenzen gedeihen Industrie und Handel nicht, denn diese sind keine Pflanzen, die sich an Zimmerkultur gewöhnen".

Diese mit den Theorien Adam Smith's ganz verwandten Gedanken haben immer noch ihre Gültigkeit; denn jetzt noch mehr als 1848 lebt die industrielle Schweiz nur von ihrem Exporthandel. Wenn sich daher auch Schutzzölle bis auf eine gewisse Grenze rechtfertigen lassen, d. h. wenn es sich darum handelt, der fremden Konkurrenz die Stirn zu bieten und sie zum Freihandel zu veranlassen, also als eine Waffe, die man freilich vorsichtig gebrauchen muss, um sich mit ihr nicht selbst zu verletzen, so können sie jedoch einem Lande, wie das unsrige ist, auf die Länge keinen Nutzen schaffen, da es in seinen engen Grenzen so viele Exportindustrien vereinigt.

(Fortsetzung folgt.)

Die mathematische Physik und die Experimentalphysik*).

Der heutige Karakter der Physik prägt sich in einer immer zunehmenden Neigung zur innigen Verbindung der experimentellen und mathematischen Methoden aus. In der That muss eine derartige Verbindung der Theorie und Praxis das Wesen jedes Zweiges der Naturwissenschaft bilden. Im folgenden sollen die Bedingungen dieser Verbindung, ihre Vortheile und ihre Gefahren betrachtet werden. Beispiele dafür sind reichlich vorhanden und es scheint wol an der Zeit zu sein, die Erfahrungen der Vergangenheit nutzbar zu machen. Alles ist in der Geschichte der Wissenschaften beachtenswerth, Irrthum und Wahrheit, und es ist stets von Nutzen, den bahnbrechenden Forschern einer früheren Zeit zu folgen, selbst wenn dieselben hier und da falsche Wege eingeschlagen haben.

Der Nutzen und selbst die Nothwendigkeit einer mathematischen Physik, wenn überhaupt die Möglichkeit einer solchen Wissenschaft vorliegt, drängt sich uns auf; denn ihr Ziel ist an die Stelle der Erfahrung, welche stets mit gewissen Fehlerquellen behaftet ist, die scharfe und genaue Rechnung zu setzen. Damit aber diese Genauigkeit und Schärfe nicht blos in der Einbildung beruhe und damit die mathematische Methode, welche durch ihre Klarheit leicht verführend wirkt, auch der richtige Ausdruck der Wirklichkeit sei, ist es nöthig, dass die Grundlage, welche zum Ausgangspunkt der die erste Gleichung liefernden Theorie dient, sicher sei, weil sonst der ganze Bau haltlos ist. Es ist besonders auch noch nöthig, dass diese Theorie einfach sei und sich leicht der algebraischen Ausdrucksweise anschmiege. Aber eine vom mathematischen Standpunkte aus betrachtet sehr einfache Sache sieht sich nur selten vom experimentellen Standpunkte ebenso einfach an. Die Erfahrung und die Beobachtung führen im allgemeinen nur zu zusammengesetzten Thatsachen, oder mehrere Ursachen wirken zusammen und vermischen sich.

Es machen also zwei entgegengesetzte Bestrebungen sich geltend: die Bestrebung der reinen Mathematiker, welche in den erfahrungsmässigen Thatsachen nicht die Einfachheit und Reinheit finden, welche sie für nöthig erachten und deshalb von der Erfahrung nichts halten, und zweitens die Bestrebung der reinen Beobachter oder Empiriker, welche sich direkt an die Zusammengesetztheit der Erscheinungen halten, indem sie dabei die Möglichkeit der Anwendung der mathematischen Methoden nicht anerkennen wollen und nur den unmittelbaren Ergebnissen ihrer Messungen Glauben schenken. Die Beobachter nähern sich gewiss mehr der Wahrheit und ihre Erfahrungen behalten ihren Werth, während die reinen Mathematiker stets Gefahr laufen, dass ihre Resultate durch die Wahrnehmung einer gegentheiligen Thatsache umgestossen werden. Die reine Mathematik muss deshalb der physikalischen Mathematik Platz machen.

Von diesen beiden Bestrebungen ist die eine die letzte Spur der scholastischen Anschauungsweise des Mittelalters, während die andere als eine übertriebene Reaktion gegen diese Richtung zu gelten hat. Beide einseitige Richtungen müssen von demjenigen vermieden werden, der heute zu dem Fortschritt der physikalischen Mathematik beitragen will, denn die eine lässt uns aus den engen Schranken der Erfahrung nicht herauskommen und die andere bringt uns um alle sicheren Grundlagen. Auf was soll man sich aber stützen, wenn die Hypothesen von vornherein verboten sein sollen und wenn die Erfahrung nicht das uns liefert, was wir brauchen?

Newton, dieser Schöpfer des wahren Geistes der physikalischen Wissenschaft hat hierüber mit wunderbarer Klarheit Auskunft gegeben. Er sagt in seinem grossen Werke „Mathematisch-philosophische Prinzipien":

„Alles, was nicht aus den Erscheinungen abgeleitet werden kann, ist als Hypothese zu bezeichnen und Hypothesen, seien dieselben metaphysische, seien sie physikalische, seien sie von unbestimmter Beschaffenheit oder seien sie mechanische, dürfen keinen Platz in der Experimentalphilosophie (Erfahrungswissenschaft) finden. In dieser Philosophie sind die Voraussetzungen aus den Erscheinungen abzuleiten und durch Induktion zu verallgemeinern".

Man erkennt daran denselben Newton, der in seiner bewunderungswürdigen Theorie der Gravitation sagte: „Hypothesen erfinde ich nicht".

Der zu befolgende Gang in der physikalischen Naturwissenschaft ist also der, aus den Erscheinungen gewisse Voraussetzungen abzuleiten und dieselben durch versuchsweise Anwendung oder Induktion zu verallgemeinern. Alle grossen Physiker sind diesen Weg gegangen.

Infolge vielleicht allzugrosser Gewissenhaftigkeit pflegen wir mit „Hypothese" auch noch die Verallgemeinerung der experimentellen Feststellungen zu bezeichnen; aber diese Hypothesen sind weit entfernt von den grundlos oder erfahrungslos aufgestellten Hypothesen, welche allein von Newton verworfen werden.

Wir gehen nunmehr von diesen allgemeinen Bemerkungen zu den Beispielen über, welche uns von der Geschichte und dem heutigen Zustande der Wissenschaft geliefert werden. Dieses Studium wird um so interessanter sein, als wir in den einzelnen Zweigen der Physik zwei verschiedenen Methoden begegnen und dieselben zu vergleichen haben, nämlich diejenigen, welche die Newton'sche Philosophie verwerfen und diejenigen, welche ihr folgen.

Nirgends tritt dieser Gegensatz schärfer hervor, als in der Lehre von der Wärme. Die grössten Fortschritte dieser Wissenschaft datiren von dem Augenblicke, wo man zum ersten Mal auf den Gedanken kam, die Wärme als einen Bewegungseffekt aufzufassen. Von Sadi-Carnot wurde die Grundlage zu dieser neuen Anschauungsweise gelegt, aus welcher sich die mechanische Wärmelehre entwickelte. Die mechanische Wärmelehre beruht auf zwei Prinzipien; das eine Prinzip wurde von Carnot nur geahnt, das andere aber von ihm entdeckt. Diese beiden Prinzipien lassen sich folgendermaassen formuliren:

1. Sobald durch Vermittelung irgend eines Körpers eine gewisse Wärmemenge in eine gewisse Arbeitsmenge umgewandelt wird, gleichviel wie der Körper beschaffen sei und auf welche Art die Wärme-Umwandlung stattfinde, so besteht ein bestimmtes Verhältnis zwischen der verschwundenen Wärme und der hervortretenden Arbeit, vorausgesetzt, dass der benutzte Körper am

*) Nach einer Abhandlung des Prof. Paul Janet in „Revue Scientifique" aus der „Naturwiss.-Techn. Umschau".

SLUB Wir führen Wissen. http://digital.slub-dresden.de/id318544717-18870100/118