

WÄRMELEHRE

PHYSIKALISCHE GRUNDLAGEN VOM TECHNISCHEN STANDPUNKT

VON

DR. HEINRICH BLASIUS

STUDIENRAT AN DER
INGENIEURSCHULE ZU HAMBURG

VIERTE NEUBEARBEITETE AUFLAGE
MIT 126 FIGUREN
67 AUFGABEN UND 15 TABELLEN



1944
VERLAG VON BOYSEN & MAASCH
HAMBURG

VORWORT

Die vorliegende Darstellung der Wärmelehre sucht an Hand von durchgerechneten Beispielen aus den technischen Anwendungen mit möglichst einfachen Hilfsmitteln zum Verständnis der Grundlagen zu führen. Besonderer Wert ist auf die Herausarbeitung der physikalischen und rechnerischen Bedeutung der Begriffe Energieinhalt, Wärmeinhalt und Entropie gelegt.

Das Buch ist aus meinem langjährigen Unterricht an der Ingenieurschule zu Hamburg erwachsen, führt aber in einigen Sonderausführungen auch über den Rahmen der Ingenieurschule hinaus, so daß es dem Studierenden auch nach dem Studium, je nach seiner Fachrichtung, nützen kann. Es kann deshalb auch dem in der Praxis stehenden Ingenieur und dem Universitäts- und Hochschulstudenten zur Auffrischung der Grundlagen und zum Weiterstudium dienen. Es soll auch dem Lehrer der allgemeinen Schulen Anregungen zur Ausgestaltung seines Unterrichts nach der Seite der technischen Anwendungen geben.

In der Art der Darstellung suche ich zwischen den Auffassungen der Physiker und der Ingenieure zu vermitteln. Zu diesem Standpunkt wurde ich schon während meines Studiums durch die Professoren Klein, Runge und Prandtl in Göttingen geführt. Auch später beim Verkehr mit Ingenieuren und beim Unterricht stellte sich mir die Notwendigkeit heraus, eine Verbindung zwischen den Fragestellungen der Praxis und den Möglichkeiten der Theorie zu suchen, eine mittlere Linie, gleich entfernt von dem axiomatischen Standpunkt des Theoretikers, der ein „statisch bestimmtes“ Gedankengebäude zu errichten sucht, und dem Wunsch des Praktikers, der unter dem Druck der Wirtschaft eine sofort brauchbare Formel mit oder ohne theoretische Begründung haben will. Auch diesem kann auf die Dauer nur geholfen werden, wenn man ihm eine deutliche Vorstellung von dem Ablauf der Vorgänge und von den Energieumsetzungen vermittelt und ihn zur Klarheit über die vorstellungsmäßige und rechnerische Bedeutung der Begriffe führt. Gerade darin besteht ja die Überlegenheit des Eingeweihten über den Angelernten, der nur nach Formeln arbeitet.

Klarheit über die Bedeutung der Begriffe gewinnt man nicht durch die „Definition“, sondern am Zahlenbeispiel. Das Verlangen des Studierenden nach „Anwendungen“ entspringt ja eigentlich gar nicht in erster Linie dem technischen Interesse, sondern vielmehr dem logischen Bedürfnis, den Begriffen einen Inhalt zu geben, mit den Worten eine Vorstellung zu verbinden. Die Einsicht in die Tragweite und Bedeutung der Begriffe kommt eben erst „in, mit und unter“ den Anwendungen, für die

sie ja geschaffen sind. Begriffe gewinnen erst Leben, wenn sie in bestimmter Gestalt erscheinen.

Ich entwickle deshalb die physikalischen Gesetze aus den grundlegenden Messungen, nicht aus Theorien heraus (Kapitel I V, VII). Die Messung selbst ist so dargestellt, wie sie zur Lösung einer bestimmten Aufgabe angeordnet werden müßte. An die erste Aufgabe schließe ich andere an, die zur Darstellung und Ausbildung der Begriffe und Verfahren dienen. Dabei muß man der theoretischen Entwicklung eine typische Aufgabe als Fragestellung voranstellen. Theorien muß man am Beispiel entwickeln, nicht das Beispiel der Theorie erst folgen lassen, was nur zu leicht darauf hinausläuft, Zahlen einzusetzen in halbverstandene Formeln. Es kommt aber gerade darauf an, zu zeigen, wie die Formeln aus den Grundvorstellungen sich ergeben im Hinblick auf den Gebrauch, den man von ihnen machen will; — warum man dazu einen bestimmten Rechnungsgang wählt; — warum man dazu gewisse Größen einführt. Diese Einsichten lassen sich nur vermittels des Beispiels erreichen.

Das betrifft insbesondere die Begriffe Energieinhalt, Wärmeinhalt und Entropie (Kapitel VI, VIII X). Ich habe den Wärmeinhalt in seiner eigentlichen Bedeutung als Energiestrom, die Entropie auf Grund ihrer rechnerischen Bedeutung für die Untersuchung der Ausnutzbarkeit der Wärme dargestellt. Man darf sich da nicht mit einigen plausiblen Erklärungen über Nicht-umkehrbarkeit begnügen. Man muß auch wirklich mit diesen Zahlen etwas ausrechnen. Ein unvollständig entwickelter Gedanke ist überhaupt nicht zu verstehen.

Ich habe diese allgemeinen Betrachtungen ans Ende des auf bauenden (induktiven) Gedankenganges gestellt und die Gesetze zunächst empirisch entwickelt. Von allgemeinen Gesichtspunkten sollte man nicht deduzierenderweise ausgehen; sie können erst eingeführt werden, wenn die Kenntnis und die Übersicht über die Erscheinungen, zu deren Klärung die Untersuchungen dienen, vorhanden ist. Eine solche genetische Darstellung entspricht ja auch dem geschichtlichen Hergang bei der Entwicklung der Wissenschaften. Wenn nun der Unterricht einen solchen quasi-historischen, freigeschichtlichen Weg geht, — nicht wie er tatsächlich gewesen ist, aber wie er hätte sein können, — so entspricht das nur dem biogenetischen Grundgesetz, wonach die Entwicklung des Individuums die Entwicklung der Ahnenreihe wieder durchläuft, — nicht getreu, aber in abgekürzter Weise.

Der Entwicklung der Grundbegriffe folgen Sonderausführungen (Kapitel XI -f- XV) über Verbrennungskraftmaschinen, feuchte Luft, nichtideale Gase, physikalische Chemie. Die „vermischten Aufgaben“ hätten ihrem Inhalt nach schon in früheren Abschnitten stehen können (zB Heißluftmaschine, Linde-Maschine). Sie hätten aber dort die Aufmerksamkeit zu sehr auf Nebensachen abgelenkt, hätten auch zu viel Vorkenntnisse aus anderen Gebieten erfordert. Die Aufgaben nämlich, die nach der Absicht dieses Buches zur Erläuterung der Grundlagen dienen

sollen, müssen zwar den Anwendungen entstammen, auch ein gewisses Interesse für sich fordern, müssen aber kurz und ohne viele anderweitige Vorkenntnisse für sich verständlich sein. Weitläufigere Aufgaben gehören als echte „Anwendungen“ der fertig ausgebildeten Theorie an den Schluß, zugleich ein Rückblick auf die elementare Theorie und eine Überleitung zum Spezialstudium.

Auf dieser Grundlage kann man dann in beliebiger Richtung weiterbauen. Vollständigkeit in technischer Hinsicht habe ich nicht erstrebt. Sind die Grundlagen klar, so folgen die Kenntnisse von selbst. Eine gewisse Fülle in sachlicher Hinsicht kommt schon durch die Darstellungsart; aber der Stoff ist mit Rücksicht auf den systematischen Fortschritt der Darstellung ausgesucht und dient nur als Beispiel. Das Buch will die Speziallehrbücher über Maschinenkonstruktionen nicht überflüssig machen, sondern auf das Studium derselben vorbereiten.

Zu den begrifflichen Schwierigkeiten, an denen die Wärmelehre reich ist, treten die mathematischen. Ich habe für einen Leser geschrieben, dem die Anwendung der Mathematik auf Physik noch keine selbstverständliche Sache geworden ist. Nach Schopenhauer wird man ja durch Mathematik nur überführt, nicht überzeugt. Man sträubt sich, eine Beziehung nur deshalb zuzugeben, weil sie durch algebraische Umformung aus einer anderen, bereits zugegebenen folgt. Nach Möglichkeit sollte man die Formel unmittelbar mit der Vorstellung verbinden. Es gilt, den Rechner von der Formel zu erlösen. Wo man die mathematischen Begriffe und Verfahren braucht, müssen sie mit erläutert werden (zB vollständiges Differential in XIII). Auch Mathematik wird erst klar durch ihre Anwendungen, für die sie ja geschaffen ist.

Meine Darstellungsart kann auch den allgemeinen Schulen nützen, wo der Unterricht meist auf den Ton der wissenschaftlichen, kritischen Forschung abgestimmt ist. Es steckt aber doch ein großer Bildungswert darin, wenn man sieht, wie sich die Begriffe, Formeln und Verfahren aus den Fragestellungen der Anwendungen entwickeln. Die „Kultur“, in die der Schüler ja auf der allgemeinen Schule eingeführt werden soll, besteht nicht nur in Kunst und Wissenschaft. Es gehören dazu die geistigen Hilfsmittel, die sich der Mensch im Kampf ums Dasein ausbildet. Hier läßt sich auch ein guter Teil der Forschung eingliedern. Letzten Endes dient doch die Formel der Rechnung. Es ist daher nur natürlich, sie auch aus diesem Zweck heraus zu entwickeln. Es muß gelingen, auf diesem Wege die „euklidische“, scholastische, philologische Unterrichtsart zu überwinden.

Im Gegensatz dazu habe ich diese genetische Darstellung an Hand einzelner in sich abgeschlossener Zahlenbeispiele, die sich mir als die natürliche aufdrängte, aufgebaut für Alle, denen es um ein Verständnis der Grundlagen zu tun ist.

In der

3. Auflage

fand ich am grundsätzlichen Aufbau Nichts zu ändern. Viele zustimmende Besprechungen und Zuschriften aus der Praxis zeigten mir, daß meine Darstellungsart einem Bedürfnis entgegenkommt. Trotzdem habe ich Alles nochmals durchgearbeitet: hier eine straffere, dort eine ausführlichere Formulierung gewählt, einige Nummern umgestellt, 75 Figuren neu gezeichnet, bessere und neue Beispiele eingefügt (zB Nr 41 f., 72, 126f., 145, 220f., 252, 314f., 339f., 342f., 4li, 416, 422, 435f.). Vielfachen Wünschen entsprechend ist ein Register angehängt.

Bergedorf, am 1. Februar 1931.

Hamburg, am 28. Mai 1941.

H. Blasius.