

# **Badische Landesbibliothek Karlsruhe**

**Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe**

## **Die Festigkeitslehre mit besonderer Rücksicht auf die Bedürfnisse des Maschinenbaues**

**Grashof, Franz**

**Berlin, 1866**

Vorwort

[urn:nbn:de:bsz:31-274080](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-274080)

## VORWORT.

Bei der Ausarbeitung und Herausgabe des vorliegenden Buches leitete mich zunächst die Absicht, meinen Zuhörern für einen Theil meiner Vorträge an dem hiesigen Polytechnikum damit einen Leitfaden in die Hand zu geben, worin die leitenden Principien der betreffenden Untersuchungen in präciserer Form und die Resultate vollständiger und fehlerfreier niedergelegt seien, als solches in den nachgeschriebenen Heften gewöhnlich erreicht wird. Der erläuternde mündliche Vortrag soll dadurch nicht entbehrlich gemacht werden, und es sind deshalb die mathematischen Entwicklungen im Allgemeinen hier nur angedeutet worden. Bei der knappen Form und der grösseren Uebersichtlichkeit des Gedankenganges und der gewonnenen Resultate, welche dadurch im Vergleich mit einem ausführlichen Lehrbuche ermöglicht wurden, hoffe ich, dass das Buch zugleich als Rathgeber für den praktischen Gebrauch geeignet befunden werden möchte, indem es vor einer nackten Sammlung von Regeln und Formeln das voraus hat, dass die den Resultaten zu Grunde liegenden Anschauungen, Voraussetzungen, Vernachlässigungen etc. überall vollständig dargelegt sind und dadurch die Unsicherheiten und Missverständnisse vermieden werden, denen die Benutzung nackter Formelsammlungen so häufig ausgesetzt ist. Zum Selbststudium setzt das Buch solche Leser voraus, welche in der Analysis insoweit bewandert sind, als auf unseren technischen Hochschulen die Gelegenheit geboten zu sein pflegt; d. h. es werden Leser von dem angedeuteten Grade mathematischer Ausbildung vorausgesetzt, sofern dieselben beanspruchen, nicht nur die Resultate mit Verständniss benutzen, sondern auch deren Entwicklung überall vollständig übersehen und nach den gegebenen Andeutungen allenfalls selbst ergänzen zu können.

Nach diesen Zwecken und Voraussetzungen ist die Fassung des Buchs zu beurtheilen. Wenn ich es einen „Abriss“ genannt habe, so bezieht sich dies nur auf den absichtlichen Mangel einer ausführlichen mathematischen Entwicklung, während der Inhalt mehr umfasst, als sich in einem Semestralvortrage von wöchentlich 4 Stunden mit Gründlichkeit verarbeiten lässt. Eine Auswahl ist deshalb beim Vortrage geboten, lässt sich aber auch leicht treffen mit Rücksicht darauf, dass manche Abschnitte bei dem vorauszusetzenden Standpunkte der Zuhörer nur einer Andeutung bedürfen, um dem eigenen Studium überwiesen werden zu können; darin besteht eben ein Hauptvorteil eines solchen Leitfadens, besonders für die in ihren einzelnen Theilen in loserem Zusammenhange stehenden Lehrfächer der angewandten Mathematik und Mechanik, dass der Vortrag sich mit grösserer Ausführlichkeit nur über diejenigen Theile zu verbreiten braucht, welche von principieller Wichtigkeit sind, deren Entwicklung neue Gesichtspunkte und Methoden zur Geltung bringt oder welche mit grösseren Schwierigkeiten verbunden ist. Ein Hauptgewicht scheint mir hierbei darauf gelegt werden zu müssen, dass die Vorbereitungen, welche der erfolgreichen Behandlung einer Aufgabe oder einer Gruppe von Aufgaben vorausgehen haben, die Voraussetzungen, worauf die Entwicklung beruht, und die Vernachlässigungen, welche zur Erzielung praktisch brauchbarer Resultate als nöthig sich heraus stellen, in ihrem Wesen und in ihren Folgen mit Sorgfalt discutirt werden, indem eben nur durch die hiermit verbundenen Schwierigkeiten die angewandte Mechanik ihre Berechtigung als besondere Wissenschaft erhält im Gegensatze zur reinen Mathematik und analytischen Mechanik, deren Methoden und Sätze für sie nur Mittel zum Zweck sind.

Die besonderen Anwendungen machen, wenn auch die wichtigsten und am häufigsten im Maschinenbau vorkommenden Dimensionsbestimmungen dadurch berührt werden, doch auf Vollständigkeit keinen Anspruch; sie sind nur als Beispiele in die systematische Behandlung der allgemeineren Aufgaben eingefügt, indem die betreffenden Nummern mit kleinerer Schrift gesetzt sind, damit die Uebersichtlichkeit der allgemeinen Entwicklung möglichst wenig durch diese Einschaltungen gestört werde. Zur Erleichterung des Nachschlagens für den praktischen Gebrauch ist dem systematischen Inhaltsverzeichnisse eine alphabetische Aufzählung jener besonderen Anwendungen beigelegt worden. In Betreff der Behandlung dieser letzteren und namentlich der vielfach einzuführenden Erfahrungscoefficienten habe ich zu bemerken, dass ich mich dabei den „Resultaten Redtenbachers“, meines hochverdienten Vorgängers auf hiesigem Lehrstuhle, welche Resultate mit Recht nach

wie vor beim Construiren in unserer Maschinenbauschule vorzugsweise zu Grunde gelegt werden, so viel als möglich angeschlossen habe, d. h. sofern nicht wesentliche Gründe eine Abweichung nöthig zu machen schienen oder eine rationellere und correctere Behandlung ermöglicht wurde durch die im vorliegenden Buche vielfach erweiterte theoretische Grundlage für die fraglichen besonderen Aufgaben.

Wenn es sich bei Abfassung des Buches nicht in erster Reihe um einen an den Gang des Vortrages sich anschliessenden Leitfaden gehandelt hätte, so würde ich es vorgezogen haben, mit den erst im 6. Capitel abgehandelten allgemeinen Beziehungen zwischen den Spannungen, Ausdehnungen und Verschiebungen im Inneren eines durch äussere Kräfte angegriffenen elastischen Körpers den Anfang zu machen, darauf die allgemeine Discussion des Verhaltens eines irgendwie belasteten stabförmigen Körpers (das de Saint-Venant'sche Problem) folgen und hieran erst die in den 5 ersten Capiteln behandelten einfachen Fälle sich anschliessen zu lassen; es hätten dadurch mehrere Wiederholungen vermieden werden können, sowie auch manche Voraussetzungen und Vernachlässigungen, welche an den Stellen, wo sie eingeführt wurden, noch kaum in ihrer wahren Bedeutung und in ihren Folgen übersehbar waren, dadurch von vornherein in ein helleres Licht gesetzt worden wären. Die Bedürfnisse des Unterrichts und der Studienplan unserer Schule liessen gleichwohl eine solche an und für sich rationellere Anordnung des Stoffs weniger zweckmässig erscheinen; weil nämlich die Festigkeitslehre, wie die angewandte Mechanik überhaupt, passender Weise nicht wohl eher zum Vortrage gebracht werden kann, bevor nicht die rein mathematischen Lehrfächer und die analytische Mechanik ihren Abschluss gefunden haben, so bringen es hier wie ohne Zweifel auch an anderen polytechnischen Schulen die Verhältnisse mit sich, dass zugleich mit der Festigkeitslehre in demselben Semester auch schon die Elemente des Maschinenbaues zum Vortrage und zur Uebung im Constructionssaale gelangen müssen, so dass es nöthig ist, sobald als möglich zur Begründung derjenigen einfacheren Constructionenregeln zu gelangen, welche bei jenem Vortrage und den sich anschliessenden Uebungen am häufigsten benutzt werden. Der mehr wissenschaftliche Gang bei der Behandlung der Festigkeitslehre vom Allgemeinen zum Besonderen würde zudem auf den vorwiegend der praktischen Anwendung zugewandten Sinn unserer Zuhörer vielfach abschreckend wirken, indem dabei nicht nur die Früchte erst an späterer Stelle gepflückt werden könnten, sondern auch die grösseren Schwierigkeiten gerade im Anfange sich häufen würden.

Die ziemlich ausführliche Einleitung ist dazu bestimmt, die Mängel der gewählten Anordnung des Stoffs einigermaßen zu heben, indem darin die allgemeine Aufgabe und die Art ihrer Behandlung wenigstens vorweg angedeutet sind und die in den ersten Capiteln behandelten Aufgaben in ihrem Charakter als einfache Specialfälle eines allgemeineren Problems deutlicher hervortreten; zugleich wird dadurch Gelegenheit geboten, die wichtigsten Definitionen von vorn herein in der nöthigen Allgemeinheit aufzustellen.

Was überhaupt die Behandlungsweise und die Begrenzung des Stoffs betrifft, so bin ich bemüht gewesen, die Anforderung einer streng wissenschaftlichen Behandlung mit der Rücksicht auf das praktische Bedürfniss, auf den durchschnittlichen Grad der mathematischen Bildung und Fassungskraft unserer Zuhörer und auf die für den Vortrag in beschränkter Masse disponibler Zeit möglichst zu vermitteln. Eine ganz strenge Entwicklung, deren völliges Verständniss ohne weitere Erläuterung freilich bei der knappen Darstellung einen vorgeschrittenen Grad mathematischer Bildung voraussetzt, habe ich im 7. Capitel nur der einfachsten Körperform, dem geraden stabförmigen Körper, zu Theil werden lassen, wofür mir solches bei der vorwiegenden constructiven Wichtigkeit dieser Form sowie auch deshalb unerlässlich schien, weil dadurch allein eine klare Beurtheilung und nachträgliche bedingungsweise Rechtfertigung der in den ersten Capiteln zugelassenen Vernachlässigungen erreicht werden konnte. Eine ähnliche strenge und allgemeinere Behandlung auch bei den plattenförmigen Körpern würde indessen mit den so eben erwähnten Rücksichtnahmen kaum vereinbar gewesen sein; es schien nöthig, hier von vorn herein durch vereinfachende Annahmen die Schwierigkeiten der analytischen Entwicklungen zu vermindern.

Immerhin wird man finden, dass besonders in den letzten Capiteln grössere Anforderungen an die mathematische Bildung und an die geistige Anstrengung der Zuhörer oder Leser gestellt werden, als es in den für Techniker bestimmten Lehrbüchern der angewandten Mechanik zu geschehen pflegt; ja es werden die Gesetze des 6. und die Aufgaben des 7. Capitels meistens überhaupt nicht wissenschaftlich behandelt, indem die letzteren vielmehr dem praktischen Gefühl nach empirischen Regeln überlassen zu werden pflegen. Auch bin ich darauf gefasst, dem Urtheile zu begegnen, dass ich darin zu weit gegangen sei. Abgesehen davon indessen, dass für mässigere Ansprüche die 5 ersten Capitel allenfalls als ein für sich abgeschlossenes Ganzes betrachtet werden können, in welchen, freilich mit manchen weiteren Ausführungen, im Wesentlichen diejenigen Probleme abgehandelt sind, auf welche sich die

technischen Lehrbücher der angewandten Mechanik bisher zu beschränken pflegten, hängt das Urtheil über den in Rede stehenden Punkt mit einer allgemeineren Principienfrage zusammen, betreffend den Grad der wissenschaftlichen Ausbildung überhaupt, welchen unsere polytechnischen Schulen den angehenden Technikern ermöglichen sollen. In dieser Beziehung gehe ich von der Ueberzeugung aus, dass, wenn die wissenschaftliche Bildung und die praktische Uebung und Geschicklichkeit zugleich in der beschränkt disponiblen Zeit sich nicht in vollem Umfange erreichen lassen, naturgemäss die erstere selbst bis zu gewissem Grade auf Kosten der letzteren Richtung von der Schule zu cultiviren sei, indem in der Praxis nachher die Uebung von selbst kommt, während nur selten Zeit, Gelegenheit und Neigung vorhanden sind, eine mangelhafte wissenschaftliche Bildung neben der Ausübung des praktischen Berufs noch wesentlich zu ergänzen. Auch würde die Schule ihre Aufgabe schlecht erfüllen, wenn sie sich mit einer solchen Ausbildung der angehenden Techniker begnüge, welche dieselben befähigt, die bei dem zeitigen Zustande des betreffenden Fachs ihnen gewöhnlich vorkommenden Aufgaben nach gelernten Regeln mit Verständniss zu lösen; wenn vielmehr der Fortschritt auf dem Gebiete der Technik nicht nur von der Zufälligkeit auftauchender Talente abhängen, sondern von der Schule wesentlich gefördert werden soll, so müssen die von ihr gebildeten Techniker im Stande sein, die Literatur ihres Fachs mit selbständigem Urtheile zu studiren und zu prüfen, sie müssen befähigt sein, auch in schwierigen und neuen Aufgaben, die sich ihnen darbieten ohne dass ihnen dafür eine unmittelbar passende Regel zur Hand ist, mit Leichtigkeit und klarem Verständnisse der massgebenden Verhältnisse sich zurecht zu finden. Mit einem Worte, die polytechnische Schule soll nicht im Schlepptau des praktischen Bedürfnisses, sondern umgekehrt demselben möglichst voraus sein; die von ihr gewährte wissenschaftliche Ausbildung soll nicht nur den Anforderungen der Technik in ihrer augenblicklichen Entwicklungsphase, sondern möglichst bis zu dem Augenblicke noch genügen, in welchem die von ihr gebildeten Techniker nach einem Menschenalter von der Bühne ihrer Thätigkeit abtreten.

Es soll hiermit nicht gesagt sein, dass jeder Studirende des Polytechnikums genöthigt sein solle, an allen den Vorträgen und Uebungen Theil zu nehmen, durch welche ihm zu dem grösstmöglichen Grade wissenschaftlicher Ausbildung für das von ihm gewählte Fach die Gelegenheit geboten wird, dass nicht vielmehr den verschiedenen persönlichen Verhältnissen, Anlagen und Zwecken besonders Derjenigen,

welche für einen Zweig der technischen Privatpraxis sich ausbilden wollen, gebührende Rechnung getragen werden solle. Doch ist hier nicht der Ort, auf solche die Organisation der Schule berührende Fragen näher einzugehen.

Schliesslich habe ich noch die neueren Arbeiten namhaft zu machen, welche ich bei Abfassung des vorliegenden Buches vorzugsweise benutzt habe, abgesehen nämlich von denjenigen älteren, welche namentlich seit Navier's Vorgänge mehr oder weniger lange schon Gemeingut der einschlagenden Literatur geworden sind. Hier habe ich vor Allem die „Theorie der Elasticität fester Körper“ von Clebsch zu erwähnen, welcher ich namentlich bei der Darstellung des de Saint-Venant'schen Problems im 7. Capitel im Wesentlichen gefolgt bin; im 6. Capitel habe ich mich grossentheils der sehr übersichtlichen Darstellung von Holtzmann in seinem Lehrbuche der theoretischen Mechanik angeschlossen; an verschiedenen Stellen (bei der Behandlung krummer stabförmiger und symmetrisch gestalteter plattenförmiger Körper) haben Abhandlungen von Winkler im „Civilingenieur“ mir schätzbare Anhaltspunkte geliefert. Auf die mir eigenthümlichen Untersuchungen, welche hier grossentheils zum ersten Male publicirt werden, brauche ich Kenner nicht besonders aufmerksam zu machen, deren wohlwollender Beurtheilung das Werkchen hiermit empfohlen sein möge.

CARLSRUHE, im October 1865.

F. Grashof.