Werk

Titel: Der Unterricht in angewandter Mathematik und Physik an den deutschen Universitäte...

Autor: Lorenz, H.

Jahr: 1903

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?37721857X_0012|log152

Kontakt/Contact

Digizeitschriften e.V.
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

info@digizeitschriften.de

Mathematik von Interesse sind; ist er doch sogar soweit gegangen, vom Techniker das Studium der Zahlentheorie zu fordern, weil die Bestimmung der einfachen Töne einer rechteckigen Platte von rationalem Seitenverhältnis die Auflösung einer unbestimmten quadratischen Gleichung verlangt.

Der Unterricht in angewandter Mathematik und Physik an den deutschen Universitäten.

Von H. Lorenz in Göttingen.

Das vergangene Jahrhundert war bis nahe seinem Ablaufe für die Mathematik eine Periode innerer Vertiefung und des Ausbaues vorwiegend solcher Zweige, welche mit der Erfahrungswelt in keinem oder doch nur sehr losem Zusammenhange stehen. Hand in Hand mit dieser „Arithmetisierung" vollzog sich eine Abkehr von der Pflege aller Anwendungsgebiete, welche bei dem Tode von Gauß, des letzten nach der praktischen Seite hin bahnbrechenden Mathematikers schon bis zur vollständigen Entfremdung gediehen war. Ein Nachteil wurde hierin um so weniger empfunden, als ja gleichzeitig die Physik auf empirischer Grundlage rasch voranschritt und durch Männer wie F. Neumann, Kirchhoff und Helmholtz auch ihre theoretische Selbständigkeit unzweifelhaft erwies. Der im Anfang des Jahrhunderts noch ganz elementare und daher wenig anregende Hochschulunterricht wurde durch Jacobis Spezialvorlesungen auf die Höhe der Forschung selbst erhoben und damit eine Generation für die Entwickelung der reinen Wissenschaft begeisterter Nachfolger geweckt, die für den Ausbau und die Vertiefung der Mathematik in der Folge entschieden Großes geleistet hat.

Inzwischen hatte sich an der Hand des Eisenbahnwesens die Technik einen Platz im Kulturleben des deutschen Volkes erobert und schritt sofort, nachdem ihr von Seiten der theoretischen Wissenschaft kaum eine Beachtung, geschweige denn Förderung zu teil wurde, zur selbständigen Lösung ihrer Probleme. Die maßgebenden Vertreter der Technik, in Deutschland vornehmlich Weisbach, Redtenbacher und Zeuner, erkannten bald als Grundlage hierfür die wissenschaftliche Ausgestaltung der technischen Erziehung, welche bei der ablehnenden Haltung der Universitäten die Schaffung eigener Hochschulen voraussetzte. Auf den unter solchem Einfluß in rascher Folge erstandenen bezw. aus niederen Fachschulen entwickelten „Polytechniken" fand dann eine größere Zahl von Mathematikern, welche ausschließlich aus Uni-

versitäten hervorgegangen waren, einen Wirkungskreis, der ihnen einen tiefen Einblick in das Wesen technischer Arbeit ermöglichte. Wenn auf dieser für eine Annäherung der Mathematik und der für exakte Forschungen gerade damals sehr zugänglichen Technik außerordentlich günstigen Basis ein derartiger Erfolg nicht nur ausblieb, sondern die Entfremdung sich sogar bis zum Interessenkampfe verschärfte, so lag dies nicht zum wenigsten an der oben erwähnten abstrakten Richtung, der fast alle Professoren der Mathematik an technischen Bildungsanstalten angehörten. Als Beispiele für die geringe Anpassungsfähigkeit der damaligen Mathematiker darf ich wohl das „Compendium der höheren Analysis" von Schlömilch und die „Theorie der Bewegung und der Kräfte" von Schell anführen, beides weit verbreitete und in mathematischen Kreisen geschätzte Lehrbücher, welche trotz ihrer Entstehung an technischen Hochschulen deren Bedürfnissen nicht entsprechen. Vielleicht waren solche Erfahrungen für Zeuner der Anlaß, die mathematische Lehrerausbildung neben der Universität gleichberechtigt auch der technischen Hochschule anzugliedern, wie es in Dresden in den siebziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts in der Tat geschah. Der praktische Erfolg dieser, obwohl noch vorhandenen, doch nur wenig bekannten Einrichtung war allerdings nur gering und zwar vermutlich wegen des Mangels der Berechtigung zur Doktorpromotion, welche den technischen Hochschulen erst 1899 verliehen wurde. Jedenfalls gebührt Zeuner das Verdienst, als einzig gangbaren Weg zu einer Verständigung den Mathematikern das Studium der wissenschaftlichen Grundlage der Technik eröffnet zu haben, ohne sie von ihrem eigenen Arbeitsgebiete abzulenken. Die meisterhaften Vorlesungen über technische Mechanik und Wärmetheorie dieses als Forscher, Lehrer und Organisator gleich bedeutenden Mannes waren in der Tat geeignet, bei Mathematikern, Physikern und Ingenieuren das lebhafteste Interesse zu erwecken und als solide Grundlage für das weitere Studium zu dienen. Die technische Mechanik bildet dabei vermöge ihres reichen Inhaltes und ihrer mathematischen Strenge mit Recht den Kern des ganzen Kursus, an den sich die graphische Statik und die höhere Geodäsie auf der einen Seite ebenso ungezwungen anschlossen, wie die analytische Mechanik auf der andern.

Bei der geringen Frequenz seitens eigentlicher Studierender der Mathematik konnten diese Vorlesungen auf die Richtung dieser Wissenschaft naturgemäß keinen nennenswerten Einfluß gewinnen. Im Gegenteil scheint die Berührung mit Mathematikern sogar einige hervorragende Ingenieure auf Bahnen gelenkt zu haben, welche ihren Lehrerfolgen nicht immer günstig waren. Ich denke hierbei einerseits

an die ganz unnötige Belastung der graphischen Statik mit projektiver Geometrie durch Culmann und weiterhin an den in Ingenieurkreisen noch häufig genannten, aber wenig mehr gelesenen Grashof, der sich vergeblich bestrebte, in seinen Vorträgen und Schriften die Ingenieure an mathematische Allgemeinheit zu gewöhnen[1]). Dies mußte um so abschreckender wirken, als die Erfahrungsgrundlagen, um deren Erweiterung man sich lange Zeit — wohl vorwiegend aus Mangel an staatlicher Unterstützung — wenig bemüht hatte, hiermit in keinem rechten Verhältnis standen. Dazu kam die auch von mathematischer Seite im Gegensatz zur technischen Dynamik viel zu hoch bewertete Kinematik, deren öder Schematismus den technischen Unterricht unter dem Einfluß Reuleaux' zu überwuchern drohte. Die Reaktion hiergegen konnte nicht ausbleiben. Sie brach im Anfang der neunziger Jahre herein und beseitigte kurzer Hand an den technischen Hochschulen ganze Lehrgebiete, vor allem die Kinematik und die theoretische Maschinenlehre, welche unter einer Reihe technischer Spezialvorlesungen verteilt wurden. Auch die Mathematik an den technischen Hochschulen wurde nicht verschont, wozu die an einzelnen derselben zweifellos übertriebenen Examenforderungen den jetzt zu maßgebendem Einfluß gelangten Technikern berechtigten Anlaß boten. Die gegen die Beschränkung ihres Unterrichtsgebietes und Einflusses von mathematischen Hochschullehrern in gemeinsamer Konferenz gefaßten Beschlüsse blieben so gut wie unbeachtet, da man über die frei gewordene Studienzeit schon zur Ausbildung in den neugeschaffenen Maschinenlaboratorien verfügt hatte.

Auf den Universitäten hatte man sich um diese ganze Entwicklung bis dahin wenig gekümmert, da auf denselben die herrschende Richtung ihres Einflusses auf die Studierenden sicher war. Jetzt schreckte der für die Mathematiker ungünstige Ausgang der Kämpfe an den technischen Hochschulen auch hier einzelne aus wissenschaftlicher Beschaulichkeit empor, natürlich zunächst im Sinne verstärkter Abneigung gegenüber den Ansprüchen der Ingenieure. Daß es in der Technik wissenschaftlich hochstehende Zweige gab, hatte man bald erkannt, und diese gerade hielt man bei der Neuordnung der Verhältnisse an den technischen Hochschulen für gefährdet. So kam es wohl, daß F. Klein, der während seiner Tätigkeit an der Münchener technischen Hochschule mit Ingenieuren Fühlung genommen hatte, den vorwiegend theoretischen Fächern der Technik an der Universität eine Heimstätte anbot, um hier „Generalstäbler" der Industrie auszubilden, während den technischen Hochschulen die

1) Selbstverständlich bezieht sich diese Kritik nur auf die Methode, nicht aber auf die unbestritten grundlegenden Leistungen der beiden Forscher.

„Frontoffiziere“ bleiben sollten. Wenn auch dieser auf teilweise irrtümlichen Voraussetzungen basierte Plan unter dem einmütigen vollberechtigten Widerspruche der praktischen Ingenieure und Hochschullehrer fallen gelassen werden mußte, so hatte doch die Diskussion über denselben wieder Berührungspunkte zwischen der Mathematik und der Technik gezeigt, an welche in der Folge angeknüpft werden konnte.

Solche Berührungspunkte bildeten zunächst die neuen Maschinenlaboratorien wegen der nahen Verwandtschaft der in ihnen geplanten Untersuchungen mit denen der Experimentalphysik und weiterhin die Lehrerausbildung für exakte Fächer, der die Ingenieure ihres fachlichen Nachwuchses wegen Interesse entgegenbrachten. Daß die normale Lehrerausbildung in der abstrakten Richtung den modernen Anforderungen des Lebens nur wenig entsprach, konnte man sich auch auf Seiten der Universität kaum noch verhehlen, wozu noch die bedauerliche Tatsache hinzutrat, daß in unserem Lehrerstande eine Fülle mathematischer Intelligenz bloß darum wissenschaftlich ungenutzt verkümmert, weil sie während des Studiums nicht in die richtigen Wege geleitet wurde. Demgegenüber harren zahlreiche technische Probleme, welche durch eine neuerdings rege gewordene Versuchstätigkeit sich noch stetig vermehren, der weiteren theoretischen Behandlung, ein für Mathematiker mit einigem Verständnis technischer Methoden geradezu gegebenes Arbeitsfeld. Von Ingenieuren kommen für solche Untersuchungen fast nur die geringe Zahl der Hochschullehrer mit ihren Assistenten in Frage, während von den in der Praxis stehenden Fachgenossen gerade die geistig hervorragendsten in leitenden verantwortungsvollen Stellungen hierfür nur selten Muße finden. Jedenfalls kann angesichts dieser Tatsache der Technik die Mitarbeit der Mathematiker nur willkommen sein. Die unerläßliche Voraussetzung hierfür ist allerdings vor allem eine gründliche Bekanntschaft mit den Methoden der technischen Mechanik, welche in der neuen preußischen Prüfungsordnung von 1898 schon für die Lehrbefähigung in angewandter Mathematik mit Recht besonders gefordert wird. Eine solche Bekanntschaft ist nach meiner Erfahrung aber nur durch systematische Vorlesungen mit Übungen im Lösen spezieller Probleme und Ausrechnen von Zahlenbeispielen zu erreichen, wofür ein nebenher laufendes Praktikum im Maschinenlaboratorium, welches den Studierenden die Vertrautheit mit wirklichen Verhältnissen vermittelt, das konkrete Material liefern kann. Ich glaube diesen Grundsatz, der schon in dem oben erwähnten Zeunerschen Lehrplan für das Studium der Mathematik und Physik an der technischen Hochschule deutlich hervortrat, betonen zu müssen, weil man sogar in Göttingen in den Fehler verfallen ist, die technische Mechanik

im mathematischen Seminar durch Vorträge der studierenden Mitglieder über einzelne Kapitel ohne systematische Vorbereitung im obigen Sinne abzuhandeln. Dies Experiment wird sich insbesondere für das Eindringen in die technische Dynamik verhängnisvoll erweisen, weil die Seminarmitglieder es meist nicht für nötig halten werden, vorher oder daneben Privatvorlesungen über diesen Gegenstand zu hören und so niemals zu einer kompakten Übersicht gelangen. Dazu kommt als moralisches Moment leicht eine prinzipielle Minderbewertung des auf diesem Wege vermittelten Faches bei frühzeitiger Hervorkehrung der mathematischen Unvollkommenheiten von Theorien ohne hinreichende Kenntnis der mit ihnen erreichten praktischen Resultate. Absprechende Urteile über die Technik seitens der Studierenden mit allen Zeichen der Unreife sind darum nichts Seltenes und drohen, an der Universität zur Tradition geworden, die angebahnte Verständigung zwischen Theorie und Praxis um so mehr zu gefährden, als in der Prüfungskommission die technische Mechanik überhaupt nicht durch einen Fachmann vertreten ist. Natürlich kommen die in solcher Weise ungenügend vorbereiteten Studierenden der Mathematik und Physik weder für die Mitarbeit an schwebenden Problemen der Technik noch auch für selbständige Arbeiten im Maschinenlaboratorium überhaupt in Betracht, sodaß dieses letztere hierfür auf auswärtigen Zuzug von Ingenieuren angewiesen bleibt. An anderen Universitäten sind bis auf Halle, wo die Interessen der Landwirtschaft im Vordergrunde stehen, und Jena keine derartigen Einrichtungen getroffen, auch macht sich vielfach, wie schon Stäckel in seinem vom Standpunkt des Mathematikers geschriebenen trefflichen Hamburger Bericht[1]) bemerkte, die Schwierigkeit geltend, geeignete Lehrkräfte für die technische Mechanik zu gewinnen, sodaß dieser wichtigste Bestandteil der angewandten Mathematik bisher wenigstens an den Universitäten gegenüber der für Ingenieure an Bedeutung zurücktretenden *Geodäsie* entschieden zu kurz gekommen ist. Die ebenfalls in der Prüfungsordnung genannte *darstellende Geometrie*, welche indessen als rein geometrische Disziplin garnicht unter die Anwendungen gehört, hat sich dagegen rasch allgemein eingebürgert, und zwar mit einem schon jetzt unverkennbaren Erfolge in bezug auf Zeichenfertigkeit und gesteigerte Raumvorstellung der Studierenden. Auch die Einführung der *graphischen Statik* begegnet kaum nennenswerten Hindernissen, da sich schon seit längerer Zeit namhafte Mathematiker teilweise sogar produktiv mit ihr beschäftigt haben. Nur

1) Bericht über die Entwicklung des Unterrichtsbetriebes in der angewandten Mathematik und Physik an den deutschen Universitäten, dieser Jahresbericht XI, Seite 26.

muß man sich hüten, dieses Spezialgebiet etwa als den Kern der technischen Mechanik überhaupt anzusehen und daher etwa im Anschluß an die darstellende Geometrie in den Vordergrund der angewandten Mathematik zu rücken. Die Studierenden bekommen auf solche Weise eine ganz schiefe Vorstellung von der Bedeutung dieser Fächer und werden, wie das Göttinger Beispiel deutlich zeigt, geradezu von der Beschäftigung mit dynamischen Problemen, welche z. Z. durchaus die technische Mechanik in der Praxis beherrschen[1]), abgelenkt. Gerade in diesen aber steckt auch für den künftigen Lehrer eine fast unerschöpfliche Quelle der Anregung, besonders im Verein mit dem Studium der *angewandten Physik*, dem ich noch einige Worte widmen möchte.

Von dieser Disziplin hat sich die *Elektrotechnik* verhältnismäßig früh einen Platz im Universitätsunterricht erobert. Es liegt dies einerseits in ihrer engen Verknüpfung mit der Experimentalphysik, deren Vertreter häufig genug mit der elektrotechnischen Praxis in naher Fühlung stehen, und andererseits an dem hohen allgemeinen Interesse der gebildeten Welt an den Fortschritten dieses Gebietes überhaupt. Da sich z. Z. wohl in allen Universitätsstädten elektrische Zentralen befinden, so erfordert die Aufstellung einiger Elektromotoren und Dynamos mit Nebenapparaten nur mäßige Kosten, sodaß ein elektrisches Starkstrompraktikum sich überall leicht einrichten läßt, während die Schwachstromtechnik ohnehin schon bisher im physikalischen Unterrichte und Praktikum eine große Rolle spielte. Stehen, wie in Göttingen und Halle größere Mittel von privater Seite zur Verfügung, so ergibt sich zwanglos die Ausgestaltung zu einer besonderen Abteilung der physikalischen Institute.

Verwickelter gestaltet sich schon die Einverleibung der *technischen Thermodynamik* in den Universitätsunterricht einmal wegen der Mannigfaltigkeit der zu berücksichtigenden sehr kostspieligen Maschinen und dann wegen der Vertretung des Faches, welche in der Regel wenigstens einem Ingenieur übertragen werden sollte. Angesichts der vollen Selbständigkeit der Wärmetechnik auch in ihrer Entwickelung verbietet sich die Angliederung an das physikalische Institut von selbst, wie denn auch sowohl in Göttingen, wie in Jena eigene derartige Institute unter technischen Direktoren bestehen. Diesen fallen dann naturgemäß die Vorlesungen und Übungen in der technischen Mechanik zu, deren Fortsetzung die Festigkeitslehre, Hydromechanik und Thermo-

1) Ich darf wohl im Anschluß hieran auf meine „*Technische Mechanik starrer Systeme*“ (Lehrbuch der techn. Physik, Bd. I, München 1902) verweisen, welche eine reiche Auswahl derartiger Probleme enthält.

dynamik bilden. Das Praktikum im Maschinenlaboratorium dient wesentlich zur Sammlung von Erfahrungstatsachen in großem Maßstabe und kann leicht so elementar gehalten werden, daß auch Chemiker mit Nutzen daran teilnehmen. Zur gründlichen Befestigung der Versuchsmethoden und -ergebnisse empfiehlt sich eine Ausarbeitung des gesamten Materials nebst kurzer Beschreibung der Maschinen durch die Studierenden, welche sich damit bei einem Wechsel der Hochschule auch anderen Prüfungskommissionen gegenüber ausweisen können. Die Vorlesung über Thermodynamik, welche in Göttingen alle zwei Jahre gehalten wird, knüpft direkt an die gewonnenen Erfahrungen an und ermöglicht weitergehende theoretische Schlußfolgerungen, wobei man bei hinreichend vorhandenen Grundlagen unbedenklich bis an die Grenze der Forschung selbst vordringen kann. Dasselbe gilt von den beiden anderen Vorlesungen über Festigkeitslehre und Hydromechanik, welche sich ebenfalls auf praktische Übungen stützen sollten, was allerdings zunächst nur in Göttingen durchführbar ist. So vorbereitete Studierende der Mathematik werden den Spezialvorlesungen über theoretische Physik mit ganz anderem Nutzen folgen können, als wenn ihnen die Kreisprozesse nur schematisch ohne Kenntnis der Mittel zu ihrer praktischen Durchführung an der Tafel demonstriert werden. Sie werden alsdann weniger geneigt sein, dieses eminent wichtige Gebiet als Tummelplatz für analytische Transformationen zu betrachten, sondern ihre an konkreten Beispielen geübten Kräfte zur Bewältigung lohnender Probleme, an denen wahrlich kein Mangel herrscht, aufsparen. Manchen von ihnen darf die Technik als wissenschaftlichen Mitarbeiter willkommen heißen, alle aber werden in ihrem späteren Lehrberuf die auf der Universität gewonnene Einsicht in die Anwendungen gern zur Belebung des physikalisch-mathematischen Unterrichtsstoffes[1]) benutzen. Die von Universitäts- und technischen Hochschullehrern immer wieder vorgebrachten, wohlbegründeten Klagen über unzweckmäßige Vorbildung ihrer Studenten, müssen dann verstummen und die noch vorhandenen Gegensätze zwischen Mathematikern und Ingenieuren, zwischen Universität und technischer Hochschule, von selbst verschwinden.

Ein solches Ziel ist fürwahr des Schweißes der Edlen wert, und doch winkt es, trotz aller Programme, trotz reichlich aufgewendeter

---

1) Daß hierfür ein wahres Bedürfnis vorliegt, konnte ich deutlich während eines Ostern 1902 abgehaltenen Ferienkursus für Oberlehrer beobachten. Die meist schon älteren Teilnehmer folgten mit größtem Interesse meinen Ausführungen über das Wesen und die Untersuchung von Wärmemotoren und beteiligten sich fast vollzählig an einigen daran angeschlossenen Versuchen, um deren Ergebnisse später im Unterrichte zu verwerten.