

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 121/122 (1943)
Heft: 25

Artikel: Glaube und Forschung
Autor: Brunner, Emil
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-53113>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 28.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

INHALT: Glaube und Forschung. — Beitrag zur Berechnung des kontinuierlichen, geknickten Balkenzuges. — Die 300 PS-Diesel-mechanischen Triebwagen der Mittel-Thurgau-Bahn. — Mitteilungen: Neubau der National-Zeitung, Basel. Neuer Haustyp für landwirtschaftliche Knechtewohnungen. VSM-Normung 1918 bis 1943. Gegenwartsfragen der Zementtechnik. Erweiterungsbau 1943 der Halle VIII der Basler Mustermesse. Die Fernstrasse Winterthur-Frauenfeld-Konstanz. Schweiz. Verband für Wohnungswesen. — Wettbewerbe. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine.

Band 121

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich
Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet

Nr. 25**Glaube und Forschung**

Von Prof. Dr. EMIL BRUNNER, Rektor der Universität Zürich

(Schluss von Seite 286)

Alle diese Fragen, die wir die Fundamentalfragen unserer Kultur heissen können, weil eine bestimmte Antwort auf sie allein ein wahrhaft menschliches Leben möglich macht, sind ausserwissenschaftlicher Art. Sie gehören nicht in den Bereich der Objektwelt, sondern der Personwelt. Der Forscher kann, als Forscher, auf sie weder positiv noch negativ antworten. Antwort aber muss sein, sonst bleibt der Wille des Menschen und mit ihm die ganze Dynamik des Menschheitslebens orientierungslos und den Elementargewalten preisgegeben, die überall da zur Macht kommen, wo der Wille nicht dem Seinsollenden unterstellt ist.

Unermessliche Machtmittel zur Realisierung eines unmenschlichen Willens

Es ist der fatale Irrtum des Positivismus, jener Ablehnung des Glaubens aus angeblich wissenschaftlichen Gründen, dass die Beantwortung jener Fundamentalfragen sich sozusagen von selbst ergebe. Vielmehr hat es sich gezeigt, dass die Antwort auf sie bedingt ist von einer gläubigen Gesamtschau der Wirklichkeit. Das Bewusstsein von der Würde der menschlichen Person z. B. ist nichts Selbstverständliches, sondern das Produkt eines bestimmten Glaubens. Wo dieser Glaube schwindet, da schwindet auch allmählich dieses Bewusstsein der Würde. Die Wissenschaft aber, unfähig diesen Schwund aufzuhalten, müsste letzten Endes ihm selber zum Opfer fallen. Wir haben ja in den letzten Jahren erlebt, was mit der wissenschaftlichen Forschung alles geschehen kann, wenn das Bewusstsein der menschlichen Personwürde jenen Gewalten weicht, die an seine Stelle die Ideologien der Klasse oder der Rasse setzen. Es ist mit der wissenschaftlichen Forschung bald aus, wenn der Fonds des humanen Glaubens einmal aufgezehrt ist. Dieser Fonds selbst aber wird nicht durch die Wissenschaft geäußert, sondern durch den Glauben. Ist er aber einmal aufgezehrt, so kann wissenschaftliche Forschung das Chaos nur grösser machen dadurch, dass sie der orientierungslos gewordenen Menschheit unermessliche Machtmittel zur Realisierung eines unmenschlich gewordenen Willens zur Verfügung stellt.

Sinneutung der menschlichen Existenz

Die Frage, von deren Beantwortung schlechterdings unsere ganze Zukunft abhängt, lautet: Von woher erhalten wir eine Sinneutung der menschlichen Existenz, durch die die elementaren Triebgewalten dem Geist unterworfen, durch die der egoistische Wille des einzelnen und der Völker gebändigt und dem Dienst an der Gesamtheit eingeordnet wird, durch die gleichzeitig die Freiheit des geistigen und sozialen Lebens in der Würde der Person gewährleistet wird? Kein ethischer Imperativ als solcher vermag diese Sinneutung zu geben; denn der sittliche Imperativ als solcher ist nur dann glaubwürdig und machtvoll, wenn er selbst in einer Sinneutung der Existenz begründet ist. Nur dasjenige Sollen überzeugt uns und nimmt uns gefangen, das in der Wahrheit begründet ist. Anders gesagt: Nur dasjenige Ethos der menschlichen Personachtung hat Ueberzeugungskraft, das aus der Ehrfurcht vor der absoluten Personwahrheit entspringt. Die sittliche Achtung, die nicht in der religiösen Ehrfurcht gründet, ist oberflächlich und hat keine geschichtliche Widerstandskraft. Nur das Bewusstsein von der Würde der Person, das im Glauben an eine göttliche Bestimmung seinen Grund hat, vermag dem Eindruck der tatsächlichen Unwürdigkeit und dem Anspruch entwürdigender Süchte standzuhalten.

Es gibt viele Arten des religiösen Glaubens. Es gibt aber nur einen Glauben, in dem der Trieb dem Geist untergeordnet wird ohne verneint zu werden, in dem der egoistische Wille dem Gemeinschaftsdienst untergeordnet wird, ohne die Freiheit der Person zu gefährden, in dem der Sinn der menschlichen Existenz in der ewigen Gotteswahrheit gefunden wird, ohne damit den Menschen dem irdisch geschichtlichen Leben zu entfremden, nämlich jener Glaube, der als Sinn der Existenz die heilige Liebe erkennt. Was ist Liebe anderes als Gemeinschaft in Freiheit, Anerkennung der Personwürde ohne Verneinung der schöpferischen

mässigen Natur? Es ist der christliche Glaube, welcher den Sinn des menschlichen Lebens als Bestimmung zu der Liebe deutet, die sich als Ursprung und Ziel alles Daseins offenbart.

Das Kernstück des christlichen Glaubens

Dieser Glaube ist unbeweisbar und liegt gänzlich ausserhalb der Reichweite wissenschaftlicher Forschung. Das gehört zum Wesen des Glaubens, ja zum Wesen alles Personhaften. Auch das Sittliche ist unbeweisbar. Beweis gibt es nur im Bereich des Objekthaften, nicht in der Personwelt. Hier tritt an die Stelle des Beweises die Entscheidung des Vertrauens und der Liebe. Göttliche Liebe kann nur in Vertrauen und Liebe erkannt werden, sie ist unbeweisbar wie alle Fundamente unserer Existenz. Das sollte uns nicht befremden. Ruht doch auch die Mathematik auf unbeweisbaren Axiomen, die gewisser sind als alles, was durch Beweis von ihnen abgeleitet wird. Es sind unmittelbare Gewissheiten, sie stammen aus einer geistigen Schau. Auch der christliche Glaube ist eine solche Schau, nämlich das Innwerden der sich offenbarenden göttlichen Wirklichkeit. Aber diese Schau unterscheidet sich vom sonstigen Schauen dadurch, dass sie von uns einen Preis fordert, den jenes nicht fordert. Der Glaube fordert zu einem Vollzug die Preisgabe der menschlichen Selbstherrlichkeit.

Damit ist folgendes gemeint: Der Mensch sieht sich von Natur als Mittelpunkt seiner Welt an, um den sich alles drehen muss. Diese Selbstbehauptung des Ichs als Mittelpunkt ist die stärkste Macht unseres natürlichen Lebens. Aus diesem selbstherrlichen Willen des Menschen, der Mittelpunkt zu sein, erfolgt der Kampf ums Dasein, der die Gemeinschaftsordnung und mit ihr die Kultur der Menschheit bedroht. Darum heisst die Lösung des Menschheitsproblems, abstrakt formuliert: Wie ist es möglich, den Willen des einzelnen Ichs, der Mittelpunkt zu sein, so zu überwinden, dass die Freiheit nicht zerstört wird? Die Antwort muss lauten: Dadurch allein ist es möglich, dass die einzelnen Iche, statt selber Mittelpunkt zu sein, einen gemeinsamen Mittelpunkt haben. Diese Anerkennung des gemeinsamen Mittelpunktes ist der Glaube, als gehorsame Unterordnung unter die unbedingt überlegene Wirklichkeit Gottes. Die Folge dieser Anerkennung des gemeinsamen Mittelpunktes aber ist die Liebe, als die Anerkennung der unbedingten Gleichwertigkeit des Du gegenüber dem Ich. Jedoch nur da, wo der Wille Gottes als Liebe erkannt wird, kann sich ihm der Mensch in Freiheit unterwerfen und nur da kann er in Ehrfurcht gegen Gott den Nächsten achten und lieben. Dieser Glaube fordert darum vom Menschen den Verzicht auf seine Selbstherrlichkeit und gibt dem Leben seinen Sinn in der ewigen göttlichen Liebe, als Gemeinschaft in Freiheit. Dieser christliche Glaube hat seinen Namen davon, dass er die göttliche Liebe nicht postuliert, nicht spekulativ deduziert, sondern ihr als der absolut überlegenen Wirklichkeit begegnet in der geschichtlichen Person Jesu Christi. Dieser Glaube findet darum so viel Widerstand, nicht etwa weil er unserer wissenschaftlichen Erkenntnis widerspräche, sondern weil er von uns den Verzicht auf das selber Mittelpunktsein fordert zugunsten des allen übergeordneten Schöpferwillens und zugunsten des gleichen, relativen Rechtes jeder anderen menschlichen Person. Durch diesen, recht verstandenen christlichen Glauben wird das gewährleistet, was wir als Fundament für unsere Kultur gefordert haben: eine Sinneutung der Existenz, durch die der Trieb dem Geist untergeordnet wird, ohne ihn zu vernichten; durch die der natürlich egoistische Wille in einen gemeinschaftswilligen umgewandelt wird, ohne dass die Freiheit des einzelnen in der Gemeinschaft untergeht; durch welche die Würde der Person begründet und zugleich ihr Anspruch begrenzt wird dadurch, dass sie in der göttlichen Wahrheit ihren Grund, ihr Ziel und ihre kritische Norm erkennt.

Seine Bedeutung für die Wissenschaft

Was ist zu diesem Glauben von Seiten der Wissenschaft zu sagen? Zunächst dieses Negative, dass er weder wissenschaftlich noch unwissenschaftlich ist. Er ist nicht wissenschaftlich, denn er liegt ausserhalb des Bereichs, in dem Wissenschaft zuständig ist. Er ist aber auch nicht unwissenschaftlich, insofern die Wissenschaft, wo sie sich kritisch ihrer eigenen Grenzen bewusst bleibt, nichts gegen ihn einzuwenden hat.

Aber mit diesem Negativen ist sicher nicht alles gesagt.

Die Wissenschaft muss ja, wie wir sahen, selber eingestehen, dass sie Fundamente der Kultur voraussetzt, die sie selbst nicht zu schaffen vermag. Die Frage ist, ob die Wissenschaft Anlass habe oder nicht, aus ihren eigenen Interessen heraus diesem Glauben gegenüber irgend einem anderen den Vorzug zu geben. Diese Frage ist aus folgenden Gründen zu bejahen:

Geist und Trieb

Erstens: Wissenschaftliche Forschung kann nur gedeihen in einer menschlich geistigen Atmosphäre, innerhalb deren der Geist mehr gilt als der Trieb. Denn Wissenschaft selbst ist das Produkt des Geistes, nicht des Triebes. In einer von materialistischen oder vitalistischen Anschauungen beherrschten Welt steht der Geist niedrig im Kurs, mit ihm aber auch alle geistige Arbeit, die nicht unmittelbar der Triebbefriedigung dient. In einer materialistisch oder vitalistisch orientierten Gesellschaft mag sich die wissenschaftliche Kultur erhalten, solange noch Antriebe aus einer früheren nicht materialistischen Epoche vorhanden sind. Sind aber diese einmal erschöpft und ist das Geistige einmal gründlich diskreditiert, so wird auch von höherem wissenschaftlichem Streben nicht viel übrig bleiben. Die Dekadenz wird zuerst die Geisteswissenschaft, sodann die Grundlagenforschung der Naturwissenschaften und der Technik und endlich diese selbst erfassen.

Persönlichkeit und Gemeinschaft

Zweitens: Die Wissenschaft als solche hat alles Interesse daran, dass sowohl die Rechte der Gemeinschaft als auch die der Freiheit des Individuums gewahrt werden. An sich ist wissenschaftliche Forschung ein individueller Akt, der volle Freiheit voraussetzt. In einer kollektivistischen Gesellschaft, die dem einzelnen vorschreibt, was er denken soll, und die ihn für jede Abweichung von der vorgeschriebenen Doktrin bestraft, ist freie Forschung nicht möglich. Freie Forschung aber ist mit Forschung überhaupt identisch. Jedes System, das die Freiheit des Denkens vergewaltigt, ist wissenschaftsfeindlich. Dieser Vorwurf wird ja nun freilich gerade dem Christentum gemacht, und leider nicht mit Unrecht. Aber die Unfreiheit des mittelalterlichen Christentums war nicht die Folge des christlichen Glaubens, sondern die Folge jenes verhängnisvollen Missverständnisses, jenes Pseudoglaubens, mit dem sich der immer so gern dem Gesetz des geringsten Widerstandes folgende Mensch den Anforderungen des wahren Christenglaubens zu entziehen suchte.

Wenn aber daraus gefolgert würde, es sei einer Weltanschauung der Vorzug zu geben, die nur die Freiheit und nicht zugleich die Gebundenheit des Menschen betont, so möge doch auch die Warnung nicht überhört werden, die uns aus der Geschichte dieses schrankenlosen Liberalismus im letzten Jahrhundert entgegenkommt. Wissenschaft ist freilich zuerst und zumeist Angelegenheit des einzelnen und seiner Freiheit. Aber was ist die Freiheit des einzelnen, und was kann sie für einen Gehalt haben, wenn sie nicht getragen ist von einer Gemeinschaft, die kraftvoll jeden einzelnen gegen die Einbrüche des Chaos schützt? Was ist eine Freiheit, die in Anarchie ausartet? Und wo anders ist gegen die Ausartung der Freiheit in Anarchie Gewähr geboten als da, wo die Freiheit des einzelnen in einer höheren Ordnung begründet ist? Dazu kommt, dass wissenschaftliche Forschung nicht nur ein individuelles, sondern mehr und mehr auch ein gemeinschaftliches Werk geworden ist. Von der Wissenschaft aus muss eine solche Glaubensgrundlage der Kultur gefordert werden, die Freiheit in Gemeinschaft und Gemeinschaft in Freiheit verbürgt.

Ehrfurcht und Verantwortung

Drittens: Die Beziehung von Wissenschaft und Glaube ist aber eine noch direktere. Echte, grosse Wissenschaft bedarf eines hohen wissenschaftlichen Pathos der Ehrfurcht und eines strengen Ethos der Gewissenhaftigkeit und der Verantwortlichkeit. Gewiss, es gibt einen wissenschaftlichen Betrieb, der ohne jenes grosse, echte Pathos möglich ist, welches den wissenschaftlichen Pionier auszeichnet. Aber diese wissenschaftliche Kärnerarbeit kommt nur dort in Gang, wo Könige bauen, und Könige im Reich der Wissenschaft sind immer Menschen, die von einer heiligen Ehrfurcht vor der Wahrheit erfüllt sind. Es dürfte wohl nicht schwer halten, nachzuweisen, dass alle grossen Leistungen in der Wissenschaft von gläubigen, nicht von ungläubigen Menschen hervorgebracht worden sind. Wo nicht die Ehrfurcht vor einer göttlichen, ewigen Wahrheit den Forschergeist in Bewegung setzt, da wird er Grösstes nie erreichen. Und zwar möchte ich diese Ehrfurcht mit Goethes Wilhelm Meister als eine doppelte ansehen: als Ehrfurcht vor dem, was über uns ist

und Ehrfurcht vor dem, was unter uns ist, d. h. eine Ehrfurcht, die zugleich den Stolz der menschlichen Würde und die demütige Anerkennung der menschlichen Grenze in sich trägt.

Noch offenkundiger ist aber die Notwendigkeit des wissenschaftlichen Ethos. Denn ihm untersteht auch der wissenschaftliche Kärner, nicht nur der grosse Wissenschaftler. Ohne Gewissenhaftigkeit und Hingabe, ohne Zucht und Wahrhaftigkeit, ohne Pflichttreue und Opferfähigkeit wird in der Wissenschaft überhaupt nichts geleistet, auch nicht das kleinste saubere Experiment, auch nicht die einfachste philologische Statistik. In einer am ethischen Nihilismus erkrankten Gesellschaft kann auch nicht mehr recht wissenschaftlich gearbeitet werden. Genialität ohne sittliche Zucht wird wenig, durchschnittliche wissenschaftliche Begabung ohne sittliche Zucht wird überhaupt nichts erreichen und leisten. Woher aber soll die sittliche Zucht, das Bewusstsein der Verantwortung, der Wille zum uneigennütigen Dienst kommen, wenn nicht aus dem Glauben, der diese sittliche Forderung in einer göttlichen Wahrheit verankert? Es mag wohl einzelne ethische Nihilisten unter den bedeutenden und erfolgreichen Wissenschaftlern geben. Aber sie können sich diesen ethischen Nihilismus nur darum ohne Schaden für die Wissenschaft leisten, weil noch genug andere da sind, die keine ethische Nihilisten sind, von deren Gewissenhaftigkeit und Verantwortungsgefühl auch sie zehren, ohne selbst zur Aeuferung dieses Fonds ihren Beitrag zu leisten. Es gehört zu den grossen perspektivischen Fehlern unserer neuzeitlichen Anschauung von der Kultur, dass wir sie viel zu sehr vom Gesichtswinkel des Ausnahmemenschen aus ansehen statt vom Gesichtswinkel derer, die die gesamte Kulturatmosphäre und den Kulturhumus schaffen. Ohne sittliche Kultur der Forscher ist es bald aus mit der wissenschaftlichen Forschung. Die sittliche Kultur aber ihrerseits kann ohne Glaubensfundament, das ihr Sinn gibt, auf die Dauer nicht bestehen.

Endlich — was ist schliesslich Forschung selbst, wenn nicht das beständige Fragen nach der ewigen, göttlichen, über uns allen stehenden Wahrheit? Wer an solcher Wahrheit zweifelt, kann auch nicht ernstlich forschen. Vielleicht gab es große Forscher, die es aus irgendwelchen Gründen liebten, den Skeptiker zu spielen, etwa um in eine allzu pathetische Gesellschaft etwas frischen Luftzug zu bringen. Wer aber im Ernst Skeptiker ist, gibt es auf, sich um die Wahrheit zu mühen, die es ja doch nicht gibt. Forschung setzt darum selbst, als Akt, Glauben voraus — gewiss nicht ohne weiteres den christlichen Glauben, wohl aber den Glauben an eine letzte, über uns allen stehende Wahrheit, der wir uns zu beugen haben und die uns doch Anteil gibt an sich selbst.

Männer der Wissenschaft als Glaubenszeugen

Es ist darum nicht verwunderlich, dass gerade jene grossen Bahnbrecher neuer Wissenschaft, trotzdem sie gegen die allzumenschlichen Vorurteile einer sich selbst übel verstehenden Kirche zu kämpfen hatten, ein Kopernikus, Kepler, Galilei, Newton ohne Ausnahme gläubige Menschen waren, und zwar nicht in einem pantheistisch unbestimmten Sinne, sondern durchaus im Sinne des christlichen Gottesglaubens. Die Gesinnung, die Kepler am Schlusse seines Werkes «Fünf Bücher von der Weltharmonie» ausspricht, das die erste Formulierung des dritten Planetenumlauf-Gesetzes enthält, ist auch die jener anderen Grossen im Reich der Wissenschaft: «O Vater des Lichtes, der du durch das Licht der Natur in uns Verlangen weckst nach dem Licht der Gnade, um uns zum Lichte der Herrlichkeit zu führen! Ich danke dir, du mein Schöpfer und Herr, dass du mich ergötzt hast durch deine Schöpfung, da ich entzückt war über deiner Hände Werk. Siehe, nun habe ich vollendet das Werk meines Berufes, ausnützend das Mass der Kräfte, die du mir verliehen. Ich habe die Herrlichkeit deiner Werke den Menschen geoffenbart, soviel mein beschränkter Geist ihre Unendlichkeit zu fassen vermochte.»

Es wäre eine Reihe ähnlicher Aussagen nicht nur von Kepler selbst, nicht nur von seinen unmittelbaren Vorgängern und Nachfolgern, von Kopernikus, Galilei und Newton, sondern auch von Huygens, Priestley, Faraday bis zu den Grossen unserer Zeit, bis zu Julius Robert Mayer, Liebig, Mendel, Pasteur und Plank anzuführen, ganz zu schweigen von jenem vielleicht einzigen Schweizer Forscher, den wir unter die Sterne erster Ordnung einreihen dürfen, dem Mathematiker Leonhard Euler, der einen grossen Teil seiner Zeit und Kraft dazu verwendete, die Wahrheit des christlichen Glaubens in besonderen Schriften gegen die Skeptiker seiner Zeit zu verteidigen. Noch viel leichter, aber vielleicht eben darum auch überflüssig wäre es, solche Zeugnisse aus dem Kreise der grossen Geisteswissenschaftler, der Historiker, Philologen und Juristen beizubringen.

Zusammenfassung

Es gab eine Zeit, da musste sich die Wissenschaft ihren Raum innerhalb einer mehr oder weniger christlich gläubigen Welt erkämpfen. Heute aber geht es darum, in einer Welt, deren Glaubensgrundlagen erschüttert sind, und die deshalb der Barbarei und der Unmenschlichkeit zu verfallen droht, zu den Grundlagen aller Kultur zurückzukehren, die kritischer Prüfung an den Massstäben, die für eine sittliche Kultur entscheidend sind, standhalten. Unsere Kultur, und mit ihr unsere wissenschaftliche Forschung, kann nur gedeihen in einem Sinnganzen, das auf Gemeinschaft in Freiheit angelegt ist, d. h. aber in dem

Sinnganzen, wie es uns der christliche Glaube zeigt. Die Zeiten sind vorbei, wo die Forschung ihre Freiheit einem engherzigen und machtgerigen Kirchenglauben abringen musste. Heute dankt ihr die christliche Gemeinde im Namen des rechten, wahren Glaubens für die Revision des Glaubensbegriffes, zu der die wissenschaftliche Forschung sie nötigte. Der Feind der Wissenschaft steht heute auf einer anderen Seite. Ist die Kirche als Sachwalterin des Glaubens nicht ohne Schuld an jenem unglücklichen «entweder-oder», so ist doch heute die grössere Schuld da, wo im Namen der Wissenschaft dem Glauben der Krieg erklärt wird, ohne zu bedenken, dass man damit der Wissenschaft selbst die Wurzeln abschneidet.

Beitrag zur Berechnung des kontinuierlichen, geknickten Balkenzuges

Von Dipl. Ing. HEINRICH PERL, Ingenieurbureau R. Hunger, Chur

Geknickte, kontinuierliche Träger kommen im Bauwesen ziemlich oft vor, sowohl im Hoch- als auch im Tiefbau. Man führt sie aus in Eisen und Eisenbeton als Balkenträger, als Unterzüge, als Kransträger von Wassertürmen, Gasbehältern und Kühltürmen usw. Bei Eisenbetonbrücken bilden meistens Haupt- und Endquerträger geschlossene Stabzüge, die stets als ganzes Gebilde wirken (s. unten 1. Beispiel). In allen diesen Fällen treten infolge der äusseren Lasten Torsionsmomente auf, denen Rechnung getragen werden sollte, weil sie besonders bei Eisenbeton-Konstruktionen Anlass zu Rissbildungen geben. Auch der Verlauf der Biegemomente weicht sehr stark ab gegenüber ihrem Verlauf beim gestreckten Balken.

In der folgenden Untersuchung wird vorausgesetzt, dass alle Stäbe geradlinig sind und in einer Ebene, der Systemebene, liegen, dass die Stabquerschnitte innerhalb der Stablänge konstant und in bezug auf die normal zur Systemebene stehende Schwerachse des Querschnittes symmetrisch sind. Ausserdem wird vorausgesetzt, dass die Stäbe in den Knotenpunkten biegungs- und torsionsfest miteinander verbunden sind, dass alle Stablasten und die Auflagerkräfte die Stäbe schneiden und normal zur Systemebene stehen und schliesslich, dass das System in den Knickpunkten unnachgiebige Lager habe.

Der gewöhnliche kontinuierliche Balken ist ein Spezialfall des beschriebenen Systems (Abb. 1), der durch $\alpha_1 = \alpha_2 = \dots = 0$ charakterisiert ist. Er kann zum Unterschied vom allgemeinen, geknickten Stabzug als der gestreckte Stabzug bezeichnet werden. In statischer und elastischer Hinsicht unterscheidet sich der geknickte Stabzug ganz wesentlich vom gestreckten. Er ist ein unter parallel gerichteten Kräften stehendes räumliches System, das zur Sicherung der Stabilität dreier Auflagerkräfte bedarf und in jedem Querschnitt biegungs- und torsionsfest sein muss. Ein n -stäbiger, geknickter Stabzug mit Kugellagern in den Endpunkten des Stabzuges ist $n - 2$ fach statisch unbestimmt, der entsprechende gestreckte Stabzug $n - 1$ fach. Ein geschlossener Stabzug (Abb. 2) mit n Stäben ist äusserlich $n - 3$ und innerlich 3 , im Ganzen also n fach statisch unbestimmt.

Bezeichnungen:

L_m = Länge des m -ten Stabes, begrenzt durch die Knotenpunkte $m - 1$ und m

α_m = Knickwinkel im Knotenpunkt m , als positiv bezeichnet, wenn er von der Verlängerung des Stabes m rechts drehend zum Stab $m + 1$ führt

X_m = Biegemoment am linken Ende des Stabes m

Y_m = Biegemoment am rechten Ende des Stabes m

T_m = Torsionsmoment im Stab m

τ'_m = Neigungswinkel der elastischen Linie am linken Ende des Stabes m

τ''_m = Neigungswinkel der elastischen Linie am rechten Ende des Stabes m

ω_m = durch Torsion entstandene Drehwinkel der Stabaxe

I_m = Trägheitsmoment für Biegung; beim Rechteckquerschnitt von der Breite b und der Höhe d : $J = \frac{1}{12} b d^3$

I'_m = Trägheitsmoment für Torsion; beim Rechteckquerschnitt von der Breite b und der Höhe d : $J' = \frac{b^3 d^3}{3,6 (b^2 + d^2)}$

E = Elastizitätsmodul

G = Gleitmodul (für Beton rd. $= \frac{1}{2} E$)

I_c = Erweiterungsfaktor mit der Dimension eines Trägheitsmomentes

$\frac{I_c}{I_m} = c_m, \frac{E I_c}{G I'_m} = r_m$

Allgemein sind die eingeführten Bezeichnungen aus Abb. 3 ersichtlich. Die Momente sind durch doppeltgefederte Pfeile

dargestellt. Für das gegen den Pfeil schauende Auge bedeutet Linksdrehung die positive Richtung des Momentes.

Ableitung der Elastizitätsgleichungen

Ausser den Querkraften der Stäbe und der Auflagerkraft greifen im Allgemeinen in jedem Knotenpunkt zwei Biegungs- und zwei Torsionsmomente an, die unter sich im Gleichgewicht sein müssen. Stellt man (Abb. 4) diese Momente durch Vektoren dar, so liefern die Komponentengleichungen für die Richtungen T_m und T_{m+1} die einfachen Beziehungen

$$Y_m = -\frac{T_m}{\operatorname{tg} \alpha_m} + \frac{T_{m+1}}{\sin \alpha_m} \quad (1)$$

$$X_{m+1} = -\frac{T_m}{\sin \alpha_m} + \frac{T_{m+1}}{\operatorname{tg} \alpha_m}$$

Aus den Gleichgewichtsbedingungen für den Knotenpunkt $m - 1$ würde entsprechend folgen:

$$X_m = -\frac{T_{m-1}}{\sin \alpha_{m-1}} + \frac{T_m}{\operatorname{tg} \alpha_{m-1}}$$

Da, wie vorausgesetzt, alle Kräfte die Stäbe schneiden, ist das Torsionsmoment eines Stabes auf seiner ganzen Länge konstant. Aus diesem Grunde liegt es nahe, die Torsionsmomente T als statisch überzählige Grössen zu wählen, und für sie ein Gleichungssystem herzuleiten. Sind aus diesem System alle Werte T ermittelt, so können die Stützmomente X und Y mit Hilfe der Beziehungen (1) errechnet werden.

Um ein anschauliches Bild von der elastischen Stellungsaenderung eines Knotenpunktes m zu haben, denke man sich einen mit dem Knotenpunkt festverbundenen Stab von der Länge 1, der normal zur Systemebene steht. Verschiebt sich der Endpunkt m' dieses Stabes infolge der Formänderungen der Tragstäbe nach m'' , so stellen im Grundriss die Komponenten der Strecke $m' - m''$ nach den Stabrichtungen die Neigungswinkel τ der elastischen Linie dar und die Komponenten normal zu den Stabrichtungen die Torsions- oder Verdrehungswinkel ω (Abb. 5). Es können somit die Torsionswinkel ω durch die Winkel τ wie folgt ausgedrückt werden:

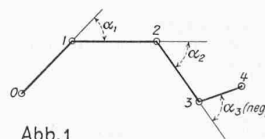


Abb. 1

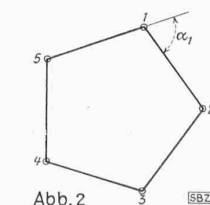


Abb. 2

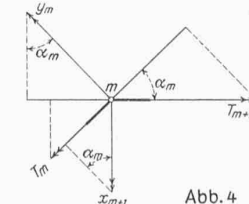


Abb. 3

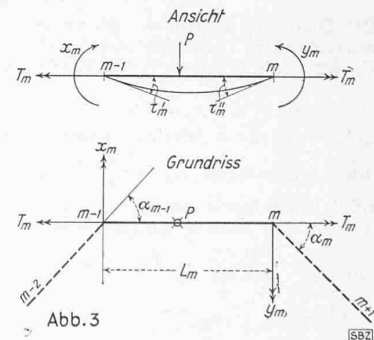


Abb. 4

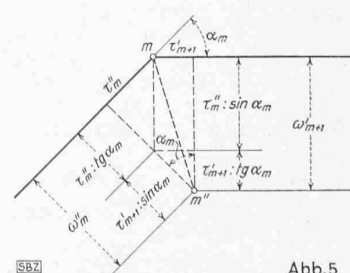


Abb. 5