

DER BAUINGENIEUR

6. Jahrgang

18. Dezember 1925

Heft 37

HERRN WIRKL. GEHEIMEN OBERBAURAT a. D. DR. PHIL. DR.-ING. e. h. HERMANN ZIMMERMANN ZUM 80. GEBURTSTAGE.

Motto: Was man in der Jugend wünscht,
hat man im Alter die Fülle.

Wir stehen heute vor der Aufgabe, das Lebensbild eines Mannes zu schildern und aller Welt das hohe Lied eines Fachgenossen zu verkünden, der wie kein anderer viele Jahrzehnte lang ein Führer der deutschen Ingenieure auf dem Gebiete des Eisenbahnbaues, der Statik und des Brückenbaues war, und der es heute noch ist. Dieser achtzigjährige, silberhaarige Greis mit dem noch frischen und goldenen Herzen des Jünglings und mit dem noch kristallklaren und scharfen Geiste des überragenden Mathematikers, unser Jubilar, ist der Wirkliche Geheime Oberbaurat a. D. Dr. phil. Dr. ing. e. h. Hermann Zimmermann.

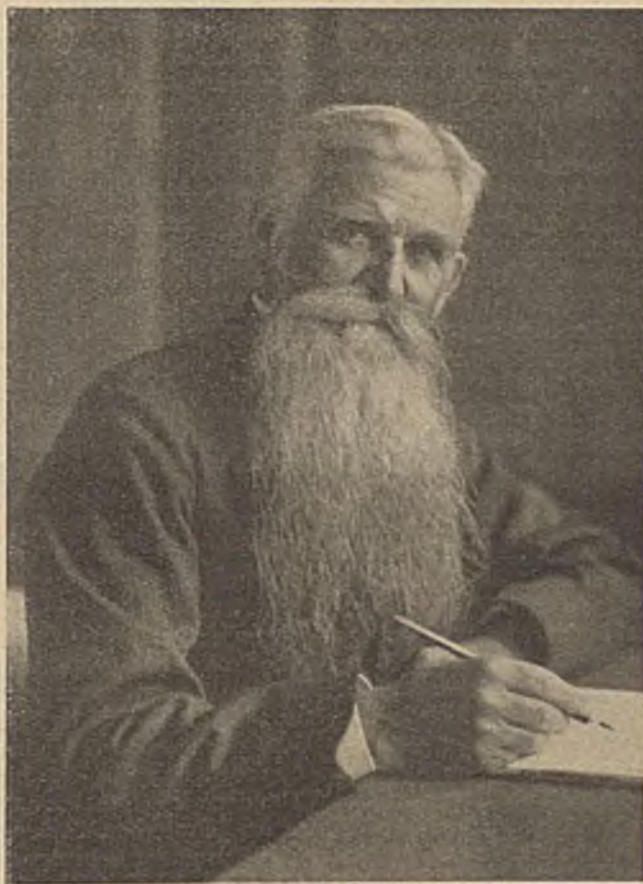
„Wer lange lebt, hat viel erfahren“, sagt Mephisto. Mit diesen Worten glaubte Zimmermann am 27. Oktober d. J. in Karlsruhe seine Verdienste bescheiden erklären zu sollen, als ihm durch den Vorsitzenden des Eisenbauverbandes seine Büste als Dank und Ausdruck der großen Verehrung überreicht wurde. Und doch war es ein langes Leben voll harter Arbeit, voll tiefsten und ernstesten Forschens und Strebens, das Zimmermann bis heute hinter sich hat, und dessen Ergebnisse und Erfolge nur zähestem und eisernstem Schaffen in getreuer Pflichterfüllung gegen sich, seine Behörde und seine Freunde zu verdankensind. In den Anfängen seines Wirkens, namentlich in den Studienjahren, liest sich das Erlebnis von Zimmermann zum Teil geradezu kraus, und der Aufstieg zum ersten technischen Manne der preußischen Staatsbahn war schwer und voll harten Strebens. Sehen wir zu, wie sich das näher verhielt.

Hermann Zimmermann wurde am 17. Dezember 1845 in Langensalza geboren, wo sein Vater Arzt war. Im Jahre 1852 siedelte er mit seinen Eltern nach Mühlhausen in Thüringen über und besuchte dort bis 1862 die Bürgerschule und das Gymnasium. In letzterem scheinen ihm die alten Sprachen nicht besonders gefallen zu haben, weshalb er die Beziehungen seines Vaters zu Hamburger Großkaufleuten benutzte, um im August 1862 als Schiffsjunge auf einem Hamburger Ostindienfahrer einzutreten. In der Folge machte Zimmermann große Seereisen nach Ostindien und an die Küste Afrikas, wobei er aus Neigung zur Mathematik und Astronomie sich auf die Prüfung als Steuermann vorbereitete. Die Prüfung hierfür bestand er

nach kurzem Besuch der Navigationsschule in Hamburg Ende Oktober 1867 mit Auszeichnung. Von Ende März 1868 bis Anfang April 1869 diente Zimmermann als Einjährig-Freiwilliger bei der damaligen Marine des Norddeutschen Bundes und machte dabei u. a. die große einjährige Übungsreise des Kadettenschulsschiffes „Niobe“ mit, auf der er an der Unterweisung der Seekadetten in der Navigation teilnahm. Anschließend daran fuhr Zimmermann als Steuermann nach Westindien, gab aber diesen Beruf bald auf, da die Segelschiffahrt immer mehr durch die Dampfer zurückgedrängt wurde. Nun begann Zimmermanns eigentliche Schulung in Mathematik, zu der es ihn immer mehr drängte. Ende 1869 bezog er das Polytechnikum in Karlsruhe, das damals unter Redtenbacher in bester Blüte stand und wo Zimmermann bei Schell und Wiener Mathematik und bei Grashof und Hart Maschinenbau belegte. Durch Zufall traf er auch Professor Sternberg — den Konstrukteur der älteren Eisenbahnbogenbrücke bei Koblenz —, der ihm riet, sich lieber dem Bauingenieurfach zu widmen, was er auch tat, ohne den Maschinenbau zu vernachlässigen. Der Krieg mit Frankreich unterbrach die Studien um nahezu ein Jahr. Zimmermann machte ihn bei der Marine mit. Dann ging's wieder ans Studium, und Ende April 1875 legte Zimmermann die Diplomprüfung als Bauingenieur ab, damals wegen der Schwierigkeit der Aufgaben — zwölf Fächer! — ein seltenes Ereignis. Ein Jahr vorher, noch als Student,

erwarb Zimmermann den Doktorgrad der Universität Leipzig auf Grund einer Arbeit „über relative Bewegung sich berührender Rotationsflächen“. Ende Mai 1875 trat Zimmermann als diätarischer Ingenieur und Konstrukteur in das bautechnische Büro der Generaldirektion der Reichsbahnen in Straßburg ein, gleichzeitig verheiratete er sich. In Straßburg herrschte zu dieser Zeit eine lebhaftere Bautätigkeit der Eisenbahnverwaltung, für Zimmermann das rechte Feld zum Entwerfen von Eisenbahnbrücken, Bahnsteighallen usw. Auch an der Überwachung der Herstellung von Eisenbauwerkteilen, an den Aufstellungsarbeiten und an den Probelastungen nahm er teil; als außergewöhnlich interessante Bauentwürfe und Bauten bezeichnet Zimmermann die Erweiterung der Festungsbauten der Stadt Straßburg.

Doch fehlte Zimmermann noch die Anerkennung als Staats-



Hermann Zimmermann

beamter. Die Karlsruher Diplomprüfung galt trotz ihrer anerkannten Strenge nicht als Ersatz der Staatsprüfung und zur ersten war in Baden das Reifezeugnis einer Mittelschule nötig. Es muß ein harter Entschluß für Zimmermann gewesen sein, fast noch härter als die verspätete Zeit an der Hochschule, als gereifter, verheirateter und über 30 Jahre alter Mann sich nochmals auf die Schulbank der Gymnasiasten zu setzen, die Sprachstudien wieder aufzunehmen und sich zur Reifeprüfung vorzubereiten. Aber er tat es mit dem ihm eigenen harten Pflichtgefühl, bestand am Lyzeum in Straßburg die Reifeprüfung mit den Schülern und dann am 1. November 1878 in Karlsruhe die Badische Staatsprüfung als Bauingenieur. Damit war der Weg frei zum weiteren Aufrücken im Staatsdienst. Zimmermann erhielt sofort eine Sektion beim Bau des neuen Zentralbahnhofes in Straßburg, die er bis zum Frühjahr 1881 leitete. Neben den üblichen Bahnbauten wurden auf dieser Sektion auch große Mauerwerksarbeiten ausgeführt, wie große Festungstore und bombensichere Tunnelanlagen.

Neben der amtlichen Tätigkeit war Zimmermann immer noch anderweitig beschäftigt. Eine seiner hervorragendsten Arbeiten war der Entwurf für die Eisenkonstruktion und den Mechanismus zum Bewegen der drei Drehkuppeln, eine große und zwei kleine, für die neue Universität in Straßburg. Das Drehen, Öffnen und Schließen sollte ohne jede körperliche Anstrengung des Astronomen erfolgen, eine Forderung, die heute mit Elektromotoren spielend zu lösen ist, damals aber nur auf rein mechanischem Wege mittels eines gewaltigen Uhrwerks zu erfüllen war. Zimmermann hat mehrere Jahre seine ganze Freizeit auf diese Arbeit verwendet, er hatte aber die Genugtuung, seinen Entwurf ausgeführt zu sehen. Außerdem gefiel der Entwurf dem Oberleiter der Universitätsbauten, dem damaligen Geheimen Oberregierungsrat Kinel im Reichskanzleramt so, daß Zimmermann zum 1. Juni im Jahre 1881 in das Reichsamt in Berlin für die Verwaltung der Reichseisenbahnen als ständiger Hilfsarbeiter einberufen wurde. Mitte 1881 wurde Zimmermann Eisenbahnbauinspektor, Mitte 1883 Regierungsrat. Rund 10 Jahre war Zimmermann in dieser Stellung tätig, nach seinen Worten „die fruchtbringendste seines Lebens“. Kinel war ein außergewöhnlich tüchtiger und klarblickender Vorgesetzter, der die höchsten Anforderungen an die Leistung seiner Beamten stellte, ihren Ehrgeiz anzuspornen verstand und stolz auf ihre Leistungen und Erfolge war. Gleichzeitig bot sich aber Zimmermann in dieser Stellung Gelegenheit, sein schriftstellerisches Können in bester Weise zu verwerten und seine statischen und bautechnischen Arbeiten den Fachgenossen bekanntzugeben. Wer in dieser Zeit die Jahrgänge des Zentralblattes der Bauverwaltung durchblättert — von Sarrazin vorzüglich geleitet —, der staunt über die Fülle kleinerer und größerer Aufsätze aus Zimmermanns Feder. Immer neue Aufgaben auf dem Gebiete der Statik und der angewandten Mechanik griff Zimmermann auf, um sie in der ihm eigenen klaren und doch immer neuen Form den Lesern darzubringen. Wer kennt nicht sein „Schnittverfahren“ für die Berechnung von Fachwerkträgern, seine Arbeit über die Schwingung von Trägern unter bewegter Last, dann seine Bücher über genietete Träger mit Tabellen der Trägheits-, Widerstandsmomente und Gewichte, seine große Rechentafel und — als wohl das beste Werk auf diesem Gebiete — sein Buch „Die Berechnung des Eisenbahnoberbaues“. Weitere Arbeiten Zimmermanns finden sich in der Hannoverschen Zeitschrift, in der Deutschen Bauzeitung usw.

In die Zeit seiner Tätigkeit im Reichsamt fiel für Zimmermann die besondere und große Aufgabe, für Wallot 1890 die große Kuppel des Reichstagsgebäudes so zu ändern, daß sie die bereits bis zur Dachkante hochgeführten Umfassungsmauern des Sitzungssaales nur längs beanspruchte und zudem größere und viereckige Gestalt annahm. Zimmermann fand eine Lösung, die fast gar keine Mehrkosten verursachte und das Gebäude standsicher machte. Das System der Kuppel ist vollständig neu, die wagerechten Auflagerkräfte wirken nur in der Richtung der Mauerfluchten, die Rippen übertragen nur

senkrechte Kräfte auf die Mauerpfeiler, das Kräftespiel ist statisch bestimmt. Über die Theorie dieses neuartigen räumlichen Fachwerkes hat Zimmermann später in seiner Schrift „Über Raumfachwerke“ alles wesentliche berichtet, während in der Zeitschrift für Bauwesen hierüber und über die konstruktive Durchbildung der Kuppel Näheres veröffentlicht ist.

Im Jahre 1891 trat Zimmermann als Nachfolger Schwedlers ins preußische Ministerium der öffentlichen Arbeiten über; die Wahl für die Nachfolge des großen Brückenbauers konnte keine bessere sein. Das Gebiet, das Zimmermann nun zu bearbeiten hatte, war wesentlich vergrößert und stellte die höchsten Anforderungen an seine Arbeitskraft. Er hatte zu behandeln und zu beurteilen: die Entwürfe neuer Brücken und die Unterhaltung der vorhandenen, die Entwürfe für den Oberbau einschließlich der Weichen nebst Unterhaltung des Oberbaues. Gleichzeitig war Zimmermann Vertreter des technischen Ministerialdirektors und hatte als solcher, obwohl ihm keine Eisenbahndirektion unterstand, außerordentlich viel zu tun. Dabei war Zimmermann fast dauernd noch nebenbei, im sogenannten Nebenamte, tätig. Jeder ältere Brückenbauer kennt seine Gutachter Tätigkeit — meist mit Müller-Breslau zusammen — bei den großen Wettbewerben in den 90er Jahren für die beiden Brücken über die Donau bei Budapest, die Straßenbrücken über die Süder-Elbe bei Hamburg und über den Rhein bei Bonn und Köln. Von Hochbauten begutachtete Zimmermann die Grundmauern des Metzger Domes und des Straßburger Münsters, die Turmpfeiler im Schiff der Kaiser-Wilhelm-Gedächtniskirche in Charlottenburg. An der Kuppel des Reichsgerichtes in Leipzig wies Zimmermann eine ungefüge und unorganische Hilfskonstruktion aus schweren eisernen Blechträgern als entbehrlich nach, für das neue Rathaus in Hannover entwarf er die Konstruktion des Mittelbaues, insbesondere die hohe gewölbte Kuppel. Besonderes Interesse widmete Zimmermann den Schnellfahrversuchen von Berlin nach Zossen, wobei das Gleis nach seinen Angaben gebaut wurde und wobei er alle Luftwiderstandsmessungen ausführte bzw. leitete. Auch die schriftstellerischen Arbeiten ruhten während dieser Zeit nicht, Aufsätze, wie „über die Knickfestigkeit der Druckgurte offener Brücken“ und viele andere zeigen Zimmermanns umfassendes, wissenschaftliches Wirken.

Anfangs 1891 wurde Zimmermann Geheimer Baurat und vortragender Rat und gleich darauf Mitglied der Akademie des Bauwesens, wie auch Mitglied des technischen Oberprüfungsamtes. Bei letzterem wirkte Zimmermann rd. 20 Jahre lang, und viele der heutigen leitenden Herren der Reichsbahn werden sich noch seiner Tätigkeit und fürsorglichen Mitwirkung in dieser Stellung als Prüfender erinnern. Mitte Juni 1895 wurde Zimmermann Geheimer Oberbaurat, Rat erster Klasse wurde er im Jahre 1905, in den Ruhestand trat er Ende März 1911.

Soweit die Lebensgeschichte unseres Jubilars bis zu seinem Austritt aus dem Staatsdienste. An äußeren Ehren und an Anerkennung seiner hohen Verdienste um den Staat und die Wissenschaft hat es Zimmermann während dieser Zeit nicht gefehlt. Hohe Auszeichnungen bis zur Krone zum Roten Adlerorden II. Klasse wurden ihm von seinem Landesfürsten verliehen. Anfang November 1901 verlieh ihm seine Alma mater, die Technische Hochschule in Karlsruhe, die Würde eines Ehrendoktors. Ende August 1904 wurde er Mitglied der Preußischen Akademie der Wissenschaften. Die silberne Verdienstmünze um das Bauwesen erhielt Zimmermann Ende Januar 1899, die goldene Ende Januar 1903.

Der Eintritt in den Ruhestand gab Zimmermann die Aussicht, noch besser als bisher sich akademischen Arbeiten widmen zu können, an denen er besondere Freude hatte. Wenn auch der Gang und die Folgen des Weltkrieges zeitweise seine Arbeitsfreudigkeit darnieder hielten, so brachte ihn doch eine liebegeordnete Gewohnheit bald wieder zur seelischen und körperlichen Rüstigkeit zurück: das Wandern und das Herumklettern in den Bergen. Alljährlich leistete er sich eine längere Ausspannung für diese körperliche Betätigung. Mit 52 Jahren begann er Bergsteiger zu werden, und als 60jähriger bestieg er noch den Montblanc.

Fast alle Gipfel der Ostalpen — manch schwierige doppelt — hat er bestiegen, die Dolomiten, dann die Hauptgipfel der West- und Zentralschweiz. In der Luftschiffahrt war Zimmermann Berater und selbst Führer. Zeppelin war er Ratgeber im Bau von Luftschiffen und Hallen.

In sehr nahen Beziehungen stand Zimmermann seit je zu den Brückenbauern. Seit 1907, seit seiner Gründung, gehört er dem Versuchsausschuß des Eisenbauverbandes an, an dessen Arbeiten er lebhaftesten Anteil nimmt. Namentlich die Versuche über und um das Wesen der Knickfestigkeit füllen einen Hauptteil seiner Forschertätigkeit aus, und der Verband wie die Versuchsanstalt in Berlin-Dahlem verdanken eine Menge von Anregungen seiner lebhaften Mitarbeit. In einer großen Zahl von Sitzungsberichten der Preußischen Akademie der Wissenschaften, hat Zimmermann seine Ansichten über das Knickproblem niedergelegt, und es scheint, daß er noch viele dieser klaren und geistig hochstehenden Arbeiten uns beschern wird. Es ist eine Freude zu sehen, wie diese Versuche und Untersuchungen den alten Mann immer wieder zu neuen Forschungen und Arbeiten anregen und seine große Liebe zur technischen Wissenschaft dartun¹⁾.

Eine ganz besondere Anerkennung und größte Freude bereitet Zimmermann die Verleihung der Denkmünze, die der Verein deutscher Ingenieure jedes Jahr an hervorragende Männer der Technik erteilt, der Grashof-Denkmünze. Wurde er dadurch doch seinem alten Lehrer an der Karlsruher Hochschule als gleich würdig erachtet, er, der vielleicht beste Schüler

¹⁾ Siehe hierzu den nachfolgenden Aufsatz.

Grashofs, der wie kein anderer im Geiste des Meisters weiterarbeitete und weiterforschte. Die Ehrung erfolgte anlässlich der Hauptversammlung des Vereins Deutscher Ingenieure am 1. Juni 1924 in Hannover. Zimmermann hat sich für diese Auszeichnung durch eine besondere und dem V. D. I. gewidmete Arbeit dankbar erwiesen durch seine Schrift: „Zur Relativitätslehre, Gedanken eines Technikers“. In gemeinverständlicher Darstellung behandelte Zimmermann in dieser Schrift die Grundlagen und Ergebnisse der Relativitätslehre, soweit sie von Bedeutung für die Technik ist. Beispiele erläutern die relativen Begriffe von Länge und Zeit, Kraft und Masse, Geschwindigkeit und Schwere. In geradezu reizender Ausdrucksweise weiß Zimmermann dem Ingenieur die Grenzen seiner Begriffe über relative Verhältnisse darzutun, verbunden mit einer leisen Ironie gegenüber der Welt der Nurrelativitätstheoretiker.

So sehen wir Zimmermann am Abschluß einer langen arbeitssamen und erfolgreichen Lebensspanne, aber noch frisch an Körper und Geist, ein Vorbild reichen Schaffens, reichen Wirkens und erfolgreichen Forschens. Möge er noch viele weitere Jahre in dieser Rüstigkeit uns als Freund, Lehrer und Berater zur Seite stehen, uns Ingenieuren und Technikern einer schweren und qualvollen Zeit. Gerade jetzt sind uns Männer wie Zimmermann ein Freund und Vorbild, besonders vonnöten. Und darum unseren aufrichtigen und herzlichsten Glückwunsch zum 80. Geburtstag, ein „Glückauf“ zu weiterem erfolgreichen Wirken und Schaffen.

Sterkrade, den 6. Dezember 1925.

Dr. Bohny.

ÜBER DIE BEDEUTUNG ZIMMERMANN'S ALS FORSCHER.

In diesen Tagen begeht Dr.-Ing. Dr. H. Zimmermann, Wirklicher Geheimer Oberbaurat, in voller Schaffensfrische seinen 80. Geburtstag. Der Tag ist wie kein anderer geeignet, der Lebensarbeit dieses Mannes zu gedenken, dem es beschieden gewesen ist, einer der Führer zu werden, die die deutschen Bauingenieurwissenschaften in einer Epoche glänzender Entwicklung zur gegenwärtigen Stufe theoretischer Erkenntnis gebracht haben. Selten hat ein Mann mitten in verantwortlicher Ingenieurtechnischer Tätigkeit seine Liebe zur Wissenschaft derart bewiesen, wie es Zimmermann mit einer großen Zahl wertvoller, grundlegender Arbeiten getan hat. Damit hat er nicht allein dazu beigetragen, die Grenzpfähle wissenschaftlicher Erkenntnis weiter zu rücken, sondern dem Ingenieur diejenige Achtung zu erkämpfen, deren er sich heute erfreut und die immer nur der Lohn erfolgreicher, wissenschaftlicher Leistungen sein wird. Keiner konnte das Erbe Schwedlers, des Altmeisters des deutschen Brückenbaues würdiger verwalten, keiner konnte es besser fördern und weiterführen als dies Zimmermann in seiner Tätigkeit als Referent der preußisch-hessischen Staatseisenbahn, des größten technischen Unternehmens der Welt getan hat. Diese Verdienste sind von anderer Seite gewürdigt worden.

Meine Aufgabe soll darin bestehen, auf die Bedeutung der wissenschaftlichen Arbeiten hinzuweisen, die Zimmermann im Laufe der letzten Jahrzehnte veröffentlicht hat und die im wesentlichen als Sitzungsberichte der Preußischen Akademie der Wissenschaften erschienen sind. Sie werden durch eine Reihe von Aufsätzen in den bekannten technischen Zeitschriften ergänzt.

Zimmermann hat seinen Namen in der Wissenschaft durch die Berechnung des Eisenbahnüberbaues begründet, die im Jahre 1888 erschienen ist. Auf Untersuchungen Schwedlers aufbauend gelang es ihm, die Integration der hierbei auftretenden Differentialgleichung in einer für die Anwendung geeigneten Form durchzuführen und derart auszubauen, daß sie mit Hilfe der beigelegten Tabellen allgemein als Grundlage für Oberbau-berechnungen gedient hat. Er hat auch der weiteren Entwicklung dieses Gebiets stets seine Aufmerksamkeit gewidmet und das Versuchswesen begründet, daß bei den Mängeln unserer Erfahrungsgesetze jede technische Entwicklung begleitet muß.

Zimmermanns Abhandlung über Raumbauwerke, die 1901 erschien, bildet eine Zusammenfassung seiner Arbeiten, die durch den Entwurf der Kuppel des Reichstagsgebäudes bekannt geworden sind. Auch hier ist es ihm gelungen, auf Grund theoretischer Erkenntnis der Konstruktion neue Wege zu weisen und seinen Namen dauernd mit der Geschichte des Eisenbaues zu verbinden.

Mit dem Eintritt Zimmermanns in die Preußische Akademie der Wissenschaften beginnt eine umfangreiche wissenschaftliche Tätigkeit auf einem eng umgrenzten Gebiet, daß durch die ungeahnte Entwicklung des Eisenbaues und die Kühnheit des Entwurfs zunehmende Bedeutung erlangte, dessen Erforschung und wissenschaftliche Durchdringung geradezu die Voraussetzung dieser Entwicklung geworden ist. Die Ausbildung des Tragwerks von Brücken- und Hochbaukonstruktionen rückte die Bedeutung labiler Gleichgewichtszustände der in Stabzügen auftretenden äußeren und inneren Kräfte in den Vordergrund. Mehrere Bauunfälle von großer Tragweite drohten die Entwicklung zu hemmen, so daß die Technik und insbesondere der Eisenbau Zimmermann großen Dank schulden, daß er mit der Erfahrung des Ingenieurs, mit dem Rüstzeug des mathematisch gebildeten Forschers seine der Erholung bestimmte Zeit darauf verwendete, die Frage des Ausknickens beliebig belasteter Stäbe und Stabzüge in einer Weise zu klären, daß der Konstrukteur heute diesen Fragen mit sehenden Augen gegenüber treten kann.

Die Bearbeitung der Knickfragen ist über zwei Jahrzehnte ausgedehnt. Vor mir liegen 13 Originalabhandlungen, die eine ständige Erweiterung der Problemstellung bedeuten und sie immer tiefer durchdringen. Die wichtigsten Teile und Ergebnisse sind in einer Abhandlung zusammengefaßt, die sich unter dem Titel „Knickfestigkeit der Stabverbindungen“ an den Ingenieur wendet und ihm die Ergebnisse der Forschung unter Zurückstellung des mathematischen Inhalts nahebringt. Sie wird wesentlich dazu beitragen, die Arbeit des Forschers der Praxis nutzbar zu machen und durch die klare Sprache, die Schärfe der Beweisführung für die Weiterbildung theoretischer Erkenntnis Bedeutung gewinnen. Diese Schriften Zimmermanns bedeuten allein eine Lebensarbeit, die seinen Namen in der Geschichte der deutschen Technik unsterblich machen wird.

Es ist nicht uninteressant, die Entwicklung zu betrachten, die sich durch die Reihenfolge der Arbeiten Zimmermanns über Knickfestigkeit ergibt. Sie werden durch eine im wesentlichen mathematische Abhandlung eingeleitet, in der ein gerader Stab untersucht wird, der in seiner ganzen Länge ununterbrochen quer zur Achse gestützt und mit beliebig gerichteten Kräften belastet ist. Ihm folgt eine Abhandlung über Knickfestigkeit eines Stabes mit elastischer Querstützung, die im wesentlichen die Auswertung der mathematischen Ergebnisse umfaßt, wobei die Knickbedingungen derart umgeformt werden, daß sie für die Aufstellung von Tabellen geeignet sind. Diese umfangreiche Rechenarbeit ist in dem für die Anwendung in Betracht kommenden Bereich durchgeführt worden. Die Arbeit deutet schon das Ziel an, daß mit der vorgelegten Problemstellung erfaßt werden soll und in der Beurteilung der Knicksicherheit der Druckgurte offener Brücken besteht. Während hier jedoch die Biegesteifigkeit der Querrahmen stetig über die Feldlänge verteilt angenommen wird, bieten die beiden folgenden im Jahre 1907 erschienenen Arbeiten: „Die Knicksicherheit des geraden Stabes und des Stabes auf elastischen Einzelstützen mit einer Belastung durch längsgerichtete Kräfte“ eine schärfere Erfassung des Problems. Sie werden durch zwei im Jahre 1909 erschienene Sitzungsberichte der Preußischen Akademie der Wissenschaften ergänzt, in denen die Knickfestigkeit des geraden Stabes mit mehreren Feldern untersucht wird und damit die Knickbedingungen für den Stab mit beliebiger Felderzahl bei willkürlicher Abstufung der Querschnitte und der Belastung in symmetrischer und unsymmetrischer Form angegeben werden. Auch diese Arbeiten tragen im wesentlichen rein wissenschaftlicher Erkenntnis Rechnung. Den Bedürfnissen des Ingenieurs, die eine über das mathematische Kriterium hinausgehende Behandlung des Problems verlangen, trägt Zimmermann mit seiner Arbeit Rechnung, die bereits durch ihren Titel den Zweck, das Anwendungsgebiet dieser Untersuchung umreißt. „Die Knicksicherheit der Druckgurte offener Brücken“ verdient in der Tat die hohe Beachtung des Konstrukteurs. Die wissenschaftlichen Ergebnisse der Sitzungsberichte sind hier verarbeitet, die Anwendung der Ansätze durch beigegebene Tabellen erleichtert und durch Zahlenbeispiele erläutert. Zimmermann hat es verstanden, das in seiner Bedeutung nur zu gefürchtete und oft genug recht wenig verstandene Gebiet dem Leser nahezubringen. Diese Arbeiten bedeuten die Erledigung eines technischen Problems. Die Ergebnisse sind in den Reichsbahnvorschriften verarbeitet und in ihrer Bedeutung anerkannt worden.

Die folgenden Arbeiten erscheinen nach einem Zeitraum von zehn Jahren wiederum als Sitzungsberichte der Preußischen Akademie. Sie behandeln, soweit sie dem Jahre 1921 angehören, die Knickfestigkeit von Stäben mit elastischer Einspannung und den Einfluß des Vorzustandes auf das Knicken gerader Stäbe. Mit der ersten der beiden Arbeiten legt Zimmermann die Grundlage für die letzten vom Standpunkt des Ingenieurs außerordentlich wichtigen Untersuchungen, die sich auf die Knicksicherheit geschlossener Stabzüge beziehen. Die zweite wird durch eine im Jahre 1922 erschienene Schrift ergänzt, in der die technische Seite des Vorzustandes durch Betrachtungen über die Lagerung der Stäbe bei Knickversuchen und deren Fehlerquellen beurteilt werden.

Dieser der Preußischen Akademie vorgelegte Bericht ist durch die umfangreichen Versuche veranlaßt worden, die der Deutsche Eisenbauverband ausgeführt hat, um den Knickvorgang versuchs-technisch zu klären und die hierbei auftretenden Erscheinungen in ihrer Abhängigkeit von der Stützung und Querschnittsgestaltung der Stäbe zu studieren. Bekanntlich spielt die Lagerung der Stäbe als Fehlerquelle und Ursache unerwünschter und unberechenbarer Kraftwirkungen eine wesentliche Rolle. Diese hat Zimmermann in dem Bericht untersucht und ihren Einfluß auf den mechanischen Vorgang mathematisch festgelegt. Die beiden Arbeiten bilden für die Beurteilung der beobachteten Erscheinungen ein wertvolles Hilfsmittel, um manche Vorgänge durch die Beurteilung des Zu-

standes vor dem Ausknicken durch die Wirkung der Lagerung zu klären und im Sinne der Mechanik zu erfassen.

Zimmermann wendet sich in dem folgenden, ebenfalls 1921 erschienenen Bericht der Preußischen Akademie der Knickfestigkeit von Stäben mit elastischer Einspannung zu. Die Knickbedingungen werden im Gegensatz zu den früheren Untersuchungen mit Hilfe der Knotendrehwinkel formuliert und damit die geeigneten Grundlagen gewonnen, um auch den Stab mit mehreren Feldern und elastischer Einspannung an allen Knotenpunkten zu untersuchen. Sie werden durch zwei Arbeiten erweitert, die die Formänderung gekrümmter Stäbe durch Druck und die Knickfestigkeit von Stäben mit nicht gerader Achse behandeln. Zimmermann nennt diese mit Recht eine Erweiterung der Eulerschen Knicktheorie, welche die von Euler für den geraden Stab abgeleiteten grundlegenden Beziehungen als Sonderfall umschließt. Die Untersuchungen haben sich ebenfalls aus den Knickversuchen des Deutschen Eisenbauverbandes ergeben und liefern die mathematische Grundlage, um die unvermeidbaren Abweichungen der Achse des Versuchsstabes gegen die gerade Linie in Rechnung zu stellen. Zimmermann erbringt den Beweis, daß auch Stäbe mit Formfehlern, wie Anfangs-Krümmungen und Ecken, die von Euler und Lagrange für gerade Stäbe aufgestellten Knickbedingungen erfüllen können. Damit schwinden manche Bedenken, die gegen die Eulersche Theorie erhoben worden sind. Die Voraussetzungen des Ansatzes, die mit dem Begriff des geraden und senkrecht belasteten Stabes verbunden sind, werden durch die Ergebnisse der Zimmermannschen Untersuchung beseitigt. Diese sind in einem im Jahre 1924 erschienenen Sitzungsbericht über Knickfestigkeit des gekrümmten Stabes mit elastischer Einspannung erweitert worden. Damit liegen auch Bedingungsgleichungen für die Knickung eines Stabes allgemeiner Form und Lagerung vor, die den Bedürfnissen der Praxis nach einer einwandfreien Untersuchung der Knicksicherheit zusammenhängender Konstruktionen gerecht zu werden vermag.

Es lag nahe, die allgemeinen für den einzelnen Stab aufgestellten Knickbedingungen dazu zu verwenden, die Knicksicherheit geschlossener Stabzüge zu bestimmen.

Die im Jahre 1910 erschienene zusammenfassende Abhandlung hat diese Knickbedingungen mit dem Nullwerte einer Determinante angegeben. Auch die neue Formulierung der Knickgrenze, die mit Hilfe der Knotendrehwinkel eines Stabes oder Stabzuges erfolgt, kann für die Behandlung offener, ferner aber auch für die Beurteilung der Knicksicherheit geschlossener Stabzüge verwendet werden. Zimmermann hat in diesem Zusammenhange nachgewiesen, daß ein gleichseitiges Stabdreieck mit gleichgroßen Längskräften durch die Berücksichtigung der elastischen Einspannung der Stäbe den $1\frac{1}{2}$ fachen Betrag der Knicksicherheit des einzelnen Stabes erhält. Das Ergebnis hat Zimmermann zu einer eingehenden Untersuchung gleichseitiger Stabzüge veranlaßt, die der Preußischen Akademie zu Anfang dieses Jahres vorgelegt worden ist. Die der Knicksicherheit des elastisch eingespannten Stabes gewidmeten Arbeiten sind wiederum in einer besonderen Abhandlung zusammengefaßt worden, der Zimmermann den Titel „Knickfestigkeit von Stabverbindungen“ gegeben hat. Sie bietet dem Leser das Wesentliche der in den Sitzungsberichten der Preußischen Akademie niedergelegten Forschungen. Während hier jedoch auf die Untersuchung der theoretischen Zusammenhänge Wert gelegt ist, wird dort die ingenieurtechnische Anwendung in den Vordergrund gestellt. Den theoretischen Darlegungen sind Rechenvorschriften beigegeben, nach denen die Knicksicherheit biegesteifer beliebig gestützter offener und geschlossener 3- und 4seitiger Rahmen berechnet wurde. Ihre Verwendung ist durch wertvolle Tabellen erleichtert worden.

Als vorläufiger Abschluß der Arbeiten liegt eine Abhandlung über den Begriff der Knickgrenze vor. Sie ist durch die Erweiterung der Erkenntnis über das Ausknicken von Stäben begründet, wie sie durch ihren Verfasser herbeigeführt worden ist. Die Untersuchung labiler Gleichgewichtsformen

gekrümmter und elastisch eingespannter Stabzüge führt naturgemäß zu einer Erweiterung der Definition, die zunächst allein dem geraden Stab galt. Während bisher die Knickgrenze dadurch definiert wurde, daß die Formänderungen unbestimmt waren, ist sie nach der Darlegung Zimmermanns durch die Verallgemeinerung des Problems erst dadurch einwandfrei festgelegt, daß der Stab oder Stabzug bei Erreichung der Knickgrenze der Formänderung keinen Widerstand entgegensetzt.

In der Gegenwart sind diese Probleme auch von anderen Forschern, u. a. von Bleich, Wien, und namentlich von Mises, Berlin, behandelt worden, so daß heute die Stabilitätsbedingungen von Stab- und Fachwerken als geklärt angesehen werden können. Zimmermann gebührt als unbestrittenes Verdienst, bereits vor Jahren brauchbare Lösungen dieser für das Ingenieurbauwesen wichtigen Probleme gegeben zu haben.
Dr.-Ing. K. Beyer.

BEITRAG ZUR BERECHNUNG VON BEHÄLTERBÖDEN UND STÜTZEN.

Von Dipl.-Ing. W. Clemens, Berlin-Friedenau.

(Fortsetzung und Schluß von Seite 996.)

Unmittelbare Berechnung der Lagerkräfte des in Abb. 12 dargestellten Sonderfalles.

Hierbei ist zu beachten, daß das Moment M einem der beiden ihm benachbarten Felder als Belastung zuzuweisen ist, wobei das andere der beiden Felder als unbelastet zu gelten hat. Man hat sich also auch hier das Moment M nicht über, sondern dicht neben dem Stützpunkt angreifend zu denken. Welchem der beiden Felder das Moment M zugeteilt wird, ist für die Berechnung der Lagerkräfte gleichgültig. Beide Auffassungen führen zu gleichen Ergebnissen.

Die Rechnung soll für die Auffassung, daß M zum linken Feld gehört, durchgeführt werden (Abb. 13).

Für das 1. und 2. Feld lautet die Clapeyronsche Gleichung:

$$M_A l + 2 M_C \cdot 2l + M_D l = -6 \left(\frac{L_0}{l} + \frac{R_2}{l} \right)$$

Hierin ist:

$$M_A = 0$$

$$L_0 = +M \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} l$$

$$= +\frac{M l^2}{3} \quad (\text{Abb. 14 a u. b.})$$

$$R_2 = 0$$

Hiermit:

$$4 M_C l + M_D l = -6 \cdot \frac{M l^2}{3} \cdot \frac{1}{l} = -2 M l$$

$$(I) \quad 4 M_C + M_D = -2 M$$

Für das 2. und 3. Feld wird:

$$(II) \quad M_C l + 4 M_D l = 0; \quad M_C + 4 M_D = 0$$

Aus I und II ergibt sich:

$$M_C = -\frac{8}{15} M; \quad M_D = +\frac{2}{15} M$$

Vergleiche oben die allgemeinen Ausdrücke für M_C und M_D , wenn darin $l_1 = l_2 = l_3 = l$ und $a = l$ gesetzt wird.

Aus der oben angeführten Gleichung für den Lagerdruck ergibt sich:

$$A = +\frac{7}{15} \cdot \frac{M}{l}; \quad C = +\frac{3}{15} \cdot \frac{M}{l}; \quad D = -\frac{12}{15} \cdot \frac{M}{l}; \quad B = +\frac{2}{15} \cdot \frac{M}{l}$$

Diese Ergebnisse sind in Abb. 15 zusammengestellt, dazu Querkraft- und Momentenfläche.

Wird die entsprechende Rechnung für die Auffassung, daß das Moment M zu seinem rechten Nachbarfeld gehört, durchgeführt, so zeigt sich, während die erhaltenen Ausdrücke für M_D , A , C , D und B mit den vorstehenden übereinstimmen, für M_C eine Abweichung. Es wird $M_C = +\frac{7}{15} M$.

Bei der ersten Auffassung — M links vom Stützpunkt C — ist das Stützenmoment M_C das Balkenmoment im dicht rechts von M gelegenen Querschnitt, in welches die im rechten Balken-

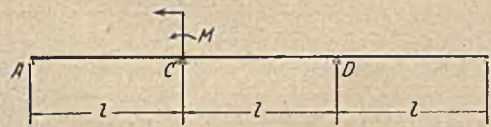


Abb. 12.

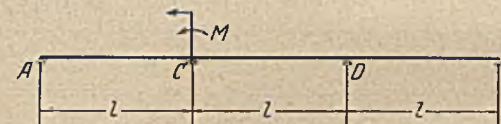


Abb. 13.

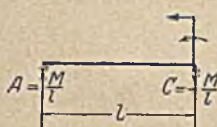


Abb. 14a.

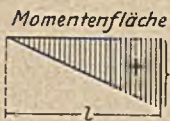


Abb. 14b.

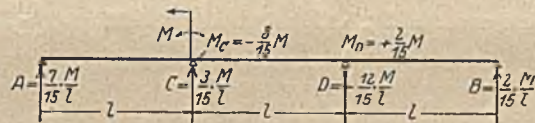


Abb. 15a.

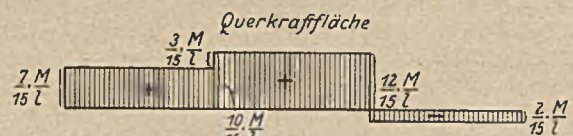


Abb. 15b.

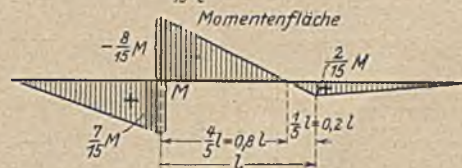


Abb. 15c.

teil herrschenden Biegemomente an M bzw. an dem das Moment M übertragenden Bauwerkteil (Wand, Konsole) sich gewissermaßen „totlaufen“. Bei der zweiten Auffassung — M rechts vom Stützpunkt — ist M_C das links von M bestehende Moment, in welches die linken Balkenmomente auslaufen.

Es herrschen an der Angriffsstelle des Momentes M , d. h. dicht links und dicht rechts von ihm, in dem Tragkörper zwei nach Größe und Vorzeichen (Krümmungsrichtung) verschiedene Biegemomente $\left(+\frac{7}{15} M \text{ und } -\frac{8}{15} M \right)$, die durch das äußere Moment M bzw. durch den es übertragenden Bauteil von einander getrennt, oder besser miteinander verbunden, ineinander übergeführt werden. Auf der rechten Seite zieht der Bauteil die oberen Fasern des Balkens und drückt die unteren, auf der linken drückt er die oberen und zieht die unteren. Der Balken erfährt somit auf den beiden Seiten des Bauteils zwei entgegengesetzte Beanspruchungen, zu deren Aufnahme er bzw. die beiderseits an den Bauteil anschließenden Querschnitte durch entsprechende Ausbildung des Tragkörpers

befähigt sein müssen, was bei seiner Ausführung in Eisenbeton von besonderer Wichtigkeit ist.

Wie die Momentenfläche zeigt, springt über der Stütze C das Biegemoment des Balkens, ähnlich wie in einem von lotrechten Kräften belasteten Balken die Querkraft an dem Angriffspunkt einer Einzellast, und zwar von $+\frac{7}{15}M$ auf $-\frac{8}{15}M$, wobei die absoluten Beträge einander zu M ergänzen.

Es läßt sich für die Berechnung der durch ein äußeres Moment in einem durchlaufenden Balken erzeugten Stützen-

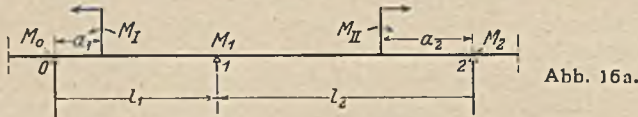


Abb. 16a.

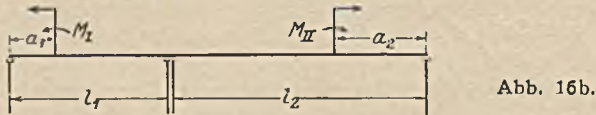


Abb. 16b.

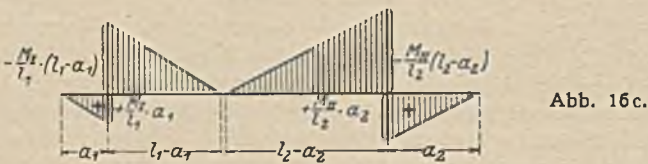


Abb. 16c.

momente eine in der Form den von Clapeyron für gleichmäßig verteilte, für Einzel- und für Streckenlasten aufgestellten Gleichungen entsprechende Dreimomentengleichung ableiten.

Allgemeine Clapeyronsche Dreimomentengleichung:

$$M_0 l_1 + 2 M_1 (l_1 + l_2) + M_2 l_2 = -6 \left(\frac{L_0}{l_1} + \frac{R_2}{l_2} \right)$$

Tabelle der Wirkungen eines äußeren Momentes.

Belastungsfall	Lagerkräfte und Biegemomente	Gleichung der Biegelinie
<p>Momentenfläche</p>	$A = 0$ Gebiet A-C: $M_x = -M$ Gebiet C-B: $M_x = 0$	Gebiet A-C: $y = \frac{M l^2}{2 E J} \cdot \frac{x^3}{l^3}$ Gebiet C-B: $y = \frac{M}{2 E J} (l-a)^2 \left(2 \frac{x}{l-a} - 1 \right)$
<p>Querkraftfläche</p> <p>Momentenfläche</p>	$A = \frac{M}{l}$ $B = -\frac{M}{l}$ Gebiet A-C: $M_x = M \frac{x}{l}$ Gebiet C-B: $M_x = -M \left(1 - \frac{x}{l} \right)$	Gebiet A-C: $y = \frac{M l^2}{6 E J} \left[-\frac{x^3}{l^3} - \frac{x}{l} \left(2 - 6 \frac{a}{l} + 3 \frac{a^2}{l^2} \right) \right]$ Gebiet C-B: $y = \frac{M l^2}{6 E J} \left[-\frac{x^3}{l^3} + 3 \frac{x^2}{l^2} - \frac{x}{l} \left(2 + 3 \frac{a^2}{l^2} \right) + 3 \frac{a^2}{l^2} \right]$
<p>Querkraftfläche</p> <p>Momentenfläche</p>	$A = \frac{M}{l}$ $B = -\frac{M}{l}$ $M_x = -M \left(1 - \frac{x}{l} \right)$	$y = \frac{M l^2}{6 E J} \left(-\frac{x^3}{l^3} + 3 \frac{x^2}{l^2} - 2 \frac{x}{l} \right)$

Nach Abb. 16 a-c ist:

$$L_0 = -\frac{M_I}{l_1} a_1 \frac{a_1}{2} \cdot \frac{2}{3} a_1 - \frac{M_I}{l_1} (l_1 - a_1) \frac{l_1 - a_1}{2} \left(a_1 + \frac{l_1 - a_1}{3} \right)$$

$$= -\frac{M_I}{6} (l_1^2 - 3 a_1^2)$$

$$R_2 = -\frac{M_{II}}{l_2} (l_2 - a_2) \frac{l_2 - a_2}{2} \left(a_2 + \frac{l_2 - a_2}{3} \right) + \frac{M_{II}}{l_2} a_2 \frac{a_2}{2} \cdot \frac{2}{3} a_2$$

$$= -\frac{M_{II}}{6} (l_2^2 - 3 a_2^2)$$

Eingesetzt ergibt sich:

$$M_0 l_1 + 2 M_1 (l_1 + l_2) + M_2 l_2 = -6 \left[\frac{1}{l_1} \left(-\frac{M_I}{6} \right) (l_1^2 - 3 a_1^2) + \frac{1}{l_2} \left(-\frac{M_{II}}{6} \right) (l_2^2 - 3 a_2^2) \right]$$

Hieraus:

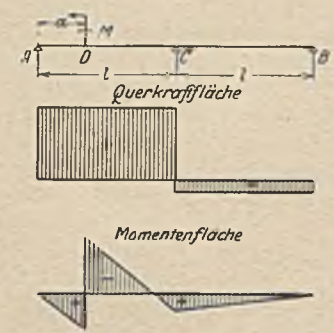
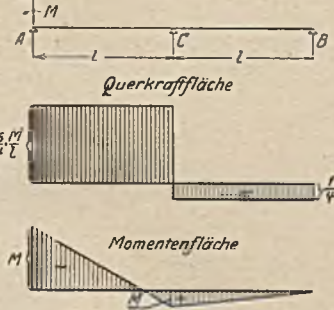
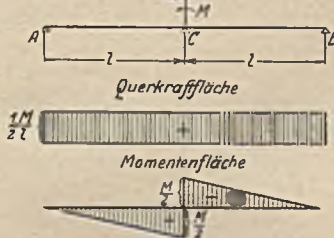
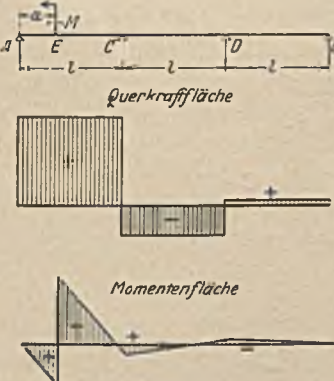
$$M_0 l_1 + 2 M_1 (l_1 + l_2) + M_2 l_2 = M_I \frac{l_1^2 - 3 a_1^2}{l_1} + M_{II} \frac{l_2^2 - 3 a_2^2}{l_2}$$

oder:

$$= M_I l_1 \left(1 - 3 \frac{a_1^2}{l_1^2} \right) + M_{II} l_2 \left(1 - 3 \frac{a_2^2}{l_2^2} \right)$$

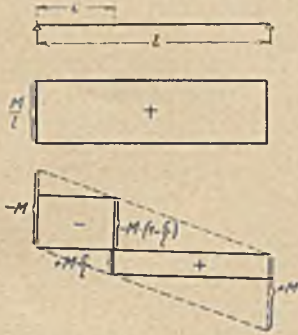
Die Ergebnisse der Anwendung dieser Formel auf verschiedene Balken und Belastungsfälle sind in der Tabelle zusammengestellt. Bezüglich der Einflußlinien siehe auch den Aufsatz von Dr. techn. Ingenieur O. Fröhlich in Beton und Eisen XVI. Jahrgang 1917, S. 256. Für die Gleichungen der Tabelle ist der Koordinatennullpunkt in linken Trägerende, + x nach rechts und + y nach unten angenommen. Der Abstand a, der die Stellung des äußeren Momentes M angibt, ist stets von der jeweils links von M gelegenen Stütze gemessen.

Es sind noch andere Berechnungsweisen möglich, jedoch ist das von der Clapeyronschen Grundgleichung ausgehende, zumal ein die soeben abgeleitete Formel benutzendes Verfahren das kürzeste.

Belastungsfall	Lagerkräfte und Biegemomente	Gleichung der Biegelinie
	$A = \frac{M}{4l} \left(5 - 3 \frac{a^2}{l^2} \right)$ $C = -\frac{M}{4l} \left(6 - 6 \frac{a^2}{l^2} \right)$ $B = \frac{M}{4l} \left(1 - 3 \frac{a^2}{l^2} \right)$ <p>Gebiet A-D:</p> $M_x = \frac{M}{4} \cdot \frac{x}{l} \left(5 - 3 \frac{a^2}{l^2} \right)$ <p>Gebiet D-C:</p> $M_x = \frac{M}{4} \left[\frac{x}{l} \left(5 - 3 \frac{a^2}{l^2} \right) - 4 \right]$ <p>Gebiet C-B:</p> $M_x = \frac{M}{4} \left(3 \frac{a^2}{l^2} - 1 \right) \left(\frac{x}{l} - 2 \right)$	<p>Gebiet A-D:</p> $y = \frac{M l^2}{24 E J} \left[\frac{x^3}{l^3} \left(5 - 3 \frac{a^2}{l^2} \right) + \frac{x}{l} \left(7 - 24 \frac{a}{l} + 15 \frac{a^2}{l^2} \right) \right]$ <p>Gebiet D-C:</p> $y = \frac{M l^2}{24 E J} \left[\frac{x^3}{l^3} \left(5 - 3 \frac{a^2}{l^2} \right) - 12 \frac{x^3}{l^3} + \frac{x}{l} \left(7 + 15 \frac{a^2}{l^2} \right) - 12 \frac{a^2}{l^2} \right]$ <p>Gebiet C-B:</p> $y = \frac{M l^2}{24 E J} \left(3 \frac{a^2}{l^2} - 1 \right) \left(\frac{x^3}{l^3} - 6 \frac{x^2}{l^2} + 11 \frac{x}{l} - 6 \right)$
	$A = \frac{5}{4} \cdot \frac{M}{l}$ $C = -\frac{6}{4} \cdot \frac{M}{l}$ $B = \frac{1}{4} \cdot \frac{M}{l}$ <p>Gebiet A-C:</p> $M_x = \frac{M}{4} \left(5 \frac{x}{l} - 4 \right)$ <p>Gebiet C-B:</p> $M_x = \frac{M}{4} \left(2 - \frac{x}{l} \right)$	<p>Gebiet A-C:</p> $y = \frac{M l^2}{24 E J} \left(5 \frac{x^3}{l^3} - 12 \frac{x^2}{l^2} + 7 \frac{x}{l} \right)$ <p>Gebiet C-B:</p> $y = \frac{M l^2}{24 E J} \left(-\frac{x^3}{l^3} + 6 \frac{x^2}{l^2} - 11 \frac{x}{l} + 6 \right)$
	$A = \frac{1}{2} \cdot \frac{M}{l}$ $C = 0$ $B = -\frac{1}{2} \cdot \frac{M}{l}$ <p>Gebiet A-C:</p> $M_x = \frac{M}{2} \cdot \frac{x}{l}$ <p>Gebiet C-B:</p> $M_x = -\frac{M}{2} \left(2 - \frac{x}{l} \right)$	<p>Gebiet A-C:</p> $y = \frac{M l^2}{12 E J} \left(\frac{x^3}{l^3} - \frac{x}{l} \right)$ <p>Gebiet C-B:</p> $y = \frac{M l^2}{12 E J} \left(\frac{x^3}{l^3} - 6 \frac{x^2}{l^2} + 11 \frac{x}{l} - 6 \right)$
	$A = \frac{M}{15l} \left(19 - 12 \frac{a^2}{l^2} \right)$ $C = -\frac{M}{15l} \left(24 - 27 \frac{a^2}{l^2} \right)$ $D = \frac{M}{15l} \left(6 - 18 \frac{a^2}{l^2} \right)$ $B = -\frac{M}{15l} \left(1 - 3 \frac{a^2}{l^2} \right)$ <p>Gebiet A-E:</p> $M_x = \frac{M}{15} \cdot \frac{x}{l} \left(19 - 12 \frac{a^2}{l^2} \right)$ <p>Gebiet E-C:</p> $M_x = \frac{M}{15} \left[\frac{x}{l} \left(19 - 12 \frac{a^2}{l^2} \right) - 15 \right]$ <p>Gebiet C-D:</p> $M_x = -\frac{M}{15} \left[\frac{x}{l} \left(5 - 15 \frac{a^2}{l^2} \right) + 27 \frac{a^2}{l^2} - 9 \right]$ <p>Gebiet D-B:</p> $M_x = \frac{M}{15} \left[\frac{x}{l} \left(1 - 3 \frac{a^2}{l^2} \right) + 9 \frac{a^2}{l^2} - 3 \right]$	<p>Gebiet A-E:</p> $y = \frac{M l^2}{90 E J} \left[\frac{x^3}{l^3} \left(19 - 12 \frac{a^2}{l^2} \right) + \frac{x}{l} \left(26 - 19 \frac{a}{l} + 57 \frac{a^2}{l^2} \right) \right]$ <p>Gebiet E-C:</p> $y = \frac{M l^2}{90 E J} \left[\frac{x^3}{l^3} \left(19 - 12 \frac{a^2}{l^2} \right) - 45 \frac{x^2}{l^2} + \frac{x}{l} \left(26 + 57 \frac{a^2}{l^2} \right) + 69 \frac{a^2}{l^2} \right]$ <p>Gebiet C-D:</p> $y = \frac{M l^2}{90 E J} \left(3 \frac{a^2}{l^2} - 1 \right) \left(5 \frac{x^3}{l^3} - 27 \frac{x^2}{l^2} + 46 \frac{x}{l} - 24 \right)$ <p>Gebiet D-B:</p> $y = -\frac{M l^2}{90 E J} \left(3 \frac{a^2}{l^2} - 1 \right) \left(\frac{x^3}{l^3} - 9 \frac{x^2}{l^2} + 26 \frac{x}{l} - 24 \right)$

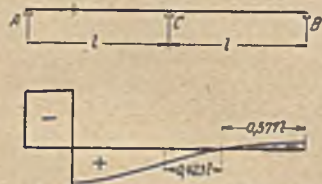
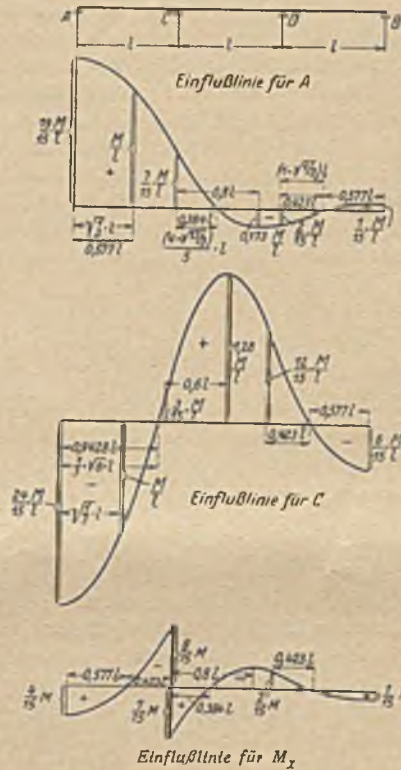
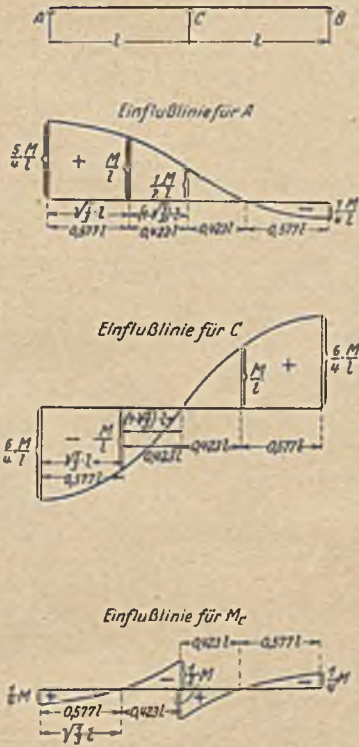
Belastungsfall	Lagerkräfte und Biegemomente	Gleichung der Biegelinie
	$A = \frac{M}{15l} \left(7 - 24 \frac{a}{l} + 15 \frac{a^2}{l^2} \right)$ $C = \frac{M}{15l} \left(3 + 54 \frac{a}{l} - 45 \frac{a^2}{l^2} \right)$ $D = -\frac{M}{15l} \left(12 + 36 \frac{a}{l} - 45 \frac{a^2}{l^2} \right)$ $B = \frac{M}{15l} \left(2 + 6 \frac{a}{l} - 15 \frac{a^2}{l^2} \right)$ <p>Gebiet A-C:</p> $M_x = \frac{M}{15} \cdot \frac{x}{l} \left(7 - 24 \frac{a}{l} + 15 \frac{a^2}{l^2} \right)$ <p>Gebiet C-E:</p> $M_x = \frac{M}{15} \left[10 \frac{x}{l} \left(1 + 3 \frac{a}{l} - 3 \frac{a^2}{l^2} \right) - 3 \left(1 + 18 \frac{a}{l} - 15 \frac{a^2}{l^2} \right) \right]$	<p>Gebiet A-C:</p> $y = \frac{M l^2}{90 E J} \left(7 - 24 \frac{a}{l} + 15 \frac{a^2}{l^2} \right) \left(\frac{x^3}{l^3} - \frac{x}{l} \right)$ <p>Gebiet C-E:</p> $y = \frac{M l^2}{90 E J} \left[10 \frac{x^3}{l^3} \left(1 + 3 \frac{a}{l} - 3 \frac{a^2}{l^2} \right) - 9 \frac{x^2}{l^2} \left(1 + 18 \frac{a}{l} - 15 \frac{a^2}{l^2} \right) + 2 \frac{x}{l} \left(1 + 93 \frac{a}{l} - 75 \frac{a^2}{l^2} \right) - 3 \left(1 + 18 \frac{a}{l} - 15 \frac{a^2}{l^2} \right) \right]$
	$A = \frac{19}{15} \cdot \frac{M}{l}$ $C = -\frac{24}{15} \cdot \frac{M}{l}$ $D = \frac{6}{15} \cdot \frac{M}{l}$ $B = -\frac{1}{15} \cdot \frac{M}{l}$ <p>Gebiet A-C:</p> $M_x = \frac{M}{15} \left(19 \frac{x}{l} - 15 \right)$ <p>Gebiet C-D:</p> $M_x = \frac{M}{15} \left(9 - 5 \frac{x}{l} \right)$ <p>Gebiet D-B:</p> $M_x = -\frac{M}{15} \left(3 - \frac{x}{l} \right)$	<p>Gebiet A-C:</p> $y = \frac{M l^2}{90 E J} \left(19 \frac{x^3}{l^3} - 45 \frac{x^2}{l^2} + 26 \frac{x}{l} \right)$ <p>Gebiet C-D:</p> $y = \frac{M l^2}{90 E J} \left(-5 \frac{x^3}{l^3} + 27 \frac{x^2}{l^2} - 46 \frac{x}{l} + 24 \right)$ <p>Gebiet D-B:</p> $y = \frac{M l^2}{90 E J} \left(\frac{x^3}{l^3} - 9 \frac{x^2}{l^2} + 26 \frac{x}{l} - 24 \right)$
	$A = \frac{7}{15} \cdot \frac{M}{l}$ $C = \frac{3}{15} \cdot \frac{M}{l}$ $D = -\frac{12}{15} \cdot \frac{M}{l}$ $B = \frac{2}{15} \cdot \frac{M}{l}$ <p>Gebiet A-C:</p> $M_x = \frac{M}{15} 7 \frac{x}{l}$ <p>Gebiet C-D:</p> $M_x = \frac{M}{15} 2 \left(5 \frac{x}{l} - 9 \right)$ <p>Gebiet D-B:</p> $M_x = \frac{M}{15} 2 \left(3 - \frac{x}{l} \right)$	<p>Gebiet A-C:</p> $y = \frac{M l^2}{90 E J} 7 \left(\frac{x^3}{l^3} - \frac{x}{l} \right)$ <p>Gebiet C-D:</p> $y = \frac{M l^2}{90 E J} 2 \left(5 \frac{x^3}{l^3} - 27 \frac{x^2}{l^2} + 46 \frac{x}{l} - 24 \right)$ <p>Gebiet D-B:</p> $y = -\frac{M l^2}{90 E J} 2 \left(\frac{x^3}{l^3} - 9 \frac{x^2}{l^2} + 26 \frac{x}{l} - 24 \right)$

Einflußlinien.

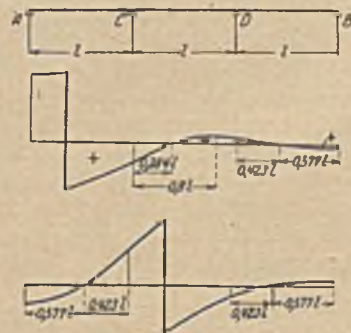


Einflußlinie für Lagerkraft A.
" " " B wie für A, aber negativ.

Einflußlinie für das Biegemoment in beliebig gelegenem Querschnitt



Einflußlinie für das innere Moment in beliebig gelegenem Querschnitt.



Einflußlinien für Biegemoment in beliebigem Querschnitt.

Für Querschnitt im linken Feld.

Für Querschnitt im mittleren Feld.

Bemerkungen zur Tabelle

1. Die Momentenflächen zeigen, daß an der Angriffsstelle des äußeren Momentes M die absoluten Beträge der beiden dicht links und dicht rechts von M im Balken erzeugten Biegemomente sich zu M ergänzen.

2. Eingespannter Balken.

Die zweite Abgeleitete der Gleichung der Biegelinie des Gebietes AC lautet:

$$\frac{d^2 y}{d x^2} = \frac{M}{E J}$$

Sie sagt, daß $\frac{1}{\rho}$ und damit ρ , der Krümmungshalbmesser, konstant, die Biegelinie also ein Kreis ist.

Die Senkung eines im Abstand $b < l - a$ von A gelegenen Punktes D beträgt ($x = b$):

$$y_D = \frac{M}{2 E J} b^2$$

Ebenso groß ist die Senkung dieses Punktes, wenn M in ihm angreift ($x = l - a = b$). Hieraus die Regel: Die Senkung eines zwischen der Einspannstelle und dem Angriffspunkt des Momentes M gelegenen Punktes ist so groß, als wenn M in ihm selbst angriffe. Wandert also M von C in der Richtung nach A, so ändert sich die Höhenlage der Punkte des jeweils zwischen A und dem Angriffspunkt von M befindlichen Balkenteils und somit dessen Krümmungsform nicht. Ein überwandter Balkenteil geht aus der Krümmung in die Gerade über,

seine Achse streckt sich aus der Kreislinie zu der in dem jeweiligen Angriffspunkt von M an die Krümmung gelegten Tangente, wodurch ihre Punkte sich heben, aber unterhalb des jeweiligen Angriffspunktes von M bleiben. Das für eine Einzellast bestehende Gesetz von der Gegenseitigkeit der — durch das Maß der Senkungen ausgedrückten — Formänderungen gilt für ein äußeres Moment nicht ($\delta_{am} \neq \delta_{ma}$).

Jedoch da bei einem Ortswechsel des Momentes M infolge des Gleichbleibens der Krümmung des jeweils links von M gelegenen Balkenteils auch die Lage der Biegungsliniertangente eines Punktes, somit ihr Winkel gegen die Wagerechte sich nicht ändert, und ferner die Senkrechte eines überwanderten Querschnittes die Richtung der im jeweiligen Angriffspunkt von M an die Krümmung gelegten Tangente einnimmt, zeigt sich eine Gegenseitigkeit zwischen den Winkeln der Querschnittsenkrechten (bzw. der Querschnitte selbst). Es ist der Winkel φ der Querschnittsenkrechten in D gegen die eines anderen Querschnitts, z. B. in A, erzeugt durch ein in C angreifendes äußeres Moment M, gleich dem Winkel der Querschnittsenkrechten in C, erzeugt durch das in D angreifende M ($\varphi_{am} = \varphi_{ma}$), so daß die Gegenseitigkeit der durch die Winkel ausgedrückten Formänderungen besteht, und wenn beachtet wird, daß die Arbeit eines Momentes eine Winkeländerung ist, die beiden Formänderungsarbeiten wie bei einer Einzellast einander gleich sind, was für Balken auf zwei und mehr Stützen auch zutrifft.

An Hand der Einflußlinien läßt sich folgendes feststellen:

3. Balken auf 2 Stützen.

Lagerdrücke A u. B konstant, unabhängig von der Stellung des Momentes M.

Biegemoment in beliebigem Querschnitt für alle Stellungen des Momentes M links von ihm bzw. rechts von ihm gleichbleibend.

4. Balken auf 3 Stützen.

Lagerkraft A wird zu Null, wenn M im rechten Feld in der Entfernung $\sim 0,423 l$, genau $(1 - \sqrt{\frac{1}{3}}) l$ von der Mittelstütze steht. Da die Entstehung von Balkenmomenten im Feld AC von A herrührt, ist zu schließen, daß bei dieser Stellung von M im Feld AC Biegemomente nicht auftreten, auch nicht über der Stütze C, was die Einflußlinie für Biegemoment in beliebigem Querschnitt und die für M_C bestätigen. Das Feld AC wird von dem Moment M nicht beeinflusst. Der 2-Felder-Balken verhält sich so, als wäre nur das rechte Feld vorhanden. Die Wirkungen von M spielen sich nur in diesem Feld, und zwar (bezüglich Lagerkräfte und Biegemomente) wie in einem Balken auf zwei freien Endstützen ab.

5. Balken auf 4 Stützen.

Steht M im rechten Feld, so werden bei $a = \sim 0,423 l$ die Lagerkräfte A und C und die Stützenmomente M_C und M_D zu Null, so daß bei dieser Stellung von M die Felder AC und CD von M unbeeinflusst bleiben, und umgekehrt die beiden linken Balkenfelder — d. h. die Kontinuität —, auf das rechte keinen Einfluß ausüben, also der Balkenteil DB wiederum sich wie ein selbständiger Balken verhält.

Für M im Mittelfeld und $a = \frac{1}{5} (4 - \sqrt{\frac{13}{3}})$ bleibt das linke Balkenfeld unbeanspruch.

Für M im linken Feld und Abstand $a = 0,94 l$ vom Lager A ist $C = 0$. Das bedeutet, daß in einem Balken auf 3 Stützen, dessen linkes Feld doppelt so lang (2 l) als das rechte (l) ist, bei dieser Stellung von M die Mitte des linken Feldes keine Durchbiegung erfährt.

Anwendung der Formeln auf die Ermittlung der Lagerkräfte und Biegemomente der Bodenplatte eines auf 4 Tragbalken ruhenden Eisenbetonbehälters von den in Abb. 17 angegebenen Abmessungen.

Gewicht der Platte und der Wände:

$$0,15 \cdot 2400 = 360 \text{ kg/m}^2$$

Gewicht des Inhalts (Wasser):

$$2,0 \cdot 1000 = 2000 \text{ kg/m}^2 \text{ Bodenplatte.}$$

Lagerkraft A bzw. B für 1 ffd. m Tragbalken.

1. Aus Gewichten. Hauptlagerkraft.

- a) Wand: $2,0 \cdot 360 \dots \dots \dots = 720 \text{ kg}$
 - b) Bodenplatte: $0,4 \text{ gl} = 0,4 \cdot 360 \cdot 2,0 \dots \dots = 290 \text{ ,,}$
 - c) Inhalt: $0,4 \text{ pl} = 0,4 \cdot 2000 \cdot 2,0 \dots \dots = 1600 \text{ ,,}$
- 2610 kg

2. Aus dem Seitendruck des Inhalts gegen die Wände I u. II Zusatzlagerkraft.

$$\text{Wasserdruck } W = \frac{2,0^2}{2} \cdot 1000 = 2000 \text{ kg}$$

$$\text{Moment } M = 2000 \cdot \frac{2,0}{3} = \sim 1330 \text{ mkg}$$

Nach obigen Formeln:

$$A = \frac{19}{15} \cdot \frac{M}{1} - \frac{1}{15} \cdot \frac{M}{1} = \frac{6}{5} \cdot \frac{M}{1} = \frac{6}{5} \cdot \frac{1330}{2,0} = \sim +800 \text{ kg}$$

Das sind mehr als 30 % der Lagerkraft aus sämtlichen Gewichten, mehr als 40% der Lagerkraft aus Gewicht von Bodenplatte und Inhalt und 50 % der Lagerkraft aus Gewicht des Inhalts allein.

Gesamtlagerkraft:
 $2610 + 800 = 3410 \text{ kg/m}$

Lagerkraft C bzw. D.

1. Aus Gewichten. Hauptlagerkraft:

- a) Bodenplatte: $1,1 \text{ gl} = 1,1 \cdot 360 \cdot 2,0 = \sim 790 \text{ kg}$
 - b) Inhalt $1,1 \text{ pl} = 1,1 \cdot 2000 \cdot 2,0 = 4400 \text{ ,,}$
- 5190 kg

2. Aus dem Seitendruck des Inhalts gegen die Wände I und II. Zusatzlagerkraft:

$$C = -\frac{24}{15} \cdot \frac{M}{1} + \frac{6}{15} \cdot \frac{M}{1} = -\frac{6}{5} \cdot \frac{M}{1} = \sim -800 \text{ kg}$$

Das sind mehr als 15 % der Lagerkraft aus Gewicht von Bodenplatte und Inhalt und mehr als 18 % der Lagerkraft aus Gewicht des Inhalts allein.

Gesamtlagerkraft: $5190 - 800 = 4390 \text{ kg/m}$

Die Berechnung der Zusatzlagerkräfte erfolgte für einen aus dem Bauwerk ganzen losgelöst gedachten 1 m breiten Teil, macht also die Voraussetzung, daß die zu diesem gehörigen beiden Wandteile bzw. die ganzen Wände die Möglichkeit haben, unter dem Druck des Behälterinhalts in der in Abb. 3 c angedeuteten Weise frei auszuweichen, wobei der Seitendruck eine über die ganze Länge der Tragbalken in gleicher Höhe verteilte Belastung von 800 kg/m ausüben würde.

In diesem Ausweichen aber, von dessen Maß die Wirkung des Seitendruckmomentes M auf die Lager abhängt, werden die Wände I und II in zweifacher Weise behindert, und es wird die Zusatzbelastung in ihrer Höhe und der Art ihrer Verteilung verändert.

Der seitliche Anschluß der Wände I und II an die Wände III und IV läßt sie in ihrer Grundrißmitte nicht so stark, als wenn sie frei wären, sich ausbiegen und verhindert an den Seitenkanten das Ausbiegen völlig, was zur Folge hat, daß die Zusatz-

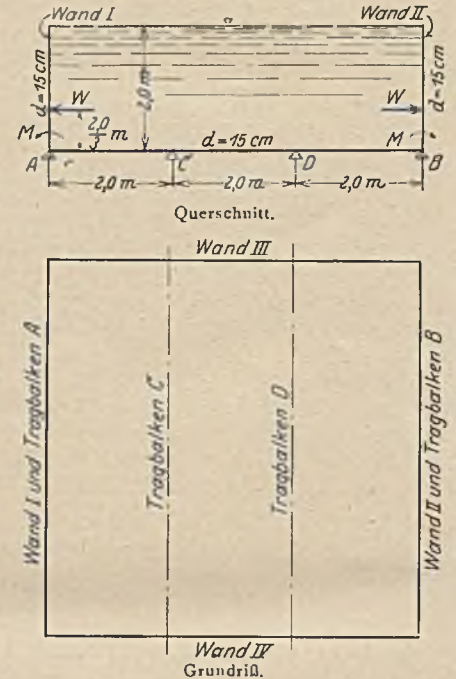


Abb. 17.

belastung der Tragbalken in ihrer Mitte den errechneten Wert nicht erreicht und nach den Enden hin bis auf Null abnimmt.

Zweitens sind die Wände III und IV, die unter dem Seitendruck des Inhalts, im Grundriß betrachtet, sich nach außen biegen — am oberen Rand stärker, nach dem Behälterboden hin schwächer bis auf Null —, da sie mit den Wänden I und II steifeckig verbunden sind, bestrebt, diese nach innen zu biegen, was deren Ausweichen weiter vermindert.

Es würde sich also für die Tragbalken eine ungleichmäßig verteilte Zusatzbelastung ergeben, die in der Balkenmitte weniger als die errechneten 800 kg/m beträgt und nach den Enden zu bis auf Null abfällt.

Hinzu kommt aber, daß unter dem Gewicht des Behälterinhalts die Balken C und D sich stärker senken als die mit den Wänden in nahem Verband stehenden Balken A und B, und infolgedessen von ihrer unmittelbaren Belastung einen Teil an diese abgeben, und daß die Wände III und IV, unter dem Seitendruck nach Abb. 1 ausweichend, den Behälterboden und mit ihm die Balken C und D nach oben biegen und diese weiter entlasten.

Unter Beachtung des Angeführten dürfte es daher angebracht sein, die Außenbalken A und B als voll mit den errechneten 800 kg/m, und zwar auf der ganzen Länge in gleichbleibender Höhe zusätzlich belastet anzunehmen, und es statt-haft sein, in derselben Weise die Zusatzentlastung von 800 kg/m der Innenbalken C und D in die Rechnung einzusetzen.

Biegemomente der Bodenplatte.

1. Aus Gewicht der Platte und des Inhalts.

Endfeld:

$$M_{\max} = 0,08q l^2 = 0,08 \cdot (360 + 2000) \cdot 2,0^2 = \sim + 755 \text{ mkg}$$

in 0,8 m Entfernung vom Lager A

Stütze:

$$M = 0,1 q l^2 = 0,1 \cdot (360 + 2000) \cdot 2,0^2 = \sim - 945 \text{ mkg}$$

Mittelfeld:

$$M_{\max} = 0,025 q l^2 = 0,025 \cdot (360 + 2000) \cdot 2,0^2 = \sim + 240 \text{ mkg}$$

2. Aus dem Seitendruck des Inhalts gegen die Wände I u. II.

Nach den Formeln:

$$M_C = M_D = \frac{4}{15} M - \frac{1}{15} M = + \frac{1}{5} M = \frac{1}{5} \cdot 1330 = \sim + 265 \text{ mkg}$$

Zeichnerische Darstellung und algebraische Addition beider Arten der Biegemomente siehe Abb. 18 bis 21.

Abb. 18.

Momentenfläche für Eigengewicht der Bodenplatte und Wasser.

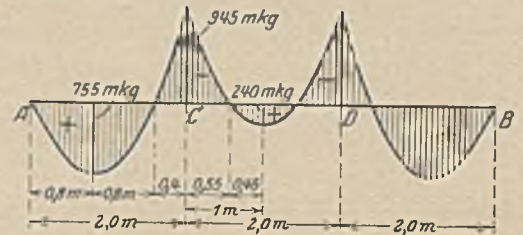


Abb. 19.

Momentenfläche aus dem Wanddruck.

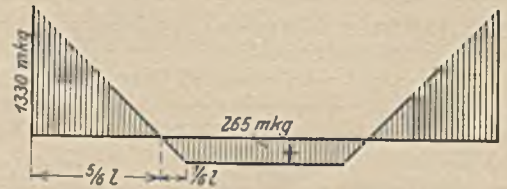


Abb. 20.

Addition der Flächen der Abb. 18 u. 19.



Abb. 21.

Auf wagerechte Nulllinie bezogene Momentenfläche der Abb. 20.



Ein Vergleich der Abb. 18 und 21 zeigt die durch das Wirken des Seitendrucks herbeigeführten Veränderungen der Biegeverhältnisse, der Größe und des Vorzeichens der Biegemomente der Platte.

NACHRUF FÜR DR.-ING. e. h. FRIEDRICH MEYTHALER.

Im Alter von 57 Jahren ist an einem Herzschlag am 9. November d. J. der Oberbaurat bei der Wasser- und Straßenbaudirektion Karlsruhe, Fr. Meythaler, verschieden. Geboren in Karlsruhe, woselbst er die Schulen besuchte und an der technischen Hochschule Fridericiana seine Fachbildung als Bauingenieur erwarb, wurde er nach abgelegter Staatsprüfung als Ingenieurpraktikant im Jahre 1891 in den Staatsdienst übernommen. Hier fand er seiner Neigung entsprechend ausschließlich Verwendung beim Wasserbau am Rhein und an den Schwarzwaldflüssen. Durch seine Tätigkeit im Bezirk der Rheinbauinspektionen Offenburg und Mannheim konnte er seine praktischen Erfahrungen sammeln und namentlich an letzterem Orte sich mit den Bedürfnissen der Großschiffahrt vertraut machen, welche Beschäftigung ihn später an entscheidender Stelle zu hervorragenden technischen Leistungen befähigte. Zur Zentralverwaltung als Hilfsarbeiter eingezogen, war er berufen, die Einzelheiten des Honsell'schen Entwurfs für die Schiffbarmachung des Oberrheins von Sondernheim bis Straßburg zu bearbeiten und dann dessen Ausbau als Vorstand der Rheinbauinspektion Karlsruhe in den Jahren 1907 bis 1912 durchzuführen. Als äußeres Zeichen der Anerkennung zur Krönung des wohl gelungenen Werks verlieh die technische Hochschule Fridericiana ihrem früheren Hörer die höchste von ihr zu erwerbende Würde, die Ernennung zum

Dr.-Ing. e. h. Meythaler wurde dann im Jahre 1919 Mitglied der Oberdirektion des Wasser- und Straßenbaues und übernahm anfangs das Resipiat über die im staatlichen Flußbau befindlichen Schwarzwaldflüsse, später neben der Vorstandsstelle des mit dem Wasserbau eng verbundenen Bureaus für Hydrographie das wichtige Gebiet der Ausnützung der Wasserkräfte des badischen Landes. Hier hatte er Gelegenheit nicht nur zu der Begutachtung für die Genehmigung des Ausbaues privater Anlagen, sondern auch zu praktischer Betätigung bei den großzügigen staatlichen Projekten. Er wirkte ausschlaggebend mit bei dem Ausbau des Murgwerkes und war dann der gegebene sachverständige Berater der später für den Betrieb gegründeten Aktiengesellschaft des Badenwerkes, dessen Leitung er als Aufsichtsratsmitglied angehörte. Seine letzte ebenso interessante wie schwierige Aufgabe, die Lösung der Frage der Donauversinkung bei Immendingen, des hier anhängigen Streitfalles zwischen Württemberg und Baden, konnte er leider nicht mehr zu einem guten Ende führen. Allzufrüh ist der einfache, bescheidene Mensch seinem Beruf, der freundliche, lebenswürdige Genosse seinen Freunden und Kollegen und der treusorgende Familienvater seinen Angehörigen entrissen worden. Ein treues Gedenken sichern ihm seine Werke.

Cassinone.

ZUR THEORIE STEIF BEWEHRTER GEWÖLBE.

Ergänzungen zur teilweisen Anhängung des Wölbegewichtes und Ermittlung der günstigsten Bogenform.

Von Privatdozent Dr.-Ing. J. Fritsche, Prag.

(Fortsetzung von Seite 1004.)

3. Einfluß der Nachgiebigkeit der Gerüststützen.

Durch die hochgradige statische Unbestimmtheit des Systems gewinnt auch eine geringe Nachgiebigkeit der Gerüststützen einen beträchtlichen Einfluß auf die Lastverteilung; da die Schalung in der ganzen Länge des Bogens an die steifen Gitterbögen angehängt ist, bewirkt jede Stützensenkung eine Vergrößerung des Lastanteiles der Eisenbogen und eine Entlastung des Gerüsts. Diese unvermeidbaren Stützensenkungen sind nur zum geringen Teile elastischer, jedenfalls zum überwiegenden Teile unelastischer Natur, und da diese von Einflüssen abhängen, die einer rechnermäßigen Abschätzung nur schwer zugänglich sind, ist es wohl von vornherein unsicher, auf Grund des gegebenen Rüstungsplanes bestimmte Aussagen über ihre Größe zu machen. Einige wertvolle Anhaltspunkte zur ungefähren Ermittlung der wahrscheinlich zu erwartenden Senkungen der Gerüststützen bieten die Regeln, die dafür Herr Prof. Dr. A. Nowak im Handbuch für Eisenbeton, III. Aufl., 2. Bd. „Schalung und Rüstung für Wölbtragwerke“ angegeben hat. Es kann sich hier auch gar nicht darum handeln, die durch die tatsächlichen Senkungen der Gerüststützen auftretende Änderung der Lastverteilung zu bestimmen, sondern nur darum, einen Überblick zu gewinnen über die Art der Empfindlichkeit des Tragwerks auf die erwähnten Einflüsse, um dadurch zu Maßnahmen zu gelangen, die der dadurch bedingten Störung der Lastverteilung ein Gegengewicht bieten. Es liegt nahe, die Größe der Stützensachgiebigkeit im Verhältnis der Höhe der einzelnen Joche anzunehmen und für δ_v folgenden Ansatz zu machen:

$$(44) \quad \delta_v = \delta_o \left(1 - \frac{v^2}{n^2}\right) + \delta_u$$

wobei δ_o den Anteil des Ober- und δ_u den des Untergerüsts angibt. Die Untersuchung soll sich nun darauf beschränken, für $\delta_o = 1$ cm und $\delta_u = 1$ mm die dadurch hervorgerufene Änderung der Lastverteilung und die zusätzlichen Biegespannungen im Eisenbogen zu berechnen. Dabei ist zu beachten, daß bei einer Nachgiebigkeit der Gerüststützen außer einer begrenzten Erhöhung der Spannungen im Eisenbogen keine nachteiligen Erscheinungen auftreten und daß für derartige, eibetonierte Gitterbögen keine höheren Spannungen zugelassen werden als für reine Eisenkonstruktionen, bei welchen durch Nebenspannungen infolge steifer Knotenpunktverbindungen, dynamischer Wirkungen der Verkehrslast usf. eine recht beträchtliche Erhöhung der Grundspannungen eintreten kann, welche sich wegen der geringeren Formänderungen einer Eisenbetonkonstruktion und des wesentlich größeren Eigengewichtes bei Melanbogen in viel kleineren Grenzen bewegen wird. Daraus ist nun ersichtlich, daß auch bei sorgfältiger Rücksichtnahme auf Einhaltung des üblichen Sicherheitsgrades der Konstruktion nachteilige Schlüsse in bezug auf die Anwendung dieser Anwendung nicht gezogen werden können, um so mehr als durch das in vielen Fällen auch unvermeidbare und unbestimmte Ausweichen der Bogenwiderlager der Einfluß der Nachgiebigkeit der Gerüststützen zum Teil ausgeglichen werden wird.

Übrigens ist es auf die nachfolgend beschriebene Art möglich, sich in ziemlich weitgehendem Maße von der Nachgiebigkeit der Gerüststützen unabhängig zu machen. Wie aus dem bisherigen ersichtlich ist, wird eine Bogenkraft im Eisenbogen erzeugt einmal durch Belastung der Mittelöffnung, zweitens durch die unvermeidbare Stützensachgiebigkeit; die erstere kann beliebig durch die Zahl m beeinflusst werden, der zweite Anteil der Bogenkraft läßt sich bestimmen, wenn die Nach-

giebigkeit der Gerüststützen in ihrer Größe bekannt ist. Diese kann nun ohne besondere Schwierigkeiten durch Messungen am Gerüst nach irgend einem Verfahren bestimmt werden, bevor eine Belastung der großen Mittelöffnung in größerem Ausmaße erfolgt, da die endgültigen Jochdrücke (was ihre Größe anbelangt) bereits entstehen, wenn die Kiesfüllung nur in den Streifen A (Abb. 1) aufgebracht wurde; denn eine Vergrößerung derselben beim Aufbringen der Streifen B kann durch allmähliche Belastung der Mittelöffnung durch die abhebende Wirkung der dabei entstehenden Bogenkraft wettgemacht werden. Die größten Stützensenkungen sind folglich entstanden, bevor die Mittelöffnung wesentlich belastet ist. Mißt man dieselbe hauptsächlich an den mittleren Jochen, so kann bei Annahme parabolischen Abklingens derselben gegen die Bogenkämpfer, auf nachfolgende Art die Änderung der Lastverteilung durch die in ihrer Größe nun bekannte Stützensachgiebigkeit berechnet werden. Mit Hilfe eines Diagrammes, das die Abhängigkeit der Bogenkraft von der Größe m zeigt (Abb. 1) ist nun leicht diejenige verkleinerte Zahl m' zu bestimmen, welche zusammen mit der Nachgiebigkeit der Gerüststützen den gewünschten Anhängungsgrad erzielen läßt. Trotzdem ist sorgfältige bauliche Ausbildung des Lehrgerüsts, in der Forderung, daß die Eindringungstiefe der Jochpfähle bei der letzten Hitze höchstens 1 cm betragen darf, in der Vermeidung von Stempeldrücken auf Holz senkrecht zur Faserichtung oder wenigstens dort Einschaltung von druckverteilenden Hartholzeinlagen oder Eisenschuhen usf. anzustreben diese Senkungen so viel als möglich einzuschränken.

Aus allen hier angeführten Gründen wird es nun wohl als zulässig bezeichnet werden können, die durch Stützensenkungen, Widerlagerverschiebungen, Temperaturänderung, Schwinden des Betons erzeugte Spannungsänderung im Eisenbogen nicht in die zulässigen Spannungen einzurechnen, sondern diese den Nebenspannungen bei reinen Eisenkonstruktionen gleichzustellen.

Tritt an einer bestimmten Stütze eine Senkung derselben um den Betrag δ_v auf, so berechnen sich die Verdrehungen

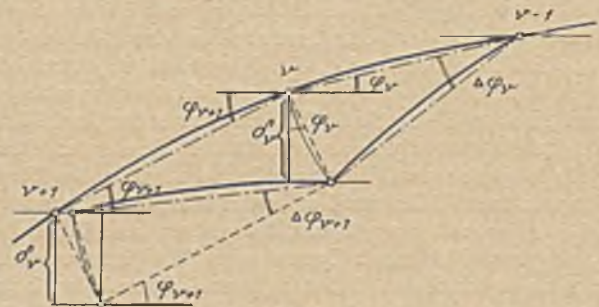


Abb. 2.

der Stabachsen der angrenzenden Glieder der Gelenkkette nach Abb. 2 mit:

$$\Delta \varphi_{v+1} = \frac{\delta_v \cos \varphi_{v+1}}{\lambda \sec \varphi_{v+1}} + \frac{\delta_v \operatorname{tg} \varphi_{v+1} \sin \varphi_{v+1}}{\lambda \sec \varphi_{v+1}} = \frac{\delta_v}{\lambda}$$

$$\Delta \varphi_v = \frac{\delta_v \sec \varphi_v}{\lambda \sec \varphi_v} = \frac{\delta_v}{\lambda}$$

und infolge der benachbarten Stützensenkungen δ_{v-1} , δ_v , δ_{v+1}

ergeben sich an der Stelle v Verdrehungen der Kettenglieder von der Größe:

$$\tau_{v+1,s}^b = -\frac{\delta_v}{\lambda} + \frac{\delta_{v+1}}{\lambda}$$

$$\tau_{v,s}^a = -\frac{\delta_v}{\lambda} + \frac{\delta_{v-1}}{\lambda}$$

und es ergibt sich das Belastungsglied der Elastizitätsgleichungen genau so wie beim durchlaufenden Träger auf gleich hohen Stützen:

$$\tau_{v+1,s}^b + \tau_{v,s}^a = \frac{1}{\lambda} (\delta_{v-1} - 2\delta_v + \delta_{v+1})$$

Damit lautet mit $\delta_v = \delta_0 \left(1 - \frac{v^2}{n^2}\right)$ die Differenzgleichung zur Berechnung der statisch unbestimmten Stützenmomente $X_{v,s}$:

$$(45) \quad X_{v-1,s} + 4X_{v,s} + X_{v+1,s} = \frac{12 E \times \delta_0}{\lambda^2 n^2}$$

Der eine Randwert zur eindeutigen Bestimmung der Lösung von (45) ist $X_{n,s} = 0$, der andere $X_{r,s}$ ist vorläufig unbekannt und bestimmt durch die Elastizitätsgleichung für die r te Zwischenstütze; es ist $\tau_{r,s}^a = 0$, da sich das r te Kettenglied nicht verdreht und

$$\tau_{r+1,s}^b = \frac{\delta_{r+1} - \delta_r}{\lambda} = \frac{\delta_0 (2r+1)}{\lambda n^2}$$

und die r te Gleichung lautet:

$$(45a) \quad X_{r+1,s} + 2(3r+1)X_{r,s} = \frac{6 E \times \delta_0 (2r+1)}{\lambda^2 n^2}$$

Obige Differenzgleichung hat die Form:

$$(46) \quad X_{v-1,s} + 4X_{v,s} + X_{v+1,s} = \alpha_2$$

wobei

$$\alpha_2 = \frac{12 E \times \delta_0}{\lambda^2 n^2}$$

Ihre Lösung ist durch Gleichung (21) des ersten Teiles dieser Arbeit mit $\bar{a}_1 = \alpha_1 = 0$ der Form nach bestimmt, da der Bau des Belastungsgliedes und die Randwerte mit der Differenzgleichung (46) völlig übereinstimmen. Sind nun die $X_{v,s}$ bekannt, so gestaltet sich der weitere Rechnungsgang genau so, wie er für andere Belastungszustände bereits entwickelt wurde.

Mit dem zweiten Teile des Ansatzes (44) $\delta_v = \delta_u$ ergibt sich natürlich nur dann eine Spannungsänderung, wenn an den Kämpfern $\delta_n = 0$ ist, weil ja sonst nur eine Parallelverschiebung des ganzen Tragwerkes ausgedrückt wäre. Die Differenzgleichung der $X_{v,s}$ wird für diesen Fall homogen, da

$$\tau_{v+1,s}^b + \tau_{v,s}^a = 0$$

wird, und lautet folglich:

$$(47) \quad X_{v-1,s} + 4X_{v,s} + X_{v+1,s} = 0$$

ebenso ist für die r te Stütze

$$(47a) \quad X_{r+1,s} + 2(3r+1)X_{r,s} = 0,$$

weil ebenfalls nur Parallelverschiebungen der entsprechenden Glieder der Gelenkskette stattfinden. Abweichend davon lautet aber die Gleichung für die $(n-1)$ te Stütze:

$$(4) \quad 4X_{n-1,s} + X_{n-2,s} = \frac{6 E \times \delta_u}{\lambda^2}$$

Die Lösung dieser homogenen Differenzgleichung ist nun so zu bestimmen, daß sie die Randwerte $X_{n-1,s}$ und $X_{r,s}$ enthält, die durch die Randgleichungen (47a) und (48) festgelegt sind. Es ist:

$$X_{v,s} = (-1)^v C_1 \cos v \varphi + (-1)^v C_2 \sin v \varphi$$

$$C_1 = -(-1)^{n-1} X_{n-1,s} \frac{\sin r \varphi}{\sin(n-r-1)\varphi} + (-1)^r X_{r,s} \frac{\sin(n-1)\varphi}{\sin(n-r-1)\varphi}$$

$$C_2 = +(-1)^{n-1} X_{n-1,s} \frac{\cos r \varphi}{\sin(n-r-1)\varphi} - (-1)^r X_{r,s} \frac{\cos(n-1)\varphi}{\sin(n-r-1)\varphi}$$

Die Lösung ergibt sich nun mit:

$$(49) \quad \left\{ \begin{aligned} X_{v,s} &= (-1)^{v-r} X_{r,s} \frac{\sin(n-v-1)\varphi}{\sin(n-r-1)\varphi} \\ &+ (-1)^{n-v-1} X_{n-1,s} \frac{\sin(v-r)\varphi}{\sin(n-r-1)\varphi} \end{aligned} \right.$$

Ist die zu erwartende Stütznachgiebigkeit δ_u größer als die bei Entfernung der $(n-1)$ ten Stütze auftretende Durchbiegung des Bogens an dieser Stelle, dann wird der $(n-1)$ te Jochdruck des unterstützten Dreigelenkbogens negativ, das Tragwerk also statisch unmöglich, da Zugkräfte an den Jochen nicht übertragen werden können. Die $(n-1)$ te Stütze schließt sich dann von selbst aus und man hat nun zunächst diejenige Stütznachgiebigkeit δ_{n-1} zu bestimmen, bei der der Druck auf das $(n-1)$ te Joch gleich Null wird. Die Rechnung ist verhältnismäßig leicht durchzuführen, da wegen der starken Konvergenz der $X_{v,s}$ eine merkbare Änderung des Bogenhubes nicht eintritt. Folglich ist näherungsweise $X_{r,s} = 0$, und es wird nach (49):

$$X_{n-2,s} = -X_{n-1,s} \frac{\sin(n-r-2)\varphi}{\sin(n-r-1)\varphi} = -\psi X_{n-1,s}$$

und aus (48) folgt:

$$X_{n-1,s} = \frac{6 E \times \delta_u}{\lambda^2 (4-\psi)}$$

Durch die beiden Stützmomente $X_{n-1,s}$ und $X_{n-2,s}$ ergibt sich für die $(n-1)$ te Stütze eine Druckverminderung von:

$$-\Delta P_{n-1} = -\frac{2X_{n-1,s} - X_{n-2,s}}{\lambda} = -\frac{6 E \times \delta}{\lambda^3 (4-\psi)} (2+\psi)$$

und wenn man den $(n-1)$ ten Jochdruck mit P_{n-1} bezeichnet, dann wird $P_{n-1} - \Delta P_{n-1}$ dann gleich Null, wenn

$$(50) \quad \delta_u = \frac{P_{n-1} \lambda^3 (4-\psi)}{6(2+\psi) E \times} = \delta_{n-1}$$

Berechnet man nun mit dem durch Gleichung (50) festgesetzten Betrage von δ_{n-1} die Stützendrucke und Biegemomente des unterstützten Dreigelenkbogens, so entsprechen diese einer Tragwerksanordnung, bei der die $(n-1)$ te Stütze ohne weiteres entfernt werden kann, da sie sich an der Lastaufnahme nicht beteiligt. Für eine weitere Nachgiebigkeit ist dann der Berechnung ein Tragwerk zugrunde zu legen, bei dem die $(n-1)$ te Stütze fehlt, bei dem daher das erste Feld die wagerecht gemessene Spannweite 2λ hat. An die Stelle der Randgleichung (48) tritt dann

$$(51) \quad 6X_{n-2,s} + X_{n-3,s} = \frac{3 E \times \delta_u'}{\lambda^2}$$

und die Lösung der Differenzgleichung ist nun so zu bestimmen, daß sie die durch die Randgleichungen (47a) und (51) definierten Randwerte $X_{n-2,s}$ und $X_{r,s}$ enthält; dann ist

$$(52) \quad \left\{ \begin{aligned} X_{v,s} &= (-1)^{v-r} X_{r,s} \frac{\sin(n-v-2)\varphi}{\sin(n-r-2)\varphi} \\ &+ (-1)^{n-v-2} X_{n-2,s} \frac{\sin(v-r)\varphi}{\sin(n-r-2)\varphi} \end{aligned} \right.$$

Die durch δ_u' sich ergebende Spannungsänderung kann nun zu dem Spannungszustand überlagert werden, für den sich $P_{n-1} + \Delta P_{n-1} = 0$ ergeben hatte. Hat man wieder δ_u' zu groß angenommen, so daß sich nun P_{n-1} negativ ergibt, so ist der Rechnungsgang ganz ähnlich für die $(n-2)$ te Stütze zu wiederholen. Die Folgerungen, die aus diesen Rechenresultaten auf das Ausrüsten von Gewölben gezogen werden können, sollen an anderer Stelle zusammenhängend besprochen werden.

4. Temperaturänderung.

Bei einer Temperaturänderung gegenüber der Aufstelltemperatur verlängern oder verkürzen sich die einzelnen Glieder der statisch bestimmten Gelenkskette. Da sich die Stabenden voraussetzungsgemäß nur auf wagerechten Bahnen bewegen können, so ergibt sich, wenn nur das v -te Glied der Kette seine Länge um den Betrag $\omega t \lambda \sec \varphi_v$ ändert, lediglich eine Verdrehung dieses Kettengliedes, während alle anderen höchstens Parallelverschiebungen durchführen. Diese Verdrehung beträgt, wenn man sich den Scheitel des Tragwerks

festgehalten denkt, so daß die Längenänderungen symmetrisch nach beiden Seiten vor sich gehen können,

$$\Delta \varphi_{\nu t} = \frac{\omega t \lambda \sec^2 \varphi_{\nu} \sin \varphi_{\nu}}{\lambda \sec \varphi_{\nu}} = \omega t \operatorname{tg} \varphi_{\nu}$$

Ändern nun alle Stäbe ihre Länge, dann ist nach Abb. 15 die Änderung des Winkels, der von den an der ν -ten Stütze anschließenden Kettengliedern gebildet wird,

$$\tau_{\nu+1,t}^h + \tau_{\nu,t}^h = \omega t (\operatorname{tg} \varphi_{\nu} - \operatorname{tg} \varphi_{\nu+1})$$

Bezeichnet man mit $\varepsilon = \frac{f}{\lambda n^2}$, dann ist

$$\operatorname{tg} \varphi_{\nu} = \varepsilon (2\nu - 1); \quad \operatorname{tg} \varphi_{\nu+1} = \varepsilon (2\nu + 1)$$

und die Differenzgleichung der $X_{\nu,t}$ lautet:

$$(53) \quad X_{\nu-1,t} + 4X_{\nu,t} + X_{\nu+1,t} = \frac{12\varepsilon E x \omega t}{\lambda}$$

und die abweichend gebaute r -te Gleichung, die wieder zur Bestimmung des Randwertes $X_{r,t}$ dient,

$$(53a) \quad X_{r+1,t} + 2(3r+1)X_{r,t} = \frac{6E x \omega t}{\lambda} \varepsilon (2r+1)$$

Die Lösung dieser Differenzgleichung ist nach Gleichung (21) zu berechnen. Damit sind die $X_{\nu,t}$ bestimmt; die Ermittlung

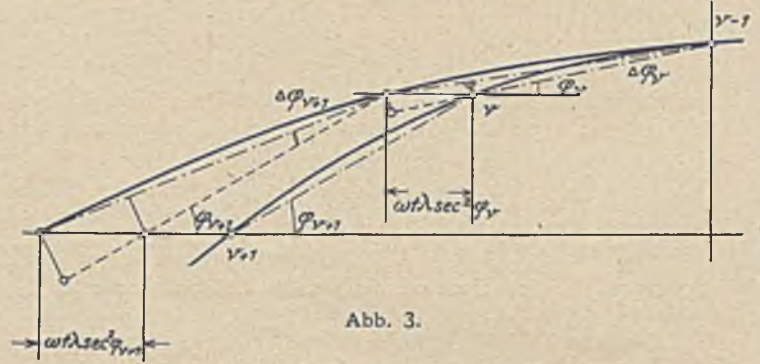


Abb. 3.

der Änderung der Bogenkraft, des Momentenverlaufes und der Jochdrücke gestaltet sich nun ganz ähnlich, wie es früher für andere Belastungsarten bereits gezeigt wurde. (Schluß folgt.)

BEMERKUNGEN ZU DER BESPRECHUNG DES WETTBEWERBES UM DEN ENTWURF DER FRIEDRICH-EBERT-BRÜCKE ÜBER DEN NECKAR IN MANNHEIM IN NR. 28/29 BIS 33 DES „BAUINGENIEUR“ 1925.

Im Heft 28 u. 29 des Bauingenieur 1925 veröffentlichte auf Seite 833 u. f. Baurat Bernhard eine Besprechung des Wettbewerbes um den Entwurf der Friedrich-Ebert-Brücke über den Neckar in Mannheim. In dem Abschnitt II dieser Besprechung nimmt Herr Bernhard Stellung zu dem Wettbewerbsverfahren und kritisiert in einzelnen Punkten dieses Verfahren und die Tätigkeit der Preisrichter. Da ihm hierbei verschiedene Irrtümer und Unstimmigkeiten unterlaufen sind, so können diese Ausführungen nicht unwidersprochen bleiben. Als Mitglied des Preisgerichtes möchte ich daher zu den Ausführungen des Herrn Bernhard im folgenden Stellung nehmen:

1. Mit Rücksicht auf die geringe verfügbare Konstruktionshöhe vertritt Bernhard den Standpunkt, die beiderseitigen Rampen hätten statt mit einer Neigung 1:70 mit wesentlich größerer Neigung, für Holzpflaster 1:40, erstellt werden können. Er bezieht sich hierbei auf Mitteilungen der Studiengesellschaft für Automobilstraßenbau. Wie jedoch die tatsächlichen Verhältnisse an der Jungbuschbrücke in Mannheim gezeigt haben, sind Steigungen 1:40 für den dortigen Verkehr unzulässig, weil im hohen Grade verkehrshindernd. Die Jungbuschbrücke wird wegen ihrer steilen Rampen vom Verkehr, wenn irgend möglich, vermieden, und die Folge davon ist, daß die Friedrichbrücke nicht diejenige Entlastung erfahren hat, welche man beim Bau der Jungbuschbrücke erwartete. Selbst wenn für Automobile und für Holzpflaster Steigungen 1:40, was ich bezweifeln möchte, als zulässig angesehen werden, so sind derartige Steigungen in Mannheim nicht am Platze, da die ganze Stadt und die weitere Umgebung in durchaus flacher Gegend liegt und die Fuhrwerke, die den örtlichen Verkehr bewältigen, auf so große Steigungen nicht eingestellt sind. Es ist auch sehr fraglich, ob man dem Fuhrwerksverkehr die unwirtschaftliche Überwindung einer übermäßig großen Steigung auf die Dauer zumuten darf, lediglich deswegen, damit beim Bau der Brücke eine geringfügige einmalige Kostenersparnis erzielt wird.

2. Die Unterlagen des Wettbewerbes wurden seitens der Stadt Mannheim in beschleunigter Arbeit aufgestellt und den Preisrichtern kurz vor der Ausschreibung zugestellt. Da aus besonderen Gründen die Ausführung noch in diesem Jahre begonnen und die Fertigstellung der Brücke bis Ende des Jahres 1926 erfolgen sollte, war für die Ausschreibung seitens der Stadtverwaltung außerdem ein sehr kurzer Termin gewählt. Es war daher für einige Preisrichter unmöglich, Einwendungen gegen die Fassung der Wettbewerbsunterlagen zu erheben, da die Unterlagen zu spät in ihre Hände gelangten. Da außerdem schwerwiegende Bedenken nicht vorlagen, so glaubten die

annehmenden Preisrichter der Fassung der Unterlagen, wie sie von der Stadtverwaltung gewählt war, zustimmen zu können, wenn auch Einzelheiten verbesserungsfähig erschienen.

3. Kostenberechnungen waren für den Wettbewerb an sich nicht verlangt. Es wurde nur ein Kostenüberschlag gefordert. Denjenigen Bewerbern jedoch, die dazu in der Lage waren, wurde es mit Rücksicht auf die Beschleunigung der Vergebung der Arbeiten freigestellt, ein bindendes Angebot gesondert abzugeben. Davon machte eine Anzahl Firmen tatsächlich Gebrauch, so daß es möglich war, unmittelbar nach der Ausschreibung den Zuschlag zu erteilen und mit den Arbeiten zu beginnen. Unter den vorliegenden ungünstigen Verhältnissen muß man der Stadtverwaltung Mannheim Dank wissen, daß sie sich trotz der verfügbaren kurzen Zeit zu einem öffentlichen Wettbewerb entschloß, und es war Sache der Preisrichter, diesen Entschluß durch Beiseitesetzen weniger wichtiger Bedenken zu ermöglichen.

4. Herr Bernhard bemängelt, daß das Preisgericht ein geringfügiges Eintauchen der Widerlager in die Hochwasserlinie zugelassen hat. In der Ausschreibung war hierüber keine bindende Vorschrift enthalten. Aus technischen Gründen ist ein derartiges Eintauchen der Widerlager in das Hochwasser bei sehr vielen Brücken ohne Schaden gestattet worden. Es kommt doch nur darauf an, daß das lichte Durchflußprofil nicht in unzulässiger Weise beschränkt und der Eisgang und treibende Gegenstände nicht durch den eintauchenden Bogen im Abfluß gefahrdrohend gehindert wird. Bei einer Öffnung von 80 m Spannweite ist aber ohne weiteres einzusehen, daß ein geringfügiges Eintauchen der Bogenkämpfer ungefährlich ist. Da auch die badische Wasserbauverwaltung zu dieser Frage endgültig noch nicht Stellung genommen hatte, so mußte das Preisgericht in objektiver Sachlichkeit urteilen. Eine derartige Forderung, wie sie Bernhard aufstellt, daß es ganz unzulässig sei, die Kämpfer in das Hochwasser tauchen zu lassen, wird durch viele Fluß- und Strombrücken widerlegt. Der eigenartige Einspruch gegen diese Stellungnahme des Preisgerichtes muß zurückgewiesen werden.

5. Herr Bernhard bemängelt auch die Beurteilung des Baugrundes durch das Preisgericht. Es wurde aber festgestellt, daß tatsächlich beim Bau der Jungbuschbrücke Verschiebungen der Widerlager und Scheitelsenkungen infolge Nachgebens des Baugrundes stattfanden und daß hierdurch die Steigungsverhältnisse, die an sich schon ungünstig waren, noch weiter verschlechtert wurden. Es ist ferner Herrn B. nicht bekannt, daß in der Nähe der Brückenbaustelle bei Ausführung von Hoch-

bauten Unregelmäßigkeiten im Untergrund beobachtet wurden, welche im Zusammenhang mit den Bohrerergebnissen zur Vorsicht mahnten.

6. Als Grund gegen das Hochziehen der Hauptträger zwischen Bürgersteig und Fahrdamm beim Ausführungsentwurf um etwa 1 m über die Bürgersteighöhe, glaubt B. anführen zu müssen, daß Schneeverwehungen und Schmutzanhäufungen dagegen sprechen könnten. Daß in einer Großstadt wie Mannheim mit guter Straßenbeleuchtung und gut geleiteter Straßenreinigung Schneeverwehungen und Schmutzanhäufungen hier nicht zu befürchten sind, bedarf keiner näheren Begründung.

7. Wenn Herr Bernhard die Ansicht vertritt, daß eine reine Eisenbetonkonstruktion der Fahrbahn einer solchen aus Belag-eisen nur mit Rücksicht auf die Unterhaltungskosten vorzuziehen sei, so befindet er sich ebenfalls im Irrtum. Die schwere Eisenbetonfahrbahntafel ist auch für die dynamischen Vorgänge auf der Brücke und die Lastverteilung von Vorteil und verlängert die Lebensdauer der Fahrbahn außerordentlich.

Es ist zu bedauern, daß durch eine Berichterstattung auf Grund unzureichender Prüfung der tatsächlichen Verhältnisse Bernhard Zweifel ausgesprochen hat, welche leicht durch eine Rückfrage bei den Preisrichtern oder der Stadt Mannheim hätten behoben werden können. Da in dem Wettbewerb Eisenbau und Massivbau gleichberechtigt zugelassen waren, so geht es nicht an, die eine Bauweise vor der anderen zu bevorzugen. Es mag zugegeben werden, daß die Massivbauten bei dem vorliegenden Wettbewerb mit Rücksicht auf die große Spannweite und die geringe Konstruktionshöhe in einer ungünstigen Lage waren; um so mehr muß man aber anerkennen, daß eine größere Anzahl reifer und sorgfältig durchgearbeiteter Entwürfe in Massivbauweise vorgelegt wurde. Es war die Pflicht des Preisgerichtes auch diese Entwürfe entsprechend zu würdigen.

Im übrigen hatte das Preisgericht im Gegensatz zu vielen Vorgängern vollen Ersatz, denn

1. der preisgekrönte Entwurf „Flachbrücke“ wird allseits als beste Lösung anerkannt, und
 2. die Stadtgemeinde hat den preisgekrönten Entwurfsbearbeitern den Bauauftrag erteilt,
 3. mit dem Bau konnte umgehend begonnen werden.
- Darmstadt, den 3. November 1925. Kayser.

Erwiderung auf die Zuschrift Kayser.

Zu den vorstehenden Einwendungen des Herrn Professor Kayser bemerke ich:

1. Über das bei Holzpflaster zulässige Längengefälle

beziehe ich mich auf S. 9 meiner „Eiserne Brücken“ (Verlag Julius Springer, Berlin). In Berlin gilt seit Jahrzehnten ohne nachteilige Erfahrungen 1 : 40 als Grenze, in Paris sogar 1 : 25. Beide Städte liegen noch weniger im Flachlande wie Mannheim, namentlich im Hinblick auf den Autoverkehr, dem das Preisgericht doch sonst eine so ausschlaggebende Rolle bei Ausbildung städtischer Brücken einzuräumen für nötig hält.

2. § 9 der besonderen Wettbewerbsbedingungen verlangt ausdrücklich „Kostenberechnungen“, sogar nach zwölf verschiedenen Bauteilen geordnet. Bis zum bindenden Angebot ist dann kein weiter Schritt für diejenigen, welche für die Richtigkeit ihrer Massenberechnungen eintreten wollen. Das Preisgericht hat sich aber um die Kostenfrage scheinbar nicht gekümmert.

3. § 1 vorgenannter Bedingungen enthält die klare Vorschrift, daß in das Flußprofil nur zwei Pfeiler gestellt werden dürfen. Auch die Ansicht eines Sachverständigen wie Oberbaurat Cassinone von der badischen Strombauverwaltung (s. „Bauingenieur“ 25, S. 621) bestätigt die grundlegende Bedingung, daß hier die Kämpfer nicht ins Hochwasserprofil eintauchen dürfen.

4. Gegen die Ansicht des Preisgerichts, daß Überbauten, welche nur senkrechte Stützendrücke ausüben, in erster Linie den Vorzug verdienen, habe ich mich gar nicht ausgesprochen. Bei den Gewölben der Jungbuschbrücke wiederhole ich im Allgemeininteresse meine Frage, ob die dabei beobachteten Bewegungen statische Bedenken hervorgerufen haben.

5. Gegen das Hochziehen der vollwandigen Hauptträger am Fahrdamm über Bürgersteighöhe habe ich vorläufig nichts anderes einzuwenden, als abzuwarten, ob sich das praktisch bewährt.

6. Auch hier stehe ich wie bei 4. auf dem Standpunkte des Preisgerichtes. Ob dieser aber richtig ist, muß die Erfahrung lehren; namentlich fragt es sich, ob die Unterhaltungskosten der Fahrbahn infolge der stärkeren Durchbiegungen der bevorzugten Hauptträgersysteme nicht doch noch viel größer sind, als man sich jetzt vorstellt.

Den Haupterfolg des Wettbewerbs habe ich mit Beifall begrüßt. Sorgfältige Leser, die ein Interesse für die Leistungen und Opfer der Wettbewerber haben, werden meine Bedenken gegen die Preisverteilung verstehen. Im übrigen verweise ich sie auf die S. 88 der „Deutschen Bauzeitung“ vom 25. November 1925 gemachten Erörterungen über „Mißstände im Wettbewerbsverfahren“.

Berlin, den 28. November 1925.

Dr.-Ing. e. h. Karl Bernhard.

DER EINSTURZ DER FUNKTÜRME IN NORDDEICH.

In einer Berliner Abendzeitung wurde kürzlich die Ursache des Einsturzes der drei 150 m hohen eisernen Funktürme in Norddeich auf das Versagen der zur statischen Berechnung benutzten Formeln zurückgeführt, weil diese Formeln die Verhältnisse bei besonders starken Wirbelwinden mangels aller praktischen Erfahrungen in vollem Ausmaß nicht berücksichtigen könnten. Hiernach wäre der Einsturz also auf höhere Gewalt zurückzuführen. Diese Angabe trifft nicht zu und ist geeignet, den Weltruf der deutschen Ingenieurwissenschaft und der deutschen Eisenbauindustrie schwer zu schädigen. In den Küstenzonen und in großen Höhen ist mit sehr hohen Windgeschwindigkeiten und Winddrücken zu rechnen. Wenn auch das Problem des Windeinflusses auf Ingenieurbauwerke als noch nicht vollständig erforscht angesehen werden kann, so entspricht es aber nicht den Tatsachen, daß derartige Windeinflüsse in den statischen Berechnungen mit ausreichender Sicherheit nicht berücksichtigt werden können. Diesen Verhältnissen tragen auch die von unseren bewährten Eisenbauanstalten ausgeführten Bauwerke durchaus Rechnung, zumal auch die Vorschriften der Überwachungsbehörden nicht mißzuverstehende Hinweise in dieser Richtung enthalten.

In der Mitteilung der eingangs erwähnten Berliner

Abendzeitung wird ferner behauptet, die eingestürzten Türme in Norddeich beständen aus einer wundervollen Eisenkonstruktion und verkörperten ein modernes freistehendes Bau-system. Dazu sei bemerkt, daß bereits vor 4 bis 5 Jahren eine altbekannte deutsche Eisenbauunternehmung 140 m hohe freistehende Funktürme in Buenos Aires erbaut hat. In den Vereinigten Staaten stehen bereits seit 15 Jahren solche Türme von 200 m Höhe.

Wenn in der deutschen Öffentlichkeit erst jetzt freistehende Türme von solcher Höhe bekannt werden, so liegt das lediglich daran, daß für solche Bauwerke bislang kein besonderes Bedürfnis vorhanden war. Die deutschen Ingenieure und die deutsche Eisenbauindustrie beherrschen Bauaufgaben dieser Art und Größe ohne Mühe und, gestützt auf ausreichende Erfahrungen und Kenntnisse, mit absoluter Sicherheit.

Nach Eindrücken anerkannter Fachleute an der Unfallstelle muß die Ursache der Katastrophe vermutlich auf Mängel der Berechnung und der baulichen Durchbildung zurückgeführt werden, wie auch aus einer späteren Mitteilung der erwähnten Berliner Abendzeitung hervorgeht. Der Einsturz ist vermutlich auch nicht durch einen Wirbelsturm herbeigeführt worden, da sämtliche drei Türme genau in gleicher Richtung (Südwest) umgestürzt sind und in unmittelbarer Nachbarschaft

keinerlei andere Beschädigungen zu beobachten sind, weder an den seit etwa 20 Jahren bestehenden abgespannten 85 m hohen Funktürmen, noch an Gebäuden, Bäumen usw. Der das Unglück herbeiführende Sturm war zweifellos heftig, jedoch nicht so stark, daß sachgemäß berechnete und konstruierte Ingenieurbauwerke gefährdet wurden.

Die deutsche Ingenieurwissenschaft und die deutsche Eisenbauindustrie haben das größte Interesse daran, daß die Ursache des Einsturzes von unparteiischen, allseitig anerkannten und in Theorie und Praxis gleich bewährten Fachleuten aufgeklärt und bekanntgegeben wird.

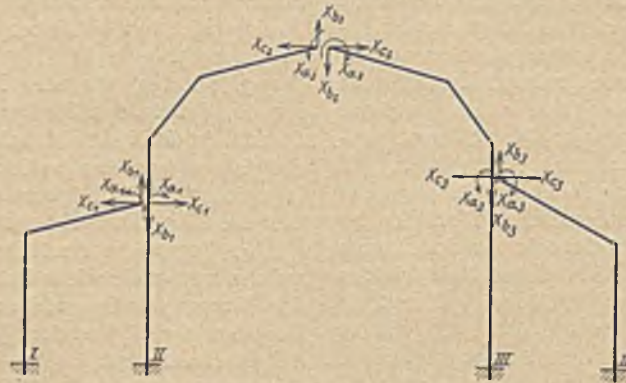
Dr.-Ing. Dr. techn. Schaper.

KURZE TECHNISCHE BERICHTE.

Zur Berechnung dreischiffiger kontinuierlicher Hallenrahmenbinder mit überhöhtem Mittelschiff.

Von Dipl.-Ing. Richard Hoffmann, dzt. Paderborn i. W.

In den Heften 7, 8, 9, 1925 des „Bauingenieur“ wurde unter gleichem Titel eine Abhandlung von Dr.-Ing. H. Buchenau veröffentlicht. Nachstehend gebe ich die Berechnungsweise für solche Rahmen an, wobei ich mich auf das Werk von Dr.-Ing. K. W. Schaechterle, „Beiträge zur Berechnung der im Eisenbetonbau üblichen elastischen Bogen und Rahmen“ stütze. Interessieren wird hierin



die Ableitung des zentrifugalen Trägheitsmoments, das hierbei zur Verwendung gelangt, wenn man kein statisch unbestimmtes Hauptsystem einführen will.

Für nebenstehende Rahmenform gelten für die Teile I—IV, nachdem diese durch die eingezeichneten Schnitte getrennt worden sind, folgende Beziehungen (nur die Momente berücksichtigt):

die Abgeleiteten:

I. $M_I = M_0 + X_{a1} + X_{b1} x + X_{c1} y$

$\frac{\partial M_I}{\partial X_{a1}} = M_{a1} = +1; \quad \frac{\partial M}{\partial X_{b1}} = M_{b1} = x; \quad \frac{\partial M_I}{\partial X_{c1}} = +y$

II. $\begin{cases} M_{II}^I (\text{Träger}) = M_0 + X_{a2} + X_{b2} x + X_{c2} y \\ M_{II}^S (\text{Stütze}) = M_0 + X_{a2} - X_{a1} + X_{b2} x + X_{c2} y - X_{c1} y_1 \end{cases}$

$M_{a2} = M_{b2} = M_{c2} = 0; \quad M_{a3} = M_{b3} = M_{c3} = 0$

$\frac{\partial M_{II}^I}{\partial X_{a1}} = M_{a1} = 0; \quad M_{b1} = 0; \quad M_{c1} = 0; \quad M_{a2} = 1; \quad M_{b2} = x; \quad M_{c2} = y$

III. $\begin{cases} M_{III}^I = M_0 + X_{a2} + X_{c2} y - X_{b2} x \\ M_{III}^S = M_0 + X_{a2} + X_{c2} y - X_{b2} x - X_{a3} - X_{c3} y_1 \end{cases}$

$M_{a1} = -1; \quad M_{b1} = 0; \quad M_{c1} = -y_1; \quad M_{a2} = +1; \quad M_{b2} = x; \quad M_{c2} = y$

$M_{a3} = M_{b3} = M_{c3} = 0$

$M_{a1} = M_{b1} = M_{c1} = 0; \quad M_{a2} = +1; \quad M_{b2} = -x; \quad M_{c2} = y$

$M_{a3} = M_{b3} = M_{c3} = 0$

$M_{a1} = M_{b1} = M_{c1} = 0; \quad M_{a2} = +1; \quad M_{b2} = -x; \quad M_{c2} = y$

$M_{a3} = -1; \quad M_{b3} = 0; \quad M_{c3} = -y_1$

$M_{a1} = M_{b1} = M_{c1} = M_{a2} = M_{b2} = M_{c2} = 0$

$M_{a3} = +1; \quad M_{b3} = x; \quad M_{c3} = +y$

IV. $M_{IV} = M_0 + X_{a3} + X_{c3} y + X_{b3} x$

Es können nun die 9 Arbeitsgleichungen zur Bestimmung der statisch unbekanntenen Größen aufgestellt werden, welche lauten:

(1) $\int_I (M_0 + X_{a1} + X_{b1} x + X_{c1} y) M_{a1} ds + \int_{II} (M_0 + X_{a2} + X_{b2} x + X_{c2} y - X_{a1} - X_{c1} y) M_{a1} ds = 0$

(2) $\int_I (M_0 + X_{a1} + X_{b1} x + X_{c1} y) M_{b1} ds = 0$

(3) $\int_I (M_0 + X_{a1} + X_{b1} x + X_{c1} y) M_{c1} ds + \int_{II} (M_0 + X_{a2} + X_{b2} x + X_{c2} y - X_{a1} - X_{c1} y) M_{c1} ds = 0$

(4) $\begin{cases} \int_{III} (M_0 + X_{a2} + X_{b2} x + X_{c2} y) M_{a2} ds + \int_{II} (M_0 + X_{a2} + X_{b2} x + X_{c2} y - X_{a1} - X_{c1} y) M_{a2} ds \\ + \int_{III} (M_0 + X_{a2} - X_{b2} x + X_{c2} y) M_{a2} ds + \int_{III} (M_0 + X_{a2} + X_{c2} y - X_{b2} x - X_{a3} - X_{c3} y) M_{a3} ds = 0 \end{cases}$

(5) $\begin{cases} \int_{III} (M_0 + X_{a2} + X_{b2} x + X_{c2} y) M_{b2} ds + \int_{II} (M_0 + X_{a2} + X_{b2} x + X_{c2} y - X_{a1} - X_{c1} y) M_{b2} ds \\ + \int_{III} (M_0 + X_{a2} - X_{b2} x + X_{c2} y) M_{b2} ds + \int_{III} (M_0 + X_{a2} + X_{c2} y - X_{b2} x - X_{a3} - X_{c3} y) M_{b3} ds = 0 \end{cases}$

(6) $\begin{cases} \int_{III} (M_0 + X_{a2} + X_{b2} x + X_{c2} y) M_{c2} ds + \int_{II} (M_0 + X_{a2} + X_{b2} x + X_{c2} y - X_{a1} - X_{c1} y) M_{c2} ds \\ + \int_{III} (M_0 + X_{a2} - X_{b2} x + X_{c2} y) M_{c2} ds + \int_{III} (M_0 + X_{a2} + X_{c2} y - X_{b2} x - X_{a3} - X_{c3} y) M_{c3} ds = 0 \end{cases}$

(7) $\int_{III} (M_0 + X_{a2} + X_{c2} y - X_{b2} x - X_{a3} - X_{c3} y) M_{a3} ds + \int_{IV} (M_0 + X_{a3} + X_{b3} x + X_{c3} y) M_{a3} ds = 0$

(8) $\int_{III} (M_0 + X_{a2} + X_{c2} y - X_{b2} x - X_{a3} - X_{c3} y) M_{c3} ds + \int_{IV} (M_0 + X_{a3} + X_{b3} x + X_{c3} y) M_{c3} ds = 0$

(9) $\int_{IV} (M_0 + X_{a3} + X_{c3} y + X_{b3} x) M_{b3} ds = 0$

Für die Auswertung dieser Gleichungen lassen sich die Belastungsgrößen \mathcal{M}_0 , $\int \mathcal{M}_0 ds$, $\int \mathcal{M}_0 x ds$ und $\int \mathcal{M}_0 y ds$ auf Grund der gegebenen Belastung leicht ermitteln. Wie aus den Gleichungen weiter hervorgeht, ist das zentrifugale Trägheitsmoment notwendig, für welches nachstehende Ableitung gilt:

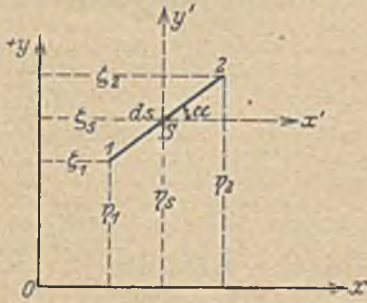


Abb. 2.

$$J_{x_1, y_1} = \int_0^s x_1 y_1 ds$$

$$x_1 = y_1 \cotg \alpha$$

$$\int_0^s x_1 y_1 ds = \int_0^s y_1^2 \cotg \alpha ds = \cotg \alpha J_{x_1} = \frac{\xi_2 - \xi_1}{\eta_2 - \eta_1} \frac{s}{3} \left(\frac{\eta_2 + \eta_1}{2} \right)^2$$

$$J_{x_1, y_1} = \frac{s}{12} (\xi_2 - \xi_1) (\eta_2 - \eta_1)$$

Da aber $J_{xy} = J_{x_1, y_1} = J_{x_1, y_1} + s \xi_s \eta_s$

ist $J_{xy} = \frac{s}{12} (\xi_2 - \xi_1) (\eta_2 - \eta_1) + \frac{s}{4} (\eta_1 + \eta_2) (\xi_1 + \xi_2)$;

Diese Gleichung vereinfacht, gibt:

$$J_{xy} = \frac{s}{6} (2 \xi_1 \eta_1 + 2 \xi_2 \eta_2 + \xi_1 \eta_2 + \xi_2 \eta_1)$$

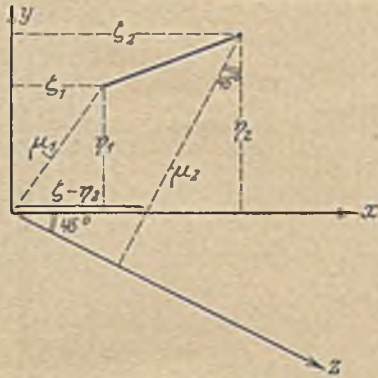


Abb. 3.

Eine zweite Ableitung:

$$J_x = \frac{s}{3} (\eta_1^2 + \eta_1 \eta_2 + \eta_2^2)$$

$$J_y = \frac{s}{3} (\xi_1^2 + \xi_1 \xi_2 + \xi_2^2)$$

$$J_z = \frac{s}{3} (\mu_1^2 + \mu_1 \mu_2 + \mu_2^2)$$

$$\mu_2 = \frac{\eta_2}{\cos 45} + (\xi_2 - \eta_2) \sin 45$$

$$= \eta_2 \sqrt{2} + \frac{\xi_2 - \eta_2}{\sqrt{2}} = \eta_2 \left(\sqrt{2} - \frac{1}{\sqrt{2}} \right) + \frac{\xi_2}{\sqrt{2}}$$

$$= \eta_2 \frac{2-1}{\sqrt{2}} + \frac{\xi_2}{\sqrt{2}} = \frac{\xi_2 + \eta_2}{\sqrt{2}}$$

$$\mu_1 \text{ (analog)} = \frac{\xi_1 + \eta_1}{\sqrt{2}}$$

$$J_z = \frac{s}{3} \left[\frac{(\eta_1 + \xi_1)^2}{2} + \frac{(\xi_1 + \eta_1)(\xi_2 + \eta_2)}{2} + \frac{(\xi_2 + \eta_2)^2}{2} \right]$$

$$J_{xy} = \frac{s}{6} (\eta_1^2 + \xi_1^2 + \eta_2^2 + \xi_2^2 + \eta_1 \eta_2 + \xi_1 \xi_2 - \eta_1^2 - 2 \xi_1 \eta_1 - \xi_1^2 - \eta_2^2 - \xi_2^2 - 2 \xi_2 \eta_2 - \eta_1 \eta_2 - \xi_1 \eta_2 - \eta_1 \xi_2 - \xi_1 \xi_2)$$

$$J_{xy} = \frac{s}{6} (2 \xi_1 \eta_1 + \xi_2 \eta_1 + 2 \xi_2 \eta_2 + \xi_1 \eta_2)$$

Für die Auswertung der 9 Gleichungen empfiehlt sich die tabellarische Form, wie dies im oben genannten Werk angegeben ist, oder die Methode der Determinanten.

Berichtigung zum Aufsatz Schroeter in Heft 34.

Es muß auf Seite 953 unten links und oben rechts statt $c = 5 \text{ kg/cm}^2$ bzw. $c = 20 \text{ kg/cm}^2$

heißen:

$$c = 5 \text{ kg/cm}^3 \text{ bzw. } c = 20 \text{ kg/cm}^3;$$

ferner auf gleicher Seite oben links:

Gewölbestich statt Gewölbestift.

Mitteilung zur Festschrift der Wayß & Freytag A.-G.

In dem Bericht über die Festschrift anlässlich des 50jährigen Bestehens der Wayß & Freytag A.-G. ist versehentlich erwähnt, daß die offene Handelsgesellschaft Freytag & Heidschuch bis 1884 bestanden habe. Wir werden darauf aufmerksam gemacht, „daß dieses Bestehen bis 1890 gedauert hat“. Im übrigen möchten wir darauf hinweisen, daß die geschichtlichen Vorgänge bei Übergang des Monierpatentes an deutsche Firmen und die Erwerbung dieses für Norddeutschland durch G. A. Wayß ausführlich im Handbuch für Eisenbetonbau, Band I, behandelt sind. M. F.

WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die Einwirkung der Bevölkerungsbewegung auf das Angebot an Facharbeitern und auf das Lehrlingswesen. Im Jahrgang 1921 der Zeitschrift „Wirtschaft und Statistik“ veröffentlichte Zahlenreihen veranschaulichen, wie der Arbeitsmarkt der Jugendlichen durch den während des Krieges und kurz nachher zu verzeichnenden Geburtenausfall beeinflusst wird¹⁾. Danach wird die Zahl der Volksschule verlassenden Jugendlichen betragen (unter der Voraussetzung, daß die Sterblichkeit die gleiche bleibt wie 1913):

Ostern 1928	1 293 900	(Geburtsjahr 1914)
„ 1929	1 210 528	(„ 1915)
„ 1930	793 023	(„ 1916)
„ 1931	717 431	(„ 1917)
„ 1932	650 903	(„ 1918)
„ 1933	696 673	(„ 1919)
„ 1934	1 311 475	(„ 1920)
„ 1935	1 270 537	(„ 1921)

Die Besserung in den Jahren 1934/35 wird jedoch nicht anhalten, sondern von 1936 ab wird sich der jährliche Ausfall in milderer Form wieder fortsetzen, da die Geburtenzahl nach dem Anstieg in den ersten Friedensjahren wieder sinkt.

Man kann 1928 als das letzte Jahr mit normalem Angebot auf dem Arbeitsmarkt annehmen. In den folgenden Jahren wird dann unter Berücksichtigung dessen, daß etwa 10 % der Vierzehnjährigen aus verschiedenen Gründen nicht auf dem Arbeitsmarkte erscheinen, ein Ausfall gegenüber 1928 von:

1929	80 000
1930	500 000
1931	570 000
1932	640 000
1933	590 000

¹⁾ Vgl. Reg.-Rat Dr. Käthe Griebel, „Lehrlingsmangel in Sicht“ in Heft 23 der Zeitschrift „Maschinenbau“ und Reg.-Rat Dr. Strundel, „Geburtenausfall und Arbeitsmarkt. Kommender Mangel an Arbeitskräften statt Arbeitslosigkeit“ in Heft 44 des Reichsarbeitsblattes.

Jugendlichen eintreten. Im Jahre 1933 wird also ein Fehlen von weit über 2 Millionen Jugendlicher zu erwarten sein. Auf dem Markt der Vollarbeiter wird dieser Ausfall in den fünf Jahresklassen erst in den Jahren 1933 bis 1937 bemerkbar werden. Da vom Ausland kein Zuzug zu erwarten ist — dessen Bevölkerung ja unter den gleichen Kriegsfolgen wie die deutsche gelitten hat —, wird bei steigender oder gleichbleibender Konjunktur mit allen Folgen eines knappen Arbeitsangebots zu rechnen sein. Diese Folgen werden sich vor allem auf dem Markte der Facharbeiter bemerkbar machen. Es ist also auch von diesem Gesichtspunkte aus — neben dem allgemeinen Gesichtspunkte der Verbilligung der Produktion — der möglichst besten Ausnutzung des knapper und wertvoller werdenden Produktionsfaktors Arbeit große Sorgfalt zu schenken, und das Lehrlingswesen, die Auswahl der jungen Arbeitskräfte und die Berufsschulung gewinnt besondere Bedeutung. Es ist nicht zu erwarten, daß durch die gesteigerte Normalisierung und Mechanisierung der Produktion die qualifizierte Arbeit im besonderen Maße durch die ungelernete in den Hintergrund gedrängt würde.

Gerade im Baugewerbe wird man diesen Bewegungen auf dem Arbeitsmarkt und den Maßnahmen der Abwehr — wie z. B. den Bemühungen um die Ausbildung der Lehrlinge, der Gründung des „Arbeitsausschusses für Berufsausbildung“ durch die Vereinigung der deutschen Arbeitgeberverbände und des „Deutschen Instituts für technische Arbeitsschulung“ in Düsseldorf — Aufmerksamkeit schenken müssen. Schon in dem schlechten Baujahr, an dessen Ende wir jetzt stehen, sind Befürchtungen und Klagen über Facharbeitermangel im Baugewerbe laut geworden. Hat doch das Baugewerbe in bezug auf seinen Vorrat an gelernten Arbeitern nicht nur unter den allgemein wirkenden Kräften gelitten, die zum Rückgang der gelernten Arbeit beitrugen, wie Kriegsverluste, Minderung des Lohnabstandes zwischen gelernter und ungelerner Arbeit, sondern es haben im Baugewerbe noch besondere Gründe auf eine Niederhaltung des Facharbeiternachwuchses eingewirkt. Die Neigung der Jugendlichen, bestimmte Berufe bei der Berufswahl zu bevorzugen, dürfte eine Rolle spielen. Jedenfalls befanden sich unter den fünf Berufen (Schlosser, Kaufmann,

Schreiner, Elektriker, Mechaniker), für die sich nach einer Statistik des Kölner Berufsamtes zwei Drittel der Berufsanwärter entscheiden, baugewerbliche Berufe nicht.

Des Interesses halber mag erwähnt sein, daß auch im nord-amerikanischen Baugewerbe, sowohl in Kanada, wie in den Vereinigten Staaten nach den Berichten der dortigen Fachpresse, sich in den letzten Jahren Lehrlingsmangel bemerkbar gemacht und die bauwirtschaftlichen Kreise zu Gegenmaßnahmen veranlaßt hat. In New York ist es den Arbeiten der Lehrlingskommission des „New York Building Congress“, in der Bauunternehmer, Architekten und Bauarbeiter vertreten waren, gelungen, in den letzten vier Jahren die Lehrlingszahl zu verdoppeln und zu verdreifachen. Während 1922 in manchen baugewerblichen Berufen ein eigentliches Lehrlingswesen gar nicht bestand, zählt man heute 4 325 Lehrlinge für Bauarbeiten in New York.

Zahl der im Jahre 1924 im Baugewerbe tätigen ausländischen Arbeiter. Nach der Statistik der „Deutschen Arbeiterzentrale“ wurden vor dem Kriege (1912/13) in der deutschen Volkswirtschaft (ohne Bayern, Baden und Württemberg) etwa 355 000 gewerbliche ausländische Arbeiter beschäftigt gegenüber nur 108 000 im Jahre 1924 (die Gesamtzahl der einheimischen Arbeiter betrug ohne Bayern, Württemberg und Baden etwa 8,2 Millionen). Von diesen waren aber 83,5 % schon längere Zeit in Deutschland ansässig. Die ausländischen Arbeiter verteilten sich zur Hauptsache auf neun verschiedene Berufe, unter denen das Baugewerbe der Anzahl der Arbeiter nach an 7. Stelle stand. Im ganzen waren 1924 etwa 2 312 ausländische Arbeiter im Baugewerbe tätig, davon waren 1 879 bereits längere Zeit in Deutschland und 433 neu hinzugekommen. (Vgl. Reichsarbeitsblatt S. 717.)

Zahl der Bauaktiengesellschaften 1924. Nach der Reichsstatistik war der Bestand an Aktiengesellschaften am Jahresende folgender, berücksichtigt ist dabei der jeweilige Gebietsumfang des Deutschen Reiches (also für 1913 altes Reichsgebiet; 1919 ohne das abgetretene Gebiet, aber mit Oberschlesien; 1923—1924 auch ohne Oberschlesien und Saargebiet):

	1913	1919	1923	1924
im ganzen . . .	5 486	5 345	16 362	17 074
im Baugewerbe	72	52	299	323

Der Anzahl der Aktiengesellschaften nach stand das Baugewerbe 1913 an 14. Stelle unter den 24 Gewerbegruppen, 1924 an 16. Stelle.

Winterbau in den Vereinigten Staaten. Den Angaben über die Einschätzung der Wirtschaftlichkeit des Bauens im Winter in den Vereinigten Staaten (vgl. Bauingenieur S. 966) mag noch eine in „Engineering News Record“ veröffentlichte Statistik hinzugefügt werden, aus der die Zunahme des Winterbaues in den Vereinigten Staaten in den letzten Jahren hervorgeht. In den drei Wintermonaten (Dezember, Januar, Februar) wurde an Bauausführungen gearbeitet, die einen Wert verkörpern von Millionen Dollar:

1920/21	1921/22	1922/23	1923/24	1924/25
448,6	778,4	959,5	1131,2	1194,8

Von dem Gesamtwert der ein Jahr dauernden Bauausführungen wurden in den drei Wintermonaten erbaut:

1920/21	1921/22	1922/23	1923/24	1924/25
12,4%	15,9%	10,5%	18%	19,5%

Großhandelsindex.

4. Nov.	11. Nov.	17. Nov.	25. Nov.	2. Dez.	9. Dez.
120,7	119,9	121,0	122,7	122,9	122,5

Gesetze, Verordnungen, Erlasse.

(Abgeschlossen am 10. Dezember 1925.)

Durchführungsverordnung zum Aufwertungsgesetz. Vom 29. 11. 1925 (RGBl. I, S. 392 ff.).

Siebte Verordnung zur Durchführung des Gesetzes über die Industriebelastung (Industriebelastungsgesetz). Vom 5. 12. 1925 (R. Anz. Nr. 285). Die Verordnung enthält verschiedene Anmelde- und Auskunftsvorschriften der Unternehmer belasteter Betriebe. So hat im Falle eines Wechsels in der Person des Unternehmers eines belasteten Betriebes durch völlige oder teilweise Veräußerung von Betriebsvermögen der bisherige Unternehmer der Bank für deutsche Industrieobligationen davon Anzeige zu erstatten. Auch die Einstellung eines belasteten Betriebes ist der Bank mitzuteilen. Im Falle daß ein Betrieb liquidiert oder freiwillig aufgegeben wird, ohne daß das Betriebsvermögen oder Teile davon an Dritte übergehen, muß der bisherige Unternehmer des belasteten Betriebes der Bank von jedem Wohnungswechsel bis zur nächsten Neuumlegung der Industriebelastung Mitteilung machen. Zu melden ist ferner die Vergrößerung des Betriebsvermögens durch eine Kapitalerhöhung oder die Neueröffnung eines belastungspflichtigen Betriebes.

Vorsätzliche Unterlassung oder wissentlich unrichtige Angaben bei den Meldungen werden mit Geldstrafe bestraft.

Wegen der Ansprüche aus der Belastung kann die Bank mit Zustimmung des Treuhänders zur sofortigen Zwangsvollstreckung in das gesamte bewegliche und unbewegliche Vermögen des Unternehmers schreiten. Eines vollstreckbaren Titels und der Vollstreckungsklausel bedarf es dabei nicht. Bei gerichtlichen Einwendungen des Unter-

nehmers gegen dieses Vorgehen der Bank sind die Gerichte hinsichtlich der Belastung und ihrer Grundlagen an die Feststellung der Finanzbehörden gebunden.

Zweite Durchführungsverordnung zum Aufbringungsgesetz. Vom 4. 12. 25 (RGBl. II, S. 1135). Aufbringungspflichtig sind die Unternehmer aller industriellen gewerblichen Betriebe. Unternehmer des Betriebes ist derjenige, dem das Betriebsvermögen nach den Grundsätzen des Vermögenssteuergesetzes 1925 zuzurechnen ist. Unternehmer sind also auch offene Handelsgesellschaften und Kommanditgesellschaften, nicht aber deren Gesellschafter. Dem Unternehmer steht gleich der Eigentümer eines verpachteten Betriebes. In diesem Falle entfällt die Leistungspflicht zu einem Viertel auf den Eigentümer, zu drei Vierteln auf den Pächter des Betriebes. Wenn durch diese Verteilung Unbilligkeiten entstehen, so entscheidet eine durch die zuständige Berufsvertretung zusammensetzende Schiedsstelle über anderweitige Verteilung.

Der Wert des Betriebsvermögens richtet sich nach den Feststellungen zur Vermögenssteuer 1925. Die Betriebsvermögen von Ehegatten werden zusammengerechnet. Für die Umlage, die Annahme der Zahlungen, die Zustellung des Aufbringungsbescheides ist das Finanzamt, das die Vermögenssteuerveranlagung durchgeführt hat, zuständig. Unternehmer, die nicht mehr als 20 000 M. Betriebsvermögen haben, unterliegen der Aufbringungspflicht nicht.

Hinausschiebung des Termines für die Einreichung der Vermögenssteuererklärung. Auf die Vorstellungen der Spitzenverbände der Wirtschaft hin hat der Reichsfinanzminister am 8. d. Mts. eine Anweisung an die Landesfinanzämter ergehen lassen, daß keine Zuschläge erhoben werden, wenn die Vermögenssteuererklärung bis zum 31. Dezember d. Js. eingereicht wird. Wird dieser Termin nicht innegehalten, so muß die Heranziehung zur Industriebelastung auf Grund der alten Vermögenssteuererklärung 1924 erfolgen.

Keine Ausschreibung der Überweisungsblätter usw. und keine Einlieferung der Markenblätter für 1925 beim Steuerabzug vom Arbeitslohn. Erlaß des Reichsfinanzministers vom 3. 12. d. Js. (R.-St.-Bl. S. 215). Beim Reichsfinanzministerium wird zur Zeit geprüft, inwieweit die jetzigen umständlichen Vorschriften über die Überweisungsblätter, die der Arbeitgeber für jeden Arbeitnehmer am Anfang des Jahres auszufüllen hat, für die Nachweise der einbehaltenen Lohnbeträge und deren Zusammenstellung durch ein einfacheres Verfahren zu ersetzen sind. Mit Rücksicht darauf ordnet der Reichsfinanzminister an, daß die Ausschreibung der Überweisungsblätter, Nachweisungen und Zusammenstellungen für den Steuerabzug (§§ 46, 47 der Durchführungsbestimmungen zum Steuerabzug vom 5. 9. 1925) vorerst nicht vorgenommen wird. Ebenso soll die für den Anfang jedes Kalenderjahres vorgesehene Einreichung der Steuerkarten und Einlagebogen beim Markenklebverfahren an das Finanzamt bis auf weiteres nicht stattfinden.

Schließlich führt der Erlaß aus, daß das Verfahren der Entrichtung des Steuerabzuges durch Markenkleben bei den Kleinbetrieben im bisherigen Umfang auch weiterhin beibehalten werden soll.

Verbandsmitteilungen.

(Beton- und Tiefbau-Wirtschaftsverband E. V. und Beton- und Tiefbau-Arbeitgeberverband für Deutschland E. V., Berlin W 35, Nollendorfsplatz 3 I.)

Herr Baurat A. Lerche, Direktor der Siemens-Bauunion G. m. b. H., Berlin, wurde vor kurzem von der Technischen Hochschule in Danzig zum Dr.-Ing. ehrenhalber ernannt.

Bei gröblicher Pflichtverletzung nicht nur Absetzung des Betriebsrats nach § 39 und 41 BRG., sondern auch fristlose Entlassung möglich.

Von Syndikus Dr. Brunner, Dresden.

Bekanntlich kann der Schlichtungsausschuß bzw. jetzt das Arbeitsgericht nach § 39 BRG. auf Antrag des Arbeitgebers das Erlöschen der Mitgliedschaft eines Vertreters im Betriebsrat und nach § 41 BRG. die Auflösung des Betriebsrates wegen gröblicher Verletzung seiner gesetzlichen Pflichten beschließen. Vielfach begegnet man nun bei den Arbeitnehmern der Annahme, daß dies Vorgehen auf Grund der beiden Paragraphen des BRG. das allein mögliche sei und daß es daher dem Arbeitgeber verwehrt sei, die Schuldigen etwa in anderer Weise zu bestrafen, daß es vor allem nicht zulässig sei, die Betroffenen fristlos zu entlassen. Diese Annahme ist durchaus irrig. Die Mitgliedschaft zum Betriebsrat hängt unter allen Umständen vom Bestehen des Arbeitsverhältnisses ab, d. h. Betriebsrat kann nur ein Arbeitnehmer sein und seine Pflichten können daher nicht losgelöst von den sonstigen Pflichten aus dem Arbeitsverhältnis bestehen. Verstöße, die gegen die den Betriebsräten auferlegten Pflichten erfolgen, schließen daher in der Regel auch zugleich Zuwiderhandlungen gegen die mit dem Arbeitsverhältnis erwachsenden Pflichten in sich (Jur. W. 1922, S. 1737 ff.). Auf diesen Standpunkt hat sich auch die Schiedskammer des Landgerichts Hof vom 16. Juni 1924 gestellt. Es hat sich dabei darum gehandelt, daß sich das Betriebsratsmitglied über die Anordnungen der Betriebsleitung hinwegsetzt und die Arbeitnehmer zur Nichtbeachtung derselben aufgefordert hat. Die Firma hat daraufhin das Betriebsratsmitglied fristlos entlassen und die Schiedskammer des Landgerichts hat

diese fristlose Entlassung als gerechtfertigt bezeichnet und sein Urteil mit den bereits eingangs erwähnten Ausführungen begründet und noch weiter darauf hingewiesen, daß, da dem Betriebsrat und den einzelnen Mitgliedern desselben jeder Eingriff in die Betriebsleitung durch selbständige Anordnungen untersagt ist, der Betriebsrat, wenn er gegen diese gesetzliche Vorschrift verstößt, auch als Arbeitnehmer eine Handlung begeht, die das Gesetz verletzt und unter Ziffer 7 des § 123 GO. fällt. Der Unternehmer ist in solchen Fällen berechtigt, von der fristlosen Entlassung Gebrauch zu machen, auch wenn der Arbeitnehmer Mitglied des Betriebsrates ist. Auf den gleichen Standpunkt hat sich in einem ähnlichen Falle auch das Gewerbegericht Greiz in einem Urteil vom 15. 4. 1924 gestellt. Hier hat es sich darum gehandelt, daß entgegen den Bestimmungen eines verbindlich erklärten Schiedsspruches der Betriebsrat die Arbeitnehmer dahin einflußte, die Leistung von Überstunden abzulehnen. Die Überarbeit ist tatsächlich auch von der Belegschaft verweigert worden. Durch ein Vorgehen ist das Betriebsratsmitglied über seine Befugnisse als solches weit hinausgegangen. Es konnte daher, so begründet das Ge-

werbegericht mit Recht sein Urteil, keinem Zweifel unterliegen, daß das Betriebsratsmitglied durch sein Wirken in dieser Versammlung gegen § 123, Abs. 1, Ziffer 7 GO. verstoßen hat, indem es seine Mitarbeiter zu Handlungen verleitet hat, die gegen die Gesetze verstoßen haben. Denn als ein Verstoß gegen ein Gesetz in diesem Sinne ist nicht nur ein Verstoß gegen die durch die Reichs- oder Landesgesetzgebung dekretierten Gesetze, sondern auch jede Verletzung einer Vertragspflicht anzusehen. (Vgl. dazu Hück, Arbeitsvertragsrecht, S. 208.) Als eine solche Vertragspflicht war zweifellos auch die Ableistung von Überarbeit in dem durch den Schiedsspruch vom 5. März 1924 festgelegten Rahmen anzusehen. Wenn das Betriebsratsmitglied seine Mitarbeiter veranlaßt hat, diese Vertragspflicht zu verletzen, so war eben damit der Tatbestand des § 123, Abs. 1, Ziffer 7 GO. gegeben. Daraus folgt, daß der Arbeitgeber zur fristlosen Entlassung des Betriebsratsmitgliedes berechtigt war. Weiter folgt daraus, daß nach § 96, Abs. 2, Ziff. 3 BRG. die Entlassung des Betriebsrates auch ohne Zustimmung der Betriebsvertretung rechtswirksam war.

PATENTBERICHT.

Wegen der Vorbemerkung (Erläuterung der nachstehenden Angaben) s. Heft 2 vom 25. Januar 1925, S. 67.

A. Bekanntgemachte Anmeldungen.

Bekanntgemacht im Patentblatt Nr. 46 vom 19. November 1925.

- Kl. 37 a, Gr. 4. F 56 945. Hans Fritz, Mödling bei Wien, Alfred Kleinhenz u. Engelbert Kleinhenz, Kirchgasse 35/37, Wiesbaden. Hohlwand. 24. IX. 24. Österreich 8. V. 24.
Kl. 37 f, Gr. 4. H 97 790. Honnefwerke Act.-Ges., Dinglingen, Baden. Freistehender Turm über drei- oder mehrrecksigem Grundriß. 7. VII. 24.
Kl. 80 a, Gr. 22. A 39 087. Ambi-Verwaltung, Kommanditgesellschaft auf Aktien, Berlin SW 68. Vorrichtung zur Herstellung von Betondachziegeln mit lichtdurchlässigen Einlagen. 28. XII. 22.
Kl. 80 a, Gr. 46. K 81 041. Konrad Kisse, Berlin, Dorotheenstr. 54. Verfahren zur Herstellung von Betongegenständen durch Beklopfen der Form während der Füllung und bis zu genauer Ausfüllung des Formraumes. 1. III. 22.

- Kl. 80 b, Gr. 1. H 99 664. Jakob Adolf Hermann. Offenbach a. M., Bernwardstr. 102. Verfahren zur Herstellung von mit einem dauerhaften Farbanstrich versehenen Zementmassen. 9. XII. 24.
Kl. 80 b, Gr. 3. K 93 773. Fa. Fried. Krupp Grusonwerk Akt.-Ges., Magdeburg-Buckau. Verfahren zur Herstellung von Tonerdenschmelzzement. 7. IV. 25.
Kl. 80 b, Gr. 6. C 30 483. Dr. Max Claasg, München, Beethovenplatz 3. Herstellung künstlicher Steinmassen aus Gips. 2. IV. 25.

B. Erteilte Patente.

Bekanntgemacht im Patentblatt Nr. 46 vom 19. November 1925.

- Kl. 19 a, Gr. 28. 422 559. Karl Gerber, Köln a. Rh., Bismarckstr. 70. Einrichtung zum Befördern von räderlosen, an nur einer Schiene angreifenden Mitteldruck-Gleistrückmaschinen. 16. II. 24. G 60 695.
Kl. 65 a, Gr. 54. 422 550. Fa. Atlas-Werke A.-G., Bremen. Elektrische Schleppwinde; Zus. z. Pat. 416 891. 20. IX. 24. A 43 074.

MITTEILUNGEN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR BAUINGENIEURWESEN.

Geschäftsstelle: BERLIN NW 7, Friedrich-Ebert-Str. 27 (Ingenieurhaus).

Hauptversammlung am 1. u. 2. Dezember 1925.

An wissenschaftlichen und festlichen Tagungen hat es in Deutschland im Verlaufe des letzten Sommers und Herbstes nicht gefehlt. Der Ernst der Wirtschaftslage gebietet auch hier, Sparsamkeit obwalten zu lassen. Die Deutsche Gesellschaft für Bauingenieurwesen hat längere Zeit überlegt, ob man dem Wortlaut der Richtlinien folgen und in dieser Zeit überhaupt eine „Ordentliche Mitgliederversammlung“, wie sie in den Richtlinien heißt, veranstalten sollte. Die Notwendigkeit, aus rein geschäftlichen Gründen den erwähnten Richtlinien zu genügen, und der Wunsch, Mitglieder aus verschiedensten Gegenden Deutschlands zu einer gemeinsamen Veranstaltung zusammenzuführen, hat den Ausschlag gegeben. Eine einfache Form ohne jede festliche Veranstaltung schien das Gebot der Stunde. Daß recht viele Mitglieder auch von weither dem Rufe nach Berlin gefolgt waren und sich selbst durch die Unbilden eines strengen Winterwetters nicht abhalten ließen, hat bewiesen, daß das Richtige getroffen war.

Man hat es öfter versucht, die Tagungen wissenschaftlicher Vereine unter einen irgendwie gerade aktuellen Gesichtspunkt zu stellen. Dieser Versuch war bei der Hauptversammlung der D. G. f. B. nicht von vornherein beabsichtigt, er ergab sich aber zwanglos aus den Arbeiten, die die Ortsgruppe Brandenburg in neuerer Zeit besonders in ihren Vorträgen pflegt, der „Wirtschaftlichkeit im Bauwesen“, und in gewissem Sinne auch aus der Notwendigkeit für das deutsche Bauingenieurwesen, die Blicke über das Deutsche Reich hinaus ins Ausland zu lenken.

Wenn von Wirtschaftlichkeit im Bauwesen die Rede ist, so muß der Eindruck vermieden werden, als sage man damit dem Baufachmann etwas völlig Neues. Nicht die Forderung, die jedem Techniker in Fleisch und Blut übergegangen ist, mit geringsten Mitteln das Größtmögliche zu erreichen, ist dem Bauingenieurwesen an und für sich neu. Jede statische Berechnung z. B. dient diesem Zweck. Auf bisher wenig betretenen Wegen muß versucht werden, die Wirtschaftlichkeit zu heben. Baustoffe und Bauarbeiter, Forschungsingenieure und Baubetrieb sollen im Bauingenieurwesen in höherem Maße eine Rolle spielen als bisher und auf den Spuren anderer Fachrichtungen der Technik, insbesondere des Maschinenbaues, den für sie geeigneten, nicht kongruenten aber ähnlichen Pfad voranschreiten.

Die wissenschaftlichen Anstalten, die am Vormittag des 1. Dezember verschiedenen Gruppen von Teilnehmern der Hauptversammlung ihre Pforten öffneten, stehen im Dienste solcher Bestrebungen. Vorträge in Fachvereinen und Bücher haben dem Bauingenieur

in den letzten Jahren geläufig gemacht, was Psychotechnik heißt. Die mechanische Industrie und die Reichsbahnverwaltung haben sich in weitestem Maße bei der Auswahl von Lehrlingen, Arbeitern und Beamten die psychotechnische Eignungsprüfung zunutze gemacht. Darüber hinaus hat die Psychotechnik die Arbeitsvorgänge im einzelnen durchforscht. Das Bauingenieurwesen hat Eignungsprüfung und Forschungsergebnisse bisher wenig beachtet, obgleich die ersten Untersuchungen dieser Art von Amerikanern im Bauwesen vorgenommen worden sind.

Zweifellos können viele Arbeitsvorgänge und die meisten Arbeitsgeräte im Bauwesen an Hand psychotechnischer Durchforschung rationeller gestaltet werden.

Von jeher haben die exakten Wissenschaften im Versuch ein wertvolles Forschungsmittel gesehen. Die Ingenieurwissenschaften sind dem gefolgt. Beim Bauingenieur kann man dem Versuch gegenüber eine größere Zurückhaltung beobachten als beim Maschinenbauer, Schiffbauer, Hüttenmann oder Chemiker. Im Bauingenieurwesen sind viele Vorgänge durch rein mathematische Überlegungen erfassbar. Erheblich später stellte man das Versuchswesen in den Dienst der wissenschaftlichen Forschung. Erst gut ein Jahrzehnt nach Gründung von Maschinenbaulaboratorien entstanden an deutschen Hochschulen Wasserbau- und Festigkeitslaboratorien. Eine der ältesten Forschungsanstalten ist die Staatliche Preußische Versuchsanstalt für Wasser- und Schiffbau auf der Schleuseninsel im Tiergarten zu Berlin. Der Leiter der Anstalt, Oberregierungs- und Baurat Dr.-Ing. Krey, führte in einem Vortrag in die Aufgaben der Versuchsanstalt und ihrer Außenstelle bei Potsdam, wo 20 ha für Versuche zur Verfügung stehen, ein, während sich der Abteilungsleiter Regierungsbaurat Dr.-Ing. Winkel über die wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Erfolge äußerte. Die Anstalt stellt nicht nur allgemein-theoretische Versuche an, sondern auch solche für bestimmte vorliegende Bauaufgaben. Man geht dann daran, die Bauwerke nicht bloß auf Grund theoretischer Überlegungen, vielmehr an Hand der gewonnenen Versuchsergebnisse auszuführen. Das hat in vielen Fällen außerordentliche Kosten für verfehlte Anlagen gespart, also im wahrsten Sinne des Wortes die Wirtschaftlichkeit gefördert.

Älter als der Wasserbauversuch ist die Prüfung der Baustoffe in Materialprüfanstalten. Daß jeglicher Baustoff an Hand wissenschaftlich durchgeführter Versuche entsprechend geprüft werden kann, zeigte die Besichtigung der Abteilung für Baustoff- und Festigkeitsprüfungen des Staatlichen Materialprüfungsamtes in Dahlem. Druck- und Zerreißversuche an Probekörpern, wie sie vorgeführt wurden-

sind zwar dem Bauingenieur geläufig, aber manchem der älteren Generationen in dieser Form und diesem Maßstabe noch unbekannt. Die Auswirkungen von Frost und Nässe auf natürliche und künstliche Gesteine z. B. kann man künstlich vollziehen und entsprechende Beobachtungen anstellen. Zement und Beton haben die Anforderungen an das Prüfwesen mächtig gesteigert. Daß der Eisenbau nicht zurückbleiben will, sah man an der großen Prüfmaschine für ganze Brückenteile, Säulen und schwere Nietverbindungen, die durch Wasserdruck von 400 at Druckkräfte von 3000 t und Zugkräfte von 1500 t ausüben kann.

Die Vorträge am Abend des 1. Dezember behandelten den Fortschritt und die Wirtschaftlichkeit in Baustoffen und Bauweisen.

Regierungsrat Stegmann, Dresden, wies nach, wie bedauerlich es im eigenen Interesse des Hochbaues sei, wenn er sich neuzeitliche Bewegungen zur Verbesserung der Arbeitsmethode und der Baustoffe gegenüber oft zurückhält. Die gewaltigen Fortschritte, die von den Maschineningenieuren nach der wirtschaftlichen Seite gemacht wurden, wirken auch neuerdings auf den konservativen Hochbau ein. Man erkannte, daß unser hochwertiger Ziegel im Flachbau nicht voll ausgenutzt wird und daß in wärmewirtschaftlicher Beziehung Hohlmauern dem Vollmauerwerk überlegen sind. Der kleinformige Ziegelstein ist oft unrationell. So entstanden die Ziegelhohlbauteile, die Material ersparen und wärmetechnisch von Vorteil sind. Der nächste Schritt war es, großformige Baukörper aus Kies oder Schlackenbeton einzuführen; der letzte, die Häuser monolithisch durch Schütt- oder Gußbauweisen herzustellen. Das ist allerdings nur wirtschaftlich, wenn für umfassende Bauvorhaben gleichzeitig Typenpläne verwendet werden. Diese Schwierigkeit wird in Zukunft das Spritzverfahren vermeiden, bei dem die Wand- und Deckenflächen unter Benutzung einfacher Holzhohlkörper gespritzt werden.

In glänzendem, formvollendetem Vortrag behandelte Geh. Regierungsrat Professor Robert Otzen, Hannover, die Aussichten, die die hochwertigen Baustoffe für die wirtschaftliche Gestaltung unserer Bauten bieten¹⁾. Unter aller Vorsicht, die für eine Voraussage in die Zukunft geboten ist, klärte er zunächst die Begriffe „hochwertiger Baustoff“ und „wirtschaftliche Gestaltung“. Er kam zu dem Schluß, daß von hochwertigen Baustoffen nur im Eisenbau und im modernen Steinbau, d. h. im Beton- und Eisenbetonbau die Rede sein kann. Ausführlich legte er dar, wie der hochwertige Baustahl 48 entstanden ist und welche Mehrleistungen er gegenüber dem Stahl 37 und anderen bekannten Sorten erwarten läßt. Im Betonbau ist es das Bindemittel Zement, das in neuester Zeit in stärkerem Maße als früher veredelt wurde. Wie sich die verschiedenen Zemente entwickelt haben und welche Folgerungen aus ihrer Anwendung zu ziehen sind, läßt sich zwanglos herauschälen.

Was der Baubetrieb dazu beiträgt, die Wirtschaftlichkeit zu fördern, läßt sich am ehesten auf einer Großbaustelle übersehen. Wohl die hervorragendste innerhalb Berlins ist zurzeit die des Großkraftwerkes Rummelsburg der Berliner Städtischen Elektrizitätswerke A.-G., die am Vormittag des 2. Dezember besucht wurde. Das Werk wird nach den Plänen des Direktors der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft, Geh. Baurats Professors Dr. Klingenberg, erbaut, den schwere Krankheit hinderte, selbst die in Aussicht gestellte Führung zu übernehmen²⁾. Die Herren der Bauabteilung Rummelsburg der A.E.G. und die der an der Bauausführung beteiligten Firma Wayß & Freytag hatten es in liebenswürdiger Weise übernommen, die Baupläne und die Bauausführung zu erläutern. Das Kraftwerk soll den gesteigerten Ansprüchen der Stadt Berlin an elektrischer Energie gerecht werden. Das Werk wird nach völligem Aufbau 600 000 kW = rd. 764 000 PS leisten, nach dem ersten Ausbau mit drei Hauptturbinen und drei Vorwärmerturbinen 240 000 kW = rd. 320 000 PS. Nächst der Spree wird ein 30 000-Volt-Schaltheis mit Keller, Erdgeschoß und drei Stockwerken von rd. 140 m Länge, 18 m Breite und 19 m Höhe errichtet. Von ihm führen drei Kabelkanäle unter der bestehenden Köpenicker Chaussee hindurch zum eigentlichen Kraftwerk. Dem Wasser zugewandt kommt ein mehrstöckiges Gebäude für die Kühlwasserpumpen, die Siebhäuser für die Wasserreinigung und die Transformatorenkammer mit Schaltanlage. Aus diesem Gebäude wächst das Verwaltungsgebäude mit 35 m Höhe heraus, in dessen oberstem Stockwerk große Rohwasserbehälter eingebaut sind. Dahinter erhebt sich das riesige Maschinenhaus, und mit der Längsachse senkrecht dazu die Kesselhäuser. Das erste wird rd. 140 m lang, 25 m breit und 25 m hoch, die beiden Kesselhäuser je 40 m breit, 75 m lang und 30 m hoch. Alle Häuser werden in Ziegelstein und Eisen gehalten und mit rotbunten Klinkern verblendet. Das Eisenfachwerk bleibt sichtbar. Sämtliche Fundamente, die Grundmauern, die Kabelkanäle und die umfangreichen Kühlwasserkanäle von und zur Spree werden in Beton und Eisenbeton ausgeführt. Beim Besuch der Baustelle waren die Fundamente großenteils fertig, die Aufmauerung erst stellenweis begonnen und durch den strengen Frost unterbrochen. Die Turbinenfundamente haben mit Rücksicht auf die gewaltigen Ab-

¹⁾ Die Vorträge von Stegmann und Otzen werden später ausführlich im Wortlaut veröffentlicht werden.

²⁾ Zurzeit, da diese Zeilen in Druck gehen, findet die Trauerfeier für Professor Klingenberg statt, der am 7. Dezember seiner schweren Erkrankung erlegen ist. Sein Verdienst zu würdigen, mag berufener Seite vorbehalten bleiben; hier sei nur erwähnt, daß er bei den großen, von ihm erbauten Kraftwerken persönlich dieselbe Aufmerksamkeit dem bautechnischen wie dem maschinen- und elektrotechnischen Teil widmete.

messungen der Maschinen große Ausmaße. Die zwei Hauptturbinen werden auf ein gemeinsames Fundament gestellt. Eine Fundamentplatte ist rd. 20 × 26 m groß und 2 m stark, die Platte der Vorwärmerturbinen 6,5 × 13 m groß und 1 m stark. Für die 4 Turbinenfundamente sind insgesamt 3800 m³ Beton erforderlich. Trotzdem der Baugrund gut ist, wird jedes Turbinenfundament auf rd. 300 Betonpfähle von je 8—10 m Länge gesetzt, um die Erschütterungen von der Gebäudegründung fernzuhalten.

Im ganzen sind rd. 22 000 m³ Beton zu verarbeiten, wovon in 24 Stunden mit Rücksicht auf die dringend notwendige Fertigstellung des Kraftwerkes mindestens 400 m³ geleistet werden mußten. Wenn man 2 Maschinen von je 750 l Leistungsfähigkeit aufstellte, waren diese Massen nur bei doppelschichtigem Betrieb und zwar von 2 Maschinen je rd. 100 m³ in einer Schicht zu 7 1/2 Stunden zu bewältigen. Um 100 m³ feste Masse zu erzielen, mußten die Maschinen in einer Schicht rd. 180 Mischungen schaffen. Diese Leistung der Maschinen war nur durch Gußbetonanlage fortzubewegen. Es wurden ein Hauptturm, in dem die Aufzüge liegen, und zwei Verteilungstürme, um die ganze Baufläche zu bestreichen, errichtet. Für den Betrieb genügte eine Schicht von 22 Mann. Bei Lorenbetrieb, der mit Rücksicht auf den Frost zur Zeit der Besichtigung eingerichtet war, war mehr als das Doppelte an Arbeitskräften erforderlich.

Alle Baustoffe werden teils unmittelbar auf der Spree angefahren und in weitgehendstem Maße mechanisch verladen, teils auf den unmittelbar nördlich am Kraftwerk vorbeiziehenden Eisenbahngütergleisen angefahren. In ähnlicher Weise wird später die Kohle, die zermahlen verfeuert wird, teils auf einem besonders zu erbauenden Stichkanal, teils mit der Bahn herangefahren.

Der Besichtigung in Rummelsburg war eine solche auf dem Untergrundbahnhof Nollendorplatz vorhergegangen. Die Berliner Hoch- und Untergrundbahn wird in Zukunft eine vom Westen nach dem Osten durchgehende Linie und eine vom Westen nach dem Zentrum führende, jetzt bereits im Betrieb befindliche Strecke besitzen. Außerdem kommt südwestlich von Schöneberg her eine Strecke, die bisher am Nollendorplatz im inneren Westen endet und später einmal durch den Tiergarten nach dem Nordosten fortgesetzt werden soll. Durch die Kreuzung all dieser Linien mit der bestehenden Strecke, die am Nollendorplatz von der Hoch- zur Untergrundbahn übergeht, entsteht ein gewaltiges unterirdisches Bauwerk mit mehreren Stockwerken, das mit den kreuzungsfrei heranzuführenden Überschneidungen der einzelnen Linien und den dadurch gegeneinander verworfenen Tunnelführungen sehr interessante und schwierige Lösungen erfordert. Die anschließende Baustrecke nach dem Osten zu konnte noch im Bau besichtigt werden, während der Bahnhof selbst fertig, aber noch unbenutzt ist.

Der Blick der deutschen Bauingenieure und der deutschen Bauunternehmungen ist heute noch mehr als vor dem Kriege ins Ausland gerichtet. Aber auch der beamtete Bauingenieur, dessen Tätigkeitsfeld ausschließlich im Inlande liegt, muß den Wunsch haben, sich ein Urteil darüber zu bilden, wie das Ausland Ingenieuraufgaben auffaßt und löst. Studienreisen ins Ausland waren viele Jahre lang nicht und sind heute kaum möglich. Es wurde daher eine kleine — zur größeren Reichte der Raum nicht — Ausstellung von Plänen und Photographien ausländischer Ingenieurbauten veranstaltet. Durch das Entgegenkommen einiger deutscher und ausländischer Herren war es möglich, bemerkenswerte holländische, schwedische, amerikanische, argentinische, ägyptische und russische Ingenieurbauten zu studieren.

Am Abend des 2. Dezember sprach zum Schluß in einem gemeinschaftlich mit dem Berliner Bezirksverein des Vereines deutscher Ingenieure und der Arbeitsgemeinschaft für Auslands- und Kolonialtechnik veranstalteten Vortrag Professor Dr.-Ing. Ludin, Charlottenburg, über ein wichtiges Gebiet für die Auslandsrätigkeit des deutschen Ingenieurs, über Transkaukasien und seine Wasserwirtschaft. Niederschlagsverhältnisse und Charakter der Flüsse dieses Landes sind sehr verschieden. Die der russischen Sowjetrepublik angehörigen Staaten von Transkaukasien haben unter Leitung von Professor Ludin durch ihre Ferromangankommission Studien über die Ausnutzung der Wasserkräfte des Rion und des Zschenis-Zkali angestellt, ebenso über die der Flüsse Kura und Arax für Bewässerungsentwürfe. Bemerkenswert ist auch ein Entwurf, den 1400 km² großen Goktschasee zu wasserwirtschaftlichen Zwecken auszunutzen. Eine Reihe von Entwürfen wird bereits ausgeführt.

In den wissenschaftlichen Teil der Hauptversammlung war ein geschäftlicher eingefügt. In ihm berichtete der Geschäftsführer im Anschluß an den „Rückblick auf die Tätigkeit“ im Jahrbuch der Gesellschaft kurz über die Geschäftslage und über die Kassenverhältnisse. Auf Antrag der Rechnungsprüfer Professor Weihe und Oberbaurat Reiner erhielten Vorstand und Geschäftsstelle für ihre Geschäfts- und Kassenführung in der vergangenen Geschäftsperiode Entlastung. Dem in der unmittelbar vorhergegangenen Vorstandssitzung gestellten Antrage entsprechend wurde der Beitrag für 1926 wie folgt festgesetzt: Jährlich 8 RM., für Mitglieder, die gleichzeitig dem V. d. I. angehören, 6 RM., für Jungmitglieder 3 RM.

Allen denen, die durch Vorträge, Führung bei den Besichtigungen, Überlassung von Ausstellungsmaterial und in ähnlicher Weise zum Gelingen der Ordentlichen Mitgliederversammlung 1925 beigetragen und die uns durch ihre Teilnahme als Mitglieder, als Vertreter von Behörden oder Körperschaften erfreut haben, sei auch an dieser Stelle im Namen des Vorstandes der D. G. f. B. herzlichster Dank ausgesprochen.

Bacr.

DER BAUINGENIEUR

berichtet über das Gesamtgebiet des Bauwesens, über Baustoff und Konstruktionen, über wirtschaftliche Fragen und verfolgt auch die für den Bauingenieur wichtigen Normungsfragen. Originalbeiträge nehmen an:

Professor Dr.-Ing. Max Förster, Dresden } Technische Hochschule, Bauingenieur-
Professor Dr.-Ing. W. Gehler, Dresden } Gebäude, George Bähr-Straße 1
Professor Dr.-Ing. E. Probst, Karlsruhe i. B., Technische Hochschule;
Reg.-Baumstr. Dr.-Ing. W. Petry, Direktor des Deutschen Beton-Vereins Obercaassel
(Sitzkreis)

Dipl.-Ing. W. Rein, Leiter der techn. Abteilung des Deutschen Eisenbau-Verbandes
Berlin W 9, Linkstraße 16;

Alle sonstigen, für die Schriftleitung bestimmten Mitteilungen, Bücher, Zeitschriften usw. werden erbeten unter der Adresse:

Schriftleitung „Der Bauingenieur“,
Dresden, Technische Hochschule, Bauingenieur-Gebäude
George Bähr-Straße 1.

erscheint wöchentlich und kann im **In- und Auslande** durch jede Sortimentsbuchhandlung, jede Postanstalt oder den unterzeichneten Verlag bezogen werden. Preis vierteljährlich für das In- und Ausland 7,50 RM. Hierzu tritt bei direkter Zustellung durch den Verlag das Porto bzw. beim Bezuge durch die Post die postalische Bestellgebühr. Einzelheft 0,80 RM zuzüglich Porto.

Mitglieder des Deutschen Eisenbau-Verbandes, des Deutschen Beton-Vereins, sowie der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen haben bei direkter Bestellung beim Verlag Anspruch auf einen Vorzugspreis.

Preis der Inland-Anzeigen: Ganzseiten; 180 RM.

Kleine Anzeigen: 0,18 RM für die einspaltige Millimeter-Zeile.

Bei 19 26 52 maliger Wiederholung innerhalb Jahresfrist

10 20 80% Nachlaß. Für Vorzugsseiten besondere Vereinbarung.

Die Zahlung hat innerhalb 14 Tagen nach Rechnungsdatum (für Gelegenheitsanzeigen und Stellengesuche sofort bei Bestellung) **nur** auf Postscheckkonto 118935 Berlin **Julius Springer** abzug- und spesenfrei zu erfolgen. Bei Zahlungsverzug werden die üblichen Bankzinsen berechnet.

Klischee-Rücksendungen erfolgen zu Lasten des Inserenten.

VERLAGSBUCHHANDLUNG JULIUS SPRINGER, BERLIN W 9, LINK-STRASSE 23/24.

Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050-53.

Drahtanschrift: Springerbuch Berlin.

Reichsbank-Giro-Konto. Deutsche Bank, Berlin, Depositen-Kasse C. Postscheckkonten: für Bezug von Zeitschriften und einzelnen Heften: Berlin Nr. 20120 Julius Springer, Bezugsabteilung für Zeitschriften; für Anzeigen, Beilagen und Bücherbezug: Berlin Nr. 118935 Julius Springer.

INHALT

* bedeutet Abbildungen im Text.

	Seite		Seite
Herrn Wirklichen Geheimen Oberbaurat a. D. Dr. phil. Dr.-Ing. e. h. Hermann Zimmermann zum 80. Geburtstage. Von Dr. Bohny	1011*	Der Einsturz der Funktürme in Norddeich. Von Dr.-Ing. Dr. techn. Schaper	1025
Über die Bedeutung Zimmermanns als Forscher. Von Professor Dr.-Ing. Kurt Beyer	1013	Kurze technische Berichte	1026
Beitrag zur Berechnung von Behälterböden und Stützen. Von Dipl.-Ing. W. Clemens, Berlin-Friedenau. (Fortsetzung und Schluß von Seite 996)	1015*	Zur Berechnung dreischiffiger kontinuierlicher Hallenrahmenbinder mit überhöhtem Mittelschiff. Von Dr.-Ing. Richard Hoffmann, dzt. Paderborn i. W.* — Berichtigung zum Aufsatz Schroeter in Heft 34. — Mitteilung zur Festschrift der Wayß & Freytag A.-G.	
Nachruf für Dr.-Ing. e. h. Friedrich Meythaler. Von Oberbaurat a. D. H. Cassinone	1021	Wirtschaftliche Mitteilungen	1027
Zur Theorie steif bewehrter Gewölbe. Von Privatdozent Dr.-Ing. J. Fritsche, Prag. (Fortsetzung von Seite 1004.)	1022*	Gesetze, Verordnungen, Erlasse. — Verbandsmitteilungen. — Bei gröblicher Pflichtverletzung nicht nur Absetzung des Betriebsrats nach § 39 und 41 BRG., sondern auch fristlose Entlassung möglich.	
Bemerkungen zu der Besprechung des Wettbewerbes um den Entwurf der Friedrich-Ebert-Brücke über den Neckar in Mannheim in Nr. 28/29 bis 33 des „Bauingenieur“ 1925. Von Professor Kayser	1024	Patentbericht	1029
Erwiderung auf die Zuschrift Kayser. Von Dr.-Ing. e. h. Karl Bernhard	1025	Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen	1029
Die Literaturschau, bearbeitet und gesammelt von Reg.-Baumeister Dipl.-Ing. G. Ehnert, Dresden, befindet sich hinter der Textseite 1026.		Hauptversammlung am 1. und 2. Dezember 1925.	
		Die Baunormung (Mitteilungen des Normenausschusses der deutschen Industrie)	65/68

DIFFERDINGER BREITFLANSCHTRÄGER

IN NORMAL- UND HOCHBAUSTAHLGÜTE



**HEINR. AUG. SCHULTE
A. K. T. - G. E. S.
DORTMUND**

HANNOVER - BERLIN - HAMBURG - LEIPZIG - CASSEL - NÜRNBERG

ALLEINVERKAUF FÜR DEUTSCHLAND

DYWIDAG
 Dyckerhoff & Widmann A.G.
 Biebrich a./Rh.
 gegr. 1865

Wasser- & Schutten
 Ramm- & Arbeiten
 Nass- u. Trocken-
 Baggerungen



Niederlassungen bezw. Vertretungen
 an den wichtigsten Plätzen im In- u.
 Ausland

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erscheint:

**Die
 selbsttätigen Pumpenventile
 in den letzten 50 Jahren**

Ihre Bewegung und Berechnung

Von

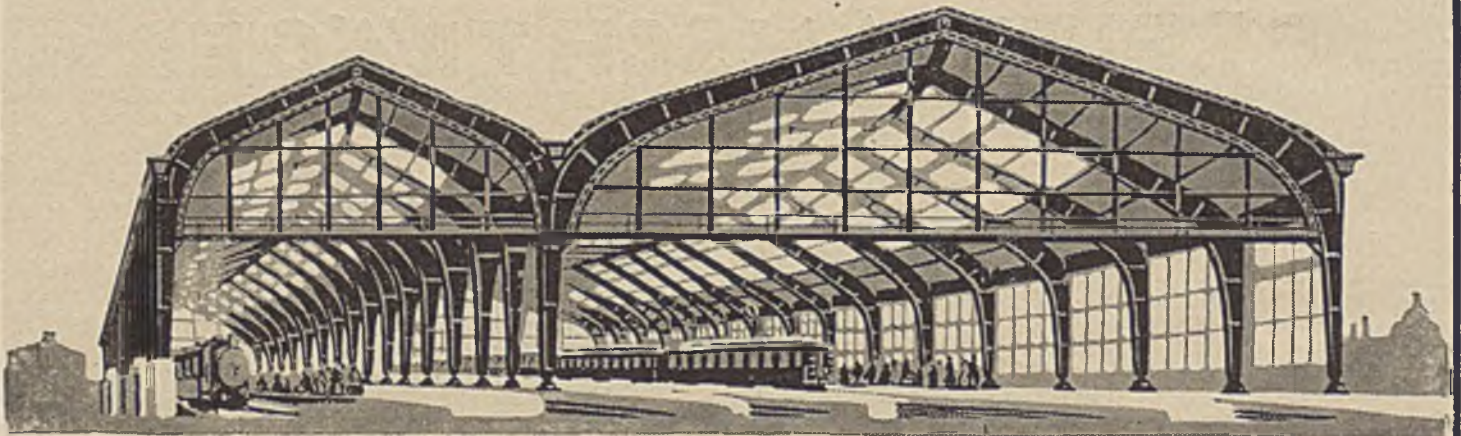
Dipl. Ing. R. Stückle

außerordentlicher Professor und Obergeringieur
 am Ingenieur-Laboratorium der Technischen Hochschule
 Stuttgart

301 Seiten mit 183 Textabbildungen
 und 8 Tafeln

25,80 RM. gebunden 27,30 RM.

EISEN-HALLEN
 BAHNHOF FRIEDRICHSTRASSE, BERLIN 1923.



EISENBAUWERKE
BEUCHELT u. Co, GRÜNBERG i. SCHL.
BRÜCKENBAU + EISENHOCHBAU
WAGGONBAU + TIEFBAU