

DER BAUINGENIEUR

5. Jahrgang

31. März 1924

Heft 6

DIE BAUNORMUNG.

Vortrag, gehalten in der Sitzung des Reichskuratoriums für wirtschaftliche Fertigung, am 30. Juni 1923.

Von Direktor Hans Schmuckler.

Im Gegensatz zu der Normung im Maschinenbau, bei der es sich um verhältnismäßig einfache Gegenstände handelt, die in größerem Maße fabrikmäßig hergestellt werden können, liegen die Verhältnisse bei der Baunormung ungleich schwerer. Zwar gibt es auch bei dieser verschiedene Dinge, die der Normung leicht zugänglich sind — erinnert sei z. B. an das Normalziegelmaß, welches bereits seit 1872 Geltung hat —, das Gebiet ist aber so vielseitig, und die Normung ist von so vielen verschiedenen Faktoren abhängig, daß hier weit größere Schwierigkeiten zu überwinden waren, als bei den Normungsarbeiten der Maschinenindustrie. Außer der Normung des Ziegelmaßes gehört zur Baunormung auch die Normung der Walzprofile durch die Normalprofilbuch-Kommission, deren Arbeiten bereits in den achtziger Jahren zu einem gewissen Abschluß gelangten. Die Normallieferungsbedingungen für Eisenbauwerke sind 1886 in Gemeinschaftsarbeit des Vereines deutscher Ingenieure, des Verbandes deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine und des Vereins deutscher Eisenhüttenleute aufgestellt worden. Normen für Portlandzement sind seit sehr langer Zeit bekannt, ebenso sind in diesem Zusammenhang zu erwähnen die im Jahre 1882 zuerst aufgestellten „Vorschriften für gußeiserne Muffen und Flanschrohre“, die seit 1904 geltenden „Normen für Dachpappe“ und die in den verschiedenen Bundesstaaten bestehenden Normen für Eisenbahnenbaumaterial.

Die durch den Krieg verursachten außergewöhnlich schwierigen Verhältnisse im Bauwesen, das jahrelange Darniederliegen des Wohnungsbaues und die damit zusammenhängende außergewöhnliche Wohnungsnot, schließlich die gewaltig gestiegenen Baukosten führten fast von selbst dazu, der Normung alle ihr zugänglichen Baubestandteile zuzuweisen. So wurden durch Zusammenarbeit der Behörden mit den in Betracht kommenden Zweigen der Industrie und des Handwerks Fenster, Türen und dgl. genormt, und zur Vermeidung einer Verzettlung dieser Normungsarbeit die „Reichshochbaunormung“ geschaffen, welche alle Kreise des Bauwesens, soweit sie für das Kleinhaus Bedeutung haben, umfaßt und die ihre Sondergruppe in z. Z. 24 Ländern und Provinzen besitzt.

In dieser „Reichshochbaunormung“ werden alle Bauaufgaben des Kleinhauses, ausgehend von der „Grundnorm für die Geschoßhöhen“ von 2,6, 2,8, 3 und 3,2 m unter Wahrung handwerksgerechter Arbeit bei sparsamstem Rohstoffverbrauch genormt¹⁾.

Außer den zweiflügeligen und dreiflügeligen Fenstern sind Normen herausgegeben für gußeiserne Kanalisationsgegenstände, Keller und Deckensinkkasten, Straßensinkkasten, für Dachrinnen und Abfallrohre, Dachziegel, Steinstufen aus Naturstein und Beton, für Dachhölzer, Beschläge und Einlaßecken, für Fenster und Türen mit Fenstergetriebe und Schösser. Einheitliche Lieferungsbedingungen werden z. Z. gemeinsam mit dem Reichsverdingungsausschuß bearbeitet.

Die Baunormen haben sich bereits gut eingeführt und bilden in einzelnen Ländern die Grundlage für Gewährung

1) Durch ausgeführte Kleinhäuser mit genormten Fenstern, Türen und Treppen ist der Beweis erbracht, daß trotz der Verwendung von Normteilen die ästhetische Wirkung nicht beeinträchtigt wird.

von Bauzuschüssen, da die genormten Bauteile erwiesenermaßen etwa 25 vH billiger sind als die nichtgenormten.

In diesem Zusammenhange sei erwähnt, daß bei den gußeisernen Straßensinkkasten an die Stelle von 380 Modellen, nach der Normung 8 Modelle getreten sind.

In Vorbereitung sind außer den Hofsinkkasten, Schacht- abdeckungen, Absperrschiebern die gußeisernen Abflußrohre, ebenso die Neubearbeitung von Vorschriften für die Lieferung derartiger Bauteile.

Von den Zementwaren im Kanalisationswesen sind die runden und eiförmigen Betonrohre vereinheitlicht und die Normen für die Lage der Seiten- und Scheiteleinlässe für Schacht- und Verjüngungsringe festgelegt.

Von den Straßenbaustoffen ist die Normung abgeschlossen und die Normenblätter sind herausgegeben für Kabelformstücke, Kleinpflastersteine, Bordschwellen, Bordsteine und Bürgersteigplatten aus Naturstein und Beton, für Grenz- und Nummernsteine. Dagegen ist es bisher nicht gelungen, die Normung der Reihenpflastersteine durchzuführen.

Der „Ausschuß für Straßenbrücken“ hat unter der Obmannschaft des Herrn Ministerialrat Dr. Ellerbeck, unter Mitarbeit des Reichsverkehrsministeriums und der in Betracht kommenden Landes- usw. Behörden die schwierige Normungsarbeit für „Abmessungen, Berechnungsverfahren und Konstruktionsgrundsätze für eiserne, Eisenbeton- und Holzbrücken“ aufgestellt, welche das Gegenstück zu den Grundlagen der Reichseisenbahnbrücken bilden. Die Abmessungen für Straßenbrücken sind endgültig²⁾ und durch Erlaß des Reichsverkehrsministeriums und des Landwirtschaftsministeriums eingeführt, die „Belastungsannahmen für Straßenbrücken“ unterliegen z. Z. der öffentlichen Kritik³⁾.

Für die „konstruktive Durchbildung und Festlegung der Rechenungsverfahren“ werden für eiserne Brücken in der Normungskommission des Deutschen Eisenbau-Verbandes, für Eisenbetonbrücken im Deutschen Ausschuß für Eisenbeton und für Holzbrücken in der wissenschaftlichen Kommission des Deutschen Holzbauvereines geeignete Vorschläge ausgearbeitet.

Die Brückennormung erstreckt sich bis zu einer größten Fahrbahnbreite von 7,5 m; alle größeren Brücken scheiden als Sonderfälle von der Normung aus.

In einer besonderen Normungskommission werden im Deutschen Eisenbauverband auch Konstruktionsnormen des Brücken- und Eisenhochbaues bearbeitet, von denen ein Teil im „Bauingenieur“ veröffentlicht worden ist. Von diesen Arbeiten seien genannt: Wurzelmaße von Walzprofilen, Nietabstände, Brückenaufleger, Eisenfachwerkwände, Gerberpfetten, Gerbergelenke, Pfettenbelastungen und eiserne Fenster.

In Arbeit befindlich sind Normen für: Dacheindeckungen, Lüftungseinrichtungen, Tore, Verankerungen, eiserne Treppen usw.

Eine große Schwierigkeit bei all diesen Normungsarbeiten liegt in der ständig wechselnden Wirtschaftslage Deutschlands und damit im Zusammenhang in dem veränderlichen Ver-

2) „Die Baunormung“, 1. Jahrg., Nr. 2.

3) „Die Baunormung“, 2. Jahrg., Nr. 6.

hältnis zwischen Materialkosten und Arbeitslohn. Dadurch ist eine einheitliche konstruktiv und wirtschaftlich günstige Norm nur sehr schwer zu erzielen.

Eine für den gesamten Hochbau sehr wichtige Frage ist die der „einheitlichen technischen Baupolizeibestimmungen“ (ETB.), welche schon seit vielen Jahren angestrebt wurden. Unter der Obmannschaft des Herrn Reg.- und Baurat Marcuse wurde der „Ausschuß für einheitliche technische Baupolizeibestimmungen“ ins Leben gerufen, welcher sich dem „Normenausschuß“ angeschlossen hat. Diesem Ausschuss gehören die Reichs-, Staats- und Kommunalbehörden, die Materialprüfungsämter, der Betonverein, der Deutsche Eisenbauverband, der Holzbauverband, der Reichsverband für das Tiefbaugewerbe, der VDI., der Verband Deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine und der Verein technischer Oberbeamten als Mitglieder an. Fertig bearbeitet sind von vorgenanntem Ausschuss: die Vorschläge für einheitliche Beanspruchung von Flußeisen (Din 1050), von Gußeisen und Stahlguß (E 1051), von Holz (E 1052), von Mauerwerk und künstlichen Steinen (E 1053), die Beanspruchung des Baugrundes (E 1054), ferner die wirtschaftlich sehr wichtigen Vorschläge für Verkehrslasten und Lastverminderung (E 1055) und für einheitliche Mauerstärken.

Die endgültige Regelung der „Knickfrage“ konnte leider noch nicht erreicht werden, weil diese einer weiteren eingehenden Bearbeitung bedarf. Der Ausschuss für E. T. B. mußte sich deshalb damit begnügen, bis auf weiteres die bestehenden behördlichen Vorschriften als maßgebend gelten zu lassen, und hat eine besondere Kommission mit dem weiteren Studium dieser wichtigen Frage des Bauwesens beauftragt. Die ETB.-Bestimmungen sollen nach endgültiger Annahme den Behörden zur allgemeinen Einführung empfohlen werden.

Der „Ausschuß für Schornsteinbau“ bearbeitet z. Z. als Hauptaufgabe die Aufstellung „einheitlicher Vorschriften für die Berechnung gemauerter und Eisenbetonschornsteine“. Der „Deutsche Ausschuss für Eisenbeton“, welcher mit dem Normenausschuß in enger Fühlung steht, sieht seine Hauptaufgabe in der Bearbeitung und Überprüfung der „amtlichen“ Bestimmungen für die Ausführung von Eisenbetonbauwerken. Die gleiche Aufgabe für den Eisenbau hat der Ausschuss für „Normalbedingungen für die Lieferung von Eisenbauwerken“, welche letztmalig 1921 herausgegeben wurden und deren Neuherausgabe Ende dieses Jahres bevorsteht. Diese Normalbedingungen umfassen einen Teil der Arbeiten der „Werkstoffnormung und der Prüfungsbestimmungen für Eisen und Stahl“ und berühren ein Gebiet, welches für Bauwesen und Maschinenbau gleichgroße Bedeutung hat.

Neben diesen Arbeiten laufen die Normungsarbeiten für Straßenbahnbau und für Feldbahngerät. Die Normung des Klein- und Straßenbahnmaterials hat der Verein deutscher Klein- und Straßenbahnen durchgeführt, und größtenteils be-

endet. Die „Verkehrstechnik“ hat in einem Sonderhefte vom Mai 1922 das Ergebnis veröffentlicht. Aus der Normung des Oberbaues seien die Regelformen für Rillen- und Kopfschienen, für Laschen und Laschenbolzen sowie der Unterlagsplatten erwähnt. Die Normung der Schienennägel und Schwellenschrauben sowie der Querschwellen ist noch nicht abgeschlossen. Die Vereinheitlichung der Betriebsmittel (Radsätze, selbstlüftende Gleichstrom-Straßenbahnmotoren, Umschalthebel, Fahrkurbel, Schleifbügel) sowie der Fahrleitungsanlage (Maste, Spannschrauben, Wellenisolatoren, Fahrdrähte, Klemmen und Schienenverbinder) ist teils durchgeführt, teils in Angriff genommen.

Im Ausschuss für Feldbahngeräte sind Normenentwürfe in Vorbereitung für liegendes und rollendes Material. In Zusammenarbeit mit den führenden Verbänden des Tiefbaugewerbes und der interessierten Industrien (Bergbau, Ton- und Ziegelindustrie usw.) werden gemeinsam mit dem Bunde deutscher Feldbahnindustrieller Normen für Schienen- und Schwellenprofile mit dem zugehörigen Kleineisenzeug, ferner für Weichen und Drehscheiben aufgestellt. Bei dem rollenden Material sind Normen für Kasten- und Muldenkipper, insbesondere einheitliche Festlegung von Inhalt und Spurweite sowie Normen für Pufferung und Zugvorrichtung, Radsätze und Lagerung vorgesehen.

Wie dringend notwendig diese Normen sind, ist wohl jedem klar, der die Schwierigkeit des Ersatzes durch passende Einzelteile auf der Baustelle oder im Betriebe des Bergbaues kennt. Immer mehr macht sich das Bestreben bemerkbar, durch zentrale Beschaffungsstellen diese Schwierigkeiten zu beheben.

Nicht zuletzt sei auch auf die Normungsarbeiten auf dem Gebiet des landwirtschaftlichen Wasserbaues verwiesen. Gar zu leicht denkt man bei den Worten Wasserbau und Wasserwirtschaft nur an die Ausnutzung für Verkehrszwecke und Kraftgewinnung. Daß eine planmäßige Wasserwirtschaft aber auch die Regelung des Wasserbedarfs von Feld und Flur umfaßt, wird gar zu leicht vergessen. Dieser Vernachlässigung ist es mit zuzuschreiben, daß die Maßnahmen der Kulturtechnik vielfach noch die gleichen sind wie vor hundert Jahren und daß die technischen Anlagen, die der Be- und Entwässerung von Ländereien dienen sollen, gefühlsmäßig und ohne einwandfreie Kenntnis der Bodeneigenschaften durchgeführt werden.

Hier setzen die Normungsarbeiten des Ausschusses für Kulturtechnik ein. Grundlegende wissenschaftliche Abhandlungen haben zur Konstruktion von Bodenprüfungsmethoden und -apparaten geführt, die Ende dieses Jahres einer unparteiischen Konferenz unterworfen werden und die Grundlage für einheitliche Vorschriften bilden sollen. Diese Arbeiten vollziehen sich unter Mitarbeit der zuständigen Behörden sämtlicher Länder und haben bereits in ihren Anfängen weit über die Grenzen des Reiches hinaus Aufsehen erregt.

HUBERT ENGELS.

Mit dem Abschlusse dieses Wintersemesters trat der ordentliche Professor für Wasserbau an der Technischen Hochschule Dresden, Geheimer Rat Prof. Dr. Dr. Hubert Engels, nachdem er am 25. Januar d. J. seinen siebenzigsten Geburtstag gefeiert hatte, in den Ruhestand. Mit ihm scheidet aus dem akademischen Lehrberufe einer der hervorragendsten Gelehrten und Ingenieure, der in den letzten Jahrzehnten die wissenschaftliche Technik in Deutschland von Erfolg zu Erfolg geführt und zu gleicher Zeit eine weltumspannende Tätigkeit als Ingenieur zur Ehre des deutschen Namens entfaltet hat. Allen Bauingenieuren, nicht nur innerhalb Deutschlands, sondern auch weit über dessen Grenzen hinaus, ist der Name Hubert Engels ein wohlvertrauter. War es doch Engels beschieden, den wissenschaftlichen Wasserbau durch seine führenden und neue Wege weisenden Gedanken auf

die Bahn der Versuchsforschung zu führen und durch seine grundlegenden Arbeiten auf diesem Gebiete die — von vielen Fachgenossen zunächst angezweifelte — Beweise dafür zu erbringen, daß bei sinngemäßer Durchführung Modellversuche im kleinen durchaus zutreffende Schlüsse auf die Bewegung, die Arbeit und die umgestaltende Kraft des Wassers im großen in natürlichen und künstlichen Wasserläufen, gleichwie in dem Gebiete der Meere und seiner Häfen zu ziehen erlauben. Als Schöpfer des ersten Flußbaulaboratoriums in der Welt im Jahre 1890—91 gelang es Engels, im Laufe der kommenden Jahre in seinen stetig weiter ausgebauten und bis zu höchster Vollkommenheit entwickelten Versuchsanstalten für Wasserbau die wichtigsten Vorgänge hydrotechnischer Art, die schwierigsten Probleme des Fluß- und Seebaues experimentell zu erforschen und für die Ausführung im großen in vielen Fällen auf rein

versuchsmäßigem Wege die Grundlagen für eine erfolgreiche Lösung zu finden. Hiervon geben neben Korrektionsarbeiten an allen unseren deutschen Strömen, die nach Engels' Laboratoriumsversuchen ausgeführt wurden, in gleicher Weise die Ausbauten unserer deutschen Binnen- und Seehäfen, nicht minder besonders schwierige Probleme gleicher Art im Auslande Kunde. Überall zeigte sich hier, wie genau durch den Versuch die Wirkung der wasserbaulichen Anlagen sich vorausbekannt läßt, wie aber zugleich der Versuch auch das einzige Mittel ist, dies in umfassender und wirtschaftlich zutreffender Art tun zu können. So ist denn Engels nicht nur ein Führer auf dem technischen Boden des Wasserbaues geworden, sondern weit darüber hinaus hat seine weitschauende Versuchskunst auch in volkswirtschaftlichem Sinne den allein richtigen Weg zum Erfolge gewiesen. Und wenn heute in fast allen Kulturstaaten, die an größere Wasserbauten herantreten müssen, Wasserbauversuchsanstalten nach dem Dresdener Vorgange geschaffen worden sind, so stehen sie alle auf dem wissenschaftlichen Fundament, das Hubert Engels gegründet.

Einen Ausfluß der vielgestaltigen Versuche im Dresdener Flußbaulaboratorium bilden die zahlreichen Veröffentlichungen von Engels über die Ergebnisse seiner Arbeiten. Sie finden sich vorwiegend im Zentralblatt der Bauverwaltung, in der Z. f. Bauwesen, in der Z. d. V. D. I., in der Z. d. österr. Ing. u. Arch. V., in der Z. f. Binnenschifffahrt, im Bauingenieur u. a. m. Sie geben in ihrer Gesamtheit, ein geschlossenes Bild einer selten erfolgreichen, großzügigen Forschertätigkeit. Ihre Zusammenfassung mit all den reichen Erfahrungen von Engels aus eigener baulicher Praxis und in steter engster Fühlung mit ihr während seiner Lehrtätigkeit zeigt weiter das zu dem führenden Werke und Lehrbuche im Gebiete des Wasserbaues gewordene, bereits in dritter Auflage vorliegende „Handbuch des Wasserbaues für das Studium und die Praxis“ von Engels. Es ist das eines der Werke, das in vorbildlicher Art die innige Verbindung von Wissenschaft und Praxis in der Gegenseitigkeit und Ergänzung ihrer vielgestaltigen Beziehungen verkörpert und ein glanzvolles Zeugnis echt deutscher Forscher- und Ingenieurarbeit abgibt.

Das Bild der Lebensarbeit von Hubert Engels würde kein vollständiges sein, wollte man nicht auch seiner Tätigkeit als akademischer Lehrer und seiner rein menschlichen Eigenschaften gedenken. Ein hervorragender Beherrscher des freien Wortes, verstand Engels es, als akademischer Lehrer die hohe Begeisterung, die ihn selbst für sein Lehrgebiet erfüllte, auch auf seine Zuhörer zu übertragen. Die Liebe und Verehrung seiner alten Schüler fand deshalb einen wundervollen Ausklang bei dem Abschiedskolleg, das Engels am 27. Februar d. J. las,

und das auf Wunsch seiner, aus allen Teilen des Reiches herbeigeeilten ehemaligen Zuhörer sich zu einer besonders weihvollen Abschiedsstunde gestalten sollte. Wurde doch in Verbindung mit dem Abschlusse der fast 40 jährigen akademischen Tätigkeit Engels' von seinen früheren Schülern für die Dresdener Hochschule eine Engels-Plakette gestiftet, die alljährlich dem nach Urteil des Fachvertreters tüchtigsten Studierenden des Wasserbaues als Anerkennung verliehen werden und so dauernd die Erinnerung an den genialen Forscher und verehrten akademischen Lehrer mit der Hauptstätte seiner Lebensarbeit verketten soll.

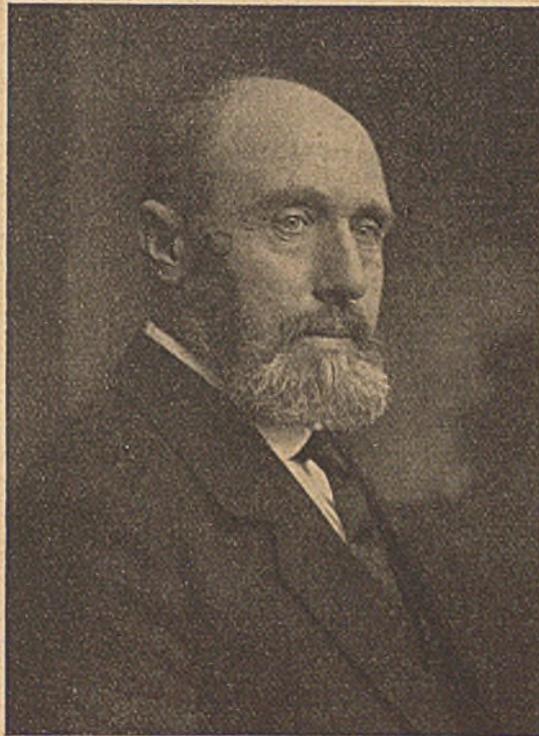
Aber nicht nur als Forscher und Lehrer hat Engels in seinem akademischen Amte gewirkt; auch als weitschauender Organisator hat er sich im Interesse der Entwicklung der deutschen Technischen Hochschulen und namentlich ihrer Bauingenieurabteilungen betätigt. Der Gesamtausbau der Dresdener Abteilung ist vorwiegend sein Werk; bei Gründung der Danziger Schwesteranstalt, ebenso in Breslau, wurde sein Rat begehrt, bildeten seine auf reiche Erfahrung gegründeten und in enger Fühlung mit Althof gegebenen Ratschläge ein Leitmotiv beim Ausbau der neuen Hochschulen. In gleicher Art ist in vielen lebenswichtigen Fragen der deutschen Technischen Hochschulen sowie bei ihrer Fortentwicklung und Ausgestaltung in vielen Einzelfällen die sachkundige Erfahrung von Engels für die Entscheidung der Ministerialinstanzen wegweisend gewesen.

Und endlich sei noch der menschlichen Eigenschaften von Hubert Engels gedacht. Ein Sohn Westfalens und der Rheinlande — geboren in Mühlheim a. d. Ruhr —, vereinigt er in sich die bezeichnenden Eigenschaften seiner Heimat in besonders glücklicher Weise,

verbindet er mit tief sittlichem Ernste, strenger Pflichterfüllung und opferfreudiger treuer Hingabe an sein Volk und seinen Beruf eine gewinnende, seltene persönliche Liebenswürdigkeit und einen nie versagenden, echten Frohsinn. Das sind Eigenschaften, die ihn jedem unvergeßlich machen, der einmal — selbst auf kürzere Zeit — in den Bannkreis dieser seltenen Persönlichkeit trat, Eigenschaften, die das Bild des aufrechten, liebenswürdigen, sonnigen Menschen, des erfolgreichen Forschers, des hochverehrten akademischen Lehrers, Kollegen und begnadeten Ingenieurs in der Erinnerung eines jeden dauernd festhalten werden.

Möge Hubert Engels, der in voller körperlicher und geistiger Frische nun in sein achtens Lebensjahrzehnt eingetreten ist, noch ein sonniger, ungetrübter Lebensabend beschieden sein, an dem es ihm gegeben sei, noch weiter seiner Wissenschaft zu dienen, aber auch all die Früchte seiner dem Dienste der Allgemeinheit gewidmeten Lebensarbeit und der treuen Verehrung und Dankbarkeit seiner Fachgenossen, alt und jung, zu ernten.

M. F.



Hubert Engels.

DIE BETRIEBSSTATISTIK IN DEN EISENBAUWERKSTÄTTEN.

Von Oberingenieur E. Schellewald, Dortmund.

Übersicht. Nach einigen allgemeinen Ausführungen über die Ziele und Zwecke sowie den Aufbau der Statistik werden verschiedenartige Beispiele für die Anwendung derselben erläutert und die Erfolge der Statistik gezeigt.

Im gleichen Maße, in welchem der Umfang eines industriellen Werkes zunimmt, wachsen für die Leitung desselben die Schwierigkeiten, die geschäftlichen Vorgänge sowohl in ihrer Gesamtheit wie auch vor allem in ihren Einzelheiten mit der erforderlichen Sorgfalt und Genauigkeit zu beobachten; damit verringert sich naturgemäß die Möglichkeit, diese Vorgänge rechtzeitig in entsprechender Weise zu beeinflussen. Hat ein Werk eine bestimmte Größe erreicht, so wird sich die Werksleitung, auch wenn ihre Arbeitskraft auf das äußerste angespannt wird, damit begnügen müssen, Fehler, die durch Zufall oder durch ihre stark hervortretenden Folgen erkannt werden, zu prüfen und abzustellen; kleinere Fehler und Mißstände werden sich aber der Beobachtung entziehen. Wenn nun im einzelnen die Folgen derselben nicht immer von größerer, ausschlaggebender Bedeutung sein werden, so kann doch die Gesamtheit derselben die Wirtschaftlichkeit des Werkes in unerwünschter Weise beeinflussen.

Muß sich die Werksleitung eingehend mit Einzelheiten befassen, so liegt die Gefahr vor, daß sie von ihrer eigentlichen Aufgabe abgelenkt wird und sich zersplittert, weil sie sich mit Dingen befassen muß, die zwar an sich wichtig, aber doch im Vergleich zu ihren Hauptaufgaben nur untergeordneter Natur sind. Sind die nachgeordneten Stellen mit sachkundigen, selbständigen und verantwortungsfreudigen Persönlichkeiten besetzt, so liegt darin ohne Frage eine ganz wesentliche Entlastung der Werksleitung; je größer aber der Kreis dieser Personen wird, um so größer wird die Wahrscheinlichkeit, daß bei der einen oder anderen derselben einzelne Eigenschaften nicht genügend entwickelt sind, und daß sich hieraus Nachteile für die Geschäftsführung ergeben. Diese werden sich, wenn sie von wesentlichem Umfange sind, erst nach einer gewissen Zeit, und wenn sie von geringerer Bedeutung sind, wahrscheinlich überhaupt nicht bemerkbar machen. Fehler und Mißgriffe bei der Auswahl der nachgeordneten Persönlichkeiten sind selbst bei der allergrößten Sorgfalt nicht zu vermeiden; mit der Größe des Werkes wächst zudem noch die Schwierigkeit, sich schnell ein sicheres, einwandfreies Bild über die Leistungen und Erfolge des Einzelnen zu machen und ungeeignete Persönlichkeiten auszuscheiden.

Die vorstehenden, in der Natur der Menschen und Dinge liegenden Nachteile und Mißstände, die großen Geschäftsbetrieben unweigerlich anhaften, kann weder der beste Wille, noch die größte persönliche Arbeitsleistung der Leitung ausschalten. Ein vortreffliches Mittel, hier in erheblichem Maße Abhilfe zu schaffen, ist eine sachgemäße, verständnisvoll geführte Statistik über alle regelmäßig wiederkehrenden geschäftlichen Vorgänge. Es wäre aber grundfalsch, anzunehmen, daß die Statistik für sich allein in der Lage sei, die wirtschaftlichen Erfolge eines Unternehmens zu gewährleisten; sie ist hierzu ebensowenig imstande wie eine gute Organisation. Beide Einrichtungen sind lediglich mechanische Hilfsmittel, welche die Werksleitung bei der Erfüllung ihrer Aufgaben unterstützen. Das Gedeihen eines Unternehmens wird immer von dem Geist und der Geschicklichkeit der Leitung desselben abhängig sein.

Während sich nun in der letzten Zeit die Überzeugung immer mehr und mehr Bahn gebrochen hat, daß eine gute Organisation, die im Grunde genommen nichts anderes wie die gute Ordnung und der folgerichtige innere Aufbau eines Unternehmens ist, zur Führung desselben unbedingt notwendig ist, wird der Wert der Statistik leider sehr häufig noch nicht richtig eingeschätzt, weil die Aufgaben, Ziele und Leistungen derselben nicht genügend erkannt werden. Dabei ist zu beachten,

daß Organisation und Statistik sich gegenseitig ergänzen und befruchten; es würde zu weit führen, hier nachzuweisen, daß jede allein genommen nicht befähigt ist, die ihr gestellten Aufgaben zu erfüllen, daß die Organisation sich vielmehr auf die Statistik stützen muß und umgekehrt.

Manche Werke lassen sich von der Einführung einer Statistik, insbesondere einer Betriebsstatistik, abhalten, weil sie die aufzuwendenden Kosten überschätzen und befürchten, daß die Höhe derselben nicht im richtigen Verhältnis zu dem zu erwartenden Nutzen steht. Auch der Gedanke, daß dieser Nutzen erst nach dem Verlaufe längerer Zeit zutage treten kann, wirkt häufig lähmend. Es muß zugegeben werden, daß der Erfolg der Statistik sich nicht sofort nach der Aufnahme der Arbeiten zeigen kann, und daß bei zahlreichen geschäftlichen Vorgängen selbst Jahre vergehen müssen, ehe die durch die Statistik gewonnenen Ergebnisse sich nutzbringend auswirken können; auf manchen Gebieten wird sich aber in zahlreichen Fällen schon nach wenigen Monaten der Einfluß der aufgewandten Mühen und Ausgaben bemerkbar machen.

Die Statistik wird nur dann von Wert sein und die ihr gestellten Aufgaben lösen können, wenn sie auf richtiger Grundlage aufgebaut und gewissenhaft mit größter Genauigkeit und Sorgfalt durchgeführt wird. Es ist naturgemäß nicht möglich, ein allgemein gültiges Schema für den Aufbau der Statistik zu geben, dasselbe wird vielmehr von der Art der einzelnen Unternehmen abhängig sein müssen. Wohl werden die Statistiken gleichartiger Werke viel Gemeinsames haben, jedoch werden sich entsprechend den Verschiedenheiten der technischen Einrichtungen und der Organisation mehr oder minder große Abweichungen ergeben. Bei der Einführung der Statistik ist für jeden einzelnen Vorgang, der durch sie erfaßt werden soll, eingehend zu überlegen, welche Zahlenwerte zusammengestellt werden sollen, in welcher Form dies zu erfolgen hat und endlich, in welcher Weise die Prüfung und Überwachung der betreffenden Vorgänge durch die gewonnenen Zahlen erfolgen kann. Weiterhin ist festzulegen, welche Zahlenwerte in Beziehungen zueinander gebracht werden können und müssen, um aus diesen Beziehungen heraus die notwendigen Schlüsse und Folgerungen zu ziehen. Dies wird an Hand von Beispielen aus dem Betrieb von Eisenbauwerkstätten noch im einzelnen näher erörtert werden.

Sind die Grundlagen, aus denen die Zahlen entnommen werden, einmal festgesetzt, so sollten sie tunlichst unverändert bleiben; ebenso dürfen die Zeiträume, für welche die Werte ermittelt werden, nicht verändert werden. Müssen aus zwingenden Gründen Abweichungen erfolgen, so sind diese Änderungen durch entsprechende Vermerke kenntlich zu machen, damit beim Lesen der Werte Trugschlüsse vermieden werden.

Die gewonnenen Zahlenwerte werden zweckmäßig für jeden einzelnen Vorgang getrennt auf Blättern in Tabellenform zusammengestellt. Sehr empfehlenswert ist es, sie außerdem noch als Schaulinien, die das Schwanken der Höhe der Werte leichter erkennen lassen und namentlich dem Ingenieur geläufiger sind, aufzutragen. Als Beispiel sei in Abb. 1 eine Schaulinie der Leistung je Schicht und Arbeiter im Monatsdurchschnitt während der Jahre 1908 bis 1911 und in Abb. 2 eine Schaulinie der gleichen Leistung im Jahresdurchschnitt für die Jahre 1908 bis 1914 eingefügt. Für welche Zeiträume die Zahlenwerte zusammenzufassen sind, ob für Tage, Wochen, Monate oder Jahre, wird von der Art des Vorganges, der behandelt wird, abhängen. Im allgemeinen wird es genügen, größere Zeitspannen, Monate und Jahre, zu wählen, um die Übersicht zu erleichtern; es kann sich aber auch als notwendig und wünschenswert erweisen, von kürzeren Fristen auszugehen; das ergibt sich bei der Arbeit von selbst; es wäre falsch, hier feste, unabänderliche Regeln geben zu wollen.

Die Verhältnisse, die mit der ständig wachsenden Geldentwertung und die mit den stark schwankenden Preisen verbunden sind, lassen es nicht mehr zu, die Vergleichszahlen in der Statistik durch Geldwerte festzulegen. Vor dem Kriege

beiten etwa durch Hollerith- oder Powers-Maschinen¹⁾ nur dann lohnen, wenn diese Einrichtungen noch für andere Zwecke verwendet werden können.

Es genügt jedoch keineswegs, die Zahlen mechanisch zu ermitteln und zusammenzustellen, die Statistik würde dann als Selbstzweck betrieben; das ihr gesteckte Ziel kann nur erreicht und Nutzen aus ihr gezogen werden, wenn das gewonnene Material kritisch verarbeitet, wenn die richtigen Schlüsse aus ihm gezogen und entsprechende Anregungen und Anordnungen gegeben werden. Bei der Wahl des Leiters der Statistik muß mit ganz besonderer Sorgfalt verfahren werden; es genügt nicht, daß derselbe ein gewissenhafter und zuverlässiger Beamter ist, er muß vielmehr an selbständiges Denken und Handeln gewöhnt sein, er muß den Drang besitzen, aus sich heraus aus dem von ihm bearbeiteten Material die richtigen Schlußfolgerungen zu ziehen und zu zweckmäßigen Vor-

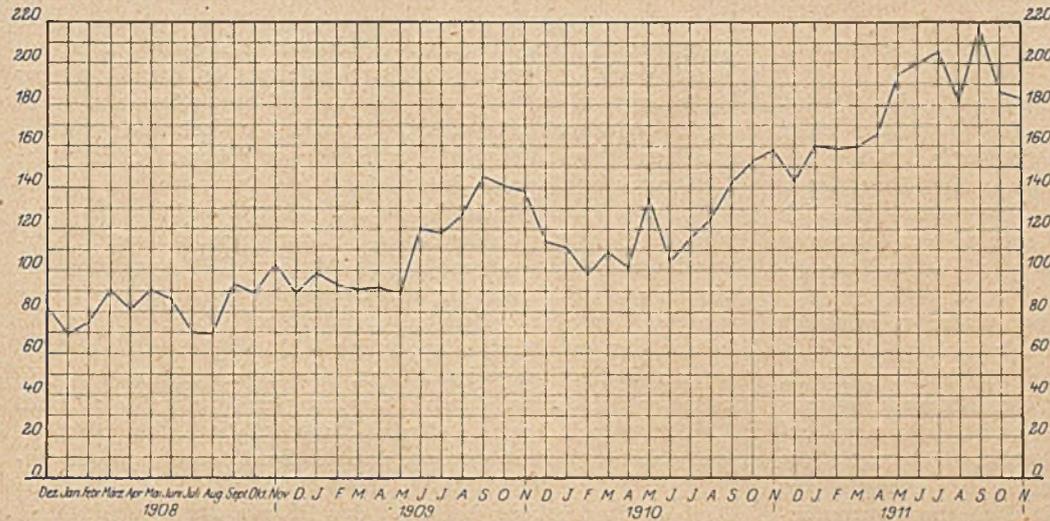


Abb. 1.

bewegten sich die Schwankungen der Löhne und der Materialkosten meistens in engen Grenzen. Es war, ohne die Ziele der Statistik zu stören, zugänglich, fast sämtliche statistischen Werte in Geld anzusetzen, ein Verfahren, das namentlich für die Nachkalkulation manche Vorteile und Annehmlichkeiten



Abb. 2.

bot. Wollte man dieses Verfahren auch heute noch beibehalten, so müßten ständig Umrechnungen vorgenommen werden, wenn Vergleiche gezogen werden sollen. Es ist heute unumgänglich notwendig, an Stelle der Lohnbeträge die Zahl der verfahrenen Stunden zu setzen und den Aufzeichnungen, welche Betriebsstoffe usw. betreffen, Mengenangaben, wie kg, kWh, cbm usw., zugrunde zu legen.

Die Gewinnung der in Frage kommenden Zahlen wird wesentlich erleichtert, wenn von vornherein alle Grundwerte bei ihrem Entstehen den Zwecken der Statistik entsprechend gebucht werden. Dadurch werden nicht nur die Kosten der Führung der Statistik auf das Mindestmaß herabgedrückt, es werden auch Fehler, die beim mühsamen Zusammensuchen der Zahlen leicht entstehen können, nach Möglichkeit vermieden. Es sei hier als Beispiel auf die Führung der Lohnbücher oder Lohnkarten hingewiesen, deren Eintragungen so erfolgen müssen, daß die für die Statistik wichtigen Werte ohne Umrechnungen aus ihnen entnommen werden können. Es ist Sache der Organisation, in dieser Hinsicht helfend einzugreifen und die Statistik wirksam zu unterstützen.

Werden die Ursprungszahlen von vornherein den Bedürfnissen der Statistik entsprechend gebucht, so genügt für die Erledigung der Arbeiten der Statistik einer Eisenbauwerkstatt auf 300 bis 400 Arbeiter eine Arbeitskraft, die Kosten der Statistik halten sich also in mäßigen Grenzen. Besondere Hilfsmittel zur Verarbeitung der Zahlen werden im allgemeinen entbehrt werden können. Jedenfalls dürfte sich für die deutschen Verhältnisse eine Mechanisierung der statistischen Ar-

schlagen zu verdichten; nur dann kann er der Wichtigkeit der ihm gestellten Aufgabe gerecht werden. Unerlässlich ist ferner, daß der betreffende Beamte über den gesamten Geschäftsbetrieb unterrichtet ist und volles Verständnis für die einzelnen von ihm zu überwachenden Vorgänge besitzt. Daher wird es sich im allgemeinen empfehlen, die Betriebsstatistik einem Ingenieur, der praktische Erfahrungen im Werkstattbetriebe besitzt, anzuvertrauen. Für die ihm unterstellten Hilfskräfte genügen zuverlässige, gewissenhafte Persönlichkeiten ohne besondere Vorkenntnisse; es lassen sich weibliche Kräfte ohne weiteres verwenden.

Um die Ziele der Statistik zu erreichen, müssen die von ihr ermittelten Zahlenwerte nicht nur der Werksleitung, sondern auch den von ihr berührten Stellen laufend bekanntgegeben werden; es ist unter allen Umständen zweckmäßig, etwa zu treffende neue Anordnungen an Hand der Zahlen zu besprechen. Es wäre falsch, die Zahlen lediglich als Grundlagen zu einer Kritik zu verwenden; die Statistik wird dann nur zu leicht als lästige Mahnerin angesehen werden. Es muß die Überzeugung geweckt werden, daß die Statistik ein geeignetes Hilfsmittel ist, dem einzelnen Beamten die Lösung der ihm gestellten Aufgaben zu erleichtern; sie muß ihm ein Ansporn werden, selbst auf Verbesserungen in seinem Wirkungskreise bedacht zu sein; sie muß zu diesem Zwecke die Erfolge der Maßnahmen, die aus ihren Ergebnissen heraus getroffen werden, stets deutlich vor Augen führen. Von allergrößtem Wert ist es naturgemäß, wenn die einzelnen Abteilungen durch die statistischen Aufzeichnungen selbständig zu Verbesserungen angeregt werden, so daß die Werksleitung davon absehen kann, selbst einzugreifen. Erst dann wird die Erkenntnis sich durchringen, daß die Statistik nicht eine unbequeme Aufpasserin, sondern eine hilfreiche Freundin ist. Ob die Statistik in dem angedeuteten Sinne wirken kann, wird in nicht unwesentlichem Maße von dem persönlichen Takt der Leitung der Statistik abhängen; hierauf wird bei der Wahl derselben zu achten sein.

Andererseits darf nicht verkannt werden, daß die für die Statistik aufgewandten Kosten nutzlos vergeudet sind, wenn sie nicht die volle Unterstützung der Werksleitung findet; diese muß Sorge tragen, daß die erforderlichen Zahlenwerte an den Ursprungsstellen richtig und sorgfältig ermittelt, daß unwissentlich oder gar wissentlich falsche Angaben ausgeschlossen werden; es empfiehlt sich nicht, den einzelnen Ab-

¹⁾ Goerlitz, Bearbeitung von Kartenmaterial mit Hand- oder Lochkartenmaschinen, „Der Betrieb“, Jahrgang 1923, Heft 13, Seite 153.

teilungen das Zusammenstellen des Materials zu überlassen und die Statistik nur mit dem Sammeln schon verarbeiteter Werte zu betrauen, die Zuverlässigkeit der so gewonnenen Zahlen kann sonst zu leicht gefährdet werden. Der rechtzeitige Eingang aller Grundwerte muß sichergestellt sein; wenn erforderlich, sind bestimmte Fristen für denselben vorzuschreiben; die Ergebnisse der Statistik verlieren vielfach an Wert, wenn sie verspätet zur Vorlage kommen.

Unter allen Umständen sollte die Statistik der Werksleitung unmittelbar unterstellt bleiben; sie darf weder einer Unterabteilung angegliedert werden, ebensowenig darf sie sich zu einer selbständigen Nebenregierung entwickeln. Im ersteren Falle wird sie ihren Zweck, der Werksleitung den Überblick über wichtige Einzelvorgänge zu ermöglichen, verfehlen, im zweiten Falle aber zu einer Quelle von persönlichen Streitigkeiten werden.

Eine verhältnismäßig einfache aber trotzdem wichtige Aufgabe der Betriebsstatistik ist die Überwachung des Verbrauchs der Betriebsstoffe; die Kosten für Kohlen, Kraft, Licht, Wasser, Werkzeuge usw. sind seit dem Kriege in weitaus stärkerem Maße gestiegen als die Löhne und Gehälter, sie belasten das Unkostenkonto jetzt in erheblich höherem Maße als früher. Schon die heutigen Verhältnisse zwingen zur äußersten Sparsamkeit, es ist aber mit Sicherheit vorauszu-sehen, daß in der Zukunft die Notwendigkeit, an allen Stellen zu sparen, noch gewaltig wachsen wird; die Unterlagen hierfür zu schaffen, indem die erreichbare Mindestgrenze für die einzelnen Betriebsstoffe ermittelt wird und die Einhaltung dieser Grenze zu überwachen, ist nur durch die Statistik möglich.

Will man durchgreifende Erfolge erzielen, so darf man sich nicht damit begnügen, den Gesamtverbrauch in längeren Zwischenräumen zu verfolgen, man wird die einzelnen Verbrauchsstellen getrennt beobachten müssen und feststellen, welche Mindestmengen bei ordnungsmäßigem Arbeiten genügen. In vielen Fällen wird es wertvoll sein, von kurzen Zeiträumen auszugehen. Dabei darf man sich nicht abhalten lassen, in alle Einzelheiten einzudringen. Ganz allgemein kann angenommen werden, daß starke Schwankungen im Verbrauch, wenn die Ursache derselben nicht offensichtlich zutage liegt, ein Zeichen von Verschwendung sind. Sobald die Beobachtungen die erreichbare untere Grenze des Verbrauches ermittelt haben, kann von den Feststellungen für kurze Zeiträume abgesehen werden; es wird dann genügen, die Zahlen für längere Fristen zu ermitteln.

Die Unregelmäßigkeit im Wasserverbrauch eines Werkes, der monatlich festgestellt wurde, gab Veranlassung zu einer eingehenden Prüfung. Zu diesem Behufe wurden die Ablesungen der Wasseruhren vor Beginn und nach Beendigung einer jeden Schicht vorgenommen; sie führten sehr bald zur Aufdeckung verschiedener Undichtigkeiten der Rohrleitungen, es zeigte sich während der Nachtstunden ein starker Wasserverbrauch, obgleich alle Zapfstellen usw. abgesperrt waren. Weitere Beobachtungen ergaben, daß die falsche Einstellung der selbsttätigen Spüleinrichtungen der Abortanlagen sehr erhebliche Wasserverluste verursachte; sie gaben ferner Anlaß zu einer scharfen Überwachung der Waschkauen, in denen das nachlässige Schließen der Zapfhähne starken Überverbrauch zur Folge hatte. Die mehrere Monate hindurch für jeden Halbtage vorgenommenen sorgfältigen Aufzeichnungen des Wasserverbrauchs deckten im Laufe der Zeit immer neue Nachlässigkeiten, die durch entsprechende Maßnahmen beseitigt wurden, auf. Der Erfolg war durchschlagend; in einer Abteilung fiel die Verbrauchszahl auf ein Drittel der früheren, in einer anderen auf weniger als die Hälfte.

Einen erheblichen Kostenaufwand erfordert heute die Beschaffung der Spiralbohrer; die Verwaltung und Ausgabe derselben dürfte in den meisten Betrieben durch die Werkzeugmacherei auf schriftliche Anweisung durch die Meister erfolgen. In der Regel wird die dadurch erzielte Überwachung des Bohrerverbrauches für ausreichend angesehen werden, namentlich dann, wenn die Meister als zuverlässig erachtet werden können.

Und doch ergab sich, als der Bohrerverbrauch eines Werkes, das in der vorgeschilderten Weise verfuhr, der Prüfung durch die Statistik unterworfen wurde, ein überraschendes Ergebnis. Durch Aufzeichnungen wurde während mehrerer Monate der Bohrerverbrauch festgestellt. Als rein gefühlsmäßig die Zahl der verbrauchten Bohrer gegenüber der Zahl der gebohrten Löcher sehr hoch erschien, wurde die Ausgabe der neuen Bohrer dem Assistenten des Betriebsleiters unterstellt; ferner wurde angeordnet, daß aus den monatlichen Zusammenstellungen ersichtlich sein sollte, wie groß der Verbrauch bei den einzelnen Arbeitern sei. Der Erfolg war überraschend; der Bohrerverbrauch nahm wesentlich ab. Setzt man den Wert der in den letzten sechs Monaten, während welcher die Ausgabe der Bohrer noch durch die Meister veranlaßt wurde, verbrauchten Bohrer mit 100 an, so ergaben die folgenden sechs Monate den Wert von 41; die Erzeugung der Werkstatt war während der ganzen Zeit unverändert geblieben. Die neuen Aufzeichnungen führten ferner zur Ablösung eines Arbeiters, der als Bohrer ungeeignet war, ferner zur Instandsetzung mehrerer Maschinen, deren Abnutzung zu starkem Verschleiß der Bohrer Anlaß gab. In Zukunft werden die Aufzeichnungen noch dahin erweitert werden, daß die Zahl der mit jedem einzelnen Bohrer hergestellten Löcher erfaßt wird; damit ist die Möglichkeit gegeben, die Güte der Bohrer der verschiedenen Lieferer zu prüfen und einwandfrei festzustellen, welches Erzeugnis die besten Ergebnisse liefert; auf diese Weise werden die bisherigen gefühlsmäßigen Feststellungen, die leicht zu Täuschungen führen, ausgeschaltet. Sind die beabsichtigten Beobachtungen längere Zeit durchgeführt, so werden sich sichere Grundlagen zur Beurteilung aller Umstände, welche die Kosten der Bohrarbeit beeinflussen, gewinnen lassen; als solche kommen in Frage: die Fähigkeiten des Arbeiters, die Güte der verwendeten Bohrer, der Zustand der Bohrmaschinen und der Bohrzulagen sowie endlich die Beschaffenheit des zu verarbeitenden Materials. Ergeben sich Anzeichen, daß der Bohrerverschleiß zunimmt, so wird sich mit Leichtigkeit ermitteln lassen, wo die Ursache liegt. Die Möglichkeit des Eingreifens an der richtigen Stelle ist damit gegeben.

Man wird den Einwand erheben, daß die Aufzeichnungen, welche notwendig sind, um die aufgeführten Feststellungen zu machen, erhebliche Kosten und Umstände verursachen. Es ist aber nur eine kleine Mühe, wenn in den Bohrbüchern oder auf den Akkordzetteln in dazu vorgesehene Spalten die Nummer der Maschine und des Bohrers eingetragen wird, der Name des Arbeiters steht ja ohnehin fest. Die Leistung und der Verdienst des Arbeiters erleiden durch die Vornahme der Eintragung ohne Zweifel keine Beeinträchtigung. Die Zusammenfassung der Angaben durch die Statistik ist bei solchen Unterlagen ohne Mühe und Schwierigkeit durchführbar. Es sei erwähnt, daß in dem geschilderten Falle die erzielte Ersparnis das Doppelte der Kosten des ganzen statistischen Büros betrug.

Von großem Einfluß auf die Höhe der Unkosten sind heute infolge der unverhältnismäßig starken Steigerung der Kohlenpreise die Ausgaben für Kraft und Licht. Sind eigene Kraftanlagen vorhanden, so sollte der Kohlen-, Öl- und Wasserverbrauch laufend geprüft werden, auch die Überwachung der Arbeit der Heizer durch Rauchgasprüfer ist angebracht; die Anschaffung der erforderlichen Meßinstrumente darf nicht gescheut werden. Leistungsversuche, die an den Kesseln und Maschinen in längeren Zeiträumen angestellt werden, ergeben die Unterlagen, auf denen die Statistik ihre Untersuchungen aufbauen kann.

Wird Kraft und Licht in Form des elektrischen Stromes von einem Elektrizitätswerk geliefert, so ist die Überwachung des Verbrauches einfach; man darf sich aber auch hier nicht mit der Überwachung des Gesamtverbrauches begnügen, sondern muß vielmehr die einzelnen Betriebe und Abteilungen getrennt behandeln und weitergehend die einzelnen Motore in Beobachtung nehmen.

Die Betriebe sind, um gegen Störungen gesichert zu sein,

im allgemeinen geneigt, die Stärke der Motore mit reichlicher Reserve zu wählen; oft genug wird auch, um Neuanschaffungen zu umgehen, ein vorhandener Motor verwendet, selbst wenn er für den vorliegenden Zweck viel zu stark ist. Solange Gleichstrom verwendet wurde, waren solche Maßnahmen in bezug auf die Höhe des Stromverbrauches nicht bedenklich, da der Leerlaufverbrauch der Gleichstrommotore sich in erträglichen Grenzen hält. Wesentlich ungünstiger liegen die Verhältnisse bei Drehstrom; beträgt doch der Leerlaufstrom bei den für die Einzelantriebe in den Eisenbauwerkstätten verwandten Motore 40 bis 50 v. H. der Nennleistung. Die Untersuchung der Vertikalmotore an Radialbohrmaschinen wies bei einer Spannung von 220 V bei Vollast einen Stromverbrauch von 16,5 Ampère auf, der von der Maschine abgekuppelte Motor verbrauchte im Leerlauf 11 Ampère. Die Messungen an 52 Motoren ergaben, daß nur 17 Motore voll ausgenutzt wurden, zwei Motore waren etwas überlastet, alle übrigen Motore dagegen nur mit einem Teil ihrer Nennleistung in Anspruch genommen. Es werden 13 Motore mit einer Stromaufnahme von insgesamt 1080 Ampère durch solche mit zusammen 500 Ampère ersetzt werden; hieraus wird eine erhebliche Stromersparnis zu erwarten sein.

Die schlechte Belastung der Drehstrommotore hat bekanntlich eine Herabminderung des $\cos \varphi$ zur Folge; neuerdings beginnen die Elektrizitätswerke damit, die Strompreise mit besonderen Zuschlägen zu belegen, die um so höher werden, je mehr der $\cos \varphi$ bei dem Abnehmer sinkt. Die schlechte Ausnutzung der Motore führt demnach in zweifacher Hinsicht zu unnötigen Ausgaben; die Überwachung derselben durch die Statistik ist durchaus angebracht.

In ähnlicher Weise, wie vorstehend geschildert, sollte man den Verbrauch aller Betriebsstoffe durch die Statistik erfassen, gleichgültig, ob es sich um Werkzeugstahl, Schmieröl, Putzwolle, Handleder, Farben usw. handelt. Welche Wege hierbei im einzelnen einzuschlagen sind, kann hier nicht erläutert werden; es würde zu weit führen, zumal die Organisation eines Betriebes auf die Art und Weise, wie bei den verschiedenartigen Betriebsstoffen vorzugehen ist, Einfluß ausübt. Sicher ist, daß die aufgewandte Mühe nicht umsonst ist.

Die Preise für die Betriebsstoffe sind im allgemeinen viel stärker gestiegen als die Gehälter und Löhne; äußerste Sparsamkeit ist daher am Platze und wird dies noch mehr sein, sobald der schon lange erwartete Umschwung in unseren wirtschaftlichen Verhältnissen eintritt. Übertreibungen dürfen naturgemäß nicht eintreten; es wäre falsch, den Betrieb durch zu scharfes Vorgehen zu stören; andererseits muß aber auch der Widerstand, der erfahrungsgemäß fast immer eintritt, sobald die Überwachung des Verbrauches der Betriebsstoffe durch die Statistik einsetzt, beseitigt werden.

Eine wichtige Aufgabe, die Überwachung der Zahl der beschäftigten Arbeiter und die Verteilung derselben auf die verschiedenen Betriebe und namentlich auf die Hilfsbetriebe, ist ohne statistische Aufzeichnungen nicht durchführbar. Die Eisenbauwerkstätten sind bei der Eigenart ihrer Erzeugnisse in den Zeiten schwacher Beschäftigung nicht in der Lage, auf Vorrat zu arbeiten; sie müssen notgedrungen die Zahl ihrer Arbeiter dem Auftragsbestand anpassen. Die Grundlage hierzu kann nur eine Statistik des Auftragsbestandes, über die später noch in einem anderen Zusammenhang gesprochen wird, und der Arbeiterzahl geben. An der Hand dieser Zahlen kann die Werksleitung rechtzeitig ihre Maßnahmen zur Vergrößerung oder Verminderung der Belegschaft treffen. Während die Erhöhung der Arbeiterzahl meistens keine Schwierigkeiten bietet, ist die Verringerung derselben durch die heutige Gesetzgebung außerordentlich erschwert; man ist mehr oder weniger auf den Abgang durch freiwilliges Ausscheiden der Arbeiter angewiesen. Um so notwendiger ist es für die Werksleitung, laufend die Unterlagen an der Hand zu haben, um rechtzeitig eingreifen zu können; verspätete Anordnungen werden immer mit großen Verlusten verknüpft sein.

Um Irrtümer und Fehler zu vermeiden, empfiehlt es sich, von der Zahl der eingestellten Arbeiter, dem Sollbestand, aus-

zugehen, also fehlende, erkrankte und beurlaubte Leute mitzuzählen; neben den Aufzeichnungen über die Größe der Gesamtbelegschaft sollte man solche, in welchen die Arbeiter nach ihrer Beschäftigungsart erfaßt sind, führen, also Lagerarbeiter, Transportarbeiter, Maschinenarbeiter, Zusammenbauer, Nieter usw. getrennt voneinander behandeln. Man gewinnt so die Übersicht, um stets ein richtiges Verhältnis der einzelnen Arbeitergruppen zueinander gewährleisten zu können.

Eine ganz besondere Aufmerksamkeit verdient die laufende Nachprüfung der Zahl der sogenannten unproduktiven Arbeiter. Sie sind zweckmäßig weitgehendst in Gruppen zu unterteilen; Verloader, Transportarbeiter, diese nach den Werkstätten getrennt, Kranführer, Platzarbeiter, Magazinarbeiter, Reparatur Schlosser, Elektriker, Pförtner, Wächter usw. sind gesondert zu behandeln. Die Zahl der in den einzelnen Gruppen beschäftigten Leute ist, wenn irgend möglich, nach oben zu begrenzen; die Betriebsleitungen und die Lohnbüros sind mit entsprechenden Anweisungen zu versehen; die Statistik hat Sorge zu tragen, daß eine Überschreitung nicht stattfindet. Bei den produktiven Arbeiten bewirkt im allgemeinen das Akkordwesen schon, daß sich die Zahl der Arbeiter in den richtigen Grenzen hält; bei den unproduktiven Arbeitern läßt sich aber die zulässige Zahl nur durch eine scharfe Überwachung sicherstellen. Es genügt jedoch nicht, nur die Zahl der Leute zu beobachten, es müssen vielmehr die für die unproduktiven Arbeiten gezahlten Löhne zusammengestellt und in Beziehung zu den produktiven Löhnen gebracht werden. Namentlich in Zeiten abnehmender Beschäftigung werden zu leicht produktive Arbeiter wegen Materialmangel oder aus anderen Gründen stunden- und tageweise im unproduktiven Arbeiten beschäftigt. Unterbleibt also die Überprüfung durch den Vergleich mittels der gezahlten Lohnsummen, so können sich trotz der Überwachung der Arbeiterzahl Mißstände einstellen.

Die Überstunden und Sonntagsstunden müssen gleichfalls Gegenstand der statistischen Erhebungen sein; wenngleich sich heute die Arbeiterschaft im großen und ganzen dem Verfahren solcher Stunden gegenüber ablehnend verhält, so werden doch noch vielfach in den Betrieben Überstunden zur Wiedereinstellung und Instandhaltung der Anlagen und Maschinen angeordnet, die sich bei näherer Überlegung vermeiden lassen. Bei den hohen Zuschlägen, die für die Sonntags- und Überstunden gezahlt werden müssen, bei den geringeren Leistungen während derselben und bei den Kosten für die Beaufsichtigung lohnt es sich, eine Überwachung durch die Statistik durchzuführen. Schon das Bewußtsein, daß diese Nachprüfung stattfindet, und daß eine Begründung der Notwendigkeit der Überstunden gefordert wird, genügt, um die anordnenden Stellen zur Überlegung anzuregen, ob im Einzelfalle Überstunden vermeidbar sind oder nicht.

Die Durchschnittsverdienste der einzelnen Arbeitergruppen zu überwachen, sollte trotz der Schwierigkeiten, die der zurzeit ständig steigende Lohn bereitet, nicht unterlassen werden; es ist damit die Möglichkeit gegeben, festzustellen, ob die Akkordverdienste in der richtigen Grenze liegen und ob die Verdienste der Facharbeiter, der angelernten und ungelernen Arbeiter im richtigen Verhältnis zueinander stehen. Auch die in den verschiedenen Lohnperioden von einzelnen Arbeitern erzielten Höchstverdienste regelmäßig nachzuprüfen, hat sich als wertvoll erwiesen; es zeigten sich Mißstände, deren Abschaffung zu nennenswerten Ersparnissen führte.

Eine lohnende Aufgabe der Statistik ist die Überwachung der Bearbeitungsvorgänge in ihren Einzelheiten, um aus diesen Beobachtungen heraus nicht nur die Wirtschaftlichkeit derselben zu überwachen, sondern auch Anregungen zu Verbesserungen zu gewinnen und bei der Durchführung derselben die Wirkung sicher erkennen zu können. Es ist nicht schwierig, nach der Inbetriebnahme einer neuen Maschine festzustellen, ob dieselbe höhere Leistungen aufweist als die früher benutzte, man muß jedoch auch, wenn einschneidende Änderungen im Betriebe vorgenommen werden, wie der Umbau ganzer Werkstätten, in der Lage sein, zu ermitteln, ob der erhoffte Erfolg

auch wirklich eintritt und ob er ein dauernder ist. Die Unterlage hierzu kann nur die Aufzeichnung der Leistungen aller einzelner Arbeitsvorgänge sein; man muß z. B. wissen, welche Leistungen jede einzelne Maschine an jedem Tage aufweist, wieviel Stunden jede einzelne Maschine täglich arbeitet usw.; man wird aus diesen Zahlen manche Anregung erhalten. In einer großen Maschinenfabrik, die Reihenmaschinen nur in geringem Umfange und in der Hauptsache Einzelmaschinen baut, wurde durch die Statistik gefunden, daß in der Dreherei häufig Lohnstunden vergütet wurden, obgleich alle Arbeiten im Akkord vergeben wurden. Die Lohnstunden wurden bezahlt, weil es an den einzelnen Drehbänken stundenweise an Arbeit fehlte. Diese Tatsache gab Veranlassung zu Aufzeichnungen darüber, wieviel Stunden die einzelnen Bänke täglich in Betrieb waren und wieviel Stunden sie unbenutzt standen. Durch die Zusammenstellung dieser Stunden für alle gleichartigen Bänke war die Statistik in der Lage, nachzuweisen, daß eine größere Zahl von Bänken gänzlich außer Betrieb gesetzt werden konnte, wenn die übrigen ständig voll beschäftigt wurden; dies traf, wie sich dann weiter zeigte, nicht nur für die Drehbänke, sondern auch für andere Maschinen zu. Das Werk hat auf Grund der statistischen Nachweise einen Teil seiner Maschinen abstoßen können, ohne daß die Leistung der Werkstatt auch nur im geringsten vermindert wurde. Die Vorteile aus der getroffenen Maßnahme lagen nicht nur in der Verminderung des Maschinenparks und den damit verminderten Abschreibungen, sondern in erhöhtem Maße in Lohnersparnissen, da die Zahl der Leute herabgesetzt werden konnte; auch wurde an Raum gewonnen, der für andere Zwecke verfügbar wurde. In den Eisenbauwerkstätten liegen ähnliche Verhältnisse, wie die oben berührten, vor; es lohnt sich daher, ähnliche Untersuchungen anzustellen und an Hand der Ergebnisse derselben auf Besserungen bedacht zu sein. Der Anreiz zu Betriebsverbesserungen wird fraglos wesentlich erhöht, wenn deren Erfolge zahlenmäßig vorliegen. Der Nachweis kann aber mit Sicherheit nur durch statistische Aufzeichnungen erbracht

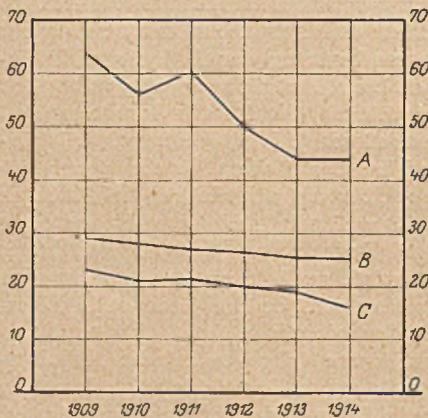


Abb. 3.

werden. Das Schaubild Abb. 3 zeigt im Linienzug A die Durchschnittskosten des Bohrens von je 100 Löchern in den Jahren 1909 bis 1914; die Abnahme der Bohrkosten ist auf das Auswechseln der alten langsam laufenden Maschinen gegen neue mit Schnellschnittstahl arbeitende und auf die Einführung von Radialbohrmaschinen zurückzuführen. Die Statistik zeigte im vorliegenden Falle ferner noch, daß die Kosten der neuen Maschinen durch die Ersparnisse an Lohn innerhalb vier Jahre aufgewogen wurden. In der Linie B sind die Kosten für das Lochen von 100 Löchern im Jahresdurchschnitt enthalten; die Verbesserungen sind durch Umstellen der Stanzen, die den Zugang und Abgang der Arbeitsstücke günstiger gestalteten, und durch den Umbau der Arbeitstische erzielt worden; sie sind, wenn auch nicht so weittragend, wie bei den Bohrmaschinen, doch immerhin beachtlich. Die Aufzeichnungen der Leistungen der einzelnen Stanzen haben noch eine interessante Beobachtung ergeben; die größten Lochzahlen werden auf Stanzen mit geringer Hubzahl, etwa 14 bis 16 in der Minute, erzielt, die Erhöhung der Hübe auf 20 und mehr in der Minute bringt keinen Nutzen. Diese Tatsache erklärt sich daraus, daß das langsam arbeitende Lochwerk bei handlichen Werkstücken eine gewisse Anzahl von Löchern ohne Ausrücken des Stempels herzustellen erlaubt, da die Zeit zwischen den einzelnen Hüben

ausreicht, das Werkstück zu verschieben. Bei schnelldrehenden Maschinen ist dagegen das Ein- und Ausrücken bei jedem einzelnen Loch nicht zu vermeiden. Das Sinken der in der Linie C dargestellten Durchschnittskosten für die Ankerarbeit ist zum Teil durch die Verbesserung beim Transport des Materials, zum Teil durch die Verwendung von Schablonen beim Lochen begründet.

Man wird einwerfen können, die Verbesserungen würden auch ohne das Vorhandensein der Statistik zur Einführung gekommen sein. Diesem Einwand kann eine gewisse Berechtigung nicht abgestritten werden; immerhin spricht das Zahlenmaterial aber eine deutlichere Sprache wie gefühlmäßige Annahmen. Gewiß können in vielen Fällen schon aus der Herabsetzung der Akkordsätze bei Einführung neuer leistungsfähiger Maschinen wichtige Schlüsse gezogen werden; in vollem Umfange beweiskräftig sind aber nur umfassende Zusammenstellungen, die allen Zufällen, die der Betrieb mit sich bringt, Rechnung tragen.

Es ist schon gesagt worden, daß sich feste Regeln nicht geben lassen, welche Arbeitsvorgänge statistisch verarbeitet werden sollen und welche nicht; dies wird stets vom Umfang des Betriebes und von seiner Eigenart, die in der Einrichtung der Werkstatt begründet ist, abhängen; man darf auch nicht in jedem Einzelfalle sofort überraschende Erfolge erwarten wollen. Die Zahlen über die Leistungen der Maschinen besitzen in dem Augenblick Wert, in welchem eine Entscheidung über Neubeschaffungen getroffen werden muß; sie geben ein Mittel an die Hand, die Vorzüge oder Nachteile der einzelnen

Zahlentafel.

Auftrag Nr.	Gegenstand und Besteller	Gesamt- gewicht t	Bestand am 1. 8. 23 t	August t	September t	Oktober t	November t	Dezember t	Januar t	Rest t
911	Schachtanlage Zeche A . . .	1640	284	100	100	84	—	—	—	—
917	Adjustagehalle Hüttenwerk B	535	547	170	170	170	37	—	—	—
922	Lagerschuppen Spinnerei C .	210	120	80	40	—	—	—	—	—
924	Brücke Reichsbahndirektion D .	183	105	90	15	—	—	—	—	—
925	Werkstattgebäude Maschinenfabrik E .	420	390	140	140	110	—	—	—	—
926	Martinwerk Hüttenwerk F	2200	2200	20	150	200	400	400	400	630
927	Straßenbrücke Stadt G . . .	85	85	—	—	—	40	45	—	—
928	Dachkonstruktion Cementwerk H . . .	150	150	—	—	50	100	—	—	—
930	Kesselhaus Elektrizitätswerk J . . .	1020	1020	—	—	—	60	150	200	610
			4901	600	615	614	637	595	600	1240

Maschinentypen sicher zu beurteilen; sie sind auch das einzige Mittel; die Wirkungen grundlegender Änderungen in der Werkstattanordnung zu erkennen. Aus diesen Erwägungen heraus sollten auch kleinere Werke nicht vor der Einführung einer ausgedehnten Statistik zurückscheuen; das Material, welches sich im Laufe der Zeit ansammelt, wird bei Erweiterungen und Umbauten die einwandfreie Klärung mancher betriebstechnischer Fragen ermöglichen.

Die Statistik bietet ihre wertvolle Hilfe nicht nur bei allen Einzelheiten des Betriebes, sondern auch bei der allgemeinen Führung desselben.

In jedem Betriebe sollten in regelmäßigen Zeiträumen Arbeitspläne aufgestellt werden, nach denen die vorliegenden Aufträge unter Berücksichtigung der eingegangenen Lieferfristen erledigt werden. Ein solcher Arbeitsplan, der monatweise aufgestellt werden kann, hat zweckmäßig die in der Zahlentafel dargestellte Form. Er gibt die nötigen Hinweise, innerhalb welcher Fristen die Zeichnungen bereit sein müssen und wie die Beschaffung des Materials vor sich

gehen muß. Die Schaffung der zahlenmäßigen Unterlagen für den Arbeitsplan ist Aufgabe der Statistik. Die Aufgaben der Betriebsleitung werden durch die Arbeitspläne außerordentlich erleichtert; der Stand der einzelnen Aufträge ist an Hand derselben mühelos zu übersehen, das richtige Zusammenarbeiten der technischen Büros und der Materialbeschaffung mit dem Betriebe kann jederzeit geprüft und sichergestellt werden.

DIMENSIONIERUNG RECHTECKIGER EISENBETONQUERSCHNITTE FÜR BIEGUNG MIT ACHSIALKRAFT UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DES MINIMUMS FÜR $f_e + f'_e$.

Von Ingenieur Richard Jahn, Köln.

Eine Ergänzung der Ehlersschen Tabelle.

Eine der in der Praxis am häufigsten benutzten Dimensionierungstabellen für exzentrisch gedrückte (oder gezogene) rechteckige Eisenbetonquerschnitte ist die im „Arm. Beton“ 1918 von G. Ehlers veröffentlichte. Unbequem ist dabei nur noch der Umstand, daß der geringste Gesamteisenquerschnitt, d. h. die wirtschaftlichste Zugeisenspannung durch Probieren gesucht werden muß. Diesen Nachteil zu beseitigen, soll der Zweck nachstehender Berechnung sein.

Als Ausgangsgleichungen dienen folgende (Bet.-Kalender 1920, S. 291):

$$I. f_e = \frac{M - N \left(\frac{h}{2} - a \right) + \sigma_b b \frac{x}{2} \left(\frac{x}{3} - a \right)}{\sigma_e (h - 2a)}$$

und

$$II. f'_e = \frac{M + N \left(\frac{h}{2} - a \right) - \sigma_b b \frac{x}{2} \left(h - a - \frac{x}{3} \right)}{\sigma'_e (h - 2a)}$$

Wird $M + N \left(\frac{h}{2} - a \right)$ mit M_e bezeichnet und $\sigma'_e = \sigma_e \frac{x-a}{h-a-x}$ gesetzt, so wird:

$$Ia. f_e = \frac{M_e + \sigma_b b \frac{x}{2} \left(\frac{x}{3} - a \right)}{\sigma_e (h - 2a)} - \frac{N}{\sigma_e}$$

$$IIa. f'_e = \frac{M_e - \sigma_b b \frac{x}{2} \left(h - a - \frac{x}{3} \right)}{\sigma_e (h - 2a)} \frac{x-a}{h-a-x}$$

$$\frac{d(f_e + f'_e)}{dv} = b h' \left[\frac{0,93 n^2 - 0,14 n v + 0,07 v^2}{\alpha^2 \sigma_b v^2 (0,93 n - 0,07 v)^2} + \frac{n}{6 \cdot 0,93} \frac{-0,683 271 n^5 - 2,630 226 n^4 v - 0,488 994 n^3 v^2 + 3,761 664 n^2 v^3 + 1,885 761 n v^4 - 0,417 942 v^5}{v^2 (0,93 n - 0,07 v)^2 (n + v)^4} \right] + \frac{N}{\sigma_b v^2} = 0$$

Der Wert $x = s (h - a)$ ist gleich für alle Spannungen von gleichem Verhältnis $\frac{\sigma_e}{\sigma_b} = v$; es ist

$$s = \frac{n \sigma_b}{n \sigma_b + \sigma_e} = \frac{n \sigma_b}{\sigma_b (n + v)} = \frac{n}{n + v}$$

Setzt man weiter $h - a = h'$, $a = 0,07 h'$, so ist $(h - 2a) = 0,93 h'$. Mit diesen Werten sowie mit $f_e = \mu b h' - \frac{N}{\sigma_e}$ und $f'_e = \mu' b h'$ ergibt sich aus Gl. (Ia):

$$\mu b h' = \frac{M_e + \frac{\sigma_e b}{2} \cdot \frac{n}{n+v} \left[\frac{n}{3(n+v)} - 0,07 \right] h'^2}{v \sigma_b \cdot 0,93 h'}$$

$$\mu = \frac{\frac{M_e}{b h'^2} + \frac{n \sigma_b}{6(n+v)^2} (0,79 n - 0,21 v)}{0,93 v \sigma_b}$$

Mit $\alpha = \frac{h'}{b}$ wird $\frac{M_e}{b h^2} = \frac{1}{\alpha^2}$ und somit:

$$Ib. \mu = \frac{1}{0,93 \alpha^2 \sigma_b v} + \frac{n(0,79 n - 0,21 v)}{6 \cdot 0,93 v (n + v)^2}$$

In gleicher Weise ergibt sich aus Gl. (IIa):

$$\mu' b h' = \frac{M_e - \frac{\sigma_b b}{2} \cdot \frac{n}{n+v} \left[1 - \frac{n}{3(n+v)} \right] h'^2}{0,93 h' v \sigma_b \frac{\left(\frac{n}{n+v} - 0,07 \right) h'}{\left(1 - \frac{n}{n+v} \right) h'}}$$

$$= \frac{\frac{M_e}{h'} - \frac{\sigma_b b h' n (2n + 3v)}{6(n+v)^2}}{0,93 \sigma_b (0,93 n - 0,07 v)}$$

$$IIb. \mu' = \frac{1}{0,93 \alpha^2 \sigma_b (0,93 n - 0,07 v)} - \frac{n(2n + 3v)}{6 \cdot 0,93 (0,93 n - 0,07 v) (n + v)^2}$$

Die Gleichung für den gesamten Eisenquerschnitt lautet damit:

$$III. f_e + f'_e = (\mu + \mu') b h' - \frac{N}{\sigma_e} = b h' \left[\frac{1}{0,93 \alpha^2 \sigma_b v} + \frac{1}{0,93 \alpha^2 \sigma_b (0,93 n - 0,07 v)} + \frac{n(0,79 n - 0,21 v)}{6 \cdot 0,93 v (n + v)^2} - \frac{n(2n + 3v)}{6 \cdot 0,93 (0,93 n - 0,07 v) (n + v)^2} \right] - \frac{N}{\sigma_b v^2}$$

Die Differentiation nach v ergibt:

$$IV. 0 = (-0,93 n^2 + 0,14 n v + 0,07 v^2) (n + v)^4 + (-0,683 271 n^5 - \dots - 0,417 942 v^5) \alpha^2 \sigma_e + \frac{N}{b h'} \alpha^2 (0,93 n - 0,07 v)^2 (n + v)^4$$

Der Faktor $\frac{N}{b h'} \alpha^2$ im letzten Gliede ist zu ersetzen durch:

$$\frac{N}{b h'} \cdot \frac{b h'^2}{M_e} = \frac{N h'}{M_e} = \epsilon_m$$

Die Auflösung der Gleichung IV nach $\frac{N h'}{M_e}$ ergibt dann unter Einsetzen des Wertes für $n = 15$:

$$V. \epsilon_m = \frac{N h'}{M_e} = \frac{209,25 - 2,1 v - 0,07 v^2}{(13,95 - 0,07 v)^2} - \frac{\alpha^2 \sigma_b}{(15 + v)^4 (13,95 - 0,07 v)^2} [-1 324 782 - 357 944 v - 4436,4375 v^2 + 2275,2 v^3 + 76,038 75 v^4 - 1,1235 v^5]$$

σ_b					σ_e												
60					1800	1650	1500	1350	1200	1050	900	750	600	450	300	150	
55					1650	1512	1375	1237	1100	962	825	687	550	412	275	137	
50					1500	1375	1250	1125	1000	875	750	625	500	375	250	125	
45					1350	1237	1125	1012	900	787	675	562	450	337	225	112	
$\alpha = (h-a)$					1200	1100	1000	900	800	700	600	500	400	300	200	100	
$\sqrt{b/M_e}$					35	1050	962	875	787	700	612	525	437	350	262	175	87
0,335	0,350	0,367	0,386	0,410	0,438	0,005 0,558 -0,336	0,614 1,130 ÷ 1,135										
0,331	0,315	0,362	0,382	0,405	0,433	0,038 0,572 -0,314	0,629 0,413 ÷ 1,134										
0,327	0,341	0,358	0,377	0,400	0,427	0,073 0,585 -0,292	0,005 0,643 -0,113										
0,323	0,337	0,353	0,372	0,395	0,422	0,109 0,600 -0,270	0,041 0,659 0,734 0,593 ÷ 1,145										
0,319	0,333	0,349	0,367	0,390	0,417	0,147 0,614 -0,248	0,078 0,676 +0,102	0,003 0,751 = μ' = μ = ϵ									
0,314	0,328	0,344	0,363	0,385	0,411	0,186 0,629 -0,226	0,121 0,694 0,120	0,041 0,770 0,862 0,679 ÷ 1,148									
0,310	0,324	0,340	0,358	0,380	0,406	0,226 0,645 -0,205	0,156 0,710 0,136	0,080 0,789 0,882 0,169 ÷ 1,146									
0,306	0,320	0,336	0,353	0,375	0,401	0,269 0,662 -0,184	0,198 0,728 -0,016	0,121 0,809 0,152	0,039 0,910 0,321	1,040 0,921 ÷ 1,169							
0,302	0,316	0,330	0,349	0,370	0,395	0,312 0,679 -0,163	0,241 0,747 +0,003	0,164 0,830 0,168	0,081 0,933 0,335	1,067 0,522 ÷ 1,167							
0,298	0,311	0,326	0,344	0,365	0,390	0,358 0,697 -0,143	0,286 0,767 0,021	0,208 0,852 0,184	0,125 0,958 0,348	0,033 1,093 1,273 1,095 ÷ 1,186							
0,294	0,307	0,322	0,339	0,360	0,385	0,406 0,716 -0,123	0,333 0,787 0,039	0,254 0,874 0,200	0,170 0,983 0,361	0,079 1,121 1,305 0,761 ÷ 1,183							
0,290	0,303	0,317	0,334	0,355	0,379	0,455 0,736 -0,103	0,382 0,808 0,057	0,303 0,898 0,215	0,219 1,009 0,374	0,126 1,150 0,534	0,026 1,338 0,697						
0,286	0,298	0,313	0,330	0,350	0,374	0,507 0,756 -0,084	0,433 0,831 0,074	0,353 0,922 0,230	0,267 1,036 0,386	0,175 1,181 0,543	0,074 1,373 0,703	1,637 0,977 ÷ 1,203					
0,282	0,294	0,309	0,325	0,345	0,369	0,561 0,778 -0,065	0,487 0,854 0,091	0,405 0,948 0,245	0,319 1,065 0,398	0,226 1,212 0,553	0,125 1,410 0,710	0,014 1,679 0,871					
0,278	0,290	0,304	0,320	0,340	0,363	0,617 0,800 -0,046	0,542 0,878 0,108	0,460 0,975 0,260	0,373 1,095 0,410	0,280 1,246 0,562	0,177 1,448 0,716	0,066 1,724 0,874	2,123 1,154 ÷ 1,227				

$$M_e = M + N \left(\frac{h}{2} - a \right)$$

- Zwischenzeile: $fe' = \mu' b (h - a)$
- " : $fe = \mu b (h - a) - \frac{N}{\sigma_e}$
- " : $\epsilon = \frac{N(h - a)}{M_e}$

0,274	0,286	0,300	0,316	0,335	0,358	0,676 0,823 -0,028	0,601 0,904 0,124	0,517 1,003 0,274	0,430 1,126 0,422	0,335 1,281 0,572	0,232 1,488 0,723	0,120 1,771 0,876	2,178 0,967 ÷ 1,222				
0,270	0,281	0,295	0,311	0,330	0,353	0,738 0,847 -0,009	0,662 0,931 0,141	0,578 1,032 0,289	0,488 1,158 0,434	0,394 1,319 0,581	0,290 1,530 0,729	0,177 1,819 0,879	0,053 2,237 1,033				
0,265	0,277	0,291	0,306	0,325	0,347	0,802 0,872 +0,009	0,725 0,957 0,157	0,640 1,062 0,303	0,550 1,192 0,446	0,454 1,356 0,590	0,350 1,573 0,735	0,237 1,870 0,882	0,111 2,298 1,033	2,963 1,171 ÷ 1,252			
0,261	0,273	0,286	0,302	0,320	0,342	0,870 0,900 0,027	0,792 0,987 0,173	0,705 1,094 0,317	0,615 1,227 0,458	0,518 1,396 0,599	0,413 1,619 0,741	0,299 1,924 0,885	0,173 2,303 1,032	0,034 3,045 1,181			
0,257	0,268	0,282	0,297	0,315	0,337	0,941 0,928 0,044	0,862 1,018 0,189	0,775 1,128 0,331	0,683 1,264 0,470	0,585 1,439 0,608	0,478 1,667 0,747	0,364 1,980 0,888	0,237 2,430 1,031	0,097 3,128 1,177			
0,253	0,264	0,277	0,292	0,310	0,331	1,015 0,957 0,062	0,935 1,059 0,205	0,847 1,163 0,344	0,754 1,303 0,481	0,655 1,483 0,617	0,548 1,717 0,753	0,432 2,039 0,890	0,304 2,501 1,030	0,163 3,216 1,172	0,007 4,457 1,314		
0,249	0,260	0,273	0,287	0,305	0,326	1,092 0,988 0,079	1,011 1,083 0,220	0,923 1,200 0,357	0,829 1,345 0,492	0,728 1,515 0,625	0,620 1,770 0,759	0,504 2,100 0,893	0,375 2,575 1,030	0,233 3,309 1,168	0,076 4,580 1,306		
0,245	0,256	0,268	0,283	0,300	0,321	1,175 1,020 0,095	1,092 1,119 0,235	1,001 1,239 0,370	0,908 1,387 0,503	0,807 1,578 0,633	0,697 1,826 0,764	0,579 2,165 0,896	0,449 2,652 1,029	0,307 3,407 1,163	0,148 4,710 1,297		
0,241	0,252	0,264	0,278	0,295	0,315	1,261 1,054 0,112	1,176 1,156 0,250	1,085 1,280 0,383	0,990 1,433 0,513	0,888 1,629 0,642	0,776 1,884 0,770	0,658 2,233 0,898	0,527 2,734 1,028	0,383 3,508 1,159	0,224 4,846 1,289	0,047 7,629 1,414	
0,237	0,247	0,259	0,273	0,290	0,310	1,350 1,090 0,128	1,267 1,195 0,264	1,173 1,323 0,396	1,077 1,482 0,524	0,973 1,682 0,650	0,862 1,946 0,775	0,742 2,304 0,901	0,609 2,820 1,027	0,464 3,616 1,155	0,305 4,990 1,281	0,127 7,844 1,402	
0,233	0,243	0,255	0,269	0,285	0,305	1,446 1,129 0,143	1,360 1,237 0,278	1,265 1,368 0,408	1,168 1,531 0,534	1,063 1,738 0,658	0,950 2,010 0,781	0,829 2,380 0,903	0,696 2,910 1,027	0,549 3,728 1,151	0,389 5,140 1,273	0,210 8,070 1,391	0,013 17,214 1,489
0,229	0,239	0,250	0,264	0,280	0,299	1,547 1,168 0,159	1,459 1,280 0,292	1,363 1,416 0,420	1,264 1,586 0,544	1,159 1,800 0,666	1,043 2,078 0,786	0,922 2,459 0,906	0,787 3,006 1,026	0,640 3,848 1,146	0,478 5,299 1,266	0,297 8,309 1,380	0,100 17,691 1,474
0,225	0,234	0,246	0,259	0,275	0,294	1,652 1,210 0,175	1,564 1,325 0,306	1,467 1,466 0,554	1,366 1,641 0,674	1,260 1,863 0,791	1,142 2,151 0,908	1,020 2,544 0,908	0,883 3,107 1,025	0,735 3,975 1,142	0,572 5,467 1,258	0,390 8,561 1,368	0,191 18,196 1,460
0,220	0,230	0,241	0,254	0,270	0,289	1,764 1,254 0,190	1,675 1,374 0,320	1,576 1,520 0,444	1,472 1,700 0,564	1,364 1,928 0,681	1,247 2,226 0,796	1,122 2,632 0,911	0,985 3,212 1,025	0,835 4,107 1,138	0,671 5,644 1,250	0,487 8,826 1,357	0,288 18,726 1,446
0,216	0,226	0,237	0,250	0,265	0,283	1,884 1,303 0,205	1,792 1,424 0,333	1,690 1,577 0,456	1,588 1,763 0,574	1,475 1,997 0,689	1,356 2,307 0,801	1,231 2,725 0,913	1,092 3,325 1,024	0,942 4,247 1,134	0,775 5,831 1,243	0,590 9,108 1,346	0,390 19,288 1,432
0,212	0,222	0,232	0,245	0,260	0,278	2,010 1,350 0,220	1,916 1,477 0,347	1,813 1,636 0,468	1,707 1,830 0,584	1,594 2,074 0,696	1,474 2,391 0,806	1,346 2,824 0,915	1,205 3,444 1,023	1,052 4,396 1,131	0,886 6,029 1,236	0,700 9,405 1,336	0,497 19,883 1,418
0,208	0,217	0,228	0,240	0,255	0,273	2,142 1,404 0,234	2,048 1,536 0,359	1,943 1,718 0,479	1,834 1,899 0,593	1,721 2,153 0,703	1,598 2,482 0,811	1,467 2,930 0,917	1,326 3,570 1,023	1,172 4,554 1,127	1,002 6,239 1,229	0,816 9,720 1,326	0,612 20,513 1,405
0,204	0,213	0,224	0,236	0,250	0,267	2,282 1,457 0,247	2,186 1,597 0,371	2,080 1,765 0,489	1,969 1,974 0,602	1,854 2,236 0,710	1,728 2,576 0,816	1,600 3,041 0,919	1,453 3,703 1,022	1,296 4,720 1,123	1,127 6,462 1,222	0,938 10,054 1,316	0,733 21,181 1,393

Der Wert $\alpha^2 \sigma_b$ ist in der Ehlersschen Tabelle eine Konstante jeder Zeile, v eine solche jeder Spalte. Durch Einsetzen der verschiedenen Werte für v und $\alpha^2 \sigma_b$ ist in der beigefügten Tabelle der Wert von $\frac{N h'}{M_e}$ errechnet, für den $f_e + f'_e$ bei der jeweiligen Materialspannung ein Minimum ergibt. Außer M_e und α ist nur noch $\frac{N h'}{M_e}$ zu ermitteln. Diesen Wert bzw. den diesem Werte zunächst gelegenen sucht man in der Zeile, in der das für die gewählte Betondruckspannung σ_b zutreffende α steht und hat damit ohne weiteres die gesuchte günstigste Eisenzugspannung. Der weitere Rechnungsgang ist wie früher. Ein Beispiel diene zur Erläuterung:

Beispiel 1. Gegeben sei $M = 18\,000$ mkg; $N = 20\,000$ kg (Druck); gewählt $\sigma_b = 40$ kg/cm²; $h = 80$ cm, $b = 40$ cm; $h' = 80 - 5 = 75$ cm.

Man berechnet:

$$M_e = M + N \left(\frac{h}{2} - a \right) = 18\,000 + 20\,000 (0,40 - 0,05) = 25\,000 \text{ mkg.}$$

$$\text{Hieraus} \quad \alpha = \frac{h-a}{\sqrt{\frac{M_e}{b}}} = \frac{75}{\sqrt{\frac{25\,000}{0,4}}} = 0,300$$

$$\text{und} \quad \varepsilon = \frac{N h'}{M_e} = \frac{20\,000 \cdot 0,75}{25\,000} = 0,600$$

In der Spalte für $\sigma_b = 40$ kg/cm² sucht man den Koeffizienten $\alpha = 0,300$ auf und findet in dieser (23.) Zeile auf der untersten Linie $\varepsilon_m = 0,633$ als den Wert, der dem errechneten $\varepsilon = 0,600$ am nächsten liegt, und damit als wirtschaftlichste Eisenzugspannung $\sigma_e = 800$ kg/cm². Genau genommen liegt das günstigste σ_e zwischen 800 und 900, doch sind die Unterschiede des Gesamteisenquerschnitts in der Nähe des Minimums so gering, daß unbedenklich mit den μ -Werten über $\varepsilon_m = 0,633$ weitergerechnet werden kann. Es ist dann:

$$f'_e = 0,807 \cdot 75 \cdot 0,4 = 24,2 \text{ cm}^2$$

$$f_e = 1,578 \cdot 75 \cdot 0,4 - \frac{20\,000}{800} = 22,3 \text{ „}$$

$$f_e + f'_e = 46,5 \text{ cm}^2$$

Mit $\sigma_e = 900$ wäre:

$$f'_e + f_e = 0,908 \cdot 75 \cdot 0,4 + 1,387 \cdot 75 \cdot 0,4 - \frac{20\,000}{900} = 27,24 + 19,39 = 46,63 \text{ cm}^2$$

und mit $\sigma_e = 700$:

$$f'_e + f_e = 0,697 \cdot 75 \cdot 0,4 + 1,826 \cdot 75 \cdot 0,4 - \frac{20\,000}{700} = 20,91 + 26,21 = 47,12 \text{ cm}^2$$

Wäre $\sigma_b = 45$ kg/cm² gewählt, so findet sich auf der 19. Zeile $\varepsilon_m = 0,599$ als nächster Wert und damit $\sigma_e = 900$ kg/cm² als günstigste Eisenzugspannung.

Ebenso ist die Tabelle für Biegung mit Zug gültig, doch tritt der Fall des Eisenminimums bei doppelter Bewehrung nur bei einer geringen Anzahl von Exzentrizitätsverhältnissen auf, die man links oben findet:

Beispiel 2. $M = 15\,800$ mkg; $N = 730$ kg (Zug); $\sigma_b = 40$ kg/cm²; $h = 80$ cm; $b = 40$ cm; $h' = 80 - 5 = 75$ cm:

$$M_e = 15\,800 - 730 (0,40 - 0,05) = 15\,545 \text{ mkg,}$$

$$\alpha = \frac{75}{\sqrt{\frac{15\,545}{0,4}}} = 0,380 \text{ (7. Zeile),}$$

$$\varepsilon = \frac{-730 \cdot 0,75}{15\,545} = -0,035 \text{ (2. Spalte); } \sigma_e = 1100 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_e = 0,156 \cdot 75 \cdot 0,4 = 4,68 \text{ cm}^2$$

$$f_e = 0,710 \cdot 75 \cdot 0,4 - \left(\frac{-730}{1100} \right) = 21,96 \text{ „}$$

$$f_e + f'_e = 26,64 \text{ cm}^2$$

Tritt der Fall ein, daß ε kleiner ist als das ε_m in der Spalte für $\sigma_{e_{zul}}$, so ist mit der höchsten zulässigen Eisenzugspannung zu rechnen.

Beispiel 3. $M = 34\,000$ mkg; $N = -20\,000$ kg (Zug); $\sigma_b = 40$ kg/cm²; $h = 80$ cm; $b = 40$ cm; $h - a = 80 - 4 = 76$ cm.

$$M_e = 34\,000 - 20\,000 (0,40 - 0,04) = 26\,800 \text{ mkg,}$$

$$\alpha = \frac{76}{\sqrt{\frac{26\,800}{0,4}}} = 0,295,$$

$$\varepsilon = -\frac{20\,000 \cdot 0,76}{26\,800} = -0,568 < \varepsilon_m = +0,112,$$

$$\text{folglich } \sigma_e = 1200 \text{ kg/cm}^2; f'_e = 1,261 \cdot 76 \cdot 0,4 = 38,4 \text{ cm}^2$$

$$f_e = 1,054 \cdot 76 \cdot 0,4 - \left(\frac{-20\,000}{1200} \right) = 48,8 \text{ „}$$

$$f_e + f'_e = 87,2 \text{ cm}^2$$

Zu untersuchen wäre noch, ob sich für bestimmte Fälle das Eisenminimum bei einfacher Bewehrung ergibt. Die Gleichung I sowie die daraus entwickelte Gleichung I b bleiben dabei unverändert bestehen. Es ergibt sich daher:

$$\frac{d f_e}{d v} = b h' \left[-\frac{1}{0,93 \alpha^2 \sigma_b v^2} - \frac{n}{6 \cdot 0,93} \cdot \frac{0,79 n^3 + 3,16 n^2 v + 1,95 n v^2 - 0,42 v^3}{v^2 (n+v)^4} \right] + \frac{N}{\sigma_b v^3} = 0.$$

$$\text{Hieraus:} \quad \frac{N h'}{M_e} = \frac{n}{6 \cdot 0,93} \cdot \frac{0,79 n^3 + 3,16 n^2 v + 1,95 n v^2 - 0,42 v^3}{(n+v)^4} \alpha^2 \sigma_b + \frac{1}{0,93} = 0$$

Es fragt sich jedoch, ob bei dem betreffenden Werte $\frac{N h'}{M_e}$ überhaupt noch Eisen erforderlich sind. Zu diesem Zweck setzen wir:

$$f_e = \mu b h' - \frac{N}{\sigma_e}$$

$$= \left[\frac{1}{0,93 \alpha^2 \sigma_b v} + \frac{n (0,79 n - 0,21 v)}{6 \cdot 0,93 v (n+v)^2} \right] b h' - \frac{N}{v \sigma_b} = 0$$

Hieraus:

$$(n+v)^2 + \frac{n}{6} (0,79 n - 0,21 v) \alpha^2 \sigma_b - \frac{N}{b h'} \alpha^2 0,93 (n+v)^2 = 0$$

Für $\frac{N}{b h'} \alpha^2 = \frac{N h'}{M_e}$ setzen wir den oben für das Eisenminimum gefundenen Wert ein und erhalten damit:

$$(n+v)^2 + \frac{n}{6} (0,79 n - 0,21 v) \alpha^2 \sigma_b$$

$$- \frac{n}{6} \cdot \frac{0,79 n^3 + 3,16 n^2 v + 1,95 n v^2 - 0,42 v^3}{(n+v)^4} \alpha^2 \sigma_b - (n+v)^2 = 0,$$

$$\text{woraus:} \quad v^3 - \frac{1,58 n}{0,21} v - \frac{1,79 n^2}{0,21} = 0.$$

Mit $n = 15$ ergibt sich: $v_1 = 8,5238 n \cong 128$

$$v_2 = -n = -15$$

Beide Werte sind natürlich praktisch ausgeschlossen. Für alle Werte von $v < 128$ aber fällt f_e beim Einsetzen von ε_m negativ aus. Dagegen ist f_e bis zu einem gewissen Werte von $\frac{N h'}{M_e}$ positiv und μ für $f'_e = 0$ für gewisse Fälle brauchbar. Da aber f_e mit abnehmender Eisenzugspannung zunimmt, kommt dafür nur die erste Spalte rechts von derjenigen in Betracht,

in der μ' überhaupt noch auftritt. Nachdem für diese Spalten und Zeilen μ berechnet ist, ermitteln wir den oberen Wert von $\frac{N h'}{M_e}$, für den Zugeseisen noch erforderlich sind, aus:

$$f_e = 0 = \mu b h' - \frac{N}{v \sigma_b}$$

Nach Multiplikation mit α^2 ergibt sich hieraus:

$$\frac{N}{b h'} \alpha^2 = \frac{N h'}{M_e} = \mu v \alpha^2 \sigma_b = \epsilon_0$$

Bezeichnet man die Werte der letzten, μ' enthaltenden Spalte mit μ_1 , μ_1' und v_1 , die der ersten Spalte ohne μ' mit μ_r und v_r , so ist der Gesamt-Eisenquerschnitt gleich für einen Wert $\frac{N h'}{M_e}$, der mit ϵ_n bezeichnet sei. ϵ_n ist zu ermitteln aus:

$$f_e = (\mu_1 + \mu_1') b h' - \frac{N}{\sigma_b v_1} = \mu_r b h' - \frac{N}{\sigma_b v_r}$$

Hieraus ergibt sich:

$$(\mu_r - \mu_1 - \mu_1') = \frac{N}{b h' \sigma_b} \cdot \frac{v_1 - v_r}{v_1 v_r}$$

und nach Multiplikation mit α^2 :

$$\frac{N}{b h'} \alpha^2 = \frac{N h'}{M_e} = \epsilon_n = \frac{(\mu_r - \mu_1 - \mu_1') \alpha^2 \sigma_b v_1 v_r}{v_1 - v_r}$$

Ist $\epsilon_n > \epsilon_0$, so tritt das Minimum an Eisen stets bei doppelter Bewehrung auf; der Tabelle sind nur die Fälle beigefügt, die praktische Bedeutung haben.

Beispielsweise wird auf der 9. Zeile:

$$\epsilon_n = 0,522 \text{ und } \epsilon_0 = 1,167.$$

Hier ergibt sich für alle Werte von $\epsilon = \frac{N h'}{M_e}$ zwischen 0,335 und 0,522 der geringste Eisenquerschnitt mit $v = \frac{\sigma_e}{\sigma_b} = 22,5$ und zwischen 0,522 und 1,167 mit $v = 20$. Bei den Werten von $\epsilon > 1,167$ auf der 9. Zeile sind Eisen theoretisch nicht erforderlich, d. h. die Normalkraft liegt im Kern des Querschnitts.

Beispiel 4. $M = 13\,000$ mkg; $N = 15\,850$ kg; $\sigma_b = 45$ kg/cm²; $h = 80$ cm; $h - a = 75$ cm; $b = 40$ cm;

$$M_e = 13\,000 + 15\,850(0,40 - 0,05) = 18\,548 \text{ mkg},$$

$$\alpha = \frac{75}{\sqrt{\frac{18\,548}{0,40}}} = 0,349 \text{ (9. Zeile)},$$

$$\epsilon = \frac{15\,850 \cdot 0,75}{18\,548} = 0,641,$$

also zwischen ϵ_n und $\epsilon_0 = 0,522$ bzw. 1,167; $\sigma_e = 900$ kg/cm².

$$f_e = 1,067 \cdot 75 \cdot 0,4 - \frac{15\,850}{900} = 32,01 - 17,61 = 14,40 \text{ cm}^2; f_e' = 0.$$

(Mit $\sigma_e = 1012$ kg/cm² hätte sich ergeben:

$$f_e' + f_e = 2,43 + 12,33 = 14,76 \text{ cm}^2$$

und mit $\sigma_e = 787,5$:

$$f_e = 1,242 \cdot 75 \cdot 0,4 - \frac{15\,850}{787,5} = 17,13 \text{ cm}^2)$$

Bei Benutzung der auf Grund des vorstehenden Rechnungsganges ergänzten Tabelle dürfte eine wesentliche Ersparnis an Zeit und Arbeit und damit der Zweck der obigen Ausführungen erreicht sein.

NEUERE AUSFÜHRUNGEN TRÄGERLOSER EISENBETONDECKEN.

Von Dr.-Ing. A. Spilker i.Fa. Schäffer & Co., A.-G. Duisburg-Bremen.

Die Vorzüge, die trägerlose Pilzdecken gegenüber den gewöhnlichen Balkendecken besitzen, und denen die Pilzdecken in Amerika ihre außergewöhnliche Beliebtheit und Verbreitung verdanken, haben dazu geführt, daß man sich auch bei uns in Deutschland bereits in zahlreichen Fällen zur Anwendung dieser Deckenform entschlossen hat, obwohl die Genehmigung der Ausführung derartiger Bauten durch die zuständigen Bau-polizeiämter noch vielfach auf erhebliche Schwierigkeiten stößt. Der Grund hierzu besteht bekanntlich darin, daß man in Deutschland bisher noch keine amtlichen Vorschriften für die Berechnung trägerloser Decken hat, die den einzelnen Bau-ämtern die Verantwortung für die Prüfung der von den Unternehmern eingereichten statischen Berechnungen, die z. T. erhebliche Anforderungen an die Kenntnisse des Prüfenden auf dem Gebiete der Statik und der Festigkeitslehre stellen, abnehmen bzw. erleichtern würden. Infolge des Fortfalls jeglicher Balken und der geringen Bauhöhe eignen sich die trägerlosen Decken vor allem für Speicher und Lagerbauten. Daß sie jedoch auch für die verschiedensten anderen Hochbauten mit Vorteil verwendet werden können, soll an Hand der nachstehend beschriebenen von der Firma Schäffer & Co., A.-G.; in den letzten Jahren ausgeführten trägerlosen Decken dargetan werden.

Die Ausführung der gesamten Erweiterungsbauten des Kraftwerks Herdecke war der Firma Schäffer von der Kommunales - Elektrizitätswerk „Mark“ A.-G. in Hagen i. W. übertragen worden. U. a. war ein Kesselhaus für die Unterbringung von 8 Babcock-Kesseln zu errichten, dessen Querschnitt Abb. 1 zeigt. Die Kessel sind in bekannter Weise

symmetrisch zur Längsachse des Kesselhauses aufgestellt. Ihre Bedienung erfolgt von der zwischen den beiden Kesselreihen liegenden Heizerstanddecke, die eine Breite von 9 m und eine Länge von rd 42 m hat. Die Decke trennt den Aschenkeller von dem eigentlichen Kesselraum ab. Unterstützt wird sie an den beiden Längsseiten durch Unterzüge, die von den Bunkerstützen getragen werden, und in der Mitte durch zwei Reihen Eisenbetonstützen mit pilzförmig verbreiterten Köpfen.

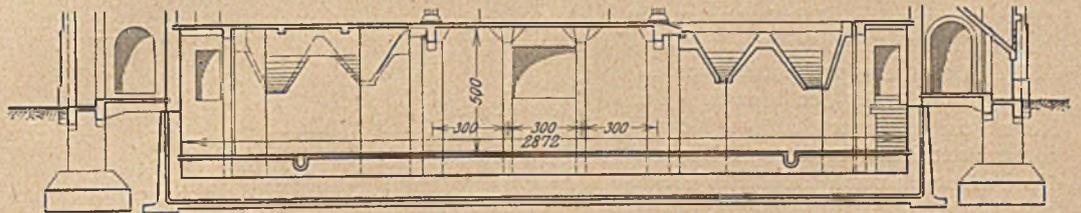


Abb. 1. Kesselhaus Herdecke, Heizerstanddecke

Zur Ausbildung dieser Decke als Pilzdecke entschloß man sich vor allem deswegen, weil diese Decke die Möglichkeit bietet, Leitungen und Kabel ohne Rücksicht auf Balken zu verlegen und ebenso Aussparungen an beliebiger Stelle vorzunehmen. Gerade in dieser Decke waren, abgesehen von den 80 auf 80 cm großen Lichteinfallöffnungen, in der Mitte jedes zweiten Feldes eine große Anzahl von Öffnungen teils zur Durchführung der Transmission für die Kettenrostantriebe und zur Befestigung des Antriebsmotors selbst, teils als Bedienungsöffnungen für die unter der Decke gelegenen Absperrschieber und Ventile vorgesehen, so daß die Ausbildung eines regelmäßigen Balkennetzes kaum möglich gewesen wäre. Von Vorteil war das Fortfallen sämtlicher Deckenbalken, vor allem auch für eine leichte Entlüftung des Aschenkellers. Die Zahl der Staub-Ecken wurde bei dieser Bauform auf ein Mindestmaß reduziert.

Die Decke wurde berechnet für eine Nutzlast von 1500 kg/m². Die Plattenstärke ist mit 18 cm bei einer Stützenentfernung von 3 bzw. 3,25 m reichlich hoch. Es ist dieses auf

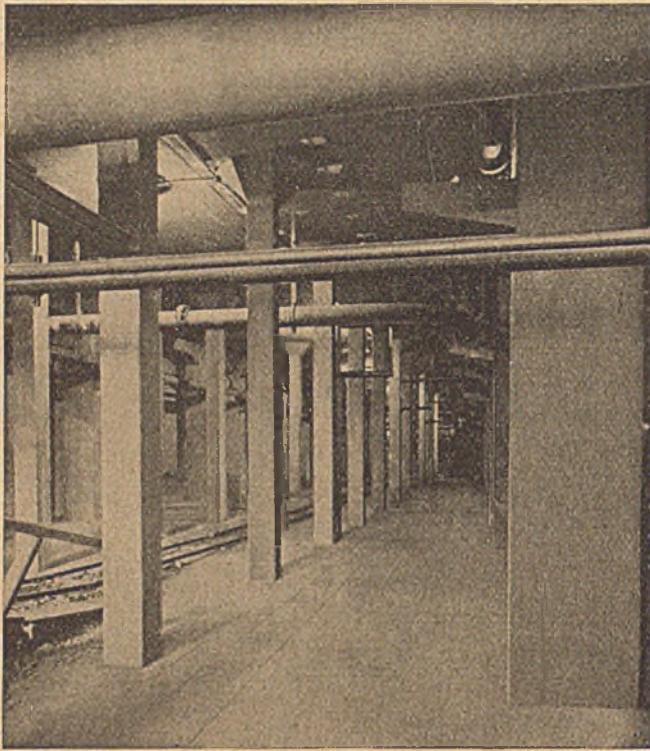


Abb. 2. Kesselhaus Herdecke.

die verhältnismäßig geringe Ausdehnung der Stützenköpfe zurückzuführen, die natürlich nicht eine solch günstige Verteilung der Momente bewirken kann wie die weiter ausladenden Köpfe der folgenden Ausführungen. Es kommt noch hinzu, daß bei dieser ersten Ausführung das Berechnungsverfahren noch nicht so weit ausgebaut war und daher bei der Dimensionierung mit einer größeren Sicherheit gerechnet wurde, als wohl unbedingt erforderlich gewesen wäre. Die Decke wurde bald nach dem Ausschalen einer zufälligen Belastungsprobe unterworfen, dadurch, daß bei der Montage der Kessel ein schwerer Teil der Kesselkonstruktion aus größerer Höhe auf die Decke fiel, ohne daß diese jedoch im geringsten beschädigt worden wäre oder auch nur einen Haarriß erhalten hatte. Mit Rücksicht auf diesen Vorfall wurde seitens der Baupolizei von der geplanten Probebelastung Abstand genommen, zumal auch die Decke die Hauptbelastung, die ja bekanntlich während der Kesselmontage auftritt, bereits hinter sich hatte.

Eine weitere Anwendung fand die Pilzdecke beim Anbau an die Gummifabrik der Akkumulatorenfabrik Hagen i. W. Der Bau überdeckt einen Grundriß von 530 m² Fläche (Abb. 3). Er wurde entworfen als Eisenbetonfachwerkbau mit 7 Geschossen, von denen jedoch zunächst erst 5 Geschosse zur Ausführung gelangen sollten. Die Decken waren ursprünglich als normale Balkendecken vorgesehen. Da die Räume für Fabri-

kationszwecke benutzt werden sollten, die Lage der Transmissionen, die an den Decken anzubringen war, aber von vornherein nicht festgelegt werden konnte bzw. man die Möglichkeit haben wollte, sie später an andere Stellen zu verlegen, wählte man für die Ausführung trägerlose Decken, die gleichzeitig den Vorteil einer besseren Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Geschoßhöhe boten. Auch diese Decke ist wie die vorstehend beschriebene dreifeldrig, d. h. sie besteht aus drei nebeneinander liegenden Deckenstreifen, die durch zwei mittlere Reihen von Pilzstützen getragen werden, während die Längsseiten auf Wandunterzügen aufgelagert sind. Die Decken wurden berechnet für eine Nutzlast von 1500 kg/m². Es ergab sich für diese Belastung bei einem Stützenabstand von 5 bzw. 5,15 m eine Deckenstärke von 26 cm. Die Mittelsäulen des Bauwerkes sind der Raumerspanis halber achteckig ausgeführt. Aus diesen wächst der ebenfalls achteckige Stützenkopf heraus, der jedoch oben eine quadratische Kopfplatte trägt (Abb. 4 u. 5). Die Einschalung der Decke war dadurch noch erheblich vereinfacht worden, daß für die Stützenköpfe abnehmbare Formen hergestellt wurden, die bereits nach kurzer Zeit entfernt und an anderer Stelle wieder verwendet werden konnten. Nachdem die erste Decke fertiggestellt war und die Leute sich an die neue Bauart gewöhnt hatten, vollzog sich auch das Verlegen der Eisen noch schneller als es bei einer normalen Balkendecke der Fall ist. Auf Anordnung der Baupolizei in Hagen wurde, nachdem die beiden untersten Geschosse ausgeschalt waren, eine Probebelastung der Erdgeschoßdecke vorgenommen. Es wurde zu dem Zwecke auf ein Mittelfeld die 1,5 fache Nutzlast in Form von Sand und Zement aufgebracht. Zur Feststellung der Einsenkungen wurden unter der Decke sowohl in dem betreffenden Felde wie in den Nachbarfeldern Durchbiegungsmesser angebracht, die eine Ablesung von $\frac{1}{20}$ mm gestatteten. Obwohl die Nutzlast noch dadurch erhöht wurde, daß die gesamte Belegschaft der Baustelle sich auf das betreffende Deckenfeld versammelte, ließ sich eine Durchbiegung an den Biegemessern nicht feststellen. Die Belastung durch Sand und Zement wurde erst nach 24 Stunden von der Decke

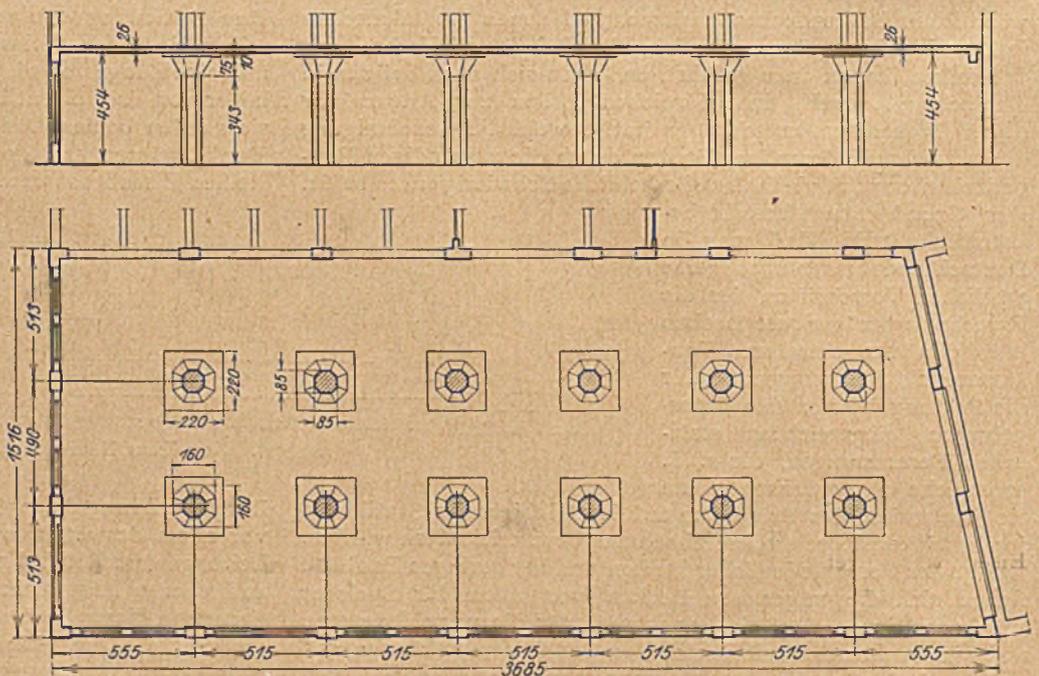


Abb. 3. Gummifabrik Acc.-Fabr. A. G., Hagen i. W.

entfernt. Es war jedoch weder während dieser Zeit noch hinterher eine Verschiebung der Biegemesser zu bemerken.

Etwa gleichzeitig mit der eben beschriebenen (im Sommer 1922) wurde die in Abb. 6 gezeigte Pilzdecke für einen Werkstatt-raum eines neu zu errichtenden Kesselhauses für das Kraftwerk Elverlingsen der K.E.M.A.G. in Hagen ausgeführt. Die Größe

der Decke beträgt nur 130 m^2 . Bei einer Stützenentfernung von $3,25 \text{ m}$ und einer Nutzlast von 1000 kg/m^2 ist hier die Deckenstärke 16 cm . Abweichend ausgebildet sind bei dieser Pilzdecke die Säulenköpfe gegenüber den sonst üblichen Formen. Die Kopfplatten sind auch hier quadratisch, sie sind jedoch gegenüber den ebenfalls quadratischen Säulen um 45° verdreht. Auch ist hier die Kopfplatte abgeschrägt, so daß ein allmählicher Übergang der Trägheitsmomente der Deckenplatte und des Säulenkopfes stattfindet.

Als ein weiteres Anwendungsgebiet der trägerlosen Decken sei noch zuletzt ihre Verwendung bei landwirtschaftlichen Bauten erwähnt. Hier kommt sie vor allem für große Stallanlagen in Frage, wo sie infolge der vollkommen glatten Unterflächenebene eine gute Entlüftung und Abführung der Stalldünste ermöglicht.

Die Bewehrung der sämtlichen hier beschriebenen Decken erfolgte nach dem Zweibahnensystem. Die Aufnahme der inneren Zugkräfte durch Eisen, die nach Möglichkeit in ihrer Richtung dem Verlaufe der größten Spannungen folgen, wie es bei dem Vierbahnen-system angestrebt wird, hat theoretisch unzweifelhaft große Vorteile, da naturgemäß bei direkter Aufnahme der Zugspannungen durch Eisen, die der aufzunehmenden Kraft parallel laufen, ein geringerer Eisenquerschnitt erforderlich ist, als wenn zwei zu einander stehende Komponenten dieser Kräfte durch zwei ebenfalls senkrecht zu einander verlaufende Eisenscharen aufgenommen werden müssen. Diesen theoretischen Vorteilen stehen jedoch beim Vierbahnen-system wesentliche praktische Nachteile gegenüber:

1. Die Unmöglichkeit, die Eisen so zu verlegen, daß sämtliche Kräfte durch gleichlaufende Eisen aufgenommen werden können, da sonst eine unendlich große Zahl verschiedener Richtungen vorhanden sein müßten. Man beschränkt sich daher praktisch bekanntlich auf vier Scharen, von denen zwei mit den Hauptachsen der Decke gleichlaufen, während die anderen zwei diagonal gerichtet sind. Außer diesen vier Scharen werden über den Stützenköpfen dann in der Regel noch weitere Eisen, die ringförmig gebogen sind, zugelegt.

2. Der Verlust an wirksamer Höhe, der dadurch entsteht, daß beispielsweise über den Stützen vier oder fünf Scharen

von Eisen einander kreuzen, so daß die unterste Schar von Deckenoberkante, d. h. der Zugzone um den drei- bis vierfachen Eisendurchmesser + der Überdeckungshöhe der Eisen entfernt ist. Dieser Verlust an wirksamer Höhe muß naturgemäß durch einen größeren Eisenquerschnitt ausgeglichen werden, wodurch

die theoretische Ersparnis meist schon illusorisch gemacht wird. Es kommt noch hinzu, daß einzelne Stellen der Decken bei dem Vierbahnen-system nur eine Bewehrung in einer Richtung erhalten, so daß die nicht in diese Richtung fallenden Zugspannungen nur z. T. aufgenommen werden können und Risse in der Decke verursachen müssen.

3. Die Schwierigkeit beim Verlegen der Eisen, vor allem wenn Aufbiegungen vorhanden sind. Es erfordert dieses einmal einen höheren Arbeitsaufwand und läßt es zu dem fraglich erscheinen, ob die Eisen tatsächlich an die von

dem Konstrukteur vorgesehene Stelle zu liegen kommen und die ihnen zugewiesenen Kräfte aufnehmen.

4. Die Schwierigkeit in dem engmaschigen Geflecht den Beton so einzubringen, daß eine einwandfreie Verbundwirkung zustande kommt.

Bei Bewehrung nach dem Zweibahnensystem (Abb. 7) werden diese Nachteile auf ein Mindestmaß beschränkt. Das Verlegen der Eisen erfordert keine größere Arbeit als das einer normalkreuzweis bewehrten Decke. Es läßt sich im Gegenteil bei geeigneter Darstellung der Bewehrungspläne und eingearbeiteten Leuten, wie die Erfahrungen zeigen, schneller bewerkstelligen, als bei einer gewöhnlichen Balkendecke. Übrigens liegen bei einer kreuzweis bewehrten Decke doch statisch die Verhältnisse ähnlich wie bei der Pilzdecke, indem auch hier Spannungen der verschiedensten Richtungen aufzunehmen sind. Trotz-

dem wird wohl niemand auf den Gedanken verfallen, eine solche Decke mit mehr als zwei Scharen von Eisen zu bewehren!

Bei der Armierung selbst ist unterschieden worden zwischen den über den Stützenköpfen durchlaufenden Gurtstreifen, die gewissermaßen die Stelle der Balken in einer Balkendecke vertreten, und den zwischen diesen liegenden Feldstreifen, die entsprechend den von ihnen aufzunehmenden Momenten eine geringere Bewehrung erhalten als die Gurtstreifen. Als Breite



Abb. 4. Garnfabrik Acc-Fabr. A. G., Hagen i. W.

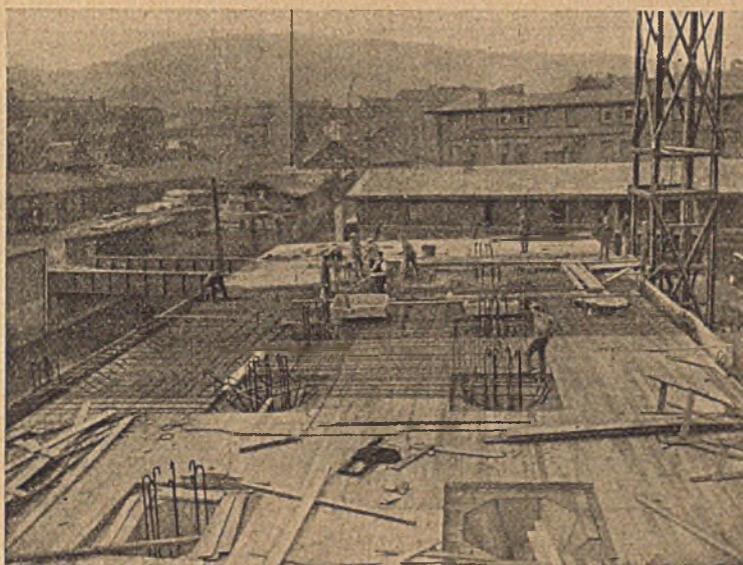


Abb. 5. Pilzdecke in Schalung Acc-Fabr., Hagen.

ist für beide Bahnen jeweils die halbe Feldbreite gewählt. Über den Stützen kommen zu den einander kreuzenden Eisen der Gurtstreifen noch kräftige Bügel hinzu, die den Zweck haben, Deckenplatte und Stützen biegesteif miteinander zu verbinden.

Da bei einer trägerlosen Decke die größten Beanspruchungen, Biegemomente und Schubkräfte in der Nähe der

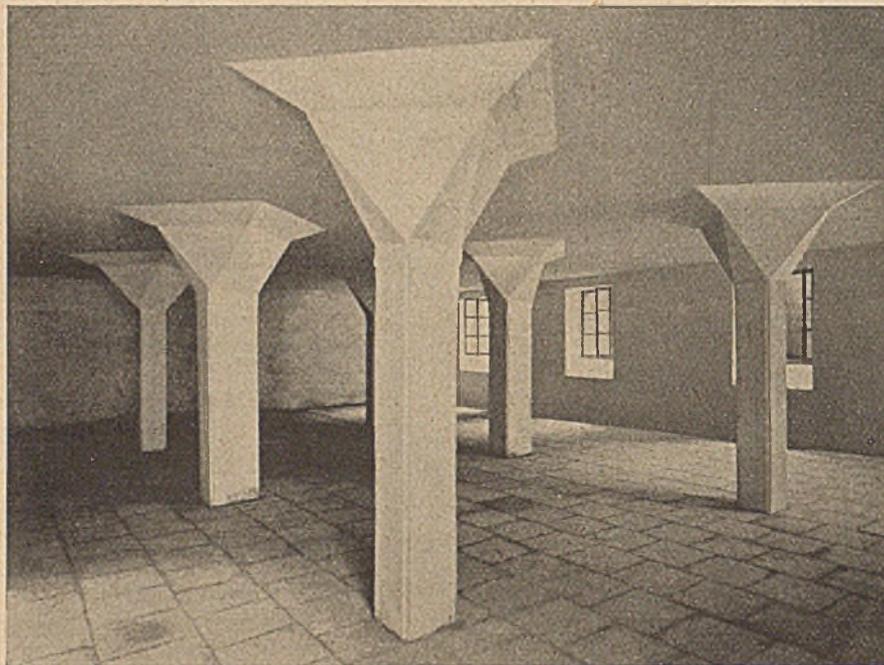


Abb. 6. Kesselhaus K. E. M. A. G. Elverlingsen.

Stützen auftreten, wird hier die Decke verstärkt und dadurch der pilzförmige Stützenkopf gebildet, dem die Pilzdecke ihren Namen verdankt. Für die Formgebung des Stützenkopfes sind verschiedene Gesichtspunkte maßgebend. Vom Standpunkt des Statikers und Konstrukteurs aus gesehen, ist der Kopf der beste, der eine möglichst weite Ausladung besitzt und einen möglichst sanften Übergang zwischen Deckenplatte und Stütze vermittelt. Am besten dürfte der bei der hier beschriebenen dritten und vierten Ausführungsform zur Anwendung gelangte Pilzkopf diesen Anforderungen entsprechen, da er infolge der Drehung von 45° gegenüber den Stützen die Decken gerade in Richtung der Gurtstreifen am meisten verstärkt, in dem ja die größten Momente auftreten. Begrenzt wird die Größe des Stützenkopfes schon meist durch die Bedingungen des Bauherrn, sowie durch die erheblichen Kosten, die ein großer Stützenkopf verursacht und die unter Umständen die Ersparnis, die durch Verringerung der Momente in der Deckenplatte erzielt wird, wieder aufhebt. Im übrigen ist die Formgebung der Stützköpfe vor allem eine Frage der künstlerischen Gestaltung, die dem entwerfenden Architekten manche dankbare Aufgabe zu lösen gibt.

Da, wie eingangs bereits erwähnt, bei uns in Deutschland z. Z. noch keine amtlichen Vorschriften über die Berechnung von Pilzdecken bestehen, welche die Momente, nach denen die Dimensionierung vorzunehmen ist, festlegen, ist in jedem einzelnen Falle eine eingehende statische Untersuchung erforderlich, um von der zuständigen Behörde die Genehmigung zur

Ausführung einer solchen Decke zu erlangen. Nun bereitet ja die Berechnung trägerloser Decken große Schwierigkeiten und ist streng genommen nur unter ganz bestimmten Voraussetzungen und Annahmen möglich. Von den verschiedenen Versuchen und Beiträgen zur Lösung des Pilzdeckenproblems sind wohl die praktisch wertvollsten und brauchbarsten das Verfahren von Dr. Lewe (die strenge Lösung des Pilzdeckenproblems mittels Fourierscher Reihen. Bauingenieur 1922 Seite 111/314) und die Theorie der elastischen Gewebe von Marcus (Armierter Beton 1919 Seite 107). Die letztere Theorie ermöglicht es, die verschiedensten Aufgaben der Plattentheorie, wie sie auch dem Eisenbetoningenieur fast tagtäglich begegnen, in verhältnismäßig einfacher Weise mit elementaren Mitteln näherungsweise zu lösen. In etwas abgeänderter Form ist der Gedankengang dieser Theorie in dem Verfahren von Hruban wiederholt (Berechnung von Pilzdecken Beton und Eisen 1921 Seite 187 und 200). Die von Marcus aufgestellten Sätze haben vor allem für den Statiker den Vorzug einer großen Anschaulichkeit, da sie in analogen Sätzen über die Seillinie bei einem einfachen Balken ihr genaues Gegenstück finden. Nach der Marcusschen Theorie sind auch die vorstehend beschriebenen Pilzdecken berechnet worden. Der Untersuchung wurde ein in der

Längsrichtung unendlich langer Deckenstreifen zugrunde gelegt, der an den beiden Längsseiten durch Randbalken in der Mitte durch zwei Stützenreihen getragen wird. Bei der

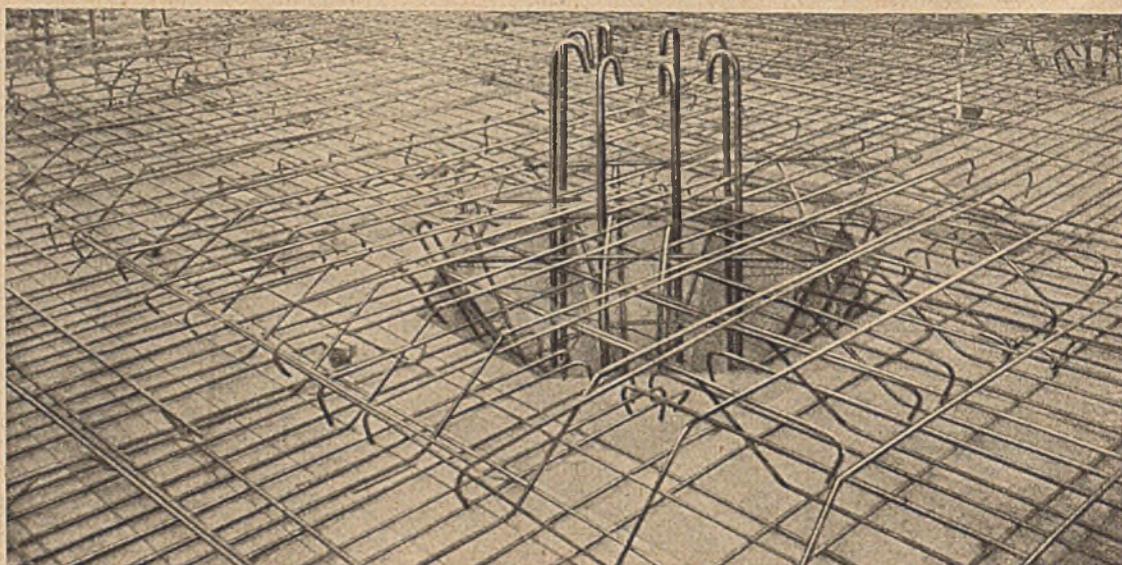


Abb. 7. Bewehrung des Stützenkopfes.

Untersuchung wurde zunächst vorausgesetzt, daß das Trägheitsmoment der Decke überall das gleiche ist und die Stützkkräfte der Mittelsäulen in Punkten konzentriert angreifen. Untersucht wurden vier verschiedene Belastungsfälle. Für die Dimensionierung wurden diese Momente nicht benutzt, da sie infolge der ihnen zugrunde liegenden Annahme punktförmiger Unterstützung der Platte zu große Werte ergeben würden. Die endliche Ausdehnung des Stützenkopfes, die Vergrößerung des

Trägheitsmomentes der Platte in der Nähe der Stütze und schließlich die Einspannung der Deckenplatte in der Stütze selbst, die Stütze und Decke zu einem rahmenartigen Gebilde vereinigt, tragen dazu bei, daß die positiven Momente in den Feldern und zwischen den Stützen erheblich vermindert werden, während der Bereich der negativen Momente über den Stützen und dem Gurtstreifen sich weiter ausdehnt als es bei punktförmiger Lagerung der Platte der Fall sein würde. Die drei eben geschilderten Einflüsse wurden gesondert untersucht, da sie in jedem einzelnen Fall in einem anderen Verhältnis zu den Grundmomenten der Abb. 10 stehen. Nach den so berichtigten Werten der Spannungsmomente wurde alsdann die Querschnittsbemessung vorgenommen.

Die hier kurz angedeutete Berechnungsmethode erfordert naturgemäß einen ziemlich erheblichen Zeitaufwand. Trotzdem kann auch sie nur als eine Annäherung gelten, da die sämtlichen theoretischen Untersuchungen zugrunde liegenden Voraussetzungen (unendlich dünne Platte, vollkommen homogenes Baumaterial, unendlich ausgedehnter Deckenstreifen) für Eisenbetondecken nur ganz angenähert zutreffen. Es ist daher sehr erfreulich, daß der Deutsche Ausschuß für Eisenbeton auf Anregung von Marcus es unternommen hat, durch

Versuche an ausgeführten Pilzdecken festzustellen, inwieweit die Ergebnisse der Berechnung den wirklich auftretenden Beanspruchungen entsprechen und die grundsätzliche Frage zu klären, ob für die Beurteilung der Tragfähigkeit einer Platte die Theorie der größten Schubspannungen oder die der größten Dehnungen maßgebend sei. Trotzdem wäre es zu begrüßen, wenn schon vor Erledigung des umfangreichen Versuchsprogramms, dessen Beendigung noch nicht abzusehen ist, bereits vorläufige Richtlinien, wie sie ebenfalls von Marcus vorgeschlagen wurden, von maßgebender Stelle aufgestellt würden. Für die Verbreitung der Pilzdecken wäre eine derartige Bestimmung, wie sie beispielsweise in Amerika bereits besteht, von größter Bedeutung. Da — wie sämtliche Ausführungen zeigen — bei richtiger Durchbildung die Decke auch wirtschaftlich allen anderen Deckenarten überlegen ist und die Ersparnis an Baustoffen gerade in einer Zeit größter wirtschaftlicher Not auch für die Allgemeinheit von größter Bedeutung ist, erscheint die Herausgabe derartiger Richtlinien als ein dringendes nationales Erfordernis. Es ist daher zu wünschen, daß wenigstens bei der jetzt in Vorbereitung befindlichen Neubearbeitung der deutschen Eisenbetonbestimmungen die Pilzdecke die ihr gebührende Berücksichtigung findet.

ZEICHNERISCHE ERMITTLUNG DER BIEGUNGS-LINIE GEDRÜCKTER STÄBE AUF GRUND EINES HYDROSTATISCHEN GLEICHNISSES.

Von Dipl.-Ing. Lothar Kulka, Hannover.

(Schluß von Seite 121.)

Abschnitt 6.

Erweiterung des zeichnerischen Verfahrens zur Ermittlung der elastischen Linie gelenkig geführter Stäbe konstanten Querschnitts auf den Fall ihrer

Belastung durch die in der Gelenksehne wirkenden, zentrisch angreifenden Druckkräfte P , P und durch Kräfte Q , die normal zur Gelenksehne gerichtet sind.

Es soll wie früher nur die Wirkung der Bieigungs- und Exzentrizitätsmomente berücksichtigt werden. Es bedeuten x, y die rechtwinkligen Koordinaten der elastischen Linie in Bezug auf die Gelenksehne, z die Ordinaten des mit der

gleichung der elastischen Linie, wenn M_x die Gesamtmomente P, η bedeuten:

$$\frac{1}{\rho} = \frac{M_x}{EJ} = \frac{P}{EJ} \left(y + \frac{M_x}{P} \right) = \frac{1}{C^2} (y+z) = \frac{1}{C^2} \eta; \quad \rho \eta = C^2$$

Trägt man daher (Abb. 8d) die den einzelnen Punkten der elastischen Linie zugehörigen Krümmungshalbmesser ρ nach Multiplikation mit den zugehörigen Werten $\eta = y + z$ im Flächenmaßstabe von einem gemeinschaftlichen Zentrum M normal zu ihrer eigentlichen Richtung auf, so liegen die Endpunkte dieser Radienvektoren auf einer Kreislinie vom Halbmesser C^2 . Dieser Kreisbogen kann als allgemeinere Form einer Flüssigkeitsdruckkurve angesehen werden, die für die elastische Linie als Bodenkurve jedoch für Druckhöhen gilt, die durch die $\eta = y + z$ gegeben sind. Die erwähnte Kreislinie erfüllt nämlich in Bezug auf die elastische Linie die beiden Definitionsbedingungen der Wasserdrucklinie, indem ihre linearen Elemente auf den zugehörigen der Bodenkurve (elastischen Linie) senkrecht stehen und diesen gegenüber dem Werte nach mit den entsprechenden Druckhöhen η erweitert sind. Allerdings sind diese Druckhöhen nicht von einem wagerechten Flüssigkeitsspiegel, sondern von der mit der Polweite P gezeichneten Linie der M_x zu zählen. (Abb. 8b).

Bezieht man wieder die Wasserdrucklinie auf ein rechtwinkliges Koordinatensystem, so stellen die lotrechten Koordinaten v ihrer Punkte die zugehörigen Flächen der mit der Polweite P gezeichneten Linie der Gesamtmomente M_x

$$= M_x + P \cdot y \text{ dar: Also } v = \int_0^x \eta \, dx.$$

Die wagerechten Koordinaten w hingegen sind bestimmt als

$$\int_0^x \eta \, dy = \int_0^x (y+z) \, dy = \frac{y^2}{2} + \int_0^x z \, dy;$$

also bei Vergleich mit der Wasserdrucklinie für einen horizontalen Wasserspiegel kommt der Beiwert $\int_0^x z \, dy$ hinzu.

also bei Vergleich mit der Wasserdrucklinie für einen horizontalen Wasserspiegel kommt der Beiwert $\int_0^x z \, dy$ hinzu.

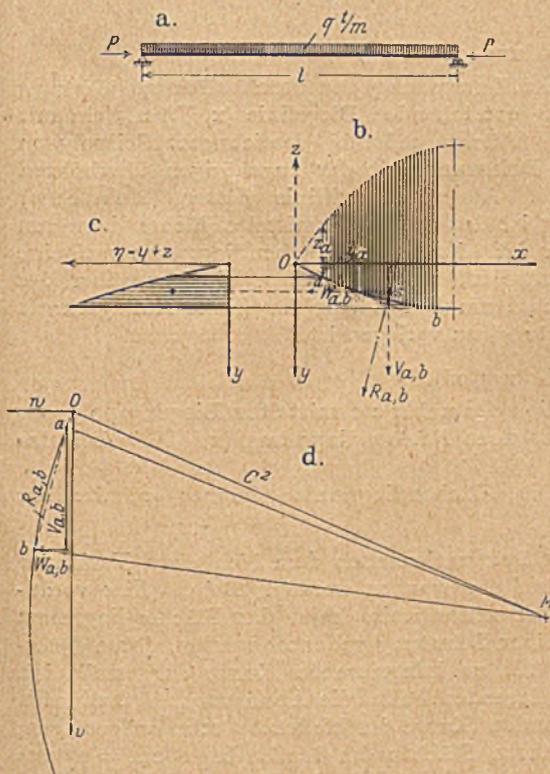


Abb. 8.

Polweite P gezeichneten Polygons der nur durch die Querbelastung erzeugten Momente M_x , ferner $\eta = y + z$. ρ bezeichnet die Absolutbeträge der Krümmungshalbmesser der elastischen Linie, und $C^2 = \frac{EJ}{P}$. Dann lautet die Differential-

Es erscheint aus diesem Grunde hier zweckmäßiger, die Rekonstruktion der elastischen Linie aus dem Kreisbogen auf die Flächenbedeutung der lotrechten Koordinaten v des letzteren und auf die Eigenschaft der Normalität zu stützen. Die zeichnerische Darstellung praktischer Fälle erfordert auch hier eine n -fache Überhöhung der Ordinaten y , mit diesen

aber auch der Werte z und damit der Summe $\eta = y + z$ gegenüber den Längenabmessungen x des Stabes. Die Kreislinie geht durch die bezügliche Erweiterung ihrer Koordinaten auch wieder in eine Ellipse mit dem Achsenverhältnis $1/n$ über, wobei natürlich die Beziehung der Normalität auch zwischen Ellipse und überhöhter elastischer Linie ungestört besteht.

Das hierauf gegründete Verfahren soll später der Mohrschen Konstruktion gegenüber gestellt werden und sei vorerst an Hand eines Beispiels (Abb. 9a bis g) erläutert. Hierbei wird in den Punkten f und g nur auf jene Unterschiede hingewiesen werden, die zwischen beiden Verfahren bezüglich Größe, Richtung und Lage der elastischen Gewichte bestehen. Bei Anwendung der strengeren Theorie (also der Grundgleichung $\eta \rho = C^2$) für Untersuchungen im Bereiche des elastischen Ausknickens ist fernerhin zu berücksichtigen, daß die Bogenlänge der elastischen Linie,

wie in den vorhergehenden Abschnitten näher ausgeführt wurde, als konstant anzusehen ist, während sich die Länge der Gelenksehne und der Abszissen des Stabes bei dessen Krümmung verkürzen. Für die Lösung der folgenden Aufgabe konnte jedoch von den geringfügigen, durch diesen letzten Umstand bedingten Änderungen abgesehen werden. Die Punkte a bis e bleiben demnach auch für die Anwendung des Mohrschen Verfahrens unverändert.

Beispiel 1.

Auf Grund des hydrostatischen Gleichnisses soll die Biegelinie des nach Abbildung 9 belasteten Stabes ermittelt werden. (Axialkraft P , Querbelastung Q_1 u. Q_2). Angaben: $l = 700$ cm $J = 750$ cm⁴ $P = 7,5$ t. Die entgegen-

gesetzt gerichteten Querlasten $Q_1 = Q_2 = 1$ t greifen in einem Abstände von 1,5 m vom linken, bzw. 2,0 m vom rechten Stabende an.

Beschreibung des Vorganges:

Die deutliche Darstellung der Momenten- und Biegelinien verlangt die Anwendung verschiedener Maßstäbe für die Auftragung der Abszissen einerseits und Ordinaten andererseits. Um jedoch für beide Koordinatengruppen denselben Maßstab verwenden zu können, werden sowohl die wahren Werte der genannten Ordinaten, als auch aller jener Funktionen, die mit ihnen im gleichen Verhältnis wachsen, mit der Überhöhungsziffer n vorweg multipliziert. Die Symbole der so vergrößerten Funktionen (Längen und Flächen) sollen durch Überstreichung gekennzeichnet werden, z. B. $\bar{z} = n \cdot z$. Hierauf wird für die unveränderten Abszissen x und ihre mit n multiplizierten linearen Funktionen derselbe Längenmaßstab $1 : m$; für die entsprechend erweiterten quadratischen Funktionen hingegen der Flächenmaßstab $1 \text{ cm} = 0 \text{ cm}^2$ benützt. Zur Auftragung der Abb. 9 wurden (im Original) gewählt: $1 : m = 1 : 100$; $n = 200$; $1 : o = 1 : 50000$. Wenn in der folgenden Beschreibung von Momentenflächen die Rede ist, so sollen darunter stets diejenigen Flächen verstanden werden, welche von den n -fach überhöhten, ursprünglich zur Polweite P gehörigen Momentenlinien eingeschlossen sind.

a) (Zu Abb. 9a).

Die Ermittlung des der Polweite P entsprechenden Momentenpolygons der Querbelastung (Koordinaten x, z des Momentenpolygons).

b) (Zu Abbildung 9b).

Die Integration (Planimetrierung) der durch die Kurve (x, z) begrenzten Fläche liefert das Flächendiagramm (x_1, \bar{y}) ,

wobei $\bar{y} = \int_0^x z \, dx$.

c) (Zu Abbildung 9c).

Die überhöhte Darstellung der durch alleinige Wirkung der Querbelastung entstehenden Biegelinie (x_1, \bar{y}_1) als ein mit der Polweite C^2 (Flächenmaßstab) gezeichnetes Seilpolygon einer gedachten Belastung mit der zugehörigen überhöhten Momentenfläche. Als Querkraftlinie dieser (Mohrschen) Flächenbelastung ist das unter b ermittelte Flächendiagramm anzusehen. Nur ist hierzu das Flächendiagramm auf eine neue Abszissenachse x', x' zu beziehen, die gegenüber der früheren x, x Achse um den Betrag $A\bar{y}$ (linke Auflagerkraft der Flächenbelastung) zu verlegen ist.

d) (Zu Abbildung 9d).

Die Integration des unter c ermittelten Biegungspolygons (x_1, \bar{y}_1) liefert das neue Flächendiagramm (x, \bar{y}_1) wobei also

$\bar{y}_1 = \int_0^x \bar{y}_1 \, dx$. Die Flächendiagramme können unmittelbar

durch graphische Integration nach dem Nehlschen Verfahren gemäß Abb. 9c und d gewonnen werden. Bei der hier veranschaulichten Konstruktionsweise kann das Flächendiagramm als Seilpolygon einer Belastung gedeutet werden, deren Querkraftlinie durch die zu integrierende Kurve dargestellt ist. Sind, wie im vorliegenden Falle, die Abszissen und Ordinaten der zu integrierenden Kurve im Maßstabe $1 : m$ aufgetragen, während die wahren Flächen im Maßstabe $1 \text{ cm} = 0 \text{ cm}^2$ darzustellen sind, so muß die Polweite H des bei der Integration verwendeten Kraftpolygons $H = \frac{0}{m_2}$ sein.

e) (Zu Abbildung 9e).

Die Auftragung der Integralkurve (x, \bar{v}_1) durch Bildung der Ordinatensumme der unter b u. d erhaltenen Flächendiagramme. Die Summenkurve (x, \bar{v}_1) stellt in erster Annäherung, d. h. unter Vernachlässigung der Ordinatenunterschiede,

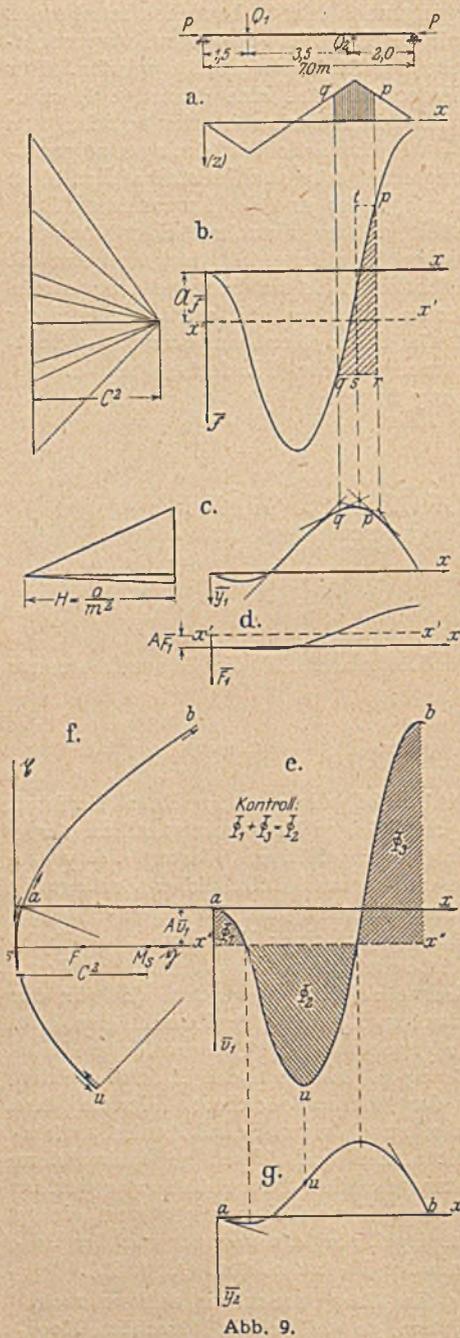


Abb. 9.

die zwischen der Biegelinie (x, \bar{y}_1) und der zu suchenden Biegelinie (x, \bar{y}) bestehen, die Integralkurve des Polygons der Gesamtmomente dar.

Auf eine, um den Betrag $A\bar{v}_1$ verschobene Abszissenachse bezogen, bildet die Kurve (Koordinaten x, \bar{v}_1) die Querkraftlinie einer lotrechten Flächenbelastung, die durch die Kurve $(x, \bar{\eta}_1)$ begrenzt ist.

f) Der überhöhten elastischen Linie ist in der zu Beginn dieses Abschnittes gekennzeichneten Weise der Bogen einer Ellipse zugeordnet, deren lotrechte, kleine Halbachse gleich nC^2 und deren wagrechte Halbachse gleich n^2C^2 ist. Die Scheitelgleichung der Ellipse, bezogen auf das in Abb. 9f eingetragene Achsensystem ξ, η lautet:

$$\eta \left(1 - \frac{\eta}{2n^2C^2} \right) = \frac{\xi^2}{2C^2}$$

Die Koordinaten ξ und η sind entsprechend ihrer Bedeutung, im Flächenmaßstab $1 \text{ cm} = 0 \text{ cm}^2$ aufzutragen und der Scheitelpunkt s ist in Höhe der x'', x'' Achse des Flächendiagramms x, \bar{v}_1 anzunehmen. Ein etwaiger Wendepunkt der elastischen Linie wird durch ein Maximum der x, \bar{v}_1 -Kurve angezeigt, dem ein Umkehrpunkt u des elliptischen Zuges der elastischen Gewichte (Flüssigkeitsdrücke) entspricht. (D. h.: das Bogenstück a bis u der Ellipse zählt im doppelten Sinn.)

g) Zu Abbildung 9g.

Die Konstruktion der elastischen Linie x, \bar{y}_2 bei der (abgesehen von der in Punkt e erwähnten Vernachlässigung) bereits die Wirkung der Druckkräfte P berücksichtigt wird. Sie stützt sich auf die Beziehung, daß in den durch die x, \bar{v}_1 Kurve einander paarweise zugeordneten Punkten des Ellipsenbogens und der überhöhten elastischen Linie x, \bar{y}_2 die Tangenten aufeinander senkrecht stehen. Ferner müssen sich, wie in Abbildung 8b angedeutet, die ein Bogenstück a, b der elastischen Linie einschließenden Tangenten (Seilstrahlen) auf der Resultierenden R_a, b der auf dieses Bogenstück mit den Druckhöhen $\bar{y}_2 + \bar{z}$ wirkend gedachten Flüssigkeitsdrücke schneiden.

Der in Punkt e erwähnten Vernachlässigung kann hier, ebenso wie bei Anwendung des Mohrschen Verfahrens durch

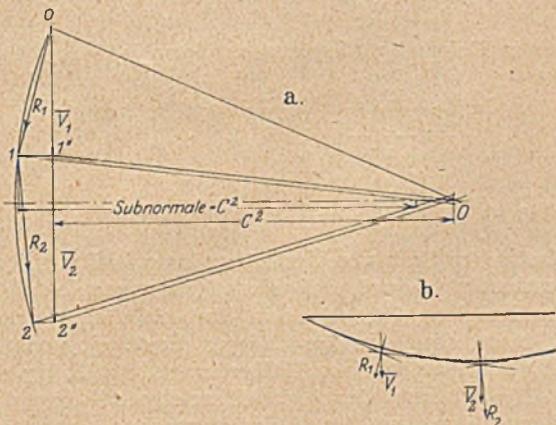


Abb. 10.

nochmalige Durchführung der Vorgänge d bis g Rechnung getragen werden, wobei jedoch an Stelle der ξ, \bar{v}_1 -Kurve die x, \bar{y}_2 -Linie sinngemäß zu verwenden ist.

Wie jedoch diese Wiederholung in einfachen Belastungsfällen vermieden werden kann, zeigt Beispiel 2 für symmetrische Belastung.

Vernachlässigt man in der Scheitelgleichung der Ellipse den in praktischen Fällen gegenüber 1,00 verschwindend kleinen Wert $\frac{\eta}{2n^2C^2}$, so erhält man die Scheitelgleichung:

$$\eta = \frac{\xi^2}{2C^2}$$

einer Parabel mit dem Parameter C^2 . Ein Blick auf Abb. 10a lehrt aber, daß die Parabelnormalen parallel sind zu den zu-

gehörigen Polstrahlen des Mohrschen Kraftpolygons einer lotrechten Flächenbelastung mit den Komponenten \bar{v} ; denn die Subnormalen der Parabel haben durchwegs die Länge C^2 also dieselbe Länge, wie die Polweite der Mohrschen Konstruktion. Der Parallelismus der Parabelnormalen und des Polstrahles, die zu einem bestimmten Werte \bar{v} gehören und welche die Tangentenrichtung der Seilkurve (elast. Linie) für die gleichfalls eindeutig zugeordnete Abszisse x , angeben, besagt, daß die zuletzt erwähnte Annäherung (die Ellipse durch eine Parabel zu ersetzen), zum gleichen Ergebnis führt wie die Mohrsche Konstruktion.

Anmerkung 1. Umschreibt man der Mohrschen Biegelinie ein Tangentenpolygon (Abb. 10b) so entspricht dasselbe als Seilpolygon den lotrechten Kräften \bar{V} für die konstante Polweite C^2 ; ferner auch den schräg gerichteten Kräften R , deren lotrechte Komponenten durch die im selben Bruchpunkte des Seilpolygons angreifenden \bar{V} bestimmt sind.

Fügt man die R zu einem Kräftezug zusammen, so liegen dessen Eckpunkte auf einer Parabel mit dem Parameter C^2 . Die wechselnden Pole dieses Polygons ergeben sich als Schnittpunkte je zweier aufeinander folgender in den Polygonpunkten gezogenen Parabelnormalen.

Anmerkung 2. Für zentrischen Druck bei fehlender Querbewegung entspricht der abgekürzten Differentialgleichung (die auch der Mohrschen Konstruktion zugrunde liegt) eine Sinuslinie. Deren Wasserdrucklinie gewöhnlicher Art muß nach dem Vorhergesagten eine Parabel sein, wovon man sich durch Rechnung im Sinne des Abschnittes 5 leicht unmittelbar überzeugen kann.

Solange die Druckkraft, bei gleichzeitig wirkender Querbewegung, unter der Knicklast bleibt, liefert das Mohrsche Verfahren mit praktisch immer hinreichender Genauigkeit die Biegelinie. Vieldeutigkeiten, die sich in Sonderfällen (wie bei dem im Abschnitt 5 behandelten Fall und für Sonderfälle exzentrischer Druckbeanspruchung) durch Anwendung der abgekürzten Grundgleichung ergeben, wenn die Druckkraft die Knickgrenze erreicht; können durch einen Vergleich mit der strengeren Theorie aufgeklärt werden. Dazu genügt auch schon die Festhaltung des Umstandes, daß die Bogenlänge der elastischen Linie unveränderlich und der Stablänge gleich ist.

Bezüglich der in Abb. 9 gezeigten Konstruktion der Biegelinie sei nun noch folgendes erwähnt:

Die Vorgänge b bis d sind wesentlich nichts anderes als eine mehrfache Integration, indem jede der dort erhaltenen Kurven (Flächendiagramme und Biegelinie) durch Planimetrierung aus der unmittelbar vorhergehenden abgeleitet wird. Die Form dieser Linien kann demnach auf mechanischem Wege mittels eines Planimeters gewonnen werden, der auf der automatischen Auftragung der Integralkurven (Flächendiagramme) beruht. (Planimeter von Abdank-Abakanowicz, hergestellt von Coradi, Zürich.)

Bei der zeichnerischen Ermittlung der Biegelinie kann folgende bekannte Eigenschaft der Integralkurve behilflich sein. Greift man (Abb. 9b) aus der Integralkurve ein Bogenstück $\widehat{p, q}$ heraus, und bringt die Lotrechte durch p mit der Wagerechten durch q im Punkte r zum Schnitt, so stellt der Ordinatenunterschied $\bar{p, r}$ der Integralkurve den Inhalt, die schraffierte Fläche (p, q, r) hingegen das statische Moment (in bezug auf die Lotrechte durch p) des zugehörigen Streifens der Belastungsfläche (Abb. 9a) dar. Der Schwerpunkt eben dieses Belastungsstreifens und damit auch der Tangentenschnittpunkt des zugehörigen Bogens der Seilkurve (Abb. 9c) fallen folglich in die Verlängerung der lotrechten Seite s, t , des mit der schraffierten Fläche (p, q, r) inhaltsgleichen Rechteckes (p, r, s, t) .

Endlich muß, (Abb. 9e) die Summe der über der Achse x'', x'' gelegenen Flächen Φ_1 und Φ_3 gleich sein der unteren Fläche Φ_2 , was unmittelbar aus der Bedeutung des auf die Achse x'', x'' bezogenen Flächendiagramms als Querkraftlinie eines einfachen Balkens hervorgeht.

Beispiel 2.

Bei symmetrischer Stabbelastung durch Druck und Querlasten kann der Wert des zugehörigen Biegungs Pfeiles f mit praktisch hinreichender Genauigkeit aus den vorher ermittelten Pfeilhöhen f_1 der Biegelinie (x, y_1) für reine Querbelastung und f_2 der angenäherten Biegelinie (x, y_2) abgeleitet werden.

Das Hinzutreten der Belastungsfläche F_1 (Inhalt der Biegelinie für Querbelastung) zur Fläche \bar{y} (Inhalt der durch P reduzierten Momentenfläche für Querbelastung) hatte eine Vergrößerung der Pfeilhöhe um $\Delta_{1,2} = f_2 - f_1$ zur Folge,

während das Hinzutreten der wahren Biegungsfläche $F = \int_0^l y dx$ eine Pfeilhöhendifferenz $\Delta = f - f_1$ verursachen muß.

Unter der Annahme nun, daß diese Pfeildifferenzen proportional sind den sie verursachenden Flächenzuwächsen und daß sich diese annähernd so verhalten wie die Pfeilhöhen der sie einschließenden Biegelinien ergibt sich:

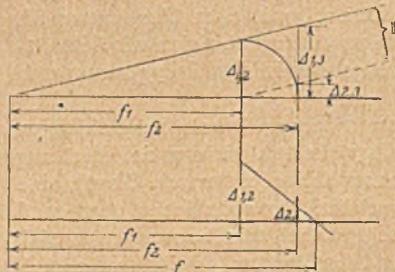


Abb. 11.

$$\frac{\Delta_{1,2}}{f_1} = \frac{\Delta}{f} = \frac{f - f_1}{f};$$

und daraus

$$f = \frac{f_1}{1 - \frac{\Delta_{1,2}}{f_1}}$$

Zum selben Ergebnis führt auch die Anwendung der Fehlerregel nach Abb. 11.

Mit der weiteren Näherungsannahme, daß

$$\delta = \frac{\Delta_{1,2}}{f_1} = \frac{F_1}{\bar{y}}$$

genügt bereits die Kenntnis der vom z-Polygon und von der Biegelinie x, y_1 für bloße Querbelastung eingeschlossenen Flächen \bar{y} bzw. F_1 zur näherungsweise Bestimmung des Wertes f .

Sonderfälle:

a) Querlast Q in Stabmitte

$$\bar{y} = \frac{1}{8} \cdot \frac{Q}{P} l^2; F_1 = \frac{5}{384} \cdot \frac{Q l^4}{EJ};$$

$$\delta = \frac{F_1}{\bar{y}} = \frac{5}{48} \cdot \frac{l^2}{C^2} = \frac{\pi^2}{9,6 \nu}; \text{ wobei } \nu = \frac{P_k}{P} \text{ (Knicksicherheit)}$$

und somit:

$$f = f_1 \frac{1}{1 - \frac{\pi^2}{9,6 \nu}}; \text{ hierin ist } f_1 = \frac{1}{48} \cdot \frac{Q l^3}{EJ};$$

b) Gleichförmig verteilte Belastung q $\frac{t}{m}$

$$\delta = \frac{33}{320} \cdot \frac{l^2}{C^2} = \frac{\pi^2}{9,7 \nu}; f = f_1 \frac{1}{1 - \frac{\pi^2}{9,7 \nu}};$$

hierin ist

$$f_1 = \frac{5}{384} \cdot \frac{q l^4}{EJ}.$$

c) Bei fehlender Querbelastung mögen die Druckkräfte P an den gelenkig gelagerten Stabenden mit den Exzentrizitäten e angreifen.

$$f = \frac{\pi^2}{8} e \frac{1}{\nu - \frac{\pi^2}{12}}$$

Zahlenbeispiel.

Angaben:

Querschnitt $\int_{-y}^y NP_{30} J_y = 451 \text{ cm}^4$; Stablänge $l = 400 \text{ cm}$;

Querlast in Stabmitte $Q = 1,2 \text{ t}$; Druckkraft $P = 10,0 \text{ t}$; Auf Grund der abgekürzten Differentialgleichung erhält man

$$f = \text{tg } \alpha \left[C \frac{\text{tg } l}{2C} - \frac{l}{2} \right]; \text{ wobei } \text{tg } \alpha = \frac{Q}{2P}, \frac{l}{2C} = \frac{\pi}{2\sqrt{\nu}}$$

Mit den gegebenen Zahlenwerten

$$C = 311,4 \text{ cm}; P_k = 59,79 \text{ t}; \nu = 5,979; \text{tg } \alpha = 0,06;$$

$$\frac{\pi}{2\sqrt{\nu}} = 36^\circ 48' 36''; \text{tg } \frac{\pi}{2\sqrt{\nu}} = 0,7484, \text{ daraus } f = 1,983 \text{ cm}.$$

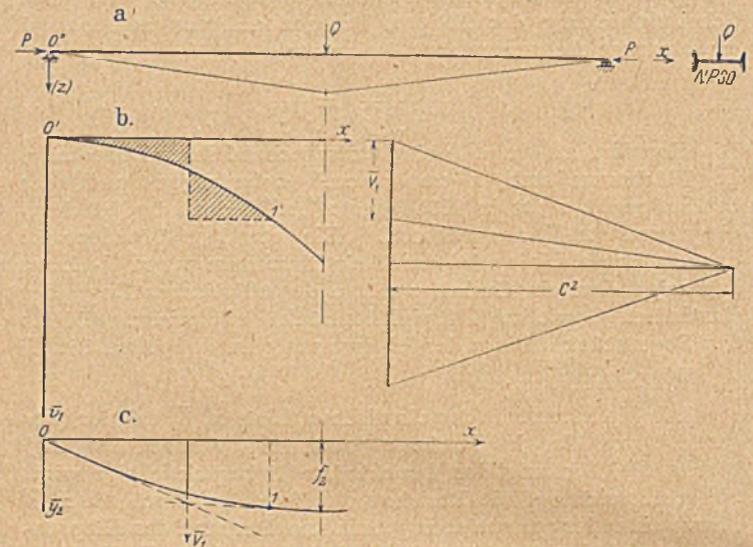


Abb. 12.

Abb. 12 zeigt die Mohrsche Konstruktion mit Verwendung des Flächendiagramms (x, \bar{v}_1) .

Nach der früheren Näherungsformel:

$$f = f_1 \frac{1}{1 - \frac{\pi^2}{9,6 \nu}} = 1,651 \frac{1}{0,8281} = 1,994 \text{ cm};$$

Mit der in Beispiel 3 abgeleiteten Formel:

$$f = f_1 \frac{1}{1 - \frac{1}{\nu}} = \frac{1,651}{0,8321} = 1,983 \text{ cm};$$

Beispiel 3.

Ein elastischer Stab von der Länge l sei in Endgelenken statisch bestimmt gelagert, daß seine Querverschiebung dasselbst, gehindert ist. Ferner sei in Stabmitte eine elastisch wirksame Stütze, etwa ein am anderen Ende eingespannter Pfosten oder der Pfosten eines Halbrahmens, gelenkig angeschlossen. Der Stab sei durch die Druckkraft P und durch die in ein und derselben Trägheitshauptebene symmetrisch verteilten Querlasten Q oder Streckenlasten q belastet. Es ist der (in die Ebene der P, Q, q fallende) Biegungs Pfeil f in Stabmitte zu bestimmen.

Die Einfachheit der gestellten Aufgabe ermöglicht eine rasch durchführbare Näherungsrechnung, bei welcher die Biegungslinie durch eine Sinuslinie ersetzt werden soll. Denkt man sich die Mittelstütze vom Stab gelöst, so würde eine in dessen Mitte normal zur Stabachse (in Richtung der gesuchten Verschiebung f) angreifende Lasteinheit die Durchbiegung δ_b erzeugen, während sie, an den freien Kopf der elastischen Stütze verlegt, dortselbst die Verschiebung δ_r hervorrufen möge. Die reziproken Werte dieser Durchbiegungen, seien als Balkenwiderstand K_b bzw. als Rahmenwiderstand K_r bezeichnet. Betrachtet man den von der Mittelstütze gelösten Stab als Grundsystem, das durch die Kräfte P, Q, q und K_r, f

belastet ist, so führt eine Arbeitsgleichung, für die in Richtung von f angreifende Lasteinheit zu dem Näherungswerte

$$f = \frac{I}{I + \frac{K_r}{K_b} - \frac{P}{P_k}} f_q$$

wobei (im Falle zentrisch angreifender P) f_q die durch alleinige Wirkung der Querbelastung Q , q in Stabmitte erzeugte Durchbiegung des Grundsystems, ferner:

P_k die Eulerlast des Stabes ($P_k = \frac{\pi^2 EJ}{l^2}$) bedeutet.

Bei exzentrisch angreifenden Druckkräften P ist in f_q auch die Wirkung der anfänglichen — durch die Deformation noch nicht beeinflussten — Exzentrizitätsmomente zu berücksichtigen.

Sonderfälle:

a) Für $P = P_k$ und $K_r = 0$ (bei fehlender Mittelstütze) wird der Nenner im Ausdrucke für $f = 0$, also das System im Sinne der Knicktheorie labil.

b) Falls nur die Druckkräfte P und zwar mit den gleichen Exzentrizitäten e wirken, ist

$$f_q = \frac{1}{8} \cdot \frac{P e l^2}{EJ} \text{ und für } K_r = 0 \text{ wird } f = \frac{\pi^2}{8} \cdot \frac{e}{\frac{P_k}{P} - 1}$$

Diese Formel wurde von Müller-Breslau auf anderen Wege abgeleitet.

Sind auch die Stabendpunkte in der Querrichtung elastisch gestützt, so führt das gleiche Verfahren mühelos zum Ziele.

Die Anwendung des erörterten graphischen Verfahrens soll nur für den Sonderfall erläutert werden, daß nebst den Druckkräften P nur eine Querlast Q im Anschlußpunkt der elastischen Stütze (auf die Stabmitte) wirkt. Als Außenkräfte, die auf das Grundsystem, (d. i. auf den nur in den Endpunkten gestützten Stab) wirken, sind anzusehen: Die Druckkräfte P und die Querlast $Q - K_r f$, sowie die zugehörigen Reaktionen der Endgelenke im Betrage von je $\frac{1}{2} (Q - K_r f)$. Im Gegensatz zu Beispiel 2 (Zahlenbeispiel zu Abbildung 12) ist also die Querlast hier eine Funktion der Durchbiegung. Mit der schätzungsweisen Annahme einer Biegelinie mit dem Pfeil f_1 ist jedoch auch ein Schätzwert für die Querlast im Betrage von: $Q - K_r f_1$ verbunden. Hiermit ist aber die Voraussetzung zur Anwendung des zeichnerischen Verfahrens wie in Beispiel 2 gegeben. Nur ist bei der hier notwendigen Wiederholung des Verfahrens zu beachten, daß auch die Querlast fortschreitend berichtigt wird. (Bezgl. eines Verfahrens zur graphischen Behandlung von Aufgaben über die Knickfestigkeit vgl. Luigi Vianello, Zeitschrift des V. D. I. Jahrgang 1898, Seite 1536, auszugsweise in Föppl, Technische Mechanik, Band III.)

In verwickelteren Fällen, etwa bei elastischer Stützung von Druckstäben in mehreren Zwischenpunkten, dürfte das hier angedeutete graphische Verfahren (nach Art der Mohrschen Konstruktion) rascher zum Ziele führen als die rein analytische Behandlung.

Die Darlegungen dieses Artikels haben sich auf Druckstäbe konstanten Querschnittes beschränkt. Einem sprungweise erfolgenden Wechsel des Trägheitsmomentes oder der Druckkraft entspricht eine ebensolche Änderung des Wertes C^2 . Die Kreislinie, auf welcher gemäß der strengeren Theorie die elastischen Gewichte lagen, solange P und I konstant waren, geht dann in einem Korbogen über.

Beim Mohrschen Verfahren wird die Veränderlichkeit von P und J in bekannter Weise durch eine entsprechende Veränderlichkeit der Polweite im Kraftpolygon der elastischen Gewichte berücksichtigt.

Beispiel 4.

Die Unzulänglichkeit der vereinfachten Differentialgleichung zur Untersuchung der elastischen Formänderung von über oder an der Knickgrenze belasteten Stäben, kann grundsätzlich durch nachträgliche Berücksichtigung des Unterschiedes behoben werden, der zwischen konstanter Bogenlänge (Stablänge) und veränderlicher Sehnenlänge der elastischen Linie besteht.

a) Ein Stab von der Länge l wird durch die Druckkraft $P = \frac{\pi^2 EJ}{l^2}$ gerade an die Knickgrenze gebracht, und könnte hierbei nach Aussage der abgekürzten Differentialgleichung die Form einer der unendlich vielen Kurven $y = f \sin \frac{\pi x}{l}$ annehmen, welche die gemeinschaftliche Sehnenlänge l haben.

Die Bedingung jedoch, daß die Bogenlänge der elastischen Linie mit der Stablänge l übereinstimmen muß, kennzeichnet die gerade Form der Stabachse mit $f = 0$ als einzig mögliche Lösung.

b) Ein Stab von der Länge L sei durch zentrische Druckkräfte P belastet, welche die Knicklast $P_k = \frac{\pi^2 EJ}{L^2}$ überschreiten. Die stabile Gleichgewichtsform ist durch die elastische Linie mit der Bogenlänge L , der Sehnenlänge l und der Pfeilhöhe f dargestellt.

Ersetzt man die genauere Form der elastischen Linie durch eine Sinuslinie mit den gleichen Werten für L , l und f so besteht für den Unterschied zwischen Bogenlänge und Sehnenlänge annähernd die Beziehung:

$$L - l = \frac{\pi^2}{4} \cdot \frac{f^2}{l}$$

die sich aus der in Abschnitt 4 aufgestellten Arbeitsgleichung:

$$L - l = \psi \int_0^l y y'' dx$$

für den Wert $\psi = \frac{1}{2}$ ergibt.

Es folgt daraus

$$f = \frac{2l}{\pi} \sqrt{\frac{L}{l} - 1} \dots \dots \dots (\alpha)$$

Diese Formel stimmt in ihrem Aufbau mit der in Abschnitt 5 abgekürzt wiedergegebenen, der strengeren Theorie entspringenden Formel überein:

$$f = 4C \sqrt{\frac{L}{\pi C} - 1} \dots \dots \dots (\beta)$$

Sobald die Druckkräfte mit der Knicklast P_k übereinstimmen, sind die Werte für L , l und πC einander gleich. Bei weiteren Anwachsen der Druckkraft verkleinert sich die Sehnenlänge l rascher gegenüber L als der Wert πC , so daß $l = \pi C$ wird.*)

*) Da die vorliegende Arbeit bereits vor zwei Jahren abgeschlossen war und seit Juli 1923 druckfertig vorlag, konnten Elinweise auf die im Laufe der letzten Jahre veröffentlichten Abhandlungen von Kayser, Krohn und Zimmermann nicht mehr erfolgen.

BERECHNUNG VON DRUCKSTÄBEN, GEBRAUCHSFORMEL FÜR KNICKUNG.

Von Dr.-Ing. Kommerell, Oberregierungsbaurat im Eisenbahnzentralamt, Berlin.

Übersicht. Es werden Vorschläge gemacht, die Linie der zulässigen Knickspannungen in den Reichsbahnvorschriften so abzuändern, dass Stäbe mit einem Schlankheitsgrad $\lambda = 0$ ebenso hoch wie Zugstäbe (1400 kg/mm²) beansprucht werden und daß der Übergang zu der aus der Eulerlinie bei 4 facher Sicherheit gewonnenen $\sigma_{d_{zul}}$ -Linie durch eine Parabel erfolgt, welche die vorerwähnte $\sigma_{d_{zul}}$ -Linie berührt. Der Einfluß des Schlankheitsgrads der Stäbe soll bei den verschiedenen Belastungsfällen sowohl im Brückenbau als auch im Hochbau unabhängig von den zulässigen Spannungen ($\sigma_{zul} = 1200; 1400; 1600$) sein, d. h. die Linie der Knickzahl ω soll bei demselben Werkstoff in allen Fällen dieselbe sein.

In der „Bauordnung“ 1923 S. 45 hat Herr Professor Dr.-Ing. Gehler bemerkenswerte Vorschläge gemacht, die er später noch durch eine Zuschrift vom 10. Dezember 1923 an die Herren des Knickausschusses sergänzt hat. Seine Vorschläge scheinen mir den Weg zu weisen, auf dem in glücklicher Weise ohne große Schwierigkeiten eine Einigung erzielt werden kann. Voraussetzung dafür ist einerseits eine geringfügige Änderung einzelner Teile seines Vorschlags, andererseits eine unbedeutende Änderung der Reichsbahnvorschriften, „Grundlagen für das Entwerfen und Berechnen eiserner Eisenbahnbrücken“, in folgenden kurz „Berechnungsgrundlagen“ genannt.

Nach meiner Auffassung müssen vom Standpunkt der Reichsbahn folgende Forderungen gestellt werden:

- I. Die Knickspannungen σ_k werden wie in den „Berechnungsgrundlagen“ angegeben angenommen.
- II. Die für den Eisenhochbau vorzuschreibende „Gebrauchsformel“ muß so sein, daß sie ohne weiteres auch für den Eisenbrückenbau verwendet werden kann, sobald in beiden Fällen der Baustoff und die zulässigen Zug- und Biegungsspannungen σ_{zul} dieselben sind.
- III. Wenn aus irgend einem Grund die zulässigen Zug- und Biegungsspannungen σ_{zul} herauf- oder herabgesetzt werden, so ist die Knicksicherheit v nicht nur im unelastischen, sondern auch im elastischen Bereich entsprechend zu erniedrigen bzw. zu erhöhen.
- IV. Für $\lambda = 0$ soll die zulässige Druckspannung $\sigma_{d_{zul}}^0 =$ der zulässigen Zug- und Biegungsspannung σ_{zul} sein.
- V. Die $\sigma_{d_{zul}}$ -Linie soll innerhalb des unelastischen Bereichs die Eulerlinie berühren.

Die I. u. II. Forderung wurden teilweise auch schon von anderer Seite erhoben. Um meine Vorschläge in ihrer Auswirkung besser übersehen und sie als in sich abgeschlossen darstellen zu können, entwickle ich die Gebrauchsformel unter Anlehnung an die Arbeit von Herrn Professor Dr.-Ing. Gehler wie folgt:

Der bei Druckstäben von der Knicklänge s_k für eine Achskraft P erforderliche Querschnitt F berechnet sich aus der Gebrauchsformel

$$F = \alpha P + \beta s_k^2 \dots \dots \dots (1)$$

Teilt man beiderseits mit F und vervielfältigt den zweiten Teil rechts mit $\frac{i^2}{i^2}$, so ist

$$1 = \alpha \frac{P}{F} + \beta \frac{s_k^2}{F} \cdot \frac{i^2}{i^2}$$

Setzt man

$$\frac{P}{F} = \sigma_{1_{zul}}$$

$$i = \sqrt{\frac{J}{F}} \text{ (Trägheitshalbmesser)}$$

$$\frac{F}{i^2} = \frac{F^2}{J} = k \text{ (Profilwert)}$$

$$\lambda = \frac{s_k}{i} \text{ (Schlankheitsgrad),}$$

so wird

$$1 = \alpha \sigma_{d_{zul}} + \frac{\beta}{k} \lambda^2,$$

oder

$$\sigma_{d_{zul}} = \frac{1}{\alpha} - \frac{\beta}{\alpha k} \lambda^2 \dots \dots \dots (2)$$

Für den am häufigsten vorkommenden Fall:

Flußeisen $\sigma_{zul} = 1400 \text{ kg/cm}^2$
 $E = 2150000$
 $\sigma_{-S} = -2400 \text{ kg/cm}^2$ (Spannung an der Quetschgrenze)

wird für $\lambda = 0$ nach Forderung IV aus (2):

$$\sigma_{d_{zul}}^0 = \sigma_{zul} = 1400 = \frac{1}{\alpha}.$$

Die Formel (2) geht also über in

$$\sigma_{d_{zul}} = 1400 - 1400 \cdot \frac{\beta}{k} \lambda^2 \dots \dots \dots (3)$$

Die $\sigma_{J_{zul}}$ -Linie nach Euler folgt bei $v = 4$ facher Knicksicherheit der Gleichung:

$$\sigma_{d_{zul}} = \frac{\pi^2 E}{v \lambda^2} = \frac{\pi^2 \cdot 2150000}{4 \lambda^2} = \frac{5305000}{\lambda^2} \dots \dots \dots (4)$$

Um der Forderung V zu genügen, muß bei beiden Linien $\frac{d \sigma_{d_{zul}}}{d \lambda}$ denselben Wert am Berührungspunkt ergeben. Es wird also durch Ableiten aus (3) und (4):

$$-2800 \frac{\beta}{k} \lambda = -\frac{10610000}{\lambda^3}$$

oder

$$1400 \frac{\beta \lambda^2}{k} = \frac{5305000}{\lambda^2} \dots \dots \dots (5)$$

Für den Berührungspunkt muß aus (3) und (4) sein:

$$1400 \cdot \frac{\beta}{k} \lambda^2 = 1400 - \sigma_{d_{zul}}^{\text{Berührungspunkt}}$$

$$\frac{5305000}{\lambda^2} = \sigma_{d_{zul}}^{\text{Berührungspunkt}}$$

gibt eingesetzt in (5):

$$1400 - \sigma_{d_{zul}}^{\text{Berührungspunkt}} = \sigma_{d_{zul}}^{\text{Berührungspunkt}}$$

also

$$\sigma_{d_{zul}}^{\text{Berührungspunkt}} = \frac{1400}{2}$$

und damit aus (4)

$$\frac{1400}{2} = \frac{5305000}{\lambda^2}$$

also liegt der Berührungspunkt bei

$$\lambda = \sqrt{\frac{10610000}{1400}} = 87,05,$$

aus (3) wird damit

$$\frac{1400}{2} = 1400 - 1400 \cdot \frac{\beta}{k} \cdot 87,05^2$$

und

$$1400 \cdot \frac{\beta}{k} = \frac{700}{87,05^2} = 0,09236.$$

Von $\lambda = 0$ bis $\lambda = 87,05$ gilt somit die Gleichung:

$$\sigma_{d_{zul}} = 1400 - 0,09236 \lambda^2 \dots (6)$$

Dies ist die Gleichung einer zur lotrechten Koordinatenachse senkrechten Parabel FGH (Abb. 1). Für den Berührungspunkt mit der Eulerlinie ist

$$\sigma_{d_{zul}}^{Berührungspunkt} = \frac{\sigma_{zul}}{2} = 700 \text{ kg/cm}^2.$$

Allgemein sei $\sigma_k = a \lambda^3 + b \lambda^2 + c \lambda + d \dots (7)$

durch Ableiten wird $\frac{d \sigma_k}{d \lambda} = 3 a \lambda^2 + 2 b \lambda + c \dots (8)$

Bei $\lambda = 105$ ergibt die Eulerhyperbel den Wert:

$$\sigma_k^{105} = \frac{21\,220\,000}{105^2} = 1925 \text{ kg/cm}^2$$

Die Linie HJK erhält man, wenn man die σ_k -Werte der somit liefert

Tafel 1.

1 Schlankheitsgrad $\lambda = \frac{\sigma_k}{i}$	2 Neues und nach 1895 eingebautes Flußeisen $\sigma_{-s} = -2400 \text{ kg/cm}^2; E = 2\,150\,900; \sigma_{zul} = 1400 \text{ kg/cm}^2$				3	4	5	6 Bei $\sigma_{zul} = 1200$	7 Bei $\sigma_{zul} = 1600$	
	Zulässige Druckspannung σ_{zul} $\lambda \leq 87,05 \div \sigma_{d_{zul}} = 1400 - 0,09236 \lambda^2$ $\lambda \geq 87,05 \div \sigma_{d_{zul}} = \frac{5305000}{\lambda^2}$	Knickspannung σ_k $\lambda \leq 60; \sigma_k = 2400$ $\lambda \geq 60 \leq 100 \} \sigma_k = 2817 - 6,95 \lambda$ $\lambda \geq 100 \div \sigma_k = \frac{21\,220\,000}{\lambda^2}$		Knicksicherheit $v = \frac{\sigma_k}{\sigma_{d_{zul}}}$	Knickzahl $\omega = \frac{\sigma_{zul}}{\sigma_{d_{zul}}}$ $= \frac{1400}{\sigma_{d_{zul}}}$	$\sigma_{d_{zul}} = \frac{1200}{\omega}$ kg/cm ²	$\sigma_{d_{zul}} = \frac{1600}{\omega}$ kg/cm ²			
0	1400	wie seither		1,71	1,00	1200	1600			
10	1391	2400		1,72	1,01	1192	1590			
20	1363			1,76	1,03	1168	1558			
30	1317			(1200)	1,82	(2,0)	1,06	(1,17)	1129	1505
40	1252			1,92	1,12	1073	1431			
50	1169			2,05	1,20	1002	1336			
60	1068			2,25	1,31	915	1221			
70	947	(932)	2,46	(2,50)	1,48	(1,50)	812	1082		
80	809	(754)	2,79	(3,0)	1,73	(1,86)	693	925		
90	655	(626)	3,35	(3,5)	2,14	(2,24)	561	749		
100	530	(530)	4,00	(4,0)	2,64	(2,64)	454	606		
110	438	(438)			3,19	(3,19)	375	501		
120	368	(368)			3,80	(3,80)	315	421		
130	314	(314)			4,45	(4,46)	269	359		
140	271	(271)			5,17	(5,17)	232	310		
150	236	(236)			5,94	(5,94)	202	270		
160	207	(207)			6,76	(6,76)	177	237		
170	184	(184)			7,63	(7,63)	158	210		

Eulerhyperbel durch die Knicksicherheit v , in diesem Fall $v = 4$ teilt.

Um nun einen Vergleich mit den seitherigen Vorschriften ziehen zu können, sind in beistehender Tafel 1 für die verschiedenen Schlankheitsgrade λ die Werte für $\sigma_{d_{zul}}$, σ_k , v und die Knickzahl $\omega = \frac{\sigma_{zul}}{\sigma_{d_{zul}}}$ zusammengestellt. Die nach den Berechnungsgrundlagen sich ergebenden Werte sind in Klammern beigelegt.

Die Ergebnisse sind in die Abb. 1 eingetragen.

Wollte man zwischen B und D mit Rücksicht auf die bekannten Kármánschen Versuche die σ_k -Linie statt durch die Gerade BD durch eine Kurve darstellen, so ließe sich eine solche wie folgt berechnen:

1. Bedingung: Die Kurve soll durch B gehen,
2. " " " " die Linie AB in B berühren,
3. " " " " Eulerhyperbel bei $\lambda = 105$ treffen,
4. " " " " Eulerhyperbel bei $\lambda = 105$ berühren.

Diese 4 Bedingungen führen auf eine Gleichung dritten Grades mit 4 Unbekannten a, b, c, d.

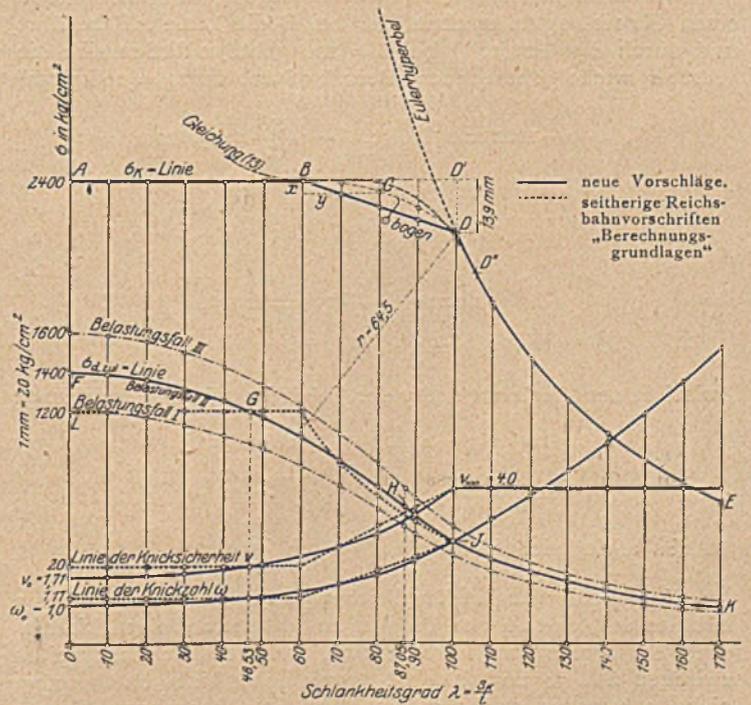


Abb. 1. Linien der Knickspannung σ_k , der Knicksicherheit v , der Knickzahl ω und der zulässigen Spannung $\sigma_{d_{zul}}$ bei Druckstäben für Flußeisen mit einer Streckgrenze $\sigma_s = 2400 \text{ kg/cm}^2$.

Bedingung 1: $2400 = 216\,000 a + 3\,600 b + 60 c + d$ (9)
 Bedingung 2: $0 = 10\,800 a + 120 b + c$. . . (10)
 Bedingung 3: $1925 = 1\,157\,625 a + 11\,025 b + 105 c + d$ (11)
 Bedingung 4:
 $-2 \cdot \frac{21\,220\,000}{105^3} = -36,66 = 33\,075 a + 210 b + c$. . . (12)

Aus diesen 4 Gleichungen lassen sich leicht die Werte a, b, c, d berechnen und man erhält als Gleichung der gesuchten Kurve

$$\sigma_k = -0,007\,678\,5 \lambda^3 + 1,4931 \lambda^2 - 96,24 \lambda + 4458 \dots (13)$$

Für verschiedene Schlankheitsgrade ergeben sich daraus die in der Tafel 2 angegebenen Knickspannungen σ_k und Knick-sicherheiten v.

Tafel 2.

λ	σ_k	$v = \frac{\sigma_k}{\sigma_{d_{zul}}}$
40	2506	—
50	2419	—
60	2400	$\frac{2400}{1068} = 2,25$
70	2403	$\frac{2400}{947} = 2,54$
80	2383	$\frac{2383}{809} = 2,96$
90	2293	$\frac{2293}{655} = 3,50$
100	2086	$\frac{2086}{530} = 3,94$
105	1925	$\frac{1925}{481} = 4,00$

Die σ_k sind in die Abb. 1 eingetragen. Abgesehen von $\sigma_k^0 = 2403$, einem Wert, der noch etwas über der Quetschgrenze liegt, was nicht zutreffen kann, dürften die σ_k zwischen $\lambda = 60$ und $\lambda = 105$ der Wirklichkeit ziemlich nahe kommen, vielleicht sind die Werte noch etwas zu groß. Bei B hat die Kurve einen Wendepunkt; die Werte unter $\lambda = 60$ kommen hier nicht in Betracht.

Wollte man der Einfachheit halber den Ausgleich durch einen Kreisbogen machen, der bei B die Linie AB berührt und durch den Punkt D bei $\lambda = 100$ geht, so ließen sich die Werte σ_k wie folgt berechnen. Beim Maßstab $1\text{ mm} = 20\text{ kg/cm}^2$

sind $2400 - 2122 = 278\text{ kg/cm}^2 = \frac{278}{20} = 13,9\text{ mm lang}$.

Da $BD' = 40\text{ mm}$ ist, so ist

$$40^2 = 13,9(2r - 13,9), \dots (14)$$

also

$$2r = \frac{1600}{13,9} + 13,9 = 129$$

$$r = 64,5\text{ mm}$$

Zwischen den Werten x und y der Abb. 1 besteht die Beziehung:

$$y^2 = x(2r - x); \quad x^2 - 2rx + y^2 = 0;$$

$$x = r - \sqrt{r^2 - y^2} = 64,5 - \sqrt{4160,25 - y^2} \dots (15)$$

Es ergibt sich obenstehende Tafel 3.

Vergleicht man die Knicksicherheiten v der Tafeln 2 und 3 mit den in Spalte 4 der Tafel 1 aus der geradlinigen Verbindung BD berechneten, so zeigt sich, daß die Knicksicherheiten zwischen $\lambda = 70$ und $\lambda = 100$ etwas höher sind, daß es aber nicht notwendig erscheint, von der einfacheren geradlinigen Verbindung der beiden Punkte B und D abzugehen. Die Forderung I kann also bestehen bleiben.

Tafel 3.

y	x	λ	σ_k	v
10	0,78	70	2384	$\frac{2384}{947} = 2,52$
20	3,18	80	2336	$\frac{2336}{809} = 2,89$
30	7,40	90	2252	$\frac{2252}{655} = 3,44$
40	13,90	100	2122	$\frac{2122}{530} = 4,00$

Die Forderung II wird erfüllt, wenn die stark aus-gezogene $\sigma_{d_{zul}}$ -Linie (für $\sigma_{zul} = 1400\text{ kg/cm}^2$) für den Eisenhochbau (Belastungsfall II) angewendet wird, und wenn die Knickzahlen ω bei neuem und nach 1895 eingebautem Flußeisen in den „Berechnungsgrundlagen“ entsprechend der Tafel 1 Spalte 5 abgeändert werden. Für $\sigma_{d_{zul}} = 1200\text{ kg/cm}^2$ wird aus Gleichung (6):

$$\lambda = \sqrt{\frac{200}{0,092\,36}} = 46,53 \text{ (Punkt G),}$$

d. h. von $\lambda = 0$ bis $\lambda = 46,53$ ist die neue zulässige Druckspannung $\sigma_{d_{zul}}$ höher als nach den Berechnungsgrundlagen zugelassen ist. Dies ist unbedenklich. Es ist nicht einzusehen, warum ein Stab, der einen so geringen Schlankheitsgrad λ hat, daß ein Ausknicken überhaupt nicht in Frage kommt, nicht ebenso hoch soll beansprucht werden können, wie ein Stab, der auf Zug oder gar Biegung beansprucht wird. Für die praktisch vorkommenden Fälle ist zudem der Unterschied gering. Zwischen G und J ist der Verlauf der $\sigma_{d_{zul}}$ -Linie wesentlich günstiger als nach den „Berechnungsgrundlagen“ (der schroffe Übergang bei $\lambda = 60$, siehe punktierte Linie, wird vermieden). Zwischen $\lambda = 70$ und $\lambda = 100$ ist der Unterschied unbedeutend.

In dem schon erwähnten Schreiben des Herrn Professor Dr.-Ing. Gehler an die Herren des Knickausschusses wird der Vermittlungsvorschlag gemacht, für den Belastungsfall I dieselbe $\sigma_{d_{zul}}$ -Linie wie für den Belastungsfall II (und III) zu wählen und nur noch die Nebenbedingung für λ zwischen 0 und 48 (hier 46,53) zu stellen:

$$\sigma_{d_{zul}} = 1200\text{ kg/cm}^2.$$

Für den Belastungsfall I wäre also der Verlauf der $\sigma_{d_{zul}}$ -Linie im Zuge LGHJK. Diesem Vorschlage kann vom Standpunkt der Reichsbahn aus nicht zugestimmt werden. Er scheint mir auch nicht begründet. Denn wenn es notwendig ist, wegen Außerachtlassung der Windkräfte usw. die zulässige Spannung σ_{zul} von 1400 auf 1200 herabzusetzen, so ist eine Herabsetzung der zulässigen Knickspannung $\sigma_{d_{zul}}$ in dem Bereich zwischen $\lambda = 46,53$ und $\lambda = 170$ erst recht notwendig. In vielen Fällen würde, da so gedrungene Stäbe ($\lambda = 0$ bis $\lambda = 46,53$) im Hochbau zu den Ausnahmen gehören, dieser Vorschlag praktisch darauf hinauslaufen, daß zwischen den drei Belastungsfällen I, II und III überhaupt kein Unterschied gemacht wird, was doch sicherlich nicht beabsichtigt sein kann. Dieser Vorschlag hätte zudem noch den Nachteil, daß sich im Brückenbau wegen des ω -Verfahrens andere (höhere) zulässige Druckspannungen $\sigma_{d_{zul}}$ z. B. für $\sigma_{zul} = 1600\text{ kg/cm}^2$ ergeben würden als im Eisenhochbau. Dies würde für das Personal verwirrend wirken. Ich bin der Auffassung, daß die Forderung III vom Standpunkt der Reichsbahn aus unbedingt aufrecht erhalten werden muß. Praktisch läuft dies darauf hinaus, daß für die verschiedenen $\sigma_{zul} = 1200; 1400$ und 1600 kg/cm^2 stets dieselben Knickzahlen $\omega = \frac{\sigma_{zul}}{\sigma_{d_{zul}}}$ verwendet werden, d. h. daß die Schlankheitsverhältnisse der Stäbe ganz unabhängig von der zulässigen Span-

nung zum Ausdruck kommen. Danach würden sich die $\sigma_{d,zul}$ -Linien ergeben.

Die später noch zu erörternde Gebrauchsformel (Gleichung (1)) ergibt gewiß große Vorteile bei neuen Bauwerken, weil sie schnell zum erforderlichen Querschnitt führt. Das ω -Verfahren hat aber den großen Vorzug, daß es entsprechend dem 2. Absatz auf S. 14 der „Berechnungsgrundlagen“ ermöglicht, bei den gewählten Querschnitten die größten rechnerischen Spannungen den zulässigen Spannungen gegenüberzustellen. (Dies ist besonders wichtig für bestehende Bauwerke, die mit schwereren Betriebsmitteln als in der ursprünglichen Festigkeitsberechnung angenommen war, belastet werden.) Das ω -Verfahren schärft außerdem das statische Gefühl, weil alles auf einen einheitlichen Maßstab ($\sigma_{zul} = 1400 \text{ kg/cm}^2$) bezogen werden kann. Die zulässigen Knickspannungen $\sigma_{d,zul}$ für $\sigma_{zul} = 1600$ und 1200 kg/cm^2 gehen aus der Tafel 1 hervor.

Die Forderungen IV und V sind erfüllt; der Verlauf der $\sigma_{d,zul}$ -Linien ist ein befriedigender.

Die Linie der Knicksicherheiten v ergibt sich zwangsläufig aus der Linie σ_k und $\sigma_{d,zul}$. Bei $\lambda = 46,53$ wird die in die „Berechnungsgrundlagen“ in diesem Bereich verlangte Knicksicherheit $v = 2,0$ erreicht. Zwischen diesem Wert und $\lambda = 100$ nimmt die Knicksicherheit allmählich zu, und es ist durchaus zu begrüßen, daß die Knicksicherheit für $\lambda = 60$ größer als 2 geworden ist (2,25). Bei $\lambda = 70$ fällt die v -Linie annähernd mit derjenigen der „Berechnungsgrundlagen“ zusammen, zwischen diesem Wert und $\lambda = 100$ bleibt die neue Linie unter derjenigen der Berechnungsgrundlagen. Die Sicherheit wird zwischen $\lambda = 60$ und $\lambda = 100$, wie schon bei der Erörterung der σ_k -Linie ausgeführt ist, in Wirklichkeit noch etwas größer als in der Tabelle 1 angegeben ist, sein. Für $\lambda \geq 100$ ist $v = 4,0$ bei $\sigma_{zul} = 1400 \text{ kg/cm}^2$. Damit würde eine Forderung erfüllt, die ich schon auf der Tagung in Passau gestellt habe, nämlich daß der scharfe Übergang bei $\lambda = 60$ gemildert wird.

Der Verlauf der ω -Linie ist ebenfalls ein durchaus befriedigender. Die Werte ergeben sich aus der Tafel 1. Für $\lambda = 0$ wird $\omega = 1,0$. Von $\lambda = 0$ bis $\lambda = 46,53$ nimmt ω allmählich bis zu dem seitherigen Wert 1,17 zu.

Die Gebrauchsformel nach Gl. (1) bestimmt sich wie folgt:

Aus Gl. (3) und (6) ergab sich:

$$\frac{1400\beta}{k} = 0,09236,$$

daraus
$$\beta = \frac{0,09236}{1400} k = \frac{k}{15200}$$

ferner war
$$\alpha = \frac{1}{\sigma_{zul}} = \frac{1}{1400},$$

somit wird die Gebrauchsformel nach Gl. (1):

$$F_{\text{erf}} = \frac{P}{1400} + \frac{k}{15200} s_k^2 \dots \dots \dots (16)$$

Hierin ist die Druckkraft P in kg,
„ Knicklänge s_k „ cm einzusetzen.

Der „Profilwert“ $k = \frac{F}{i^2} = \frac{F^2}{J}$ ändert sich nur langsam mit der Querschnittsgröße. In die Formel (16) sind zunächst Näherungswerte für k einzusetzen. Nach vorläufiger Bestimmung von F und J ist mit dem genauen Werte von k die Rechnung zu wiederholen. Dabei ist darauf zu achten, daß für J das kleinste Trägheitsmoment einzusetzen ist. (Es wäre zweckmäßig, wenn in Zukunft in den Taschenbüchern jeweils die Profilwerte k und die Trägheitshalbmesser i angegeben würden.) Die Formel (16) gilt streng genommen nur für $\lambda \leq 100$. Der Sicherheitsgrad v braucht nicht nachgewiesen zu werden; statt den genauen Wert von F_{erf} nachzurechnen, kann auch aus dem zu berechnenden Schlankheitsgrad $\lambda = \frac{s_k}{i}$ die Knickzahl ω aus der Tafel 1 entnommen und damit die Druckspannung

$$\sigma = \frac{\omega P}{F} + \frac{M}{W} \dots \dots \dots (17)$$

berechnet werden. (Die Zusatzspannung $\frac{M}{W}$ kommt nur bei exzentrisch beanspruchten Stäben hinzu.)

Beispiel: $P = 35000 \text{ kg},$
 $s_k = 400 \text{ cm}.$

Es sollen zwei \square -Eisen verwendet werden, die so weit auseinandergerückt werden sollen, daß die Trägheitsmomente bezogen auf beide Hauptachsen gleich groß werden. Für diesen Fall gibt Ostenfeld $k = 1,2$ an, und es wird

$$F_{\text{erf}} = \frac{35000}{1400} + \frac{1,2}{15200} 400^2 = 25 + 12,6 = 37,6 \text{ cm}^2.$$

Mit \square für den Eisenbahnwagenbau 14 1/2 wird

$$F = 2 \cdot 19,3 = 39,6 \text{ cm}^2$$

$$J = 2 \cdot 585 = 1170 \text{ cm}^4$$

$$k = \frac{F^2}{J} = \frac{39,6^2}{1170} = 1,34$$

$$i = \sqrt{\frac{J}{F}} = \sqrt{\frac{1170}{39,6}} = 5,435$$

$$\lambda = \frac{s_k}{i} = \frac{400}{5,435} = 73,6$$

$$F_{\text{erf}} = 25 + \frac{1,34}{15200} 400^2 = 25 + 14,1 = 39,1 \text{ cm}^2.$$

Der gewählte Querschnitt genügt also. Es ergibt sich aus Tafel 1:

$$\omega = 1,48 + 0,25 \frac{3,6}{10} = 1,57$$

und die Druckspannung:

$$\sigma = \frac{1,57 \cdot 35000}{39,6} = 1390 \text{ kg/cm}^2$$

!) Dieses Verfahren rührt von Ostenfeld her. Siehe Z. d. V. d. Ingenieure 1902 S. 1858. Dasselbst sind für verschiedene Querschnitte die Profilwerte k (dort ξ) angegeben. Siehe auch Hütte, 22. Aufl. Bd. 1, S. 518.

LITERATURSCHAU.

Gesammelt und geordnet von Dipl.-Ing. G. Ehnert, Dresden.

Baustoffkunde.

231. Beitrag zur Herstellung schnell abbindender Spezialzemente. Von J. Heudrickx. Le Ciment 1924, Nr. 2, S. 37—41. Es wird der Wert und das Erfordernis der dauernden neben der Fabrikation bestehenden Materialprüfungen und die dabei erforderlichen und maßgebenden Gesichtspunkte erörtert.

232. Zementprüfungsergebnisse im Stadtbauamte Wien 1922/23. Von Ing. Alex. Hasch, Zeitschr. d. Österr. Ing.- u. Architekten-Vereins 1924, Nr. 9/10, S. 82—83, mit zwei graphischen Zusammenstellungen. Es wird ein kurzer Bericht über die Versuchstätigkeit des Wiener Stadtbauamtes auf

dem Gebiete der Zementprüfung mitgeteilt, in dem im besonderen auf die zeichnerischen Übersichten verwiesen wird. Den laufenden Versuchsarbeiten sollen die in Zukunft regelmäßig wiederzugegebenen Berichte entsprechen.

233. Isolierende Mörtelzusätze, Überzüge und Ummantelungen an Becken, Behältern, Schächten usw. von Beton, Eisen usw. für industrielle Anlagen, zum Schutze gegen mechanische Einflüsse. Von Reg.-Baumstr. Kropf, Cassel. Der Industriebau 1924, Nr. 1, S. 13—14. Verfasser zählt kurz einige Fälle aus der Praxis auf, in denen mit Erfolg der sogen. Awa- Patentmörtelzusatz, oder Awa-Asphalt angewandt worden ist.

234. Versuche über die Wirkung von Flußspat als Zusatz zur Rohmasse der Hüttenzemente. Von Dr. A. Guttmann und Dr. K. Biehl. Zement 1924, Nr. 9, S. 76—78, mit 5 Abb. Fortsetzung. Beschreibung der Klinkerminerale, sowie der einzelnen Klinker; Einfluß des Flußspatzusatzes auf das mikroskopische Bild des Portlandzementklinkers.

Baumaschinen.

235. Schleppbagger von 250 t Gewicht. Engineering, 21/28. Dezember 1923, 19 Abb. Neue Baggarart für leichteres Baggergut, ähnlich einem Lokomotivkran. Auslegerarm 36 m lang, an Seilen aufgehängt. Dieser trägt, ebenfalls an Seilen, ein Baggergefäß von 0,7 cbm Fassung, das ähnlich wie beim Kettenbagger an die Maschine herangezogen wird. Antrieb durch Dampf.

Statik und Festigkeitslehre.

236. Die Biegemomente parabolisch gekrümmter Träger. Von Dr.-Ing. A. Troche, T. H. Darmstadt. Beton u. Eisen 1924, Nr. 5, S. 50—55, mit 3 Abb. Unter Vernachlässigung des Einflusses der Normal- und Querkkräfte wird darauf hingewiesen, daß die axialen Biegemomente in den Querschnitten parabolisch gekrümmter Träger, ohne Rücksicht auf ihre statischen Formen, die Lagerung und unabhängig vom Bogenpfeil sind.

237. Berechnung der Stützenverschiebung eines Zweigelenkbogens mit und ohne Zugband. Von Prof. G. Prudon. Le Génie Civil 1924, Nr. 9, S. 203—205, mit 3 Abb. Es werden in der Folge der Horizontalschub, die Stützenverschiebung und die Zugkraft bei verschiedener Bogenform berechnet.

238. Berechnung der Biegemomente am Fuße eines oben durch einen Riegel verbundenen Doppelständers (Rahmens). Von Catoni. Le Ciment 1924, Nr. 2, S. 41—42, mit 1 Abb. Der Beitrag bezieht sich auf die Berechnung von am Fuße eingespannten Kabeldoppelmasten.

239. Berechnung der Kräfte in einem einseitigen Betongewölbe. Von J. Ch. Rattsbun. Proceedings of the Amer. Soc. of Civil Engineers 1924, Nr. 2, S. 133—174, mit 10 Abb. Eingehende statische Berechnung; tabellarische Zusammenstellung der Integralauswertung.

240. Meßinstrumente zur Bestimmung der Elastizitätsgrenze für Stahl. Von J. Durand. Le Génie Civil 1924, Nr. 9, S. 205—208, mit 3 Abb. Verfasser stellt einige Meßapparate zum Vergleich, unter Berücksichtigung von zwei nach ihrer Elastizität zusammengestellten Stahllarten.

241. Versuche über die Druckelastizität und Druckfestigkeit von Mauerwerk, namentlich zur Ermittlung des Einflusses verschiedener Mörtel auf die Druckelastizität von Beton und Backsteinmauerwerk. Von Otto Graf, T. H., Stuttgart. Beton u. Eisen 1924, Nr. 5, S. 52 bis 58, mit 13 Abb. und 9 Zusammenstellungen. Versuchsanordnungen, Wahl des Mörtels, Anwendung von drei verschiedenen Arten von Mauersteinen. Wiedergabe der Versuchsergebnisse der entsprechenden drei Gruppen.

242. Festigkeit und Materialprüfung. Von P. Ludwik, T. H., Wien. Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1924, Nr. 10, S. 212—214, mit 6 Abb. Verschiedenheit der Festigkeit und der Kerbwirkung bei statischer, dynamischer und wechselnder Beanspruchung. Verhältnis der Zerreißfähigkeit und Dehnung dehnbarer Metalle zur Zugfestigkeit und Bruchdehnung. Dynamische Fließgrenze. Kerbwirkung bei verschiedener Belastung. Schwingungsfestigkeit.

243. Windsaugwirkungen an Gebäuden. Allgemeines, Modellversuche, Bauunfälle, Einführung in die Berechnung und Vorschläge für weitere Maßnahmen. Von Regsbmstr. Dr.-Ing. R. Sonntag, Berlin-Friedrichshagen. Zentralblatt der Bauverwaltung 1924, Nr. 10, S. 80—84, mit 4 Abb. Versuchsanordnungen, Voraussetzungen für die Übertragung von Modellergebnissen, Anwendung des Newtonschen Ähnlichkeitsgesetzes, sowie des Reynoldschen Modellgesetzes; Verfasser verweist auf weitere Versuche im Windkanal zur Förderung der Frage der Windsaugwirkung.

244. Die Erdbebensicherheit von Bauten. Von Dr.-Ing. Fritz Emperger. Tonindustriezeitung 1924, Nr. 19, S. 189—190. Verfasser geht kurz ein auf die Anfragen der Schriftleitung der Tonind.-Ztg. — seine Erfahrungen und Ansichten über die für Erdbeben bestgeeignetsten Bauweisen mitzuteilen.

Brückenbau.

a) Allgemeines.

b) Hölzerne Brücken.

c) Stein- und Betonbrücken.

d) Eisenbetonbrücken.

245. Umwandlung einer eisernen Bogenbrücke in eine Eisenbetonbogenbrücke. Von E. H. Hander, New York. Engineering News-Record 1924, Nr. 8, S. 320—323, m. 7 Abb. Verfasser beschreibt die Konstruktion der Eisenbetonbrücke unter teilweiser Verwendung der alten eisernen Brücke als Eisenbewehrung. Sie besteht aus einem Bogen mit anschließender Anfahrt, einem durchlaufenden Träger auf mehreren Stützen.

e) Eisernen Brücken.

246. Der Wettbewerb für Entwürfe zu einer Straßenbrücke über Nygaardsströmmen in Bergen. Von Dr.-Ing. h. c. Schaper, Berlin. Die Bautechnik 1924, Heft 10, S. 76—78. Fortsetzung m. 6 Abb. Besprechung der allgemeinen Brückengliederung, der Klappbrücke und ihrer Einzelheiten.

Industriebauten.

(Silos, Schornsteine, Wasserbehälter usw.)

247. Lagerhaus der Speditionsfirma Hugo Daniels G. m. b. H. & Co., Düsseldorf. Von Obering. F. Lange und Dipl.-Ing. J. Strub, Düsseldorf. Beton u. Eisen 1924, Heft 5, S. 45—50, m. 6 Abb. Das Lagerhaus gehört zu den Gebäuden des Düsseldorfer Rheinhafens; die Tragkonstruktion ist in Eisenbeton ausgeführt; die Gründung ist als umgekehrte Pilzplatte behandelt worden. Für letztere Maßnahme war die Notwendigkeit ausschlaggebend, zur Sicherung der Wasserdichtigkeit des Kellers eine unter dem Gebäude sich hinziehende durchgehende Platte von gleicher Stärke auszuführen, sowie Erwägungen wirtschaftlicher Art. Die Pilzplatte ist nach dem Verfahren von Dr.-Ing. Dr. Lewe berechnet worden. In dem Beitrag ist die Berechnung in ihrer allgemeinen Entwicklung angedeutet. Im übrigen handelt es sich in der Gesamtanlage um einen Stockwerkrahmen, der als System mehrerer übereinandergestellter Zweigelenkrahmen mit je zwei Pendelstützen ausgeführt worden ist.

248. Zwei Neubauten der Rheinischen Stahlwerke in Duisburg-Meiderich. Von Baudirektor Regsbmstr. Bluken, Duisburg. Der Industriebau 1924, Heft 1, S. 10—13 m. 8 Abb. Es handelt sich um zwei Industrie-Hallenbauten in Eisenbeton und Mauerwerk aus Backsteinen, bei deren architektonischer Ausbildung von allen dekorativen Baugliedern grundsätzlich abgesehen und die Belegung der Fassaden lediglich der Fensterverteilung überlassen worden ist.

249. Neubauten der Professoren Dr.-Ing. h. c. E. Högg und Dr.-Ing. R. Müller, Dresden. Der Industriebau 1924, Nr. 1, S. 1—10, m. 18 Abb. Besprechung des Fabrikneubaues der Ernemann-Werke A.-G. Dresden, der als erstes Dresdner Turmhaus bezeichnet wird; ferner Industrie-Nebenbauten, Kesselhaus mit Bekohlungsanlage.

Gründungsarbeiten usw.

Wasserbau.

a) Gewässerkunde und Wasserwirtschaft, Wasserrecht, Wasserbewegung.

250. Über den Einfluß der im oberen Saalegebiet geplanten Talsperren auf die wasser- und kulturwirtschaftlichen Verhältnisse im Saaletale. Von E. Mattern, Potsdam. Die Wasserkraft 1924, Nr. 5, S. 56—62, m. 4 Abb. Die Abflußverhältnisse der Saale. Die wasserwirtschaftlichen Nutzungen im Saalebogen nach dem gegenwärtigen Stande. Die schwebenden Talsperrenpläne. Einfluß der Talsperre auf die Wasserführung der Saale im allgemeinen. Gefährdung der Belangen im Saalebogen bei Ausführung der Stollenumleitung.

251. Wie fließt das Grundwasser? Von O. Emersleben, Berlin. Die Bautechnik 1924, Heft 10, S. 73—76, m. 3 Abb. Nach einer allgemeinen Übersicht über die bisher gemachten Untersuchungen und Forschungen geht Verfasser zunächst auf das Filtergesetz ein. Es folgen Erörterungen über die Absenkungsoberfläche, die Gesamtströmung. Unter Berufung auf das Hamiltonsche Prinzip wird der Minimalsatz nach Helmholtz angeführt.

b) Flußbau, Kanalbau, Seebau, Hafenbau,
Schleusenbau.

252. Der Plan eines Berliner Nordkanals. Von Reg.-Baurat Dr.-Ing. Herbst, Zentralblatt der Bauverwaltung 1924, Nr. 11, S. 85—86, mit 1 Abb. Verfasser beschreibt das Kanalprojekt, das der Aufschließung des sehr geeigneten, aber bisher einer Wasserverbindung entbehrenden Nordens der Reichshauptstadt für Industrie- und Gewerbeunternehmungen dienen, ferner die Verbesserung ungünstiger Vorflut- und Landeskulturverhältnisse, außerdem die Entlastung der Berliner Wasserstraßen herbeiführen soll, gleichzeitig soll die Ausführung des Projektes der Erwerbslosenfürsorge dienen.

c) Wehre, Talsperren, Wildbachverbauungen,
Wasserkraftanlagen, Bewässerungen usw.

253. Wasserkraftanlagen in Lappland. Engineering, 14. 12. 1923. Stauanlagen an den Suorva-Seen. Drei Staumauern von 340 m, 270 m und 200 m Länge, bis 18 m hoch, aufgelöst in schrägliegende Gewölbe. Ausführung in Eisenbeton. Baubeginn 1919. Nutzwassermenge 90 bis 100 cbm/Sek. Druckhöhe 150 m. Ausbeute an den Turbinen rund 150 000 PS. Bauherr: schwedische Regierung.

Erdbau, Tunnelbau und Bergbau.

254. Moffat-Tunnel. Railway Age 1923, Nr. 9, 5 Abb. Eingleisiger Eisenbahntunnel, 9720 m lang, 4,9 × 7,3 m Querschnitt. Bau von einem Hilfsstollen in 23 m Abstand aus, Querschläge aller 460 m.

Straßenbau.

255. Betonstraße. Von Geh. Regierungsrat Wernecke, Zehlendorf. Zement 1924, Nr. 9, S. 79—80. Entwicklung der Betonstraßen in den einzelnen Ländern; Ergebnisse einzelner Versuchsstrecken in Deutschland, im besonderen Dresden und Berlin.

256. Der Einfluß der Fahrgeschwindigkeit der Kraftwagen auf die Abnutzung der Landstraßen. Von Geh. Baurat Nessenius. Verkehrstechnik 1924, Nr. 4, S. 25—27. Beanspruchung der Fahrbahnbefestigung und Nachweis der Richtigkeit behördlicher Beschränkung der Fahrgeschwindigkeiten.

257. Beitragsleistung größerer Privatfuhrbetriebe zur Unterhaltung öffentlicher Straßen. Von Reg.-Baurat Funk. Verkehrstechnik 1924, Nr. 8, S. 61—63. Vorschläge zur Heranziehung der über 2 t schweren Lastfuhrwerke zur Unterhaltung der Straßen und Erläuterung der Art und Beitragsleistungen an zwei Beispielen.

Eisenbahnbau und -betrieb.

258. Elektrische Zugförderung auf den österreichischen Bundesbahnen. Von Sektionschef Ing. P. Dittes. Zeitschrift des Vereins Deutscher Ing. 1924, Nr. 10, S. 233—240, mit 17 Abb. Programm eines Teiles des Netzes. Eingehendere Beschreibung der Elektrisierung der Arlberglinie Innsbruck—Landeck—Bludenz. Wasserkraftwerke, Übertragungsleitungen, Unterwerke und Fahrleitungsanlage; die elektrischen Lokomotiven. Zuförderungsanlagen und Nebenwerkstätten in Innsbruck und Bludenz.

259. Die Sanierung der österreichischen Bundesbahnen. Von Dr. Günther, Präs. d. österreichischen Bundesbahnen. Zeitschrift des Vereins Deutscher Ing. 1924, Nr. 10, S. 215—222. Die Abhandlung stellt die Wiedergabe eines Vortrages des Verfassers dar. Er bespricht in ausführlicher Weise die von der Regierung und später den Organen der österr. Bundesbahnen getroffenen Spar-, sogen. Sanierungsmaßnahmen, die im wesentlichen denen der deutschen Reichsbahn entsprechen.

260. Die elektrische Zugförderung in Schweden. Von Oberregierungsbaurat Naderer, München. Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1923, Nr. 11, S. 218 bis 222, 1. Teil. Reisebericht des Verfassers; im besonderen Beschreibung der für die elektrische Zugförderung erforderlichen und zur Verfügung stehenden Kraftwerke, sowie der wirtschaftlichen Berechtigung der elektrischen Zuförderung. Besichtigung größerer staatlicher und privater Industrieanlagen.

261. Auffassung von Wegschranken auf Hauptbahnen und sonstige Maßnahmen zur Vereinfachung und Verbilligung des Streckenbewachungsdienstes bei den österreichischen Bundesbahnen. Von Ministerialrat Ing. Fr. Hatschbach, Wien. Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1923, Nr. 11, S. 223—225, mit 3 Abb. Wiedergabe der die Einführung von „Vorkreuzen“ behandelnden Bestimmungen der österreichischen Bundesbahnen; abgesehen von der Berücksichtigung der Dichte und Geschwindigkeit des Bahn- und Straßenverkehrs, sowie der örtlichen Lageverhältnisse, sollen die Vorkreuze die Auffassung von Wegschranken zwecks Erzielung von Ersparnissen im Betrieb ermöglichen.

262. Elektrische Diesel-Lokomotive der Eisenbahngesellschaft in Tunis. Von R. Debize, Revue Générale des Chemins de Fer et des Tramways 1924, Nr. 3, S. 172—180, mit 6 Abb. Es handelt sich um die Beschreibung einer in Schweden schon seit 1914 in den Dienst gestellten Maschine; es wird neben allgemeinen Größenangaben die Leistungsfähigkeit, und zum Schluß eine Reihe von Vorzügen im Betrieb aufgeführt.

263. Die neuen Lokomotiven-Werkstätten der Gesellschaft Paris—Lyon—Méditerranée in Nevers. Von M. Pouillon, Revue Générale des Chemins de Fer et des Tramways 1924, Nr. 3, S. 159—171, mit 5 Abb. Es werden zunächst die technisch-wirtschaftlichen Voraussetzungen der Gesamtanlage besprochen; es folgt dann eine Beschreibung der einzelnen Anlagen, der eigentlichen Werkstätten, der Gleisanschlüsse, der elektrischen Kraftanlage, der Kompressoranlage und der Werkwohnungen.

264. Verwendung von Eisenbetonquerschwellen auf Nebenbahnstrecken. Von M. Adam. Revue Générale des Chemins de Fer et des Tramways 1924, 1. Bd., Nr. 2, S. 105—113, mit 9 Abb. Eingehende Beschreibung der zur Verringerung der Unterhaltungskosten auf den Nebenbahnlinien der Orléans-Gesellschaft in größerem Umfange eingebauten Eisenbetonquerschwellen und Einzelstützen und der verschiedenen Arten der Schienenbefestigung. Mitteilungen über Betriebserfahrungen und Kostenvergleiche.

265. Indische Eisenbetonschwelle Bauart Stent. Engineering vom 26. 10. 1923, 8. Abb. Doppelblockschwelle. 2 Eisenbetonblöcke mit eiserner Verbindungsstange. Schienenbefestigung mittelst vier Holzdübeln. Ausführung der Dübel bemerkenswert. Seit 1914 gut bewährt, jährlich 100 000 Stück verlegt.

266. Versuche mit automatischen Blocklichtsignalen auf der Strecke Paris—St. Germain der französischen Staatsbahn. Von A. Lemonnier. Revue Générale des Chemins de Fer et des Tramways 1924, 1. Bd., Nr. 2, S. 114—120, mit 3 Abb. Beschreibung und Betriebserfahrungen der selbsttätigen Blocksignale, die bei der Einführung des elektrischen Betriebes auf lebhaft betriebenen Strecken zur Einführung gelangen sollen.

267. Die Zukunft der chinesischen Eisenbahnen. Von Wernecke. Verkehrstechnik 1924, Nr. 3, S. 21 bis 22. Schilderung des Zustandes des chinesischen Eisenbahnverkehrsnetzes und Besprechung der Pläne für den weiteren Ausbau desselben, insbesondere mit Schmalspurbahnen.

268. Neues Verfahren der Gleisunterhaltung auf den Nebenlinien im Bereich der Bahnen Paris—Orléans. Von M. Albagnac. Revue Générale des Chemins de Fer et des Tramways 1924, 1. Bd., Nr. 2, S. 85—104, mit 12 Abb. Erörterungen über Organisation und Kosten des Unterhaltungsdienstes französischer Bahnen. Ersparnisse durch Trennung von Bahnbewachungsdienst und Unterhaltungsdienst, sowie Anwendung von Motordraisinen zum Geräte- und Mannschaftstransport. Beschreibung der Motordraisinen.

Beton- und Eisenbetonbau.

(Eisenbetonbrücken siehe unter Brückenbau!)

269. Bauten der Ausstellung des britischen Reiches in Wembley, Grafsch. Middlesex. Engineering, London 1924, S. 225—228, 263—266 u. 291—293, mit 59 Abb. Es werden in der Folge die gelegentlich der Ausstellung des britischen Reiches ausgeführten Bauten, im besonderen die Hallen der technischen Ausstellung ausführlich beschrieben, die in ihrem Umfange die größten Eisenbetonbauten der Welt darstellen.

270. Eisenbetonhalle der Vita-Film-A.-G. in Mauer. Von Prof. Dr. Saliger. Wien. Zeitschr. des Österr. Ing.- und Architekten-Vereins 1924, Nr. 9/10, S. 78—79, mit 1 Abb. Die Halle, die eine der größten Filmhallen darstellt, ist durch die Besonderheit des Trägerüstes und die Schlankheit der Hauptabmessungen bemerkenswert; sie besitzt eine Länge von 48 m, Breite von 25 m und Höhe von ~ 18 m.

Eisenbau.

(Eiserne Brücken siehe unter Brückenbau!)

Holzbau.

Städtebau und städtischer Tiefbau.

271. Zum allgemeinen Städtebaugesetz. Von Stadtbaurat Bewig, Witten-Ruhr. Deutsche Bauzeitung 1924.

Nr. 19/20, S. 98—99. Verfasser fordert von einem wirksamen Städtebaugesetz folgende drei unbedingt durchführbaren Maßnahmen: Die Anwendbarkeit des kommunalen Bauverbots gemäß § 12 des Fluchtliniengesetzes, die gesetzliche Enteignungsbefugnis gemäß § 11 desselben Gesetzes, sowie vor allen Dingen die Ausdehnung des öffentlich-rechtlichen Planfeststellungsverfahrens auf die das Straßennetz ausfüllende Bebauung.

Städtische Straßen- und Schnellbahnen.

272. Neuere Betriebserfahrungen mit Einmann-Wagen in Amerika. Von Gläsel. Verkehrstechnik 1924, Nr. 3, S. 23. Mitteilungen über die wirtschaftlichen Ergebnisse des Einmannwagenbetriebes in Chicago, Lexington und Ontario und Erfahrungen mit verschiedenen Wagenbauarten.

273. Neuere Betriebserfahrungen mit dem Einmann-Wagen. Von Lunzer und Hartmann. Verkehrstechnik 1924, Nr. 7, S. 57—58. Zwei Berichte über Erfahrungen mit Einmannwagen in Österreich.

274. Einmannwagen für Güterverkehr in Amerika. Verkehrstechnik 1924, Nr. 1, S. 7—10, mit 1 Abb. u. Railway Journal vom 11. August 1923. Beschreibung der für Überlandlinien bestimmten Einmannwagen.

275. Grundsätze für die Anordnung von Übergangsbogen bei Straßenbahnen. Von Dir. Thomas, Köln. Verkehrstechnik 1924, Nr. 6, S. 41—44 und Nr. 7, S. 56—57, mit 2 Abb. Bericht über die bei Straßenbahnen eingeführten Arten der Übergangsbögen und ihre theoretische Begründung.

276. Die Zerstörungen des japanischen Verkehrswesens durch das Erdbeben. Von Wernecke. Verkehrstechnik 1924, Nr. 4, S. 30. Schilderung des Umfanges der Zerstörung bei den Straßenbahnen in Tokio und den Vorortbahnen.

Siedlungswesen und sparsame Bauweisen.

277. Betrachtungen über ein neues Gesetz zur Aufstellung und Durchführung von Siedlungsplänen (Fluchtlinienpläne). Von Stadtbaurat a. D. Metzger, Berlin. Deutsche Bauzeitung 1924, Nr. 19/20. Bauwirtschafts- und Baurechtsfragen, S. 97—98. Verfasser bezieht seine Erörterungen auf die vom Wohlfahrtsminister angeregten und zur Diskussion gestellten „Grundzüge“ für ein Gesetz zur Aufstellung und Durchführung von Siedlungs- und Bebauungsplänen.

Bauunfälle.

Amtliche Mitteilungen. — Ministerielle Erlasse.

278. Die Deutsche Reichsbahn nach der Verordnung vom 12. Februar 1924. Von Gerichtsassessor Dr. Ottmann, Berlin. Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen 1924, Nr. 9, S. 141—143. Die Stabilisierung der Währung erforderte im November 1923 zwecks Herstellung des Gleichgewichtes des Reichshaushalts Streichung der Zuschüsse zu den Betriebsverwaltungen. Kraft des Ermächtigungsgesetzes war eine Veränderung der Rechtsform und der Organisation im Wege der Verordnung möglich; Verfasser gibt im folgenden kurz den Inhalt der Verordnung wieder, betont in der Hauptsache, daß aus dem bisherigen einheitlichen Reichsvermögen zunächst das Reichseisenbahnsondervermögen, sowie das eigene Betriebsvermögen des neuen Unternehmens „Deutsche Reichsbahn“ ausscheiden und somit drei verschiedene Vermögensmassen entstehen, und erörtert schließlich die Frage, ob diese Wahl des reinen Betriebsunternehmens, welches aus zwingenden, rechtlichen, insbesondere verfassungsrechtlichen Erwägungen heraus entstanden zu sein scheint, wirtschaftliche Vorteile aufweist.

Arbeiterfragen. — Rechtsfragen. — Wirtschaftliches.

279. Behandlung der Unfallneurosen im Zivilprozeß. Von Dr. Fritz Zimmermann, Darmstadt. Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwalt. 1924, Nr. 10, S. 161—165. Verfasser fordert bei genauer Tatbestandsaufnahme in Haftpflichtprozessen Berücksichtigung der Psychologie des Unfallneurotikers, zu dem Ende, solche Fälle, in denen seither mit lebenslänglichen Renten entschädigt wurde, die aber nichts oder nur geringe Leistungen beanspruchen dürfen, aus sozialen Gründen und mit Rücksicht auf den Kranken selbst zu vermeiden.

280. Wege und Ziele der deutschen Währungsreform. Von Prof. Fr. Beckmann, Bonn. Stahl u. Eisen 1924, Nr. 10, S. 249—256. Währungsreform der Tschechoslowakei, Lehren für Deutschland, Kronenstabilisierung, die Entwertung der Reichsmark, der Sinn der Rentenmark. Rentenmark und Goldgeld, die glücklichen Zufälle bei der deutschen Reform. Voraussetzungen für dauernde Festigkeit der Mark. Finanz- und Kreditfragen.

281. Die Angriffe gegen die Akkordarbeit als Grundlage eines Akkordverfahrens. Von Dr. Hans Martens. Verkehrstechnik 1924, Nr. 1, S. 1—5, Nr. 2, S. 9—11, Nr. 3, S. 20—21 und Nr. 5, S. 37—39. Vortrag über die Entwicklung des Lohnwesens in den Werkstätten der Deutschen Reichsbahn, insbesondere über die grundlegende Bedeutung des seit 1920 eingeführten Gedingeverfahrens.

Kunst im Ingenieurwesen. — Personalnachrichten. — Vereinsnachrichten. — Standesvertretung. — Sonstiges.

KURZE TECHNISCHE BERICHTE.

Straßenbauten in den Vereinigten Staaten von Amerika im Jahre 1923.

Amerika besitzt rd 4 Mill. km Landstraßen, von denen etwa $\frac{1}{8}$ befestigt sind. Der Straßenbau hat im laufenden Jahre einen gewaltigen Aufschwung erfahren. Der Gesamtaufwand, der von allen Staaten für 1923 in Aussicht genommen ist, wird sich auf mindestens 500 Mill. Dollar belaufen. Diese riesige Summe bedeutet bei einem Dollarstande von 5 Mill. M 25.10⁴⁴ Mark oder 2500 Billionen, für die höchstens an den Schulden des Deutschen Reiches ein Vergleich gefunden werden könnte. Rechnet man 1 m² Straßenfläche nach amerikanischen Verhältnissen durchschnittlich 3 Dollar, so ließen sich damit 160 Mill. m² Straßenfläche (= 160 km²) oder mit 12 500 Dollar für 1 km Betonstraße nicht weniger als 40 000 km Straßen bauen. Das heißt 800 km für jeden Staat und 800 km Straßenbau in jeder Woche des Jahres 1923.

Neben der Landwirtschaft ist in den Vereinigten Staaten das Bauwesen der wichtigste Zweig der Volkswirtschaft geworden. Und da steht für dieses Jahr der Straßenbau an erster Stelle. Nach den Angaben der Straßenbaubehörden von 38 amerikanischen Staaten sind bereits am 1. August Straßenbauten im Gange mit annähernd 300 Mill. Dollar Kosten. Die Städte sind hierbei gar nicht mitgerechnet. Von den größeren Arbeiten seien folgende kurz erwähnt: Alabama 120 km Schotter-, 54 km Betonstraßen für 8,6 Mill. Dollar; Colorado 8,3 Mill., Illinois 1440 km, durchweg Betonstraßen mit 7,6 Mill. m² Straßenfläche und 86 Brücken für 23,4 Mill. Die Staatsverwaltung hat den vierfachen Betrag davon für das gesamte Straßennetz in Aussicht genommen. Iowa hat 150 km Betonstraßen, 2000 km Erdbahnen und 590 km Kiesbahnen im Bau. Aufwand für 1923: 9 Mill. Dollar. Iowa ist der größte Getreidestaat, Maine 2,4 Mill. m², 8,5 Mill. Dollar. Maryland 560 km, davon $\frac{3}{8}$ als Betonstraßen für 4,3 Mill. Michigan 4 950 000 m² Straßenfläche, alles Beton, 13,8 Mill. Dollar. Mississippi 42 km für 6 Mill. Missouri 2540 km Straßen mit befestigter Oberfläche

verschiedener Bauart für 29,2 Mill., New Jersey 170 km für 8,5 Mill., North Carolina 3100 km verschiedener Bauart für 37,5 Mill., Ohio 1680 km mit 8,4 Mill. m² Fläche für 30 Mill. Dollar. Pennsylvania baut zu 95 vH Betonstraßen und zwar 700 km mit 2,2 Mill. m² für 12,3 Mill. South Carolina 1000 km mit vielen kleinen Brücken für 6 Mill. West Virginia 15 Mill. Dollar. Wisconsin 640 km für 9 Mill. Wyoming 4,9 Mill. Dollar.

Hierzu kommen auch die Großstädte noch mit beträchtlichen Beträgen, z. B. Chicago 1,4 km² Straßenfläche für 6,5 Mill. Dollar, Cleveland 3,5 Mill. Dollar, Detroit 260 000 m² für 5,6 Mill., New York City, Teil Manhattan allein für 1,3 Mill. Dollar, Philadelphia 67 km mit 4 Mill. Dollar Aufwand, San Francisco für 1,2 Mill. Dollar. Nimmt man diese 10 Städte als Maßstab, so läßt sich der Gesamtaufwand aller Städte in den Vereinigten Staaten für diesjährige Straßenbauten auf 225 Mill. Dollar schätzen.

Über die allgemeinen Verhältnisse des Straßenwesens in den Vereinigten Staaten gibt eine unlängst erschienene Erhebung der Verwaltung der öffentlichen Straßen Auskunft. Von den mit bundesstaatlichen Mitteln gebauten Landstraßen bestanden Anfang 1923: 39 vH aus Lehm Schlag als Fahrbahndecke, 11 vH aus Sand mit tonigem Bindemittel, 2,7 vH aus Schotter mit Unterbau, 4 vH aus Teermarkadam, 3 vH aus Asphaltbeton, 18,3 vH aus Zementbeton, 1,4 H aus Pflaster und 21 vH waren nur Erdbahnen mit Entwässerung. (Cement and Engineering News, Juli 1923). Gl.

Brückeneinsturz in Amerika.

(Nach Engineering News Record 1923, Vol. 91, Nr. 12, S. 487.)

Am 17. September ist einer der Brückenbögen der im Bau befindlichen Schenectady-Scotia-Eisenbetonbrücke, die den Mohawk-Fluß und den Barge-Canal überspannen soll, ohne Vorzeichen zusammengestürzt, wobei 5 Menschen ums Leben kamen. Das Brücken-

projekt stammt aus der Vorkriegszeit; mit der Bauausführung wurde vor 3 Jahren begonnen. Das neue Bauwerk, das als Ersatz für eine alte Eisenbrücke aufgeführt wird, hat eine Gesamtlänge von 1350 m und umfaßt 23 Bögen mit Spannweiten zwischen 32 und 37 m und einen den Barge-Canal überquerenden Bogen von 65 m Spannweite. 12 Bögen waren zur Zeit des Unfalls fertig. Der Einsturz erfolgte an einem schrägen Brückenbogen, während eben der letzte Beton in die beiden stromabwärts liegenden Bogenrippen eingebracht wurde. Die Ursache ist nach Mitteilungen darin zu suchen, daß das Pfahlwerk unter dem Leegerüst eine leichte Seitwärtsbewegung ausführte, wodurch die Unterlagsblöcke und Keile verschoben wurden und wegen der Bogen-schräge eine allgemeine Drehbewegung im Leegerüst entstand, die seinen Zusammensturz herbeiführte. Da der Unternehmer des öfteren zu einer Verstärkung des Gerüstwerks — dessen Konstruktion ihm verantwortlich überlassen war — aufgefordert worden war und keine Setzungserscheinungen an Brückenmauern und Pfeilern nachzuweisen sind, will der amerikanische Staat an dem Schaden nichts tragen.
Dipl.-Ing. A. Hummel, Karlsruhe i. B.

Praktische Erfahrungen mit der AMBI-Bauweise.

Von Dipl.-Ing. Karl Niemax in Firma Gebrüder Niemax, Eisenbeton-, Hoch- und Tiefbau, Neumünster i. H.

In den beiden letzten Jahren hat der Unterzeichnete eine größere Zahl von Industriebauten und Wohnhausbauten in der AMBI-Bauweise errichtet und dabei Gelegenheit gehabt, reiche Erfahrungen in Bezug auf diese Bauweise zu sammeln. Nachstehend seien die wichtigsten dieser Erfahrungen wiedergegeben.

Die Herstellung der Ambi-Winkelsteine sollte nach den derzeitigen Prospekten der Ambi-Werke am zweckmäßigsten unmittelbar neben der Baustelle auf einer Holzpritsche erfolgen. Bei Inangriffnahme des ersten größeren Industriebaues wurde zunächst auch eine solche Holzpritsche auf der Baustelle eingerichtet. Es stellte sich jedoch schon nach den ersten Tagen heraus, daß einmal eine hölzerne Unterlage nicht genügend starr war, die Bretter sich warfen und infolgedessen die Steine bei der Herstellung häufig Risse erhielten und teilweise für die Vermauerung unbrauchbar wurden. Außerdem wurde die Errichtung eines provisorischen Bretterschutzdaches erforderlich, um die frisch gestampften Steine vor starken Regengüssen und Sonnenbestrahlung zu schützen. Ferner stellte sich als Übelstand heraus, daß für die für den Baubeginn und flotten Baufortschritt erforderliche Anzahl von Ambi-Winkelsteinen eine recht große Grundfläche benötigt wurde, die ihrerseits wiederum einen erheblichen Bedarf und Verschleiß an Schalbretern bedingte. Es wurde infolgedessen sehr bald, noch vor dem eigentlichen Baubeginn, der Unterbeton für eine große Fabrikationshalle des Neubaus hergestellt und auf diesem neuen Planum, das eine Fläche von etwa 500 m² darstellte, die weitere Herstellung der Steine betrieben. Auf diese Weise verschwand der Bruch vollkommen, es konnte eine genügend große Zahl von Steinen täglich angefertigt werden, und die Leistungsfähigkeit der Leute in der Herstellung der Steine wurde gehoben. Es wurden in Tagelohnarbeit bei achtstündiger Arbeitszeit von 4 Mann durchschnittlich 220—240 Winkelsteine hergestellt, die das Material für 18 m² fertiges, 30 cm starkes Mauerwerk darstellen. Bei der Aufstellung des Bauprogramms muß berücksichtigt werden, daß etwa drei Wochen vor Beginn der Maurerarbeiten mit der Herstellung der Steine begonnen werden muß. Der zur Verwendung kommende Kies darf eine Korngröße von 5 mm nicht überschreiten.

Bereits nach dem ersten Bausommer, in dem die Firma Gebrüder Niemax die Ambi-Bauweise mehrfach zur Anwendung brachte, wurde dazu übergegangen, die Ambi-Winkelsteine werkmäßig in einer Zementwarenfabrik herzustellen. Dadurch konnte eine abermalige Kostenersparnis erzielt werden, einmal durch Zweckmäßigkeit in der Anordnung (Tailor-System), zweitens durch höhere Arbeitsleistung der Leute bei niederen Löhnen, drittens durch Ersparung der Einrichtung einer Steinfabrikation auf der Baustelle, und schließlich durch Ersparung der Zeit für die Herstellung der Steine vor Baubeginn. Als Nachteil steht dem gegenüber der Abtransport der Steine und damit verbunden ein Bruch von durchschnittlich 5 vH, der aber gegenüber den Vorteilen wenig ins Gewicht fällt. Zusammenfassend kann gesagt werden, daß unter normalen Verhältnissen die in den Ambi-Prospekten stehenden Angaben gehalten werden, daß jedoch verschiedentlich unter günstigeren Bedingungen die Leistungen ein gut Teil gesteigert werden können. Holzpritschen als Unterlagen sind nicht zu empfehlen.

Zu der Verwendung der Ambi-Winkelsteine sei vorweg bemerkt, daß sich die Steine sehr viel besser eignen für Industriebauten als für Wohnhausbauten, und daß bei Industriebauten Resultate erzielt wurden, die genau doppelt so günstig ausfielen wie anfangs angegeben wurde. So wurde beim Industriebau im Mauerwerk eine Baukostenersparnis bis zu 60 vH gegenüber der Ziegelbauweise erreicht. Bei glatten langen Ambi-Massivwänden betrug die Leistung eines Maurers in der 8-Stundenschicht bis zu 20 m², während bei einer

Ziegelmauer im allgemeinen nur etwa 4—5 m² Durchschnittsleistung anzunehmen sind. Bei Wohnungsbauten dagegen sind die als Norm angegebenen 30 vH Ersparnis nirgendwo erreicht; es konnten im allgemeinen nur 15—20 vH Ersparnis erzielt werden. Der Grund dafür ist in dem Umstand zu suchen, daß der Ambi-Winkelstein für den Wohnungsbau zu groß ist und daß bei den vielen Ecken und schmalen Mauerwerkskörpern häufig die Steine behauen werden müssen. Überdies wirken die Steine recht ungünstig bei nachträglichen Änderungen; der Normalstein muß da häufig aushelfen. Zweckmäßiger ist die Bauweise wiederum bei kleinen Siedlungshäusern, die vorher typenmäßig durchgearbeitet und bei denen die Mauerwerksmaße nach Steinlängen und -höhen errechnet sind.

Vorteilhaft in mancher Beziehung wirkt die Ambi-Bauweise in Verbindung mit dem Eisenbetonbau; es ist dies ein weiterer wichtiger Umstand, der die Ambi-Bauweise geeigneter für Industriebauten als für Wohnhausbauten macht. Fabrik- und Lagerräume haben durchweg große Nutzlasten aufzunehmen, und die Decken für diese Räume werden neuerdings überwiegend als Eisenbetondecken ausgeführt. Man hat nun die Möglichkeit, durch das Mauern von Pfeilervorlagen in der Ambi-Wand Hohlkörper auszusparen, die denen der Schalung für Eisenbetonstützen entsprechen. Man kann auf diese Weise einmal Betonschalung sparen, zum anderen der Ambi-Wand höhere Lasten zumuten als einer Ziegelwand. Der Eisenbetonring, der normalerweise bei einer Ambi-Wand zur Aufnahme der Einzelasten und zur Lastenverteilung unter jeder Decke erforderlich ist, kann hier gleichzeitig als Deckenrandbalken ausgebildet werden und so die größten Lasten in die Wandsäulen übertragen. Keller und Grundmauern sind gleichfalls billiger, wenn sie in Ambi-Steinen aufgemauert und die Hohlräume hinterher mit Beton verfüllt werden, als wenn, wie bisher allgemein üblich, diese Mauern aus reinem Beton zwischen beiderseitigen Schalbretterwänden gestampft werden. Durch diese Kombination von Eisenbetonbau und Ambi-Massivbau verliert die eigentliche Ambi-Bauweise ihren selbständigen Charakter, und der Ambi-Winkelstein wird gewissermaßen zu einem neuen Baustoff für allgemein bekannte und übliche Bauweisen. Dem Ambi-Stein eröffnet sich dabei ein neues, ungeheuer großes Gebiet der Anwendung; er kann überall dort vorteilhaft verwendet werden, wo er zur Verbilligung der Baukosten beiträgt. Der Hochbau sollte sich für Fundament- und Kellermauern allgemein den Ambi-Winkelstein zu eigen machen; denn die Kostenersparnis bei Ambi-Wänden mit Betonfüllung gegenüber reinen Betonwänden beträgt etwa 20 vH, dabei hat die betongefüllte Ambi-Wand die Vorteile der besseren Isolierungsmöglichkeit, des glatteren Aussehens und der Nichtbehinderung durch Betonschalung.

Die reine Ambi-Bauweise kommt meines Erachtens nur in Frage im Industrieflachbau und beim Siedlungsbau; für bessere und größere Wohnhäuser ist die Ambi-Bauweise im allgemeinen nicht empfehlenswert, dagegen beim mehrgeschossigen Industriebau in Verbindung mit Eisenbeton sehr günstig.

Einsturz eines Erddammes.

Nach Engineering News-Record vom 16. Juni 1921, 30. August 1923, 13. September 1923 und 29. November 1923.

Im August des Jahres 1923 fand im Staat Arkansas (Nordamerika) ein Dambruch statt. Es handelt sich um einen Erddamm, der ein Staubecken von 32 Millionen m³ abschloß. Die Talsperre war in das Apishapa-Flußbett eingebaut und diente vorwiegend landwirtschaftlichen Zwecken. Das Flußbett ist eingeschritten in den harten Dakotasandstein. Darüber liegt auf der Flußsohle an der Bau-

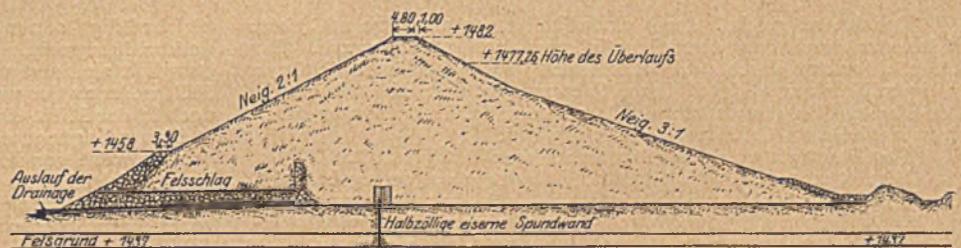


Abb. 1.

stelle eine etwa 9 m hohe lehmhaltige Sandschicht. Einen schematischen Querschnitt zeigt Abb. 1.

Die Erdmasse des Damms betrug etwa 245 000 m³, seine Länge auf der Sohle gemessen 90 m, auf der Dammkrone 175 m, seine Breite auf der Sohle im Maximum 178 m, auf der Krone 5,80 m, seine Höhe 36 m über der Flußsohle bzw. 45 m über dem Fels. Das Material wurde dem Flußbett entnommen und besteht aus feinem tonhaltigen Sand. Im nassen Zustand wird es breiartig, beim Trocknen neigt es dazu, harte Klumpen zu bilden. Zwei Stunden in Wasser getauchte Proben zeigten einen Gewichtsverlust von 6 vH. Wurde das Material in gleicher Weise mit 5 prozentig Salzsäure behandelt, so war eine ziemlich starkes Aufbrausen von Kohlendioxyd zu beobachten, herrührend von dem Gehalt an Calcium- und Magnesiumcarbonat. Der Gewichts-

verlust betrug 4 vH. Das Material wurde in Schichten von 30 cm Stärke eingebracht, eingeschlämmt und gewalzt.

Es wurden verschiedene Maßnahmen getroffen, um ein Unterspülen und ein Abrutschen hintanzuhalten. In der Dammachse wurde eine halbzöllige eiserne Spundwand geführt, die durch die Sandschicht des Flußbettes hindurch bis auf den Felsgrund geschlagen war und in die unteren Schichten des Dammes hineinragte. Sie wurde nach oben durch eine doppelte hölzerne Bohlenwand fortgesetzt. Der Anschluß der eisernen und der hölzernen Wand war sorgfältig gedichtet. Der Anschluß an die Seitenwände des Tales geschah in der Weise, daß von der Talsohle bis zur Dammkrone hinauf in die Felshänge Stampfbetonwände mit Verzahnung hineingeführt wurden, diese Wände ragten 3 m aus dem Felsen heraus und nahmen die Spundwand auf. Die Dammerde um diese Manier herum wurde besonders sorgfältig

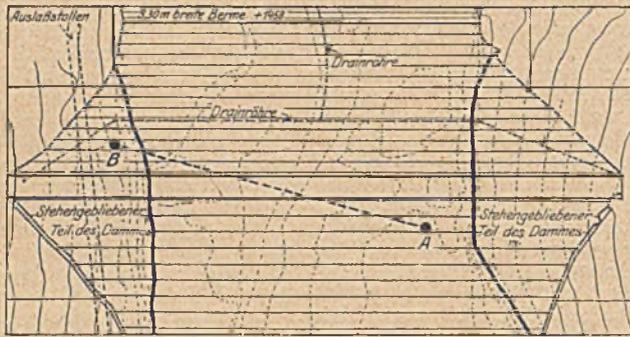


Abb. 2.

gestampft und geschlämmt. So hoffte man einen ziemlich dichten Anschluß des Dammes an das Flußbett erreicht zu haben. Um weiterhin die Gefahr des Abrutschens zu verringern, hat man der Drainage des Dammes große Aufmerksamkeit zugewandt. Wie aus dem Querschnitt hervorgeht, durchzogen gußeiserne Drainröhren bis zu 30 cm Dmr. den Damm in Längs- und Querrichtung, sorgfältig eingebettet in Felsschlag. Der Felsschlag wurde — wie auch bei Filterbrunnen — so angeordnet, daß die Korngröße von innen nach außen abnahm, um ein Verstopfen der Drainage möglichst zu vermeiden.

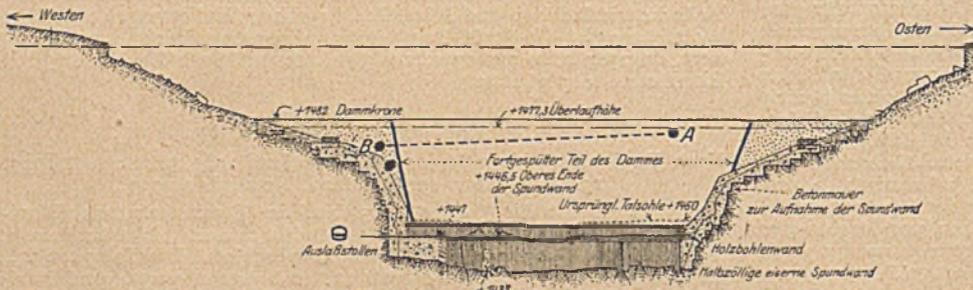


Abb. 3.

Der Auslaß geschah durch einen Stollen von $3,0 \times 3,20$ m² lichter Weite, der durch den westlichen Talgang durchgeführt wurde. Der Abschluß erfolgt durch drei nebeneinanderliegende eiserne Schützen an einem Knickpunkt des Stollens, 60 m entfernt vom Einlaufbauwerk. Der Überlauf lag etwa 1 km von dem Damm entfernt und war durch einen natürlichen Geländeeinschnitt gegeben.

Das Bauwerk wurde im September 1920 fertiggestellt.

Nimmt man als Pegelnullpunkt Höhe 1452 an, so ergeben sich für die Wasserstände folgende Daten: Im Frühjahr und Sommer 1921 wurde das Becken langsam bis auf + 19,5 m aufgefüllt, der Wasserspiegel sank dann langsam im Winter bis auf 14,5, blieb in dieser Höhe bis Mai 1922, sank dann weiter, so daß das Becken Ende 1922 fast leer war. Dies dauerte bis in den Juni 1923. Da füllte sich das Becken wieder und erreichte am 13. August — ungefähr nach zwei Jahren — den Höchstwasserstand des Jahres 1921 mit 19,5 m. Am 21. August war der Pegelstand 23 m. Der Auslaß war geöffnet, trotzdem stieg das Wasser infolge eines wolkenbruchartigen Regens weiter bis auf 25 m, also dicht unter den Überlauf. Das war am 23. August, 3 Uhr nachmittags.

Risse hatten sich schon verschiedentlich im Laufe der letzten beiden Jahre an der Wasserseite gezeigt, hauptsächlich im Jahre 1921, nachdem das Wasser wieder von dem höchsten Stand gefallen war; neben einigen Querrissen auch ein Längsriß kurz über dem Hochwasserstand + 19,5. Man legte dem merkwürdigerweise keine allzu große Bedeutung bei, sondern erklärte es als natürliche Erscheinung, daß sich die Erdmassen innerhalb der Hochwasserlinie mehr setzen als die darüberliegenden. Man wartete, bis das Setzen zum Stillstand gekommen war und der Riß sich nicht mehr erweiterte, und stopfte

den Riß zu. Einige Tage vor dem Dammbbruch brachen diese alten Risse z. T. wieder auf, ohne daß aber ein Wasserverlust durch den Damm hindurch eingetreten wäre. Die Landseite des Dammes war völlig trocken, das Wasser, das aus der Drainröhre am Dammfuß in einer Menge von etwa 10 l/s austrat, war ganz klar.

Am 23. August um 3 Uhr fing das Leck, an dessen Abdichtung man beschäftigt war, an, gierig Wasser zu schlucken (Punkt A in Abb. 2 u. 3). Kurz darauf trat ein mannsdicker Wasserstrahl am Punkt B aus dem Damm heraus, etwa auf Höhe 1470, also 7 m unter dem Wassereintrittspunkt. Alle Bemühungen, das Loch zu verstopfen, waren umsonst. Jeder Zweifel, ob diese beiden auf einer Diagonalen durch den Damm gelegenen Punkte miteinander in Verbindung ständen, wurde behoben, als auf dieser Strecke die Dammkrone einstürzte und sich ein offener Kanal zeigte. In immer schnellerer Folge wurde sodann der größte Teil des Dammes fortgespült (vgl. Abb. 2 u. 3). Um 3½ Uhr war der Wasserspiegel um 60 cm gefallen, um 4 Uhr um 90 cm, in der nächsten halben Stunde um 8 m. Dem entsprach ein Wasserverlust von 11,4 Millionen m³ oder mehr als einem Drittel des ursprünglichen Inhalts. In den folgenden 15 Minuten fiel das Wasser um weitere 5,20 m (4,4 Millionen m³).

Die Ursachen des Dammbrechens sind Gegenstand zahlreicher Erörterungen amerikanischer Ingenieure geworden, von denen das Wichtigste hier kurz mitgeteilt sei:

Was zunächst das Material angeht, so wird auf den großen Vorkommensatz von löslichen Bestandteilen (s. o.) hingewiesen. In der Tat wies der Damm innerhalb der Durchfeuchtungslinie stark poröse Struktur auf. Die Lagen von 30 cm Stärke, in denen es eingebracht wurde, erscheinen reichlich stark, außerdem scheint beim Einschlämmen zu wenig Wasser gebraucht worden zu sein, denn an den stehengebliebenen Rändern des Dammes war klar zu erkennen, wie sich die einzelnen Lagen von einander absetzten. Die obere Schicht jeder Lage war hart geworden und ließ sich von den unteren abheben. Eine ähnliche Erscheinung im Großen zeigte sich bei dem bereits erwähnten Längsriß. Die unteren Schichten setzten sich, die oberen Schichten nahmen an dieser Bewegung nur unvollkommen teil, sondern wölbten sich, indem sie sich an den Talhängen abstützten (vgl. oben das Verhalten des Materials beim Einschlämmen und nachfolgendem Trocknen). Es erscheint kaum zweifelhaft, daß der verhängnisvolle Diagonalriß mit diesem im Jahre 1921 zuerst beobachteten Längsriß zusammenhing. Außerdem ist es einleuchtend, daß nach einer so langen Trockenperiode, wie in diesem Falle von 1921—1922, eine schnelle Auffüllung des Sperrbeckens äußerst gefährlich sein mußte.

Es wird übereinstimmend festgestellt, daß die Ursache des Einsturzes in dem eigentlichen Erdamm zu suchen ist, nicht also etwa in fehlerhafter Anordnung oder Ausführung der zugehörigen Bauwerke, wie Auslauf, Überlauf od. dgl. Auch der Anschluß an die steilen Felshänge — zweifellos ein schwacher Punkt der Konstruktion — hat sich bewährt. Von einer Unterspülung kann nicht die Rede sein, da bis kurz vor dem Dammbbruch aus der Drainage klares, ungetrübtes Wasser herausfloß.

Die Lehren, die zu ziehen sind, können kurz zusammengefaßt werden, daß der Auswahl und Bearbeitung des Erdmaterials die größte Sorgfalt zuzuwenden ist. Lösliche Bestandteile dürfen nur in ganz geringem Maße vorhanden sein, ferner muß man die Gewähr schaffen, daß es sich gleichmäßig setzen wird; es muß nach Möglichkeit wasser- undurchlässig sein. Die Raumbeständigkeit und die Wasserundurchlässigkeit sind von um so größerer Wichtigkeit, wenn, wie in diesem Fall, weder an der wasserseitigen Böschung eine wasserdichte Tonlage, noch in der Mitte ein Tonkern angeordnet ist. Die Verarbeitung hat in dünnen Lagen gewissenhaft zu erfolgen. Das Optimum des Schlammwassers sollte vor dem Bau auf dem Versuchswege bestimmt werden. Enge Taleinschnitte erscheinen ungeeignet für den Einbau von Erdämmen, wenn auch in diesem Fall daraus kein ersichtlicher unmittelbarer Nachteil erwachsen ist.

In den obigen Ausführungen sind der staatliche Ingenieur sowie die von der Bauherrschaft, der Apishapa Consolidated Irrigation Co. of Fowler, angestellten Ingenieure zu Wort gekommen. In der Nummer vom 20. Dez. 1923 Engineering News-Record äußert sich nun auch der entwerfende Ingenieur zu dem Dammbbruch. Aus seiner Darstellung geht hervor, daß er sich sowohl bei der Entwurfsaufstellung als auch bei der Bauausführung zu den beiden oben genannten Instanzen in scharfem Gegensatz befand, der seinen Grund in der Geldknappheit der Bauherrschaft hatte. Diese suchte deshalb in Entwurf und Ausführung möglichst zu sparen, und der staatliche Ingenieur setzte diesem Bestreben, selbst wo es zu bedenklichen konstruktiven Maßnahmen führte, nicht den nötigen Widerstand entgegen.

Der entwerfende Ingenieur ist der Ansicht, daß die Ausmaße des Dammschnittes unzureichend waren, zumal wenn man die für einen Erdamm ungünstigen örtlichen Verhältnisse — schmales tief eingeschnittenes Flußbett — berücksichtigt. Er hatte ferner gegen

das verwendete Erdmaterial Einspruch erhoben, von dem er befürchtete, daß es sich stark setzen und so Anlaß zu Rißbildungen geben würde. Demgegenüber sahen die Ingenieure der staatlichen Baubehörde und der Bauherrschaft selbst in größeren Setzungen (vgl. den obigen Bericht) keine Gefahr für die Standsicherheit des Bauwerks. Während der Ausführung stellte die Bauherrschaft ihre Zahlungen ein, und der Unternehmer baute auf eigene Rechnung weiter, um sich vor finanziellem Verlust zu schützen. Darunter mußte natürlich die Güte der Ausführung leiden. Erst auf den energischen Einspruch des ent-

werfenden Ingenieurs wurde das Material überhaupt lagenweise eingebracht und eingeschlämmt, wobei es ihm jedoch nur gelang, die Stärke der einzelnen Lagen auf 30 cm und nicht, wie er ursprünglich beabsichtigt hatte, auf 15 cm festzusetzen.

Zusammenfassend ist der entwerfende Ingenieur der Ansicht, daß der Entwurf mangelhaft, die Ausführung unsorgfältig, das verwendete Material ungeeignet war. Die ungenügende Finanzierung des Projektes war an vielen Mängeln schuld oder hat sie zum mindesten verschärft.
Dipl.-Ing. Mehmel, Karlsruhe.

PATENTBERICHT.

Wegen der Vorbemerkung (Erläuterung der nachstehenden Angaben) s. Heft I vom 15. Januar 1924, S. 19.

A. Bekanntgemachte Anmeldungen.

Bekanntgemacht im Patentblatt vom 14. Februar 1924.

- Kl. 5 c, Gr. 4. H 86 898. Gebr. Hinselmann, Essen-Ruhr. Gewölbter mehrgelenkiger eiserner Streckenausbau. 5. IX. 21.
Kl. 19 a, Gr. 11. H 90 800. Franz Höhne, Halle a. d. Saale, Am Güterbahnhof 4. Schienenbefestigung auf Metallquerschwellen. 12. VIII. 22.
Kl. 19 b, Gr. 4. U 61 773. Uniform Asphalt Distributor Company, Meridian, Lauderdale, V. St. A.; Vertr.: Dr.-Ing. E. Boas, Pat.-Anw., Berlin SW 61. Fahrbare Vorrichtung zum Ölen und Teeren von Straßen. 22. XII. 16.
Kl. 20 f, Gr. 20. B 101 583. Orazio Bonaccorso u. George Lo Bue, Philadelphia, V. St. A.; Vertr.: Dipl.-Ing. B. Kugelman, Pat.-Anw., Berlin-Wilmersdorf. Vorrichtung zum selbsttätigen Anhalten von Eisenbahnzügen. 20. IX. 21.
Kl. 37 e, Gr. 6. K 78 669. Arno Keller, Leipzig-Möckern, Sohrstr. 5. Selbsttätige Stützvorrichtung für ein aus einem Rahmenwerk gebildetes schwebendes Schornsteinbaugerüst. 8. VIII. 21.
Kl. 84 b, Gr. 1. K 84 654. Fried. Krupp Akt.-Ges., Grusonwerk, Magdeburg-Buckau. Vorrichtung zum Andücken des Troges an die Haltung bei senkrechten Schiffshebwerken. 20. I. 23.

Bekanntgemacht im Patentblatt vom 21. Februar 1924.

- Kl. 19 a, Gr. 30. B 107 779. Wilhelm Born, Wehofen b. Holten, Rhld. Fahrbare Schwellenstopfmaschine. 27. XII. 22.
Kl. 37 a, Gr. 5. P 46 484. Felix Pfeiler, Höhenleipisch. Lehmwand mit Plattenbekleidung. 3. VII. 23.
Kl. 37 b, Gr. 2. F 53 280. Fa. Friedrich Fahl, Bremen. Verfahren zur Herstellung von Bautafeln aus Torf. 13. I. 23.
Kl. 37 e, Gr. 9. M 69 461. Johannes Michely, Maumke, Post Meggen, Kr. Olpe. Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Wänden aus Beton und anderen formbaren Baustoffen. 27. V. 20.
Kl. 37 f, Gr. 4. G 59 209. Gutchoffnungshütte, Aktienverein für Bergbau und Hüttenbetrieb, Oberhausen, Rhld. Funken-turm o. dgl. 2. VI. 23.
Kl. 80 b, Gr. 3. N 21 318. Novo-Mörtel-G. m. b. H., Berlin. Herstellung von Baustoffen aus Asche. 27. VII. 22.
Kl. 80 d, Gr. 4. W 64 874. Leo von Werra, Leuk, Schweiz; Vertr.: Dr.-Ing. F. Berg, Pat.-Anw., Mannheim. Vorrichtung zum Zersprengen von Steinblöcken durch Einführen des Druckmittels in an der Sprengstelle vorgesehene Aussparungen. 29. X. 23.
Kl. 81 e, Gr. 32. B 108 989. Friedrich Brennecke, Drebkau b. Kottbus. Vorrichtung zum Fördern von Schüttgut aus einem Graben auf zu verbreiternde Halden. 24. III. 23.
Kl. 84 a, Gr. 3. S 61 106. A. Seboldt, Halle a. d. Saale, Ludwig-Wucherer-Str. 28. Tür für Wasserläufe zu Schiffahrts- und Stauzwecken. 10. X. 22.
Kl. 84 c, Gr. 2. T 26 813. Dr. Karl Terzaghi, Wien, Vertr.: O. Siedentopf, Dipl.-Ing. W. Fritze und Dipl.-Ing. G. Bertram, Pat.-Anwälte, Berlin SW 68. Sicherung von Staumauern gegen Unterspülung. 1. VIII. 22. Österreich 11. VII. 23.
Kl. 84 d, Gr. 2. L 54 520. Hugo Lentz, Berlin, Unter den Linden 12/13. Fahrbarer Bagger mit Druckwasserantrieb. 13. XII. 21.

Bekanntgemacht im Patentblatt vom 28. Februar 1924.

- Kl. 5 c, Gr. 2. H 90 043. Dr.-Ing. Fritz Heise, Bochum, Herner Straße 53. Verfahren zum Verteilen der Kälte auf die ganze Höhe des Gefrierschachtes. 3. VI. 22.
Kl. 20 f, Gr. 19. D 42 589. Wilhelm Daiger, Düsseldorf, Benrather Straße 6. Selbsttätige Hemmvorrichtung für Eisenbahnwagen. 13. X. 22.
Kl. 20 h, Gr. 4. T 26 306. August Thyssen-Hütte, Gewerkschaft, Hamborn. Gleisbremse. 22. II. 22.
Kl. 37 a, Gr. 4. Z 13 588. Dipl.-Ing. Fritz Zollinger, Merseburg, Teichstr. 56. Raumabschließende, ebene oder gekrümmte Bauteile; Zus. z. Pat. 387 469. 24. I. 23.
Kl. 84 a, Gr. 5. C 32 514. Paul Armand Jean-Marie Constan, Coxe, Frankreich und Charles Standaert, Paris; Vertr.: E. van Niessen, Pat.-Anw., Berlin W 15. Schwimmkasten zur Herstellung von Molen, Kais, Dämmen usw. 24. VIII. 22. Frankreich 26. VIII. 21.

Kl. 85 c, Gr. 6. Z 11 854. Ed. Züblin & Co., Straßburg i. E.; Vertr.: Dr. S. Hauser, Pat.-Anw., Berlin SW 48. Klärvorrichtung mit unter dem Klärraum liegenden und gegen diesen abschließbaren Schlammraum. 12. X. 20.

Kl. 85 c, Gr. 6. Z 11 901. Ed. Züblin & Co., Straßburg i. E.; Vertr.: Dr. S. Hauser, Pat.-Anw., Berlin SW 48. Schlammfaulraum mit in oder an diesem angeordneten Mischraum für den Frischschlamm mit dem am Boden des Faulraums entnommenen faulenden Schlamm. 16. XI. 20.

B. Erteilte Patente.

Bekanntgemacht im Patentblatt vom 14. Februar 1924.

- Kl. 5 b, Gr. 12. 392 232. Hieronymus Kossuth, Jena, Sophienstr. 1. Verbindung mehrerer Schächte in Salzbergwerken. 17. VIII. 22. K 83 011.
Kl. 19 a, Gr. 8. 392 252. Dipl.-Ing. Alois Siebeck, Ratingen. Schienenunterlegplatte für Kleinbahnen. 13. VII. 22. S 60 378.
Kl. 19 a, Gr. 15. 392 137. Markus Kris, Wien; Vertr.: Dr. B. Alexander-Katz, Pat.-Anw., Berlin SW 48. Keilverschluß für Laschenbolzen. 24. II. 23. K 84 989. Österreich 26. VII. 22.
Kl. 19 a, Gr. 15. 392 253. Hans Verken, Aachen, Morellerweg 10. Schwebender Schienenstoß. 20. V. 19. V 14 742.
Kl. 19 a, Gr. 23. 392 138. Max Krannich, Großbreitenbach, Thür. Gleis für Hängebahnen. 30. III. 22. K 81 387.
Kl. 20 i, Gr. 15. 392 254. Ludwig Klünder, Alfeld, Leine. Vorrichtung zum Verstellen der Weichen vom Wagen aus. 16. V. 23. K 85 949.
Kl. 20 i, Gr. 38. 392 291. Siemens & Halske Akt.-Ges., Siemensstadt b. Berlin. Schaltung für selbsttätige, mit Wechselstrom gespeiste Lampensignale. 22. II. 23. S 62 211.
Kl. 20 i, Gr. 38. 392 292. Siemens & Halske Akt.-Ges., Siemensstadt b. Berlin. Schaltung für selbsttätige, mit Wechselstrom gespeiste Lampensignale. 22. II. 23. S 62 212.
Kl. 20 i, Gr. 38. 392 293. Siemens & Halske Akt.-Ges., Siemensstadt b. Berlin. Schaltung für selbsttätige Lampensignale mit Wechselstrombetrieb; Zus. z. Pat. 392 291. 14. VII. 23. S 63 350.

Bekanntgemacht im Patentblatt vom 21. Februar 1924.

- Kl. 19 a, Gr. 28. 392 373. Dr.-Ing. Otto Kammerer, Charlottenburg, Lyck-Allee 12 und Wilhelm Ulrich Arbenz, Zehlendorf, Wannseebahn, Sophie-Charlotten-Str. 11. Gleisrückmaschine; Zus. z. Pat. 363 593. 21. XI. 22. K 84 006.
Kl. 19 a, Gr. 28. 392 376. Dr.-Ing. Otto Kammerer, Charlottenburg, Lyck-Allee 12 und Wilhelm Ulrich Arbenz, Zehlendorf, Wannseebahn, Sophie-Charlotten-Str. 11. Gleisrückmaschine; Zus. z. Pat. 363 593. 21. XI. 22. K 84 007.
Kl. 19 e, Gr. 1. 392 468. Gebrüder Mühlhäuser, Michelstadt. An einem Gleisfahrzeug angebrachte Maschine mit Schaufelrädern zum Absetzen von neben dem Gleis aufgehäuften Boden o. dgl. 6. III. 23. M 80 717.
Kl. 35 b, Gr. 1. 392 477. Deutsche Maschinenfabrik A. G., Duisburg. Halbportalartiger Uferkran. 31. V. 23. D 43 746.
Kl. 37 e, Gr. 9. 392 392. Ernst Gerresheim, Budapest; Vertr.: R. Heering, Pat.-Anw., Berlin SW 61. Hohlständer für Betonschalungen. 15. X. 19. G 49 324. Ungarn 4. VIII. 19.
Kl. 37 e, Gr. 9. 392 393. Albert Joseph Ramlow, Huy b. Lüttich; Vertr.: J. Havemann, Pat.-Anw., Nürnberg. Verschiebbarer Formkasten zur blockweisen Herstellung von hohlen Betonmauern. 28. X. 22. R 57 102.
Kl. 37 e, Gr. 11. 392 394. Jacques Quost, Paris; Vertr.: Dr. E. Müller, Pat.-Anw., Berlin SW 68. Form zur Herstellung von Schornsteinen und anderen Rundbauten. 11. VI. 20. Q 1113. Frankreich 29. VIII. 13.
Kl. 84 c, Gr. 5. 392 341. Gerhard Seidel, Berlin-Karlshorst, Karl-Egon-Str. 9. Verfahren zur Herstellung von Tunneln mit eingebauter Sohle, insbesondere unter städtischen Straßen. 15. II. 16. H 69 719.

Bekanntgemacht im Patentblatt vom 28. Februar 1924.

- Kl. 5 c, Gr. 4. 392 793. Johann Schürmann, Bochum, Meinolphusstraße 22. Grubenstempel. 15. XII. 22. Sch 66 652.

- Kl. 20 k, Gr. 7. 392 685. Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H., Siemensstadt b. Berlin. Verfahren zur leitenden Überbrückung der Stöße auf der Strecke verlegter Schienen. 4. VIII. 23. S 63 495.
- Kl. 35 b, Gr. 1. 392 821. Norman Taylor Harrington, Cleveland, Ohio, V. St. A.; Vertr.: F. Meffert u. Dr. L. Sell, Pat.-Anwälte, Berlin SW 68. Kabelkran mit Kipptürmen, 5. I. 21. H 83 749. V. St. Amerika 26. I. 20.
- Kl. 37 b, Gr. 5. 392 875. Dipl.-Ing. Franz Kleinhenz, Leipzig-Schönfeld, Paul-Heyses-Str. 30. Holzverbindung. 4. XI. 21. K 79 717.
- Kl. 42 b, Gr. 23. 392 825. Karl Geiling und Hans Hauck, Schweinfurt-Oberndorf, Finkenweg 1. Anreißvorrichtung. 19. VII. 23. G 59 544.
- Kl. 80 b, Gr. 22. 392 949. Gustav Schlösser, Berlin-Oberschöne-weide, Post Cöpenick. Verfahren zur Herstellung von Kunst- und Werksteinen aus geschmolzener Schlacke. 23. III. 22. Sch 64 448.
- Kl. 85 d, Gr. 2. 392 871. August Polzin, Zschornowitz, Kr. Bitterfeld. Baggerlöffel. 24. XII. 22. P 45 456.

BÜCHERBESPRECHUNGEN.

Der schlesische Magnesit. Ein Leitfaden für die praktische Verwendung der schlesischen Magnesite in der Steinholzindustrie von Richard Fasse, Sachverständiger für die Steinholzindustrie bei den hannoverschen Handelskammern und Gerichten. 1923. Herausgegeben i. A. der Ernst Paproth A.-G., Leipzig.

Das kleine, bestens ausgestattete Werk behandelt das Gebiet, das auf seinem Titel nur erscheint, verhältnismäßig kurz und wendet sich vorwiegend der Verwendung des schlesischen Magnesites zu Steinholzfußböden, deren Herstellung überhaupt und ihren Eigenschaften zu. Das Büchlein bildet eine Fortsetzung und Erweiterung der von demselben Verfasser vor fast 3 Jahren verfaßten und mit allseitiger Zustimmung aufgenommenen wertvollen Broschüre „Das Steinholz“ und vertieft die damals gestellten Aufgaben aufs beste. Auf reicher praktischer Erfahrung aufbauend, gibt der Verfasser ein lückenloses Bild der Rohstoffe und ihrer Verarbeitung in der Steinholzindustrie. Das schlesische Magnesitvorkommen erstreckt sich auf den Kreis Frankenberg. Hier ist sein Vorkommen an das Auftreten von Serpentin gebunden, dessen Umwandlungsprodukt er ist. Das Magnesit wird hier in der Hauptsache im Tagbau gewonnen, um nach Sortierung alsdann an Ort und Stelle gebrannt und gemahlen zu werden. Seine Verladestation ist Wartha-Frankenberg. Die schlesischen Magnesite sind, soweit sie in den Handel kommen und für Steinholz verwendet werden, durchaus einwandfreie Materialien, enthalten weniger als 2 vH Kalk (da sie sonst leicht treiben), ihre Farbe ist rein weiß (also geringer Eisengehalt), sie sind hochprozentig, können also bei der Steinholzherstellung auch mit 22 vH Lauge versetzt werden. Die schlesischen Magnesitgruben sind bis jetzt die einzigen Fund- und Ausbeutungsstätten für Magnesit in Deutschland. Es ist das besondere, auch vom vaterländischen Standpunkte anzuerkennende Verdienst der Ernst Paproth A.-G. in Leipzig weitere Verbraucherkreise auf das wertvolle Material nicht nur aufmerksam gemacht, sondern auch durch die Güte seiner Aufbereitung zu allgemeiner Anwendung gebracht zu haben.

Der Hauptteil des Büchleins ist, wie schon erwähnt, der Steinholzherstellung gewidmet. Dieser Teil ist nicht nur für den Hersteller jener Böden von besonderer Bedeutung, sondern verdient auch von allen denen bestens beachtet zu werden, die in der baulichen Praxis mit Steinholz zu tun haben. In den Fassschen Ausführungen sind eine so große Summe von praktischen Erfahrungen und wertvollen Ratschlägen festgelegt, daß ein jeder Fachmann aus dem Werkchen besonderen Gewinn für sich ziehen wird. Ein eingehendes Studium wird ihn auch besonders vor Mißerfolgen bewahren, die bei nicht ausreichender Kenntnis der Materialien und ihrer Verarbeitung nur leider allzu oft die sonst so wertvolle Steinholzbauart in Mißkredit gebracht haben. Im besonderen sind in dieser Hinsicht gerade die Abschnitte bedeutungsvoll, die über die Unterlagen handeln, die ein Steinholzbelag erhalten soll, weiterhin über die Verhältnisse sich verbreiten, bei denen ein solcher ausgeschlossen ist. Möge die Fasssche Schrift im Interesse der Verwendung eines einwandfreien deutschen Rohstoffes an Stelle bisher vorwiegend verwendeter Auslandsmaterialien weiter klärend und fördernd in der Steinholzfrage wirken.

M. F.

Joseph Melan zum 70. Geburtstage, gewidmet vor seinen dankbaren Schülern. Verlag Franz Deuticke, Wien und Leipzig, 1923. Preis 15 G.-M.

Die Gelegenheit des 70. Geburtstages des jedem Bauingenieur wohlbekannten Professors des Brückenbaues an der Deutschen technischen Hochschule in Prag haben eine Reihe seiner Schüler zur Herausgabe einer Festschrift benutzt. Der Inhalt dieser Festschrift gibt ein anschauliches Bild von dem befruchtenden Einfluß Melans auf eine Schule. Daß es sich um eine stattliche Reihe sehr lesenswerter

Arbeiten aus allen Gebieten des Bauingenieurwesens handelt, möge nachfolgende Zusammenstellung zeigen.

Die Materialfrage behandeln zwei Arbeiten von Geßner und Nowak: Geßner, August. Biegeversuche mit Empergerbalken aus hochwertigem Beton geringer Erhärtungsdauer. Mit 5 Abbildungen im Text. Nowak, August. Neuere hochwertige Betonarten. Mit 7 Abbildungen im Text.

An theoretischen Aufsätzen sind diejenigen von dem Sohne des Jubilars Ernst Melan, von Bortsch, Effenberger, Fritsche, Gärtner, Gebauer, Hartmann, Pichl, Vinzenz und Wanke zu nennen.

Melan, Ernst. Über Nebenspannungen im Fahrbahngerippe eiserner Brücken. Mit 4 Abbildungen im Text.

Bortsch, Robert. Die Spannungen in Silowänden infolge der lotrecht wirkenden äußeren Kräfte. Mit 14 Abbildungen im Text. Effenberger, Wilhelm. Der Druckwasserstollen. Mit 4 Abbildungen im Text.

Fritsche, Joseph. Zur Knickung parabolisch gekrümmter Stäbe. Mit 1 Abbildung im Text.

Gärtner, Rudolf. Rippenkuppeln mit starren Versteifungsböden. Mit 14 Abbildungen im Text.

Gebauer, Franz. Statische Untersuchung von Stütz- und Stau-mauern. Mit 1 Abbildung im Text.

Hartmann, Friedrich. Die genauere Berechnung gelenkloser Gewölbe und der Einfluß des Verlaufes der Achse und der Gewölbestärken. Mit 19 Abbildungen im Text.

Pichl, Ernst. Die Berechnung von Viadukten. Mit 22 Abbildungen im Text.

Vinzenz, Josef. Theorie des Howeträgers. Mit 3 Abbildungen im Text. Wanke, Josef. Bogenträger in Verbindung mit einem Streckträger. Mit 4 Abbildungen im Text.

Die Beziehungen Melans zur Praxis schildern die beiden Melan-Schüler Kluge und Machaczek in einem interessanten Aufsatz: „Melan als Lehrer der Praxis“.

Das als Festschrift gedachte Werk bietet über seinen Zweck hinaus eine Reihe wertvoller Abhandlungen, deren Studium bestens empfohlen werden kann.

E. P.

Druckfehlerberichtigung

zum Aufsatz Butzer „Die Pilzdecken im Lagerhaus Thomsen, Rotterdam“, Heft 4, 1924.

Auf Seite 71, rechte Spalte erste Zeile von unten muß es heißen: „ist eine 10,50 m breite Verladebrücke vorgelagert“ statt: „eine 120 m breite“. Auf Seite 73, rechte Spalte dritte Zeile von unten muß es heißen: „eine Breite von 10,50 m“ statt: „eine Breite von 12 m“.

MITTEILUNGEN DER DEUTSCHEN
GESELLSCHAFT FÜR BAUINGENIEURWESEN.

Geschäftsstelle: BERLIN NW 7, Sommerstr. 4 a.

Vortragsreihe über Fragen des praktischen Baubetriebes.

Am 12. und 14. März 1924 wurden die beiden letzten Vorträge von der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen im Außeninstitut der Technischen Hochschule veranstalteten Vortragsreihe über Fragen des praktischen Baubetriebes gehalten und zwar am 12. von Herrn Dr.-Ing. Garbotz-Berlin über „Massenbeförderung auf Baustellen“ und am 14. von Herrn Dr.-Ing. Hübler-Mannheim über „Anwendungsgebiete der Preßluft im Baubetriebe“. An beide Vorträge schloß sich eine angeregte Aussprache an, bei der durch Lichtbilder und Film unterstützte Beiträge von besonders auf diesem Gebiete tätigen Firmen u. a. gebracht wurden. Wir werden auf den Inhalt der Vorträge noch kurz zurückkommen.

STELLENÜBERSICHT.

Eisenbeton-Ing., Akademiker, m. mind. dreijähr. gut. Praxis, sicherer Statiker u. gewandter Konstrukteur für Eisenbeton-Bauunternehmung nach Dresden ges. Angeb. u. Gehaltsanspr., Zeugnisabschr. u. Angabe d. frühesten Eintrittstermins erb. u. U. 270 a. d. Deutsche Bauztg., Berlin, Königgrätzer Str. 104. 8. März 24.

Techn. Direktor m. reich., prakt. Erfahrg. im Hoch-, Tief- und Eisenbetonbau, tücht. Statiker u. Kalkulator v. groß. Bau-A.-G. ges. Off. u. H. N. 3413 a. Rud. Mosse, Hamburg 1. 8. März 24.

Oberingenieur als Leiter der Eisenbetonabtlg. einer groß. Berliner Baugesellschaft ges. Gefordert wird: Beherrschung der Statik, langjährig. Baustellenpraxis, besonders in Industriebau, Gewandtheit in Verhandlungen mit Bauherren, Kalkul. u. Korrespondenz. Stellung ist m. Tantieme und Procura verbunden. Nur allererste Kraft in ähnl. Stellung bei groß. Spezialfirma. Bewerbung mit Zeugnisabschriften, Lebenslauf, Gehaltsanspr. u. P. 240 a. d. Deutsche Bauztg., Berlin, Königgrätzer Str. 104. 8. März 24.