

DER BAUINGENIEUR

12. Jahrgang

13. März 1931

Heft 11

INGENIEURLEISTUNGEN IM ALTEN CHINA.

Von Prof. Dr.-Ing. Berrer, Breslau¹.

Bekanntlich war China in früheren Jahrhunderten in seiner technischen Entwicklung weit fortgeschrittener als das gleichzeitige Europa, und zahlreiche, für das Fortschreiten der westlichen Zivilisation epochemachende Erfindungen waren dort viel früher bekannt als bei uns². Man hat daraus zu Unrecht geschlossen, das chinesische Volk müsse sich im Laufe der Zeit verändert haben, es sei einst geistig beweglicher gewesen, nun aber erstarrt und unfähig geworden zu schöpferischen Leistungen.

Alle wesentlichen Züge im Werden und Wachsen einer Volksgemeinschaft sind bedingt durch grundlegende, vor allem geographische Gegebenheiten. Für die Entwicklung Chinas war die Abgeschlossenheit von anderen Kulturbezirken bestimmend. Schon das ursprüngliche Siedlungsland des Chinesenvolkes am Mittellauf des Hoangho, die Wiege ihrer Kultur, war von geographischen Hindernissen schützend umgeben. Das gleiche gilt für das spätere, größere China, das durch breite Wüstenzonen, durch die gewaltigsten Gebirge der Erde und durch sturmbelegte Meere von der Umwelt abgeschieden war. Große Menschenszüge, etwa wie sie zur Zeit der Völkerwanderung über Europa fluteten, konnten die Hindernisse nicht bewältigen. Wenn auch kriegerische Scharen oft in der Geschichte aus der mittelasiatischen Völkerwiege einbrachen und zuweilen sogar die Herrschaft über das Reich an sich brachten, so vermochten sie es doch nicht, das zahlreiche Chinesenvolk zu vertilgen oder zu verdrängen, sondern sie wurden selbst von diesem Volk und seiner höheren Kultur im Laufe der Zeit überwältigt und aufgesogen.

So waren die Voraussetzungen gegeben zu einer sich über ungeheure Zeiträume erstreckenden stetigen kulturellen Entwicklung, für die weniger der Kampf gegen äußere Feinde richtunggebend war, als der Kampf um's Dasein der gedrängten und sich drängenden Volksmassen.

Die Abgeschlossenheit von anderen Bezirken mit höherer Kultur³ und die Überlegenheit über alle die primitiven Nachbarvölker hatten die Überzeugung entstehen lassen, China sei das einzige Kulturland der Welt, allen anderen Ländern vorgeordnet: das „Reich der Mitte“⁴. Ein Weltbild formte sich von sehr vollkommener Geschlossenheit, Ausgeglichenheit und Rundung. In dieser abgeschlossenen Welt konnte der Stil des gesamten Lebens im Laufe vieler Jahrhunderte in eine sehr ausgeglichene Form hineinwachsen, die unter den vorliegenden Bedingungen nicht weiter entwicklungsfähig war.

Die erreichte Harmonie des Lebensbildes hat in den Gebieten der Philosophie und der Künste wunderbare Früchte gezeitigt. Auch im handwerklichen Können war in mancher Beziehung ein nicht mehr zu übersteigernder Höhepunkt

¹ Verfasser war von 1924 bis 1930 als Professor für Bauingenieurwesen an der Tungchi Technischen Hochschule in Woosung bei Schanghai tätig.

² In manchen, zum Teil auch wissenschaftlichen Berichten werden die Erfindungen der Chinesen in sehr überschätzender Weise dargestellt, was durch fehlendes technisches Verständnis der Berichtenden leicht zu erklären ist und durch den Hang mancher Sinologen, China durch das Vergrößerungsglas, Europa dagegen womöglich mit der Verkleinerungslinse zu betrachten.

³ Auf Umwegen, durch Mittelsvolksstämme, sind die Chinesen seit altersher mit anderen hochstehenden Völkern in Verbindung gewesen, und zahlreiche Kenntnisse und uns heute als ursprüngliche chinesisch erscheinende Eigentümlichkeiten sind auf solchen Wegen ins Land gekommen.

⁴ Die Chinesen kannten bis vor recht kurzer Zeit für Ausländer nur die Bezeichnung „Barbar“.

erreicht worden. In ununterbrochenen Zeitfolgen hatten sich durch Anpassung und Selektion (also nach den gleichen Gesetzen, wie sie dem Schaffen der „sinnvollen“ Natur zugeschrieben werden) Erzeugnisformen herausgebildet, die wie lebendig gewachsene Schöpfungsgebilde anmuten. So hat, um nur ein Beispiel zu geben, das Ruder, mit dem der Schiffer sein Boot vorwärts treibt und lenkt, eine Form erhalten, deren Zweckdienlichkeit mit den Waffen der modernen Werkstoff-, Stromlinien- und Arbeitszeitforschung kaum übertroffen werden könnte.

Es ist nach alledem verständlich, daß die Chinesen sich gewöhnt hatten, den Rahmen ihres Lebenslaufes als unabänderlich anzusehen, das Erreichte als endgültig zu empfinden und daß sie — ohne daß die Menschen selbst sich änderten — in manchen Beziehungen jahrhundertlang stehen blieben. Sprunghafte Abweichung und individuelle Lösung vom Üblichen paßten zudem nicht in ihr harmonisches Lebensbild.

Am ehesten gelangt man zum Verständnis der Entwicklungsstufe, die China vor dem Einbruch westlicher Zivilisation erreicht hatte, durch den Vergleich mit unserem Mittelalter⁵. Es darf aber bei allem Vergleichen nicht außer acht gelassen werden, daß im vorderasiatisch-europäischen Kulturkreis die Grundbedingungen des Völkerlebens durchaus andere sind als im Fernen Osten. Die reiche geographische Gliederung Europas und die ungeschützte Lage der recht verschiedenartigen Landstriche ließen hier zahlreiche Völker nacheinander und nebeneinander zur Blüte kommen. Sie ließen die Förderung der Kriegskunst zur vornehmsten Grundbedingung des Bestehens und Gedeihens der Länder und Reiche werden⁶, und förderten die Entwicklung einer reichen Mannigfaltigkeit individuell verschiedener, sich gegenseitig befruchtender Volks- und Staatskörper, ebenso wie auch schließlich individuell ausgeprägter Einzelmenschen. Der Individualismus aber wurde eine der wesentlichsten Vorbedingungen für das neuzeitliche, kraftvolle Aufstreben des Abendlandes seit den Tagen der Renaissance.

Im folgenden werden einige bedeutende Ingenieurleistungen des alten China aufgeführt und kurz dargestellt, für deren Auswahl aber nicht so sehr systematische Gesichtspunkte maßgebend sein konnten, als die mehr zufällige Erreichbarkeit von Unterlagen durch den Verfasser. Selbst ein Forscher, der in wirtschaftlich besseren Zeiten instand gesetzt war, jahrelang Reisen zum Studium der chinesischen Architektur zu machen, mußte feststellen, daß die Berichte über Bauwerke recht spärlich sind und ihre Auffindung ungeheuer schwierig ist⁷. Unterstrichen wird diese Feststellung durch einen Ausspruch des Generals Yen-Shi-schan, des Führers der Nordpartei in den letzten innerchinesischen Auseinandersetzungen, der einem deutschen Gelehrten gegenüber äußerte, daß China schon früh im Altertum ausschließlichen Wert auf die Beziehungen von Mensch zu Mensch gelegt, und darüber die von Mensch zum Ding vergessen habe.

Die Beziehung zum Ding war dem Handarbeiter überlassen. Alles technische Schaffen galt als Handwerk und nur Philosophie und Schriftgelehrtentum zählten als Wissenschaften. Trotz dieser einseitigen Wertung, die auch gerade bei uns in Deutsch-

⁵ Alles neuerdings vom Westen übernommene nimmt dagegen den Ausdruck überstürzten Amerikanertums an.

⁶ Im Gegensatz hierzu gehört in China der Soldat zu einem der verachtetsten Stände. Unsere Begriffe von Soldatenehre sind dort unverständlich, was zu einer wesentlichen Ursache des zeitweiligen Nichtverstehens wurde.

⁷ Börschmann, Die Baukunst und religiöse Kultur der Chinesen. 2. Band.

land nur allzu bekannt ist, hat man im Fernen Osten den segensbringenden Ingenieurleistungen stets die gebührende Bewunderung gezollt und ihre Schöpfer mit höchstem Ansehen und Nachruhm ausgezeichnet.

Einer der bekanntesten Sagenhelden, der große Yü, dem alle technischen Großtaten der Urzeit zugeschrieben werden, hat es durch seine Leistungen bis zum Kaiser, ja später zur Gottheit gebracht. In siebenjähriger Arbeit soll er ganz phantastische Taten vollbracht, insbesondere den Hoangho gebändigt und in sein Bett gewiesen haben. Dieser „Kummer Chinas“ schleppt aus seinem Ober- und Mittellauf ungeheure Löbmengen in die sehr flache Tiefebene, holt seine Sohle auf, reißt die Dämme immer wieder ein und wühlt sich dann ein neues Bett durch die dicht besiedelten Niederungen⁸.

In der chinesischen Geschichtsschreibung werden die Arbeiten des Yü ganz genau aufgezählt und beschrieben. Zweierlei ist dabei bezeichnend, erstens die genaue zeitliche Festlegung (2205 — 2197 v. Chr.) und zweitens die dogmatische Auslegung solcher Berichte. Die bis etwa 2500 v. Chr. zurückreichenden, aber sicher viel später niedergelegten Annalen verdanken ihre Entstehung dem tiefen Gefühl der Verbundenheit der Ostasiaten mit dem Erdendasein der Vorfahren und einer eigenartigen Vorliebe für zahlenmäßige Festlegung des Wissens. Wenn auch den älteren Jahreszahlen keine große Wahrscheinlichkeit zuzutrauen ist, so bestehen doch seit etwa 800 v. Chr. Aufzeichnungen für jedes einzelne Jahr, deren richtige Zeitsetzung durch die Erwähnung einer Sonnenfinsternis verbürgt ist.

Da die chinesische Schriftsprache zu klarer und eindeutiger Gedankenübermittlung wenig geeignet ist, so sind zur Deutung der klassischen Schriften zahllose, sich oft widersprechende Kommentare entstanden, und es ist leicht begreiflich, welche verhängnisvolle Folgen die dogmatische Befolgung der angeblichen Worte des Yü haben mußte, die durch vier Jahrtausende hindurch den Bauarbeiten als Richtschnur dienten. Obwohl schon Richthofen⁹ die Sinnwidrigkeit mancher dem Yü zugeschriebenen Arbeiten und Arbeitsanweisungen nachgewiesen hat, gibt es heute noch angesehenen, im Westen ausgebildete chinesische Ingenieure, welche glauben, den Buchstaben dem gesunden Menschenverstand und die für die damaligen Zeiten gewiß genialen Taten dem heutigen vertieften Wissen gegenüber verteidigen zu müssen.

Sind die Taten des Yü als die personifizierten ersten Leistungen eines Ackerbauvolkes zur Abwehr des vernichtenden nassen Elements zu werten, so kann als sicher gelten, daß schon vorher der fruchtbringende Segen des Wassers bekannt und durch Bewässerungsanlagen gesteigert worden war. Es dürfte ja eine allgemein gültige Regel sein, daß die ersten Anzeichen einer gehobenen Kulturbetätigung an solchen Stellen

⁸ Die letzte der großen Verlegungen seines ganzen Unterlaufs ereignete sich erst 1853. Seither mündet er nördlich der Schantungshalbinsel, nicht weniger als etwa 500 km von seiner vorherigen Mündung entfernt (vgl. Abb. 1).

⁹ In dem für die Landeskunde Chinas grundlegenden Werk „China“.

der Erde nachzuweisen sind, wo der Mensch zu Wasserbauten zur Hebung des Ernteertrags gezwungen war. In China fordert der Reisbau solche Anlagen in besonderem Umfang. Bewässerungseinrichtungen meist einfacher, aber stets sinnreicher Art sind heute wie vor 3000 Jahren allenthalben in der chinesischen Tiefebene anzutreffen.

Eine Anlage von gewaltigem Umfang, die Bewässerung der Chengtu-Ebene in der an Tibet angrenzenden Provinz Szechnan, verdient besondere Erwähnung. Sie ist seit über 2000 Jahren die Quelle des Wohlstandes eines Landes von der Größe und Volkszahl Deutschlands. Aus dem östlichen Kuenlun-Gebirge tritt der Minfluß stark geschiefbeführend von Norden her in die verhältnismäßig stark geneigte Ebene, deren westlichen Teil allein er früher mit zahlreichen Armen durchfloß. Fortwährende Aufhöhung der Betten, Überflutungen und Zerstörungen der Felder waren die Regel.

Die Bezwingung des Flusses soll einem im Jahre 211 v. Chr. gegebenen Befehl des Kaisers Tsin-Hsi-Huang-Ti, eines der bedeutendsten Gewaltherrscher aller Zeiten, zu verdankensein. Die „Ingenieure“ Li-Ping und dessen Sohn Örl-Lang lösten die gestellte Aufgabe in genialer Weise durch Maßnahmen, die sich bis heute bewährt haben, nämlich

1. das Durchstechen eines Felswalls derart, daß durch einen schmalen, aber tiefen Querschnitt eine verhältnismäßig wenig schwankende Wassermenge tritt und den vorher trocken gewordenen Ostteil der Ebene bewässert,
 2. die Anlage eines Netzes von Haupt- und Seitenkanälen in beiden Ebenen,
 3. die Anweisung zur Unterhaltung des Werkes.
- Besonders bewundernswert ist diese vorausschauend richtig gegebene „Betriebsanweisung“, die schlagwortartig zusammengefaßt wurde in dem Spruch: „Fluß

tief, Dämme niedrig!“ In der winterlichen Zeit des Niederwassers sind die ursprünglichen Flußarme fast leer. Sie werden nacheinander abgedämmt und tief ausgegraben, und der düngende Ausramm wird auf die Felder verteilt. Dann wird die Durchstichstelle unter Verwendung von Senkfashinen abgeschlossen, und im Ostteil der Ebene werden die gleichen Arbeiten durchgeführt. Im Frühjahr wird der Sperrdamm mit religiös festlichem Gepränge geöffnet, wie überhaupt alle beschriebenen Handlungen den Stempel der Glaubensausübung tragen. Den beiden Erbauern sind prächtige Tempelanlagen an ihrer Wirkungsstätte errichtet, wo sie wie die höchsten Gottheiten verehrt werden¹⁰.

Wesentlich bekannter als das letztbeschriebene Werk ist in Europa eine andere achtungsfördernde Bauleistung, der Große Kanal oder Kaiserkanal, der die ganze ostchinesische Tiefebene in einer Gesamtlänge von rund 1800 km durchzieht. Er ist nicht wie jenes Werk in seiner Gesamtheit die Schöpfung eines einheitlich planenden Willens, sondern in einem Zeitraum

¹⁰ Bemerkenswert ist der Gegensatz zu Gepflogenheiten, auf die C. Matschoß hinweist, wenn er sagt: „Über den Erzeugnissen des Menschen, über den Maschinen, haben wir den Menschen selbst zu sehr vergessen. In den Programmen der Hochschulen, in unserer technischen Literatur wird der Mensch kaum genannt.“



Abb. 1. Übersichtskarte von China.

von zwei Jahrtausenden in drei Abschnitten entstanden¹¹. Kein Geringerer als Konfutse berichtet, der Fürst des Staates Lu (China war zu jener Zeit in durchaus selbständige Einzelstaaten zerfallen) habe im Jahre 486 v. Chr. durch Verbindung mehrerer großer Seen einen Kanal vom Jangtsefluß nach dem Huaifluß geöffnet (Luftlinie 200 km). Als der „Kanal der Tribute“ ist der Wasserweg in den folgenden Jahrhunderten erhalten, vertieft und häufig auf weite Strecken vollständig verlegt worden. Zweigkanäle wurden angeschlossen und es entstand nach und nach das engmaschige, die gesamte Tiefebene

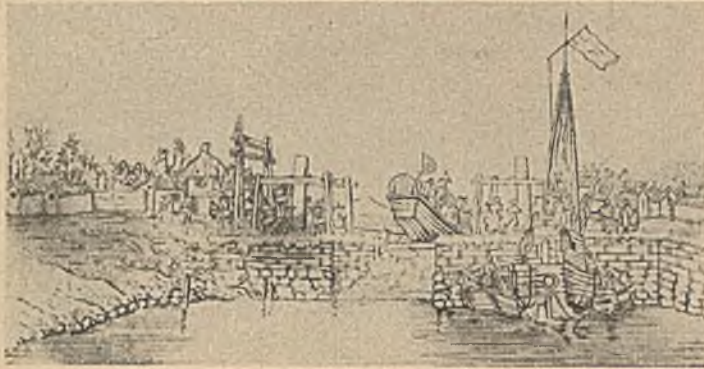


Abb. 2. Schleuse im großen Kanal (nach Gandar).

überspannende Netz von Kanälen, denen der Tributkanal Muster und Vorbild war. Diese Wasserwege sind die Träger des regen Verkehrswesens, ihr Nutzen für die Bewässerung der Felder und für die Fischerei ist aber kaum geringer.

Als der Mittelpunkt der Macht sich weiter nach Süden verlegte, wurde der Kanal um 600 n. Chr. jenseits des Jangtseflusses bis nach Hangtschau verlängert, der späteren Hauptstadt des Reiches unter der Sung-Dynastie. Nach der Eroberung Chinas durch die Mongolen und Verlegung der Residenz nach dem ganz im Norden liegenden Peking, befahl Kublai-Kan im Jahre 1289 die nördliche Fortsetzung des Kanals bis zur neuen Hauptstadt. Obwohl dieses Teilstück den Erbauern wegen der Höhenunterschiede und der Wasserarmut in einzelnen Abschnitten die größten Schwierigkeiten bot, war der Bau in drei Jahren vollendet. Da Kammerschleusen unbekannt waren, half man sich durch Einbau von Steinwällen zwischen den einzelnen Haltungen, über die die Kähne mittels Winden durch Menschenkraft gezogen werden müssen (vgl. Abb. 2).

Die Erhaltung des Tributkanals wurde zu einem ständigen Kampf mit den Elementen. Er kreuzt in dem nördlichen Teilstück den Hoangho und mit jeder der häufigen Bettverlegungen dieses Stromes änderten sich die Zufluß- und Vorflutverhältnisse für den Kanal grundlegend. Nur durch rücksichtslosen Einsatz von Menschenkräften und Geldmitteln und durch Betrauung der fähigsten Kräfte mit der Leitung der Arbeiten wurde es möglich, den Lebensnerv der kaiserlichen Hofhaltung im wesentlichen instand zu halten. Die Schifffahrt war zeitweise kümmerlich auf Barken beschränkt und nach Eröffnung der Eisenbahnlinie von Tientsin nach Pukau (gegenüber Nanking) wurde sie für den großen Durchgangsverkehr völlig bedeutungslos.

Eine Unsumme von Arbeitsleistungen ist seit Kaiser Yü auch im Flußbau aufgewendet worden. Zur Bannung der immer drohenden Überschwemmungsgefahr sind in allen Ebenen des Landes zahllose, oft mächtige Uferschutzbauten aufgerichtet worden, die aber — system- und zusammenhanglos angelegt und ungenügend unterhalten — nur örtlich und zeitlich begrenzt wirksam blieben. Das fortwährende, zähe Ringen mit den Naturgewalten, das einem fleißigen Ackerbauvolk zwar Lebensmöglichkeit verschaffte, aber immer wiederkehrendes schweres Unheil nicht abwenden konnte, ist noch lange nicht zuende. Auch die in

den letzten Jahrzehnten erfolgte Berufung europäischer und amerikanischer Sachverständiger brachte die Aufgabe ihrer Lösung nicht näher, woran allerdings die Unmöglichkeit, während der andauernden inneren Wirren große Arbeiten planvoll durchzuführen, einen wesentlichen Teil der Schuld mitzutragen hat.

Mit dem Kaiserkanal im Ausmaß und in der Großartigkeit des Gedankens zu vergleichen ist die große chinesische Mauer. Ihrer Aufrichtung lagen die gleichen Absichten zugrunde, wie dem Bau der Stadtmauern, die in China heute noch, wie bei uns zur Landsknechtszeit, notwendig und zeitgemäß sind. Wir Europäer sind ganz eigenartig berührt, wenn wir etwa von der Eisenbahn aus eine eben erst fertiggestellte, zinnengekrönte Stadtmauer sehen, mit Bastionen und Wassergräben. Aber dem unkriegerbürger ist sie ein ungenutzter Schutz gegen Räuberbanden, Aufständische und sonstige Horden. Die große Mauer sollte das ganze fruchtbare, wohlbestellte Land der Chinesen vor den Einfällen der Steppenvölker Innerasiens schützen. Der gleiche geniale Despot, der die Bewässerung der Chengtu-Ebene angeordnet haben soll, der Kaiser Tsin-Hsi-Huang-Ti, hat auch den gewaltigen Gedanken zum Bau der großen Mauer gefaßt und innerhalb weniger Jahre mit Millionenheeren von Fronarbeitern zur Durchführung gebracht. Bei einer Mauerlänge von etwa 3000 km erstreckt sie sich vom Golf von Chili bis in die Steppen der nordwestlichen Provinz Kansu. Die Endpunkte liegen nahezu 2000 km voneinander entfernt.

In ihrer heutigen Form stammt die Mauer aus der Zeit der Ming-Kaiser (etwa 15. Jahrhundert), die das sehr verfallene Bauwerk durchaus erneuern ließen. Der als Schutz Pekings besonders wichtige Ostteil ist am sorgfältigsten ausgeführt. Die Mauer ruht auf einem rund 6 m breiten Steinsockel und ist aus 6—8 m hohen Hausteinständen gebildet, zwischen die Erdboden oder stellenweise ein Gemisch aus Erde und ungelöschtem Kalk gestampft ist. Weiter im Westen sind auf weite Strecken nur noch Lehmwälle erhalten.

Im Straßenbau hat China nichts Bedeutendes hervorgebracht. Selbst die Hauptstraßen der Kaiserstadt sind weiter nichts als breite Erdstreifen, die je nach Witterung mit fußtiefem Staub oder Schlamm und mit Wasserpflützen bedeckt sind, um



Abb. 3. Brücke über den Kien-yang in der Provinz Fukien.

die sich der Verkehr herumschlängelt. Auf dem Lande gibt es nur unbefestigte Karrenwege (Nordchina) oder schmale Pfade, die bestenfalls mit einem fußbreiten Streifen von Steinplatten belegt sind, auf denen gerade das Rad eines Schubkarrens oder die hintereinander gehenden Träger einer Sänfte Raum finden (Südchina). Kunststraßen nach Art der römischen oder napoleonischen waren jedenfalls im Fernen Osten unbekannt. Es darf aber nicht vergessen werden, daß derartig hervorragende Straßen auch in Europa in den eineinhalb Jahrtausenden zwischen Rom und Napoleon nicht gebaut worden sind. Unsere Vorfahren hatten daher auch in dieser Beziehung einen anderen Maßstab und nur so wird das Urteil der Gesandtschaft der ostindischen Gesellschaft in den Vereinigten Niederlanden

¹¹ Vergl. Gandar, Le Canal impérial, 1894.

an den Hof des sinischen Kaisers verwunderlich, die nach ihrer Chinareise berichtete:

„Es muß jedermann zum höchsten verwundern, über die Heerstraßen oder allgemeinen Wege, so in Sina, dem Reisenden zum besten, nach äußerstem menschlichen Vermögen gemacht seyn.“

Im Vergleich zu den Einrichtungen unseres Mittelalters schneidet China hier, wie in manchen anderen Dingen, nicht unvorteilhaft ab. Im 13. oder 14. Jahrhundert war das Reich der Mitte sogar sicher das fortschrittlichste Land der Welt und die Millionenstädte Sutschau und Hangtschau (beide unweit von Schanghai) waren die bestangelegten und bestverwalteten Großstädte ihrer Zeit, so daß die überschwinglichen Berichte des Venezianers Marco Polo (um 1300 nach Chr.) durchaus maßstabgerecht erscheinen.



Abb. 4. Kanalbrücke bei Sutschau.

Die anspruchsvollsten Ingenieurwerke der Chinesen sind zweifellos ihre Brückenbauten. Der in den Brücken am sinnfälligsten sich zeigende Gedanke des Tragens kann in den verschiedensten Formen zum Ausdruck gelangen, und China hat hier mannigfaltige Bauwerke hervorgebracht, die teils durch ihre vollkommene Schönheit, teils durch ihre erstaunlichen Abmessungen Bewunderung verdienen.

Auch dort waren die ältesten Brücken zweifellos Holzbauten. Das Bauen mit Holz war dem chinesischen Baumeister trotz der ausgesprochenen Holzarmut des Landes stets am vertrautesten. Das dem Steinbau eigentümliche Schichten und



Abb. 5. Brücke über den Kaiserkanal.

Wölben scheint ihm dagegen auch heute noch wesensfremd zu sein, denn manche Einzelteile ihrer Steinbauten sind aufgestellt wie Holzwerke¹². Mit Holzbalken sind z. T. recht ansehnliche Öffnungen überbrückt worden, wobei die freie Feld-

weite vielfach durch Kragbalken über den Stützen vermindert worden ist. Auch gedeckte Holzbrücken finden sich in einzelnen Landesteilen und überraschen durch ihre anheimelnde Ähnlichkeit mit den bekannten schweizerischen Brückenbauten.

Die Tragform der sehr häufig anzutreffenden Steinbalkenbrücken ist unmittelbar dem Holzbau entnommen. Auch



Abb. 6. Steinbalkenbrücke in Futschau.



Abb. 7. Typische Bogenbrücke der unteren Yangtse-Gegend.

ihre Stützen sind vielfach aufgestellt wie Holzständer (vgl. Abb. 4). Die oft großen Stützweiten dieser Bauten sind nur möglich bei der vorzüglichen Beschaffenheit des in den meisten Landstrichen vorkommenden Granits. Unbedenklich werden 4 oder 5 m weit gespannte Plattenbrücken unmittelbar, also ohne Fahrbahn-Decke, mit Kraftwagen befahren.

Einzelne dieser Brücken überspannen freitragend Öffnungen von einer Weite, die an die größten mit Eisenbetonbalken ohne Anwendung hochwertiger Baustoffe erreichbaren Stützweiten nahe heranreicht. Mehrere derartige, achtunggebietende Brücken sind in der Provinz Fukien erhalten. Die bedeutendste dürfte die Djang-Tung-Djao über den Neundrachenfluß sein¹³. Nach ihrer Erbauung vor etwa 1000 Jahren hatte sie zwölf Öffnungen, von deren Überbauten sechs noch unverändert erhalten sind. Jeder dieser Überbauten setzt sich aus drei nebeneinander liegenden Steinbalken von 17 bis 19 m Länge zusammen, deren größter die Kantenmaße 19, 1,7 und 1,5 m aufweist und etwa 130 t wiegen dürfte. Über die Art der Herbeischaffung und des Aufstellens der Kolosse schweigen die sonst

¹² Vergl. auch Börschmann, Chinesische Architektur: Wo Bogen und Gewölbe planmäßig und in Gruppen vorkommen, sind stets Beziehungen zum Westen zu vermuten.

¹³ Eine genaue Beschreibung der Brücke mit mehreren Abbildungen und Aufrissen ist zu finden in der Ostasiatischen Zeitschrift, 1929, Heft 3: Ecke, Eine Brücke in Sud-Fukien aus der Zeit der Nansung.

so redseligen Aufzeichner der damaligen Zeit. Es ist anzunehmen, daß die Balken eingeschwommen und unter Ausnutzung der an der Brückenstelle noch wirksamen Gezeiten auf die Pfeiler abgesetzt worden sind.

Die Pfeiler sind offenbar den chinesischen Dschunken nachgebildet (vgl. Abb. 6). Die Lagerflächen der kreuzweise über-



Abb. 8. Kanalbrücke nahe dem Tai-hu-See (Kiangsu).

einander geschichteten Steine zeigen nach den spitzen Enden der Vorköpfe zu an. Unter den Balkenlagern sind die Schichten stufenweise vorgekragt, eine Maßnahme, die wohl wieder vom



Abb. 9. Brücke bei Si-keu (Kiangsu)

Holzbau übernommen sein dürfte, wie ein Vergleich mit Abb. 3 nahelegt.

Die in der Abb. 6 wiedergegebene, sogenannte tausendjährige Brücke in Futschau, der Hauptstadt Fukiens, hat etwas kleinere Öffnungen, ist aber ebenso wie noch eine dritte, die altberühmte Loyang-Brücke ganz ähnlich gebaut wie die beschriebene Djang-Tung-Brücke.

Die zahlreichen malerischen Bogenbrücken haben fast ausnahmslos halbkreisförmige Öffnungen. Besonders die Beispiele mit nur einer Spannung erinnern durch ihre steil zur Mitte aufsteigende Umrißlinie auffallend an die Brückenbilder Venedigs. Dies hat seine naheliegende Ursache wohl darin, daß hier wie dort bei großer erwünschter Schifffahrtshöhe nur Fußgängerverkehr überzuleiten war. Das Brückengewölbe ist regelmäßig auffallend dünn und stellt genau genommen nur die innere Schale des Bogens und kein eigentliches Traggewölbe dar, denn zur Aufnahme der Stützlinie innerhalb ihrer Leibungen ist sie noch weniger geeignet als unsere alten, schweren Halbkreisgewölbe. Die Bogenkräfte müssen also von der Übermauerung mit aufgenommen werden, was die alten Baumeister sicher empfunden oder durch Schaden erfahren haben, denn wie aus allen Abbildungen (7 bis 9) zu sehen ist, sind über den Kämpfern aufrecht-



Abb. 10. Zwischenpfeiler der in Abb. 9 gezeigten Brücke.

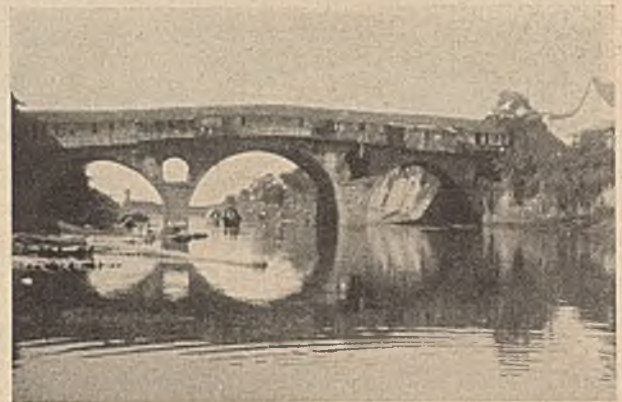


Abb. 11. Brücke mit Sparöffnungen in Yu-hong (Chekiang).

stehende Langsteine eingemauert, gegen die sich die Übermauerungsschichten stemmen können. Die mitunter sehr schlank gehaltenen Zwischenpfeiler mehrbogiger Brücken erinnern durch die Stellung der Steine wieder sehr an Vorbilder im Holzbau (Abb. 10). Manchmal trifft man recht eigen-



Abb. 12. Hängebrücke im Zug der Hauptstraße von der Provinz Yünnan zum mittleren Jangtsekiang.

artige Sonderausbildungen an, wie die Brücke mit Sparöffnungen (Abb. 11), an welcher die Händlerbuden genau ebenso kleben wie bei der Ponte Vecchio in Florenz.



Abb. 13. Blick auf die Fahrbahn der Brücke.

In den Gebirgsschluchten Innerchinas ist vielfach nur durch schwanke Seilbrücken der Verkehr von Ufer zu Ufer der reißenden Ströme zu ermöglichen (Abb. 12 u. 13). Einzelne dieser Brücken sind denkbar einfach und dürftig und stellen an die Nervenkraft der Begeher ziemliche Ansprüche. Noch einen Grad waghalsiger ist eine in ähnlichem Gelände vorkommende Art von Seilbahnen, bei denen der Reisende in einer Seilschlinge sitzend frei über dem wilden Wasser schwebt und durch einen Wärter ans andere Ufer gezogen wird.

Die Auswahl der besprochenen Bauschöpfungen trifft, wie schon gesagt, sicher nicht durchweg das Wesentlichste und sicher ist auch über die besprochenen Werke manches Wissenswerte nicht gesagt worden. Man ist aus mancherlei, zum Teil bereits angedeuteten Gründen von einer gründlichen und planmäßigen Erforschung der Leistungen Chinas im Ingenieurbau noch recht weit entfernt. Die Forscher, die bisher China bereist haben, hatten alle andere Ziele im Auge und für technische Dinge fehlte ihnen fast durchweg jedes Verständnis. Andererseits haben die im Fernen Osten tätigen europäischen Ingenieure stets andere, bestimmte Aufgaben zu erfüllen, neben denen zu ersprießlicher Forschertätigkeit keine Zeit bleibt, ganz abgesehen davon, daß ihnen die für eine solche Tätigkeit nötigen Mittel fehlen.

Wenn es Deutschland in einer wirtschaftlich besseren Zeit wieder möglich sein wird, gut vorbereitete und gut ausgerüstete Forschungsreisen ins Werk zu setzen, dann sollten Forschungsziele von so außergewöhnlicher Bedeutung nicht außer Acht gelassen werden. Es kann wohl kaum bestritten werden, daß das Ergründen des Werdens, des Wachstums und des Stehenbleibens der noch recht genau verfolgbaren technischen Entwicklung eines geschlossenen Kulturkreises mindestens von gleichem wissenschaftlichen Wert ist, wie etwa die Ausgrabung der Kultstätte irgend eines ausgestorbenen vorderasiatischen Volksstammes.

ÜBER EINIGE SCHWIERIGE KNICKAUFGABEN.

Von Dipl.-Ing. Th. Beliakow, Professor an der Hochschule für Baufach zu Charkow, Ukraine.

Auf Grund der vorläufigen Wahl der Biegelinie werden sämtliche schwierigen Aufgaben für die Knickung gerader Stäbe gelöst und Richtlinien für ein allgemeines Verfahren zur Berechnung gedrückter Stäbe gegeben.

§ 1. Das übliche Verfahren, wobei die Differentialgleichung der elastischen Linie einer zweimaligen Integration unterzogen wird, führt zu einer befriedigenden Lösung nur in den einfacheren Fällen der Knickfrage, und zwar weil die Integration öfters sehr schwierig ausfällt, ja sogar unmöglich wird, je nach der Art der Belastung und der Einspannung. Kehrt man die Frage um, indem die Biegelinie als bekannt aufgefaßt wird, so fällt die Integration fort, dabei erfährt die Lösung eine bedeutsame Erleichterung.



Abb. 1.

Es scheint, als ob für die Wahl der Biegelinie unbegrenzte Willkür bestehe, das ist aber nicht richtig, weil doch bestimmte Bedingungen zu erfüllen sind, vorerst betreffend den Sinn und die Verteilung der Krümmung längs der Stabachse.

Wir wollen die Ausnutzung des neuen Verfahrens an Hand einiger schwierigen Knickprobleme verfolgen.

§ 2. Ein von Haus aus gerader Stab AB, am unteren Ende B fest eingespannt, am oberen A frei, ist gleichmäßig längs seiner Höhe L mit der senkrechten Einheitslast p belastet (Abb. 1).

Es sollen die Werte des veränderlichen Trägheitsmomentes ermittelt werden, und zwar mit der Bedingung, daß der Stab sich nach einer Kosinuslinie ausbiegt, wenn er überhaupt seine ursprüngliche gerade Form nicht behält.

Mit den Bezeichnungen der Abbildung kann man die Gleichung der Biegelinie anschreiben, wie folgt:

$$(1) \quad y = (y_0 + a) \cos \frac{\pi x}{n}$$

Für $x = 0$ und $x = L$ ergeben sich die Werte:

$$y_B = y_0 + a; \quad y_A = a,$$

und man erhält alsdann

$$n = \frac{2 m L}{\pi}$$

womit die Gl. (1) in die Form gebracht wird:

$$(2) \quad y = y_0 \cos \frac{\pi x}{2 m L} : \left(1 - \cos \frac{\pi}{2 m} \right).$$

Durch zweimaliges Ableiten ergibt sich:

$$(3) \quad \frac{d^2 y}{d x^2} = - y_0 \frac{\pi^2}{4 m^2 L^2} \cos \frac{\pi x}{2 m L} : \left(1 - \cos \frac{\pi}{2 m} \right).$$

Man schneide in der Höhe x ein Stabelement von der Länge dx mit der Belastung $p dx$ aus, diese Elementarbelastung erzeugt am Punkt K in der Höhe b ein Biegemoment

$$d M_K = -p (y_b - y) dx$$

$$= - \frac{p y_0}{1 - \cos \frac{\pi}{2m}} \left(\cos \frac{\pi b}{2mL} - \cos \frac{\pi x}{2mL} \right) dx.$$

Für die Belastung der ganzen Strecke KA ergibt sich am Punkt K das Biegemoment

$$M_K = - \frac{p y_0}{\left(1 - \cos \frac{\pi}{2m}\right)} \int_b^L \left(\cos \frac{\pi b}{2mL} - \cos \frac{\pi x}{2mL} \right) dx$$

$$= - \frac{p y_0}{\left(1 - \cos \frac{\pi}{2m}\right)} \left[(L - b) \cos \frac{\pi b}{2mL} - \frac{2Lm}{\pi} \left(\sin \frac{\pi}{2m} - \sin \frac{\pi b}{2mL} \right) \right]$$

und am beliebigen Punkt in der Höhe x :

$$(4) \quad \left\{ \begin{aligned} M_x &= - \frac{p y_0}{\left(1 - \cos \frac{\pi}{2m}\right)} \left[(L - x) \cos \frac{\pi x}{2mL} - \frac{2Lm}{\pi} \left(\sin \frac{\pi}{2m} - \sin \frac{\pi x}{2mL} \right) \right] \end{aligned} \right.$$

Setzt man die Werte (3) und (4) in die Differentialgleichung $\frac{M}{E J} = \frac{d^2 y}{dx^2}$ ein, so ergibt sich daraus der Ausdruck für das veränderliche Trägheitsmoment J_x :

$$(5) \quad J_x = p \frac{\left[(L - x) \cos \frac{\pi x}{2mL} - \frac{2Lm}{\pi} \left(\sin \frac{\pi}{2m} - \sin \frac{\pi x}{2mL} \right) \right]^2}{E \frac{\pi^2}{4L^2 m^2} \cos \frac{\pi x}{2mL}}$$

Für das untere Stabende, wo $x = 0$, erhält man:

$$(6) \quad J_B = \frac{4 m^2 L^3 p \left(\pi - 2 m \sin \frac{\pi}{2m} \right)}{E \pi^3}$$

und am oberen Ende ist:

$$(7) \quad J_A = 0.$$

Die gesamte gleichförmige Knicklast pL läßt sich für den Fall $m = 1$ aus (6) ermitteln:

$$(8) \quad pL = \frac{\pi^2 E J_B}{4L^2 \left(\frac{\pi - 2}{\pi} \right)} = \frac{\pi^2 E J_B}{(1,21 L)^2}$$

Für den gleichen Belastungsfall bei konstantem Querschnitte hat A. Greenhill im Cambr. Phil. Soc. Proc. Bd. 4 (1881) den Ausdruck gegeben:

$$(9) \quad pL = \frac{\pi^2 E J}{(1,12 L)^2}.$$

Der Überschuß für das Trägheitsmoment am unteren Stabende nach (8) im Vergleich mit (9) erreicht also bis 8%. Dieser geringe Unterschied wird mit dem üblichen Sicherheitsgrade vollkommen gedeckt.

§ 3. Ganz ähnlich wird der Fall einer beliebig verteilten Belastung gelöst, sowie eine jede Beanspruchung durch mehrere verschiedene zugleich wirkende Belastungen. Bedeutend einfacher erscheint aber die Lösung, wenn das nachstehende Theorem benutzt wird.

Es bestehe das Biegemoment M_x in der Differentialgleichung

$$(A) \quad \frac{M_x}{E J_x} = \pm \frac{d^2 y}{dx^2}$$

aus mehreren Einzelmomenten:

$$(10) \quad M_x = {}^1M_x + {}^2M_x + \dots + {}^nM_x = \sum_1^n {}^nM_x,$$

welche den einzelnen Belastungen entsprechen, zum Beispiel:

- 1M_x einer Einzellast P ,
- nM_x einer verteilten Last p usw.

Vermittelt der Gl. (A) werden die den Einzelwerten ${}^1M_x, {}^2M_x, \dots, {}^nM_x$ entsprechenden Trägheitsmomente ${}^1J_x, {}^2J_x, \dots, {}^nJ_x$ ausgerechnet und als einzelnen Stäben zugeordnet aufgefaßt. Setzt man dabei für alle diese Stäbe den gleichen Wert der zweiten Abgeleiteten $\frac{d^2 y}{dx^2}$, so erhalten sie identische Biegelinien; es bestehen alsdann die Beziehungen:

$${}^1J_x = \frac{{}^1M_x}{E y''}, \quad {}^2J_x = \frac{{}^2M_x}{E y''}, \quad \dots, \quad {}^nJ_x = \frac{{}^nM_x}{E y''}.$$

Durch Addition gelangt man zu

$$(11) \quad \left\{ \begin{aligned} {}^1J_x + {}^2J_x + \dots + {}^nJ_x &= \frac{{}^1M_x}{E y''} + \frac{{}^2M_x}{E y''} + \dots + \frac{{}^nM_x}{E y''} \\ &= \frac{1}{E y''} [{}^1M_x + {}^2M_x + \dots + {}^nM_x] = \frac{M_x}{E y''}. \end{aligned} \right.$$

Mit Bezug auf die Gl. (A) folgt:

$$(12) \quad {}^1J_x + {}^2J_x + \dots + {}^nJ_x = J_x.$$

Das Ergebnis dieser Betrachtung kann durch den Satz ausgedrückt werden:

„Das Trägheitsmoment eines Stabes, der von sämtlichen verschiedenartigen Belastungen zugleich beansprucht wird, ist der Summe der Trägheitsmomente gleich, die den gedachten Stäben entsprechen, welche einzelne Belastungen tragen, vorausgesetzt, daß alle Stäbe sich nach der gleichen elastischen Linie ausbiegen.“

Dieser Satz ermöglicht es, die verwickeltesten Belastungsfälle in einfachere zu zerlegen und separat zu behandeln, z. B. wenn der Stab zugleich mit einer Einzellast P am oberen Ende und mit der Einheitslast p beansprucht ist, so wird nach (12) das entsprechende Trägheitsmoment

$$J_x = {}^P J_x + {}^p J_x$$

und am unteren Ende B :

$$J_B = {}^P J_B + {}^p J_B,$$

vorausgesetzt, daß die gedachten Stäbe infolge der einzelnen Belastungen P und p sich nach der gleichen elastischen Linie ausbiegen wie der wirkliche Stab infolge der gesamten Beanspruchung.

§ 4. Bei Beanspruchung des Stabes durch sämtliche Einzellasten in verschiedenen Höhen wird die vorstehende Behandlung wie folgt angewendet (Abb. 2).

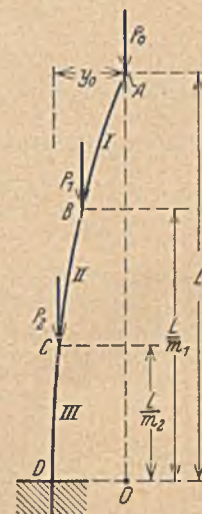


Abb. 2.

Es greifen:

- die Last P_0 am oberen Stabende in der Höhe L ,
- „ „ P_1 „ „ „ „ „ „ „ „ $\frac{1}{m_1} L$,
- „ „ P_2 „ „ „ „ „ „ „ „ $\frac{1}{m_2} L$.

Man nehme als „virtuelle“ Biegelinie die Kosinuslinie an. Es werden dabei die Biegemomente wie folgt ausgedrückt:

a) am oberen Stabteile I:

$$^I M_x = -P_0 y_I = -P_0 y_0 \cos \frac{\pi x_I}{2L};$$

b) am mittleren Stabteile II:

$$^II M_x = -P_0 y_{II} - P_1 (y_{II} - y_{II'}) \\ = -(P_0 + P_1) y_0 \cos \frac{\pi x_{II}}{2L} + P_1 y_0 \cos \frac{\pi}{2m_1};$$

c) am unteren Stabteile:

$$^III M_x = -P_0 y_{III} - P_1 (y_{III} - y_{II'}) - P_2 (y_{III} - y_C) \\ = -(P_0 + P_1 + P_2) y_0 \cos \frac{\pi x_{III}}{2L} + P_1 y_0 \cos \frac{\pi}{2m_1} \\ + P_2 y_C \cos \frac{\pi}{2m_2}.$$

Durch Einsetzen der Ausdrücke (3) und $^I M_x$ in die Differentialgleichung (A) ergibt sich:

$$(13) \quad ^I J_x = \frac{4 P_0 L^2}{\pi^2 E} = ^I J.$$

In gleicher Weise durch Einsetzen von (3) und $^II M_x$ gelangt man zu:

$$(14) \quad ^II J_x = \frac{4 L^2}{\pi^2 E} \left[P_0 + P_1 \left(1 - \frac{\cos \frac{\pi}{2m_1}}{\cos \frac{\pi x_{II}}{2L}} \right) \right].$$

Setzt man darin statt x_{II} die Werte:

$$x_{II} = \frac{L}{m_1}, \quad x_{II} = \frac{L}{m_2},$$

so erhält man die Trägheitsmomente:

Am Punkt B:

$$(15) \quad ^II J_B = \frac{4 P_0 L^2}{\pi^2 E} = ^I J = J_B,$$

am Punkt C:

$$(16) \quad ^II J_C = \frac{4 L^2}{\pi^2 E} \left[P_0 + P_1 \left(1 - \frac{\cos \frac{\pi}{2m_1}}{\cos \frac{\pi}{2m_2}} \right) \right].$$

Schließlich, ähnlich wie vorhin, ergibt sich:

$$(17) \quad ^III J_x = \frac{4 L^2}{E \pi^2} \left[P_0 + P_1 \left(1 - \frac{\cos \frac{\pi}{2m_1}}{\cos \frac{\pi x_{III}}{2L}} \right) + P_2 \left(1 - \frac{\cos \frac{\pi}{2m_2}}{\cos \frac{\pi x_{III}}{2L}} \right) \right]$$

und mit den Werten

$$x_{III} = \frac{L}{m_2}, \quad x_{III} = 0,$$

die Trägheitsmomente

am Punkte C:

$$(18) \quad ^III J_C = \frac{4 L^2}{E \pi^2} \left[P_0 + P_1 \left(1 - \frac{\cos \frac{\pi}{2m_1}}{\cos \frac{\pi}{2m_2}} \right) \right] = ^II J_C = J_C,$$

am Punkte D:

$$(19) \quad J_D = \frac{4 L^2}{E \pi^2} \left[P_0 + P_1 \left(1 - \cos \frac{\pi}{2m_1} \right) + P_2 \left(1 - \cos \frac{\pi}{2m_2} \right) \right].$$

Bei Vergleich mit dem Ausdruck

$$J = \frac{4 L^2 P}{\pi^2 E},$$

dem Ergebnis der Eulerschen Formel, merkt man, daß alle die J-Werte (14) bis (19) mit dem Eulerschen verwandt sind, es kommt nur darin statt P ein Wert vor, welcher von der Beanspruchungsart abhängt.

Dieselben Werte (13) bis (19) werden auch mit Hilfe unseres Satzes im § 3 ermittelt.

Die Ausdrücke: (13), (14) und (17) ergeben uns ein konstantes Trägheitsmoment am oberen Stabteile und veränderliche Trägheitsmomente langs der übrigen Strecken des Stabes. Es besteht aber die Möglichkeit für jeden der beiden Teile II und III unveränderliche Trägheitsmomente anzuwenden, und zwar: am II. Teile den größten Wert J_C , am III. Teile gleichfalls das größte Trägheitsmoment J_D der Strecke III; der Stab AD bekommt dabei im ganzen und großen etwa eine Zunahme an Standsicherheit und wird einfacher in der Ausführung.

§ 4. Wird als virtuelle Biegelinie die gemeine Parabel mit der Gleichung

$$(20) \quad y = y_0 \left(\frac{L^2 - x^2}{L^2} \right)$$

gewählt, so ergibt die ähnliche Behandlung für den Fall der gleichförmigen Belastung wie in § 2 (Abb. 3):

$$(21) \quad J_x = \frac{p L^3}{6 E} \left(1 - \frac{3 x^2}{L^2} + 2 \frac{x^3}{L^3} \right).$$

Am oberen Stabende ist, wie vor,

$$J_A = 0,$$

am unteren

$$J_B = \frac{p L^3}{6 E}.$$

Für die gesamte Knicklast ist der Ausdruck

$$p L = \frac{6 E J_B}{L^2} = \frac{\pi^2 E J_B}{(1,133 L)^2}$$

gültig.

Bei Vergleich mit (8) und (9) ersieht man, wie unbedeutend der Unterschied der Knicklast ist, mit verschiedenen virtuellen Biegelinien berechnet.

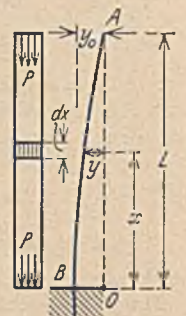


Abb. 3.

§ 5. Ähnliche Ergebnisse gibt die Parabel auch im Falle der Beanspruchung durch mehrere einzelne Lasten, wie im § 3. Ohne auf die Erörterung näher einzugehen, werden nachstehend die Schlüßergebnisse hingeschrieben.

Für die Trägheitsmomente

im I. Abschnitt:

$$I J_x = \frac{P_0}{2 E} (L^2 - x^2),$$

im II. Abschnitt:

$$II J_x = \frac{1}{2 E} \left[P_0 (L^2 - x^2) + P_1 \left(\frac{L^2 - m_1^2 x^2}{m_1^2} \right) \right],$$

im III. Abschnitt:

$$III J_x = \frac{1}{2 E} \left[P_0 (L^2 - x^2) + P_1 \left(\frac{L^2 - m_1^2 x^2}{m_1^2} \right) + P_2 \left(\frac{L^2 - m_2^2 x^2}{m_2^2} \right) \right]$$

und in den Punkten

A: $J_A = 0,$

B: $J_B = \frac{P_0 L^2}{2 E} \left(1 - \frac{1}{m_1^2} \right),$

C: $J_C = \frac{L^2}{2 E} \left[P_0 \left(1 - \frac{1}{m_1^2} \right) + P_1 \left(\frac{1}{m_1^2} - \frac{1}{m_2^2} \right) \right],$

D: $J_D = \frac{L^2}{2 E} \left[P_0 + \frac{1}{m_1^2} P_1 + \frac{1}{m_2^2} P_2 \right].$

Bei näherer Betrachtung dieser Werte kommt das Gesetz ihrer Zusammensetzung zum Vorschein, man bemerke wie sich der J_D -Wert am unteren Stabende von demjenigen an den Zwischenpunkten B, C unterscheidet. Es ist ganz leicht, die J-Werte bei beliebiger Zahl der Einzellasten ohne weiteres anzuschreiben.

In diesem Falle darf man auch für jeden Stababschnitt ein gleiches Trägheitsmoment behalten, und zwar:

im I. Abschnitt den Wert $J_B,$
 „ II. „ „ „ $J_C,$
 „ III. „ „ „ $J_D.$

§ 6. Ganz ähnlich ist die Behandlung, wenn der Stab an einzelnen Strecken durch verschiedene Einzellasten beansprucht wird. In der Abb. 4 ist ein solcher Fall eingezeichnet, es sind darin drei Streckenbelastungen P_0, P_1, P_2 vorhanden. Man kann dazu unseren Satz aus § 3 auf zwei verschiedenen Wegen verwenden, nämlich:

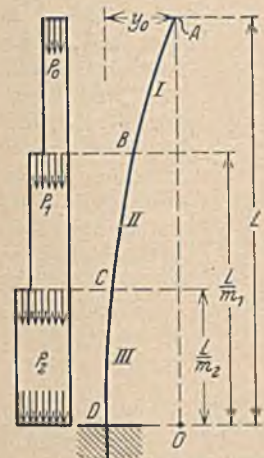


Abb. 4.

a) der Stab AD bestehe aus 3 „gedachten“ Stäben:

1. dem „gedachten“ Stabe $A_1 D_1$ mit der Einheitslast p_0 längs der Strecke AB,
2. dem „gedachten“ Stabe $B_2 D_2$ mit der Einheitslast p_1 längs der Strecke BC,
3. dem Stabe $C_3 D_3$ mit der Einheitslast p_2 längs der Strecke CD.

Die Biegelinien der Stäbe fallen mit derjenigen des wirklichen Stabes ABCD zusammen.

Für jeden gedachten Stab ermittelt man die Werte der Trägheitsmomente, welche ihren eigenen Belastungen entsprechen, und durch Addition, wie es in § 3 erläutert wurde, gelangt man zu den endgültigen Werten der Trägheitsmomente für den wirklichen Stab.

b) Jeder „gedachte“ Stab ist längs seiner ganzen Höhe belastet, also:

1. der Stab $A_1 D_1$ mit der Einheitslast $p_0,$
2. „ „ $B_2 D_2$ „ „ „ $p_1 - p_0.$
3. „ „ $C_3 D_3$ „ „ „ $p_2 - p_1.$

Die Biegelinien der Stäbe fallen mit derjenigen des wirklichen Stabes zusammen.

Als virtuelle Biegelinie nehme man die gemeine Parabel mit der Gl. (20), es sind danach die Schlüßergebnisse nachstehend gegeben.

Die Trägheitsmomente

im I. Abschnitt:

$$I J_x = \frac{P_0}{2 E} \left(\frac{L^3}{3} - L x^2 + \frac{2}{3} x^3 \right),$$

im II. Abschnitt:

$$II J_x = \frac{1}{2 E} \left\{ P_0 \left[\frac{L^3}{3} \left(1 - \frac{1}{m_1^3} \right) - L x^2 \left(1 - \frac{1}{m_1} \right) \right] + P_1 \left[\frac{L^3}{3 m_1^3} - \frac{L x^2}{m_1} + \frac{2}{3} x^3 \right] \right\},$$

im III. Abschnitt:

$$III J_x = \frac{1}{2 E} \left\{ P_0 \left[\frac{L^3}{3} \left(1 - \frac{1}{m_1^3} \right) - L x^2 \left(1 - \frac{1}{m_1} \right) \right] + P_1 \left[\frac{L^3}{3} \left(\frac{1}{m_1^3} - \frac{1}{m_2^3} \right) - L x^2 \left(\frac{1}{m_1} - \frac{1}{m_2} \right) \right] + P_2 \left[\frac{L^3}{3 m_2^3} - \frac{L x^2}{m_2} + \frac{2}{3} x^3 \right] \right\}$$

und in den Punkten

A: $J_A = 0,$

B: $J_B = \frac{L^2}{2 E} \left[P_0 L \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{m_1^2} + \frac{2}{3 m_1^3} \right) \right],$

C: $J_C = \frac{L^2}{2 E} \left\{ P_0 L \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{m_2^2} + \frac{1}{m_1 m_2^2} - \frac{1}{3 m_1^3} \right) + P_1 L \left(\frac{1}{3 m_1^3} - \frac{1}{m_1 m_2^2} + \frac{2}{3 m_2^3} \right) \right\},$

D: $J_D = \frac{L^2}{2 E} \left\{ \frac{P_0 L}{3} + \frac{L}{3 m_1^3} (P_1 - P_0) + \frac{L}{3 m_2^3} (P_2 - P_1) \right\}.$

Durch Zusammensetzen der gleichnamigen Werte (23) und (25) entstehen Ausdrücke, die für die Behandlung der gesamten Beanspruchung mit Einzellasten und verteilter Belastung gelten.

§ 7. Ein ursprünglich gerader Stab habe sich unter dem Einfluß eines Druckes P , der am oberen freien Ende A einseitig am Hebelarm a angreift, verbogen (Abb. 5). Es sei die virtuelle Biegelinie des Stabes AB eine gemeine Parabel. Die Symmetrieachse der Parabel geht waagrecht durch den Einspannungspunkt B und fällt mit der Y-Achse zusammen, die X-Achse behält ständig die Druckkraft P .



Abb. 5.

Mit den Bezeichnungen der Abb. 5 ist die Gleichung der Biegelinie:

$$(26) \quad y = a + y_0 \frac{(L^2 - x^2)}{L^2}$$

und die zweite Abgeleitete:

$$(27) \quad \frac{d^2 y}{dx^2} = - \frac{2 y_0}{L^2}$$

Das Biegemoment im Punkte K:

$$(28) \quad M_x = - P y = - P a - P y_0 \left(\frac{L^2 - x^2}{L^2} \right)$$

Durch Eintragen von (27) und (28) in die Differentialgleichung erhält man:

$$(29) \quad J_x = \frac{P L^2}{2 E y_0} \left[a + y_0 \left(\frac{L^2 - x^2}{L^2} \right) \right]$$

An den Endpunkten des Stabes AB ist:

$$(30) \quad J_A = \frac{P L^2 a}{2 E y_0}$$

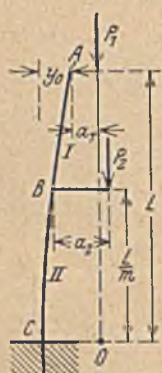
$$(31) \quad J_B = \frac{P L^2}{2 E y_0} (a + y_0)$$

Setzt man hierin a gleich Null, so entsprechen die J-Werte dem Falle zentrischer Belastung wie folgt:

$$(32) \quad \begin{cases} J_x = \frac{P(L^2 - x^2)}{2 E} \\ J_A = 0 \\ J_B = \frac{P L^2}{2 E} \end{cases}$$

Mit Hilfe des Theorems aus § 3 können sämtliche Aufgaben der exzentrischen Belastung sehr leicht gelöst werden.

§ 8. In der Abb. 6 ist der Fall der einseitigen außermittigen Belastung durch zwei Einzellasten in der Höhe L und $\frac{1}{n}L$.



Der untere Hebelarm a_2 sei größer als der der oberen Einzellast P_1 (Beanspruchung durch zwei übereinander gelagerte Balkenkrane).

Verbiegt sich der Stab nach der gemeinen Parabel mit der Gleichung

$$(33) \quad y = a_1 + y_0 \frac{(L^2 - x^2)}{L^2}$$

so wird der Momentenwert im beliebigen Punkt K_1 des oberen Stabteiles I:

$$(34) \quad M_x = P_1 y = P_1 a_1 + P_1 y_0 \left(\frac{L^2 - x^2}{L^2} \right)$$

Trägt man die Werte (27) und (24) in die Differentialgleichung ein, so ergibt sich:

$$(35) \quad J_x = \frac{P_1 L^2}{2 E y_0} \left[a_1 + y_0 \left(\frac{L^2 - x^2}{L^2} \right) \right]$$

Für die Endpunkte A und B des oberen Stabteiles I gelten die Werte:

$$(36) \quad \begin{cases} J_A = \frac{P_1 L^2 a_1}{2 E y_0} \\ J_B = \frac{P_1 L^2}{2 E y_0} \left[a_1 + y_0 \left(1 - \frac{1}{m^2} \right) \right] \end{cases}$$

Im beliebigen Punkt K_2 des unteren Stabteiles II ist der Momentenwert:

$$(37) \quad \begin{cases} M_x = P_1 y + P_2 (a_2 + y - y_B) \\ = P_1 \left[a_1 + \frac{y_0}{L^2} (L^2 - x^2) \right] + P_2 \left[a_2 + \frac{y_0}{L^2} \left(\frac{L^2}{m^2} - x^2 \right) \right] \end{cases}$$

Dieser Ausdruck und die zweite Abgeleitete (27) in die Differentialgleichung eingetragen, ergeben:

$$(38) \quad \begin{cases} J_x = \frac{L^2}{2 E y_0} \left\{ P_1 \left[a_1 + \frac{y_0}{L^2} (L^2 - x^2) \right] \right. \\ \left. + P_2 \left[a_2 + \frac{y_0}{L^2} \left(\frac{L^2}{m^2} - x^2 \right) \right] \right\} \end{cases}$$

Für die Endpunkte B und C des unteren Stabteiles sind die Trägheitsmomente:

$$(39) \quad \begin{cases} J_B = \frac{L^2}{2 E y_0} \left\{ P_1 \left[a_1 + y_0 \left(1 - \frac{1}{m^2} \right) \right] + P_2 a_2 \right\} \\ = J_B + \frac{L^2 P_2 a_2}{2 E y_0} \\ J_C = \frac{L^2}{2 E y_0} \left\{ P_1 (a_1 + y_0) + P_2 \left(a_2 + y_0 \frac{1}{m^2} \right) \right\} \end{cases}$$

Will man an jedem Stabteile ein konstantes Trägheitsmoment haben, so kann man für den oberen Teil den Wert J_B , für den unteren den Wert J_C behalten.

§ 9. Die Benutzung der vorstehenden Formeln geschieht wie folgt.

Man setze in den Ausdrücken (36) und (39) die größte Ausbiegung y_0 gleich $\frac{1}{n}L$ fest, wie es bei den Balken üblich ist, und bestimme für die Belastung gleich νP_1 und νP_2 die entsprechenden J-Werte. Es bedeutet darin ν den Sicherheitsgrad. Dann werden die Biegemomente

$$(40) \quad \begin{cases} M_B = \nu P_1 \left[a_1 + \frac{1}{n} L \left(1 - \frac{1}{m^2} \right) \right] \\ M_C = \nu P_1 \left[a_1 + \frac{1}{n} L \left(1 - \frac{1}{m^2} \right) \right] + \nu P_2 \left[a_2 + \frac{1}{n} L \frac{1}{m^2} \right] \end{cases}$$

ermittelt und in die Biegeformel

$$\sigma = \frac{P}{F} + \frac{M}{W}$$

eingesetzt. Es ergeben sich dabei:

$$(41) \quad \begin{cases} \sigma_B = \frac{\nu P_1}{F_B} + \frac{\nu P_1 \left[a_1 + \frac{1}{n} L \left(1 - \frac{1}{m^2} \right) \right]}{W_B} \\ \sigma_C = \frac{\nu (P_1 + P_2)}{F_C} \\ + \frac{\nu P_1 \left[a_1 + \frac{1}{n} L \left(1 - \frac{1}{m^2} \right) \right] + \nu P_2 \left[a_2 + \frac{1}{n} L \frac{1}{m^2} \right]}{W_C} \end{cases}$$

* Trägt man in den J_B -Wert $\frac{L}{2}$ statt L, so erhält man die Knicklast für einen an beiden Enden frei drehbaren Stab:

$$P_1 = 8 \frac{E J}{L^3}$$

Denselben Wert hat Müller-Breslau auf andere Weise abgeleitet: Neuere Methoden, 5. Auflage, Seite 363, (15).

die Spannungen, welche tatsächlich nur im Falle der ν -maligen Erhöhung der Einzellasten P_1 und P_2 entstehen würden; das bedeutet also eine ν -fache Standsicherheit, unbeachtet der Sicherheit infolge der Annahme ständiger Trägheitsmomente längs jeder Stabstrecke anstatt der rechnungsmäßigen variablen J -Werte.

Nur zufällig entsprechen dem Werte $y_0 = \frac{1}{n} L$ Spannungen $^1\sigma_B$ und σ_C gleich den zulässigen; hat man Überschub an Spannungsgröße, dann soll die Rechnung wiederholt werden mit einem kleineren y_0 -Wert, bis man die Beziehungen $^1\sigma_B \leq \sigma_{zul.}$, $\sigma_C \leq \sigma_{zul.}$ erreicht.

§ 10. Die vorstehenden Erörterungen erstrecken sich nur auf den Bereich der Gültigkeit der Eulerschen Formel, insofern die Belastungen als Knicklasten aufgefaßt werden. Die Erforschung der Knickungsfrage außerhalb der Proportionalitätsgrenze wird für weitere Abhandlungen vorbehalten, auch über andere praktisch wichtige Aufgaben verschiedenartiger Beanspruchung und Stützung bei zentrischem und außermittigen Druck.

Rechenbeispiel.

Eine flußeiserne Säule, 8 m hoch, ist durch zwei senkrechte Lasten P_1 und P_2 beansprucht; die Lasten greifen einerseits, außermittig an: $P_1 = 4 t$ am oberen Ende, am Hebelarm gleich $a_1 = 0,10 m$, und $P_2 = 2 t$ in der Höhe 6 m, am Hebelarm $a_2 = 0,20 m$. Es ist also $\frac{1}{m} = 0,75$ (Abb. 6). Rechnet man mit der 3-fachen Sicherheit, so sind für die

Berechnung die Lasten: $^1P_1 = 3 P_1 = 12 t$ und $^1P_2 = 3 P_2 = 6 t$ maßgebend.

Es sei die virtuelle Biegelinie eine gemeine Parabel; ist die Säule am unteren Ende fest eingespannt, so hat man die größte Ausbiegung δ am oberen Ende. Wir wollen δ gleich $\frac{1}{200} H = 4 cm$ festsetzen und die Ausdrücke (36) und (39) zur Ermittlung der Trägheitsmomente benutzen. Es ergibt sich alsdann:

$$^1J_B = \frac{12\,000 \cdot 800^2}{2 \cdot 2\,000\,000 \cdot 4} \cdot [10 + 4(1 - 0,75^2)] = 56,40 \text{ cm}^4.$$

$$J_C = \frac{800^2}{2 \cdot 2\,000\,000 \cdot 4} \cdot [12\,000(10 + 4) + 6000(20 + 4 \cdot 0,75^2)] = 11\,532 \text{ cm}^4.$$

Es genügen dazu: für den unteren Säulenteil ein Peiner-Träger P Nr. 25, für den oberen P Nr. 20.

Setzt man in die Ausdrücke (40) die entsprechenden Werte, so wird:

$$^1M_B = 12\,000 [10 + 4(1 - 0,75^2)] = 141\,000 \text{ kgcm.}$$

$$M_C = ^1M_B + 6000(20 + 4 \cdot 0,75^2) = 274\,500 \text{ kgcm.}$$

Die Formeln (41) ergeben:

$$^1\sigma_B = \frac{12\,000}{69,6} + \frac{141\,000}{518} = 445 \text{ kg/cm}^2.$$

$$\sigma_C = \frac{18\,000}{104,2} + \frac{274\,500}{969} = 456 \text{ kg/cm}^2.$$

DIE WEITERGABE DES WASSERDRUCKS DURCH DEN STAUMAUERKÖRPER AUF DEN BAUGRUND¹.

Von Regierungs- und Baurat a. D. Ziegler in Clausthal.

(Alle Rechte vorbehalten.)

Übersicht: Das verhältnismäßig geringfügige Wasserdruckmoment kann nur in sehr schwachen Maurquerschnitten reine Biegunspannungen erzeugen. (Trapezgesetz). Diese werden in stärkeren Querschnitten durch stützbogenartige Spannungsgebilde in dem Maße ersetzt, als eine Strebenwirkung auf Untergrundaufleger möglich wird. Noch größere Querschnitte — wahrscheinlich schon die üblichen — zeigen luftseitig weder im Bauwerk, noch im Baugrund Spannungseinflüsse der Wasserlast. — Möglichkeiten der Stützung einer Stauwand. — Strebenform auch der Pfeilersperren und stehende Gewölbe derselben. — Gurtbögen der Gewölbe. — Gewölbeform auch der vollen Mauern.

Wenn man sich die Weiterleitung des Wasserdruckes durch den Staumauerkörper auf den Baugrund vor Augen führt, so zeigt sich, daß es vorteilhaft ist, dem Wasserdruck wasserseitig zahlreiche und widerstandsfähige Auflageflächen entgegenzusetzen, weil sonst die zu wenig verminderte Angriffskraft fortschreitend auch die geschwächten luftseitigen Teile des Querschnittes zerstören würde.

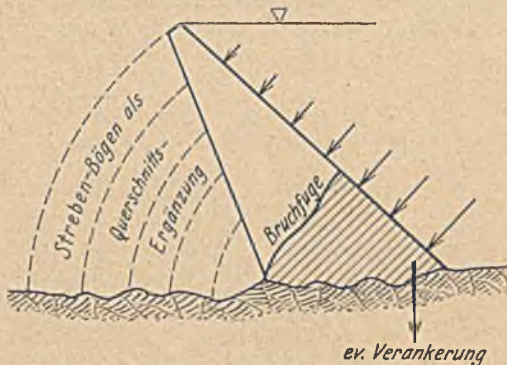


Abb. 1. Karikiertes Mauerquerschnitt, welcher die Notwendigkeit der Abstützung durch Strebenbögen zeigt.

Diese Auflagerung — Absätze, ansteigende Flächen, seitliche Eingriffe und Verspannungen — ist hauptsächlich in und unterhalb der Gründungsfuge wichtig, weil hier die Kräfte am größten, ein Wasserangriff zwischen den beiden verschiedenartigen Körpern am wahrscheinlichsten und die Beschaffenheit auch des besten Baugrundes nicht zuverlässig bekannt sind.

Wenn man verfolgt, wie der wachsende Stau eine „Schwergewichtsmauer“ allmählich unter Spannung setzt, wird man zu der Überzeugung kommen, daß der Vorgang mit Biegung wenig zu tun hat, sondern daß eine unmittelbare strebenartige Kraftanstrengung auf den Baugrund stattfindet.

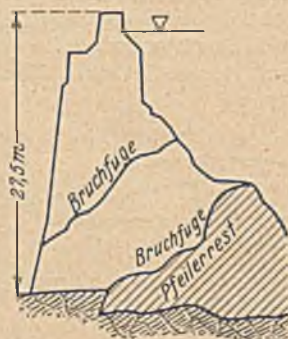


Abb. 1a. Die zerstörten Pfeiler der Glenosperre. Bruch 1. 12. 1923. Tlspb. Bd. II, S. 237, Abb. 181b.

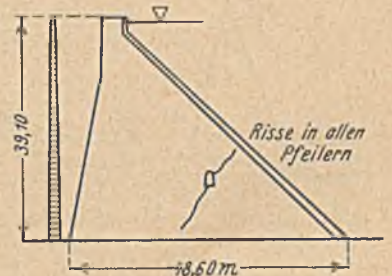


Abb. 1b. Die Rißbildung in den Pfeilern der Lake-Hodgesmauer. Tlspb. Bd. II, S. 295, Abb. 214.

Die Zerstörungerscheinungen an Staumauern bestätigen diese Annahme.

Wo der Strebenquerschnitt fehlt, wie bei dem karikierten Beispiel Abb. 1, oder das Strebenauflager versagt, kann zwar

¹ Ziegler: Der Talsperrenbau Bd. II. Verlag Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin 1927. Vergl. in diesem Werke S. 6, 63, 294, ferner des Verfassers Aufsätze in der Z. f. B. 1917 und in der Schweizerischen Bauzeitung 1929, Heft 26.

der Zusammenhang des Mauerwerks oder eine vorhandene Bewehrung den Einsturz längere oder kürzere Zeit aufhalten. Wird aber durch eine Erschütterung oder dergl. der Zusammenhang gelockert, so erfolgt die Zerstörung des Mauerquerschnittes in einer Drucklinienfuge, oberhalb welcher der Mauerkörper kein Stützaufleger mehr findet (vgl. Abb. 1a u. 1b, sowie 2a bis 2c).

Die Verstärkung von Sperrmauerquerschnitten durch luftseitig vorgelegte Lamellen hat nur bei Annahme einer Streben-

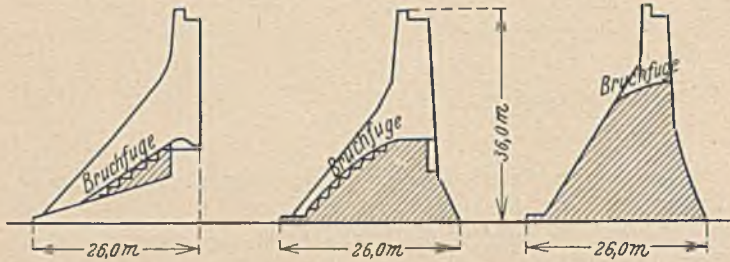


Abb. 2a. Habramauer. Algier. Erster Bruch 16. 12. 1881. Dritter Bruch 26. 11. 1927. Tlspb. Bd. II, S. 116, Abb. 93 d.

wirkung einen Sinn. (Vgl. Lake Spaulding Talsp. S. 155, Abb. 123a O'Shaugnessysperre, Assouansperre und viele andere.)

Soll ein Umsturzmoment, Abb. 3, eintreten, so muß jeder Fugenwiderstand aufhören bis auf denjenigen an der luftseitigen

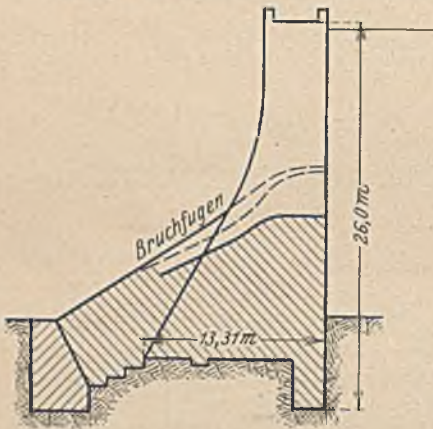


Abb. 2b. Bouzeymauer Frankreich. Bruch 27. 4. 1895. Tlspb. Bd. II, S. 121, Abb. 94 a.

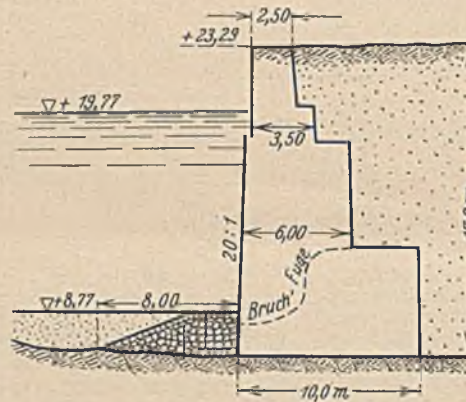


Abb. 2c. Kaimauer Holtenau. Bruch 31. 1. 1913. Tlspb. Bd. II, S. 98, Abb. 86.

Mauerkante. Weder das „Lager“ noch die „Drehkante“ werden diese Beanspruchung aushalten. Schon vorher zerbricht die „gleitende“ Mauer durch Biegebbeanspruchung in senkrechten Fugen. (Vgl. Austmauer Seite 132, Abb. 98c. Nashvillenmauer Seite 129, Abb. 96e. Bouzeymauer Seite 120, Abb. 94 (Abb. 3a). Austin-Colorado, Texas Seite 227, Abb. 176a.)

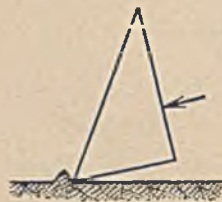


Abb. 3. Umsturzmoment.

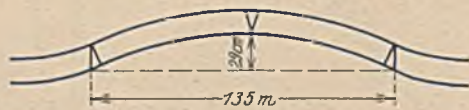


Abb. 3a. Bouzey. Grundriß der Bruchstrecke. Tlspb. Bd. II, S. 120, Abb. 94.

Durch Verminderung der Basisbreite im Verhältnis zur Höhe: $\frac{b}{h} < \frac{2}{3}$, also Verminderung der Strebenwirkung durch Steilerstellung, wird der Biegungswiderstand allmählich in Anspruch genommen, Vielleicht hat es theoretisches Interesse, zu untersuchen, bei welchem Material und bei welcher Höchsfugenbreite b des Mauerquerschnittes unter voller Staulast noch eine Biegung stattfindet.

Die Anwendung des Trapezgesetzes auf die Berechnung von Pfeilersperren aber hat zu der verkehrten viel zu schwer belasteten Pfeiler- und Deckenform des Amburstyps und des Gewölbereihendamms geführt.

Bei Pfeilerfugenbreiten $b \geq h$ kann eine Biegung nicht eintreten.

Man kann den Wasserdruck gegen eine Stauwand in folgender Weise auf den Baugrund übertragen:

1. Indem man die Wand gegen den Baugrund abstrebt.
2. Indem man die Wand gegen Felswände oder Pfeiler seitlich abstrebt.
3. Indem man die Wand in den Baugrund einspannt.
4. Indem man die Wand durch Zugseile oder Bewehrung verankert.

Zu 1. Die Abstrebung gegen den Baugrund erfolgt, wenn derselbe überhaupt imstande ist, eine Stauwand aufzunehmen, in bezug auf Dichtigkeit, Dauerhaftigkeit und einfache Ausführung am besten durch volles Strebenmauerwerk.

Einzelstreben in Gestalt einhüftiger Bögen geben ein besonders anschauliches Bild:

a) der Wasserlastverteilung auf die Stirnfläche der Bögen — die Wasserseite der Mauer — nämlich die höhere Belastung der tiefer angesetzten Streben (Abb. 1.)

b) der zweckmäßigen Form und Neigung der Streben, nämlich letztere als Strebenbögen, um die Strebengewichte zentrisch durch reine Druckspannungen aufzunehmen, welche für Steinkonstruktionen jeder anderen Beanspruchung vorzuziehen sind (Abb. 1),

c) in demselben Sinne: der Form der Auf- und Widerlager, welche der Belastung und Neigung anzupassen sind (Abb. 4).

Auf eine volle Strebenmauer werden Streben — Eigen- und Wasserlasten — sich überdeckend verteilen, so daß die Einzelheiten des Kräftespiels verschwinden.

Es liegt nicht der mindeste Grund vor, anzunehmen, daß sich volle dreieckförmige Einzelstrebe Pfeiler mit dazwischen gespannten Decken grundsätzlich anders verhalten, wie eine volle Strebenmauer. (Vgl. Talsperrenbau. Strebenfuß Seite 195, Abb. 152. Hauser Lake (Gerüstkonstruktion) Seite 195, Abb. 153a. Wiederherstellung des Austindammes. Texas. Seite 227, Abb. 176a. Stauklappe Abb. 5.)

Die dünnen elastischen Böcke eines Nadelwehres werden selbstverständlich auf Biegung beansprucht.

Zu 2. Die Gewölbeform stellt eine waagerechte Verstrebung dar, welche auf die Widerlager

Lastspannungen nur so weit übertragen kann, als letztere nicht durch senkrechte Streben oder Strebenmauerwerk unmittelbar auf näher gelegene Teile des Baugrundes herabgeführt werden.

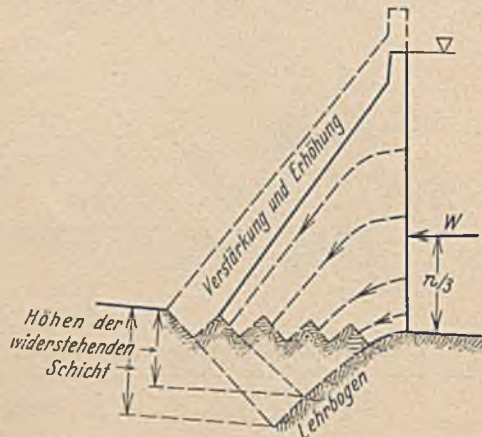


Abb. 4. Unmittelbare Übertragung der Wasserlast auf Baugrundaufleger durch strebenbogenartige Spannungsgebilde (schematisch).

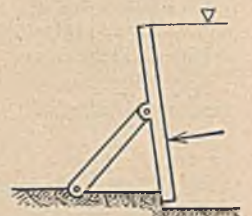


Abb. 5. Stauklappe.

Eine dünne, lange, gerade oder nur flach gewölbte Mauer würde unter Wasserlast ausweichen, knicken und senkrechte oder waagerechte Biegungen erleiden. Daher ist eine günstige Strebenneigung und eine nicht zu große Strebenlänge (Knickgefahr) — mit anderen Worten ein geringer Krümmungshalbmesser — statisch vorteilhaft.

Die Verkleinerung der Spannweite ist durch künstliche oder natürliche (Staumauern von Elche, Lageplan Tlspb. S. 202, Abb. 155) Zwischenpfeiler, welche ebenso beansprucht werden, wie die volle Strebenmauer, zu erreichen.

Als Auflagerfläche der Pfeilerfundamente sind nicht nur senkrechte, sondern auch seitliche Eingriffe in den Baugrund anzusehen.

Ein weiteres Mittel, größere Talweiten zu überspannen, ist die Verwendung waagerechter Gurtbögen, welche durch senkrechte Rippen unterstützt zu einem Tragnetz des Deckengewölbes und einem Versteifungsnetz der Pfeiler zu ergänzen sind (Abb. 6).

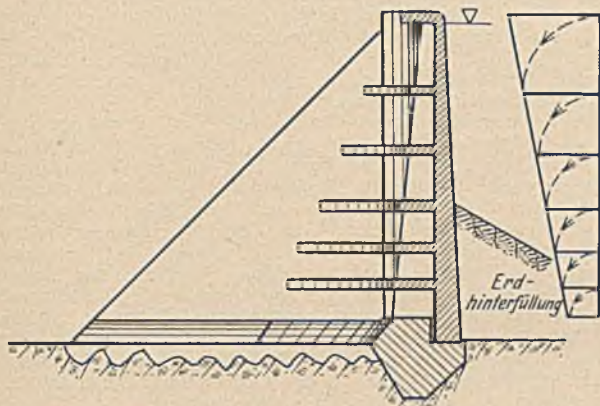


Abb. 6. Pfeilersperre mit senkrecht stehenden Gewölben und abgestützten Gurtbögen (eine Stütze gezeichnet).

Die mehr oder weniger scharfe Trennung von Tragkonstruktion und Dichtungsdecke gewährt eine erheblich größere Sicherheit und Konstruktionsfreiheit der Abmessungen, Bewehrung, Abstände, Halbmesser, Auflager, Ausdehnungsmöglichkeiten der Gurtbögen. Letztere erleichtern die Zugänglichkeit, den Wärmeschutz, die Überwachung und Ausbesserung und endlich die Berechnung (vgl. Talsperrenbau Seite 299, Abb. 215).

Die Pfeilergewölbesperre ist ebenso wie die Gewölbesperre mit senkrecht stehenden Gewölben auszuführen.

Zugunsten der Schrägstellung einer wasserseitigen Gewölbedecke kann eine Verspannung derselben, sowie der Pfeiler bei leerem Becken und eine etwas günstigere Richtung des Wasserdrucks gegen den Baugrund bei vollem Becken angeführt werden.

Diese geringen Vorteile werden teuer erkauft:

a) Die „Wasserauflast“ einer unter 45° geneigten, 60 m hohen Pfeilersperre beträgt soviel wie der waagerechte Wasserdruck $\frac{60^2}{2} = 1800 \text{ t}$ für den laufenden Meter!

b) Statt daß die wasserseitige Fuge unter hohem Mauerdruck steht, wie bei stehenden Gewölben, hat die Decke in Geländehöhe einen statisch unvorteilhaften Knick.

c) Die ungeheure Wasserlast und das dadurch vermehrte Eigengewicht der Deckenkonstruktion muß zusätzlich durch die Pfeiler auf den Baugrund übertragen werden.

d) Die wasserberührte, zu dichtende und zu unterhaltende Fläche wird um das 1,4fache vermehrt und entsprechend Material und Ausführungskosten, sowie die Bauzeit.

e) Die so wichtige dichtende und schützende Hinterfüllung der Wasserseite ist schwer ausführbar.

Ich möchte hinzufügen, daß ich eine Gewölbeform auch der vollen Strebenmauer für zweckmäßig halte:

a) Der Sektorgrundriß bietet eine Verstärkung der m. E. am meisten angegriffenen Wasserseite der Mauer.

b) Sanft ansteigende Talhänge geben wenigstens in den tiefsten, höchstbelasteten Teilen der Mauer Gelegenheit zu einer seitlichen Keil- oder Gewölbeverspannung.

c) Die Wasserschlußkraft greift in den Querschnitten höherer Grundfugenlage höher an, als im „größten Querschnitt“.

Die Schlußkraft auf das Gesamtbauwerk liegt daher erheblich höher als im mittleren Drittel des größten Querschnittes (Abb. 7).



Abb. 7. Die Höhenlage der Gesamtschlußkraft S. (Abb. 7).

d) Endlich ist der Anschnitt eines Gewölbes an die Talhänge im Sinne der Abstrebung günstiger als der einer „scheidrechten“ Mauer.

Für „Flußsperrern“ großer Länge und gleichen Querschnitts z. B. Assouan, Sennar, Muscle Shoals u. a., fallen diese Gesichtspunkte weg.

Zu 3. Für eine im Verhältnis zur Wasserlast dünne Mauer kann eine Einspannungswirkung im Felsen des Untergrunds entstehen.

Sie ist als Quelle der Reißgefahr durch Streben oder Gewölbeform zu verhüten, wie es z. B. auch bei einer Kernmauer durch die abstützende Wirkung der Erd- und Felsmassen geschieht.

Zu 4. Ebenso ist die Aufnahme des Staudrucks durch Verankerung oder Bewehrung wegen deren Vergänglichkeit nicht zu empfehlen.

KURZE TECHNISCHE BERICHTE.

Das Speicherkraftwerk unterm Schwarzen See (Tschechoslowakei).

Im Dezember v. J. wurde das Speicherkraftwerk unterm Schwarzen See im Böhmerwald dem Betrieb übergeben. Das Werk, das an das Überlandnetz der Z. E. (Westböh. E. W.) angeschlossen wurde, hat seine Bedeutung darin, daß es die erste Hochdruckspeicheranlage der Tschechoslowakischen Republik darstellt. Da das Einzugsgebiet des Schwarzen Sees nur etwa $4,5 \text{ km}^2$ und der Seablauf selbst bei katastrophalen, kurz andauernden Regengüssen nicht mehr als 500 l/sek beträgt, ist das Werk in überwiegendem Maße Energiespeicher des Netzes. Beim Seablauf (1008 m ü. d. M.) wird das Betriebswasser durch das Einlaufbauwerk erfaßt. Dieses enthält außer den Schützen eine Rechenanlage und eine durch eine Stauplatte in Tätigkeit gesetzte Verschlussklappe gegen Rohrbruch. Von hier wird das Betriebswasser entlang der Horizontalstraße mittels einer Gußrohrleitung in einer Länge von 1270 m dem Wasserschloß zugeführt. Die von der Forstverwaltung vorgeschriebene Trassenführung entlang der Straße brachte es mit sich, daß das mittlere Drittel der Leitung etwa 30 m

unter dem Seespiegel unter Druck liegt. Die Rohre liegen überall durchschnittlich 3 m unter Geländeoberfläche, um vor Frost sicher geschützt zu sein. An den zwei tiefsten Punkten befinden sich Schlammablässe. In der Gefällsstrecke wurden die Rohre in einem durchgehenden Betonsockel fest gelagert, um nicht bei starker Grundwasseranreicherung durch Unterspülung gefährdet zu sein. Das einfache, zylindrische Wasserschloß hat $4 \text{ m } \varnothing$ und 12 m Höhe. Zur Entleerung dient ein Grundablaß, in den zugleich die Überfallrohrleitung mündet. Der Wasserstand wird selbsttätig im Turbinenhaus aufgezeichnet. In der an das Wasserschloß anschließenden Schieberkammer sind in der Druckrohrleitung ein Schieber, ein Rohrbruchventil Pat. Mayer & Hübner-Wien und eine Rohrentlüftung angeordnet. Das Druckrohr führt in einer Länge von 1000 m hinab in das Angeltal. Auch diese Leitung liegt frostsicher $2,5$ bis 4 m unter Gelände. Die Anpassung an das Gelände erforderte die Anordnung von neun Brechpunkten in annähernd gleichen Abständen, die in mächtigen Stützblöcken gelagert sind. Hinter jedem Block befindet sich ein Dehnungsstück. Vor dem Turbinenhaus wird die Rohrleitung durch einen Krümmer unter 76° zur Turbine abgelenkt. Das Rohrgefälle ist

274 m. Die Turbine ist ein Peltonrad für eine Beaufschlagung von 800 l/sek mit einer Leistung von nahezu 2500 PS bei einer Umlaufzahl von 750 min. Es ist mit dem Synchronmotor und dieser wieder mit der Pumpe unmittelbar gekuppelt. Die Hildebrandt-Kupplung zwischen Generator und Pumpe erlaubt Ein- und Ausschaltung im Betrieb. Die Pumpe wird von dem als Motor wirkenden Generator getrieben und liefert eine Leistung von 400 l/sek. Das Unterwasser von Pumpe und Turbine bildet ein 20 000 m³ fassendes Staubecken, das durch Aufstau des Angelflusses geschaffen wurde. Der Nutzraum läßt sich im Notfalle durch provisorische Überhöhung der Wehrüberfallskante um fast 75% vergrößern. Der Staudamm ist ein festes Wehr in Stampfbeton. Die Gründungsverhältnisse waren denkbar ungünstig, da bei nur 6,5 m Höhe der Überfallskante über Flußbettssole erst in 10 m Tiefe gründungsfähiger Fels angetroffen wurde. Das Verhältnis von Aushubs- und Betonquerschnitt ist daher etwa 1:1. Die ganze Anlage wurde trotz der ungünstigen Arbeits- und besonders Materialförderungsverhältnisse in der Zeit von 18 Monaten erstellt, wobei drei Monate zur nachträglichen Abdichtung der Werkfundamente erforderlich waren. Die Bauarbeiten führte die Firma Nejedly, Rehak a spol., Prag, durch, während Maschinenlieferung und Montagen an die A. G., vorm. SkodaWerke, Pilsen, vergeben waren.

Ing. K. Vogl, Prag.

Russische Bauleistungen.

Eine kurze Reihe genauer Angaben möge Stichproben dafür liefern, den Industriaufbau auf allen Gebieten der Volkswirtschaft und die daraus folgenden Aufgaben für das Bauwesen zu kennzeichnen. (T = Tausend, M = Million.)

Die Turkestan-Sibirische Eisenbahn (Turk-Sib oder Stalin-Linie), welche von der Hauptstadt Sibiriens südwärts längs der Westgrenze Chinas zu den orientalischen Märchenstädten führt, kommt zu Neujahr in regelrechten Betrieb. Für die 1470 km Neubaustrecke sind 22,75 M m³ Erdarbeit, 15 T m³ Mauerwerk und 8 T m³ Eisenbeton der Kunstbauten und 8,1 T t Eisenkonstruktion nötig gewesen. Ausgeführt sind dabei ferner 184 km Bahnhof-Nebengleise, 7800 km Verbindungsleitungen, 3700 m² Werkstätten, 31 T m² Stationsbauten, 112 T m² Wohnhäuser, 6,5 T m² Krankenhäuser und Schulen. Der Neubau (der auch zehntausende von Kamelen beschäftigte) kostete 164 Millionen Rubel. Der lebhaft zunehmende Warenverkehr entspricht zur Zeit einer jährlichen Verfrachtung von 5 M t.

Die Eisenhütte „Magnetwerk“, am Osthänge des südlichen Uralgebirges und am Oberlauf des Uralflusses gelegen, wird den Magnetberg abbauen, der 250 M t Erz enthält. In der ersten Ausbaustufe soll sie 2,5 M t, später 4 M t Gußeisen jährlich liefern. Zusammen mit einem hochgradig mechanisierten Erz-Aufbereitungsbetrieb von zunächst 5 M t im Jahr wird sie der größte derartige Betrieb auf der Welt. Die Fundamente von vier Hochöfen und drei Kaupergruppen sind schon fertig, am 1. Oktober 1931 sollen schon zwei Hochöfen in Betrieb kommen. Man will dort, trotz einer mittleren Jahrestemperatur von -16° und trotzdem jetzt schon 37° Frost waren, im Januar 1931 14,5 T m³ Eisenbeton und 3 T m³ Beton herstellen, davon nur 6 T m³ in Wärmeschuppen. Gleichzeitig sind umfangreiche Wohnbauten auszuführen; die gesamte Arbeiterzahl dieser Baustelle soll bis zum Frühjahr auf 27 T gesteigert werden. Die Erzprüfungsanstalt für 50 t Tagesleistung kommt bereits im Februar in Betrieb. In dem elektrischen Kraftwerk für 85 T kW sind die Bauarbeiten dem Ende nahe, im März will man die erste Turbine für 24 T kW zu montieren anfangen.

Die Union will aber bis 1934 die Eisenerzeugung bis auf 17 M t steigern und baut noch mehrere große Werke. Auch im sibirischen

Kohlengbiet, im Kusnezsk-Bassin, arbeitet man schon am Bau eines Werkes für 1,1 M t Jahresleistung. Die ersten beiden Hochöfen, deren Fundamente schon fertig sind, während die zugehörigen acht Kaupertürme schon montiert werden, sind für je 830 m³ bemessen, die nächsten beiden sollen aber auf über 1000 m³ gebracht werden.

Aus der „Industrie der farbigen Metalle“ sei erwähnt das Ural-Kupferwerk, das mit 15%igem Konzentrat arbeiten wird und in erster Ausbaustufe vom 1. April 1931 ab 10 T t jährlich, später doppelt soviel geben soll. Nachdem das Zinkwerk Konstantinofski in Südrußland in Betrieb gekommen ist, folgt auch bald das Zinkwerk Belofski in Sibirien, mit dessen Bau 1928 angefangen wurde. Mit den neuesten Errungenschaften der Technik ausgestattet, mit vollkommen mechanisierten Transporten, soll es 13 T t Zink im Jahr erzeugen. Zuerst soll es Erz von Ridder (der Erzbergbau-Zentrale am Südfuß des Altai-Gebirges) verarbeiten, bis die dortigen Verarbeitungsanlagen in Betrieb kommen; inzwischen sollen die neuen Grubenbetriebe in Sala-irski, die ein Vorkommen von 3 M t 8,8%igen Zinkerzes ausbeuten werden, sowie das zugehörige Kraftwerk und die Stadt für 900 Arbeiter ausgebaut werden. Auch eine Fabrik bei Leningrad für 6 T t Aluminium soll 1931 noch in Betrieb kommen.

Als Stütze für die Landwirtschaft soll das Kunstdüngerwerk Beresniki im nördlichen Uralgebirge am 1. März 1931 in Betrieb kommen und jährlich 300 T t chemische Produkte liefern. Dort waren zuletzt noch 20 T m³ Beton für Maschinenfundamente zu machen; im Synthese-Werk waren 980 Eisenbetonpfähle unter den Fundamenten nötig. Noch bei 40° Frost wurden die Ramm- und Erdarbeiten fortgesetzt. Jetzt arbeiten schon 1500 Monteure, die noch auf 3000 Mann in drei Schichten ergänzt werden sollen.

Die Traktorenfabrik bei Charkof, die 50 T Traktoren im Jahr liefern soll, wird vom Sommer 1931 ab mit 11 T Arbeitern an den Werkbänken besetzt sein. Bei ihrem Bau sind die Erfahrungen der vorhergegangenen Fabrik in Stalingrad systematisch ausgewertet worden. Nach dem Studium der acht amerikanischen Combined-(Mäh-Drescher-)Fabriken durch eine Gruppe russischer Ingenieure baut man nun, „nicht als Nachahmung, sondern als Weiterentwicklung“, das Sib-Kombain-Werk in Sibirien, das in erster Stufe noch 1931 eine Jahreserzeugung von 15 T Mähreschern, 35 T Säemaschinen und 30 T Grasmähern, alles zum Anhängen an Traktoren, aufnehmen soll. Für später ist Verdoppelung dieser Leistung in Aussicht genommen. Während dieses Werk Sibirien und Kasakstan versorgen soll, wird ein ähnliches Werk für das Getreideland der mittleren und unteren Wolga in Saratof bis Ende 1931 gebaut.

Eine Maschinenfabrik für 150 T t Jahresleistung wird fertig im Ural, hauptsächlich für Großmaschinenbau (Eisenhütten- und Bergwerksausrüstungen, hydraulische Pressen, Krane usw.), eine ebenso große in Kramatorsk im Donezbecken für Qualitätsarbeit.

140 T Lastautomobile jährlich soll vom 1. August 1931 ab das Werk in der Nähe von Nischni-Nowgorod liefern, das 200 M Rubel kostet und dessen Bau zur Zeit 11 T Arbeiter beschäftigt.

Die genannten Werkanlagen machen immerhin nur wenige Prozente der laufenden Industriebauten aus. Die industrielle Kapitalanlage soll aber von 10 Milliarden Rubel 1930 auf 17 Milliarden Rubel 1931 gesteigert werden. Die Gesamtstärke der elektrischen Kraftwerke ist jetzt vorgesehen mit 2,9 M kW 1930, 4,5 M kW 1931, 10 M kW 1933. Im Jahre 1931 sollen die Zahl der industriellen Arbeiter um 10%, ihre Leistung um 28% gesteigert, die Kosten um 10% gesenkt werden bei Verbesserung der Qualität.

Zu alledem gehört ein ungeheurer Aufwand an Baumaschinen, deren Bestand gemäß allseitigen Beschlüssen vervielfacht werden soll; die einheimische Erzeugung kann dazu aber vorläufig nur wenig beitragen.

Prof. Dr.-Ing. Max Mayer (z. Zt. in Moskau).

VERSCHIEDENE MITTEILUNGEN.

Rißbildung an großen Schwergewichtsmauern aus Beton.

Zuschrift zu dem Aufsatz von Dr.-Ing. Tölke
in Heft 38/1930:

Bei Prüfung der in der Betontalsperre Saint Marc aufgetretenen Rißbildung fällt zunächst auf, daß die Risse in einer unerklärlichen Ausdehnung und Menge aufgetreten sind.

Verfolgt man die Verhältnisse an Hand der Abb. 6 a (Begrenzung der Betonierungs-Tageszone) und Abb. 3 (Datum des Betonierens) genauer, so ergeben sich folgende Gesichtspunkte.

Bei Block D handelt es sich um einen Block, in dem Risse am zahlreichsten aufgetreten sind. Die Grundfläche des Blockes mißt 30 × 30 m, übersteigt also in geringem Maße die sonst üblichen Abmessungen. Die Höhe des Blockes ist 5 m. Der Inhalt des Blockes errechnet sich danach zu 30 × 30 × 5 = 4500 m³, die Betonierungszeit vom 22. 4. bis 30. 5. zu 39 Tagen, die durchschnittliche Tagesleistung zu rd. 115 m³. Der ganze Block wurde in sieben Absätzen von je etwa 0,7 m Höhe betoniert, so daß täglich im Durchschnitt etwa 165 m³ der Oberfläche durch Beton zugedeckt wurden. Bei der genannten durchschnittlichen Leistung würde jede solche Fläche von 165 m³ etwa 5 bis 6 Tage dem Zutritt der Luft mit der vollen Oberfläche ausgesetzt gewesen sein.

Der Betonierungsvorgang vollzog sich vermutlich im einzelnen so, daß als Breite der Tagesblöcke etwa 3 m, zum größeren Teil 5 bis 6 m gewählt wurde. Rechnet man für diese Tage ebenfalls die Durchschnittsleistung, so kommt man nach den mitgeteilten Unterlagen zu dem Schluß, daß diese Tagesblöcke durch die ganze Mauer gereicht haben müssen.

Der Inhalt eines 5 m breiten Blockes beträgt nämlich 105 m³, wenn er durch die ganze Mauer gehend angenommen wird.

Beim Block C 2 ist der Arbeitsfortschritt ähnlich. Der Inhalt dürfte etwa 7200 m³ betragen. In einer Arbeitszeit von 64 Tagen ergibt sich eine tägliche Leistung von rd. 112 m³.

In Block C 1 ist kein Riß aufgetreten. Der Inhalt des Blockes ist, soweit man aus der Skizze feststellen kann, rd. 3500 m³, die Bauzeit 20 Tage, die Tagesleistung rd. 175 m³. Das würde gegenüber Block D 1 eine tägliche Mehrleistung von reichlich 50% bedeuten. Die Tagesblöcke wachsen hier in demselben Verhältnis.

Auf Grund dieser Betrachtungen scheint die bei der Mauer Saint Marc durchgeführte Betonierungsart einen wesentlichen Einfluß auf die Rißbildung ausgeübt zu haben, vielleicht kann sie sogar als alleinige Ursache dieser Schäden angesehen werden. Die Hauptursachen der Rißbildung scheinen demnach in folgendem zu liegen:

Die geringe Leistung der täglichen Betonmassen, die stets für sich abgedungen haben;

die Ausbreitung der täglichen Betonmasse auf eine große Fläche, so daß ein Block von ganz geringer Höhe entstand;

die Herstellung von sehr langen schmalen Blöcken, deren Ausmaße Rißbildungen begünstigt haben. (Durch die letzteren Risse entstanden später die schädlichen Längsrisse, die statisch sehr unangenehm sind, die jedoch nur Wasser abgeben, wenn gleichzeitig Querrisse vorhanden sind.)

Wie weit diese Risse bei kleinerem Fugenabstand, also bei kleineren Blöcken bei gleicher Betonierungsart eingetreten wären, läßt sich schwer absehen. Ob das Zurückgehen auf Blöcke von 15 m das Ubel wirksam vermeiden hätte, scheint bei dem geschilderten Betonierungsvorgang fraglich. Günstiger wäre wahrscheinlich die neuerdings übliche einheitliche Betonierung höherer Blöcke gewesen.

Bei deutschen Sperrmauern wird im allgemeinen die Grundfläche zwischen den Dehnungsfugen in sorgfältigster Weise in möglichst gleichmäßige Felder eingeteilt, die gegeneinander versetzt sind. Die Betonierungshöhe jedes einzelnen Blockes, der ohne Arbeitspause hergestellt wird, beträgt mehrere Meter, so daß jeder Block einen wirklichen Betonklotz bildet, der im Verhältnis zu seiner Masse nur mit einer geringen Oberfläche dem Zutritt der Luft ausgesetzt ist.

Dr.-Ing. F. Siemonsen.

Erwiderung auf die Zuschrift Siemonsen.

Die von der Firma Grün & Bilfinger angestellten Betrachtungen über die Art des Einflusses der Verarbeitung des Betons auf die Rißbildung dürften zweifellos eine wertvolle Ergänzung des Berichtes von M. Renaud darstellen, und es wäre in der Tat sehr zu begrüßen, wenn durch weitere Äußerungen über Fugeneinteilung, aufgetretene Risse und dergl. bei bestehenden Sperrn Veröffentlichungen stattfinden würden.

Es darf vielleicht noch hinzugefügt werden, daß es sich bei der St. Marc-Staumauer größtenteils um Risse handelt, welche sehr fein waren und wohl niemals entdeckt worden wären, wenn man nicht nach zufälliger Feststellung des ersten Risses sich veranlaßt gesehen hätte, einer möglichen Rißbildung mit Hilfe von gefärbtem Wasser weitgehend nachzugehen.

Bezüglich des Fugenabstandes von 15 m sei bemerkt, daß für die Zweckmäßigkeit eines solchen Fugenabstandes für mittlere Stauhöhen doch verschiedene Erfahrungen sprechen, zumal im Ausland, wo man bisher viel mehr Gelegenheit hatte, Erfahrungen an mittleren und größeren Gußbetonmauern zu sammeln, als bei uns. Es sei nur an die Rißbildungen erinnert, welche an neueren schweizerischen Staumauern gemacht wurden und beispielsweise eine beträchtlich engere Fugeneinteilung der im Bau befindlichen Grimselstaumauer veranlaßt haben. Wie die Fugen selbst im unteren Teile noch arbeiten, zeigten auch sehr schön die Rißbildungen, welche man an der Staumauer des Speicherkraftwerks Herdecke beobachten konnte.

Ein kürzlich in Amerika veröffentlichter, sehr umfangreicher Bericht des bekannten amerikanischen Talsperrenfachmannes Jorgensen läßt ebenfalls erkennen, daß man dort auf Grund zahlreicher Erfahrungen einen Fugenabstand von 15 m für zweckmäßig hält. Jorgensen sagt in diesem Berichte, daß, wenn so selten derartige enge Fugenabstände im Talsperrenbau zur Ausführung gelangen, es weniger daran liegt, daß man über das geeignete Maß im Dunkeln tappt, als vielmehr daran, daß Fugen Geld kosten und man sich nur schwer zu einer derartigen Vermehrung der Fugen bei praktischen Ausführungen entschließen kann.

Die Entstehung von Längsrissen, die sich bei höheren Schwergewichtsmauern kaum vermeiden läßt, hat in Amerika bereits mehrfach zu Diskussionen Veranlassung gegeben, ohne daß man daraus bis jetzt eine einheitliche klare Linie erkennen könnte. Es ist jedenfalls erstaunlich, welche eine Mauerdicke bei dem 220 m hohen Boulder-Dam im Verhältnis zur Höhe vorgesehen ist. (197 m auf 220 m Höhe.) Man dürfte jedenfalls nicht sehr fehl gehen, wenn man diese im Vergleich zu unseren Anschauungen gewaltige Überdimensionierung mit auf die Unsicherheit der Kraftübertragung in der Querrichtung von Schwergewichtsmauern großer Stauhöhe zurückführt.

F. Tölke.

Leibungsdruck bei Holzverbindungen.

Zuschrift zu dem Aufsatz von Herrn Geh. Baurat Prof. Hager in Heft 50 des Bauingenieur.

In Heft 50 des Jahrgangs 1930 des Bauingenieur befaßt sich Herr Geh. Baurat Prof. Hager, München, mit der Verteilung des Lochleibungsdrucks entlang dem Bolzen einer Holzverbindung. Er betrachtet eine aus einem Mittelholz und zwei Seitenhölzern bestehende Verbindung und geht davon aus, daß die Biegelinie des Bolzens als Sinuslinie angesehen werden darf. Dabei ergibt sich mit den dort gewählten Bezeichnungen für die am höchsten beanspruchten Stellen an den Berührungsflächen der Hölzer eine Eindrückung

$$A = \frac{2,75 P}{Cl}$$

und eine Randspannung $\sigma_r = \pm \frac{2,75 P}{dl}$

d. h. der Leibungsdruck an ungünstigster Stelle wäre 2,75mal größer als bei Annahme gleichmäßiger Verteilung.

Die Ableitung von Herrn Prof. Hager beruht auf folgenden — teils ausdrücklich genannten, teils stillschweigend gemachten — Voraussetzungen, von denen einige den Gültigkeitsbereich der eben genannten Ergebnisse außerordentlich einschränken.

1. Wie die ändern in der Fußnote auf Seite 865 genannten Untersuchungen, die der Spannungsverteilung auf rechnerischem Weg beizukommen versuchen, setzt Herr Prof. Hager die Bettungsziffer als konstant oder wenigstens durch einen Mittelwert ersetzbar voraus.
 2. Die Biegelinie kann durch eine Sinuslinie ersetzt werden.
 3. Für die Ableitung der Randspannung wird weiter angenommen, daß der Bolzen in der Mitte des Mittelholzes keinen Druck ausübt.
- Außerdem sind folgende z. T. von 1.—3. abhängige Voraussetzungen nicht ausdrücklich hervorgehoben:
4. Die Seitenhölzer sind halb so stark wie das Mittelholz.
 5. Als Folge von 2. und 4. ist angenommen, daß die Bolzenenden unter der Belastung keine Richtungsänderung erfahren, ferner
 6. Als Folge von 2. und 3. sind die Zusammendrückungen und damit auch die Spannungen an den höchst beanspruchten Stellen bei Mittelholz und Seitenhölzern gleich hoch vorausgesetzt.
- Hierzu ist folgendes zu bemerken:

Obwohl die erste Annahme auch im Bereich der zulässigen Belastungen nicht streng zutrifft, wird man gegen sie keine große Bedenken erheben können. In meinem Buche „Grundlagen des Ingenieurholzbaues“ S. 78 habe ich darauf hingewiesen, daß der Einfluß von C auf die Verteilung des Leibungsdrucks sehr gering ist. Nach der Entwicklung von Herrn Prof. Hager ist er sogar gleich Null. Die 4. Voraussetzung bedeutet eine ohne weiteres mögliche Einschränkung auf einen Sonderfall. Bedenklicher sind dagegen die übrigen Voraussetzungen. Wie alle Versuche zeigen, werden die Bolzenenden ihre Richtung nur dann einigermaßen beibehalten, wenn sie breite Schraubenmutter und -köpfe und entsprechend große Unterlegscheiben aufweisen, so daß eine Einspannung der Enden erzielt wird. Da das Holz senkrecht zur Faser sehr nachgiebig ist, und das Schwinden stets eine gewisse Lockerung zur Folge haben kann, darf in der Praxis mit einer zuverlässigen Einspannung der Bolzenenden nicht gerechnet werden. Auch trifft es bei Holzabmessungen nach Voraussetzung 4. im allgemeinen nicht zu, daß die Einpressungen an den Rändern des Mittelholzes und der Seitenhölzer gleich groß sind. Im Gegenteil zeigt Abb. 2 auf S. 865, daß sich die Bolzen in die Seitenhölzer wesentlich tiefer eingepreßt haben, als in das Mittelholz. Demgemäß sind hier die Randspannungen der Seitenhölzer größer gewesen als im Mittelholz. Das umgekehrte Verhältnis ist nach bisher bekannt gewordenen Versuche in solchen Fällen häufig anzutreffen, wo die Laschen mehr als die halbe Stärke (etwa $\frac{2}{3}$ oder $\frac{3}{4}$) des Mittelholzes aufweisen und die Schraubenenden durch ungewöhnlich kräftige Unterlegscheiben gegen Verdrehen gesichert sind. Der niedrigere Ansatz des zulässigen Leibungsdrucks in den Seitenhölzern, wie er in den BH und neuerdings in Din 1074 vorgeschrieben ist, bezweckt bewußt diese stärkere Bemessung der Laschen.

Wenn die Voraussetzungen 2. und 3. es ermöglichen, die Randspannungen unabhängig von der Steifigkeit des Bolzens anzuschreiben, so liegt darin ein weiterer wichtiger Grund, der gegen ihre Zulässigkeit spricht. Theoretische Betrachtungen und auch die bloße Anschauung

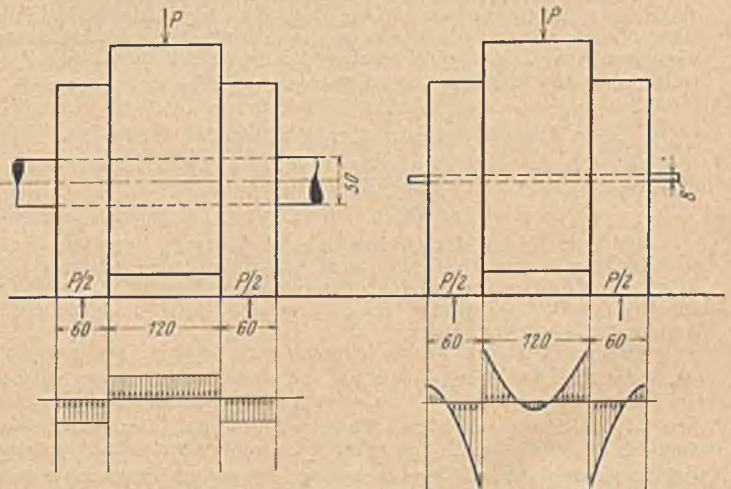


Abb. 1. Druckverteilung bei starrem Bolzen.

Abb. 2. Druckverteilung bei nachgiebigen Bolzen.

ergeben, daß bei vollkommen starren Bolzen der Leibungsdruck sich gleichmäßig über die ganze Bolzenlänge verteilt, und daß eine um so ungleichmäßigere Druckverteilung eintritt, je weniger der Bolzen als starr betrachtet werden kann. Mit anderen Worten: je größer der Elastizitätsmodul und das Trägheitsmoment des Bolzens und je kleiner die Holzstärke und damit die Spannweite des Bolzens ist, ferner, je

kleiner die Bettungsziffer C ist, desto gleichmäßiger verteilt sich der Leibungsdruck. Die absichtlich etwas extrem gewählten Beispiele der Abb. 1 und 2 lassen die Richtigkeit dieser Behauptung wohl ohne weiteres erkennen. Bei Abb. 1 ist mit einer praktisch gleichmäßigen Druckverteilung zu rechnen, so daß also

$$\sigma_r = \frac{P}{dl}$$

ist, während bei Abb. 2 die Randspannungen im Mittelholz das zwei- bis dreifache, diejenigen in den Seitenhölzern das drei- bis fünffache des gleichmäßig verteilt gerechneten Drucks ausmachen mögen.

Meines Erachtens ergibt sich aus dem Gesagten, daß die Annahme 3. nur für einen engen Bereich einigermaßen zutreffen kann, bei allgemeiner Anwendung aber zu Irrtümern führen muß und daher unzulässig ist. Auch der Ersatz der elastischen Linie des Bolzens durch irgendeine ähnlich aussehende Kurve ist nicht ohne weiteres angängig. Die elastische Linie des Bolzens muß gleichzeitig die Einpressungen des Bolzens in das Holz darstellen, das heißt, die Kräfteverteilung entlang dem Bolzen stellt sich so ein, daß an jedem einzelnen Punkt die hier durch den Leibungsdruck hervorgerufene Eindrückung der unter der ganzen Kraftwirkung an der betreffenden Stelle eintretenden Durchbiegung des Bolzens entspricht. Von dieser Beziehung muß meines Erachtens jede allgemeine Ableitung der Spannungsverteilung ausgehen.

Man sieht, daß die hier behandelte Frage einer einigermaßen genauen rechnerischen Erfassung nur schwer zugänglich ist. Um so wichtiger scheint mir zu sein, daß die einfachen Regeln, die die BH und Din 1074 für den Lochleibungsdruck von Bolzenverbindungen aufstellen, durch die vor kurzem veröffentlichten Versuche von Dr. Ing. Stoy (Deutsche Bauzeitung 1930, Nr. 91/92) für den dort behandelten Bereich eine sehr gute Bestätigung ihrer Brauchbarkeit erfahren haben, wenn sich auch andererseits von neuem gezeigt hat, daß die übliche Berechnung von Bolzen auf Biegung, wie sie in den BH und Din 1074 vorgeschrieben ist, zu viel zu ungünstigen Ergebnissen führt.

Dr. Seitz.

Erwiderung zu

Leibungsdruck bei Holzverbindungen.

Zu den vorstehenden Bemerkungen des Herrn Dr. Seitz zu der von mir vorgeschlagenen Berechnungsweise des Leibungsdruckes bei Holzverbindungen ist zu sagen, daß Herr Dr. Seitz einen anderen Belastungszustand betrachtet, als ich meiner Berechnung zugrunde gelegt habe. Herr Dr. Seitz betrachtet einen Zustand der Holzverbindung ungefähr kurz vor dem Bruch, während ich meiner Rechnung einen Zustand zugrunde gelegt habe, wie er im Rahmen der zulässigen Spannungen vorhanden sein dürfte. Daraus erklären sich alle Meinungsverschiedenheiten. Ich neige aber der Anschauung zu, man solle der Berechnung der Holzbauwerke einen Spannungszustand zugrunde legen, wie er innerhalb der Grenzen der zulässigen Spannungen sich ungefähr einstellen wird.

Wollte man auch bei den Holzbauten von dem Bruchzustand in der Berechnung ausgehen, wie man es bei den Zweistoffsystemen nötig hat (Eisenbeton), weil sie anders rechnerisch ohne Selbsttäuschung nicht zu erfassen sind, so ist es sehr fraglich, ob man auf die statisch unbestimmten Holzbauwerke die üblichen Berechnungsverfahren für die statisch unbestimmten Größen anwenden darf. In diesem Falle müßten auch hierfür, ähnlich wie im Eisenbetonbau, an der Hand von Versuchen die Zulässigkeit solcher Rechenverfahren und ihre Gültigkeitsgrenzen geprüft werden.

Hager.

Über die Formgebung eingespannter Gewölbe.

Zuschrift zu dem Aufsatz von Dr.-Ing. H. Neumann in Heft 46/1930.

Von Dipl.-Ing. Wilh. Buschmann, Leipzig.

Im Heft Nr. 46 des „Bauingenieur“ Jahrgang 1930 veröffentlicht Dr.-Ing. Heinr. Neumann eine Abhandlung, die sich zum Ziel setzt, die Zusatzmomente des eingespannten Bogens infolge Verkürzung der Bogenachse usw. durch eine bestimmte Verlagerung der Bogenachse auszugleichen.

Zu diesem Zweck führt Neumann eine fiktive Last $p_i = f(x)$ ein. Diese ist am Scheitel $= 0$ und an den Kämpfern von solcher Größe, daß der durch $p_i = f(x)$ erzeugte Bogenschub $+ \Delta H$ gleich dem $-\Delta H$ durch Ausrüsten, Schwinden usw. ist. Der Bogen wird nach der Stützlinie für $g + p_i$ geformt, es sollen dann nach Ausrüsten und Schwinden usw. die Momente längs der ganzen Bogenachse verschwinden und nur noch Normalspannungen auftreten.

Neumann geht aus von seiner Behauptung Seite 794, 18. Zeile von unten: „Der Formbestimmungswert β beeinflusst bei symmetrischen Gewölben von den drei überzähligen Größen lediglich die Bogenkraft H (und die Höhenlage des Schwerpunkts der elastischen Gewichte)“.

Sein Formbestimmungswert β regelt die Verteilung des Eigengewichts über die Spannweite, bestimmt also die Bogenachse.

Es ist richtig, daß der Formbestimmungswert β , mit anderen Worten die Form der Bogenachse, bei sonst unveränderten Verhält-

nissen nur die Form der Einflußlinie für H (und die Höhenlage des Schwerpunkts der elastischen Gewichte) beeinflusst, und daß die Form der Einflußlinie der zwei anderen statisch unbestimmten Größen von der Form der Bogenachse unabhängig ist. Dies folgt aus den Ansätzen für die überzähligen Größen nach der bekannten Verschiebung der Wirkungslinie von H in den Schwerpunkt der elastischen Gewichte.

Keine der drei überzähligen Größen ist aber unabhängig von der Last. Sofern also eine Änderung des Formbestimmungswertes β ein Symbol für das Operieren mit der fiktiven Last p_i darstellt, erzeugt dieser Lastwechsel auch zugehörige Werte aller drei überzähligen Größen.

Der Ansatz für die auszuschaltenden Momente lautet

$$(1) \quad M' = \Delta H \cdot y.$$

Wählt man als statisch bestimmtes Hauptsystem den Balken auf zwei Stützen und als statisch unbestimmte Größen den Bogenschub H und die beiden Einspannmomente M_a und M_b , so lautet der Ansatz für das Moment aus der Last $p_i = f(x)$

$$M'' = \frac{M_{ai}}{l} \cdot x + \frac{M_{bi}}{l} (l-x) + M_i^0 + H_i \cdot y.$$

Infolge Symmetrie ist

$$\frac{M_{ai}}{l} \cdot x + \frac{M_{bi}}{l} (l-x) = \text{konstant} = M_{ai} = M_{bi},$$

wodurch man erhält:

$$(2) \quad M'' = M_{ai} + M_i^0 + H_i \cdot y.$$

Wenn nun verlangt wird, daß $M' - M'' = 0$ und $H_i = -\Delta H$ wird, so ist

$$(3) \quad 0 = \Delta H \cdot y - M_{ai} - M_i^0 - \Delta H \cdot y.$$

Die Last $p_i = f(x)$ müßte also für jeden Punkt des Bogens die Bedingung erfüllen.

$$(4) \quad M_{ai} = -M_i^0.$$

Nun ist M_{ai} konstant, M_i^0 jedoch irgend eine Kurve. Die Gl. (4) kann also bestenfalls an einigen ausgezeichneten Punkten des Bogens, jedoch nicht an allen Bogenpunkten erfüllt sein. Damit ist zunächst der Nachweis geführt, daß auf l keine Last $p_i = f(x)$ gefunden werden kann, welche längs der ganzen Bogenachse die Momente $M' = \Delta H \cdot y$ zu Null macht.

Neumann geht nun so vor, daß unter $g + p_i$ der Schub $Hg + \Delta H$ der Stützlinie erzeugt wird, und formt den Bogen nach dieser Stützlinie. Die fiktive Last p_i ist nun in Wirklichkeit gar nicht vorhanden, woraus folgt:

$$M_{ai} = -M_i^0 = 0.$$

Die Bedingung (4) ist also erfüllt für $p_i = 0$. Aber es tritt nun auch kein $H_i = -\Delta H$ auf, da ja nur unter der Summe der Lasten $g + p_i$ mit einem reellen Wert für p_i der Schub $Hg + H_i = Hg + \Delta H$ erzeugt werden kann und soll. Das heißt also: bei Anwendung des Neumannschen Verfahrens treten im eingespannten Bogen die alten Zusatzmomente $M' = \Delta H \cdot y$ durch Ausrüsten, Schwinden usw. in voller Größe wieder auf, vermehrt um eine Störungsfunktion durch die Verlagerung der Bogenachse. Die Störungsfunktion setzt sich zusammen aus den bei Neumann nicht näher nachgewiesenen Änderungen der Größe der Bogenkraft und der Höhenlage des Schwerpunkts der elastischen Gewichte.

Durch die Verlagerung der Bogenachse nach Neumann wird die Bogenkraft infolge g zwar etwas vergrößert, etwa um H_v , jedoch ist H_v bei weitem kleiner als $\sum \Delta H = \Delta H + H_{schw} + H_i$ usw. Dies läßt sich für jeden Formbestimmungswert und für jede vorgelegte Größe $\sum \Delta H$ beweisen. Wir wollen einmal annehmen, die auszuschaltende $\sum \Delta H$ sei gleich $0,10 Hg$. Für die folgenden Entwicklungen benutzen wir die Untersuchungen Dr. Max Ritters über den Einfluß der Bogenform auf die Größe der Bogenkraft (siehe dessen Dissertation über die Untersuchung eingespannter Gewölbe, Dresden 1909). Es wird für diese Untersuchungen gleichgültig sein, wie das Verhältnis der Tragheitsmomente sich gestaltet, wir setzen also

$$\frac{J_k}{J_k \cdot \cos \varphi_k} = n = 1. \quad \text{Das vorgelegte Verhältnis von } \frac{g_k}{g_s} = m \text{ (der } \beta \text{ entsprechende Formbestimmungswert Ritters) sei } m = 3. \text{ Dann ist nach Ritter der Schub der Stützlinie aus g:}$$

$$Hg = \frac{g_s^2}{48f} (m + 5).$$

Soll nun $\sum \Delta H = 0,10 Hg$ ausgeschaltet werden, so muß nach Neumann sein

$$Hg + \sum \Delta H = 1,10 Hg = 1,10 \frac{g_s^2}{48f} (m + 5) = \frac{g_s^2}{48f} (m' + 5)$$

oder $1,10 (m + 5) = m' + 5$; $m' = 1,10 m + 0,5$. Für $m = 3$ erhalten wir $m' = 3,8$.

Die Gleichung der Einflußlinie für H ist nach Ritters Gl. (43)

$$H = \sum P \frac{(2m+13)l_1^3 - 3(m+9)l_1^2 z^2 + 15l_1 z^3 + (m-1)z^4}{64(7m^2+76m+232)} \frac{f l_1^5 (1+\mu)}{105(m+5)}$$

wobei $l_1 = \frac{1}{2}l$ und z die vom Scheitel aus gerechnete Abszisse bedeutet.

Rechnet man nach dieser Gleichung die Ordinaten der Einflußlinie für den Scheitelpunkt aus, so findet man

$$\begin{aligned} \text{für } m = 3 & \quad \frac{f(1+\mu)}{l} H = 0,2384, \\ \text{für } m = 3,8 & \quad \frac{f(1+\mu)}{l} H = 0,2391. \end{aligned}$$

Die Ordinate ist also bei $m = 3,8$ um 0,3% größer geworden, die Ordinaten in der Nähe des Kämpfers wachsen aber stärker. Integriert man Ritters Gl. (43), so findet man den Inhalt der Einflußfläche für H:

$$\frac{f(1+\mu)}{l^2} H = \frac{\left[m+7 + \frac{1}{7}(m-1) \right] 105(m+5)}{128(7m^2+76m+232)}$$

$$\text{für } m = 3 \text{ wird} \quad \frac{f(1+\mu)}{l^2} H = 0,1291,$$

für $m = 3,8$ wird

$$\frac{f(1+\mu)}{l^2} H = 0,1300 \text{ oder } 0,7\% \text{ größer als bei } m = 3.$$

Da g bei beiden m als gleich vorausgesetzt werden soll, obgleich es bei der nach m' verlagerten Bogenachse fühlbar kleiner wird, so ist auch Hg um 0,7% gewachsen. Es fehlt an $\Delta H = 0,10 Hg$ aber 93%¹ Es bleiben also mindestens 93% der Zusatzmomente $\Delta H \cdot y$ am Kämpfer und am Scheitel erhalten.

Der Wert $\mu = \frac{l}{E F_s \int y^2 dw}$ läßt sich nach Ritters Gl. (42)

anschreiben zu $\mu = \frac{1575(m+5)^2}{16(7m^2+76m+232)} \left(\frac{i_s}{f} \right)^2$, er wächst nach Ritter gleichfalls mit m , wodurch sich bei wachsendem m H etwas verkleinert und die auszuschaltenden ΔH wachsen, was wir nicht einmal berücksichtigt haben.

¹ Streng genommen muß man die Schübe und nicht die Einflußflächen vergleichen. Setzt man

$$g = g_s \left[1 + \frac{(m-1)z^2}{l_1^2} \right]$$

in Ritters Gleichung 43 mit ein, so erhält man

$$\frac{f(1+\mu)}{l^2 g_s} H = \frac{105(m+5)}{128(7m^2+76m+232)} \left[m+7 + \frac{1}{7}(m-1) + \frac{(m-1)(168m+912)}{945} \right]$$

Hierin ist m entsprechend der Verformung zu variieren, während m dem vorgelegten Bogen entsprechend beim Vergleich konstant bleibt. Bei $m = 3,0$ bzw. $3,8m$ und $m = 3,0$ in beiden Fällen findet man

$$\frac{f(1+\mu)}{l^2 g_s} H = 0,1667 \text{ bzw. } 0,1681,$$

und damit das Anwachsen des Schubes genauer zu 0,84%. Die in obigem Vergleich liegende Näherung war hier zulässig.

Die Änderung der Lage des Schwerpunkts der elastischen Gewichte läßt sich an Ritters Formel $y_s = \frac{m+9}{5(m+5)} f$ verfolgen:

$$\text{für } m = 3 \text{ ist} \quad \frac{y_s}{f} = 0,300,$$

$$\text{für } m = 3,8 \text{ ist} \quad \frac{y_s}{f} = 0,290.$$

Der Abstand vom Scheitel sinkt also um 3%, wodurch eine etwas andere Verteilung der Zusatzmomente herbeigeführt wird.

Es bleibt noch die Größe der neu hinzutretenden Zusatzmomente durch die Verlagerung (das Anheben) der Bogenachse abzuschätzen. Ist $\Delta y'$ die Größe dieser Verlagerung, so ist das Zusatzmoment gleich $-Hg \cdot \Delta y'$. Beispielsweise beträgt im Viertelpunkt, wenn entsprechend $\Delta H = 0,10 Hg$, m von 3 auf 3,8 wächst, das Maß der Verlagerung $\Delta y' = (0,2031 - 0,1903) \cdot f = 0,0128 f$, wie aus Ritters Stützliniengleichung oder aus Stützlinientabellen unschwer zu entnehmen ist. Der Abstand des Schwerpunkts der elastischen Gewichte vom Scheitel beträgt bei $m = 3,8$ und $n = 0,25$: $y_s = 0,205 f$. Die Die Zusatzmomente stellen sich also wie folgt:

$$\begin{aligned} \text{im Scheitel bleibt praktisch}^2 \quad \Delta M &= 0,10 \cdot 0,205 Hg \cdot f = +0,0205 Hg \cdot f, \\ \text{im Viertel tritt noch auf} \quad \Delta M &= -0,0128 Hg \cdot f, \end{aligned}$$

d. i. mehr als 60% des Zusatzmomentes am Scheitel. Am Kämpfer und Scheitel ist $\Delta y' = 0$, so daß dort keine $Hg \cdot \Delta y'$ auftreten.

Zusammenfassend kann also festgestellt werden, daß das Neumannsche Verfahren nicht zum gewünschten Ziel führt.

Kögler hat sich im Bauingenieur 1928 mit derselben Aufgabe befaßt. Er gelangt zunächst zu dem Ergebnis, daß sich die Zusatzmomente durch sein Verfahren nur für ausgezeichnete Punkte der Bogenachse ausschalten lassen, als welche er die Kämpfer und den Scheitel gewählt hat. Dazwischen treten aber Zusatzmomente von der gleichen Größenordnung wie die ausgeschalteten wieder auf. Außerdem weist er darauf hin, daß die Verlagerung der Bogenachse zu einer bemerkenswert anderen Gewichtsverteilung des Bogens führt, die eine erhebliche Korrektur bedingt. Bei dem von ihm durchgerechneten Beispiel mußte bei Berücksichtigung der Gewichtsänderung die errechnete Verlagerung auf $\frac{2}{3}$ ihres Wertes reduziert werden. Eine allgemein gültige Vorschrift für diese Reduktion ist a. a. O. nicht gegeben und dürfte sich auch schwerlich in handlicher Form geben lassen. Man ist daher bei Versuchen mit dem Ziel, die Zusatzmomente mehr oder weniger auszuschalten, oder besser zu verlagern, in jedem Einzelfall auf umständliche, schärfste Kontrollrechnungen angewiesen, wenn man sich nicht unliebsamen Überraschungen aussetzen will. Ob sich die hierfür aufzuwendende Mühe lohnt, muß die Prüfung des Einzelfalles überlassen bleiben. Im allgemeinen darf von diesen Verfahren nicht zuviel erwartet werden, wenn man nur sonst durch geschickte Wahl der Abmessungen die Zusatzmomente energisch reduziert.

Bei Ausführungen großer Bögen mit kleinem Pfeil treten die bekannten mechanischen Hilfsmittel, wie Anordnung provisorischer Gelenke oder das Gewölbeexpansionsverfahren in den Vordergrund des Interesses, so wie es auch neuerdings gelungen ist, durch ein mechanisches Verfahren die Zusatzmomente des Zweigelenkbogens mit Zugband auszuschalten (Patent Dr.-Ing. Dischinger der Dyckerhoff & Widmann A.-G.). Diese Verfahren gestatten den Einfluß der Längenänderung des Bogens und die zu messende, aber nicht zu errechnende Verschiebung der Widerlager auszuschalten, indem eben die Stützweite mechanisch korrigiert wird. Daß eine vollkommene Ausschaltung der Zusatzmomente auf rein rechnerischem Wege nicht gefunden werden kann, liegt eben daran, daß die Veränderung der Bogenlänge Verbiegungen längs der ganzen Achse des Bogens zur Folge haben muß, um den Bogen auf seine richtige Spannweite zu bringen. Es muß also in jedem Fall Formänderungsarbeit durch Biegemomente geleistet werden, welche die Formänderung aus Normalkraft, Schwinden usw. wieder ausgleicht.

² Wenn man also voraussetzt, daß bei $n < 1$ die Verhältnisse nicht noch ungünstiger werden als bei $n = 1$.

MITTEILUNGEN AUS DER INDUSTRIE. (OHNE VERANTWORTUNG DER SCHRIFTFÜHRUNG).

Noch billiger schleppen!

Einiges über die Hanomag-Diesel-Zugmaschine von Walter Dette.

Geld verdienen kann man mit einer Zugmaschine dann, wenn einerseits die Betriebsstoffkosten auf das alleräußerste herabgedrückt werden und wenn andererseits die Kraftleistung eine außergewöhnlich hohe ist (Zughaken-PS) und ferner, wenn die Zugmaschine durch ihre praktische Bauart und ihre Fahreigenschaften für die verschiedensten Aufgaben verwendet werden kann.

Die Ingenieure der Hanomag arbeiteten seit sechs Jahren an einer Zugmaschine, die den billigsten Betriebsstoff verbraucht und

alle Fehler meidet, die man sonst an Maschinen mit Schweröl-Betrieb kannte. Vor zwei Jahren war die Lösung gefunden und zwar eine Zugmaschine mit Gas-, Diesel- oder Rohöl-Verarbeitung (Abb. 1).

Sie ist in den letzten zwei Jahren auf der Straße und auf dem Acker erprobt. Alle Sachverständigen, Praktiker usw., die den Hanomag-Diesel im Betriebe beobachteten, prüften und untersuchten, haben einstimmig festgestellt, daß der Hanomag-Diesel einfach, betriebssicher, unverwundlich ist und wenig Betriebsstoff und Öl verbraucht.

Die Ersparnis an Brennstoff, einmal durch den geringen Verbrauch und zweitens durch den niedrigen Preis des Roh-, Gas- oder Dieselöls (Liter z. Zt. etwa 16 bis 17 Pfg.) beträgt gegenüber gleich-

starker Zugmaschine mit Benzin-Vergaser etwa 80%. Der Ölverbrauch ist ganz gering — etwa drei Gramm pro PS-Stunde. Ein Beispiel zeigt, wie billig der Hanomag-Diesel arbeitet. Rechnet man eine achtstündige Arbeitszeit, dann kosten die acht Stunden:

8 x 5 kg Brennstoff = 40 kg Brennstoff je 16 1/2 Pfg. = 6.60 RM
1 Liter Öl in 8 Stunden = 75 Pfg.
8 Stunden Betriebsstoffkosten insgesamt = 7.35 RM

also eine Arbeitsstunde = 92 Pfg. für Brennstoff und Öl. Fahrt der Schlepper durchschnittlich mit 10 km-Geschwindigkeit (16 km Höchst-

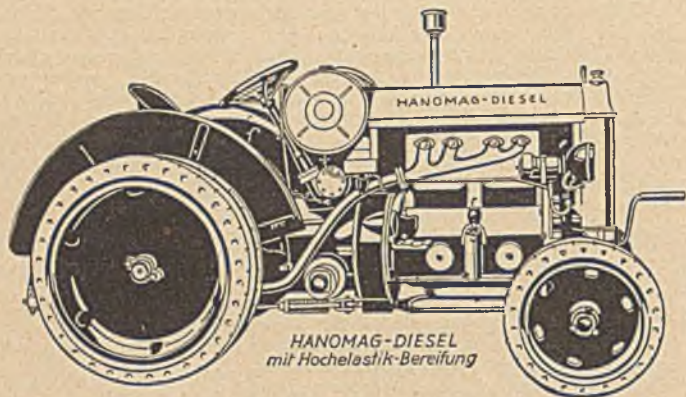


Abb. 1.

geschwindigkeit) und befördert er mit zwei Anhängern durchschnittlich 300 Zentner = 15 t, so kostet also 1 tkm etwas über 1/2 Pfg. Betriebsstoff.

Aus diesem Beispiel der Praxis, welches jedem Betriebsfall angehen werden kann, zeigt sich deutlich die betriebswirtschaftliche Überlegenheit des Hanomag-Diesels.

Für den Unternehmer spielt außer den Betriebsstoffkosten die Amortisation eine wesentliche Rolle. Je dauerhafter eine Maschine ist, je einfacher ihre Konstruktion, je weniger Verschleiß, desto länger kann er mit der Maschine arbeiten und desto kleiner werden die jährlichen Amortisationsbeträge.

Die konstruktiven Vorzüge des Hanomag-Diesels sind seine Ausbildung als Viertakter, dessen geringer Verschleiß eine längere Lebensdauer gewährleistet und die Austauschbarkeit der Zylinderbüchsen (Abb. 2).

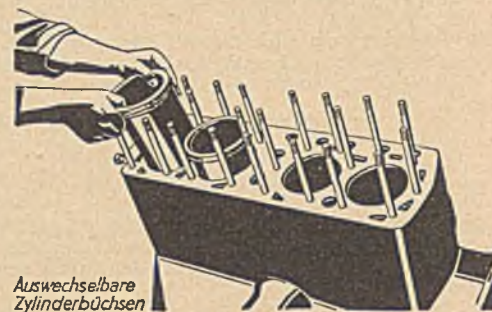


Abb. 2.

Damit auch an den Rädern keine Reparaturen entstehen können, sind diese als Vollscheibenräder aus einem Stück gegossen. Alle Verbindungsteile fallen fort.

Auf dem Hinterrade befinden sich Zwillingsscheiben. Im Gegensatz zum Lastkraftwagen, der nach der neuen Kraftverkehrsordnung nur noch mit Luftreifen zugelassen wird, kann die Zugmaschine mit den bedeutend wirtschaftlicheren Hochelastik-Vollgummireifen ausgerüstet werden. Hierdurch spart der Unternehmer schon wesentlich.

Die Differentialsperre erhöht die Fahrsicherheit besonders auf abschüssigen und schlüpfrigen Wegen; sie verhindert ein einseitiges Radrutschen. Die Höchstgeschwindigkeit beträgt, wie für alle Zugmaschinen vorgeschrieben, 16 km.

Dieser Hanomag-Diesel verspricht, durch die Einfachheit seiner Bauart, durch die Unverwundlichkeit seines Materials und durch seinen geringen Brennstoffverbrauch in Verbindung mit wenig Zeitaufwand für Pflege und Wartung die deutsche Zugmaschine zu werden.

Interessenten erhalten auf Wunsch durch die Hanomag in Hannover-Linden eine sehr lehrreiche Druckschrift zugesandt.

WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN.

Zur Wirtschaftslage. Im Laufe der letzten Woche sind nun endlich auch in Preußen die Richtlinien für die Vergebung von Hauszinssteuerhypothenen veröffentlicht worden, die ihrem Inhalt nach im wesentlichen mit den Reichsgrundsätzen übereinstimmen. Die Gemeinden werden nunmehr im eigenen Interesse bestrebt sein, die durch die verspätete Bekanntgabe der Richtlinien bereits nicht mehr vermeidbare Verzögerung des Baubeginns und der entsprechenden Entlastung des Arbeitsmarktes auf ein Mindestmaß zu beschränken und deshalb hoffentlich die Feststellung ihrer Wohnbauprogramme mit möglichster Beschleunigung betreiben.

Aus den Ereignissen der letzten Woche ist ferner bemerkenswert die Gründung der Internationalen Boden-Kreditbank in Basel unter Kapitalbeteiligung aus Frankreich, Schweiz, England, Schweden, Amerika und Deutschland. Ihr wesentlicher Zweck ist es, zwischen den kapitalarmen und kapitalreichen Ländern den Zinsausgleich zu fördern, d. h. praktisch gesehen den Abbau der überhöhten Realkreditkosten in Deutschland. Damit hat dieses Institut eine Aufgabe übernommen, deren Gelingen von ganz entscheidender Bedeutung für die deutsche Wirtschaftsentwicklung wäre, in erster Linie für die deutsche Bauwirtschaft. Das geringe Kapital der Bank von 25 Mill. sfrs. gibt allerdings deutlich genug zu erkennen, daß dieses Unternehmen vorerstmal als Experiment gewertet werden muß.

Die Reichstarifverhandlungen im Baugewerbe wurden wieder aufgenommen, ohne allerdings bisher viel mehr zu erreichen als eine Einigung über das Verfahren der bezirklichen Lohnverhandlungen, die vor allem darin besteht, daß an Stelle der bisherigen beiden bezirklichen Tarifämter künftighin nur ein Bezirkstarifamt tritt und auch von dem Zentraltarifamt keine bindende Entscheidung mehr getroffen werden kann. Auch die freien Verhandlungen über die Lohnhöhe in den Bezirken haben begonnen, jedoch sind sie, soviel bisher bekannt geworden, überall bald ergebnislos abgebrochen worden, so daß nunmehr die Tarifämter zu sprechen haben.

In allgemein wirtschaftlicher Beziehung verdient nach wie vor die zuversichtliche Haltung der Börse Beachtung.

Über die Bauvollendungen im Jahre 1930 in den deutschen Groß- und Mittelstädten liegen nunmehr die Ergebnisse vor. Es wurden fertiggestellt:

	1928	1929	1930
Wohngebäude ¹	31 680	32 122	33 241
Wohnungen ²	127 901	142 642	161 961
Öffentl. Gebäude ² (1000 m ³ umbauten Raum)	—	3 555	6 231
Gewerbl. Gebäude ² (1000 m ³ umbauten Raum)	—	13 354	12 518

¹ in 96 Städten, ² in 91 Städten.

Diese Zahlen überraschen außerordentlich, da in ihnen der zweifellos eingetretene Rückgang der Bautätigkeit im letzten Jahre nicht zum Ausdruck kommt, der nach allen anderen Unterlagen doch mindestens auf 20 bis 30% gegenüber dem Jahre 1929 geschätzt werden muß. Man kann jedoch auch nicht von den oben genannten Zahlen ohne weiteres auf den Umfang der Bautätigkeit schließen. Zunächst handelt es sich hier lediglich um den Hochbau in einer größeren Anzahl Städte. Hätte man auch den Tiefbau erfaßt, so ergebe sich besonders auf dem Gebiete des öffentlichen Baues ein ganz anderes Bild. Vor allem muß man aber auch berücksichtigen, daß die Zahl der Bauvollendungen im Hochbau für das letzte Jahr nur deshalb so hoch erscheint, weil eine ungewöhnlich hohe Zahl unvollendeter Bauten aus dem Jahre 1929 übernommen worden war, an denen eine nur relativ geringe Bautätigkeit zu leisten war. Hinzu kommt auch noch, daß die Größe der Wohnungen bei den neu begonnenen Bauten sich verringert hat, also auch hier die Baulistung relativ kleiner geworden ist. Von 100 errichteten Wohnungen in Groß- und Mittelstädten entfielen:

	1927	1928	1929	1930
auf Kleinwohnungen (1—3 Wohnräume)	34,2	35,6	43,0	49,4
auf Mittelwohnungen (4—6 Wohnräume)	62,6	60,4	53,8	48,2
auf Großwohnungen (über 6 Wohnräume)	3,2	4,0	3,2	2,4
	100,0	100,0	100,0	100,0

Hand in Hand mit der Verringerung der Wohnungsgrößen

stieg die Größe der Wohngebäude. Ein neuerstelltes Wohngebäude enthielt Wohnungen:

1920	1921	1922	1923	1924	1925	1926	1927	1928	1929	1930
3,5	2,9	2,8	3,0	3,1	3,2	3,6	3,9	4,0	4,4	4,9

Die Gesamtergebnisse der amtlichen Lohnerhebungen im Baugewerbe vom August 1929 sind nunmehr in Heft 4 von „Wirtschaft und Statistik“ S. 147 ff. veröffentlicht. Im ganzen wurden von der Erhebung in 7282 ausgewählten Betrieben, die sich auf sämtliche 26 Vertragsgebiete (außer Saargebiet und Danzig) verteilen, 228 104 Bauarbeiter über 19 Jahre erfaßt, und zwar

69 239	Maurer	30,4%	der Gesamtzahl
25 457	Zimmerer	11,2%	„
3 439	Zementfachtarbeiter	1,5%	„
2 823	Einschaler im Betonbau	1,2%	„
1 817	Zementarbeiter	0,8%	„
60 968	Bauhilfsarbeiter	26,7%	„
41 275	Tiefbauarbeiter	18,1%	„
21 038	Malergehilfen	9,2%	„
2 048	Dachdeckergesellen	0,9%	„

Nach den Ergebnissen der Erhebung betragen die durchschnittlichen Stundenverdienste aus allen Vertragsgebieten:

Berufsart (Männl. Arb. über 19 Jhr.)	Durchschnittlicher Stundenverdienst		Tarifmäßiger Stundenlohn	Stundenverdienst der Sp. 3 in % des Tariflohnes
	einschl. d. tarifl. Zuschl. Pf.	ausschl. d. tarifl. Zuschl. Pf.		
Maurer	146,6	145,5	130,4	111,6
Zimmerer	139,7	138,6	132,8	104,4
Zementfachtarbeiter	146,6	143,6	136,5	105,2
Einschaler im Betonbau	151,9	149,7	139,1	107,6
Zementarbeiter	133,5	131,1	125,1	104,8
Malergehilfen	134,1	133,6	131,5	101,6
Dachdeckergesellen	144,5	144,2	142,8	101,0
Bauhilfsarbeiter	114,7	113,4	110,0	103,1
Tiefbauarbeiter	97,1	95,5	91,5	104,4

Das vorliegende Gesamtergebnis bestätigt den aus früheren Teilergebnissen gewonnenen Eindruck, daß im Baugewerbe Effektivverdienst und Tariflohn sehr nahe beieinander liegen. Lediglich bei den Maurern weicht auch im Gesamtdurchschnitt der Effektivverdienst vom Tarifstundenlohn etwas stärker ab, was durch die hohen Akkordverdienste in einigen Tarifgebieten (besonders Hamburg und Berlin) bedingt ist.

Zur Beleuchtung des inneren Zusammenhanges zwischen Arbeitszeit und Lohn bzw. Tagesverdienst ist die Feststellung von Interesse, daß die Tagesverdienste nach den unteren Ortsklassen zu nicht so stark absinken wie die Stundenverdienste, weil die durchschnittliche Tagesarbeitszeit in umgekehrter Richtung anstieg.

Männliche Arbeiter über 19 Jahre	Großstädte darunter					Unterste Ortsklassen
	Insgesamt	Insgesamt ¹	mit Maurer-Akkordtarifa	sonstige	Mittelstädte ²	
					Kleinstädte ³	

Durchschnittlicher Stundenverdienst in Rpf.

Maurer	145,5	169,3	220,3	139,3	123,7	121,8	101,3
Zimmerer	138,6	151,9	169,4	136,7	121,2	120,7	99,4
Bauhilfsarbeiter	113,4	122,3	130,8	113,2	103,0	101,0	83,1
Tiefbauarbeiter	95,5	105,7	110,5	97,8	89,8	88,3	75,7

Durchschnittliche Bruttotagesverdienste in RM

Maurer	11,72	13,53	17,31	11,25	10,14	9,84	8,25
Zimmerer	11,27	12,22	13,56	11,04	9,98	9,76	8,47
Bauhilfsarbeiter	9,38	9,97	10,71	9,39	8,62	8,33	6,96
Tiefbauarbeiter	8,26	8,78	9,25	8,41	7,99	7,42	6,73

Durchschnittliche Tagesarbeitszeit insgesamt (Stunden)

Maurer	8,00	7,93	7,79	8,00	8,13	8,03	8,11
Zimmerer	8,06	7,97	7,90	8,03	8,20	8,05	8,46
Bauhilfsarbeiter	8,18	8,15	8,07	8,21	8,28	8,15	8,32
Tiefbauarbeiter	8,51	8,34	8,16	8,48	8,82	8,35	8,83

¹ Mit mehr als 100 000 Einwohnern (insgesamt 47). — ² Berlin, Hamburg, (einschl. Altona und Harburg-Wilhelmsburg), München und Chemnitz. — ³ Mit 50 000 bis 100 000 Einwohnern (insgesamt 40). — ⁴ Mit 25 000 bis 50 000 Einwohnern (insgesamt 73).

Von besonderem Interesse ist der Vergleich, der im August 1929 von den Bauarbeitern erzielten Verdienste mit den Vorkriegsverdiensten, der für alle Erhebungsorte über 25 000 Einwohner durchgeführt worden ist:

Berufsart	Br.-Stundenverd.			Brutto-Tagesverd.		
	August 1914	August 1929	Verdienststeigerung (Aug. 1914 = 100)	August 1914	August 1929	Tagesverdienststeigerung (Aug. 1914 = 100)
	Pf.	Rpf.	Std.	M	RM	Tagesverdienststeigerung

Alle Erhebungsorte mit mehr als 25 000 Einwohnern

Maurer	68,5	157,3	230	6,43	12,53	195
Bauhilfsarbeiter	54,1	118,2	218	5,08	9,65	190
Tiefbauarbeiter	52,1	103,9	199	4,91	8,70	177

darunter Großstädte mit mehr als 100 000 Einwohner

Maurer	74,3	170,7	230	6,85	13,53	197
Bauhilfsarbeiter	57,3	122,3	213	5,30	9,97	188
Tiefbauarbeiter	53,7	105,7	197	5,01	8,80	176

Großstädte mit Maurer-Akkord-Tarifen

Maurer	88,0	222,1	252	7,92	17,31	219
Bauhilfsarbeiter	60,6	132,7	219	5,49	10,71	195
Tiefbauarbeiter	56,3	113,4	201	5,22	9,25	177

Sonstige Großstädte

Maurer	67,8	140,6	207	6,33	11,25	178
Bauhilfsarbeiter	55,8	114,4	205	5,22	9,39	180
Tiefbauarbeiter	51,8	99,7	192	4,86	8,44	174

Mittelstädte mit mehr als 50—100 000 Einwohnern

Maurer	57,7	124,7	216	5,70	10,14	178
Bauhilfsarbeiter	46,7	104,0	223	4,61	8,62	187
Tiefbauarbeiter	46,8	95,6	204	4,58	8,33	182

Kleinstädte mit mehr als 25—50 000 Einwohnern

Maurer	54,9	122,5	223	5,40	9,84	182
Bauhilfsarbeiter	55,3	102,2	226	4,42	8,33	188
Tiefbauarbeiter	44,6	95,9	215	4,39	8,14	185

Bei der Bewertung der Ergebnisse muß allerdings in Betracht gezogen werden, daß eine genaue Effektivlohnstatistik für die Vorkriegszeit fehlt. Dafür liegen jedoch nahezu für alle Erhebungsorte die Arbeitszeiten und die tarifmäßigen Stundenlöhne vom 1. August 1914 vor, die sich schon damals von den tatsächlichen Stundenverdiensten nicht nennenswert unterscheiden. Zum Teil mußte auf nachträgliche schätzungsweise Angaben zurückgegriffen werden.

In der folgenden Tabelle ist sodann der Versuch unternommen, die reale Kaufkraft der im August 1929 erzielten Arbeitsverdienste mit der Kaufkraft der Vorkriegsverdienste zu vergleichen, indem die eingetretene Verteuerung der Lebenshaltung mit Hilfe der Reichsindexziffer der Lebenshaltungskosten (August 1929 = 154) ausgeschaltet worden ist. Die durchschnittlichen Tagesverdienste vom August 1929 betragen hiernach in Prozent der Vorkriegstagesverdienste:

Berufsart	Vor		Nach	
	Abzug der Lohnsteuer und der Versicherungsbeiträge der Arbeitnehmer			

Alle Erhebungsorte mit mehr als 25 000 Einwohnern

Maurer	126,6	120,8
Bauhilfsarbeiter	123,4	117,2
Tiefbauarbeiter	115,1	108,7

darunter Großstädte mit mehr als 100 000 Einwohnern

Maurer	128,3	122,1
Bauhilfsarbeiter	122,1	116,1
Tiefbauarbeiter	114,0	107,6

Berufsart	Vor Abzug der Lohnsteuer und der Versicherungsbeiträge der Arbeitnehmer.	Nach
Großstädte mit Maurer-Akkord-Tarifen		
Maurer	141,9	134,1
Bauhilfsarbeiter	126,6	119,1
Tiefbauarbeiter	115,1	108,6
Sonstige Großstädte		
Maurer	115,5	110,2
Bauhilfsarbeiter	110,9	111,7
Tiefbauarbeiter	112,8	106,8
Mittelstädte mit mehr als 50—100 000 Einwohnern		
Maurer	115,4	110,9
Bauhilfsarbeiter	121,5	115,4
Tiefbauarbeiter	118,4	111,0
Kleinstädte mit mehr als 25—50 000 Einwohnern		
Maurer	118,3	112,9
Bauhilfsarbeiter	122,4	116,3
Tiefbauarbeiter	120,5	114,8

Die durchschnittlichen Tagesverdienste der Maurer, Bauhilfs- und Tiefbauarbeiter hatten somit im August 1929 auch nach Abzug der Lohnsteuer und der Versicherungsbeiträge der Arbeitnehmer durchweg eine höhere Kaufkraft als vor dem Kriege.

Rechtssprechung.

Wird ein Gebäude von der Eigentumsgrenze durchschritten, so kann jeder Eigentümer mit dem auf seinem Grundstück stehenden Gebäudeteil nach Belieben verfahren. (Urteil des Reichsgerichts, VI. Zivilsenat, vom 20. November 1930 — VI 108/30.)

L. und R. sind Eigentümer zweier aneinander grenzender Grundstücke. Die Eigentumsgrenze durchschneidet ein Gebäude, das also zum Teil auf dem Grundstück des L., zum Teil auf dem Grundstück des R. steht. R. wollte den auf seinem Grundstück stehenden Teil niederreißen lassen. L. widersprach, der auf Grundstück des R. stehende Gebäudeteil sei von untergeordneter Bedeutung und gehöre daher mit zu dem auf seinem Grundstück stehenden Gebäudeteil, R. müsse ihn ohne Anspruch auf Entschädigung gegen L. stehen lassen. L. hat gegen R. auf Unterlassung geklagt.

Das Reichsgericht ist der Auffassung des R. beigetreten. R. und L. haben mit dem erworbenen Grundstück auch den darauf stehenden Gebäudeteil als wesentlichen Bestandteil des Grundstücks zu alleinigem Eigentum erworben. (§§ 94, I; 946 B. G. B.) Werden die Gebäude durch Niederreißen zerlegt oder werden die Teile des Gebäudes von einander getrennt, so bleiben die Teile auf den einzelnen Grundstücken im Eigentum der Partei, der das Grundstück gehört. Jede Partei kann also mit dem auf ihrem Grundstück stehenden Gebäude nach Belieben verfahren. R. ist, da eine andere Gesetzesvorschrift nicht besteht, gemäß § 903 B. G. B. berechtigt, in Ausübung seines Eigentumsrechts bis zur Grenzlinie sämtliche Stücke seines Gebäudeteils abzusägen, abzunehmen oder sonst niederzureißen oder abzutrennen. Nur soweit die Stücke in das Grundstück des L. hineinragen, darf er sie nicht entfernen.

PATENTBERICHT.

Wegen der Vorbemerkung (Erläuterung der nachstehenden Angaben) s. Heft I vom 6. Januar 1928, S. 18.

Bekanntgemachte Anmeldungen.

Bekanntgemacht im Patentblatt Nr. 7 vom 19. Februar 1931.

- Kl. 5 b, Gr. 41. A 730. ATG Allgemeine Transportanlagen-Ges. m. b. H., Leipzig W 32, Schönauer Straße. Tagebauanlage mit zwischen dem Gewinnungsgerät und der Förderbrücke angeordnetem, teilweise im Portal des Gewinnungsgeräts untergebrachtem Querförderer. 25. I. 30.
- Kl. 5 b, Gr. 41. L 75 188. Lübecker Maschinenbau-Gesellschaft, Lübeck. Verfahren zur Vorbereitung der Strossenenden für den Tiefschnitt der Abraumtiefbagger einer auf der Kohle fahrenden Förderbrücke. 25. V. 29.
- Kl. 5 b, Gr. 41. L 75 912. Lübecker Maschinenbau-Gesellschaft, Lübeck. Verfahren zum Abbau mächtiger Deckgebirge in Tagebauen in mehreren Schnitten. 10. VIII. 29.
- Kl. 5 c, Gr. 9. T 35 391. Alfred Thiemann G. m. b. H., Dortmund, Brandenburger Straße 13. Einrichtung zum Einlegen von Pfändungseisen. 19. XII. 27.
- Kl. 5 c, Gr. 10. B 140 268. Carl Bönnemann, Bonn, Trierer Straße 84. Dreiteiliger eiserner Grubenstempel. 23. XII. 26.
- Kl. 7 f, Gr. 10. K 230. Paul Knippschild u. Wilhelm Steffen, Hagen-Halden i. W., Lennestraße. Verfahren zur Herstellung von Rippenunterlagplatten für Eisenbahnweichen. 28. I. 30.
- Kl. 19 a, Gr. 2. S 13130. Dr.-Ing. Friedrich Sammet, Karlsruhe i. B., Klosestr. 15. Dübel zum Eingießen, Einpressen, Einschrauben oder Einschlagen mit am Umfang angeordneten Rippen. 15. IV. 30.
- Kl. 19 a, Gr. 11. H 123 109. August Hahmann, Hannover, Am Schiffgraben 17, August Henkes, Hannover, Bodeker Straße 1 F, u. Friedrich Rode, Kassel, Oberste Gasse 4. Gelenklager für Eisenbahnschienen. 30. VIII. 29.
- Kl. 19 a, Gr. 15. K 116 307. Kraberhall, Inc., Philadelphia, Penns., V. St. A.; Vertr.: Dipl.-Ing. B. Kugelman, Pat.-Anw., Berlin SW 11. Schraubensicherung, bestehend aus einem Sperrstift, der in eine in der Stirnseite der Mutter angeordnete Nut eingetrieben wird. 24. VIII. 29.
- Kl. 19 a, Gr. 23. K 105 666. Dipl.-Ing. Franz Kruckenberg, Heidelberg, Unter der Schanz 1. Schienenträgerwerk mit großen Spannweiten für Hängeschnellbahnen; Zus. z. Pat. 474 667. 25. VIII. 27.
- Kl. 19 a, Gr. 23. Sch 2130. Georg Schönfeld, Berlin-Zehlendorf-Mitte, Bergmannstr. 3. Seileinband für Tragscile an Seilbahnen. 10. I. 30.
- Kl. 19 a, Gr. 24. E 39 131. Elektrowerke Akt.-Ges., Berlin W 62, Kurfürstenstr. 112/112 a. Schienenbefestigung für leicht verlegbare Gleise. 18. IV. 29.
- Kl. 19 a, Gr. 26. G 74 602. Gesellschaft für wirtschaftlichen Bahnoberbau m. b. H., Freiburg i. Br., Scheffelstr. 32. Nahtschweißverbindung, insbes. für Schienenstöße; Zus. z. Anm. H 110 876. 22. X. 28.
- Kl. 19 d, Gr. 5. K 110 229. Fried. Krupp Grusonwerk A.-G., Magdeburg-Buckau. Drehbrückenantrieb. 9. VII. 28.
- Kl. 20 i, Gr. 35. B 37330. Johannes Behmer, Hamburg 19, Grundstraße 15. Sicherungseinrichtung für den Eisenbahnbetrieb; Zus. z. Anm. B 145 344. 27. X. 30.
- Kl. 37 a, Gr. 3. J 40 124. Professor Ludwig Jahn, Düsseldorf, Mauerstr. 13. Decke aus nebeneinander verlegten Holzkästen. 14. XII. 29.
- Kl. 37 b, Gr. 5. L 72 445. Willi Leymers, Minden i. W., Tränkestr. 5. Maurerputzhaken aus einem spitzen Dorn und auf dem Schaft des Dornes verschiebbaren Klemmbügel. 21. VII. 28.
- Kl. 38 i, Gr. 1. W 83 118. Heinrich Wigger & Co. u. Dipl.-Ing. Reinold Bömcke, Unna, Westf. Vorrichtung zum Entrinden von Hölzern. 5. VII. 29.
- Kl. 84 a, Gr. 3. H 122 988. Dr.-Ing. F. Heyn, Aachen, Ronheider Weg. Stauanlage mit einem Grundablaß und darüberliegendem selbsttätigen Heber. 21. VIII. 29.
- Kl. 84 a, Gr. 3. H 123 081. Dr.-Ing. Werner Heyn, Hamburg, Sierichstr. 52. Selbsttätiger Heber für Stauwerke. 28. VIII. 29.
- Kl. 84 a, Gr. 6. L 62 967. Dipl.-Ing. Hans Lenz, Schweinfurt a. M., Ludwigstr. 21. Spülkammer vor dem Einlaufbauwerk eines Werkkanals. 17. IV. 25.
- Kl. 84 a, Gr. 6. Sch 89 627. Gerhard Schulze-Pillot, Danzig-Langfuhr, Taubenweg 8; Vertr.: Prof. M. Stange, Berlin W 57, Großgörschenstraße 31. Reinigungsvorrichtung für die Harke einer Rechenputzmaschine. 1. IV. 27.
- Kl. 84 c, Gr. 2. G 76 027. Otto A. Gielow, München, Linprunstr. 54. Vortreibrohr zur Herstellung von Betonpfählen aus mehreren mit Verstärkungsringen versehenen kegeligen Rohrschüssen. 30. III. 29.
- Kl. 84 c, Gr. 2. P 55 348. Arturo Piccini, Mailand, Italien; Vertr.: I. u. L. Schmetz, Aachen, Boxgraben 47. Anlage zur Herstellung von Spundwänden, insbes. für Verschanzungen. 30. V. 27. Italien 14. I. 27.
- Kl. 84 d, Gr. 5. M 28 691. N. V. Gebroeders de Korte's Scheepswerf Moerdijks Welvaren, Moerdijk, Holland; Vertr.: Dipl.-Ing. C. Huß, Pat.-Anw., Berlin SW 61. Süll am Laderaum eines Schwimmbaggers. 12. IV. 28. Holland 8. III. 28.
- Kl. 85 b, Gr. 2. B 139 111. Bamag-Meguain Akt.-Ges., Berlin NW 87, Reuchlinstr. 10—17. Vorrichtung zum Reinigen von Flüssigkeiten. 29. VIII. 28.