

DER BAUINGENIEUR

21. Jahrgang

5. Dezember 1940

Heft 45/46

AUS DER GESCHICHTE DER TECHNISCHEN HOCHSCHULE IN WIEN (1815—1940).

Von Dr. techn. Alfred Lechner, o. Professor an der Technischen Hochschule in Wien.

DK 378 (436)

Schon 1670 hatte Franz v. Griener eine Ingenieurschule in Wien gegründet, und 1717 wurde von Kaiser Karl VI. über Anregung des Prinzen Eugen eine Ingenieurschule, eine „freie Hochschule für technische Kriegsstudien“ errichtet¹, die erst später in eine rein militärische Schule umgewandelt wurde.

Geben diese und die in anderen Städten Österreichs bestehenden Ingenieurschulen sowie die Abhaltung von Vorlesungen über technische Gegenstände an verschiedenen Universitäten Zeugnis von dem Bestreben in Österreich, die „technischen Künste“ zu pflegen, so wäre es doch verfehlt, die Ingenieurschulen als Vorbilder des Polytechnischen Institutes in Wien ansehen zu wollen. Dieses erweist sich in seinem Aufbau und seinem Zweck als eine erstmalige Schöpfung, die kein ähnliches Vorbild besaß, wenn auch die École polytechnique in Paris hinsichtlich ihres Zweckes sicherlich anregend auf die Errichtung der ständisch technischen Lehranstalt in Prag und damit auch für die Entstehung des Polytechnischen Institutes in Wien gewirkt hat. 1797 war bereits die Errichtung des Polytechnischen Institutes in Wien von Kaiser Franz II. angeordnet worden, und der Prager Universitätsprofessor Franz Joseph Gerstner hatte den Auftrag zur Erstattung des Organisationsentwurfes erhalten. Aber die Errichtung mußte mit Rücksicht auf die durch die Kriege, in welche Österreich damals verwickelt war, erschöpften Staatskassen einstweilen zurückgestellt werden.

Unterdessen wurde über Anregung Gerstners von den böhmischen Ständen für die in Böhmen heimischen Gewerbe eine technische Lehranstalt in Prag ins Leben gerufen (1806), und diese gab Veranlassung zur neuerlichen Beratung darüber, „ob es nicht notwendig und nützlich wäre, etwas Ähnliches in Wien zu errichten“. Inmitten der napoleonischen Kriege fanden die diesbezüglichen Beratungen statt; zur Erstattung des Organisationsentwurfes nach den Richtlinien, welche die Hofkammer, der die oberste Leitung des Fabrikwesens und des Handels zukam, ausgearbeitet hatte, wurde der Direktor der Realakademie zu St. Anna in Wien, Johann Joseph Pechtl, ausersehen (Abb. 1). Dieser hatte durch sein Buch

„Über die Fehler in der Erziehung vorzüglich in Hinsicht auf die

gesellschaftlichen Übel“ die Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit auf sich gelenkt und durch seine von der Harlemer Akademie der Wissenschaften (1805) preisgekrönte Schrift „Über die Physik des Feuers“ die Anerkennung der Gelehrtenwelt erhalten. Bei der Gründung der Real- und Navigationsschule in Triest hatte er sein Organisationstalent bereits bewiesen.

Pechtls Entwurf trug dem Wunsche der Hofkammer, durch wissenschaftlichen Unterricht das Aufblühen der inländischen Industrie zu fördern, in weitgehendstem Maße durch die darin entwickelte „Technische Lehrmethode“ Rechnung. In dem genehmigten Organisationsstatut ist die große Idee zum Ausdruck gebracht; sie sei hier wörtlich wiedergegeben²: „Das k. k. Polytechnische Institut ist eine Zentralbildungsanstalt für den Handel und für die Gewerbe durch die Verbreitung eines zweckmäßigen, ihre Vervollkommnung begründenden wissenschaftlichen Unterrichtes, ein Sammelplatz für die von den Wissenschaften ausgehenden Beförderungsmittel der Nationalindustrie, von welchem aus sich Belehrung und Rat für die Vervollkommnung der nützlichen Künste verbreitet, ein Verein nützlicher Kräfte zur Emporhebung des inländischen Gewerbefleißes durch jede Art wissenschaftlichen Einflusses. Das Polytechnische Institut wird also das Wesentliche dreier Anstalten

in sich vereinigen, von denen jede für sich schon wesentlich zur Erhöhung der technischen Künste und des Nationalwohlstandes beitragen wird, nämlich einer technischen Lehranstalt, eines Konservatoriums für Künste und Gewerbe und eines Vereines zur Beförderung der Nationalindustrie.“ An einer anderen Stelle fügt Pechtl diesen Zeilen noch folgende hinzu: „Das Polytechnische Institut wird für die gewerbefleißigen Stände, für die nützlichen Künste und für die technischen Staatsdienste dasjenige sein, was die Universitäten zunächst für die Bildung der Staatsbeamten und für die Wissenschaften selbst sind.“ Daraus geht die Stellung und die Bedeutung des Polytechnischen Institutes wohl deutlich hervor.

Die Professoren waren denen der philosophischen Fakultät der Wiener Universität gleichgestellt, und die Hörer besaßen die gleichen Rechte wie jene der „hohen Schule“. Dem Polytechnischen Institute, dessen Lehranstalt sich in eine technische und

² Jahrbücher des k. k. polytechnischen Institutes in Wien. I (1819) S. 1.



Abb. 1. J. J. Pechtl.



Abb. 2. Das Hauptgebäude der Technischen Hochschule. Ansicht aus dem Jahre 1880.

¹ Pot en, B.: Geschichte des Militär-Erziehungs- und Bildungswesens in den Landen deutscher Zunge. Bd. XV, 3. des Gesamtwerkes Monumenta Germanica Paedagogica. Berlin 1893.

in eine kommerzielle Abteilung gliederte, war eine zweiklassige Vorbereitungsschule, die Realschule, angegliedert. Die Wunden, welche die langen Kriege und der Zerfall des Reiches geschlagen hatten, sollten durch eine schnelle Entwicklung der Nationalindustrie geheilt werden, und hiezu sollte das Polytechnische Institut mit seiner Unterrichtsanstalt, dem Konservatorium für Künste und Gewerbe und dem Verein zur Beförderung der Nationalindustrie beitragen.

Nach der siegreichen Beendigung des Krieges gegen Frankreich konnte an die Errichtung des Institutes geschritten werden. Die Gründe des Grafen L o s é auf der Wieden wurden erworben und J. J. P r e c h t l zum Direktor des Institutes ernannt. Am 6. November 1815 eröffnete dieser mit einer inhaltsreichen, heute noch sehr lesenswerten Rede das Institut. Die feierliche Grundsteinlegung zu dem neuen Gebäude, das von Schemerl v. L e i t e n b a c h errichtet wurde, fand am 14. Oktober 1816 durch den Kaiser statt. Das Hauptgebäude war bereits im Jahre 1818 fertiggestellt (Abb. 2). Der Unterricht wurde bis dahin in den alten Gebäuden, die sich auf dem Losé'schen Boden befanden, erteilt. Bemerkenswert ist folgender Satz in der amtlichen Wiener Zeitung vom 25. Oktober 1817: „In dieser Form nähert sich eine Anstalt, welche rücksichtlich ihrer Umfang, ihrer Hilfsmittel und ihrer praktischen Wirksamkeit eines der größten und nützlichsten Institute D e u t s c h l a n d s sein wird, allmählich ihrer Vollendung.“

Die Gegenstände, welche an der technischen Abteilung gelehrt wurden, waren: allgemeine technische Chemie, spezielle technische Chemie, Physik, Mathematik, Mechanik und Maschinenlehre, praktische Geometrie (Feldmeßkunde), mechanische Technologie, Land- und Wasserbaukunst. Es lag also damals das gesamte Bauingenieurwesen in der Hand eines Fachprofessors. In der kommerziellen Abteilung erstreckte sich der Unterricht auf Geschäfts- und Korrespondenzstil, Merkantilrechnungskunst, kaufmännische Buchhaltung, Handelswissenschaften, Handels- und Wechselrecht, Handelsgeographie und Geschichte, sowie auf Warenkunde. An Sonntagen wurden von Johann A r z b e r g e r, Professor der Mechanik und Maschinenlehre, populäre Vorlesungen über Mechanik abgehalten, die jedermann zugänglich waren. Die Technische Hochschule in Wien war also die erste, die volkstümliche Vorträge technischen Inhaltes veranstaltet hat.

Dem Polytechnischen Institute kam durch Begutachtung von Erfindungen und Privilegien der Charakter einer „Kunstbehörde“ zu. Mit dem Institute war eine mechanische Werkstätte verbunden, die von G. v. R e i c h e n b a c h eingerichtet worden war, welche die zum Unterricht und zur Forschung notwendigen Instrumente liefern sollte. Aus ihr sind Werke der Feinmechanik in die Welt hinausgegangen. Astronomische Instrumente erhielten von ihr die Sternwarten in Wien, Prag, Mailand und Padua, geodätische Apparate der Generalstab. Das Modellenkabinett, dessen Grundstock die bei der Gründung überlassenen Apparate der mechanischen Sammlung der Hofburg bildeten und durch Ankauf der W i e b e k i n g s c h e n Sammlung vermehrt worden war, wurde durch sie mit Apparaten und Modellen von seltener Gediegenheit beliefert. Die von Prechtel herausgegebenen Jahrbücher, in welchen Originalarbeiten und Berichte über Erfindungen Aufnahme fanden, trugen dazu bei, das Ansehen der Anstalt als Forschungsstätte in der ganzen Welt bekanntzumachen. Das Polytechnische Institut entwickelte sich in kürzester Zeit zu hoher Blüte. Die großen technologischen Sammlungen, wie das Fabriksproduktenkabinett und die Werkzeugsammlung, ferner das Modellenkabinett und die mathematisch-astronomische Sammlung übten eine große Anziehungskraft auch für das Ausland aus. Im Jahre 1816 sind am Polytechnischen Institute von P r e c h t l und A r z b e r g e r die bedeutsamen Versuche, die Werkstätte mit Steinkohlengas zu beleuchten, aufgenommen und 1817 in größerem Umfang zur Beleuchtung von Straßen Wiens aufgenommen worden. Es war dies die erste Gasbeleuchtung auf dem Kontinent! Um dieselbe Zeit hatte auch der Chemiker P. T. M e i ß n e r die Luftheizung erfunden.

Von den Professoren seien S. S t a m p f e r, der auf dem Gebiete der Geodäsie hervorragende Leistungen vollbrachte, G. A l t-

m ü t t e r, der wissenschaftliche Begründer der mechanischen Technologie, Franz Anton G e r s t n e r, der Erbauer der ersten Eisenbahn mit Pferdeantrieb auf dem Kontinent (Linz—Budweis), Franz R i e p l, der geistige Schöpfer der Nordbahn, Adam B u r g, der die abstrakten Lehren der Mechanik für den Maschinenbau nutzbringend zu verwerten trachtete, Josef S t u m m e r, Professor der Bauwissenschaften, welcher die weitere bauliche Gestaltung des Institutes vornahm, und A. S c h r ö t t e r, der Entdecker des roten Phosphors, besonders hervorgehoben. Von den Assistenten seien wegen ihrer späteren Berühmtheit Karl K a r m a r s c h, der bedeutende Technologe und Organisator der Technischen Hochschule in Hannover, Ferdinand R e d t e n b a c h e r, der Begründer des wissenschaftlichen Maschinenbaues und späterer Direktor der Technischen Hochschule in Karlsruhe, ferner Christian D o p p l e r, der durch das von ihm entdeckte und nach ihm benannte Prinzip zu den Begründern der modernen Physik gehört, und endlich Wilhelm E n g e r t h, dessen Semmeringlokomotive seinen Namen unsterblich machte, genannt. Der Zeitraum der Direktion Prechtls (1815—1849) war eine Blüte- und Glanzzeit des Institutes. Dasselbe galt als Muster für die später im Reiche errichteten Anstalten.

Leider wurde die ruhige Entwicklung, nachdem Prechtel (1849) in den Ruhestand getreten war, durch politische Ereignisse gehemmt. Der Nachfolger Prechtls, Adam v. B u r g, wurde wegen seines Eintretens für seinen Assistenten, der angeblich in eine hochverräterische Verschwörung, welche die Losreißung Ungarns von Österreich bezweckte, verwickelt war, der Stellung als Direktor enthoben und Oberst P l a t z e r mit der Leitung des Institutes betraut. Die militärische Leitung — Nachfolger Platzers wurde Oberst S m o l a — dauerte bis zum Herbst 1858. Erst unter dessen Nachfolger G. H a l t m e y e r traten wieder geregelte Verhältnisse ein. Die schnelle Entwicklung, welche die Technik genommen hatte, forderte eine Änderung der Verfassung des Institutes, vor allem eine Vertiefung in die technischen Wissenschaften. Die dadurch bedingte Vergrößerung der Zahl der Lehrkanzeln nötigte nun, da der Raum, trotz des seit 1839 vollständig ausgebauten Gebäudes, sich als zu klein erwies, ein Abgehen von dem großzügigen Plane Prechtls. Es wurde die Realschule vom Institute getrennt, die kommerzielle Abteilung und die Werkstätte aufgelassen, die Gewerbezeichenschule, die seit 1824 am Institute bestand, ebenfalls ausgeschieden und mit der neuerrichteten Kunstgewerbeschule vereinigt. Die an verschiedenen Orten neu errichteten Realschulen hatten eine allgemeine und reale Bildung zu vermitteln und die Vorbereitung zum Besuch des Institutes zu leisten; die Handelsakademie, die Exportakademie, welche später zur Hochschule für Welthandel erhoben wurde, haben in der kommerziellen Abteilung bereits ihr Vorbild gefunden. Die Werkstätte übernahm G. S t a r k e und führte sie außerhalb der Hochschule selbständig weiter. Auch der 1837 gegründete Niederösterreichische Gewerbeverein verdankt seine Gründung dem in der Verfassung des Polytechnischen Institutes vorgesehenen Verein zur Beförderung der Nationalindustrie.

Die Neugründungen sprechen aber für die Richtigkeit der Prechtlschen Idee; sie war nur zu umfassend und ihrer Zeit voraus-eilend gewesen.

Die verschiedenen Reformbestrebungen haben mit dem Gesetz und dem neuen Statut vom Jahre 1872 ihren Abschluß gefunden. Die ehemalige technische Abteilung gliederte sich in fünf Fachabteilungen: Bauingenieurwesen, Architektur (bereits seit 1865 bestehend), Maschinenbau, Chemie und die allgemeine Abteilung, in welcher jene Gegenstände eingereiht wurden, die nicht zur Fachausbildung gehören. Mit dem gleichen Gesetz wurde die Bezeichnung Polytechnisches Institut in „T e c h n i s c h e H o c h s c h u l e“ umgewandelt. Schon seit 1866 steht, zufolge Statut vom Jahre 1865, an der Spitze der Anstalt der aus dem Kreise der ordentlichen Professoren vom Kollegium jährlich gewählte Rektor. Die Fachabteilungen werden von „Dekanen“ geleitet. Das oberste Ziel der Hochschule ist die Vermittlung der höchsten wissenschaftlichen und, soweit es möglich ist, auch praktischen Ausbildung. In dem Maße, als das Polytechnische Institut sich

immer mehr der Pflege der technischen Wissenschaften allein zuwandte und von seiner einstigen Bestimmung, Zentralbildungsanstalt für Handel und Gewerbe zu sein, abwich, griff der Gewerbeverein die Förderung des gewerblichen Unterrichtes auf und war bestrebt, die entstandene Lücke durch besondere Institute, wie das Technologische Gewerbemuseum, auszufüllen. Die am Institute wirkenden Lehrkräfte waren durchwegs ausgeprägte Charaktere. Es ist daher wohl verständlich, wenn diese Persönlichkeiten, von denen zwei noch mit den schönen Künsten — der Text von Schuberts Deutscher Messe stammt von dem Physikprofessor Philipp Neumann, der sich auch der Wertschätzung Goethes erfreute, und Altmüters Name steht in Grillparzers Selbstbiographie — verknüpft bleiben, nicht ohne Einfluß auf ihre Schüler geblieben sind. Ein ehemaliger Hörer, Wilhelm Exner, hat die große Idee Prechtl's richtig verstanden und die hohe Bedeutung des Versuchswesens frühzeitig erkannt. Mit Hilfe des Gewerbevereines schuf Exner die technischen Versuchsanstalten und wurde auch der Gründer des Technischen Museums in Wien.

Das Statut vom Jahre 1872 bildete noch bis zum Umbruch den gesetzlichen Rahmen, in welchem die weitere Entwicklung der Technischen Hochschule in Wien sich vollzogen hat.

Seit 1901 besitzt die Technische Hochschule das Promotionsrecht, und seit 1903 führt der Rektor den Titel „Rector magnificus“ und ist berechtigt, die Rektorkette zu tragen³.

Im Jahre 1917, während des Weltkrieges, wurde durch kaiserliche Verordnung der Titel Ingenieur gesetzlich geschützt. Seit 1928 führen die Fachabteilungen die Bezeichnung „Fakultäten“, die allgemeine Abteilung erhielt die Bezeichnung „Fakultät für angewandte Mathematik und Physik“.

Die Entwicklung der Technischen Hochschule seit 1866 brachte eine bedeutende Vermehrung der Lehrkanzeln mit sich; sie forderte die Errichtung von Forschungsinstituten und Prüfungsanstalten und daher auch die bauliche Ausgestaltung. Im Laufe der Zeit entstanden vor dem Weltkriege das mechanisch-technische Laboratorium (1901) durch Tetmajer, welches von Kirsch und namentlich von Ludwik und Rinagl zur Technischen Versuchsanstalt erweitert wurde, das Elektrotechnische Institut (1903) durch Hochenegg, das Aeromechanische Laboratorium durch Knoller (1912), die Versuchsanstalt für Gasbeleuchtung, Brennstoffe und Feuerungsanlagen durch Strache (1913).

In der Zeit nach 1918 gelang es den Bemühungen Professor Bambergers, die Gebäude der ehemaligen Kriegsschule für die Zwecke der Technischen Hochschule zu erwerben. Dasselbst konnten die chemischen Institute, das Maschinenbaulaboratorium und die Lehrwerkstätte untergebracht werden. In Neubauten auf der Gumpendorferstraße befinden sich eine Anzahl von Lehrkanzeln für Maschinenbau sowie das Institut für chemische Technologie anorganischer Stoffe und das Institut für Kinematographie. 1926 entstand das hydrologische Institut und der Bauhof, welcher für die praktische Ausbildung der Hörer der Fakultäten des Bauingenieurwesens und der Architektur bestimmt ist, also einen ähnlichen Zweck wie die früher genannte Lehrwerkstätte für die Hörer der Fakultät des Maschinenwesens zu erfüllen hat⁴. In den darauffolgenden Jahren erfolgte die Errichtung des Erdbaulaboratoriums, des Institutes für Fernmeldetechnik und des Hochspannungslaboratoriums.

Die Technische Hochschule hat die vom Polytechnischen Institut übernommene Tradition treulich bewahrt und fortgesetzt; würdig lassen sich Namen und Leistungen von Lehrern und Schülern an die früher genannten reihen. So wirkten an der Fakultät für Bauingenieurwesen besonders verdienstvoll: die Brückenbauer und die Baustatiker G. Rebhann, E. Winkler, E. Brik und A. Zschetzsche, die Tunnelbauer F. Rziha und L. Oerley, der Professor des Wasserbaues R. Halter, ferner die Geologen F. Hochstetter und F. Toulia und die Geodäten J. Hartner, A. Schell und E. Dolezal, der

Gründer des Photogrammetrischen Institutes und der geistige Schöpfer des Österreichischen Amtes für Vermessungswesen und der Österreichischen Gesellschaft für Photogrammetrie. Aus der Bauingenieurschule sind u. a. hervorgegangen: der weltberühmte Brückenbauer E. Melan, der Schöpfer des hydrographischen Zentralbüros in Wien E. v. Luda, die Wasserbauer R. Siedek und G. Wex, die Eisenbahntechniker R. Gunesch und R. Gerlich, der Professor des Eisenbetons R. Saliger, die Brückenbauer C. Haberkalt und R. Schönhofer, die Baustatiker K. Girkmann und E. Chwalla und der Vorkämpfer der Luftphotogrammetrie R. Scheimpflug. Jeder hier verzeichnete Name ist verknüpft mit einer technischen Leistung, wobei bemerkt sei, daß diese Leistungen sich auf das gesamte Gebiet des Bauingenieurwesens erstrecken. Z. B. ist der Anteil des Polytechnischen Instituts an den Anfängen des Eisenbahnwesens bereits durch die Namen F. A. Gerstner, F. Riepl und J. Stummer v. Traunfels gekennzeichnet worden; er ist weiter durch R. Gunesch und R. Gerlich bei Erbauung der Brenner- und St. Gotthardbahn durch Rziha und Oerley bei den Alpenbahnen gegeben. Oerley gebührt auch das Verdienst, als in dem Auto ein neues Verkehrsmittel entstand, den dadurch bedingten Ausbau der Straßen sein besonderes Augenmerk zugewandt zu haben. Als die Verwendung von Seilbahnen in größerem Ausmaß als bisher sich als zweckmäßig erwiesen hatte, war es R. Findeis, welcher die Wichtigkeit der Seilbahnen richtig erkannt hat und auf diesem neuen Gebiet theoretisch und praktisch mit Erfolg arbeitete. Rebhann las schon als Dozent über „Anwendungen der Mechanik auf Zweige der Baukunst“ und führte den Gegenstand Baumechanik ein. Rebhann und E. Winkler haben die Wiener Schule des Brückenbaues gegründet, aus der die obengenannten Ingenieure hervorgegangen sind. Die Werke beider Forscher werden von fachmännischer Seite als grundlegend bezeichnet. Der jetzige Professor des Brückenbaues F. Hartmann setzt ihr Werk fort. Halter hat als Bauleiter an der Donau-regulierung mitgearbeitet und für die Ausgestaltung der Donau als Großschiffahrtsstraße wertvolle Beiträge geliefert. F. Schaffernak führte das Experiment im neuzeitlichen Unterricht des Wasserbaues ein, und ihm ist die Errichtung des Hydrologischen Institutes zu verdanken. Der Eisenbetonbau erhielt durch R. Saliger seine besondere Pflege und Weiterentwicklung. An der Fakultät für Architektur wirkten H. v. Ferstel, der Erbauer der Votivkirche und der Wiener Universität, F. v. Krauß, K. Mayröder und M. Ferstel, ferner die Kunsthistoriker K. v. Lützwitz, J. Neuwirth und M. Dreger. Die meisten heute an den Technischen Hochschulen in Wien, Prag, Brünn und Graz tätigen Professoren sind aus der Wiener Architektur-schule hervorgegangen. An der Fakultät für Maschinenwesen lehrten der bahnbrechende Forscher auf dem Gebiete der schnelllaufenden Kolbendampfmaschine J. Radinger, ferner die Prof. v. Grimburg, Hauffe, Kobes, Seidler, Gölsdorf und Sanzin, der Flugtechniker R. Knoller, die Technologen F. v. Arzberger, Kick und Ludwik. Aus der Maschinenbauschule sind hervorgegangen der Erfinder der nach ihm benannten Ventilsteuerung Alfred Collmann, der Erfinder der schnellläufigen Wasser-Niederdruckturbine V. Kaplan, der Geschützkonstrukteur A. Dirmoser, die Maschinenbauer J. Hörbiger und E. A. Kraft. An der Unterabteilung für Elektrotechnik ragen die Namen A. Waltenhofen, K. Hochenegg, K. Pichelmayr und J. Sahulka hervor. Aus dieser Schule sind M. Vidmar, H. v. Buol, A. Meißner und andere hervorgegangen. Die Fakultät für technische Chemie vermag unter vielen anderen die Namen A. Schrötter, I. Hlasiwetz, A. Bauer, H. Strache, M. Bamberg und J. Eder aufzuweisen.

Die Grundlage für die gediegene Fachausbildung erhielten die Ingenieure in den theoretischen Gegenständen, wie Mathematik, Mechanik, Physik und darstellende Geometrie. Wenn der ostmärkische Ingenieur im Reich und im Ausland sich einer besonderen Beliebtheit als Konstrukteur erfreut, so verdankt er dies zum nicht geringen Teil der Ausbildung, die er durch den Unterricht in der darstellenden

³ Vgl. Neuwirth: Die k. k. Technische Hochschule in Wien. 1815—1915.

⁴ Die Lehrwerkstätte ist eine Schöpfung Professor J. Urbaneks. Der Bauhof wurde von Professor F. Rinagl gegründet.

den Geometrie genossen hat. Man kann direkt von einer Wiener Schule der darstellenden Geometrie sprechen. Sie wurde von R. Staudigl gegründet und von E. Müller und Th. Schmid weiter ausgebaut. Unter den Mathematikern ragen E. Czuber und Th. Vahlen, unter den Professoren der Mechanik J. Finger, L. v. Tetmajer und K. Wieghardt hervor. Mit Stolz kann die Wiener Technische Hochschule die Physiker F. Hasenöhrl und G. Jäger als ihre ehemaligen Lehrkräfte nennen.

Die hervorragende Lehr- und Forschertätigkeit des gesamten Lehrpersonals hat den manchmal hervortretenden Mangel neuerzeitlicher Laboratoriumseinrichtungen, der durch Sparmaßnahmen

hervorgerufen war, ausgeglichen und wesentlich dazu beigetragen, das Ansehen der Wiener Technischen Hochschule zu erhalten.

Die Technische Hochschule in Wien hat seit ihrer Gründung regsten Anteil an dem technischen Fortschritt genommen, ihren deutschen Charakter im Wandel der Zeiten bewahrt und ist sich ihrer Mission, deutsche Kultur zu pflegen und zu vermitteln, stets bewußt gewesen. Im Reiche Adolf Hitlers fällt der Technik im Aufbauwerke und in der Verteidigung des Vaterlandes eine besondere Rolle zu. Wohlgerüstet steht die Technische Hochschule bereit, an der Lösung der herantretenden Aufgaben mitzuarbeiten.

DIE BERECHNUNG BESONDERER RÄUMLICHER PFAHLROSTE.

Von Dr.-Ing. H. Bay, Hamburg.

DK 624.156.25.046

I. Allgemeines.

Räumliche Pfahlroste werden fast ausschließlich als doppelt symmetrische Systeme ausgebildet mit Rücksicht auf die damit verbundenen Rechnungsvereinfachungen. Rammtechnische Gründe, nicht zuletzt auch die Rücksicht auf eine möglichst gleichmäßige Krafteintragung aus den Pfählen in den Baugrund, können aber auch eine andere Anordnung als geboten erscheinen lassen,

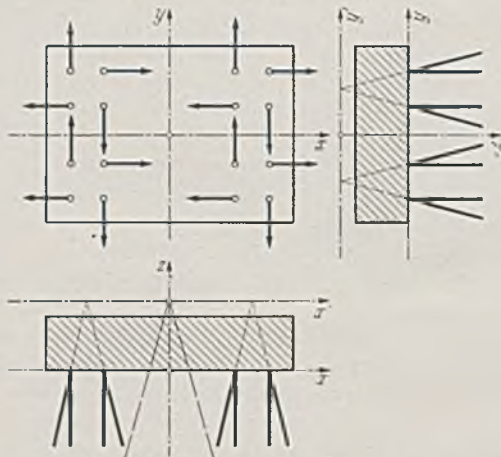


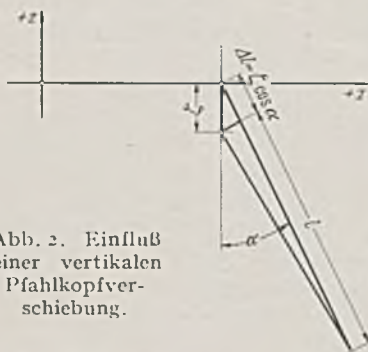
Abb. 1. 16-pfähliger räumlicher Pfahlrost ohne doppelte Symmetrie.

bei der die vereinfachenden Bedingungen der doppelten Symmetrie jedoch nicht mehr zu erreichen sind. Abb. 1 zeigt ein derartiges System eines nach verschiedenen Richtungen durch starke waagerechte Kräfte beanspruchten Pfahlrostes, die im übrigen exzentrisch zur lotrechten z-Achse angreifen können. Die strenge Berechnung auf Grund der Elastizitätslehre einer solchen Pfahlgruppierung soll in folgendem gezeigt werden. Die Variation ähnlicher Anordnungen ist mannigfaltig. Die Voraussetzung der Berechnung ist die, daß die elastische Formänderung des die Pfahlköpfe verbindenden Fundaments verschwindend klein ist und daher gegenüber denjenigen der Pfähle selbst vernachlässigt werden kann.

II. Lotrechte Belastung in der z-Achse.

Gegenüber dem doppelt-symmetrischen Rost entspricht einer lotrechten Belastung R in der Richtung der negativen z-Achse wirkend nicht nur eine Verschiebung in dieser Richtung, sondern auch eine Verdrehung um die z-Achse selbst. Die Pfahlköpfe erfahren also

Abb. 2. Einfluß einer vertikalen Pfahlkopfverschiebung.



a) eine für alle Pfähle gleiche Verschiebung ζ,

b) eine waagerechte Verdrehung φ_z, so daß die hieraus entstehende Pfahlkopfverschiebung r · φ_z durch den Abstand des

Pfahlkopfes von der Drehachse gegeben und die Verdrehungsrichtung durch die Lotrechte auf den Radiusvektor gekennzeichnet ist. Aus Abb. 2 ersieht man sofort, daß der lotrechten Verschiebung ζ die Änderung Δl₁ der Pfahllänge l bei einer Pfahlneigung α entspricht von:

$$\Delta l_1 = \zeta \cdot \cos \alpha,$$

während an Hand der Abb. 3 für die der Verdrehung entsprechende Längenänderung Δl₂ sich ergibt:

$$\Delta l_2 = r \varphi_z \cdot \cos \gamma \cdot \sin \alpha.$$

Da zwischen Kraft und Längenänderung die bekannte Beziehung besteht:

$$P = \frac{EF}{l} \cdot \Delta l,$$

so folgt unter Anwendung des Superpositionsgesetzes für die Pfahlkraft P eines beliebigen Pfahles unseres Systems die Beziehung:

$$(1) \quad \begin{cases} P = \frac{EF}{l} \Delta l = \frac{EF}{l} (\Delta l_1 + \Delta l_2) \\ = \frac{EF}{l} (\zeta \cdot \cos \alpha + r \varphi_z \cdot \cos \gamma \cdot \sin \alpha). \end{cases}$$

Unsere Aufgabe besteht nun darin, die unbekanntenen Verschiebungsgrößen ζ und φ_z zu bestimmen. Hierzu stehen uns die beiden Gleichgewichtsbedingungen zur Verfügung:

$$\sum P \cdot \cos \alpha = R$$

$$\sum P \cdot \sin \alpha \cdot r \cos \gamma = 0.$$

Werden in diesen Bedingungen die Pfahlkräfte durch Gl. (1) ausgedrückt, so ergeben sich die zur Bestimmung von ζ und φ_z notwendigen zwei Gleichungen:

$$(2) \quad \sum (\zeta \cos \alpha + r \varphi_z \cdot \cos \gamma \cdot \sin \alpha) = \frac{R \cdot l}{EF \cos \alpha}$$

$$(3) \quad \sum r \cos \gamma \cdot \sin \alpha (\zeta \cos \alpha + r \varphi_z \cdot \cos \gamma \cdot \sin \alpha) = 0,$$

woraus sich ζ und φ_z ermitteln zu:

$$(4) \quad \zeta = \frac{R \cdot l}{n EF \cos^2 \alpha} \left(1 - \frac{\sum r \cos \gamma}{\sum r \cos \gamma - \frac{n \sum r^2 \cos^2 \gamma}{\sum r \cos \gamma}} \right)$$

$$(5) \quad \varphi_z = \frac{R \cdot l}{EF \sin \alpha \cdot \cos \alpha} \cdot \frac{1}{\sum r \cos \gamma - \frac{n \sum r^2 \cos^2 \gamma}{\sum r \cos \gamma}}$$

Die Pfahlkraft selbst ist damit gegeben in der Form:

$$(6) \quad P = \frac{R}{n \cos \alpha} \left(1 + \frac{n r \cos \gamma - \sum r \cos \gamma}{\sum r \cos \gamma - \frac{n \sum r^2 \cos^2 \gamma}{\sum r \cos \gamma}} \right).$$

Der zweite Teilausdruck in der Klammer ist das durch den gegenseitigen Abstand a der Pfahlrichtungen der einzelnen Böcke bestimmte Korrektionsglied, das bei kleinem Maß a verschwindet (Abb. 4).

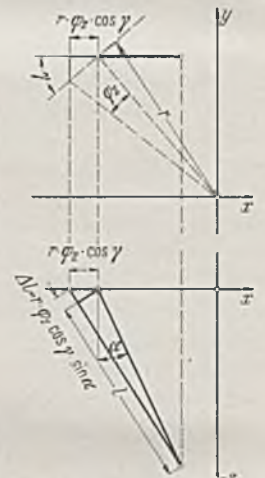


Abb. 3. Einfluß einer horizontalen Verdrehung des Pfahlkopfes um die z-Achse.

III. Momentenbeanspruchung M_z um die z-Achse.

Aus dem Maxwell'schen Satz über die Vertauschbarkeit der Verschiebungen folgt sofort die Umkehrung des Vorganges unter II. Einer Momentenbeanspruchung um die z-Achse entspricht eine Drehung um die z-Achse und eine Verschiebung in Richtung der z-Achse. Wir haben demnach wieder nur die beiden unbekanntenen Verschiebungen ζ und φ_z zu ermitteln. Von beiden kann infolge einer Vertauschung die Verschiebung ζ sofort angeschrieben werden zu:

$$(7) \quad \zeta = \frac{M_z \cdot l}{E F \cos \alpha \sin \alpha} \cdot \frac{1}{\Sigma r \cos \gamma - \frac{n \Sigma r^2 \cos^2 \gamma}{\Sigma r \cos \gamma}}$$

so daß zur Bestimmung von φ_z nur noch die Gleichgewichtsbedingung $\Sigma P \cos \alpha = 0$ herangezogen zu werden braucht. Die letztere lautet mit Hilfe Gl. (1),

$$\Sigma (\zeta \cos \alpha + r \cdot \varphi_z \cdot \cos \gamma \sin \alpha) = 0,$$

woraus sofort folgt

$$(8) \quad \varphi_z = \frac{M_z \cdot l}{E F \sin^2 \alpha} \cdot \frac{1}{\Sigma r^2 \cos^2 \gamma - \frac{(\Sigma r \cos \gamma)^2}{n}}$$

Die Pfahlkraft selbst erhalten wir demnach in der Form:

$$(9) \quad P = \frac{M_z}{\sin \alpha} \cdot \frac{n r \cos \gamma - \Sigma r \cos \gamma}{-(\Sigma r \cos \gamma)^2 + n \Sigma r^2 \cos^2 \gamma}$$

Für das in Abb. 1 angegebene sechzehnpfählige System läßt sich aus Gl. (9) das folgende, für die Vereinfachung der Berechnung wesentliche Verhalten des Pfahlrostes bei einer Momentenbeanspruchung folgern. Da nämlich bei gleichen Abständen der Pa-

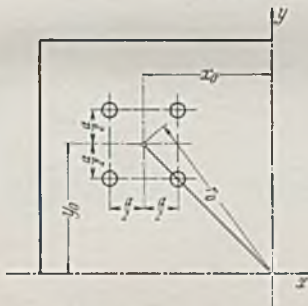


Abb. 4. Spezieller Fall zur Vereinfachung der Berechnung.

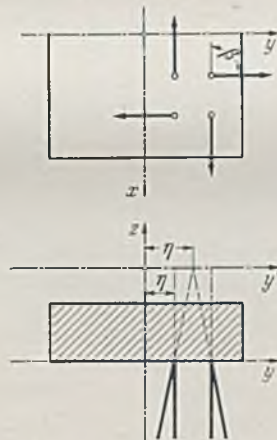


Abb. 5. Momentenbeanspruchung um die x-Achse.

allepfähle eines Bockes in der x-, y-Richtung der Ausdruck $r \cos \gamma$ dargestellt werden kann in Funktion des Bockmittelpunktes, so daß geschrieben werden kann (Abb. 4):

$$r \cos \gamma \equiv \pm (x_0 \pm a/2) \equiv \pm (y_0 \pm a/2),$$

so folgt für die Pfahlkraft P der nur von den Koordinaten des Bockmittelpunktes abhängige Ausdruck

$$P = \frac{M_z}{r_0^2 \sin \alpha} \cdot (\pm x_0) = \frac{H_r}{n/2 \cdot \sin \alpha} \cdot \frac{\pm x_0}{r_0}$$

$$\text{bzw. } P = \frac{M_z}{r_0^2 \sin \alpha} \cdot (\pm y_0) = \frac{H_r}{n/2 \cdot \sin \alpha} \cdot \frac{\pm y_0}{r_0}$$

d. h. die Beanspruchung der Bockpfähle bleibt im Falle der Drehbeanspruchung um die z-Achse unabhängig von dem Maß a des gegenseitigen Abstandes der Bockpfähle und kann ohne Benützung der Gl. (9) durch eine reine Kräftezerlegung bestimmt werden.

IV. Horizontale Kraft H_x in Höhe des Pfahlbockpunktes in Richtung der x-Achse (x' -Achse).

Aus der Bedingung des äußeren Gleichgewichts der am Fundament angreifenden Pfahlkräfte ist sofort ersichtlich, daß auch einer solchen Beanspruchung nicht nur eine Verschiebung in Richtung der x-Achse entspricht, sondern auch eine Verdrehung um die zur x-Achse parallele Achse durch den Pfahlbockpunkt. Das letztere folgt aus der Bedingung des Minimums des Trägheitsmomentes des Rostes.

Unter Verwendung der Bezeichnungen der Abb. 5 läßt sich die Pfahlkraft darstellen in der Form:

$$P = \frac{E F}{l} (\varphi_x \cdot \eta \cdot \cos \alpha + \zeta \cdot \sin \alpha \cdot \cos \beta)$$

Die Gleichgewichtsbedingungen lauten hier

$$\Sigma (\varphi_x \cdot \eta \cdot \cos \alpha + \zeta \cdot \sin \alpha \cdot \cos \beta) \sin \alpha \cdot \cos \beta = \frac{H_x \cdot l}{E F}$$

$$\Sigma (\varphi_x \cdot \eta \cdot \cos \alpha + \zeta \cdot \sin \alpha \cdot \cos \beta) \eta \cdot \cos \alpha = 0$$

Daraus folgen sofort die Verschiebungsgrößen ζ und φ_x zu:

$$(10) \quad \zeta = - \frac{H_x \cdot l}{E F \sin^2 \alpha} \cdot \frac{\Sigma \eta^2}{(\Sigma \eta \cos \beta)^2 - \Sigma \eta^2 \Sigma \cos^2 \beta}$$

$$(11) \quad \varphi_x = \frac{H_x \cdot l}{E F \sin \alpha \cos \alpha} \cdot \frac{\Sigma \eta \cdot \cos \beta}{(\Sigma \eta \cos \beta)^2 - \Sigma \eta^2 \Sigma \cos^2 \beta}$$

Damit wird die Pfahlkraft für diesen Belastungsfall:

$$(12) \quad P = \frac{H_x}{\sin \alpha} \cdot \frac{\eta \Sigma \eta \cos \beta - \cos \beta \Sigma \eta^2}{(\Sigma \eta \cos \beta)^2 - \Sigma \eta^2 \Sigma \cos^2 \beta}$$

V. Momentenbeanspruchung M_x um die x' -Achse.

Die Anwendung des Maxwell'schen Satzes liefert auch hier wieder durch die Umkehrung des Vorganges unter IV, die durch diese Momentenbeanspruchung entstehende Verschiebung parallel zur x-Achse sofort wieder zu:

$$(13) \quad \zeta = \frac{M_x \cdot l}{E F \sin \alpha \cdot \cos \alpha} \cdot \frac{\Sigma \eta \cdot \cos \beta}{(\Sigma \eta \cos \beta)^2 - \Sigma \eta^2 \Sigma \cos^2 \beta}$$

Die Gleichgewichtsbedingung $\Sigma P \sin \alpha \cdot \cos \beta = 0$ ergibt sofort wieder die Verdrehung um die Achse durch den Bockpunkt:

$$(14) \quad \varphi_x = \frac{M_x \cdot l}{E F \cdot \cos^2 \alpha} \cdot \frac{\Sigma \cos^2 \beta}{(\Sigma \eta \cos \beta)^2 - \Sigma \eta^2 \Sigma \cos^2 \beta}$$

und die Pfahlkraft erhalten wir daher in der Form:

$$(15) \quad P = \frac{M_x}{\cos \alpha} \cdot \frac{-\eta \Sigma \cos^2 \beta + \cos \beta \Sigma \eta \cos \beta}{(\Sigma \eta \cos \beta)^2 - \Sigma \eta^2 \Sigma \cos^2 \beta}$$

Die aus einer Längskraft in Richtung der y-Achse und aus einem Moment um die zur y-Achse parallele Achse durch den Bockpunkt entstehende Beanspruchung folgt aus den unter IV. und V. angegebenen Formeln bei sinngemäßer Bezeichnung. Da weiterhin jede gegebene Kraft in die Komponenten in den drei Achsenrichtungen zerlegt werden kann, ist die Beanspruchung des Pfahlrostes infolge beliebiger äußerer Kräfte durch die vorstehend angegebenen Ausdrücke vollkommen beschrieben.

DAS KNICKEN VON BOGENTRÄGERN BEI UNSYMMETRISCHER BELASTUNG.

Von Dr.-Ing. E. Deutsch, Ludwigshafen a. Rh.

DK 624.072.32.075

Übersicht: Durch Versuche mit eingespannten, gelenklosen Bogen und Zweigelenkbogen aus Stahl wird der Abfall des kritischen Horizontalschubs bei halbseitiger = ungünstigster Belastung festgestellt. In Verfolg dieser Ergebnisse lassen sich Berechnungsmöglichkeiten für die Größe des kritischen Horizontalschubs sowohl bei symmetrischer, gleichmäßiger Belastung, als auch bei unsymmetrischer, halbseitiger Belastung entwickeln. Daran schließen sich Betrachtungen über die Sicherheit der Bogenträger als das Verhältnis zwischen kritischer und vorhandener Belastung. Es wird angegeben, wie dieses Verhältnis an Hand der Versuchsergebnisse für verschiedene Möglichkeiten der Laststeigerung berechnet werden kann. Dabei zeigt sich, daß der Bogen beim

Nachweis einer genügend großen zentrischen Knicksicherheit auch für den Fall unsymmetrischer, halbseitiger Belastung genügend Sicherheit gegenüber jeglicher Laststeigerung besitzt.

Auf Veranlassung von Herrn Prof. Dr.-Ing. G a b e r, Karlsruhe, wurden die nachstehenden Versuche in der Versuchsanstalt für Holz, Stein, Eisen der Techn. Hochschule Karlsruhe durchgeführt. Sie bilden die dritte Versuchsgruppe der von Gaber bereits 1934 begonnenen, experimentellen Knickuntersuchungen. Die erste Versuchsgruppe behandelte die Knicksicherheit voll-

wandiger Bogen mit konstantem Trägheitsmoment¹. Die zweite Versuchsgruppe brachte die Erweiterung für Bogen mit beliebig

dritten Gruppe wurden die Versuche auf unsymmetrische, vor allem halbseitige Belastungen ausgedehnt.

Zweck der Versuche.

Durch die Versuche sollte vorerst der Einfluß der unsymmetrischen Belastung auf die Größe des kritischen Horizontalschubs untersucht werden.

Wie bei den Versuchen von G a b e r und B u s c h bestanden die Modellbogen aus bestem Federstahl und hatten eine Stützweite von 180 cm und einen ungeschwächten Querschnitt von $\square 30 \cdot 4$ mm. Durch mehrere, in gleichen Abständen angehängte Blechbüchsen konnten sie mittels Stahlsand belastet werden (Abb. 1, 2 und 3). Durch Steigerung der Last wurden die Bogen zum Knicken gebracht und aus der größten Belastung der kritische Horizontalschub durch Auswerten der Einflußlinie berechnet. Zur Untersuchung kamen wie früher nur Parabelbogen mit den Pfeilverhältnissen $f/l = 1 : 9$; $1 : 7,5$; $1 : 6$; $1 : 4,5$.

Während bei den früheren Versuchen die Belastung stets gleichmäßig in alle Büchsen eingebracht wurde, erfolgte dies nunmehr ungleichmäßig. Dabei war natürlich zu erwarten, daß die Bogen schon bei wesentlich kleineren Lasten und dementsprechend kleineren kritischen Horizontalschüben, ausknickten.

Der Ausdruck „Knicken“ wird auch für die ungleichmäßige Belastung beibehalten, obwohl er theoretisch nicht ganz zutrifft.

Vorversuche.

Einige Versuchsreihen dienten zur Ermittlung der für das Knicken ungünstigsten Belastungsart. Es zeigte sich, daß symmetrisch angeordnete Streckenlasten nach Abb. 4a den kritischen Horizontalschub nur wenig beeinflussen. Bei einem Verhältnis $c/l = 0,5$ ergab sich die größte Abminderung gegenüber der vollen, gleichmäßigen Belastung zu nur 11%. Bei unsymmetrisch angeordneten Streckenlasten nach Abb. 4b dagegen betrug die größte Abminderung rd. 50%. Sie ergab sich bei sämtlichen eingespannten Bogen und Zweigelenkbogen für ein Verhältnis $c/l = 0,5$, d. h. für halbseitige Belastung (Abb. 4c).

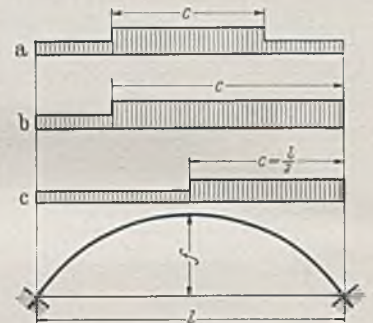


Abb. 4. Belastungsarten:

- a = symmetrische Belastung,
- b = unsymmetrische Belastung,
- c = beliebig,
- c = halbseitige Belastung, $c = l/2$.

Dies entspricht der Beobachtung, daß sich beim Knicken in der Nähe des Bogenscheitels ein Wendepunkt der Knicklinie ausbildet (Abb. 5, 6 und 7). Bei der halbseitigen Belastung wird nur die auf einer Seite des Wendepunkts liegende Bogenhälfte voll belastet. Der dadurch bedingten Verformung wirkt auf der anderen Seite keine Last entgegen, und der Bogen muß früher zum Knicken kommen als bei irgendeiner, sich gleichmäßig auf beide Bogenhälften erstreckenden Belastungsart.

Die weiteren Versuche wurden deshalb durchweg mit halbseitiger Belastung vorgenommen, um den ungünstigsten Einfluß auf den kritischen Horizontalschub festzustellen.

Zur Kontrolle wurde die Größe des kritischen Horizontalschubs jeweils auch gemessen (Abb. 1 und 3). Die gemessenen Werte ergaben sich immer, bedingt durch den Einfluß der Systemverformung, etwas größer als die aus der Einflußlinie errechneten Werte.

Hauptversuche.

Es kamen sowohl eingespannte, also gelenklose, Bogen als auch Zweigelenkbogen zur Untersuchung. Von den eingespannten Bogen (Abb. 8) hatten die Bogen Nr. 1, 2, 3 und 4 mit den Pfeilverhältnissen $f/l = 1/9$, $1/7,5$, $1/6$ und $1/4,5$ konstantes Trägheitsmoment. Die Bogen Nr. 5 und 6 mit $f/l = 1 : 9$ und $1 : 6$ parabolisch vom Scheitel zum Kämpfer zunehmendes Trägheitsmoment und der Bogen Nr. 7 mit $f/l = 1 : 4,5$ hatte das größte Trägheitsmoment im Bogenviertel, also da, wo nach der beobachteten Knicklinie die

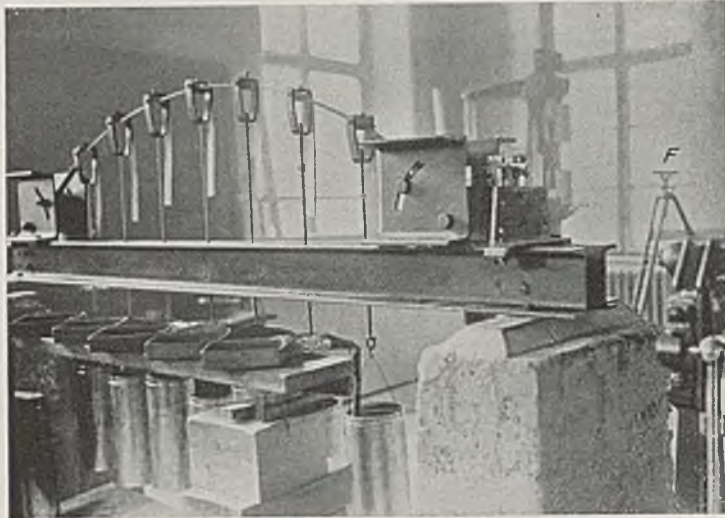


Abb. 1. Gesamtübersicht der Versuchsanordnung.

F = Fernrohr zum Ablesen der jeweiligen Bogenlage. Am rechten Widerlager Vorrichtung zum Messen des Horizontalschubs.

veränderlichem Trägheitsmoment². Beide Versuchsgruppen befaßten sich mit der zentrischen Knickung, also symmetrischer,

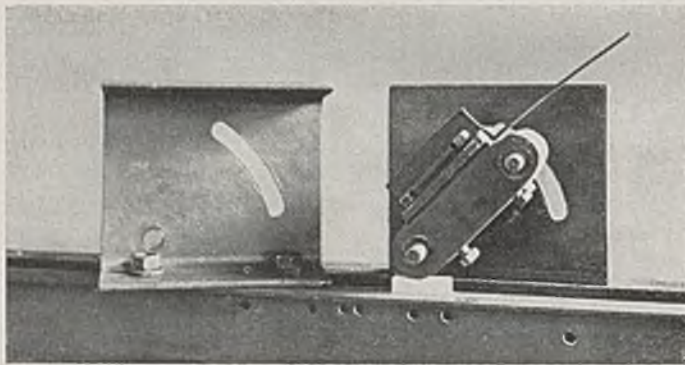


Abb. 2. Widerlager der eingespannten Bogen, auseinandergenommen.

stets über die ganze Stützweite gleichmäßig verteilter Belastung. Bei der vorliegenden in den Jahren 1936–1938 durchgeführten

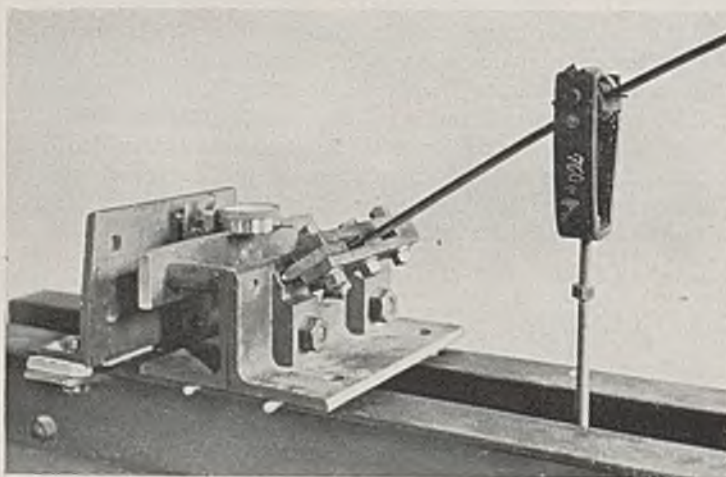
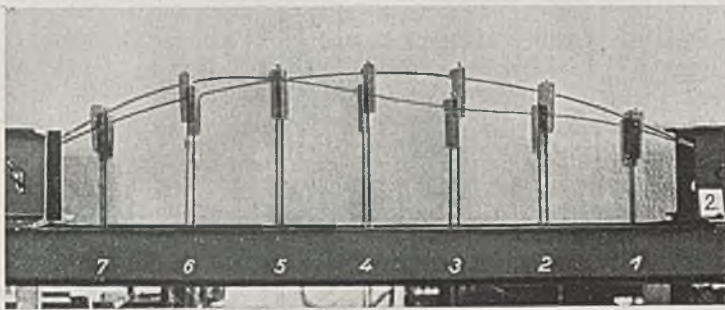


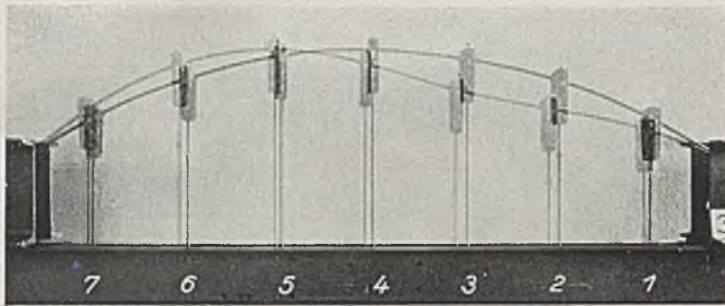
Abb. 3. Widerlager der Zweigelenkbogen, mit Vorrichtung zum Messen des Horizontalschubs.

¹ G a b e r: Über die Knicksicherheit vollwandiger Bogen. Bau-techn. 12 (1934) S. 646.

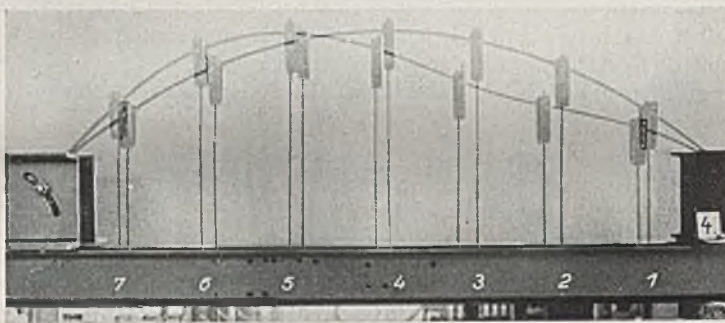
² B u s c h: Knicksicherheit vollwandiger Bögen. Bauing. 18 (1937) S. 812.



a) Bogen Nr. 2: $f/l = 1 : 7,5$.

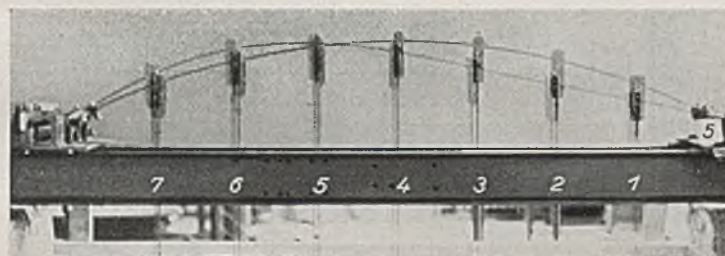


b) Bogen Nr. 3: $f/l = 1 : 6$.

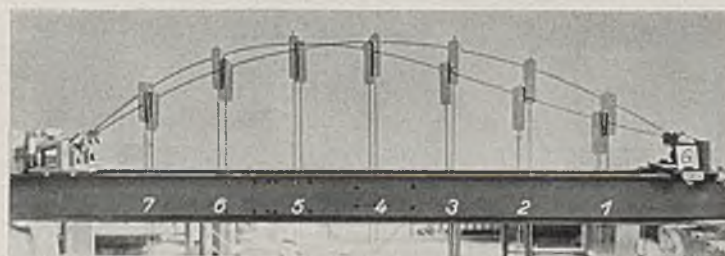


c) Bogen Nr. 4: $f/l = 1 : 4,5$.

Abb. 5. Beobachtete Knickform der eingespannten Bogen. (Ausgangslage und Endlage aufeinander photographiert.)



a) Bogen Nr. 8: $f/l = 1 : 9$.



b) Bogen Nr. 9: $f/l = 1 : 6$.

Abb. 6. Beobachtete Knickform der Zweigelenkbogen.

größten Ausbiegungen auftreten. Von den untersuchten Zweigelenkbogen hatten die Bogen Nr. 8 und 9 mit $f/l = 1 : 9$ und $1 : 6$ durchweg konstantes Trägheitsmoment; die Bogen Nr. 10 und 11 mit $f/l = 1 : 9$ und $1 : 6$ vom Scheitel zum Kämpfer linear

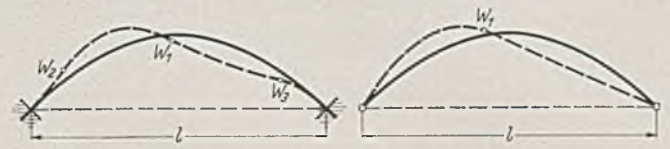


Abb. 7. Bogenknickformen. Links für eingespannte, gelenklose Bogen; rechts für Zweigelenkbogen.

abnehmendes Trägheitsmoment; der Bogen Nr. 12 mit $f/l = 1 : 6$ hatte zwischen den Viertelpunkten konstantes und von da beider-

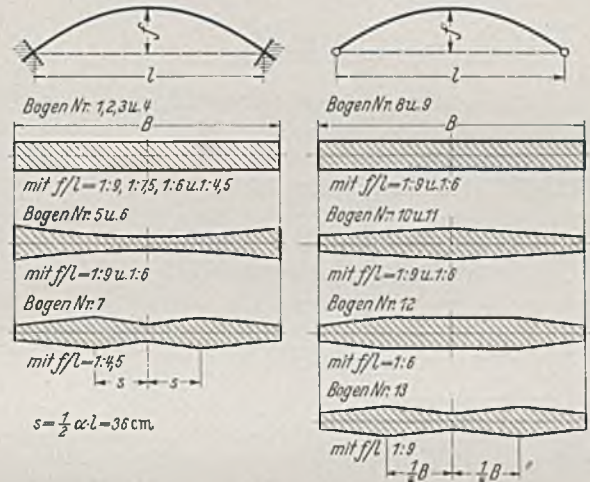


Abb. 8. Die einzelnen Bogen der Hauptversuche. Links eingespannte, gelenklose Bogen; rechts Zweigelenkbogen. Die schraffierten Flächen stellen die Draufsicht auf die ausgestreckten Bogenstäbe dar.

seits nach den Kämpfern linear abnehmendes Trägheitsmoment, und der Bogen Nr. 13 mit $f/l = 1 : 9$ hatte, ähnlich Bogen Nr. 7, das größte Trägheitsmoment an den beiden Viertelpunkten, also da, wo beim Knicken die größten Verformungen auftreten.

Mit allen Bogen wurde die gleiche Versuchsreihe durchgeführt. Nach einigen Versuchen mit gleichmäßiger Belastung, bei denen sich der kritische Horizontalschub H_{okr} ergab, wurde der Bogen bei verschieden großer Grundlast g durch Steigerung der nur auf einer Bogenhälfte angreifenden Lasten p zum Knicken gebracht (Abb. 9). So ergaben sich halbseitige Belastungsfälle mit verschiedenen Lastverhältnissen p/g und den entsprechend verschieden großen kritischen Horizontalschüben H_{kr} . Je größer dabei das Lastverhältnis p/g wurde, desto früher knickte der Bogen aus, und desto kleiner wurde der kritische Horizontalschub.

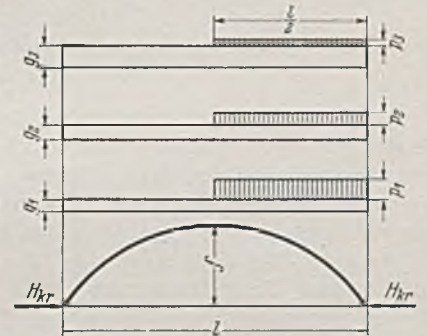


Abb. 9. Schema der Hauptversuche mit halbseitiger Last p .

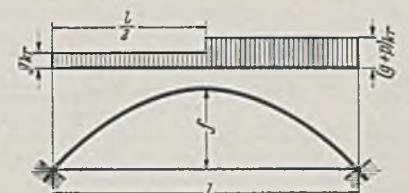


Abb. 10. Belastungsbild zu den Abb. 11—14.

Ergebnis der Hauptversuche.

Zur Darstellung der Ergebnisse der Hauptversuche wurden außer den absoluten kritischen Horizontalschüben auch die Verhältniswerte

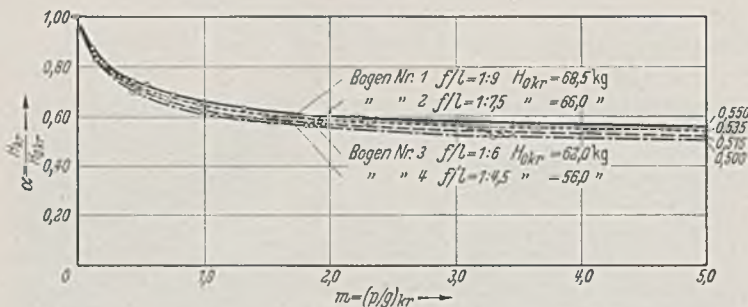


Abb. 11. Auftragung der Verhältniszerte der kritischen Horizontalschübe $\alpha = \frac{H_{kr}}{H_{0kr}}$ für eingespannte, gelenklose Bogen mit konstantem Trägheitsmoment (Bogen Nr. 1, 2, 3, 4 der Abb. 8).

$$\alpha = \frac{H_{kr}}{H_{0kr}}$$

errechnet³. Die Auftragung dieser Werte abhängig vom kritischen Lastverhältnis $m = (p/g)_{kr}$ veranschaulicht den Abfall des kritischen Horizontalschubs. Wie die Abb. 11–14 zeigen, hat dieser für sämtliche Bogen grundsätzlich den gleichen Verlauf. Der kritische Horizontalschub nimmt besonders bei kleinen Verhältniszerten m stark ab. Bei größeren Werten m verlaufen die Linien immer flacher, d. h. der kritische Horizontalschub nähert sich bei stetiger Steigerung des Lastverhältnisses einem kleinsten Endwert, der bei allen Bogen etwa die Hälfte des kritischen Horizontalschubs für gleichmäßige Belastung beträgt.

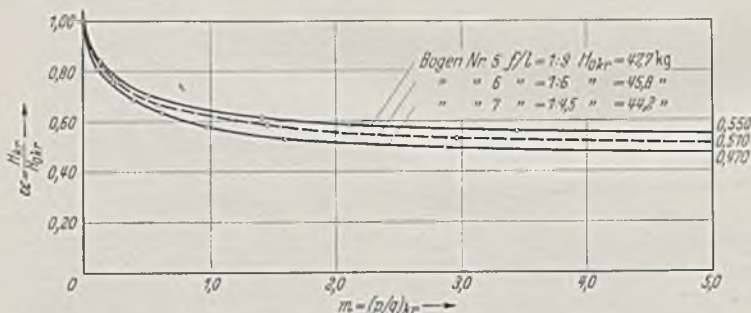


Abb. 12. Wie Abb. 11, jedoch für veränderliches Trägheitsmoment (Bogen Nr. 5, 6, 7).

Im einzelnen zeigte sich, daß der Abfall bei den steileren Bogen, also den Pfeilverhältnissen $f/l = 1 : 6$ und $1 : 4,5$ etwas stärker ist als bei den flachen Bogen. Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Veränderlichkeiten der Trägheitsmomente sind unwesentlich. Es genügt für jedes Pfeilverhältnis eine einzige Linie der α -Werte, und zwar die, die sich bei den Versuchen mit konstantem Trägheitsmoment ergab. Für überschlägliche Untersuchungen kann sogar eine einzige Mittellinie für sämtliche eingespannten Bogen und Zweigelenkbogen benützt werden (Abb. 15), die für alle Pfeilverhältnisse und unabhängig vom Verlauf der Trägheitsmomente gültig ist. Diese nähert sich für $m \rightarrow \infty$ dem kleinsten Endwert für α , nämlich $a = 0,500$.

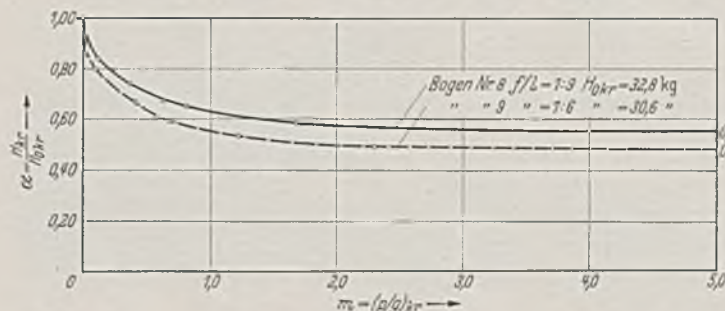


Abb. 13. Wie Abb. 11, jedoch für Zweigelenkbogen mit konstantem Trägheitsmoment (Bogen Nr. 8 und 9).

³ H_{0kr} = kritischer Horizontalschub bei gleichmäßiger Belastung.
 H_{kr} = kritischer Horizontalschub bei halbseitiger Belastung.

So kann auf Grund der durchgeführten Versuche der kritische Horizontalschub jedes eingespannten Bogens und Zweigelenkbogens bei halbseitiger, unsymmetrischer Belastung bestimmt werden aus

$$H_{kr} = \alpha \cdot H_{0kr}$$

wobei α den Versuchskurven entnommen werden kann und H_{0kr} den kritischen Horizontalschub für gleichmäßige Vollbelastung darstellt. Die Untersuchung über die unsymmetrische Belastung wird also auf die bereits bekannten Untersuchungen der symmetrischen Belastung zurückgeführt.

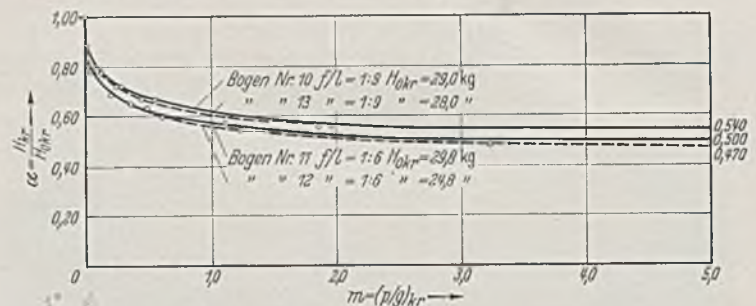


Abb. 14. Wie Abb. 11, jedoch für Zweigelenkbogen mit veränderlichem Trägheitsmoment (Bogen Nr. 10, 11, 12, 13).

Weitere, recht interessante Ergebnisse ließen sich aus den Versuchskurven auch für den kritischen Horizontalschub H_{0kr} selbst feststellen: Ein Vergleich der für die eingespannten Bogen und Zweigelenkbogen gefundenen Werte zeigt, daß H_{0kr} sowohl vom Pfeilverhältnis als auch vom Verlauf der Trägheitsmomente abhängt.

a) H_{0kr} nimmt mit zunehmendem Pfeilverhältnis ab, und zwar nach den Versuchen

- von 100% bei $f/l = 1 : 9$
- auf etwa 96% „ „ = $1 : 7,5$
- 90% „ „ = $1 : 6$
- 82% „ „ = $1 : 4,5$

b) Bei sonst gleichen Verhältnissen erträgt ein eingespannter Bogen einen etwa doppelt so großen kritischen Horizontalschub, also auch etwa doppelt so große Lasten wie ein Zweigelenkbogen.

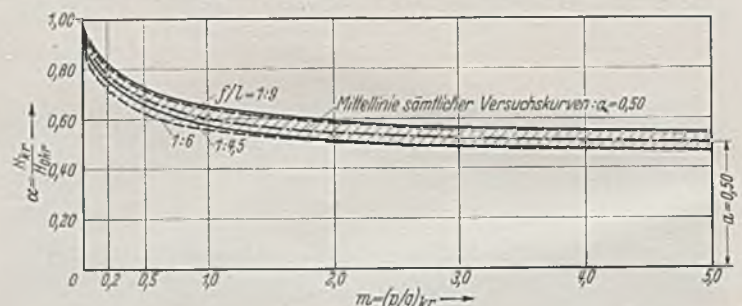
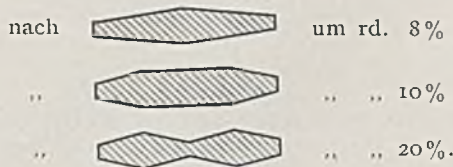


Abb. 15. Die Mittellinie aus sämtlichen Versuchen für die Abhängigkeit des kritischen Horizontalschubs vom kritischen Lastverhältnis bei halbseitiger Belastung. Die ausgezogenen Linien umgrenzen die Versuchswerte für die eingespannten Bogen; die gestrichelten Linien umgrenzen die Versuchswerte für die Zweigelenkbogen.

c) Der Einfluß des Trägheitsmomentenverlaufs läßt sich durch einen Vergleich der, je cm mittlere Bogenbreite, getragenen Belastung erkennen. Beträgt diese bei konstantem Trägheitsmoment 100%, so wächst sie, Parabelbogen und gleichmäßige Belastung vorausgesetzt, bei eingespannten Bogen und für einen Verlauf



bei Zweigelenkbogen und für einen Verlauf



Für eingespannte Bogen mit überwiegender Normalkraftbeanspruchung empfiehlt sich also vom Scheitel nach den Kämpfern zunehmendes Trägheitsmoment; für Zweigelenkbogen umgekehrt von den Kämpfern zum Scheitel zunehmendes Trägheitsmoment. Für das Knicken am günstigsten jedoch sind Bogenformen, bei denen die stärksten Querschnitte an den beim Knicken gefährdeten Stellen der größten Ausbiegungen angeordnet sind, also in der Nähe der Viertelspunkte.

Auswertung der Versuchsergebnisse.

Die praktische Anwendung der Versuchsergebnisse wird erleichtert durch die Möglichkeit, den kritischen Horizontalschub rein analytisch zu bestimmen. Schon bei den früheren Versuchen geschah dies für den Fall der gleichmäßigen, symmetrischen Belastung. Auf Grund der neuen Versuche wird es möglich, den kritischen Horizontalschub auch für jede unsymmetrische, halbseitige Belastung zu berechnen:

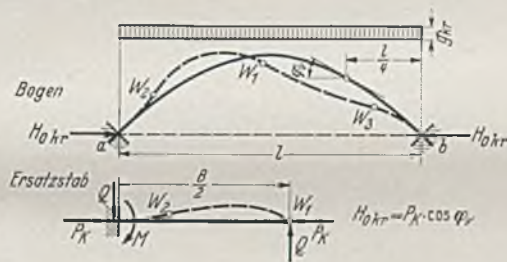


Abb. 16. Ersatzstab für eingespannte, gelenklose Bogen. B = Bogenlänge.

1. Berechnung des kritischen Horizontalschubs H_{0kr} bei symmetrischer, gleichmäßiger Vollbelastung des Bogens:

Die Auswertung der Versuche von Busch hatte gezeigt, daß der kritische Horizontalschub H_{0kr} bestimmt werden kann aus der Knickkraft P_K eines geraden Ersatzstabes durch Multiplikation mit dem \cos des Neigungswinkels im Viertelspunkt:

$$H_{0kr} = P_K \cdot \cos \varphi_v.$$

Als Ersatzstab in Anlehnung an die Knicklinie ergab sich für eingespannte Bogen (Abb. 16) der an einem Ende eingespannt, am anderen Ende gelenkig gelagerte Knickstab von einer Länge gleich der halben Bogenlänge und

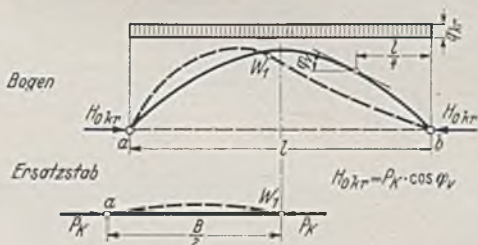


Abb. 17. Ersatzstab für Zweigelenkbogen. B = Bogenlänge.

für Zweigelenkbogen (Abb. 17) der an beiden Enden gelenkig gelagerte Knickstab mit ebenfalls einer Länge gleich der halben Bogenlänge.

Bei konstantem Trägheitsmoment kann die Knickkraft dieses Ersatzstabes in einfacher Weise aus den Eulergleichungen errechnet werden. Bei veränderlichem Trägheitsmoment sind zunächst die Bogenträgheitsmomente direkt auf den Ersatzstab zu übertragen. Die Berechnung der Knickkraft P_K erfolgt dann zweckmäßig nach

einer von Busch² eingehend erläuterten, vereinfachten Berechnung:

In dem, durch eine Energiebetrachtung hergeleiteten, für gerade Stäbe und flache Bögen allgemein gültigen Ausdruck

$$P_K = E \cdot \frac{\int_0^l y''^2 J_x dx}{\int_0^l y'^2 dx},$$

$l =$ Länge des Knickstabes $= B/2,$

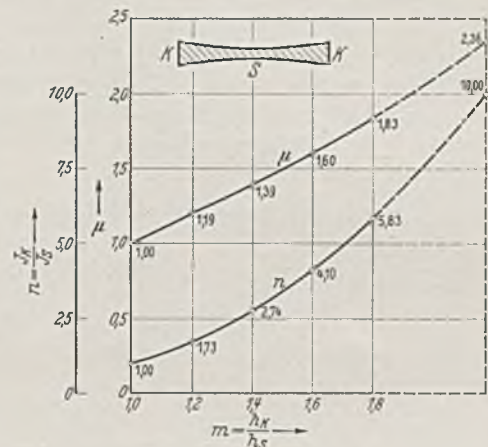


Abb. 18.

ist für y z. B. ein Polynom mit einem Parameter d , das dem Verlauf der Knickform des Stabes entspricht, und für J_x die Funktion für die Veränderlichkeit des Trägheitsmomentes einzuführen.

Als Polynom eignet sich für eingespannte Bogen

$$y = x^5 + \left(\frac{2d}{1} - 2l\right)x^4 + (l^2 - 3d)x^3 + l^2 dx,$$

für Zweigelenkbogen

$$y = 3d x^5 - 7d l x^4 + x^4 + 4d l^2 x^3 - 2l x^3 + l^3 x.$$

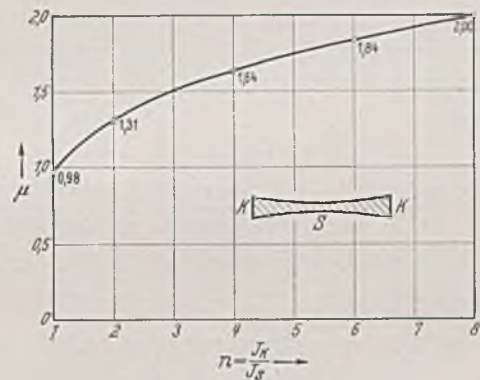


Abb. 19.

Die Größe des Parameters d ist erst nach erfolgter Integration so zu bestimmen, daß die sich ergebende Knicklast ein Minimum wird.

Zur leichteren Anwendung wurden sog. Knickbeiwerte μ für die üblichsten Veränderlichkeiten der Trägheitsmomente berechnet, mit denen dann lediglich der Eulerwert zu multiplizieren ist. Für eingespannte Bogen beträgt also

$$H_{0kr} = P_K \cos \varphi_v = \frac{20,19 \cdot E J_s}{(B/2)^2} \cdot \mu \cdot \cos \varphi_v$$

für Zweigelenkbogen

$$H_{0kr} = \frac{\pi^2 E J_s}{(B/2)^2} \cdot \mu \cdot \cos \varphi_v.$$

$J_s =$ Trägheitsmoment im Bogenseitel.

Die μ -Werte sind aus den Abb. 18–21 zu entnehmen, und zwar

a u s A b b. 18 für eingespannte Bogen mit vom Scheitel zu den Kämpfern ständig nach einer quadratischen Parabel zunehmender Bogenstärke;

a u s A b b. 19 für eingespannte Bogen mit vom Scheitel zu den Kämpfern ständig nach einer kubischen Parabel zunehmendem Trägheitsmoment;

a u s A b b. 20 für Zweigelenkbogen mit starkem Viertelpunkt und sowohl nach den Kämpfern als auch zum Scheitel linear abnehmendem Trägheitsmoment;

a u s A b b. 21 für Zweigelenkbogen mit vom Scheitel zu den Kämpfern ständig linear abnehmendem Trägheitsmoment.

Zur Erläuterung sei kurz das Beispiel des Versuchsbogens Nr. 7 angegeben, dessen Trägheitsmomente in zwei Bereichen linear verliefen, und zwar

a) für $0 \leq x \leq 36$ cm: $J_x = J_s \left[1 + \frac{n-1}{36} x \right] = J_s [1 + 0,045064 x]$

b) für $36 \leq x \leq 100,44$ cm: $J_x = J_s \left[n - \frac{n-1}{64,44} (x - 36) \right]$
 $= J_s [3,5286 - 0,025175 x].$

Damit ergibt sich:

$$P_K = E \cdot J_s \cdot \frac{\int_0^{B/2} y'^2 J_x dx}{\int_0^{B/2} y'^2 dx}$$

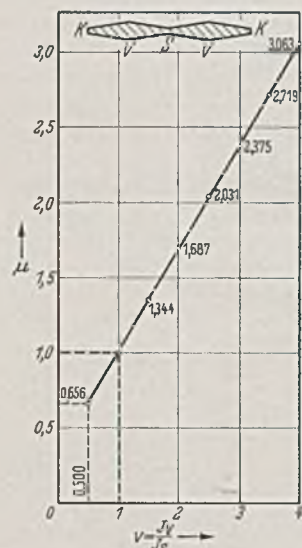


Abb. 20.

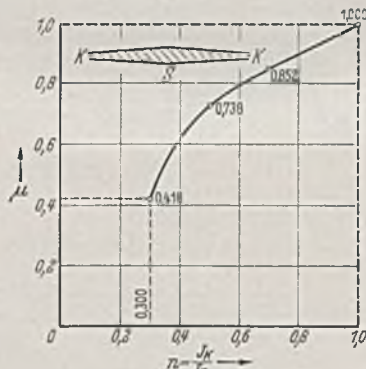


Abb. 21.

$$= \frac{E J_s}{(B/2)^2} \left[\frac{13331105d^2 + 22972600 \cdot 10^3d + 52917100 \cdot 10^6}{347385d^2 + 524070 \cdot 10^3d + 654670 \cdot 10^1} \right].$$

Der Klammerwert K muß ein Minimum werden! Er beträgt für

$$\frac{1}{1000} d = -10 \quad -40 \quad -100 \quad -110 \quad -120 \quad -200$$

$$K = 39,13 \quad 38,49 \quad 38,368 \quad 38,3675 \quad 38,368 \quad 38,37$$

Mit $K_{\min} = 38,3675$ wird $P_K = \frac{E J_s}{(B/2)^2} K_{\min} = 43,5$ kg.

Der kritische Horizontalschub wird $H_{okr} = P_K \cdot \cos \varphi_v = 39,7$ kg. Beim Versuch hatte sich $H_{okr} = 44,2$ kg ergeben.

Die Gegenüberstellung von Rechnung und Versuch für sämtliche Versuchsbogen ergab, daß die Ersatzstabberechnung immer etwas kleinere Werte brachte als die Versuche. Man rechnet mit ihr also zu ungünstig und befindet sich auf der sicheren Seite. Die Abweichungen betragen durchweg weniger als 10%, womit man sich bei diesen Knickuntersuchungen begnügen muß.

2. Berechnung des kritischen Horizontalschubs H_{kr} für halbseitige Belastung.

Durch eine analytische Erfassung der gefundenen Versuchskurven für

$$\alpha = \frac{H_{kr}}{H_{okr}}$$

als Funktion von $m = (p/g)_{kr}$ (Abb. 11–14) ist

es möglich, auch den kritischen Horizontalschub H_{kr} zu berechnen:

Für α kann, durch Probieren gefunden,

$$\alpha = a + \frac{1-a}{e^{bm}}$$

eingeführt werden, wobei a den Endwert der Versuchskurven für $(p/g)_{kr} \rightarrow \infty$ und b eine eigens ermittelte Korrekturfunktion bedeuten.

Im Mittel ist für $a = 0,500$ einzusetzen, im einzelnen an Hand der Versuchsergebnisse

für eingespannte Bogen $a = 0,60 - 0,45 (f/l),$

für Zweigelenkbogen $a = 0,70 - 1,44 (f/l).$

Die Werte für b wurden unter Zugrundelegung der Mittelkurve sämtlicher Versuche (Abb. 15) mittels zusammengehöriger Wertepaare α -m aus der Umkehrung

$$b = \frac{1}{m} \left[\ln \frac{0,5}{\alpha - 0,5} \right]$$

errechnet. Durch ihre Einführung wird eine genaue Übereinstimmung mit den Versuchskurven gewährleistet. Es ergab sich durch Auftragung (Abb. 22)

für $0 \leq m \leq 1: b = 3,0 - 1,6 m;$

„ $1 \leq m \leq 5: b = 1,5 - 0,1 m;$

„ $5 \leq m \leq \infty: b = 1,0.$

Für jedes Pfeilverhältnis f/l und Lastverhältnis $m = (p/g)_{kr}$ kann demnach der α -Wert rein rechnerisch bestimmt und damit der kritische Horizontalschub für halbseitige Belastung aus

$$H_{kr} = \alpha \cdot H_{okr}$$

berechnet werden.

Zur Erleichterung wurden die α -Werte schon im voraus bestimmt. Sie sind in den Abb. 23 und 24 aufgetragen und können da ohne große Mühe abgegriffen werden. Die Ergebnisse für die Grenz Pfeilverhältnisse $f/l = 1:12$ und $1:3$ werden durch die Versuche nicht bestätigt. Eine Gegenüberstellung der anderen Ergebnisse mit den Versuchswerten ergab Abweichungen bei konstantem Trägheitsmoment von weniger als 3%, bei veränderlichem Trägheitsmoment von weniger als 8%.

3. Erweiterung auf dem unelastischen Bereich.

Bei gedungenen Bogen und Stäben erfolgt das Knicken im unelastischen Bereich. Die Grenzschlankheit beträgt bekanntlich bei gelenkig gelagerten Stahlstäben $\lambda_{krit} = 100$. Bei Zweigelenkbogen erfolgt also Knicken im unelastischen Bereich für $\lambda = \frac{(B/2)}{\sqrt{J_{\min}/E}}$

< 100 ; bei eingespannten Bogen für $\lambda = \frac{0,7 (B/2)}{\sqrt{J_{\min}/E}} < 100.$

Die im elastischen Bereich gefundenen Ergebnisse können ohne weiteres auch hier angewendet werden, wenn der E-Modul

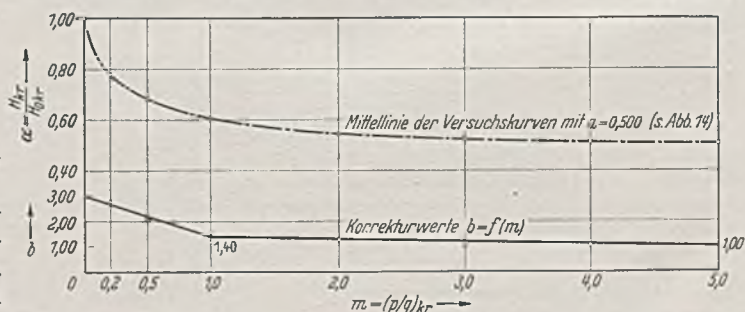


Abb. 22. Analytische Erfassung der Versuchskurven für $\alpha = \frac{H_{kr}}{H_{okr}}$

durch den variablen Engesserschen Knickmodul T ersetzt wird. Über seine Berechnung gibt Busch² nähere Angaben, auch für die Fälle veränderlichen Trägheitsmomentes und veränderlicher Querschnittsfläche.

Nutzanwendung.

Die bisherigen Ergebnisse können zusammengefaßt werden in den Gleichungen des kritischen Horizontalschubs für eingespannte Bogen:

$$H_{kr} = \alpha \cdot \frac{20,19 \cdot E \cdot J_s}{(B/2)^2} \mu \cdot \cos \varphi_v$$

für Zweigelenkbogen:

$$H_{kr} = \alpha \cdot \frac{7^2 E J_s}{(B/2)^2} \mu \cdot \cos \varphi_v$$

Darin bedeuten α = Abminderungswert für halbseitige Belastung

B = Bogenlänge

J_s = Trägheitsmoment im Bogenseitel

μ = Knickbeiwert

φ_v = Neigungswinkel der Bogenachse im Viertelpunkt.

Für gleichmäßige Vollbelastung beträgt $\alpha = 1,0$; für konstantes Trägheitsmoment beträgt $\mu = 1,0$. Damit ist die Größe des kritischen Horizontalschubs festgelegt.

Die praktische Frage gilt aber mehr der Größe der Sicherheit. Um wieviel kann eine vorhandene Belastung sich steigern bis der Bogen ausknickt?

Die übliche Untersuchung beschränkt sich auf die zentrische Knickung. Die Sicherheit wird dabei errechnet aus dem Verhältnis des kritischen Horizontalschubs zum größten vorhandenen Horizontalschub,

$$v_s = \frac{H_{okr}}{H_{max}}$$

das identisch ist dem Verhältnis der kritischen Belastung zur größten vorhandenen Belastung (Abb. 25).

Bei der halbseitigen Belastung besteht diese Identität, infolge des Einflusses der Systemverformung, nicht. Deshalb ist die Sicherheit aus dem Verhältnis der Belastungen zu bestimmen. Entsprechend der verschiedenartigsten Möglichkeiten der Laststeigerung ergeben sich dabei auch verschiedene Sicherheitswerte. Zum Unterschied von der zentrischen Knicksicherheit v_s seien diese als Tragsicherheiten bezeichnet. Es werden hier deren drei unterschieden (Abb. 26):

1. Die Sicherheit v_1 bei gleichzeitiger Steigerung der halbseitigen Verkehrslast p und der ständigen Last g , so daß das Verhältnis $m = p/g$ konstant bleibt.

2. Die Sicherheit v_2 bei alleiniger Steigerung der Verkehrslast p und gleichbleibender vorhandener ständiger Last g .

3. Die Sicherheit v_3 bei Steigerung der Verkehrslast p und geringer, von vornherein festgelegter Zunahme der ständigen Last g auf $g' = n \cdot g$; $n > 1,0$.

Die Bestimmung der Tragsicherheiten erfolgt mit Hilfe der α -Werte abhängig vom kritischen Lastverhältnis $(p/g)_{kr} = m$. Dabei ist es erforderlich, einmal den Horizontalschub aus der vorhandenen Belastung und dann umgekehrt die kritische Belastung aus dem kritischen Horizontalschub zu bestimmen. Dies geschieht zweckmäßig durch Auswerten der Einflußlinie für den Horizontalschub, die sowohl beim eingespannten Bogen wie auch beim

Zweigelenkbogen die Fläche $2 \cdot F_h$ umschließt (Abb. 27). Durch Integration der Gleichung für den Horizontalschub ergibt sich für beide Bogenarten

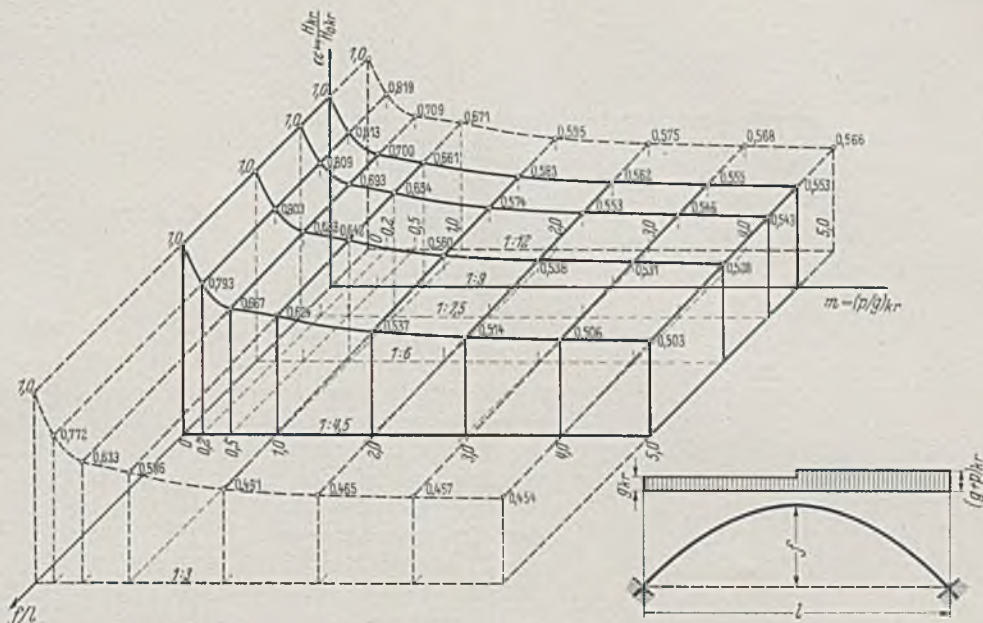


Abb. 23. Abminderungswerte α zur Bestimmung des kritischen Horizontalschubs bei halbseitiger Belastung für eingespannte, gelenklose Bogen, abhängig vom Pfeilverhältnis f/l und vom kritischen Lastverhältnis $m = (p/g)_{kr}$ bei beliebigem Trägheitsmomentenverlauf.

$$F_h = \frac{l^2}{16f}$$

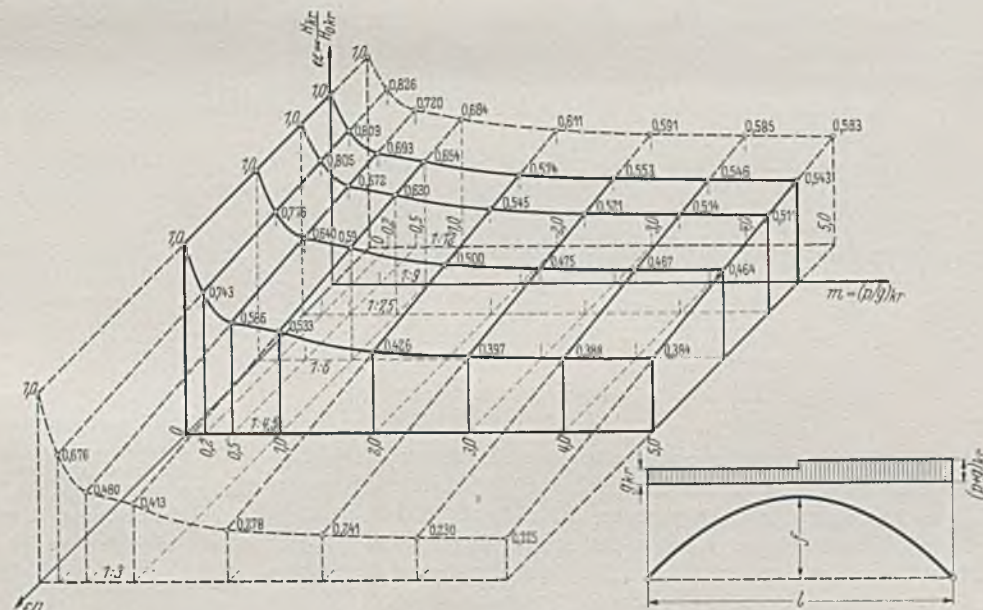


Abb. 24. Abminderungswerte α zur Bestimmung des kritischen Horizontalschubs bei halbseitiger Belastung für Zweigelenkbogen, abhängig vom Pfeilverhältnis f/l und vom kritischen Lastverhältnis $m = (p/g)_{kr}$ bei beliebigem Trägheitsmomentenverlauf.

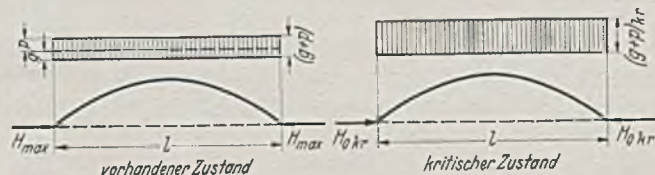


Abb. 25. Die übliche zentrische Knicksicherheit $v_s = \frac{H_{okr}}{H_{max}}$

und damit für den Horizontalschub bei gleichmäßiger Belastung durch $g + p : H = 2F_h (g + p)$ bei halbseitiger Belastung durch g und $g + p : H = 2F_h \cdot g + F_h \cdot p$.

a) Bestimmung der Tragsicherheit v_1 : Das Lastverhältnis bleibt konstant $m = p/g$. Dafür ergibt sich der kritische Horizontalschub

$$H_{kr} = \alpha \cdot H_{okr}$$

$$\text{und daraus } \xi_{kr} = \frac{H_{kr}}{F_h \cdot (2 + m)}$$

Die Sicherheit wird

$$v_1 = \frac{\xi_{kr}}{g} = \frac{H_{kr}}{g \cdot F_h \cdot (2 + m)} = \frac{H_{kr}}{H}$$

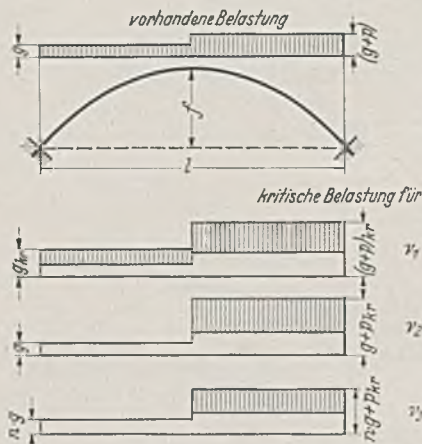


Abb. 26. Die Tragsicherheiten v_1, v_2, v_3 für halbsseitige Belastung.

$$m = \frac{H_{kr} - 2 F_h \cdot g}{F_h \cdot g}$$

Mit diesem Wert muß die Rechnung wiederholt werden solange, bis die Unterschiede zwischen zwei aufeinanderfolgenden Ergebnissen unbedeutend sind. Dies ergibt dann den richtigen Wert für m . Die Sicherheit errechnet sich aus

$$v_2 = \frac{m}{p/g} \quad p \text{ und } g = \text{vorhandene Belastung.}$$

c) Bestimmung der Tragsicherheit v_3 : Sie erfolgt wie die der Tragsicherheit v_2 , wobei lediglich für g stets $g' = n \cdot g$ einzusetzen ist.

$$m = \frac{H_{kr} - 2 F_h \cdot n \cdot g}{F_h \cdot n \cdot g}$$

$$v_3 = n \cdot \frac{m}{p/g} \quad p \text{ und } g = \text{vorhandene Belastung.}$$

Es gilt hier nicht zu untersuchen, welche dieser Tragsicherheiten die wichtigere ist; im Gegenteil erscheint die Kenntnis aller drei Sicherheitswerte als Ergänzung der üblichen Knicksicherheit wünschenswert. Dabei können die beiden Werte v_1 und v_2 zur Klarstellung des gegebenen Zustandes dienen, während die Sicherheit v_3 im Hinblick auf eine durch Umbau oder sonstwie verursachte Erhöhung der ständigen Last Bedeutung erlangt.

Zu beachten ist, daß die Versuchsergebnisse für α sich auf das kritische Lastverhältnis m aufbauen, das für v_2 und v_3 beim gegebenen Belastungsfall noch unbekannt ist und erst durch schrittweise Annäherung gefunden werden muß.

Zur weiteren Erläuterung sei das Beispiel einer eingespannten Bogenbrücke aus Stahl angegeben. Die Abmessungen entsprechen annähernd denen des großen Bogens der Mälarseebrücke in Stockholm (Bautechn. 10 [1934] S. 507):

$$l = 236 \text{ m}; \quad f = 22 \text{ m}; \quad f/l = 1 : 11,7;$$

$$J_K = 1,59 \text{ m}^4; \quad J_S = 0,159 \text{ m}^4; \quad J_m = 0,49 \text{ m}^4;$$

$$F_m = 0,48 \text{ m}^2; \quad i_{\min} = 1,28 \text{ m.}$$

$$\text{Belastung } g = 5,5 \text{ t/m}; \quad p = 2,9 \text{ t/m.}$$

Damit berechnet sich:

$$\lambda = \frac{0,7 \cdot (B/2)}{i} = 84 \text{ (unelastischer Bereich)}$$

$$\sigma_k = 5890 - 38175 \lambda = 2690 \text{ kg/cm}^2$$

$$T = \frac{(5890 - \sigma_k)^2 \cdot \sigma_k}{14400} = 19,1 \cdot 10^6 \text{ t/m}^2$$

$$\text{Für } n = \frac{J_K}{J_S} = 10 \text{ ergibt sich } \mu = 2,4 \text{ (Abb. 18).}$$

$$H_{okr} = \frac{20,19 \cdot T \cdot J_S}{(B/2)^2} \cdot \mu \cdot \cos \varphi_v = 7300 \text{ t}$$

$$H_{\max} = (g + p) \cdot 2 F_h = 2660 \text{ t.}$$

$$\text{Die Knicksicherheit beträgt } v_s = \frac{H_{okr}}{H_{\max}} = 2,74.$$

Nach der BE ist gefordert für $\lambda = 84$: $v_s = 2,67$.

Die Tragsicherheiten werden errechnet für $p/g = 0,528$. Es ist:

$$v_1 = 0,700; \quad H_{kr} = 5100 \text{ t}; \quad H = 2200 \text{ t}; \quad v_1 = \frac{5100}{2200} = 2,3$$

$$v_2 = 0,572; \quad H_{kr} = 4220 \text{ t}; \quad (p/g)_{kr} = 2,85; \quad v_2 = \frac{2,85}{0,528} = 5,4$$

$$v_3 = 0,594; \quad \text{für } n = 1,2 \text{ (Erhöhung der ständigen Last um 20\%):}$$

$$H_{kr} = 4330 \text{ t}; \quad (p/g)_{kr} = 2,10; \quad v_3 = 1,2 \cdot \frac{2,10}{0,528} = 4,8$$

Dies und zahlreiche andere durchgerechnete Zahlenbeispiele zeigten, daß die hier eingeführten Tragsicherheiten bei einer genügenden zentrischen Knicksicherheit nicht beängstigend sind. Sie ergaben sich bei einer gleichzeitigen Steigerung der ständigen Last und der Verkehrslast stets etwas kleiner und bei der alleinigen Steigerung der Verkehrslast sogar größer als die zentrische Knicksicherheit. Je größer die ständige Last im Vergleich zur

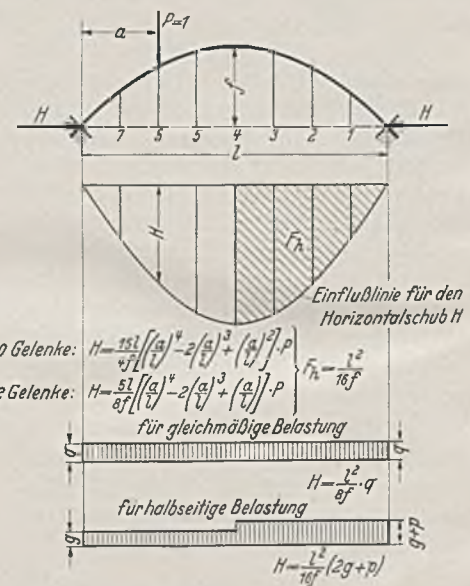


Abb. 27. Auswertung der Einflußlinie zur vereinfachten Bestimmung des kritischen Horizontalschubs für eingespannte, gelenklose Bogen und Zweigelenkbogen.

Verkehrslast ist, desto ungünstiger wirkt sich eine gleichmäßige Zunahme der Belastungen aus, und je mehr die Verkehrslast gegenüber der ständigen Last überwiegt, desto gefährlicher ist eine Steigerung der Verkehrslast allein. Die gegebene Berechnung ist zulässig für Bogen aus zug- und druckfesten Baustoffen, also aus Stahl und Eisenbeton.

Die unsymmetrische Belastung vermindert nicht die Sicherheit als solche, sondern die absolute Tragfähigkeit eines Bogenträgers.

KURZE TECHNISCHE BERICHTE.

Erddruck und Schalungsdruck.

Wirkt Erddruck auf eine Mauer, so wird diese verdreht. Das Nachgeben der Mauer ermöglicht eine elastische Ausdehnung des Erdkörpers oder gar ein Nachrutschen in Richtung zur Mauer. Infolge der Ausdehnung oder des Nachstürzens des Erdkörpers wird der Seitendruck

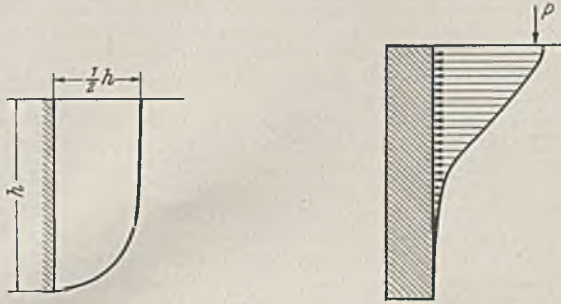


Abb. 1. Verlauf der Gleitfläche. Abb. 2. Verteilung des Seitendruckes infolge Oberflächenlast.

geringer. Weniger steife Teile einer Mauer geben stärker nach, wobei der Seitendruck auf sie nachläßt. Die steiferen Teile der Mauer übernehmen dann den größeren Teil des Druckes. Der Druckabfall bei Verdrehung der Mauer kann sehr deutlich sein. Terzaghi ermittelte z. B. im Modellversuch bei einer Bewegung der Mauer von etwa 1 mm einen Rückgang des Seitendruckes um 75%. Die allgemeine Form der Gleitfläche zeigt Abb. 1. Der Abstand der Drucklinie an der Oberfläche von der Mauer beträgt etwa 1/2 Mauertiefe. Die Bodenart bleibt hierfür ohne Einfluß. Für einen elastischen Körper, der nur seinem Eigengewicht unterworfen ist, wird der gesamte Seitendruck in der Tiefe h unter der Oberfläche ausgedrückt durch die Gleichung $H = -\gamma h \cdot \frac{\mu}{1-\mu}$.

Hierin ist μ die Poissonziffer. Das negative Zeichen bedeutet Zusammenrückung. Nach der Elastizitätstheorie liegt μ zwischen den Werten 0,5 und -1. Für alle Baustoffe ist μ positiv (für echte Flüssigkeit $\mu = 0,5$). Für Böden fand man μ zwischen 3/8 und 1/6. Die kleineren Werte gelten für lose gelagerte Böden, die höheren Werte für Ton und dichte

Sande. Eine Änderung des Wertes μ ändert nur den Maßstab, aber nicht die Art der Verteilung des Seitendruckes. Der Faktor $\lambda = \frac{\mu}{1-\mu}$ kann

für Böden zwischen 0,6 und 0,2 liegen. Beim Entwurf von Absteifungen muß für die steiferen Bauteile der höhere Wert gewählt werden, für die biegsamen Bohlen wesentlich kleinere Werte. Ständige Bauwerke müssen auf ihre Bewegungsmöglichkeit hin genau untersucht werden. Wenn der Seitendruck beim Nachgeben des Bauwerkes von einem Anfangsdruck abgefallen ist, kann er langsam wieder ansteigen. Hierdurch kann ein weiteres Nachgeben der Mauer hervorgerufen werden, wobei sich der Erdkörper noch einmal ausdehnt, bis Bruchflächen entstehen. Je nach der Bewegungsmöglichkeit sind die Druckkoeffizienten auszuwählen. Abb. 2 zeigt den grundsätzlichen Verlauf der Druckverteilungslinie bei belasteter Oberfläche. Die grundlegenden Gleichungen für die Druckverteilung in der Tiefe lieferte Boussinesq. Für Flächenlast gibt A. E. H. Love Formeln, die eine sonst übliche Unterteilung in genügend kleine Einzelflächen (-lasten) ersparen (Philosophical Transactions Series A Vol. 228 [1929]). Für Streifenlast gibt G u e r s e v a n o f f den Rechnungsgang und Zahlentafeln (vgl. Quellenangabe am Schluß).

Beim Bau von hohen Betonpfeilern für die Alton-Sperre im Mississippi (Ill., USA.) wurden Beobachtungen über den tatsächlichen Druck von frischem Beton gegen die Schalung gemacht. Abb. 3 zeigt die beobachteten Druck-Kurven im Vergleich zu dem aus der Rechnung gewonnenen Verlauf. [Nach: Proc. Amer. Soc. Civ. Eng. 64 (1938) S. 1319.]

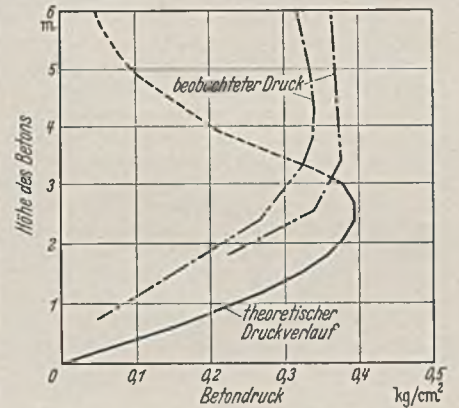


Abb. 3. Seitendruck aus frischem Beton.

VERSCHIEDENE MITTEILUNGEN.

Normen für Bau und Betrieb von Rohrbelüftern.

Rohrbelüfter sind Einrichtungen, die bei eintretendem Unterdruck den Wasserstrom in einer Wasserleitung durch Einführung von Luft unterbrechen. Dadurch wird insbesondere das Rücksaugen von Schmutzwasser in die Wasserleitungen vermieden. Um die technischen Anforderungen, die bisher nicht einheitlich waren, klarzustellen und die zweckmäßigsten Richtlinien für den Bau und Betrieb der Rohrbelüfter festzulegen, hat der Deutsche Normenausschuß das Normblatt DIN 3266

„Regeln für Bau und Betrieb von Rohrbelüftern“ (Beuth-Vertrieb, Berlin SW 68; Preis —,75 RM, ausschl. Versandkosten) herausgegeben, das von einem Arbeitsausschuß unter Beteiligung aller maßgebenden Organisationen der Erzeuger und der Abnehmer aufgestellt worden ist. Das Normblatt enthält auch eine Prüfordnung, die von dem Prüfausschuß für Grundstücks-Wasserversorgungsanlagen beim Deutschen Verein von Gas- und Wasserfachmännern für die Prüfung zugrunde gelegt wird. Normgerechte und geprüfte Rohrbelüfter können das G ü t e z e i c h e n DIN-DVGW tragen.

BUCHBESPRECHUNGEN.

Holzersparnis im Holzbau. Vorträge der Holztagung 1939. Heft 26 der Mitteilungen des Fachausschusses für Holzfragen beim Verein Deutscher Ingenieure und Deutschen Forstverein. Mit 100 Abb. Berlin: VDI-Verlag G. m. b. H. 1940. 97 S. DIN A 5. Preis geh. RM 4,—.

Die Holztagung des Fachausschusses für Holzfragen, die alljährlich Ende November oder Anfang Dezember in Berlin stattfindet, gibt einen Überblick über alle die Fragen des Holzbaus, die in wissenschaftlicher und praktischer Hinsicht gerade im Vordergrund des Interesses stehen. Die meisten Vorträge, die 1939 unter der Gesamtüberschrift „Holzersparnis im Holzbau“ gehalten wurden, sind in dem vorliegenden Heft enthalten, damit die Möglichkeit besteht, auch die Stellen, die an der Tagung selbst nicht teilnehmen konnten, mit den Vorträgen bekannt zu machen. Prof. Graf, Stuttgart, zeigte auf Grund neuer Versuche mit Bauholz, daß bei Holz mit großer Baumkante kein Verlust der Tragfähigkeit eintritt, sondern im allgemeinen die gleiche Tragfähigkeit wie beim scharfkantigen Holz erreicht wird. Ing. Trysna, Kassel, führte eine Reihe wirtschaftlicher Holzbauten aus der Kali-Industrie vor und gab viele technische Hinweise über die Ausführung derartiger Bauten. Mit der Verleimung von Holzbauwerken, die voraussichtlich in Zukunft eine wichtige Rolle spielen wird, weil dabei große Holzersparnisse erzielt werden können, befaßten sich Reg.-Baumeister Sahlberg, Niesky, und Dr.-Ing. habil. Egner, Stuttgart. Während ersterer die praktische Ausführung geleimter Holzbauwerke behandelte, berichtete Dr.-Ing. Egner über Versuche mit geleimten Bauteilen, insbesondere über die Ecken bei Bindern und Rahmen und über Baustöße. Ing. Eisfeld, Kassel, brachte neue Anwendungsbeispiele der Nagelbauweise, die deren Vorteile be-

sonders bei Dachkonstruktionen herausstellten. Konrad Müller, Dresden, behandelte die Frage der Holzersparnis beim Sägeschnitt. Schließlich wurden auch noch die Untersuchungsergebnisse über die Aufnahmefähigkeit von Holzschutzmitteln bei feuchtem Holz bekannt gegeben. Das vorliegende Mitteilungsheft wird dem Fachmann viele Anregungen geben, um bei der Bauausführung Holz zu sparen.

S t o y , Hildesheim.

Graf, O. u. K. Egner: Messen der Holzfeuchtigkeit — Festigkeit wiederholt gefrorener und aufgetauter Hölzer. Heft 25 der Mitteilungen des Fachausschusses für Holzfragen beim Verein Deutscher Ingenieure u. Deutschen Forstverein. Mit 21 Abb. Berlin: VDI-Verlag G. m. b. H. 1940. 30 S. DIN A 5. Preis geh. RM 3,—.

Im ersten Teile werden Vergleichsversuche mit verschiedenen Holzfeuchtigkeitsmessern behandelt. Die verschiedenen Meßverfahren und -geräte werden beschrieben und ihre Anwendung gezeigt. Es ist heute ohne Schwierigkeit möglich, den Wassergehalt des Holzes zu bestimmen, ohne dabei ein schwieriges Verfahren oder teure Geräte anwenden zu müssen. Das ist für das Gebiet der Holztrocknung und des Nachweises der Holzfeuchtigkeit besonders für die Praxis von Bedeutung.

Im zweiten Teil ist nachgewiesen, daß Hölzer nach wiederholtem Gefrieren und Auftauen nicht an Festigkeit verlieren. Dieser Nachweis ist besonders wichtig für Bauten, die im Freien stehen, z. B. Brücken usw. Durch die Ergebnisse der Versuche ist erwiesen, daß Frosteinwirkungen für die Standfähigkeit der Holzbauwerke belanglos sind.

S t o y , Hildesheim.

Marten, G.: Über die Kraftübertragung in Nagelverbindungen. Heft 6 der Forschungsberichte Holz des Ausschusses für Holzfragen. Mit 41 Abb. Berlin: VDI-Verlag G. m. b. H. 1940. 63 S. DIN A 5. Preis geh. RM 2,—.

Die vorliegende Abhandlung ist entstanden als Dr.-Dissertation in der Materialprüfungsanstalt Stuttgart unter Leitung von Prof. Graf. Damit ist ihr Wert und ihre Bedeutung bereits hinlänglich gekennzeichnet. Der Zweck der Aufgabe bestand darin, die in DIN 1052 festgelegten Bestimmungen über Nagelverbindungen durch eingehende Versuche nachzuprüfen und zu untersuchen, welche Formänderung und welche Verteilung der Beanspruchungen in Nagelverbindungen entstehen. Nach den Untersuchungsergebnissen kann die Festlegung der Bestimmungen als ausreichend angesehen werden. Für jeden, der sich mit der Berechnung, Entwurf und Ausführung von genagelten Holzbauwerken befaßt, ist es zweckmäßig, dieses Buch durchzusehen, da es wertvolle Aufschlüsse über die Tragfähigkeit genagelter Holzverbindungen gibt. Stoy, Hildesheim.

Für die Praxis des Baubetriebes. Heft 1—9 der Sonderreihe der Wirtschaftsgruppe Bauindustrie. Mit Abb. u. Tab. Berlin: Otto Elsner Verlagsgesellschaft 1940. Gesamtpreis geh. RM 9,85.

In dieser neuen maschinentechnischen Schriftenreihe bringen die Verfasser in kurzer und übersichtlicher Darstellung alles für den Praktiker des Baubetriebes Wissenswerte über die Bauarten, die Behandlung, den Einsatz und die Beförderung von Baggern (Heft 1, 6 u. 9), den Betrieb stationärer Brennkraftmotore (Heft 2), die Bedienung und Wartung von Explosionsrammen (Heft 8), den Druckluftbetrieb und die Gezähewirtschaft in der Bauindustrie (Heft 4), die Pflege und die Erhaltung von Feldbahnmaterial (Heft 8) und über die Bauarten, Leistung, Bedienung und den Einsatz der Bau-Dampflokomotiven (Heft 3 u. 5). Die Hefte sind in gleicher Weise für Maschinen-Ingenieure, Bauleiter, Bagger- und Lokomotivführer, Monteure und Maschinisten geeignet. Die Hefreihe soll fortgesetzt werden.

Rathsmann, Vordamm (Nm.).

Wiegand, H. u. B. Haas: Berechnung und Gestaltung von Schraubenverbindungen. Mit 71 Abb. Berlin: Verlag Julius Springer 1940. IV, 68 S. Gr. 8°. Preis geh. RM 4,80.

Die Verfasser bringen erstmalig zusammenfassend das wichtigste Schrifttum über Schraubenverbindungen mit einer großen Zahl eigener Versuche, praktischen Erfahrungen und Beispielen. Das Buch vermittelt dem Konstrukteur Verbesserungsmöglichkeiten über die zweckmäßige Gestaltung der Schraube als verbindendes Maschinenelement unter besonderer Berücksichtigung der Vorgänge bei hoch beanspruchten Schrauben.

Rathsmann, Vordamm (Nm.).

Anleitungsblätter der Wirtschaftsgruppe Bauindustrie für Wartung und Reparatur von Baumaschinen und Baugeräten. Nr. 1—14. Mit Abb. Berlin: Otto Elsner Verlagsgesellschaft 1940. Preis je Blatt RM —,25.

Die Anleitungsblätter bringen Aufsätze über Wartung und Reparatur von Baumaschinen und Baugeräten; sie stellen eine Ergänzung zu den Heften der Sonderreihe der Wirtschaftsgruppe Bauindustrie „Für die Praxis des Baubetriebes“ dar. Bisher erschienen Aufsätze über die Behandlung und Bedienung von Brennkraftmotoren und Dieselmotorwalzen (Nr. 3, 6 u. 7), über Bau-Dampflokomotiven (Nr. 9 u. 12), Bagger (Nr. 14), Rammen (Nr. 13), Betonpumpen (Nr. 5), Kompressoren, Druckluftwerkzeuge und Gesteinsbohrer (Nr. 1 u. 11), Explosionsrammen (Nr. 8), Schnellbauaufzüge (Nr. 2), Betonmischmaschinen (Nr. 10) und über das Feldbahnmaterial (Nr. 4).

Rathsmann, Vordamm (Nm.).

Birkenholz, C.: Die Betreuung der Bauarbeiter. Mit 46 Abb. Berlin: Otto Elsner Verlagsgesellschaft 1940. 300 S. Preis geb. RM 4,20, kart. RM 3,60.

Verfasser hat in Erweiterung seiner Arbeit, die er im Rahmen des von der Fachgruppe Bauwesen im NSBDT. veranstalteten Wettbewerbs „Zu — Gleich“ eingereicht hat und bei dem ihm ein 1. Preis zuerkannt wurde, als sozialpolitischer Referent des Generalbevollmächtigten für die Regelung der Bauwirtschaft, Reichsminister Prof. Dr.-Ing. Todt, mit seinen Mitarbeitern ein sozialpolitisches Handbuch für die Bauwirtschaft geschaffen, welches die Betreuung der Bauarbeiter in allen Einzelheiten darstellt und allen Bauschaffenden Grundsätzliches und Richtungweisendes zur sozialen Arbeit im Baubetrieb vermittelt. In einem Anhang sind die einschlägigen Gesetze und Verordnungen zusammengestellt.

Rathsmann, Vordamm (Neumark).

Birkenholz, C.: Der Bauarbeiter. Band 1 der Schriftenreihe „Zu-gleich“ des „Deutschen Baumeisters“. Herausgegeben im Auftrage des Generalbevollmächtigten für die Regelung der Bauwirtschaft. Mit zahlr. Abb. Berlin: Otto Elsner Verlagsgesellschaft 1940. 63 S. Gr. 15,5 x 23,5 cm. Preis kart. RM 2,—.

Der Verfasser des vorliegenden Buches gibt Grundsätzliches und Richtungweisendes für die Sozialarbeit im Baubetrieb, um eine Steigerung der Leistung des einzelnen und damit der gesamten Gefolgschaft zu erzielen. Die kleine Schrift ist in folgende Hauptabschnitte unterteilt:

- I. Die Betreuungsaufgabe als Grundlage jeder Leistungssteigerung.
- II. Betreuung durch den Staat.
- III. Betreuung durch den Unternehmer.

IV. Betreuung durch die Bauherrschaft.

V. Lohnbuchhalter und Leistungssteigerung.

VI. Richtige Menschenführung — Freude am Werk — Steigerung der Leistung.

Es werden also alle den Bauarbeiter betreffenden Fragen, und zwar eingehend und mit guten Vorschlägen, behandelt.

Kopf, Berlin.

Conradis, H.: Die Naßbaggerung bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts. Schriftenreihe der Arbeitsgemeinschaft für Technikgeschichte im Verein Deutscher Ingenieure. Mit 95 Abb. Berlin: VDI-Verlag G. m. b. H. 1940. DIN A 4. Preis geh. RM 10,—, für VDI-Mitglieder RM 9,—.

Ein ausgezeichnetes Buch aus der Schriftenreihe der Arbeitsgemeinschaft für Technikgeschichte des Vereins Deutscher Ingenieure, das nicht nur dem Fördertechniker und Baumaschinenfachmann, sondern auch dem Wasserbauer und Hafenbetriebsmann anregende Einblicke in die Entwicklungsgeschichte einer Technik, ihrer Geräte und Betriebsweise gewährt, die im Wasser- und Hafenbau von jeher eine höchst bedeutsame Rolle spielt. Die technisch-geschichtliche Entwicklung wird in dem durch zahlreiche Abbildungen veranschaulichten Text von den ursprünglichen, maschinenlosen Räumverfahren über Kranbagger, Radbagger, Schaufel- und Eimerkettenbagger bis zu Löffelbaggern und Sonderbauarten verfolgt, wobei manche kulturgeschichtliche und handwerklich-soziale Erkenntnis uns den Stand der Technik in früheren Jahrhunderten vor Augen führt. Ein ausgedehntes Schrifttumsverzeichnis, das ältere und neuere, in- und ausländische Quellen, vielfach aus Archiven anführt, ermöglicht ein weiteres Nachforschen.

Wundram, Hamburg.

Bildwort Deutsch / Technische Sprachhefte.

Heft 1: Ingenieurbau. Zusammengestellt von Regierungsbaumeister A. D. R. Schubert. Mit 65 Abb. 44 S. DIN A 5. Heft 2: Heben und Fördern. Zusammengestellt von Studienrat Dr.-Ing. H. R. Müller. Mit 70 Abb. Berlin: VDI-Verlag G. m. b. H. 1940. 46 S. DIN A 5. Preis geh. RM 1,50, für VDI-Mitglieder RM 1,35, Partiepries bei 25 Stck. und mehr je RM. 1,25.

Fachworterklärung mit Hilfe des Bildes sagen dem Ingenieur zu. Der VDI-Verlag hatte bereits mit dem Sprachheft „Bildwort Englisch“ gute Erfolge. Die nunmehr beginnende Reihe deutscher Sprachhefte (zunächst Heft 1 und 2) soll dem Auslandsingenieur an Hand von Bildern und einem einprägsamen Text Gelegenheit geben, deutsche Fachwörter kennen zu lernen. Auch der deutsche Anfänger in der Technik kann in diesem einführenden Text seine Belehrung finden. Jedem Heft ist ein ausführliches Stichwortverzeichnis beigegeben.

Das Heft 1: Ingenieurbau umfaßt Gründung von Bauwerken / Baustoffe / Ingenieurbauten verschiedener Art: Brücken / Stahlhochbau / Tunnels / Straßen / Stadtenwässerung / Wasserbau. Werkzeuge, Baugeräte und Baumaschinen.

Das Heft 2: Heben und Fördern umfaßt Seilbefestigung / Lastaufnahmemittel / Flaschenzüge und Winden / Krane / Bagger / Flurfördermittel / Überflur-Fördermittel / Dauerförderer / Schwerkraftförderer.

Bei der weltweiten Bedeutung der deutschen Technik kann diese Hefreihe besonders dem Ausland sehr empfohlen werden.

Wundram, Hamburg.

Bachmann, A. u. H. Vent†: Technisches Zeichnen. Teubners Technische Leitfäden, Reihe 1, Bd. 2. Mit 600 Abb. Leipzig u. Berlin: B. G. Teubner 1940. VII, 187 S. Gr. 8°. Preis kart. RM 4,80.

Das vorliegende Buch wendet sich in erster Linie an den technischen Zeichner des Maschinenbaus, dem es in zusammenfassender Form das Rüstzeug für seinen Beruf vermitteln will.

Nach einer Erläuterung der verschiedenen Zeichengeräte und Hilfsmittel wenden sich die Verfasser der Zeichentechnik selbst zu. Ausgehend von der Darstellung flächiger Werkstücke werden richtige und falsche Bemalung an zahlreichen Beispielen klar vor Augen geführt. In weiteren Abschnitten wird die Darstellung körperlicher Werkstücke und ihrer Schnitte behandelt. Grundaufgaben der darstellenden Geometrie sollen dabei das räumliche Vorstellungsvermögen des Lesers, von dem keinerlei Vorkenntnisse verlangt werden, schulen. Ein großer Raum ist den Elementen des Maschinenbaus, wie Schrauben, Nieten, Zahnrädern, weiterer den Bearbeitungs- und Passungsangaben gewidmet. Abschnitte über die Anfertigung verschiedener Zeichnungsarten, wie die Darstellung im Stahlbau und Rohrleitungspläne sowie eine Einführung in die Perspektive beschließen das Buch.

A. Bachmann u. H. Vent, der während der Drucklegung des Buches den Heldentod fand, haben den Stoff auf Grund langjähriger Erfahrung in der Ausbildung technischer Zeichner ausgewählt und zusammengestellt. Dem jungen Zeichner, der vorankommen will, ist es bestimmt zu empfehlen. Es kann jedoch auch dem Bauingenieur, der vor die Aufgabe gestellt wird, normengerechte Zeichnungen von Maschinenteilen anzufertigen, von großem Nutzen sein.

Schmid, Charlottenburg.

Albrecht, R.: Lichtbogenschweißung. Herstellung, Konstruktion und Berechnung von Schweißverbindungen. Mit 67 Abb. Berlin: Wilhelm Ernst u. Sohn 1940. IV, 60 S. DIN A 5. Preis geh. RM 3,20.

Die Abhandlung zeigt nach einem Überblick über die Schweiß- und Arbeitsverfahren in klarer, knapper Form die Technik des Lichtbogen-schweißens und gibt ein anschauliches Bild von der Entstehung der Schweißspannungen wie von den Maßnahmen zu ihrer Beschränkung. Schweißnahtprüfung, Schweißgeräte und Schweißerausrüstung werden behandelt. Nach allgemeinen Gesichtspunkten für die bauliche Gestaltung folgt eine sehr übersichtliche Zusammenstellung der Berechnungs-vorschriften für geschweißte Hoch- und Brückenbauten, die durch eine Anzahl durchgerechneter Ausführungsbeispiele gut erläutert werden. Das kleine Werk gibt für Studierende an Techn. Staatslehranstalten und Hochschulen und für Ingenieure in der Praxis eine vorzügliche erste Einführung in das Sondergebiet des Schweißens und kann bestens empfohlen werden.
P f a n n m ü l l e r, Hannover.

D ü r r, H. R.: Das Stahlfenster in der Bauwirtschaft. Eine Betrachtung seiner Entwicklung, Ausführungsarten und Eigenschaften. Mit 168 Abb. Berlin: Wilhelm Ernst u. Sohn 1940. V, 149 S. Gr. 8°. Preis geb. RM 12,—.

Das klar, knapp und flüssig geschriebene Werk bringt zunächst einen Überblick über die geschichtliche Entwicklung des Stahlfensters und gibt dann einen Einblick in die zu seiner Herstellung dienenden Arbeitsgänge und Einrichtungen. Die mannigfaltigen Anwendungsgebiete, Gestaltungs- und Konstruktionsmöglichkeiten werden eingehend behandelt. Die Forderungen des Rostschutzes finden die gebührende Berücksichtigung und führen zu Vorschriften für die Anstrichausführung. Die in reicher Zahl in den Text eingeschalteten Konstruktionszeichnungen zeigen die konstruktive Sauberkeit der modernen Stahlfenster, die zahlreichen Schaubilder ihre schönheitlich ausgezeichnete Wirkung. Der Verfasser behandelt darüber hinaus auch die sonstigen Eigenschaften des Stahlfensters, insbesondere seine Wärme- und Luftdurchlässigkeit; hierbei kann er sich im wesentlichen auf die Ergebnisse von Versuchen stützen, die er selbst in der Versuchsanstalt für Heiz- und Lüftungswesen der T. H. Berlin durchgeführt hat. Ein Schlußwort bringt dann noch Vorschläge für die Beschränkung der heutigen mehr als tausend Stahlfensterprofile auf etwa 70 Einheitsprofile, von der eine beachtliche Leistungssteigerung der Glasfensterindustrie erwartet werden kann, die der Exportmöglichkeit und der deutschen Bauwirtschaft zugute käme.
P f a n n m ü l l e r, Hannover.

W i e l a n d, G. u. K. Stöcke: Merkbuch für den Straßenbau, ein Ratgeber für Straßenbaufachleute, technische Offiziere und Führer des Arbeitsdienstes. Mit 82 Abb. 2. verbesserte Aufl. Berlin: Wilhelm Ernst u. Sohn 1940. VIII, 118 S. DIN A 5. Preis geb. RM 4,80.

Das Merkbuch, das nach kurzer Zeit bereits in zweiter Auflage erschienen ist, behandelt im ersten Teil die Baustoffe, im zweiten den Bau der Straße. In 265 klaren, knapp gefaßten Abschnitten wird alles Wesentliche auf dem Gebiete des Straßenbaues wiedergegeben. Tabellarische Zusammenstellungen sowie schematische Übersichten und Skizzen erläutern die Eigenschaften, Herstellungs- und Aufbereitungsvorgänge und die Verwendungsart der Baustoffe und die Einzelheiten in der Gestaltung der Straße.

Diese zweite Auflage des beliebten Merkbuches wurde durch die Aufnahme der Natursteinvorkommen im Sudetenland, der Ostmark und den ehemals polnischen Gebieten, der neuen Vorschriften für bituminöse Stoffe, der technischen Bedingungen für die Linienführung und von Normenänderungen erweitert.

Als Merkbuch ist diese Schrift für Leser bestimmt, die im Straßenbau bereits ausgebildet sind. Diese finden hier an Hand eines Sachverzeichnisses schnell für alle Fragen der Straßenbaupraxis zahlenmäßige Unterlagen und Hinweise für die konstruktive Gestaltung.
S c h l u m s, Berlin.

A r n o l d: Städtischer Tiefbau — Straßenbau — Wasserversorgung — Stadtentwässerung. Bau-technische Lehrbücher Nr. 6. Mit 277 Abb. 4. verb. Aufl. Leipzig: Dr. Max Jänecke Verlagsbuchhandlung 1940. 303 S. DIN A 5. Preis kart. RM. 3,40.

Die vorliegende vierte Auflage hat den von mir bei der Besprechung der dritten Auflage erwähnten Mangel, daß es an Abbildungen fehlte, abgestellt [Bauingenieur (1935) S. 116]. Auch sonst ist sein Inhalt auf das Wesentlichste beschränkt, aber klar und anschaulich behandelt, so daß es seinen Zweck, dem Lehrer und Schüler an den Bauschulen, als Leitfaden zu dienen, erfüllt.
N e u m a n n, Stuttgart.

R a u s c h, E.: Maschinentfundamente und andere dynamische Bauaufgaben. Teil 2. Mit 384 Abb. Berlin: VDI-Verlag, G. m. b. H. 1940. 370 S. Din A 5. Preis geh. RM 25,—.

Das Buch ist die Fortsetzung einer Arbeit des Verfassers über die theoretischen Grundlagen zum Entwurf von Maschinentfundamenten aus dem Jahre 1936. Sie sind in diesem II. Teil durch die Berechnung der Schwingweiten ergänzt und durch Tafeln und nützliche Angaben für die bauliche Durchbildung der Fundamente erweitert worden. In der Hauptsache beschäftigt sich der Verfasser mit zahlreichen aus-

geführten eigenen Entwürfen als Beispielen zur Abstützung von Maschinen mit hin- und hergehenden oder umlaufenden Massen und niedrigen, mittleren oder hohen Erregerschwingzahlen ohne die Turbinenfundamente, die in einem III. Teil untersucht werden sollen. Hierbei werden die schwingungstechnischen Grundsätze erörtert und die verschiedenen Möglichkeiten zur Abstimmung des Fundamentes mit Stahlfedern, Gummikörpern und elastischen Zwischenlagern behandelt. Die notwendigen physikalischen Eigenschaften werden durch Rechnung festgestellt. Dasselbe gilt für die statischen Ersatzkräfte unter Berücksichtigung der dynamischen Wirkung und der Ermüdung des Baustoffes. Diese bilden die Grundlage für den Festigkeitsnachweis und die bauliche Durchbildung der Eisenbetonunterbauten für Dampfmaschinen, Kompressorenanlagen, Gebläse- und Dieselmotoren. Hierzu treten noch einige Beispiele für Hammer- und Brecherfundamente als Ergänzung des I. Teils. Der Verfasser ist bemüht, alle Untersuchungen klar und ausführlich zu erläutern, um den Leser anzuregen, sich in die Theorie zu vertiefen und die Fundamente aus ihrer Anwendung schwingungs- und bautechnisch einwandfrei zu gestalten. Er darf dafür des Dankes aller Fachgenossen sicher sein, die an diesem wichtigen Grenzgebiet interessiert sind. Ihnen wird dieses wertvolle Buch bestens empfohlen.
K. B e y e r, Dresden.

L ü b c k e, E.: Schallabwehr im Bau- und Maschinenwesen. Mit 145 Abb. Berlin: Julius Springer 1940. VI, 166 S. Gr. 8°. Preis geb. RM 16,50; geh. RM 15,—.

Im Frühjahr 1938 fand in Berlin eine Vortragsreihe über „Schallabwehr im Bau- und Maschinenwesen“ statt. Hierbei sprachen L. Cremer über „Die physikalischen Grundlagen der Schallabwehr im Hochbau“, W. Dürhammer über „Praktische Schallabwehr im Hochbau“, E. Lübecke über „Die wissenschaftlichen Grundlagen der Schalltechnik“, E. Meyer über „Schalltechnisches Prüfwesen“, W. Piening über „Praktische Schallabwehr bei Fahrzeugen“ und W. Zeller über „Praktische Schallabwehr im Maschinenwesen“.

Dankenswerterweise hat E. Lübecke es unternommen, den Wortlaut dieser Vorträge gegeneinander abzustimmen, zu ergänzen und unter Anfügung einer Tabellen- und Formelsammlung sowie eines Sachverzeichnisses der Öffentlichkeit zu übergeben. Zahlreiche treffliche Abbildungen unterstützen das Wort.

Dem Architekten, dem Bauingenieur, dem Maschinenbauingenieur, dem Fahrzeugbauer und dem Elektrotechniker, sowie dem Bauherrn und Fabrikleiter wird so eine Fülle wertvollen Stoffs geboten, der in gedrängter Kürze nicht nur eine gute Übersicht über das ganze behandelte Gebiet gewährt, sondern auch in praktischen Einzelfällen Rat zu erholen gestattet.

Allen, die ihr Wissen über einschlägige Fragen zu erweitern wünschen oder die sich auch nur allgemein über den Stand der Schallabwehr näher unterrichten wollen, kann das Buch angelegentlich empfohlen werden. Dasselbe wird auch sicherlich dazu beitragen, die vielfach noch verbreiteten irrigen Anschauungen über Wesensgleichheit von Wärmeschutz und Schallschutz aufklärend zu bekämpfen.
M i c h e l, Hannover.

G r ü n, R.: So macht man guten Beton! Mit 33 Abb. Berlin: Otto Elsner Verlagsgesellschaft 1940. 127 S. Gr. 8°. Preis kart. RM 2,—.

Noch immer sind leider die Kenntnisse über die Herstellung von Beton auf vielen Baustellen überaus mangelhaft, Mißerfolge infolge falscher Baustoffwahl und -Verarbeitung nicht selten. Hier soll das vorliegende kleine Werk helfend und bessernd einspringen. Nicht für das wissenschaftliche Studium und für die Forschung, sondern für den Mann der Praxis hat Professor G r ü n diesmal geschrieben. Ihm will er in möglichst einfacher, leicht verständlicher Darstellung das für ihn Wichtigste aus der Betontechnologie mitteilen. Das geschieht so anregend und mit so viel Frische und Lebendigkeit, daß auch der überlastete Bautechniker das Büchlein gerne zu Ende lesen wird.

Dem kleinen, aber inhaltsreichen Werk ist weiteste Verbreitung zu wünschen. Es gehört vor allem auf die kleineren Betonbaustellen, auf denen kein Stab wissenschaftlich geschulter Ingenieure zur Verfügung steht um die Betonherstellung zu überwachen.
G a e d e, Hannover.

H ö f e r, M.: Absteck-Tafel für gleichmäßig geteilte Kreisbogen. Mit 1 Abb. Berlin: Julius Springer 1940. 41 S. Gr. 8°. Preis geh. RM 1,50.

Die Absteckung von gleichen Kreisbogenlängen beim Trassieren hat den Vorteil schneller Prüfung durch Messung der gleichen Pfeilhöhen. Die Unbequemlichkeit der genauen Fußpunktsermittlung bei dieser Absteckung nach rechtwinkligen Koordinaten tritt dabei zurück.

Um den Benutzern der vom Verfasser 1938 verfaßten Bogen-Tafeln für 400 g Teilung [besprochen Bauingenieur 19 (1938) S. 565] bereits jetzt dienlich zu sein, hat sich der Verlag entschlossen, diese kleine, gut angeordnete Tafel in kleinem Druck, die außer den Bogenlängen und Koordinaten auch noch die Ablenkungswinkel enthält, schon jetzt als Sonderheft herauszugeben, was sehr zu begrüßen ist.
B r e n n e c k e, Berlin.

PATENTBERICHTE.

Bekanntgemachte Anmeldungen

Bekanntgemacht im Patentblatt Nr. 41 vom 10. Oktober 1940 und von demselben Tage an auf drei Monate im Reichspatentamt ausgelegt.

- Kl. 19d, Gr. 4. B 179 017. Erfinder, zugleich Anmelder: Dr.-Ing. Ludwig Bosch, Dortmund. Hängebrücke ohne aufgehobenen Horizontalschub. 29. VI. 37. Österreich.
- Kl. 21g, Gr. 30/01. G 96 645. Erfinder: Dr. Oscar Martienssen, Kiel. Anmelder: Gesellschaft für nautische und tiefbohrtechnische Instrumente m. b. H. und Dr. Oscar Martienssen, Kiel. Verfahren zur Bestimmung des Gebirgsschichtenwechsels in Tiefbohrlöchern. 10. XI. 37. Österreich.
- Kl. 37a, Gr. 2. A 87 909. Erfinder: Wilhelm Meyer, Celle. Anmelder: Ankona-Decken G. m. b. H., Celle. Steineisendecke mit Steinen halber Normalbreite im Bereich der negativen Momente; Zus. z. Pat. 669 244. 6. IX. 38.
- Kl. 37b, Gr. 5/04. N 42 133. Erfinder: Fritz Axthelm, Berlin-Lichterfelde, und Alexander Niedergesäß, Berlin-Zehlendorf. Anmelder: Niedergesäß & Co., Berlin. Tiefenspreizdübel. 24. VI. 38.
- Kl. 37 f, Gr. 1/02. S 5 695. Erfinder: Dr. phil. Ernst Lübcke, Berlin-Charlottenburg. Anmelder: Siemens-Schuckertwerke Akt.-Ges., Berlin-Siemensstadt. Abluftschacht für lärmvolle Betriebe. 25. III. 37. Österreich.
- Kl. 42k, Gr. 29/06. B 181 492. Erfinder: Dr.-Ing. Hans Lorenz, Berlin-Tempelhof, Dr. phil. Alfred Ramspeck, Berlin-Charlottenburg, und Dr.-Ing. Reinhard Köhler, Bochum. Anmelder: Baugrund G. m. b. H., Berlin. Verfahren und Vorrichtung zum Feststellen der Tragfähigkeit einzelner Bodenschichten. 15. I. 38.
- Kl. 72 d, Gr. 16/01. Sch 109 592. Alfred Schütze, Berlin-Charlottenburg. Eisenbetongeschoß. 25. III. 36.
- Kl. 80 b, Gr. 1/09. E 50 544. Erfinder, zugleich Anmelder: Karl Ivar Anders Eklund, Malmö, Schweden; Vertr.: Dr. H.-H. Willrath, Pat.-Anw., Berlin W 35. Verfahren zur Herstellung von hochporösen Leichtkörpern. 14. XII. 37. Schweden 28. VII. 37. Österreich.

Bekanntgemachte Anmeldungen.

Bekanntgemacht im Patentblatt Nr. 42 vom 17. Oktober 1940 und von demselben Tage an auf drei Monate im Reichspatentamt ausgelegt.

- Kl. 1a, Gr. 6. H 153 669. Erfinder, zugleich Anmelder: Ernst Haardt, Wesel. Vorrichtung zur Ausscheidung feiner Anteile aus Sand. 16. XI. 37. Österreich.
- Kl. 1a, Gr. 12/10. H 154 621. Carl Haver & Ed. Boecker, Oelde i. W. Maschine zur Behandlung, insbesondere zum Waschen von Sand, Kies, Gestein und ähnlichem Gut; Zus. z. Pat. 628 551. 3. II. 38.
- Kl. 5a, Gr. 32/20. F 86 349. Erfinder: Dipl.-Ing. Karl Schneiders, Karlsruhe, und Dr.-Ing. Adolf Schneiders, Frankfurt a. O. Anmelder: Dr. Carl Forch, Berlin-Lichterfelde. Verfahren zum Verrohren von Bohrlöchern mit Zement und Beton. 9. II. 39.
- Kl. 37a, Gr. 7/01. R 102 038. Erfinder, zugleich Anmelder: Richard Remberg, Krefeld. Fugendichtungsmasse. 6. IV. 38.
- Kl. 37b, Gr. 5/01. A 87 930. Erfinder, zugleich Anmelder: Albert Albrecht, Trier. Baustein für die Anbringung von Halteisen. 27. VIII. 38.
- Kl. 49h, Gr. 34/01. B 185 019. Erfinder, zugleich Anmelder: Dr.-Ing. Georg Bierett, Berlin-Zehlendorf, Verfahren zur Herstellung von geschweißten Bauteilen. 25. X. 38. Protektorat Böhmen und Mähren.
- Kl. 72g, Gr. 8. D 78 447. Erfinder, zugleich Anmelder: Rudolf Dietel, Düsseldorf. Rohrpfahl mit Krampen für Drahtverhaue. 15. VII. 38.
- Kl. 80d, Gr. 8. W 107 208. Erfinder, zugleich Anmelder: Paul Weber, Oberdorla, Thür. Steinsägeblatt mit in Disken eingesetzten Zähnen aus Hartmetall. 7. V. 40.

Bekanntgemachte Anmeldungen.

Bekanntgemacht im Patentblatt Nr. 43 vom 24. Oktober 1940 und von demselben Tage an auf drei Monate im Reichspatentamt ausgelegt.

- Kl. 19f, Gr. 1. B 185 051. Erfinder, zugleich Anmelder: Johann Bauer, Zerst. Vorrichtung zur Herstellung von Stollen oder Schächten mittels teleskopartig ineinander verschiebbarer Rohrschüsse. 26. X. 38.

Kl. 37a, Gr. 2. K 152 243. Erfinder, zugleich Anmelder: Ignatz Adolf Kirchner, Wien. Eisenbetonrippendecke mit vorher gefertigten Stegen und zwischen diesen eingesetzten, vorher gefertigten Druckgurtkörpern. 27. X. 38. Österreich 4. XI. 37.

Kl. 37f, Gr. 3/02. G 91 765. Gutehoffnungshütte. Oberhausen Akt.-Ges., Oberhausen, Rhld. Randverstärkung. 16. XII. 35.

Kl. 72g, Gr. 7/01. L 97 526. Luz-Bau G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg. Luftschutzgebäude, insbesondere Luftschutzturm mit flachem Dach. 23. III. 39.

Kl. 80a, Gr. 7/55. H 1-7 685. Erfinder, zugleich Anmelder: Robert Hahn, Landsberg, Warthe. Aufzugvorrichtung für den Beschickungskübel für Betonmischmaschinen. 17. XI. 38.

Kl. 80a, Gr. 49. T 51 564. Erfinder, zugleich Anmelder: August Trachte, Doberlug, N.-L. Verfahren zur Herstellung von bewehrten und außerdem mit Hohlräumen versehenen Bimsbetondielen. 2. I. 39.

Kl. 80b, Gr. 1/15. B 185 504. Erfinder, zugleich Anmelder: Dr.-phil. Karl Brandt, Berlin-Wilmersdorf. Verfahren zur Verbesserung der Eigenschaften von Zement. 9. III. 38. Österreich.

Kl. 80b, Gr. 13/01. W 104 003. Erfinder, zugleich Anmelder: Fritz Paul, Ludwigsburg. Verfahren zur Herstellung eines steinartig erhärtenden Überzugs. 26. VII. 38.

Kl. 81c, Gr. 126. L 93 749. Erfinder: Wilhelm Koch, Lübeck. Anmelder: Lübecker Maschinenbau-Gesellschaft Lübeck. Absetzer. 29. XI. 37. Österreich.

Bekanntgemachte Anmeldungen.

Bekanntgemacht im Patentblatt Nr. 44 vom 31. Oktober 1940 und von demselben Tage an auf drei Monate im Reichspatentamt ausgelegt.

- Kl. 5a, Gr. 12/10. M 137 912. Erfinder: Ludwig Mosebach, Erkelenz, Rhld. Anmelder: Maschinen- und Bohrgerätefabrik Alfred Wirth & Co. Komm.-Ges., Erkelenz, Rhld. Hebewerk für Tiefbohranlagen. 27. IV. 37. Österreich.
- Kl. 19c, Gr. 9/10. M 135 158. Meco-Brennkraft-Maschinen G. m. b. H., Frankfurt a. M. Druckluftanlaßvorrichtung für schwere Dieselpumpen. 17. VII. 36.
- Kl. 37b, Gr. 5/04. L 95 716. Erfinder: Dipl.-Ing. Rolf Bertelsmann, Hamburg. Anmelder: Max Langensiepen Komm.-Ges., Hamburg. Mauerdübel. 24. IX. 38.
- Kl. 72g, Gr. 7/03. M 141 077. Erfinder, zugleich Anmelder: Dr.-Ing. e. h. Dr. Fritz Marguerre, Mannheim. Einrichtung zum Schutz unterirdischer Räume mit starkem Luftbedarf bei in der Nähe explodierenden Bomben. 19. III. 38.
- Kl. 72g, Gr. 7/03. Sch 116 952. Erfinder, zugleich Anmelder: Rudolf Schütz, Berlin-Oberschöneweide. Verwahrungsbehälter für Reserveschlüssel von Türen für Luftschutzräume o. dgl. 31. X. 38.
- Kl. 72g, Gr. 9. C 55 112. Ceskoslovenska Zbrojovka, a. s., Brno, Brünn, Protektorat Böhmen und Mähren. Standplattenanordnung für fest eingebaute Deckungen. 31. V. 39.
- Kl. 80b, Gr. 1/14. H 138 255. Karl Halbach, Düsseldorf, und Metallwerk Montania Akt.-Ges., Duisburg-Hochfeld. Verfahren zur Herstellung hydraulischer Bindemittel, insbesondere für den Straßen- und Wegebau; Zus. z. Pat. 681 047. 1. XII. 33.
- Kl. 85c, Gr. 6/05. P 79 330. Passavant-Werke, Michelbacher Hütte b. Michelbach, Nassau. Rührwerk zum Zerstören der Schwimmschicht in den Faulräumen von Abwasserkläranlagen mit umlaufenden Rührschaufeln. 23. I. 36.

Bekanntgemachte Anmeldungen.

Bekanntgemacht im Patentblatt Nr. 45 vom 7. November 1940 und von demselben Tage an auf drei Monate im Reichspatentamt ausgelegt.

- Kl. 38h, Gr. 2/01. I 57 168. Erfinder: Dr. Bernhard Wurzschnitt, Mannheim, u. Dr. Adolf Rabanus, Ürdingen. Anmelder: I. G. Farbenindustrie Akt.-Ges., Frankfurt a. M. Wasserlösliches Imprägnierungsmittel für Holz. 18. II. 37.
- Kl. 80d, Gr. 1. B 189 302. Erfinder: Johann Baar, Kapfenberg. Anmelder: Gebr. Böhler & Co. Akt.-Ges., Wien. Gesteinsbohrerkopf für schlagendes Bohren mit einfacher Meißelschneide. 8. XII. 39. Protektorat Böhmen und Mähren.
- Kl. 95c, Gr. 6/08. B 175 874. Breuerwerke G. m. b. H., Frankfurt a. M.-Höchst. Drehsprenger zur Verrieselung von Abwasser. 17. X. 36.