Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 67 (1949)

Heft: 10

Artikel: Die Eidgenössischen Verordnungen für die Berechnung von Stahlbauten von 1892 bis 1948

Autor: Bühler, A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-84019

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 12.12.2025

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

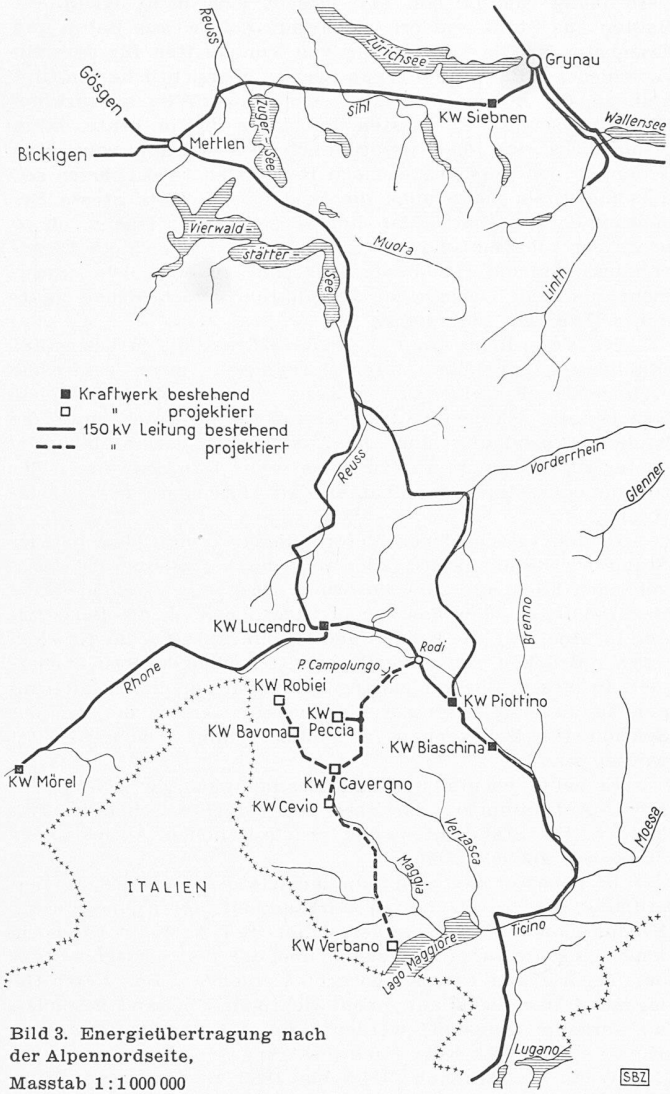

Bild 3. Energieübertragung nach der Alpennordseite, Masstab 1:1 000 000

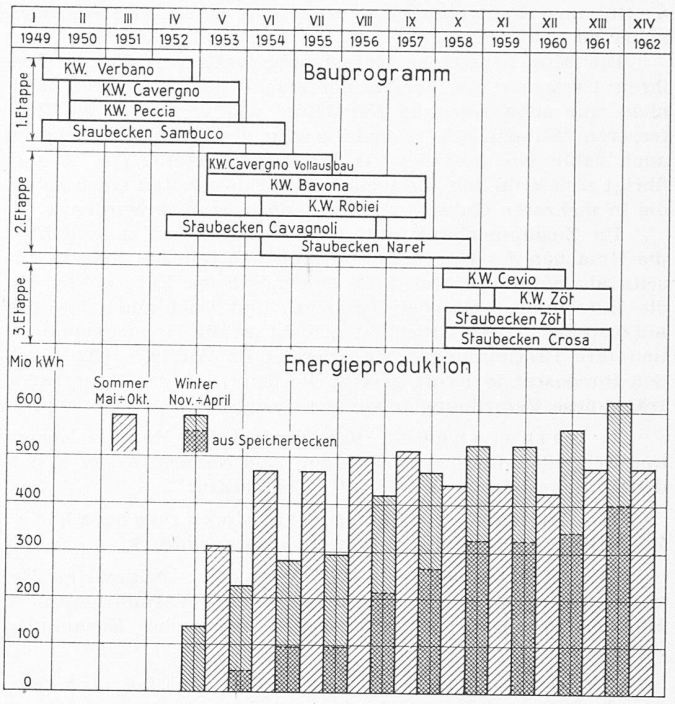

Bild 4. Bauprogramm und Energieproduktion während der Bauzeit

dem obern Val Torta und von dort durch den Verbindungsstollen Naret-Cavagnoli an ihre Bestimmungsorte gebracht werden. An dieser Stelle besteht bereits eine Militärseilbahn zur Cristallinahütte des SAC.

Sofern mit den Vorbereitungen für das Becken Cavagnoli im Jahre 1952 begonnen wird, kann es im Jahre 1956 fertiggestellt werden. Bei Beginn der Vorarbeiten des Beckens Naret im Jahre 1954 kann dieses im Jahre 1958 fertig sein. In der gleichen Zeit können die beiden Kraftwerke Robiei und Bavona gebaut und entsprechend dem Anfall von Speicherwasser spätestens im Jahre 1956 in Betrieb genommen werden. Dieses Bauprogramm ist in Bild 4 dargestellt.

Die beschriebene gestaffelte Erstellung der Speicherbecken, bei denen für den Bau der drei Talsperren die gleichen Installationen verwendet werden können, würde somit eine Bauzeit (Etappe 1 und Etappe 2) von acht bis neun Jahren in Anspruch nehmen. Es wäre aber natürlich auch möglich, die drei Speicher gleichzeitig auszuführen und damit beide Etappen in fünf bis sechs Jahren fertigzustellen.

Die in der Bauetappe 3 erwähnten Erweiterungen können jeweils in der Zeit von ein bis zwei Jahren ausgeführt werden. Eine etwas längere Bauzeit verlangt das Kraftwerk Zöt mit dem Aufstau der Crosa-Seen, wofür etwa drei Baujahre nötig sein werden.

VIII. Anlagekosten, Energiepreise und Schlussbemerkung

Mit heutigen Materialpreisen und Löhnen (Ende 1948) ergibt der Voranschlag als Anlagekosten aller drei Bauetappen einen Betrag von rd. 510 Mio Fr. In diesen Anlagekosten sind die Aufwendungen für Konzessionen, Grunderwerb, Abfindungen, Bauzinsen, sowie für Projekt und Bauleitung enthalten, und es sind auch diejenigen der 150 kV-Verbindungsleitungen zwischen den Zentralen eingerechnet; nicht enthalten ist der Anschluss an die Fernübertragung der ATEL nach der Nordseite der Alpen.

Unter Bewertung der Sommerenergie mit 1,5 Rp./kWh für die gleiche Energiemenge, wie sie im Winter anfällt, und mit 0,8 Rp./kWh für die darüber hinaus anfallende Energiemenge, ergibt sich für die Bauetappe 1 der Gestehungspreis der Winterenergie zu 3,90 Rp./kWh. Nach Ausbau aller Speicher mit 620 Mio kWh Winterenergie, wovon 401 Mio kWh reine Speicherenergie, kostet die Winterenergie 4,4 Rp. pro Kilowatt.

Der Umstand, dass mit Ausnahme des kleinen Kraftwerkes Ponte Brolla an der Maggia noch keine Kraftwerke bestehen, ermöglichte eine planmässige Bearbeitung der Kraftnutzung im ganzen Gebiet nach einheitlichen Gesichtspunkten und als organisches Ganzes. Die Lösung, die sich hieraus ergeben hat, gestattet die Erzeugung grosser, auf die Jahreszeiten günstig verteilter Energiemengen zu günstigen Bedingungen. Alle Bauobjekte sind in einfachen und anderweitig bereits erprobten Konstruktionen vorgesehen. In geologischer Hinsicht sind keine Erschwernisse zu befürchten. Mit Ausnahme der Sperrmauern im Hochgebirge kann an allen andern Baustellen das ganze Jahr hindurch gearbeitet werden. Diese Verhältnisse sind zur Einhaltung eines kurzfristigen Bauprogramms aussergewöhnlich günstig.

Unter der Voraussetzung, dass der Baubeschluss im Frühling 1949 gefasst wird, kann das Kraftwerk Verbano (unterste Stufe) bereits im Herbst 1952 dem Betrieb übergeben werden. Ein Jahr später ist schon mit der Fertigstellung der Werke der Etappe 1 zu rechnen, 1956 können die Kraftwerke Robiei und Bavona mit dem Speicherbecken Cavagnoli fertiggestellt und 1958 auch das Speicherbecken Naret angeschlossen werden, so dass auf diesen Zeitpunkt die Werke der Etappen 1 und 2 voll produzieren können.

Die Eidgenössischen Verordnungen für die Berechnung von Stahlbauten von 1892 bis 1948

Von Dr. A. BÜHLER, a. Obering., Bern DK 389.6:624.014.2(494)

Es wird wohl manchem jüngern und vielleicht auch älteren im Stahlbau tätigen Ingenieur nicht mehr ganz gegenwärtig sein, dass unsere eidgenössische Verordnung für die Berechnung von Stahlbauten auf den am 14. Juni 1891 erfolgten Einsturz der Brücke über die Birs bei Münchenstein zurückzuführen ist. Diesem Unglück fielen 78 Menschenleben zum Opfer; überdies waren 173 Verletzte zu beklagen, was selbst im Ausland grosses Aufsehen erregte. Auch heute ist das Vorkommnis noch als ausserordentlich anzusehen, obschon die Menschheit sich daran gewöhnt hat, dass der Technik und dem Verkehr mit seinen Abarten unermessliche Opfer

an Gut und Blut gebracht werden, ohne damit Friedenszielen näher zu kommen [1]).

Die Münchensteiner Katastrophe hatte zur Folge, dass ihren Ursachen genauer nachgeforscht wurde, woran sich nicht nur schweizerische Fachleute, wie vor allem die Professoren Wilhelm Ritter und Ludwig von Tetmajer, sondern auch zahlreiche ausländische Ingenieure beteiligten. Es erübrigt sich wohl, auf die technischen Einzelheiten einzutreten, die in mehreren Gutachten eingehend behandelt wurden [2]).

Im Zusammenhang mit den Auseinandersetzungen über die Ursachen des Unglücks von Münchenstein hat man es allseits als nötig erachtet, eine eidgenössische Verordnung für die Berechnung eiserner Brücken- und Dachkonstruktionen aufzustellen. Diese Arbeit ist alsbald an die Hand genommen und ihre Bestimmungen sind bereits im August 1892 durch den Bundesrat in Kraft gesetzt worden [3]). In der Hauptsache trägt diese Verordnung folgenden Gesichtspunkten Rechnung:

I) Belastungen: Verkehrslast bei Haupt-, Neben- und Schmalspurbahnen, bei Haupt- und Nebenstrassen. Winddruck, Schneedruck, Fliehkraft, Temperatur.

II) Zulässige Materialinanspruchnahme: Zug, Druck, Knickung, Abscherung, Stauchdruck.

III) Materialbeschaffenheit: Allgemeine Bestimmungen, Zerreissproben, Kalt- und Warmbiegeproben, Härtebiegeproben, Stauchproben, chemische Zusammensetzung.

IV) Erstmalige und periodische Untersuchung von Eisenbahn- u. Strassenbrücken.

Bei der Erneuerung dieser eidg. Verordnung im Jahr 1913 wurden keine wesentlichen Aenderungen vorgenommen [3]). Erwähnenswert sind die Einführung grösserer Belastungen für Neubauten, aber auch von erhöhten zulässigen Spannungen. Schliesslich hat man, gestützt auf die vorangehenden Erfahrungen, mancherlei Forderungen Ausdruck verliehen, die zu eingehenderer Berechnung der Bauten führen sollten.

Nach wiederum rd. 22 Jahren wurde die Verordnung vom Jahre 1913 abgeändert. Diese heute gültige eidgenössische Verordnung vom 14. Mai 1935 bezieht sich nicht allein auf Bauten aus Stahl, sondern auch auf solche aus Beton und Eisenbeton [3]). Die Vereinigung von Vorschriften für derartig verschiedene Bauwerke ergab wenig übersichtliche Bestimmungen, die sich im Gebrauch eher schwerfällig auswirkten. Die Auffassung der meisten Fachleute dürfte heute dahin gehen, dass, wie dies ursprünglich beabsichtigt war, eine Trennung der Vorschriften nach Baustoffen vorzunehmen sei, umsomehr, als heute auch die Bauweise in Holz grosse Bedeutung erlangt hat. Man könnte sich sogar fragen, ob es nicht vorteilhafter und klarer wäre, die Fachgebiete Eisenbahnbrücken und Hochbauten getrennt zu behandeln, umsomehr, als beide Gebiete der Jurisdiktion verschiedener staatlicher Behörden unterstehen.

Die Verordnung vom 14. Mai 1935 enthält in bezug auf Stahlbauten gegenüber ihrer Vorgängerin zwar zahlreiche ergänzende Einzelheiten, indessen keine grundsätzlichen Neuerungen. Sie zeigt das Bestreben, die Berechnung, die bauliche Ausbildung und die Ausführung der Stahlbauten weiter zu verbessern und zu normieren. Das Schweissen der zusammengesetzten Stahlbauten fand besondere Berücksichtigung.

In den verschiedenen Verordnungen kommt deutlich der Stand der Stahlbaukunst, aber auch die Auffassung der massgebenden Fachleute zum Ausdruck. Dies zeigen besonders die Bestimmungen über das exzentrische Knicken, die Belastungen im Hochbau, die Brems- und Reibungskräfte, das Knicken offener Brücken, sowie die Vorschriften über die Standsicherheit. In diesem Zusammenhang darf auch auf die Erläuterungen zu dieser Verordnung hingewiesen werden, die von der Sektion für Brückenbau der Bundesbahnen ausgearbeitet worden sind [3]).

Es zeugt ebenfalls für die Beständigkeit der schweizerischen Auffassungen, dass bei den eidgenössischen Verordnungen für Stahlbauten die grundsätzlichen Auffassungen die selben geblieben sind.

In nächster Zeit soll nun die letzte eidgenössische Verordnung, nach zwölf Jahren Wirksamkeit, durch eine S. I. A.-Kommission (s. Mitgliederverzeichnis S. I. A., Seite 13) nochmals einer Prüfung unterzogen und auf den heutigen Stand der Theorie und Praxis gebracht werden [3]). Bei dieser Gelegenheit darf wohl auf einen wichtigen Umstand besonders aufmerksam gemacht werden: die Berechnung der Knotenpunkte der Fachwerkträger.

Wenn C. Culmann, 1855 bis 1882 Professor am Eidg. Pylitechnikum, bereits im Jahre 1852 für die Berechnung der Fachwerke vernietete Knotenpunkte als gelenkig und reibungsfrei spielend ansah, so hat er jedenfalls für den grossen Kreis der Ingenieure und Techniker kaum darauf hingewiesen, dass in einem Knotenpunkt, je nach seiner baulichen Ausbildung, ausser Zug- und Druckkräften auch Scherkräfte quer und längs übertragen werden müssen. In jenen Jahren wurden meistens die vielfachen Netzwerke angewendet, bei denen die Bedeutung der Knotenpunkte noch nicht sehr gross war. Die einfachen Strebenzüge mit stark beanspruchten Knotenpunkten (Stehbleche) waren noch selten.

Im Gegensatz hierzu waren in Amerika bis in die jüngste Zeit Fachwerke mit gelenkigen Knotenpunkten üblich, unter Verwendung von Augenstäben (Eye bars) für die Zugglieder. Diese bauliche Lösung machte die Berechnung von Gelenkbolzen nötig, die auf Biegung, Abscheren und Lochdruck zu bemessen waren, was in Parallele mit Knotenpunktsberechnungen genieteter Fachwerke zu setzen ist [4]).

Wer die Einzelheiten der Münchensteiner Katastrophe überprüft, kommt vom Eindruck nicht los, dass bei dem einteiligen Fachwerk als erste Ursache das Versagen der oberen Endknotenpunkte und der ihnen benachbarten Knoten anzusehen ist. Darauf hin deuten die zahlreichen lot- und waagrecht verlaufenden Risse in den Stehblechen. Erst dann waren das Knicken der mittleren Streben sowie die übrigen Mängel des Baues beteiligt.

Eine, wenn auch nur überschlägige Berechnung der genannten Knotenpunkte zeigt nämlich, dass die hohen Beanspruchungen der Stehbleche nahe an der Bruchgrenze lagen, bestimmt aber an die Ermüdungsgrenze des Materials reichen mussten. Das Nachgeben der Brücke konnte daher nur eine Frage der Zeit sein und musste bei einer möglichen grösseren Belastung auch eintreten. Während des sechzehnjährigen Be-

---

1) SBZ 1948, Nr. 13, S. 173 und Nr. 32, S. 447.

2) Protokoll über die Besichtigung der Unglücksstätte in Münchenstein, 20. VI. 1891.

Bericht des Regierungsrates des Kantons Basellandschaft über die durch den Einsturz der Eisenbahnbrücke über die Birs bei Münchenstein verursachte Katastrophe, 6. VII. 1891 und 5. Sept. 1898.

Jura-Simplon-Bahn: Bericht über das Eisenbahn-Unglück zu Münchenstein an das Schweizerische Eisenbahndepartement, 10. VII. 1891.

Conrad Zschokke und *Leonhard Seifert:* Gutachten über die Ursachen des Einsturzes der Münchensteiner Brücke, 5. VIII. 1891.

Ritter & Tetmajer: Bericht über die Münchensteiner Brücken-Katastrophe erstattet an den Vorsteher des schweizerischen Post- und Eisenbahndepartementes, 24. VIII. 1891.

Mess. G. Eiffel & Cie.: Note présentée à la suite des rapports des experts sur la chute du pont de Munchenstein, 13. X. 1891.

E. Collignon et A. E. Hauser: Catastrophe du pont de Munchenstein. Rapport au Conseil fédéral suisse, 17. X. 1891.

Chemin de fer du Jura-Simplon: a) Observations au rapport des Mess. Ritter et Tetmajer, Nov. 1891; b) Observations au rapport des Mess. Zschokke et Seifert, Oct. 1891; c) Allgemeine Antwort, Febr. 1892.

Ritter: Erwiderung auf das Gutachten der Herren Collignon et Hauser («Schweiz. Bauzeitung», Bd. 21, Nr. 19, 20, 21, 23 und 25).

Tetmajer: Die Knickfestigkeit der mittleren Streben und der Gütewert des Materials der Münchensteiner Brücke («SBZ», Bd. 21, Nrn. 16 und 17).

Notizen zur Verteidigung in Sachen der Münchensteiner Katastrophe J. S.-Bahn.

Brockman: Untersuchung über die vermeintliche Ursache des Einsturzes der Brücke über die Birs bei Münchenstein, Memoires complémentaires.

Rieppel u. Beyerhans im «Zentralblatt der Bauverwaltung» Nr. 29, 18. VI. 1891.

J. Röthlisberger: Réponse aux questions posées par le département de Justice du Canton de Bâle-Campagne au sujet de la catastrophe de Munchenstein, juillet 1892.

3) 1. Verordnung betreffend Berechnung und Prüfung der eisernen Brücken- und Dachkonstruktionen auf den schweizerischen Eisenbahnen, vom 19. August 1892.

2. Verordnung betreffend Berechnung und Untersuchung der eisernen Brücken und Hochbauten der der Aufsicht des Bundes unterstellten Transportanstalten, vom 7. Juni 1913.

3. Verordnung über die Berechnung, die Ausführung und den Unterhalt der der Aufsicht des Bundes unterstellten Bauten aus Stahl, Beton und Eisenbeton, vom 14. Mai 1935.

Erläuterungen zur Verordnung über die Berechnung, die Ausführung und den Unterhalt der der Aufsicht des Bundes unterstellten Bauten aus Stahl, Beton und Eisenbeton. Bern, im Februar 1936, aufgestellt von der Sektion für Brückenbau der SBB.

4. Normen für die Berechnung, die Ausführung und den Unterhalt der Bauten aus Stahl, Beton, Eisenbeton und Holz (S. I. A.), II. Teil: Stahlbauten (Entwurf).

4) Siehe *Ketchum:* Structural Engineers Handbook 1924.
American Railway Engineering Association Manual 1940/47.
Railway Engineering Maintenance, Bd. III, Simonns-Boardman.

stehens des Baues sollen ungefähr 150 000 Züge, also im Mittel 26 täglich darüber gefahren sein, wobei es sich, nach damaligen Begriffen, öfters um schwerere Züge handelte. Es kann daher beinahe als ein Wunder angesehen werden, dass die Brücke nicht früher versagte.

Die einstige Auffassung war etwas optimistisch. Sie ging dahin: «Die Münchensteiner Brücke hat eine Geschichte hinter sich, die ihren Einsturz zwar nicht voraussehen liess, ihn aber erklärlich macht.» Im Rückblick vermag dieses Ereignis aber zu zeigen, dass eine nicht vollständig und sinngemäss angewandte Theorie zu folgenschweren Unzukömmlichkeiten führen kann.

Da es bei der Ausfertigung von Berechnungen für Fachwerke bisher noch nicht durchwegs üblich ist, den Nachweis der ausreichenden Festigkeit der Knotenpunkte zu erbringen, wäre es zu begrüssen, ja notwendig, wenn in den neuen Bestimmungen dies vorgeschrieben würde, sofern ein Genügen dieser Bauteile nicht offensichtlich ist. Die Lösung dieser Aufgabe ist ebenso wichtig wie die Erfüllung der ausführlichen Vorschriften über die Berechnung der Fachwerkstäbe. Leider ist diese Arbeit nicht so leicht durchführbar, weil die Richtungen der grössten Spannungen nicht gegeben sind, sondern vorerst gesucht werden müssen.

Um diese Schwierigkeit zu umgehen, haben wir uns bisher so geholfen, dass wir folgende drei Belastungsfälle für die Knotenpunkte in Betracht zogen: a) grösste Querkraft und entsprechende Längskraft (Zug/Druck); b) grösste Längskraft (Zug/Druck) und entsprechende Querkraft; c) grösster Unterschied der Gurtkräfte zur Bestimmung der Verbindung (Halsnietung, Schweissung) zwischen Knotenblech (Stehblech) und Lamellen. — Beiläufig bemerkt, ergeben diese Rechnungen lehrreiche Parallelen zur Berechnung der Vollwandträger.

Die Verteilung gleichzeitig wirkender Längs- und Querkräfte auf ein gegebenes Knotenblech kann, günstig berechnet, gleichmässig verteilt angenommen und die Werte können auf Grund der Formel für die Vergleichsspannung zusammengesetzt werden. Allenfalls können auf Grund von Messungen auf ungleichmässige Verteilung der Kräfte geschlossen und diese berücksichtigt werden. Die Schwierigkeiten einer Berechnung der Knotenbleche werden insbesondere dann offensichtlich, wenn zulässige Spannungen auf gleicher Grundlage wie für die Stäbe bestimmt werden sollen.

Bei älteren Bauten und bei ein-, ja auch bei mehrteiligen Fachwerken fiel das Ergebnis solcher Nachrechnungen ungünstig aus. Das war auch der Grund, warum bei den SBB der Entscheid, ob eine Verstärkung oder eine Auswechslung alter eiserner Ueberbauten vorzunehmen sei, vielfach zu Gunsten der zweiten Lösung ausfiel. Meistens können zu schwache Knotenpunkte nicht mehr fachgemäss verstärkt werden.

Ein weiteres Bedürfnis wäre es, in den neuen Vorschriften nicht nur das Knicken offener Brücken, sondern auch geschlossener Brücken zu normieren, wobei zwei Grenzfälle möglich sind: Erstens Brücken mit geschlossenen Querrahmen ohne oberen Verband (englische Anordnung) und zweitens Brücken, deren Druckscheibe (ohne Gurte samt Verband) nur an den Enden durch Querrahmen (Portale) oder Querverbände gestützt ist. Im zweiten Falle müsste die Querstützung auch für die Stützung der Druckscheibe aufkommen, also nicht allein für Windkräfte.

Ferner wäre es wohl angezeigt, auf die Veröffentlichung der Technischen Kommission des Verbandes Schweizerischer Brückenbau- und Stahlhochbau-Unternehmungen über die Nebenspannungen bei Fachwerken hinzuweisen. Aus dieser Arbeit kann die Grösse von Nebenspannungen abgeschätzt werden, so dass in normalen Fällen deren Berechnung sich erübrigen würde.

Die Forderungen an die Materialgüte sollten nicht erheblich von den bisherigen und üblichen abweichen, da sonst Unsicherheiten in der Beurteilung bestehender und auf lange Sicht zu erhaltender staatlicher Bauten eintritt. Das war schon bei der ersten Verordnung der Fall. Die Folge war, dass die vorgeschriebenen Werte leicht übersehen wurden, damit Ausgaben für Neubauten vermieden werden konnten. Wirtschaftliche Ueberlegungen haben ein Anrecht auf Berücksichtigung.

Die Einführung einer neuen Verordnung erfordert von den Fachleuten ein genaues Hineindenken in den Sinn und Geist der einzelnen Bestimmungen und in ihre Auswirkungen. Vorschriften müssen einfach, kurz und klar sein. Nur so können Zeitverluste, Schäden und Streitfälle vermieden werden.

Auch ist nachdrücklich festzuhalten, dass es sinnwidrig ist, für gewisse Bauteile (Stäbe) sehr weitgehende Vorschriften aufzustellen, andere ebenso schwierige Probleme (Knotenpunkte) aber mit unverbindlichen Hinweisen zu erledigen. Auch die Vorschriften sollten, wie die daraus hervorgehende Konstruktion, auf der gleichen Tragfähigkeit aller Glieder aufgebaut sein.

Diese Darlegungen gehen von der Auffassung aus, es sei die in Kraft stehende Verordnung für Stahl, Beton und Eisenbeton, dann aber auch für Holz, auszugestalten. Man könnte aber auch eine andere Auffassung vertreten, wie dies Prof. Dr. K. Klöppel, Darmstadt, an der Stahlbau-Tagung, Hannover 1947, getan hat [5]). Er sagte bezüglich Vorschriften:

«Alle Bauwerke unterliegen dem gesetzlichen Zwang des baupolizeilichen Standsicherheitsnachweises. Diese Forderung hat Vorteile und Nachteile zur Folge. Zweifellos schützt der Zwang eines statischen Sicherheitsnachweises weitgehend vor den Folgen grober Rechenfehler und verhindert Leichtfertigkeit beim Entwerfen und Konstruieren. Vorteilhaft ist ferner, dass das Wissensgebiet des konstruktiven Ingenieurbaues dauernd in gemeinsamer Arbeit zu Vorschriften aufbereitet wird, die nach Berücksichtigung der öffentlichen Kritik im juristischen Sinne als ‚anerkannte Regeln der Baukunst' gelten und sich vor allem als zulässige Beanspruchungen äussern. Diese Arbeiten sind auch von Nutzen für die Angleichung der Bezeichnungsweisen, womit eine wichtige Voraussetzung für eine erspriessliche Tätigkeit des Fachschrifttums erfüllt wird. Schliesslich kristallisieren sich aus solchen Verhandlungen auch neue Forschungsfragen und Versuchsanregungen.

Der Standsicherheitsnachweis unterteilt sich für die vorgeschriebenen Belastungen in der Ermittlung der Schnittgrössen und die Bemessung. Während der eigentlichen Statik grosse Freiheiten zustehen, ist der Festigkeitsnachweis durch die Festlegung der zulässigen Beanspruchung (in Abhängigkeit von Baustahlart und Belastungsfall) weitgehend eingeschränkt. Von der ausserordentlich wichtigen Ueberlegung, auf Grund der versuchsmässig ermittelten Festigkeits- und sonstigen Gütewerte eines Werkstoffes über dessen zulässige Beanspruchung zu entscheiden, ist der Bauingenieur entbunden. Darin besteht für ihn ein wesentlicher Nachteil, den beispielsweise der Maschinenbauingenieur, der im allgemeinen der Behörde die Standsicherheit seiner Konstruktion nicht nachzuweisen braucht, nicht kennt. Die Auswirkung dieses Mangels kann man vielfach beobachten; sie ist letzten Endes auch der Grund für manchen Fehlschlag. Tatsächlich kommt der Bauingenieur mit einem Minimum an Werkstoffkenntnissen aus. Vom Stahl ist im allgemeinen nur die Spannungsdehnungslinie mit Verformungswiderstand, Bruchdehnung und die Einschnürung bekannt. Wie wenig aber diese Werte das unter Umständen recht komplexe Verhalten des Stahles zu kennzeichnen vermögen, hat die letzte Entwicklungsphase der Schweisstechnik im Stahlbau recht eindringlich bewiesen.

Es fragt sich daher, ob die Festlegung der zulässigen Beanspruchung in alleiniger Abhängigkeit von der Stahlart und dem Belastungsfall in ihrer völligen Starrheit für die Zukunft aufrechterhalten bleiben soll. Verneinendenfalls würde damit eine Entwicklung eingeleitet werden, die dem Grundsatz gerecht wird, dass möglichst alle Arten von Tragsystemen gleiche Tragsicherheit erhalten. So lange nur einfache Fachwerk- und Trägerberechnungen in Betracht kommen, wird diesem Grundsatz mit unsern bisherigen Vorschriften im allgemeinen ausreichend genügt. Wettbewerb und Stahlmangel werden aber auch im Stahlbau immer mehr (im Sinne des Leichtbaues) zur Anwendung innerlich hochgradig unbestimmter Systeme, wie plattenförmige Zellenkonstruktionen, Scheiben und Schalen führen, die nach den Regeln der Kontinuumsstatik zu berechnen sind. Manchem Spannungshöchstwert kommt dann bei stark inhomogenem Spannungsfeld keine grössere Bedeutung zu als der bekannten Spannungsspitze an den Lochrändern einer ruhend belasteten Nietkonstruktion, wobei in diesem Falle ausser acht bleiben soll, dass vielleicht stabilitätstheoretische Untersuchungen für die Konstruktion massgebend werden. Bei Verwendung solcher

[5]) Heft 2 der wieder aufgenommenen Tagungen des Deutschen Fachverbandes für Stahlbau, Bad Pyrmont, Verlag Walter Dorn, Bremen-Horn.

Flächentragwerke wird dem Genauigkeitsgrad und der Wirklichkeitstreue der statischen Berechnung für die Beurteilung der Tragsicherheit eine entscheidende Bedeutung zukommen. Die Wahl der zulässigen Beanspruchung kann dann in starkem Masse davon abhängig sein, wie genau im Einzelfall gerechnet worden ist. Also verliert die starre Vorschrift einer zulässigen Beanspruchung ihre eigentliche Berechtigung. So schwierig es ist, diesen mannigfaltigen Erscheinungsformen neuzeitlicher Konstruktion durch die Anpassung der Vorschriften völlig gerecht zu werden, so klar dürfte anderseits die Erkenntnis sein, dass unsere Bestimmungen sich weniger zu Lehrbüchern als zu Rahmenvorschriften entwickeln sollten. Wir werden die Mängel einer allzu stark einengenden Vorschrift umso mehr empfinden, je mannigfaltiger unsere Konstruktionen werden, je mehr Theorie ihre wirklichkeitsgetreue Berechnung erfordert.

Dass besonders umfangreiche Vorschriften durchaus nicht imstande sind, uns vor Rückschlägen zu bewahren, beweisen unsere vorläufigen Vorschriften für geschweisste Eisenbahnbrücken. Hiezu ein weiteres Beispiel: Rahmenecken werden auf zulässige Beanspruchungen dimensioniert, während sie in Wirklichkeit auf Stabilität gefährdet sind, wie Schadenfälle und Versuche beweisen. Selbst die umfangreichsten Stabilitätsvorschriften enthalten diesen wichtigen Fall noch nicht. Je grösser die Freiheit ist, die die Bestimmungen gewähren, umso grösser wird auch die Neigung zur Entwicklung neuzeitlicher, stahlsparender Tragkonstruktionen sein, weil der Mehraufwand an Rechenarbeit durch bessere Ausnutzbarkeit des Stahles belohnt wird.»

Mit diesen Worten ist die ganze Problematik von Vorschriften umschrieben. Zunächst ist allerdings darauf hinzuweisen, dass in der Schweiz die wenigsten Kantone, Städte und Gemeinden baupolizeiliche Vorschriften und Genehmigungsstellen besitzen. Die eidgenössischen Verordnungen haben nur Geltung für die konzessionspflichtigen Transportanstalten. Die S. I. A.-Mitglieder, wie die von solchen geführten Ingenieurbureaux, sind statutengemäss verpflichtet, den vom Verein aufgestellten und in Kraft gesetzten Bestimmungen nachzuleben. Die eidgenössischen Beamten halten die Vorschriften wohl ohne Ausnahme ein, obschon die rein formelle Behandlung gegenüber früher eine Einbusse erlitten hat, seitdem die unmittelbare Kontrolle des eidgenössischen Post- und Eisenbahndepartementes nicht mehr im ganzen Umfang besteht. Ueberbeschäftigung und übertriebene Eile, neben ungenügender Vorbereitung der Bauvorhaben und dergleichen führen dazu, dass die Anfertigung von Unterlagen nicht mehr so sorgfältig wie einst erfolgen kann. Dazu kommt, dass nicht nur qualifizierte Ingenieurbureaux baustatische Berechnungen vornehmen, sondern auch vielerlei Baubeflissene, deren Vorbildung nicht immer an die Bedeutung der zu lösenden Aufgaben heranreicht. Mit der zunehmenden Anzahl der Ingenieurbureaux und der Ausbreitung der fachlichen Vorbildung hat sich indessen vieles gebessert.

Die Diskrepanz zwischen den Entwurfsarbeiten der Bauingenieure einerseits, der Maschinen- und Elektroingenieure anderseits ist allerdings sehr gross. Diese arbeiten, trotz grosser finanzieller Tragweite, um vieles freier und sind, abgesehen von den unverbindlichen Normen (VSM), durch einengende Vorschriften wenig gebunden. Ihre Erzeugnisse haben zumeist nur bestimmte Garantiebedingungen zu erfüllen, im übrigen sind sie weder durch zulässige Spannungen noch durch konstruktive Vorschriften eingeengt. Im Gegensatz dazu hat der Bauingenieur zu gewärtigen, dass ihm immer verwickeltere Vorschriften überbunden werden, die entweder nur teilweise beachtet, oder immer Lücken besitzen werden, was in der heutigen Zeit der bewussten oder unbewussten Arglist ein Ausweichen ermöglicht. Der Erfolg der wissenschaftlich gebildeten Maschinen- und Elektroingenieure spricht aber für ihr System und zwar gemessen an der Anerkennung ihrer Arbeiten im In- und Ausland; sie würden es kaum gerne sehen, wenn bundesrätliche Vorschriften erlassen würden.

Bei der Abfassung neuer Vorschriften (Holz, Beton, Eisenbeton, Stahl) wäre es daher von erheblicher Bedeutung, festzusetzen, ob eingehende Bestimmungen, oder ob nur Rahmenvorschriften, wie in andern Staaten (z. B. in Frankreich), allenfalls ergänzt durch Normen, aufzustellen seien. Das Pro und Contra zu kennen, wäre für alle Betroffenen von Interesse und Bedeutung.

MITTEILUNGEN

Der Baugrund von Zürich war das Thema, über das am 22. Januar P. D. Dr. *A. von Moos* seine Antrittsvorlesung an der Abteilung für Bauingenieure an der E. T. H. hielt. Tatsächlich zeigt ja der Untergrund von Zürich eine Vielfalt an Gesteinsschichten und geologischen Strukturen und damit auch an technisch-geologischen Problemen, wie sie andere Grosstädte kaum kennen. Die Mergel und Sandsteine der Molasseunterlage, die Schotter als lockere Kiese oder als verkittete Nagelfluhen, lehmige, durch das Eis einstiger Vergletscherungen vorbelastete Moränendecken, sehr lockere und damit rutschungs- und setzungsempfindliche Gehängelehme, Seekreiden oder andere Oberflächenbildungen, das sind die Schichten, in denen in Zürich Bahntunnels gebaut, auf die Bauten fundiert, aus denen Grundwasser oder Ziegeleiton oder Betonkies gewonnen werden soll. Der Vortragende als Geologe am Institut für Erdbau an der E. T. H. entwickelte nun die gesetzmässigen Zusammenhänge zwischen Entstehung dieser Ablagerungen, ihrer Mächtigkeit, ihrer regionalen Verbreitung, ihrer erdbaumechanischen und allgemeinen geotechnischen Eigenschaften und schliesslich die praktischen Schlussfolgerungen für den Ingenieur. Die schöne Uebersicht wird demnächst in «Hoch- und Tiefbau» veröffentlicht. Es ist erfreulich, dass nun auch unsere Hochschule dieser jungen Grenzwissenschaft, der angewandten Geologie, eine Privatdozentur errichtet hat, wird doch damit schon beim Studenten der Sinn für eine möglichst enge Zusammenarbeit von Ingenieur und Geologe geweckt und ihr praktischer Wert dokumentiert werden können.

Die wissenschaftliche Buchillustration ist das Thema einer Ausstellung, die im Kunstgewerbemuseum Zürich noch bis am 19. März zu sehen ist; Besuchszeiten: täglich 10 bis 12 und 14 bis 18 h, Sonntag bis 17 h, Mittwoch bis 21 h, Montag geschlossen. Die Ausstellung gibt einen Ueberblick über die naturwissenschaftliche Abbildung. Eine knappe Einführung in die technischen Fragen der wissenschaftlichen graphischen Darstellung und ihrer Reproduktion leitet über zu den Hauptabteilungen Botanik, Zoologie, Kartographie, Geographie, Mathematik, Physik, Technik, Chemie und Medizin. Jede Abteilung ist historisch aufgebaut und zeigt den Weg der Illustration im einzelnen Fachgebiet von den Anfängen bis in die Gegenwart. Da heute dem illustrierten wissenschaftlichen Buch erneut besondere Aufmerksamkeit geschenkt wird, soll die Ausstellung möglichst vielseitige Anregungen für eine gute, im Zusammenhang mit der Typographie konzipierte Buchillustration geben. Sie kam zustande dank dem grossen Entgegenkommen der Zürcher Zentralbibliothek, anderer schweizerischer Institute, privater Sammler und Verleger.

Der Energievorrat in den Speicherseen unserer Elektrizitätswerke betrug nach einer Mitteilung des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke am 23. Februar 1949 noch 197 Mio kWh (Maximum 1148 Mio kWh). Die wöchentliche Entnahme bewegte sich im Januar um 45 Mio kWh, im Februar um 36 Mio kWh, während die Erzeugung in Laufwerken im Februar auf 9,6 Mio kWh pro Woche gesunken ist. Bei unverminderter Speicherentnahme reichen die Vorräte nur noch fünf Wochen, d. h. bis Ende März aus. Da der April nicht ohne eine gewisse Energiereserve angetreten werden kann, ist eine weitere Verschärfung der Einschränkungen unumgänglich sofern nicht bald ausgiebige Niederschläge die Laufwerkproduktion beträchtlich erhöhen.

Oelgefeuerte Zimmeröfen. Schon seit rd. 10 Jahren werden in USA ölgefeuerte Zimmeröfen in grosser Zahl dort installiert, wo Zentralheizungen wegen zu hohen Kosten nicht in Fage kommen und trotzdem die Annehmlichkeit geringer Wartung und guter Temperaturregelung verlangt wird. In der Schweiz hat in letzter Zeit die Ofenfabrik *Lüdin & Co.*, Basel, eine unseren Ansprüchen und Vorschriften entsprechende Bauart mit allen erforderlichen Sicherheitsarmaturen entwickelt, die bei hohem Wirkungsgrad und gegenüber Zentralheizungen minimalen Anlagekosten die selben Vorteile bietet, wie die amerikanischen Erzeugnisse. Der dabei verwendete Schalenbrenner arbeitet absolut geräuschlos und erfordert weder eine Brennstoffpumpe noch einen Ventilator.

Gasturbinenlokomotiven für die Englischen Bahnen. Die Great Western Railway Co. hatte Ende 1946 der Metropolitan-Vickers Electrical Co. Ltd. Manchester eine Gasturbinenlokomotive von 2500 PS Leistung in Auftrag gegeben, und gleich-