Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 84 (1966)
Heft: 38

Nachruf: Ammann, Othmar, H.

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: 12.07.2025

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

ORGAN DES SCHWEIZERISCHEN INGENIEUR- UND ARCHITEKTEN-VEREINS S.I.A. UND DER GESELLSCHAFT EHEMALIGER STUDIERENDER DER EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE G.E.P.

Zum erstenmal jährt sich heute der Tag, an dem Ing. O. H. Ammann entschlafen ist. Die Schweiz. Bauzeitung, die seiner aufmerksamen Mitarbeit während Jahrzehnten so viel zu verdanken hat, ehrt sein Andenken durch einen Beitrag aus berufenster Feder. Er soll nicht nur der Fachwelt, sondern auch den Angehörigen des lieben Heimgegangenen bezeugen, dass der grosse Sohn der kleinen Schweiz auch hier unvergessen bleiben wird! *W. J.*

Leben und Werk von Othmar H. Ammann

DK 92:624.21

Vortrag, gehalten am 11. März 1966 im Technischen Verein Winterthur von Prof. Dr. **Fritz Stüssi,** ETH, Zürich

In erster Linie möchte ich dem Technischen Verein Winterthur herzlich danken dafür, dass er die heutige Gedenkstunde zu Ehren von Othmar Hermann Ammann durchführt und aber auch dafür, dass er mich mit der Aufgabe betraut hat, Leben und Werk dieses grossen Schweizers zu skizzieren. Ich habe diese Aufgabe aus drei Gründen gerne übernommen: als Fachvertreter, als Mitglied des Lehrkörpers der ETH und als Freund.

Othmar H. Ammann hat durch seine Leistungen den Stahlbrükkenbau unserer Zeit entscheidend gefördert; er hat durch den Bau seiner grossen Brücken eine neue Phase in der Entwicklung des Brückenbaus eröffnet. Einem Vertreter des Stahlbaues wird jede Gelegenheit, diese grossen Leistungen würdigen zu können, willkommen sein. Ich habe deshalb für meine kürzliche Abschiedsvorlesung an der Eidgenössischen Technischen Hochschule das Thema «Weitgespannte Hängebrücken» [1] gewählt, kurz bevor ich die Einladung des Technischen Vereins Winterthur erhalten habe. Zwischen dieser Abschiedsvorlesung und dem heutigen Vortrag sind Überschneidungen und Doppelspurigkeiten unvermeidlich; ich nehme dies jedoch bewusst in Kauf.

Othmar Ammann hat seiner alten Schule sein Leben lang eine grosse Anhänglichkeit bewahrt und durch die Tat bewiesen. Der langjährige Generalsekretär der G.E.P., Werner Jegher, weiss vielleicht am besten, was O. H. Ammann im Laufe der Jahre und Jahrzehnte für unsere Absolventen in Amerika getan hat. Er hat auch vor einigen Jahren an der ETH einen O. H. Ammann-Fonds gestiftet, der tüchtigen Absolventen erlauben soll, durch Spezialstudien in Amerika ihre Ausbildung zu vervollkommnen und zu vertiefen. Durch seine grossen Leistungen, aber auch durch seine wertvollen menschlichen Eigenschaften hat O. H. Ammann auch wesentlich zum guten Ruf nicht nur unserer Hochschule, sondern auch unseres Landes beigetragen.

Einige persönliche Bemerkungen seien mir noch erlaubt. Es ist für mich besonders erfreulich, dass der Technische Verein Winterthur diese Gedenkstunde für O. H. Ammann durchführt, denn der eigentliche Ausgangspunkt für meinen persönlichen Kontakt mit Othmar Ammann liegt in Winterthur. Hier wurde mir nach meiner Verlobung der Rat erteilt, mich, bevor ich mich sesshaft mache, noch einige Zeit beruflich in Amerika umzusehen; diejenigen, die meinen Schwiegervater noch gekannt haben, werden wissen, dass ein solcher Rat von ihm Gewicht hatte. Die Empfehlung meines früheren Lehrers, Professor A. Rohn, verhalf mir zum Zugang zu Othmar Ammann, damals Chief Engineer der Port of New York Authority, der mich anstellte. Später, etwa seit dem Ende des zweiten Weltkrieges, hat sich dann zwischen den beiden ungleichen Partnern von damals, dem grossen Chef und dem jungen Ingenieur, eine Freundschaft entwickelt, die mir sehr viel bedeutet und auf die ich stolz bin. Bild 1, aufgenommen im Herbst 1962, zeigt, dass an der Freundschaft mit dem Ehepaar Ammann auch Winterthur beteiligt ist.

Othmar Hermann Ammann ist am 26. März 1879 in Feuerthalen als Bürger von Schaffhausen geboren worden. Vor etwa fünfzehn Jahren ist eine Geschichte der Familie Ammann von Schaffhausen [2] erschienen, die über seine Herkunft Auskunft gibt. Seine Vorfahren lassen sich zurückverfolgen bis zu einem Hans Ammann, der vor 1449 geboren und etwa 1516 gestorben ist. Es gab schon früher in Schaffhausen Bürger dieses Namens, in den sich die Funktionsbezeichnung Amt-Mann umgewandelt hatte, aber es lässt sich nach Ernst Rüedi nicht mit Sicherheit feststellen, bei welchen dieser Männer es sich um direkte Vorfahren unseres Othmar Ammann handelt. Die Ammann waren eine habliche Bürgerfamilie, wie man etwa an den verschiedenen Hauskäufen im Laufe der Generationen feststellen kann. Die ersten drei waren Handwerksmeister, Seiler; schon der zweite Hans Ammann war nicht nur Seiler, sondern auch Grossrat. Er ist 1531 bei Kappel gefallen, nachdem er zwei Jahre vorher aktiv an der Einführung der Reformation in Schaffhausen beteiligt gewesen war. Dann finden wir einen Hans Heinrich Ammann, der von 1607 bis 1669 gelebt hat und der Münzmeister, Zunftmeister und Landvogt zu Neunkirch war.

Wir treffen ferner eine Reihe von Pfarrherren, einen Wirt, einen Konditor, einen Missionar; Othmars Vater war Kaufmann und Fabrikant. Es handelt sich also ausgesprochen um eine tüchtige, auch intellektuell aufgeschlossene Bürgerfamilie von Schaffhausen, deren Vertreter sich auch um das Wohl ihrer Vaterstadt gekümmert haben. In dieser Familiengeschichte ist normalerweise die Herkunft der Frauen nicht erwähnt, mit einer Ausnahme, die aber gerade für uns wichtig ist: die Mutter von Othmar Ammann war die Tochter des Landschaftsmalers Emanuel Labhardt, und es besteht für mich kein Zweifel darüber, dass die künstlerische Komponente, die in der Begabung von Othmar Ammann unverkennbar ist, von dieser Seite her stammt.

Othmar Ammann hat sein Studium als Bauingenieur 1898 am Eidgenössischen Polytechnikum begonnen und 1902 mit dem Diplom abgeschlossen. Nach praktischer Tätigkeit in der Schweiz und in Deutschland ist er 1904 nach Amerika gefahren, wo er im Laufe eines arbeitsreichen Lebens vom Assistant Engineer zum grössten Brückenbauer unserer Zeit aufgestiegen ist.

Von seinen ersten Stellen in Amerika scheinen mir zwei von besonderer Bedeutung zu sein. Von 1909 bis 1912 war er Oberingenieur bei C. C. Schneider & F. C. Kunz, beratende Ingenieure. Diese Firma war beauftragt, die Ursachen für den ersten Einsturz der Quebec-Brücke über den San Lorenzo-Strom in Kanada zu untersuchen. O. H. Ammann hat die Hauptarbeit bei dieser Untersuchung geleistet, und sein Bericht gilt heute noch als ein Musterbeispiel einer gründlichen, sorgfältigen und schlüssigen Expertise. Ferner ist aus dieser Zeit zu erwähnen, dass der eine der beiden Arbeitgeber, F. C. Kunz, ein Buch über Entwurf und Berechnung von Stahlbrücken [3] veröffentlicht hat;

Bild 1. Im Herbst 1962 im Heim der Familie Ammann in Rye, N. Y. Von links nach rechts: F. Stüssi, Frau Stüssi, Frau Ammann, O. H. Ammann

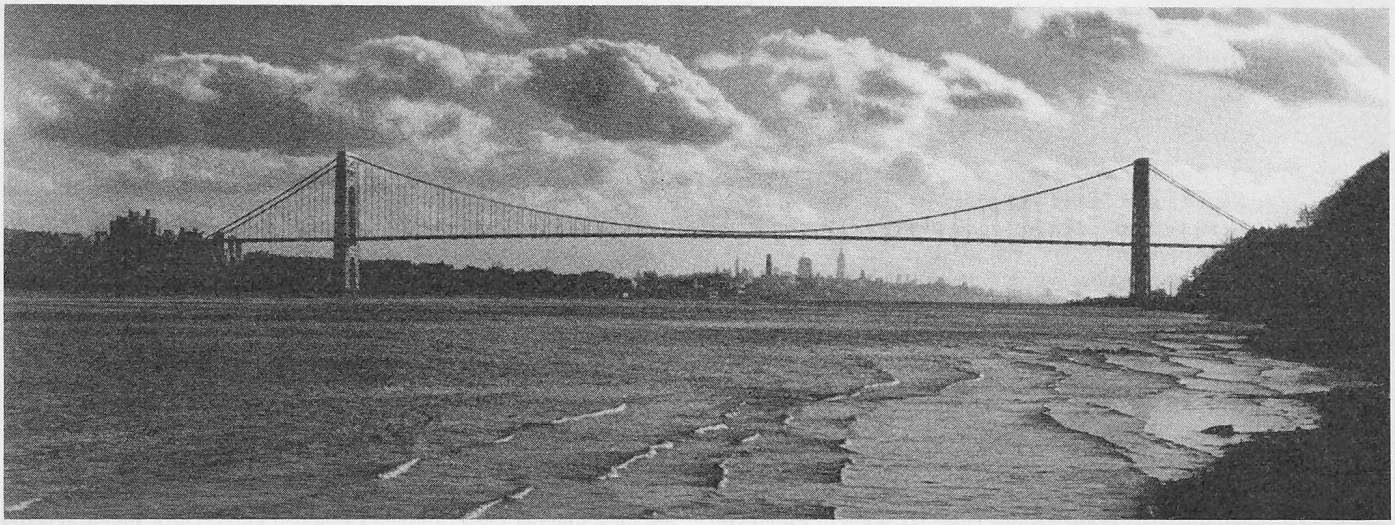


Bild 2. George Washington Bridge, New York, im Jahr 1931 eröffnet, 1067 m Spannweite, noch mit einfacher Fahrbahn

wesentliche Teile dieses Buches sind von O. H. Ammann bearbeitet worden.

Von 1912 bis 1923 war O. H. Ammann Oberingenieur bei Gustav Lindenthal, der in jener Zeit die berühmte Hell Gate Bridge über den East River, eine Bogenbrücke von 300 Metern Spannweite, gebaut hat. Ammann war seine rechte Hand und er hat auch den umfangreichen Bericht über den Entwurf und den Bau dieser Brücke [4] geschrieben. Für diesen Bericht, der auch heute noch als Vorbild für eine ausgezeichnete Beschreibung eines neuartigen Brückenbaues mit der Lösung neuer Probleme gelten darf, hat er als Anerkennung einen Ehrenpreis der American Society of Civil Engineers erhalten.

1923 hat O. H. Ammann ein eigenes Ingenieurbüro eröffnet, vor allem, um sein eigenes Projekt für die Überbrückung des Hudson River, die George Washington Bridge, auszuarbeiten. Dieser Entwurf wurde zur Ausführung bestimmt und Othmar Ammann wurde 1925 zum Chief Engineer der Port of New York Authority gewählt, mit der Hauptaufgabe, die Hudson River Bridge, die grösste Brücke der Welt, zu bauen. Später, 1937, wurde er Director of Engineering. Auch bei einer Reihe weiterer Brückenbauten war er entweder der verantwortliche Projektverfasser oder doch massgebend am Entwurf beteiligt. 1946 hat er zusammen mit Charles Whitney das bekannte Ingenieurbüro Ammann & Whitney gegründet.

Die George Washington Bridge über den Hudson River in New York besitzt eine Spannweite der Mittelöffnung von 3500 Fuss oder 1066,8 Metern. Mit ihr ist zum ersten Mal in der Geschichte der Menschheit eine Spannweite von mehr als tausend Metern frei überspannt worden. Im ersten Ausbau besitzt sie eine Fahrbahnebene von 26,8 m Nutzbreite und zwei Gehwege; sie weist keinen Versteifungsträger auf. So ist sie 1931 eröffnet worden (Bild 2).

Um die Bedeutung dieses grossen Bauwerkes für die Entwicklung des Brückenbaus zu verstehen, ist es notwendig, auf die Vorgeschichte einzugehen. 1832, also fast genau hundert Jahre vor der George Washington Bridge, ist in Freiburg (Schweiz) der «Grand pont suspendu» über die Saane mit einer Spannweite von rund 273 m vom Franzosen Chaley [5] erbaut worden. Hauptelement waren die aus parallelen Drähten gebildeten Tragkabel, und der «Grand pont» sollte beinahe hundert Jahre lang die weitest gespannte Drahtkabelhängebrücke in Europa bleiben (Bild 3).

Rund fünfzig Jahre nach dem Grand pont in Freiburg wurde in New York die Brooklyn Bridge über den East River erbaut und 1883 eröffnet. Der Bau wurde begonnen durch den Deutschamerikaner John Roebling und, nachdem dieser schon früh einem Bauunfall zum Opfer gefallen war, durch seinen Sohn Washington Roebling zu Ende geführt. Die Spannweite der Mittelöffnung beträgt 1595,5 Fuss oder 486,3 Meter (Bild 4). Die Drahtkabel wurden an Ort und Stelle hergestellt; das dafür entwickelte Verfahren des Kabelspinnens wurde bei allen späteren grossen Hängebrücken verwendet. Von der Brooklyn Bridge an bis zur Eröffnung der George Washington Bridge war der Fortschritt im Hängebrückenbau, gemessen an der Grösse der Spannweite, bescheiden; die grösste in dieser Periode gebaute Hängebrücke ist die 1926 eröffnete Delaware River Bridge zwischen Philadelphia und Camden mit einer Spannweite von 1750 Fuss oder 533 Metern, was genau der Hälfte der Spannweite der George Washington Bridge entspricht.

Das Bedürfnis nach einer Überbrückung des Hudson River zwischen Manhattan und New Jersey bestand schon seit der Eröffnung der Brooklyn Bridge, und es wurden immer wieder von führenden Ingenieuren der Zeit Entwürfe für ein solches Bauwerk aufgestellt. Die Bilder 5, 6 und 7, die der Beschreibung der George Washington Bridge von O. H. Ammann [6] entnommen sind, zeigen eine Auswahl aus diesen Entwürfen. Eine erste Gruppe (Bild 5) zeigt alle drei Tragsysteme, die für eine Stahlbrücke grosser Spannweite in Frage kommen können, nämlich die verankerte Hängebrücke (G. Lindenthal 1888), die fachwerkförmige Bogenbrücke (M. am Ende 1889) und den fachwerkförmigen Gerberträger oder «Cantilever» (Union Bridge Co. 1893). Wir wissen heute, dass für Spannweiten, wie sie für eine Überbrückung des Hudson River notwendig sind, sowohl der Bogenträger wie der Gerberträger der Hängebrücke wirtschaftlich weit unterlegen sind, so dass

Bild 3. Grand Pont in Freiburg i. Ü., erbaut 1832, 273 m Spannweite

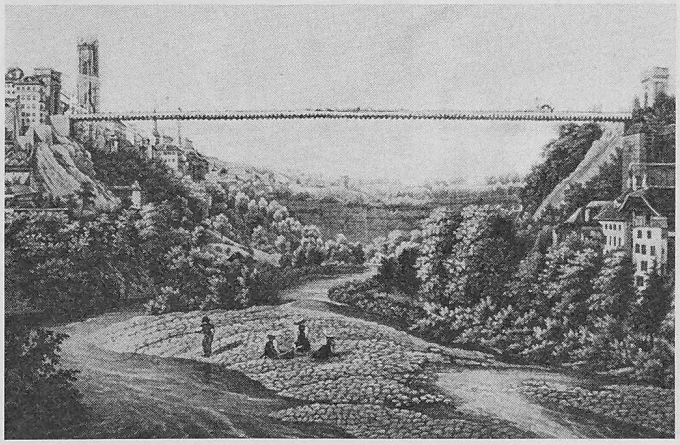
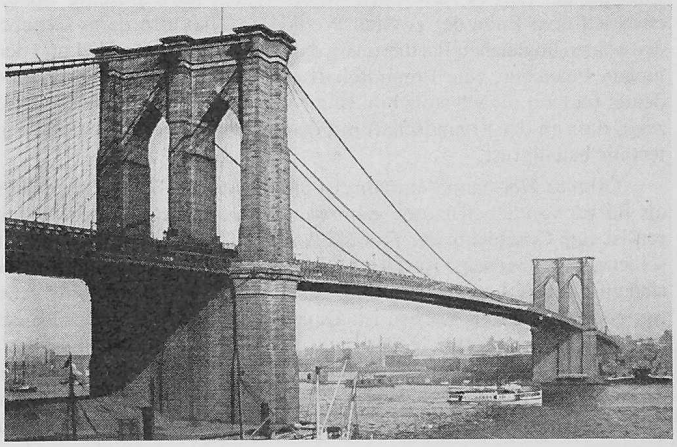


Bild 4. Brooklyn Bridge, New York, erbaut 1883, 486 m Spannweite



sie für die Lösung der hier vorliegenden Aufgabe ausscheiden. Wir werden auf diesen Punkt zurückkommen.

Eine zweite Gruppe von Entwürfen (Bild 6), in der Zeit von 1894 bis 1913 aufgestellt, zeigt denn auch nur noch Hängebrücken. Dies ist auch der Fall bei der letzten Gruppe (Bild 7) mit den Entwürfen von G. Lindenthal 1920, Prof. W. Schachenmeier, München, 1924, und Prof. G. G. Kriwoschein, Prag, 1927. Bei allen diesen Entwürfen erkennen wir deutlich das Problem, das den Entwurfsverfassern offensichtlich grosse Schwierigkeiten bereitet hat, nämlich die genügende Aussteifung des Tragwerks durch schwere oder komplizierte Versteifungsträger. 1823 hatte Louis Navier die Theorie der unversteiften Hängebrükken [7] aufgestellt; es traten jedoch an Brücken dieses Systems in der Folge zahlreiche, teils schwere Schäden auf, die zur Auffassung führten, dass bei einer Hängebrücke kräftige Versteifungsträger notwendig seien. Trotzdem wurde keiner dieser Entwürfe ausgeführt, weil keiner die gestellte Aufgabe technisch überzeugend und in wirtschaftlich tragbarer Weise löste. Dies war dem Entwurf von O. H. Ammann 1923 (Bild 7d) mit seiner überzeugend klaren und einfachen Konzeption der Lösung vorbehalten.

Diese Lösung beruht in erster Linie auf einer geistigen Leistung, nämlich der zutreffenden und umfassenden Erkenntnis des Kräftespiels in Hängebrücken. O. H. Ammann hat erkannt, dass bei zunehmendem Eigengewicht und damit bei zunehmender Spannweite die Bedeutung des Versteifungsträgers für die Verformungen des Tragwerks unter beweglicher Verkehrslast mehr und mehr zurücktritt. Bei einem genügend schweren Seil werden die Formänderungen aus der relativ kleinen zusätzlichen beweglichen Belastung innerhalb der zulässigen Grenzen bleiben. Diese Erkenntnisse bilden die Grundlage für den Entwurf der George Washington Bridge, aber vor der Umsetzung dieser Erkenntnisse in ein so grosses und kühnes Bauwerk war eine eingehende Prüfung durch umfangreiche Berechnungen und auch durch Modellversuche notwendig. Aber auch dann genügen diese theoretischen Erkenntnisse allein noch nicht, um dieses neuartige Bauwerk zu schaffen; ebenso notwendig und wichtig ist es, dass aus diesen Erkenntnissen die richtigen konstruktiven Folgerungen gezogen werden. Die George Washington Bridge in ihrem ersten Ausbau ohne Versteifungsträger stand einunddreissig Jahre lang im Betrieb und sie hat diese strenge Bewährungsprobe voll und ganz bestanden.

Von Anfang an wurden jedoch die Türme, die Kabel und die Verankerungen so stark bemessen, dass bei zunehmendem Verkehr eine zweite Fahrbahnebene und, der nun vergrösserten Verkehrslast entsprechend, ein schlankes Versteifungstragwerk mit einer Höhe von einem Hundertzwanzigstel der Spannweite der Mittelöffnung einge-

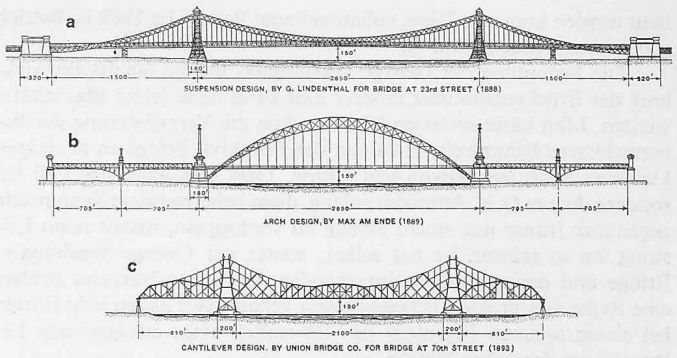


Bild 5

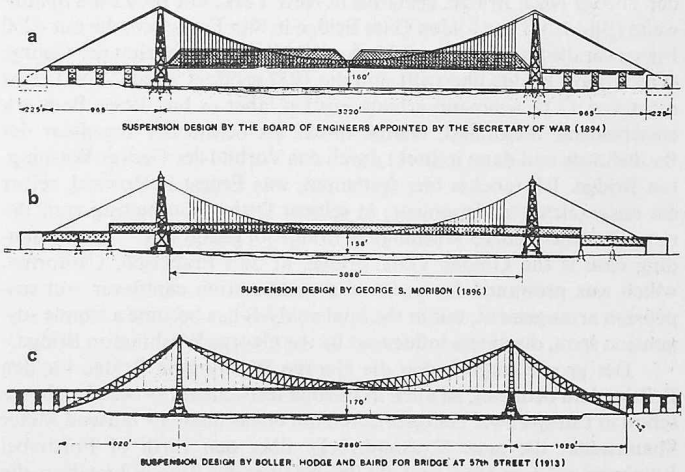


Bild 6

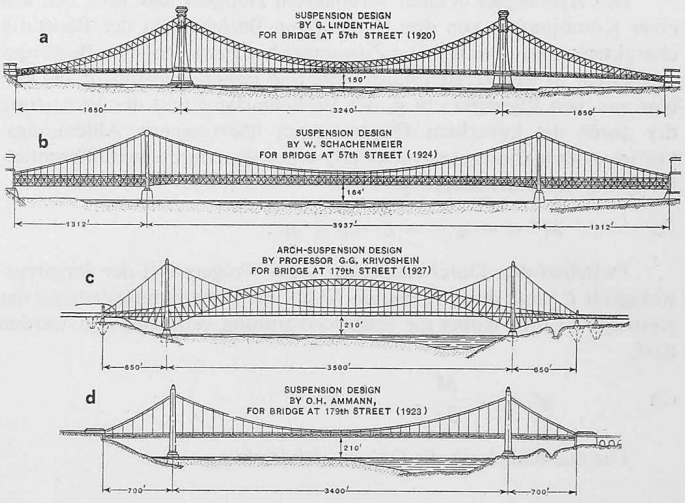


Bild 7

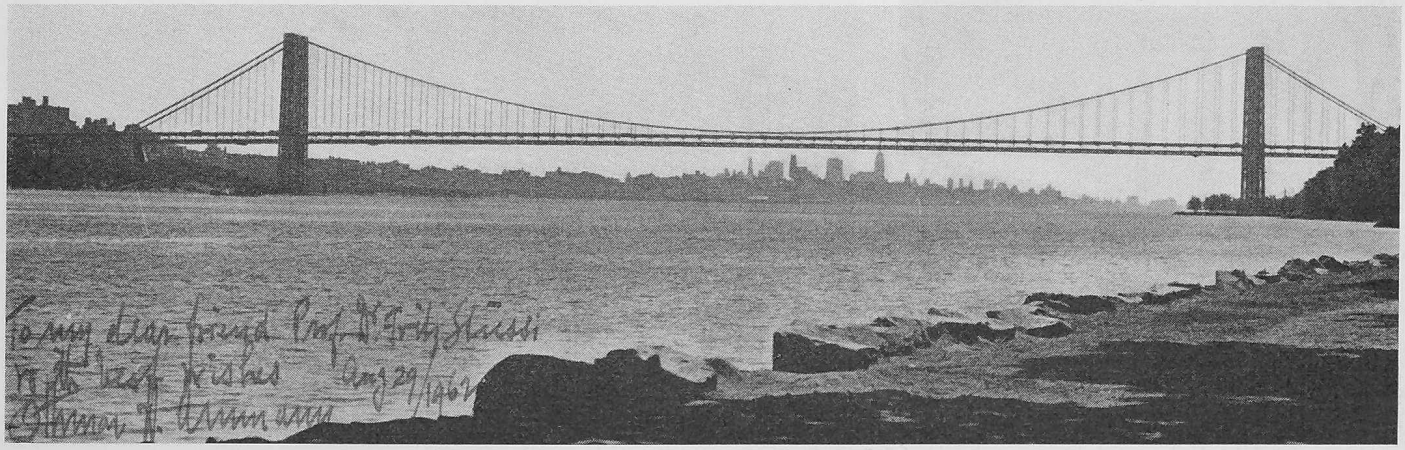
Bilder 5 bis 7. Entwürfe für die George Washington Bridge in New York, jeweils mit Angaben der Entstehungszeit und der Mittelspannweite

Bild 5. a) verankerte Hängebrücke von G. Lindenthal, 1888, 870 m; b) Fachwerk-Bogenbrücke von M. am Ende, 1889, 870 m; c) Fachwerk-Gerberträger der Union Bridge Co, 1893, 640 m

Bild 6. Hängebrücken-Entwürfe: a) vom Board of Engineers des Secretary of war, 1894, 980 m; b) von George S. Morison, 1896, 940 m; c) von Boller, Hodge & Baird, 1913, 880 m

Bild 7. Hängebrücken-Entwürfe: a) von G. Lindenthal, 1920, 985 m; b) von W. Schachenmaier, 1924, 1200 m; c) von G. G. Krivoshein, 1927, 1070 m; d) von O. H. Ammann, 1923, 1035 m

Bild 8. George Washington Bridge, New York, 1067 m Spannweite, im Jahr 1962, voll ausgebaut mit unterer Fahrbahn



baut werden konnten. Diese vollausgebaute Brücke ist 1962 in Betrieb genommen worden (Bild 8).

Die Bedeutung der George Washington Bridge für die Entwicklung der Brückenbaukunst unserer Zeit kann nicht leicht überschätzt werden. Man hätte erwarten können, dass die Vergrösserung der beherrschbaren Spannweite etwa von der Brooklyn Bridge an in einigen kleineren Schritten verwirklicht würde. Dass dies nicht der Fall ist, sondern dass es O. H. Ammann gelang, diese beherrschbare Spannweite gegenüber früher mit einem Schlag zu verdoppeln, macht seine Leistung um so grösser. Er hat selber, ausser der George Washington Bridge und der noch zu besprechenden Verrazano-Narrows Bridge, eine Reihe von grossen Hängebrücken gebaut, von denen jede einzeln bei einem anderen Ingenieur das Kernstück eines erfolgreichen Lebenswerkes darstellen könnte.

Ich beschränke mich hier auf die Erwähnung der eleganten Bronx-Whitestone Bridge in New York mit 2300 Fuss Spannweite (Bild 9) und der Throgs Neck Bridge, ebenfalls in New York, mit 1800 Fuss Spannweite (Bild 10). Die Golden Gate Bridge in San Francisco, die mit 4200 Fuss zwar die Spannweite, nicht aber die Verkehrskapazität der George Washington Bridge übertrifft und die 1937 eröffnet wurde (Bild 11), ist nicht von O. H. Ammann erbaut worden, aber er hat dieses Bauwerk entscheidend beeinflusst, einmal direkt als beratender Ingenieur der Baubehörde und dann indirekt durch das Vorbild der George Washington Bridge. Ich möchte hier festhalten, was Ernest E. Howard, selber ein ausgezeichneter Ingenieur, in seinem Diskussionsbeitrag zum Bericht über die George Washington Bridge [6] gesagt hat: «An outstanding case is the Golden Gate Bridge, at San Francisco, California, which was promoted for years as a combination cantilever and suspension arrangement, but in the final analysis has become a simple suspension span, doubtless influenced by the George Washington Bridge.»

Der grosse Impuls, den die George Washington Bridge für den Brückenbau bedeutet, ist auch in Europa feststellbar; es bestehen heute schon in Europa zwei Hängebrücken mit etwas mehr als tausend Meter Spannweite: die neue Strassenbrücke über den Firth of Forth bei Edinburg, eröffnet 1964, und die Brücke über den Tejo in Lissabon, die im August 1966 eröffnet werden wird.

Das Kräftespiel in einer verankerten Hängebrücke lässt sich aus einer Kombination von drei elementaren Beziehungen der Baustatik charakterisieren (Bild 12). Der Zusammenhang zwischen den Biegungsmomenten M des Versteifungsträgers und seiner Belastung q, die sich hier aus dem Eigengewicht g, der Verkehrslast p und der Entlastung der durch die lotrechten Hängestangen übertragenen Ablenkungskräfte q_k des Kabels zusammensetzt, ist gegeben durch die Differentialgleichung der Balkenbiegung

$$M'' = -q = -g - p + q_k \,. \tag{1}$$

Zwischen den Durchbiegungen η des Trägers mit der Biegungssteifigkeit EJ und den Momenten M gilt die Differentialgleichung der elastischen Linie, wobei die Schubverformung vernachlässigt werden darf,

$$\eta'' = -\frac{M}{EJ} \,. \tag{2}$$

Für das Kabel gilt die Differentialgleichung

$$H z'' = H (y'' + \eta'') = -q_k \,; \tag{3}$$

dabei bedeutet H die Horizontalkomponente des totalen Kabelzuges, der sich aus dem Kabelzug H_g infolge Eigengewicht und dem aus einer Elastizitätsbedingung zu bestimmenden Kabelzug X aus Verkehrslast und Temperaturänderung zusammensetzt,

$$H = H_g + X \,.$$

Der Kabeldurchhang $z = y + \eta$ setzt sich zusammen aus dem ursprünglichen Durchhang y und den Kabeldurchbiegungen η, die mit guter Annäherung den Durchbiegungen des Versteifungsträgers gleichgesetzt werden dürfen. Hängebrücken werden in der Regel so aufgestellt, dass das ganze Eigengewicht vom Kabel allein aufgenommen wird, der Versteifungsträger für Eigengewicht also momentenfrei bleibt; damit gilt

$$H_g y'' = -g \,. \tag{3a}$$

Ist kein Versteifungsträger vorhanden, $EJ = 0$, wie das im ersten Ausbau der George Washington Bridge der Fall war, so wird die ganze Belastung durch das Kabel allein aufgenommen,

$$q_k = g + p \,,$$

und es folgt aus den Gleichungen 3 und 3a

$$X y'' + H \eta'' = -p \,. \tag{4}$$

Diese Gleichung ist nicht linear, denn bei einer Vergrösserung der Verkehrslast p wachsen sowohl der Kabelzug wie die Durchbiegungen η. Es lässt sich leicht erkennen, dass bei genügend grossem Eigengewicht und damit bei genügend grossem Kabelzug H die Durchbiegungen η wegen

$$\eta'' = -\frac{p + X y''}{H}$$

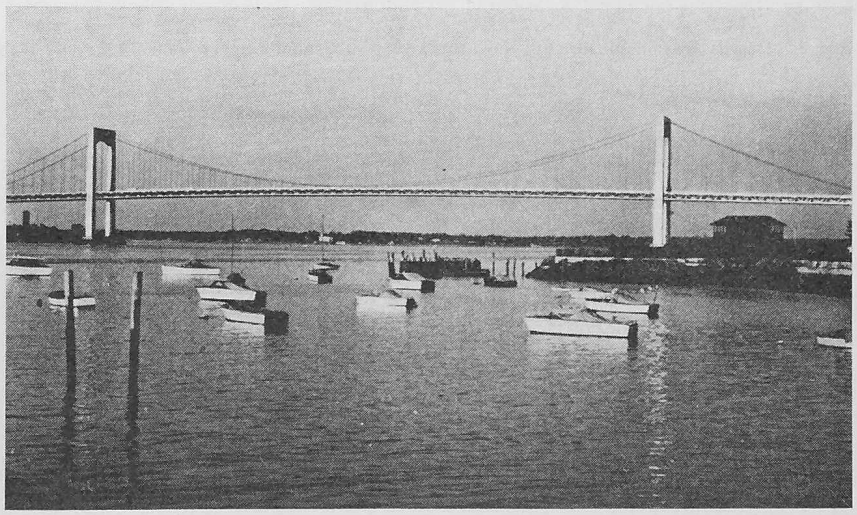
genügend klein gehalten werden können. Darin liegt die Rechtfertigung für den ersten Ausbau der George Washington Bridge ohne Versteifungsträger. Damit erkennen wir aber auch, dass die unversteifte Hängebrücke nicht ein besonderes Tragsystem bedeutet, sondern den Grenzfall einer versteiften Hängebrücke mit verschwindender Steifigkeit.

Bei weichen Versteifungsträgern mit kleiner Biegungssteifigkeit EJ lässt sich, worauf schon O. H. Ammann hingewiesen hat [6], eine Iterationsrechnung, ausgehend von der unversteiften Hängebrücke, durchführen. Aus den nach Gleichung 4 in erster Näherung bestimmten Durchbiegungen ergeben sich aus den Gleichungen 2 und 1 Korrekturen zur Kabelbelastung, mit denen eine zweite, verbesserte Berechnung durchgeführt werden kann, mit Wiederholungen, bis die Korrekturen vernachlässigbar klein werden.

Bei normalen Steifigkeitsverhältnissen ist es dagegen wohl einfacher, die Berechnung auf die Momente des Versteifungsträgers zu orientieren. In Gleichung 1 lässt sich q_k durch Gleichung 3 und darin η'' durch Gleichung 2 eliminieren; berücksichtigen wir noch Gleichung

Bild 9. Bronx-Whitestone Bridge, New York, 1939, 701 m

Bild 10. Throgs Neck Bridge, New York, 1961, 550 m



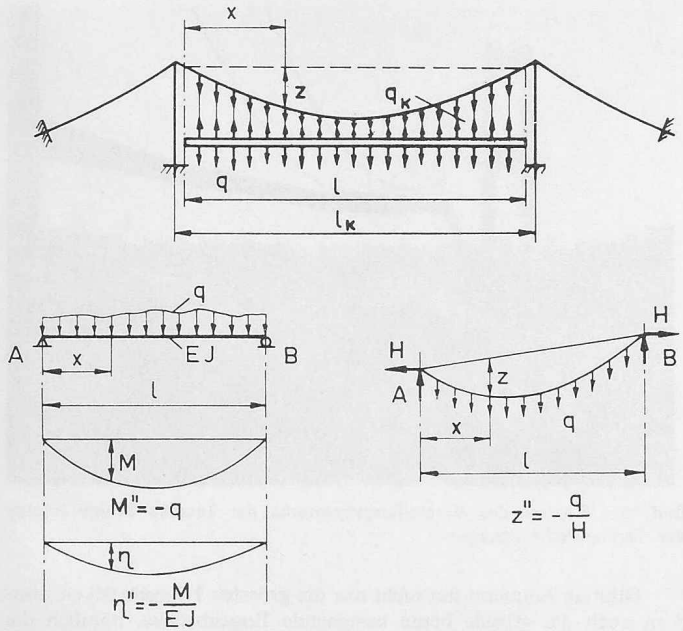


Bild 12. Kräftespiel in einer verankerten Hängebrücke

3a, so erhalten wir die Differentialgleichung des Hängebrückenproblems zu

$$M'' - \frac{H}{EJ} M = -p - X y'' . \tag{5}$$

Auch diese Gleichung ist nicht linear, sondern es liegt ein Spannungsproblem zweiter Ordnung vor, doch soll auf die Lösung dieser Aufgabe hier nicht weiter eingetreten werden.

Dagegen ist es für uns reizvoll, festzustellen, dass Wilhelm Ritter, der Schüler und Nachfolger Karl Culmanns und damit der zweite Professor für Baustatik und Brückenbau am Eidgenössischen Polytechnikum, als erster das Hängebrückenproblem in einer 1877 erschienenen Untersuchung [8] richtig formuliert und gelöst hat. Bild 13 zeigt die Ergebnisse seines durchgerechneten Zahlenbeispiels. In einer weiteren Arbeit, erschienen 1883 in Heft 1 des ersten Bandes der Schweizerischen Bauzeitung [9], hat er seine erste Untersuchung durch Berücksichtigung der elastischen Längenänderungen des Kabels oder der Kette ergänzt. Diese beiden Arbeiten sind in der Hängebrückenliteratur leider beinahe unbeachtet geblieben. Es wird dagegen eine ähnliche Theorie, die Josef Melan 1888 im Handbuch der Ingenieurwissenschaften aufgestellt hat, erwähnt, wahrscheinlich deshalb, weil diese Theorie Melan später von Leon S. Moisseiff ausgearbeitet und erstmals beim Bau der Manhattan Bridge in New York 1910 und später nochmals bei der Delaware River Bridge 1926 angewendet worden ist. Es ist ein Verdienst von Professor S.O. Asplund in Schweden, nachdrücklich auf die Priorität Wilhelm Ritters hingewiesen zu haben [10].

Vom Standpunkt der Eidgenössischen Technischen Hochschule aus ist wohl kein schöneres Zusammentreffen denkbar als dieses: der Lehrer Wilhelm Ritter hat zum ersten Mal eine richtige Theorie der Hängebrücken aufgestellt und sein Schüler Othmar Ammann hat später die grössten Hängebrücken der Welt gebaut.

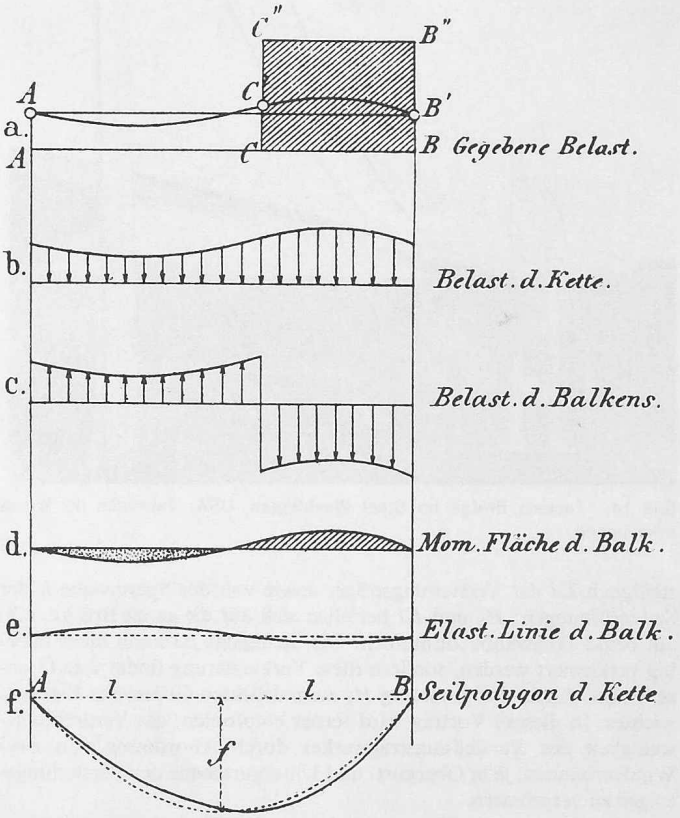


Bild 13. Zeichnung von Prof. W. Ritter, 1877, zur Theorie der Hängebrücken

Im November 1940 ist ein Ereignis eingetreten, das die Fachwelt aufschreckte und noch lange beschäftigen sollte. Die Tacoma Narrows Bridge, mit 2800 Fuss oder 853 Metern Spannweite damals die drittlängste Hängebrücke, die erst vier Monate vorher eröffnet worden war, zeigte bei mässigem Wind starke Torsionsschwingungen (Bild 14), in deren Folge das Versteifungstragwerk beschädigt wurde und abstürzte (Bild 15). Hier liegt ein Fall echter Berufstragik vor, denn die Tacomabrücke ist nicht von irgend einem unerfahrenen Ingenieur projektiert worden, sondern von Leon S. Moisseiff, dem Erbauer der Manhattan Bridge 1910, der zum ersten Mal die Formänderungstheorie von Melan praktisch verwendet hat, und der auch für den Entwurf der Delaware River Bridge zwischen Philadelphia und Camden 1926 verantwortlich war.

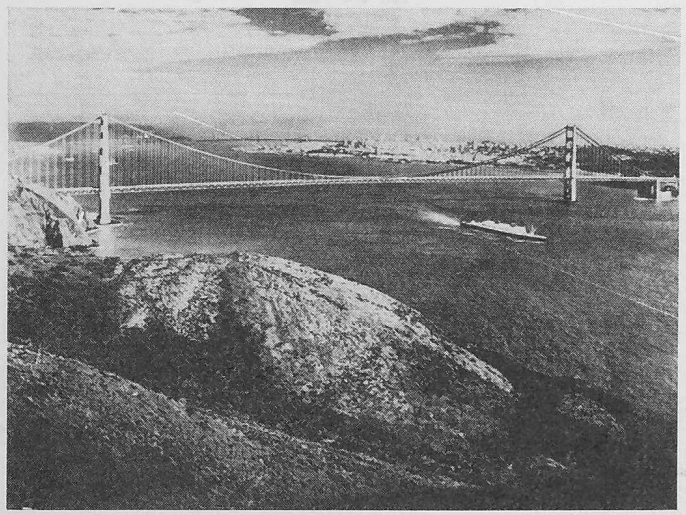
Zur Abklärung der Einsturzursachen wurde eine offizielle Expertenkommission eingesetzt, die in ihrem Bericht [11] zum Schluss kam, dass aerodynamische Unstabilität die Ursache des Einsturzes sei. Sie stellt weiter fest, dass das Projekt auf Grund der damaligen Erkenntnisse in Ordnung sei, aber «further experiments and analytical studies are desirable to investigate the action of aerodynamic forces on suspension bridges».

Etwas mehr als ein Jahrzehnt später hat O.H. Ammann sich nochmals in einem Vortrag vor der Boston Society of Civil Engineers [12] zur Frage der aerodynamischen Unstabilität von Hängebrücken geäussert. Dabei stellt er zunächst fest, dass solche Einstürze wie bei der Tacomabrücke auch schon früher bei unversteiften oder zu wenig versteiften Hängebrücken vorgekommen sind, wie etwa der Einsturz 1836 der 1823 erstellten Brighton Bridge in England (Bild 16). O.H. Ammann hat sämtliche ihm zugänglichen Hängebrücken in bezug auf eventuelle Schwingungen untersucht und daraus eine Schlussfolgerung in Form einer empirischen Formel für einen «stiffness index», die erforderliche Steifigkeitszahl, gezogen. Leicht umgeformt und in unsere Einheiten, Meter und Tonnen, umgerechnet, heisst diese Formel

$$\left(\frac{H_g}{l^2} + 72\,\frac{EJ}{l^4}\right)\left(1 - \frac{0{,}60\,l_1}{l}\right) \geqq 0{,}05 . \tag{6}$$

Wir erkennen hier mit aller Deutlichkeit die Faktoren, von denen die Steifigkeit einer Hängebrücke gegebener Spannweite l abhängig ist, nämlich vom Kabelzug H_g aus Eigengewicht und von der Biegungs-

Bild 11. Golden Gate Bridge, San Francisco, 1937, 1270 m



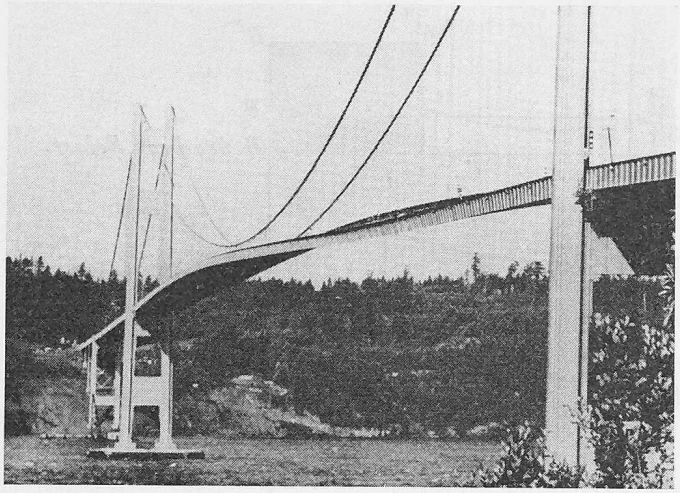


Bild 14. Tacoma Bridge im Staat Washington, USA; Fahrbahn im Winde schwingend

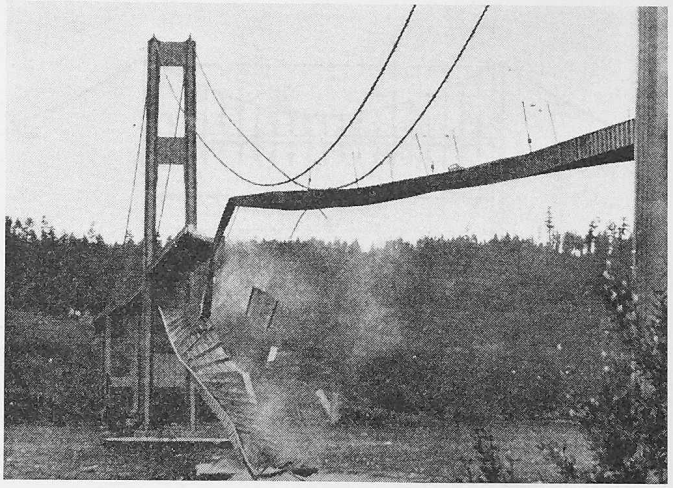


Bild 15. Einsturz des Versteifungstragwerks der Tacoma Bridge infolge der Torsionsschwingungen

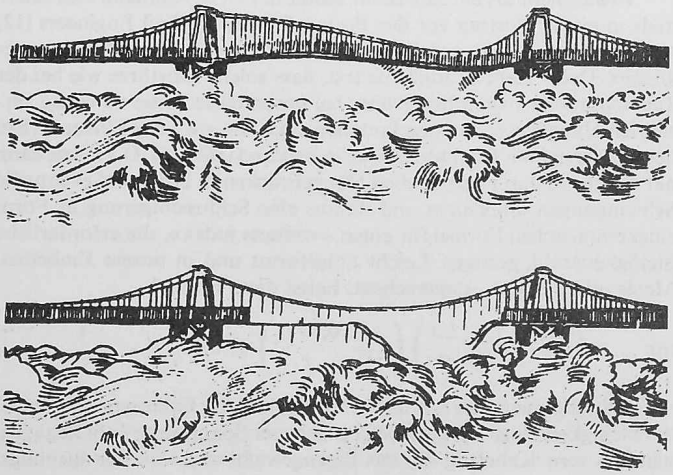
steifigkeit EJ der Versteifungsträger sowie von der Spannweite l_1 der Seitenöffnungen; H_g und EJ beziehen sich auf die ganze Brücke, d.h. auf beide Tragwände zusammen. Die Steifigkeit EJ kann nicht beliebig verkleinert werden, sondern diese Verkleinerung findet ihre Grenze in der durch den Kabelzug H_g ausgedrückten Grösse des Eigengewichtes. In diesem Vortrag wird ferner empfohlen, die Verdrehungssteifigkeit des Versteifungstragwerkes durch Anordnung von zwei Windverbänden, je in Obergurt- und Untergurtebene der Versteifungsträger zu vergrössern.

Vom Einsturz der Tacomabrücke war damals auch bei uns in einer Wochenschau ein Filmstreifen zu sehen. Es ist mir gelungen, eine Kopie dieses Streifens zu beschaffen und diesen habe ich meinem Kollegen Professor J. Ackeret, dem Vertreter für Aerodynamik an der ETH, gezeigt. Er hat sofort aerodynamische Unstabilität als Einsturzursache erkannt [13]. Darüber hinaus hat er aber eine wichtige Erscheinung festgestellt: Wenn man in der Fahrbahn einer solchen Brücke einen Längsschlitz offen lässt, tritt keine aerodynamische Unstabilität mehr ein, sondern sogar eine aerodynamische Beruhigung bei Wind. Bild 17 zeigt eine Zusammenstellung dieser Versuche von Professor Ackeret über die Wirkung des Längsschlitzes, die, dies sei wieder einmal ausdrücklich festgehalten, nicht in Amerika entdeckt worden ist, sondern im aerodynamischen Institut der ETH von Professor Ackeret.

Als Folge des Einsturzes der Tacoma Brücke und seiner Abklärung weist heute die Normalbauart weitgespannter Hängebrücken die folgenden drei Merkmale auf:

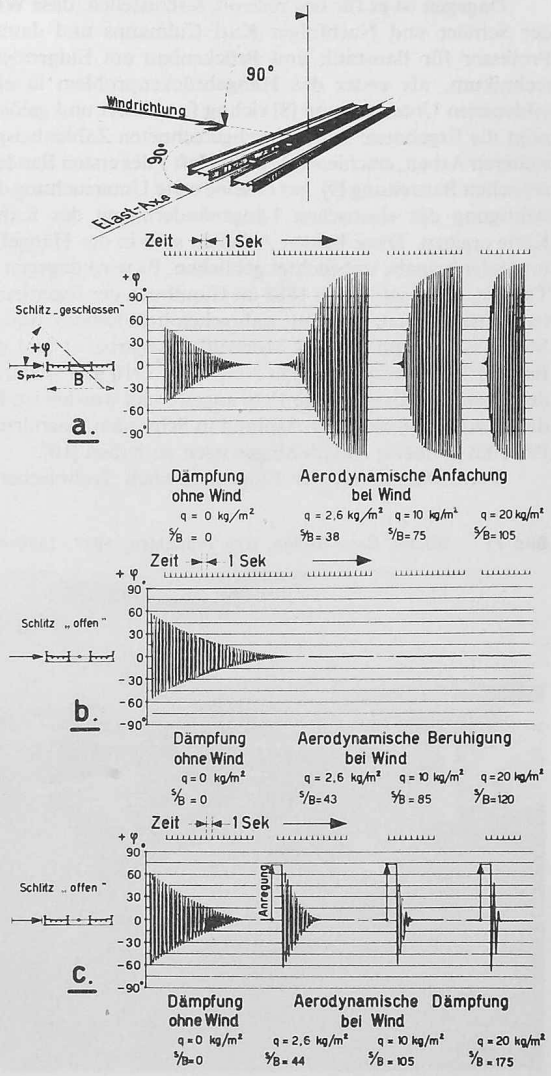
- Die Versteifungsträger werden stets fachwerkförmig, nicht mehr vollwandig, ausgeführt; dabei wird normalerweise verlangt, dass das Steifigkeitskriterium von O. H. Ammann eingehalten wird;
- es werden zwei Windverbände und eine grössere Zahl von Zwischenquerverbänden angeordnet, um das Versteifungstragwerk zu einem möglichst torsionssteifen Kasten auszubilden;
- in der Fahrbahn werden ein oder mehrere Längsschlitze nach J. Ackeret vorgesehen.

Bild 16. Einsturz der Brighton Bridge in England, 1836



Othmar Ammann hat nicht nur die grössten Hängebrücken, sondern auch die grösste heute bestehende Bogenbrücke, nämlich die Bayonne Bridge über den Kill van Kull zwischen Staten Island und New Jersey (Bild 18) gebaut. Dieser fachwerkförmige Zweigelenkbogen ist mit einer Spannweite von 1652 Fuss oder 503,5 Metern, zwischen den Gelenkmitten gemessen, allerdings nur wenig grösser als die Sydney Harbour Bridge in Australien mit 1650 Fuss. Bei der Sydney Harbour Bridge rechnete man bei Baubeginn (1924) damit, die grösste Bogenbrücke der Welt zu bauen; der Bau der Kill van Kull Bridge ist später (1928) begonnen, aber früher fertiggestellt worden (Eröffnung am

Bild 17. Ergebnisse der Versuche von Prof. J. Ackeret über die aerodynamische Stabilität einer Hängebrücke, deren Fahrbahn einen Längsschlitz aufweist



14. November 1931) als die Brücke in Australien, die am 19. März 1932 eröffnet wurde.

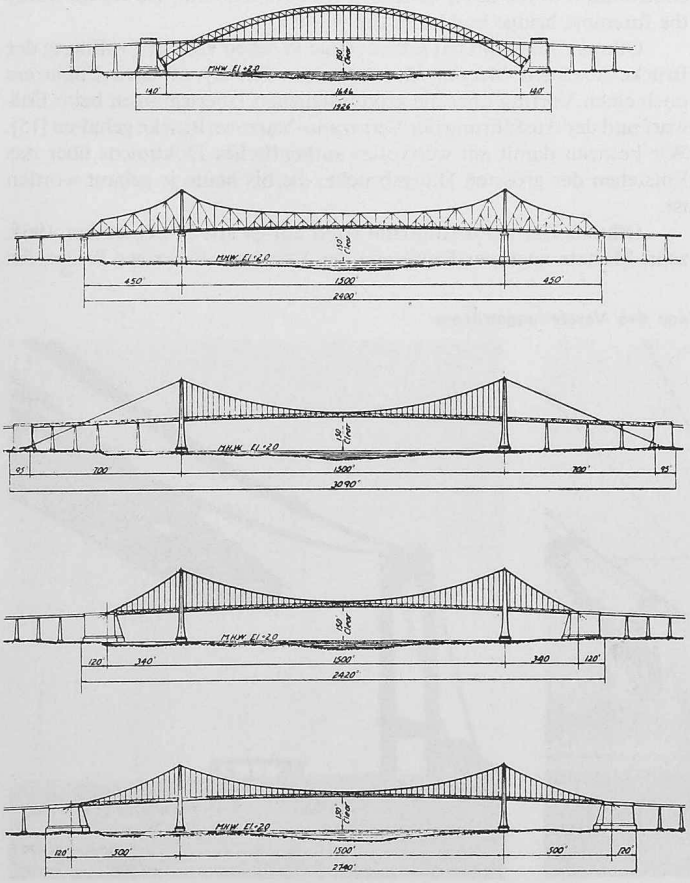
Der Wahl des Zweigelenkbogens als Tragsystem der Kill van Kull Bridge liegen eingehende Vergleichsuntersuchungen zu Grunde. Bild 19 zeigt eine Auswahl der untersuchten Möglichkeiten. Die für die Ausführung gewählte Bogenbrücke war wirtschaftlicher als eine Hängebrücke oder eine Gerberträgerbrücke. Dies ist zur Hauptsache auf den in geringer Tiefe anstehenden guten Baugrund (Fels), die Möglichkeit einer einfachen Montage im Freivorbau auf provisorischen Stützen (Bild 20) und schliesslich darauf zurückzuführen, dass bei der Bogenbrücke keine teuren Seitenöffnungen erforderlich waren. Der Bauausführung lagen ungewöhnlich eingehende Berechnungen zu Grunde; so war ich selber während meiner Tätigkeit bei der Port of New York Authority auch damit beschäftigt, die Nebenspannungen der Bogenhauptträger während verschiedener Montagezustände zu berechnen.

Es soll nun noch der verschiedentlich gebrauchte Begriff der «grossen Spannweite» [14] mit Hilfe des «theoretischen Gewichtes» etwas näher gekennzeichnet werden. Denken wir uns eine Brückenöffnung der Spannweite l mit einem gegebenen statischen Tragsystem und bestimmter geometrischer Form, so verursacht die äussere Belastung aus Fahrbahngewicht g_F und Verkehrslast p innere Schnittkräfte (Momente, Längskräfte und Querkräfte bei Vollwandträgern, Stabkräfte bei Fachwerkträgern), die durch das Tragwerk ohne Überschreitung der zulässigen Beanspruchungen $\sigma_{zul.} = \sigma$ aufgenommen werden müssen. Die Bemessung liefert die erforderlichen Querschnitte F aller Tragwerksteile und damit das Volumen V des Tragwerks. Mit dem spezifischen Gewicht γ des verwendeten Baustoffes finden wir somit das zur Aufnahme der Belastungen g_F und p erforderliche Eigengewicht G_{H_1} des Tragwerks in der Form

$$G_{H_1} = g_{H_1}\, l = V\gamma = \alpha \frac{\gamma\, l^2}{\sigma} (g_F + p) \; ;$$

dabei bedeutet g_{H_1} das durchschnittliche Eigengewicht je Längeneinheit und α einen Systembeiwert, der nicht nur von der Form und Wirkungsweise des Tragsystems und der Belastungsverteilung abhängt, sondern der auch konstruktiv erforderliche Zusatzteile wie Stossdeckungen, Aussteifungen, Materialzugabe für Lochschwächungen usw. sowie die zur Sicherung der räumlichen Wirkungsweise erforderlichen Wind- und Querverbände umfassen soll.

Bild 19. Vergleichs-Entwürfe für die Bayonne Bridge



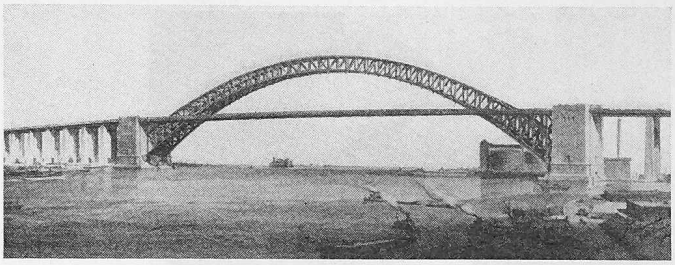


Bild 18. Bayonne Bridge über den Kill van Kull, 1931; Spannweite des Fachwerk-Zweigelenkbogens 503,5 m

Die Belastung g_{H_1} verursacht nun auch ihrerseits innere Schnittkräfte und macht somit ein zusätzliches Konstruktionsgewicht g_{H_2} erforderlich. Setzen wir vorübergehend gleichartige Verteilung der Belastungen g_F, p und g_H voraus, so wird

$$g_{H_2} = \alpha \frac{\gamma\, l}{\sigma}\, g_{H_1} = \mu\, g_{H_1} \; .$$

Aber auch g_{H_2} verursacht ein Zusatzgewicht g_{H_3} usw. und wir können den Endwert von g_H somit anschreiben zu

$$g_H = g_{H_1} + g_{H_2} + g_{H_3} + \ldots .$$

$$g_H = \mu\,(g_F + p) + \mu\, g_{H_1} + \mu\, g_{H_2} + \ldots .$$

$$g_H = (g_F + p)\,(\mu + \mu^2 + \mu^3 + \mu^4 + \ldots .) \; ;$$

diese Reihe kann für $\mu \leqq 1$ abgekürzt geschrieben werden:

$$g_H = (g_F + p) \frac{\mu}{1 - \mu} = (g_F + p) \frac{l}{\dfrac{\sigma}{\alpha\,\gamma} - l} \; .$$

Die vorübergehend eingeführte Voraussetzung der gleichartigen Verteilung von g_F, p und g_H ist in Wirklichkeit nicht erfüllt, aber wir können den begangenen Fehler dadurch korrigieren, dass wir die äusseren Belastungen g_F und p mit einem Korrekturfaktor φ multiplizieren und den Systembeiwert α auf die Verteilung des gesuchten Eigengewichtes orientieren; damit finden wir

$$g_H = (\varphi_F\, g_F + \varphi_p\, p) \frac{l}{\dfrac{\sigma}{\alpha\,\gamma} - l} \; .$$

Der Ausdruck $\dfrac{\sigma}{\alpha\,\gamma}$ hat die Dimension einer Länge, die wir als Grenzspannweite $l_{Gr.}$ bezeichnen,

$$l_{Gr.} = \frac{\sigma}{\alpha\,\gamma} \; .$$

Damit erhalten wir unsere Gewichtsformel zu

$$(7) \qquad g_H = (\varphi_F\, g_F + \varphi_p\, p) \frac{l}{l_{Gr.} - l} \; .$$

Wir erkennen nun, dass für das untersuchte Tragwerk bei einer Spannweite $l = l_{Gr.}$ das Eigengewicht g_H unendlich gross werden müsste, oder auch, dass bei dieser Spannweite das Tragwerk ohne Überschreitung der zulässigen Beanspruchung σ gerade noch sein

Bild 20. Montage der Bayonne Bridge

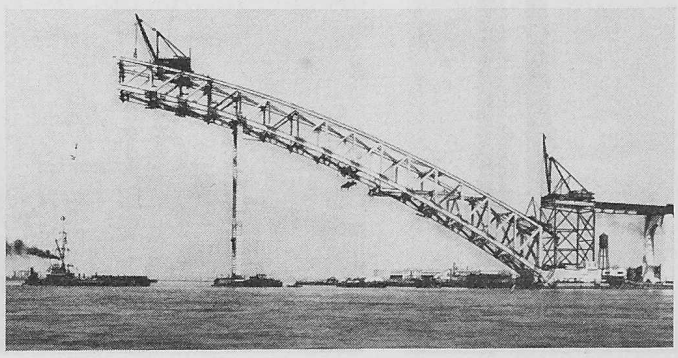


Bild 26. O. H. Ammann auf der George Washington Bridge am O. H. Ammann-Tag, 1962 (siehe SBZ 1962, S. 655)

eigenes Gewicht, aber keine äussere Belastung mehr zu tragen vermöchte. Auf eine handgreifliche Form gebracht bedeutet diese Gewichtsformel, dass die Bäume nicht in den Himmel wachsen können.

Weit unterhalb dieser Grenzspannweite existiert jedoch schon eine «wirtschaftliche Anwendungsgrenze» des Tragsystems, bei der der Materialaufwand im Verhältnis zur äusseren Belastung unwirtschaftlich gross zu werden beginnt und bei der auch die konstruktiv zu überwindenden Schwierigkeiten stark anwachsen. Es lässt sich ausrechnen, dass für unsere heutigen Baustähle die praktische Anwendungsgrenze

für den fachwerkförmigen Gerberträger	bei etwa 500 m,
für den Fachwerkbogen	bei etwa 600 m,
für die verankerte Hängebrücke	bei über 1500 m

liegt. Jede Vergrösserung der Spannweite gegenüber bisher ausgeführten Tragwerken der gleichen Art bedeutet die Überwindung neuer Schwierigkeiten, die Lösung neuer Probleme und damit eine Pionierleistung.

Das letzte grosse Meisterwerk von Othmar Ammann ist die Verrazano-Narrows Bridge, die am 21. November 1964 durch den Präsidenten der Vereinigten Staaten eingeweiht wurde. Diese Brücke überspannt die Einfahrt zum Hafen von New York und sie ist mit einer Spannweite von 4260 Fuss oder 1298 Metern die weitest gespannte Hängebrücke, die je gebaut worden ist (Bild 21). Sie übertrifft die bisher grösste Brücke, die Golden Gate Bridge, an Spannweite zwar nur um 60 Fuss, aber sie besitzt eine viel grössere Verkehrskapazität. Vorgesehen sind 12 Fahrspuren, verteilt auf zwei Fahrbahnebenen; vorläufig ist jedoch nur die obere Fahrbahnebene in Betrieb genommen worden. Der Kostenvoranschlag lautete auf 325 Millionen Dollar, und er ist eingehalten worden.

Mit den nächsten Bildern sollen die wichtigsten Bauetappen dieses grossartigen Bauwerkes veranschaulicht werden. Bild 22 zeigt einen der beiden 211 m hohen Türme, von denen jeder einen Aufwand von 27000 t Baustahl erfordert hat. Die beiden Türme stehen selbstverständlich senkrecht auf der Erdoberfläche, und trotzdem sind sie nicht parallel. Die Erdkrümmung macht sich hier derart bemerkbar, dass der Turmabstand oben etwa 41 Millimeter grösser ist als unten. In Bild 23 ist der Vorgang des «Kabelspinnens» ersichtlich; das Spinnrad zieht gleichzeitig vier Drähte, also zwei Schlaufen von Verankerung zu Verankerung über die Brücke. Die parallelen Drähte von rund 5 mm Durchmesser werden zu Litzen gebündelt, und jedes der vier Kabel von rund 90 cm Durchmesser enthält 61 Litzen oder 26108 Drähte. Die Gesamtlänge der Drähte der vier Kabel beträgt etwa 143000 Meilen; dies würde ausreichen, um den Erdumfang mehr als fünfeinhalb Mal zu umspannen. Die Drahtfestigkeit beträgt 16,5 t/cm² (mit einer zulässigen Zugbeanspruchung von 6,12 t/cm²) gegenüber 15,5 t/cm² bei der George Washington Bridge und 11,3 t/cm² bei der Brooklyn Bridge.

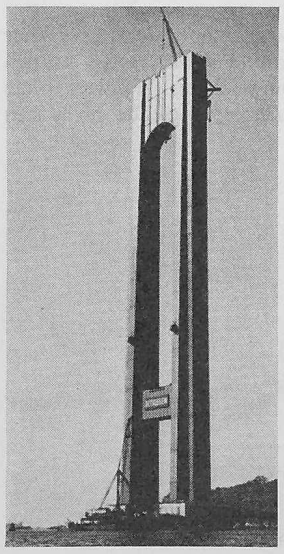
Nach der Fertigstellung der Kabel, die in kreisrunde Form gepresst und umwickelt werden, werden Elemente des Versteifungstragwerkes auf dem Wasser angeschwommen, hochgezogen und an den Hängestangen aufgehängt (Bild 24). Bild 25 zeigt noch die fertige Brücke in ihrer überzeugend einfachen und klaren Konzeption.

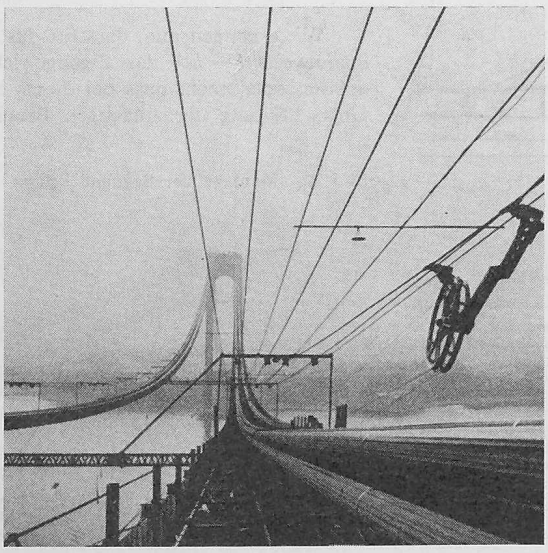
Auf die Eröffnung der Brücke hat die Baubehörde, die Triborough Bridge and Tunnel Authority, eine Schrift «Spanning the Narrows» herausgegeben, in der Bedeutung und Entstehung der Brücke dargestellt werden. Diese Schrift enthält einen Abschnitt «The Men» über die Männer, die diese Brücke gebaut haben. Dort wird festgestellt, dass in Spitzenzeiten gleichzeitig bis zu 1200 Mann an der Brücke gearbeitet haben, dass aber dahinter die Arbeiter in den Stahlwerken und Stahlbauwerkstätten, die Transportarbeiter, die Angestellten der Verwaltung sowie ungezählte Ingenieure, Architekten und Zeichner ebenfalls am Brückenbau beteiligt waren. Ein einziger all dieser Männer wird mit Namen genannt: Othmar H. Ammann, der Schöpfer der Brücke. Der Abschnitt schliesst mit dem Satz: «The young Swiss engineer who came to America in 1904 to «gain a few years' experience in American bridge building techniques» has spent 60 years here making an enormous contribution to the development of his adopted land. He stands today the foremost bridge builder in the world».

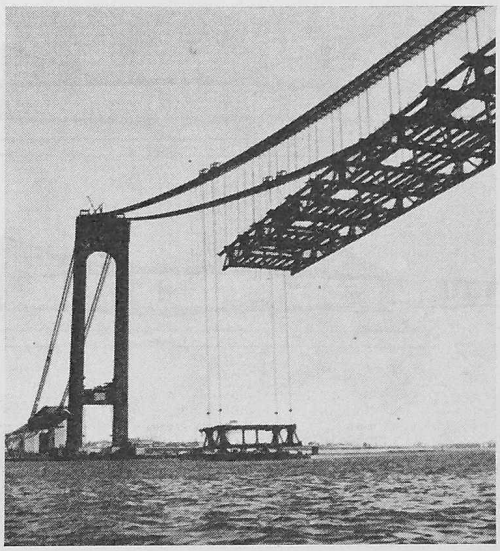
Othmar Ammann hat selber einige Wochen vor der Eröffnung der Brücke in einem Meeting der American Society of Civil Engineers noch einen Vortrag über die grundsätzlichen Überlegungen beim Entwurf und der Ausführung der Verrazano-Narrows Brücke gehalten [15]. Wir besitzen damit ein wertvolles authentisches Dokument über das Entstehen der grössten Hängebrücke, die bis heute je gebaut worden ist.

Othmar Hermann Ammann (Bild 26) ist am 22. September 1965, zehn Monate nach der Eröffnung der Verrazano-Narrows Bridge, im

Bilder 22 bis 24. Verrazano Narrows Bridge: Turm, Kabelspinnen und Montage des Versteifungsträgers







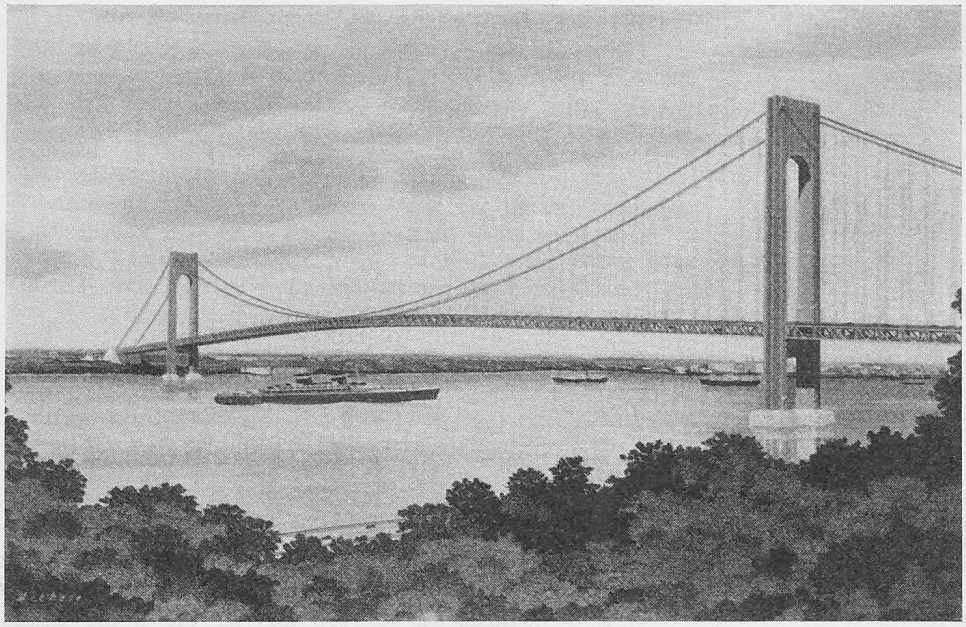


Bild 21. Verrazano-Narrows Bridge bei New York, perspektivische Zeichnung

Alter von sechsundachtzigeinhalb Jahren gestorben. Er hat in seinem Leben zweimal die grösste Brücke der Welt gebaut, die George Washington Bridge 1931 und die Verrazano-Narrows Bridge 1964. Ein drittes Mal, bei der Golden Gate Bridge 1937, hat er die gewählte Lösung entscheidend beeinflusst. Ferner hat er die grösste Bogenbrücke der Welt, die Bayonne Bridge über den Kill van Kull, gebaut.

Die Verrazano-Narrows Bridge ist das letzte grosse Meisterwerk von Othmar Ammann. Jeder, der diese Brücke zum ersten Mal sieht, die von späteren Generationen wohl als die Meisterleistung im Brükkenbau unserer Zeit angesehen werden wird, wird, wenn er wenigstens den Sinn für die Grösse einer geistigen Leistung besitzt, gepackt sein vom Empfinden, einer unvergänglichen, grossen Meisterleistung gegenüberzustehen. Es ist einmalig in der Geschichte der Brückenbaukunst, dass ein grosser Baumeister im Alter von über achtzig Jahren das grösste Bauwerk seiner Zeit ausführt und vollendet.

Von der Entwicklung des Brückenbaus aus gesehen sehe ich jedoch in der George Washington Bridge eine noch bedeutendere Leistung als in der Verrazano-Narrows Bridge. Sie, die George Washington Bridge, ist die entscheidende kühne Tat, mit der uns die Beherrschung grosser Spannweiten von über tausend Metern erschlossen worden ist. Sie bedeutet den grossen Schritt, bei dem neue und vertiefte Erkenntnisse in die richtigen konstruktiven Folgerungen umgesetzt worden sind und der nur möglich war auf Grund einer intensiven und verantwortungsbewussten eigenen Arbeit. Es dürfte hier von Interesse sein, zu wissen, wie Othmar Ammann selbst die Arbeit des entwerfenden Ingenieurs gesehen hat, und ich möchte deshalb aus seinem Bericht über die Hell Gate Bridge [4] – als er also noch ein verhältnismässig junger Ingenieur war – einige Sätze zitieren:

«A great work of art evolves from an idea in the mind of its creator. It is brought on paper or into a more contemplative form and then changed and remodeled. Not until the plans have passed through changes and corrections, and have been submitted to an almost endless series of finishing touches, does the great work attain its perfection.

A great bridge in a great city, although primarily utilitarian in its purpose, should nevertheless be a work of art to which Science lends its aid. An elaborate stress sheet, worked out on a purely economic and scientific basis, does not make a great bridge. It is only with a broad sense for beauty and harmony, coupled with wide experience in the scientific and technical field, that a monumental bridge can be created.»

Bei Othmar Ammann sind Leben und Werk untrennbar miteinander verbunden, denn er hat sein Leben von allem Anfang an mit seltener Folgerichtigkeit in den Dienst seines Werkes gestellt. Für ihn gilt voll und ganz jenes Wort von Leonardo da Vinci: «naturalmente, gli omini boni desiderano sapere». Er wollte wissen, wie man immer bessere, schönere und auch grössere Brücken baut, und dieses selber erarbeitete Wissen bildete die Grundlage seines grossen Könnens.

Die Eidgenössische Technische Hochschule darf für sich in Anspruch nehmen, dass sie das Wissen und Können ihres grossen ehemaligen Schülers als erste, schon vor der Vollendung der George Washington Bridge, 1930, durch die Verleihung der Würde eines Ehrendoktors der technischen Wissenschaften anerkannt hat. Zahlreiche weitere Ehrungen folgten später.

Othmar Ammann hat sein Lebenswerk abgeschlossen. Er wird Beispiel, Ansporn und Vorbild für die weitere Entwicklung der Brückenbaukunst bleiben. In ihm und seinem Werk finden wir jene harmonische Synthese von Intuition, Erfahrung, Wissen und Können und wahrer Menschlichkeit verwirklicht, wie sie in dieser Vollkommenheit wohl selten ist, die jedoch allein richtungsweisende, grosse Ingenieurbauwerke zu schaffen vermag.

Literaturverzeichnis

[1] *F. Stüssi:* Weitgespannte Hängebrücken. Tschudi & Co., Glarus, 1966.

[2] *E. Rüedi:* Die Familie Ammann von Schaffhausen. Karl Augustin, Thayngen, 1950.

[3] *F.C. Kunz:* Design of Steel Bridges. McGraw-Hill, New York 1915.

[4] *O.H. Ammann:* The Hell Gate Arch Bridge and Approaches of the New York connecting Railroad over the East River in New York City. Am. Soc. Civil Eng., Transactions, Paper No. 1417 (1918).

[5] *Chaley:* Pont suspendu de Fribourg (Suisse). Paris 1839.

[6] *O.H. Ammann:* George Washington Bridge; General Conception and Development of Design. Am. Soc. Civil Eng., Transactions Vol. 97, (1933).

[7] *L. Navier:* Rapport et Mémoire sur les ponts suspendus. Paris 1823.

[8] *W. Ritter:* Versteifungsfachwerke bei Bogen- und Hängebrücken. «Zeitschrift f. Bauwesen», Jahrgg. XXVII, Berlin 1877.

[9] *W. Ritter:* Statische Berechnung der Versteifungsfachwerke der Hängebrücken. «Schweiz. Bauzeitung», Bd. 1, S. 6ff, 1883.

Bild 25. Flugaufnahme der Verrazano-Narrows Bridge aus Südosten (Meerseite)

Am 3. Okt. 1961 erklärt O. H. Ammann den G. E. P.-Kollegen in New York das Modell der Zufahrten zur George-Washington-Brücke (Photo R. Gonzenbach)

[10] *S.O. Asplund:* On the Deflection Theory of Suspension Bridges. Stockholm 1943.

[11] *O.H. Ammann, Th. von Kármán, G.B. Woodruff:* The Failure of the Tacoma Narrows Bridge. Report dated March 28, 1941.

[12] *O.H. Ammann:* Present Status of Design of Suspension Bridges with Respect to Dynamic Wind Action. Boston Soc. Civil Eng., Journal Vol. 40, 1953.

[13] *F. Stüssi* und *J. Ackeret:* Zum Einsturz der Tacoma-Hängebrücke. «Schweiz. Bauzeitung», Bd. 117, Nr. 13, S. 137–140 (1941).

[14] *F. Stüssi:* Das Problem der grossen Spannweite. Mitt. Techn. Komm. Schweizer Stahlbauverband, Nr. 10, 1954.

[15] *O.H. Ammann:* Verrazano-Narrows Bridge: Conception of Design and Construction Procedure. Am. Soc. Civil Eng., Annual Meeting, Oct. 19–23, 1964, Conference Preprint 119.

[16] Ich verdanke die Vorlagen zu den Bildern 10, 22, 23, 24, 25 und 26 Herrn Milton Brumer, dem neuen Präsidenten von Ammann & Whitney, Consulting Engineers, New York.

Adresse des Verfassers: Prof. Dr. Dr. h. c. *Fritz Stüssi*, 8806 Bäch, Seebucht.

Aufsätze von O. H. Ammann in der Schweiz. Bauzeitung (SBZ)

Die Hell-Gate-Brücke über den East River in New York. SBZ Bd. 66, S. 181 u. 307 (1915) und Bd. 70, S. 51 (1917).

Die ersten interstaatlichen Brücken zwischen New York und New Jersey (Outerbridge Crossing, Gvethals, Kill van Kull, George Washington). SBZ Bd. 95, S. 285, 310 und 325 (1930).

Der Lincoln Tunnel unter dem Hudson in New York und seine Zufahrten. SBZ Bd. 111, S. 251 (1938).

Der heutige Stand des Brückenbaues in Amerika. SBZ 66. Jahrgang, S. 535 (1948).

Neue Brücken und Expressstrassen in New York. SBZ 76. Jahrgang, S. 103 (1958).

Beiträge in der SBZ über O. H. Ammann und seine Werke

Ein neues Projekt zur Überbrückung des Hudson River in New York. SBZ Bd. 85, S. 7 (1925).

O. H. Ammann Ehrendoktor der ETH. SBZ Bd. 96, S. 294 (1930.)

Die Triborough Bridge in New York, von *F. Stüssi*. SBZ Bd. 109, S. 104 (1937).

Projekt einer Battery-Brooklyn-Brücke in New York. SBZ Bd. 114, S. 134 (1939).

Die Bronx-Whitestone-Hängebrücke über den East River in New York, von *F. Bleich*. SBZ Bd. 115, S. 1 (1940).

O. H. A. Ehrenmitglied der GEP. SBZ Bd. 128, S. 323 (1946).

Der Umbau der Bronx-Whitestone Bridge, von *F. Stüssi*, SBZ 66. Jahrgang, S. 337 (1948)

O. H. A. Ehrenmitglied des SIA. SBZ 71. Jahrgang, S. 671 (1953).

O. H. A. Ehrenmitglied der ASCE. SBZ 71. Jahrgang, S. 668 (1953).

Brücken- und Hallenbauten der Ingenieure Ammann & Whitney, New York. SBZ 72. Jahrgang, S. 18 (1954).

Dr. O. H. Ammann 80jährig, von *F. Stüssi* und *W. J.* SBZ 77. Jahrgang, S. 183 (1959).

Geburtstagsfeier für Dr. Ammann in New York. SBZ 77. Jahrgang, S. 444 (1959).

Verleihung der Ernest E. Howard-Auszeichnung durch die ASCE. SBZ 78. Jahrgang, S. 544 (1960).

Einbau der unteren Fahrbahn der George Washington Brücke, von *U. Widmer*. SBZ 78. Jahrgang, S. 782 (1960).

Die Verrazano-Narrows-Brücke in New York, von *U. Widmer*. SBZ 79. Jahrgang, S. 186 (1961) und 80. Jahrgang, S. 48 (1962).

Verleihung des «Award of Merit» durch die amerikanische Architekten-Vereinigung. SBZ 79. Jahrgang, S. 652 (1961).

O. H. Ammann-Tag. SBZ 80. Jahrgang, S. 655 (1962).

Verleihung der «National Science Medal» durch Präs. Johnson. SBZ 83. Jahrgang, S. 202 (1965).

Der Bürogrossraum

DK 725.23

Gerne wiegt man sich in der Vorstellung, dass das architektonische Schaffen mit den Erfordernissen der Zeit Schritt halte und mit unseren heutigen Anschauungen im Einklang stehe. Dabei gibt man sich oft schon allein mit der äusseren Erscheinung eines Bauwerkes zufrieden und ist zudem meist gar nicht in der Lage, auch der räumlichen Struktur des einzelnen Objektes auf den Grund zu gehen. Bei näherem Zusehen zeigt es sich aber recht häufig, dass hinter einer sich modern gebenden Fassade die grundrissliche Disposition noch durchaus konventionellen Begriffen verhaftet ist, auch wenn solche nicht immer aus Grossvaters Zeiten stammen müssen. — Dies ist besonders dort der Fall – und in solchen Fachgebieten auch erklärlich – wo die betriebliche und technische Entwicklung in raschem Fluss ist und neue Organisationsformen oder heutiges Arbeitsleben das bauliche Planen integrieren. Nun kann für unsere Verhältnisse nicht alles und jedes zum vornherein als probat gelten, was vom Ausland (lies: Amerika!) als Neuerung angepriesen wird. Sollte sich eine solche aber (evtl. in modifizierter Form) bei sorgfältiger Prüfung als zweckmässig und sinnvoll erweisen, kann dies namentlich in spezifischen Zweckbauten zu recht abrupten Umstellungen führen. Solche lassen dann bisher verwirklichte programmatische Konzeptionen als veraltet erscheinen, ungeachtet eines architektonischen Habitus, der alles andere verheissen mag.

So lässt uns das Auftreten des *Bürogrossraumes* bewusst werden, wie die gegenwärtige Büroplanung im grossen und ganzen traditionsgebunden ist, d. h. die Entwicklung der betrieblichen Organisation offenkundig den Möglichkeiten der Konstruktion und der architektonischen Gestaltung nachhinkt.

Ein immer grösserer Prozentsatz der erwerbstätigen Menschen – bald ist es in den hochentwickelten Ländern die Hälfte – verbringt die Arbeitszeit in Büros. Die Büroarbeit selber hat durch die sukzessive Einführung der Schreib-, Rechen- und jüngst Datenverarbeitungsmaschinen eine völlige Umwandlung erfahren. Wie steht es mit dem baulichen Rahmen? Wohl haben Beleuchtung, Heizung, Lüftung, Möblierung und Einrichtung wesentliche Verbesserungen erfahren, doch am Konzept des Büroraumes selber hat sich bisher nichts *Grundsätzliches* geändert. Nach wie vor richten sich die Arbeitsräume nach den Gegebenheiten der Tagesbelichtung, noch immer werden die Abteilungen nach einer übernommenen Hierarchie der Funktionen geordnet, heute noch werden die Baumassen der Bürohäuser weitgehend durch städtebauliche Erwägungen und behördliche Vorschriften bestimmt, an sich lauter einschränkende Massnahmen, welche davon abhalten, unvoreingenommen die sinnvollste organisatorisch-baulich-technische Struktur eines jeden Unternehmens zu suchen.

Liess das Fortschreiten der Rationalisierung in der Industrie aufhorchen und an eine ähnliche Straffung in den Verwaltungen denken, die eine bessere Produktivität im Bürobetrieb versprechen würde? Wiesen die Bemühungen um eine bessere Organisation auf konzentriertere Räume und flexiblere Einrichtung hin? War es ein Bedürfnis, kostenbedingte Platzeinsparungen durch optische Weite auszugleichen? Verlangte die aufkommende Gruppenarbeit einen adäquateren Rahmen? Jedenfalls wandelte sich die Einstellung derart, dass man heute im *Bürogrossraum*, der recht unvermittelt im Blickfeld der Büroplaner und Architekten erschienen ist, wenn nicht überall eine Selbst-