DIE BAUTECHNIK

19. Jahrgang BERLIN, 14. Februar 1941 Heft 7

Alle Rechte vorbehalten.

Hängebrücken (II).*)

Von Ministerialrat Professor Dr.-Ing. ehr. Schaechterle, Berlin, und Regierungsbaumeister Dr.-Ing. Leonhardt, Köln-Rodenkirchen.

C. Gestaltungsgrundlagen der verankerten und versteiften Hängebrücken.

Die verankerte und versteifte Hängebrücke ist nicht nur eine oft angewendete und erprobte Bauart, sondern auch durch eine schöne und ansprechende Form ausgezeichnet. Die baulichen Grundgedanken sind einfach und können in der Form sinnfällig und überzeugend zum Ausdruck gebracht werden.

Bei der dreifeldrigen Hängebrücke schwingen sich die in den Widerlagern verankerten Traggurte über hohe Tor- oder Turmpfeiler, um die große Mittelöffnung frei zu überspannen. An die Traggurte ist in kurzen Abständen die Fahrbahntafel angehängt, die die Landfesten verbindet.

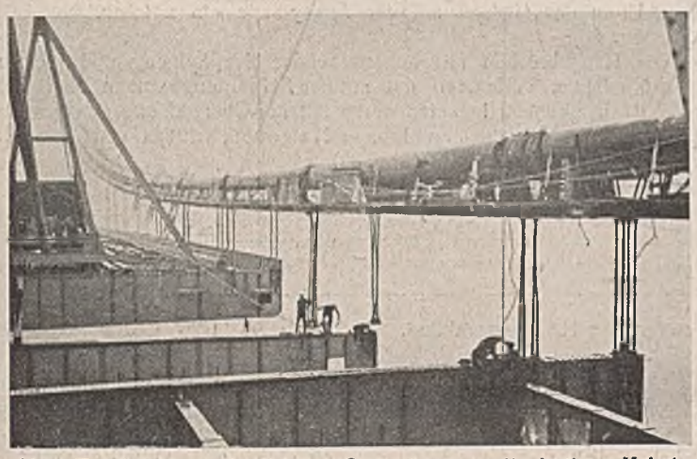


Abb. 47. Anhängen des letzten Querträgers an die fertigen Kabel.

Den die Fahrbahn begleitenden Versteifungsträgern fällt die Aufgabe zu, die örtlichen Verformungen, Durchbiegungen und Schwingungen unter den Verkehrslasten in zulässigen Grenzen zu halten. Da das Hängewerk auch ohne Versteifungsträger standsicher ist, kommt diesem nur eine aussteifende und lastverteilende Wirkung zu. Er ist kein Haupttragglied, wie die Ketten oder Kabel, die Verankerungen, die Turmpfeiler, die Hänger, die Quer- und Längsträger mit der darauf gelagerten Fahrbahntafel. Querverbände dienen zur Aufnahme und Ausleitung der Wind- und sonstigen Seitenkräfte.

Standpfeiler und Verankerungsklötze geben dem Hängewerk den festen Halt und ermöglichen die Aufstellung der bodenverankerten Brücken ohne feste Gerüste. Der Bauvorgang bei der Kabelhängebrücke ist folgender: Nachdem die Seile über die Stützen gezogen, gebündelt, auf die Kabelsättel abgesetzt und in den Ortwiderlagern verankert sind, werden die Kabelschellen angeklemmt, die Hänger angebracht, an diese die Querträger angehängt und dann der Fahrbahnrost stückweise eingebaut (Abb. 47). Damit der Versteifungsträger unter der ständigen Last momentenfrei bleibt und damit er den Verformungen des streckenweise belasteten Traggurtes zwanglos folgen kann, müssen beim Einbau zunächst Gelenkverbindungen an jedem Hänger vorgesehen werden. Erst nachdem die volle ständige Last aufgebracht ist, werden die Trägerstöße vernietet. Die Gelenkverbindungen können wegfallen, wenn der Versteifungsträger als Schlußstück eingesetzt wird.

Der eigenartige Bauvorgang der „echten Hängebrücke" beeinflußt die Gestaltung und muß bei der baulichen Durchbildung berücksichtigt werden. Je klarer die Grundgedanken des Tragwerks herausgearbeitet und in der Formgebung zum Ausdruck gebracht werden, um so besser ist die künstlerische Wirkung der Hängebrücke. Jede Unklarheit, Verschleierung oder Willkür ist der schönheitlichen Wirkung abträglich.

Die Form der dreifeldrigen Hängebrücke wird bestimmt durch:

1. die Weite der Hauptöffnung und das Verhältnis der Seitenöffnungen zur Mittelöffnung;
2. den Seildurchhang in der Hauptöffnung, ausgedrückt durch das Pfeilverhältnis $\frac{f}{l}$;
3. die Höhenlage der Fahrbahn über dem Wasserspiegel und das Höhenverhältnis von Unterbau zu Turmaufbau über der Fahrbahn;
4. die Breitenabmessungen der Fahrbahn und die Ausbildung des Fahrbahnrostes;
5. die Bauart der Pfeiler in Mauerwerk, Stahl oder Eisenbeton;
6. die Hängerteilung;
7. die Höhe des Versteifungsträgers und den Schlankheitsgrad $\frac{h}{l}$;
8. die Ausbildung der Verankerungswiderlager und Dammanschlüsse.

Aufteilung der Öffnungen.

Eine gut abgewogene und ausgeglichene Lösung ergibt sich, wenn die Mittelöffnung doppelt so weit gewählt wird wie die Seitenöffnungen. Bei dem Spannweitenverhältnis 1 : 2 : 1 (Abb. 48) läuft das Seil in gleichmäßiger Schwingung bis zu den Endverankerungen durch, und die Seilkräfte unter der gleichmäßig verteilten ständigen Last sind ausgewogen. Das Tragseil fällt vom Sattel der Turmpfeiler symmetrisch zur Brückenmitte und zu den Umlenkstellen an den Verankerungswiderlagern ab. Die Pfeiler bilden gleichsam Symmetrieachsen der Seillinie.

Sind die Seitenöffnungen größer oder kleiner als die halbe Mittelöffnung, so geht die Symmetrie und die Schönheit in der Schwingung der Seillinie verloren. Hängebrücken mit größeren Seitenöffnungen sind selten. Ein Beispiel für ein Öffnungsverhältnis 1 : 1,4 : 1 mit kleinen Endpfeilern ist in Abb. 49 dargestellt. Ist die Mittelöffnung nur wenig größer als die beiden Seitenöffnungen zusammen, wie beispielsweise bei der Delaware-Brücke in Philadelphia mit Spannweiten von 553 und 2 × 219 m (Tafel I), so ergeben sich wenig ansprechende Verhältnisse. Ein kleines Verschieben der Stützpfeiler nach außen reicht nicht aus, um die Mittelöffnung bedeutend herauszuheben. Eine starke Betonung der Hauptöffnung mit ausgesprochenen Verhältnissen 1 : 4 : 1 bis 1 : 5 : 1 ist dagegen wieder für die Gestaltung günstig, wie die George Washington-Brücke und die Golden Gate-Brücke (Tafel I) beweisen. Dabei geht die Hängerteilung über die ganze Brücke gleichmäßig durch.

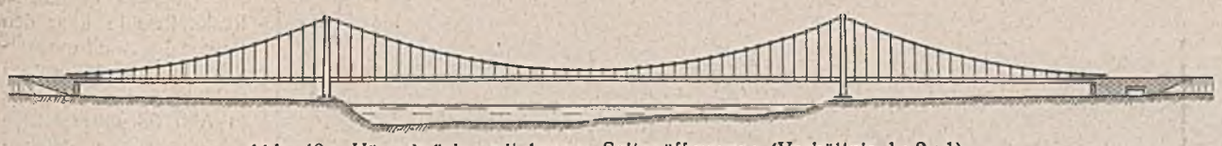


Abb. 48. Hängebrücke mit langen Seitenöffnungen (Verhältnis 1 : 2 : 1).

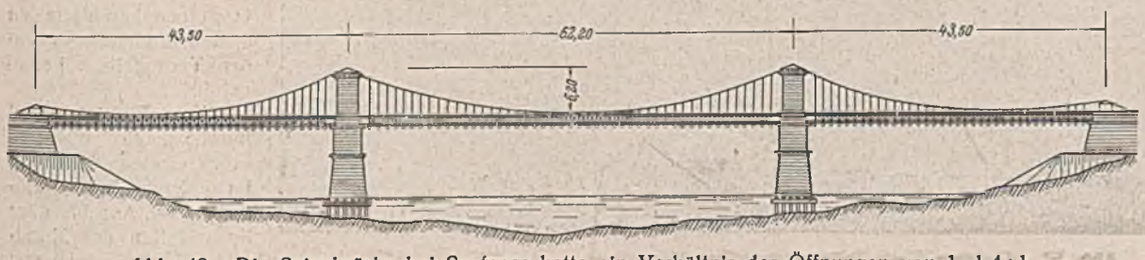


Abb. 49. Die Seinebrücke bei Suresnes hatte ein Verhältnis der Öffnungen von 1 : 1,4 : 1.

*) Der erste Teil der Abhandlung mit den Abb. 1 bis 46 ist in Bautechn. 1940, Heft 33, S. 377 bis 386, erschienen.

In statischer und baulicher Hinsicht hat das Verhältnis der Öffnungsweiten 1:4:1 den Vorzug, daß der Versteifungsträger in allen Öffnungen etwa gleiche Größtmomente aufweist, also bei gleichbleibender Höhe mit gleichen Gurtungen ausgeführt werden kann, während bei einem Öffnungsverhältnis, das größer ist als 1:4, der Versteifungsträger in den Seitenöffnungen kräftiger ausgebildet werden muß als in der Mittelöffnung.

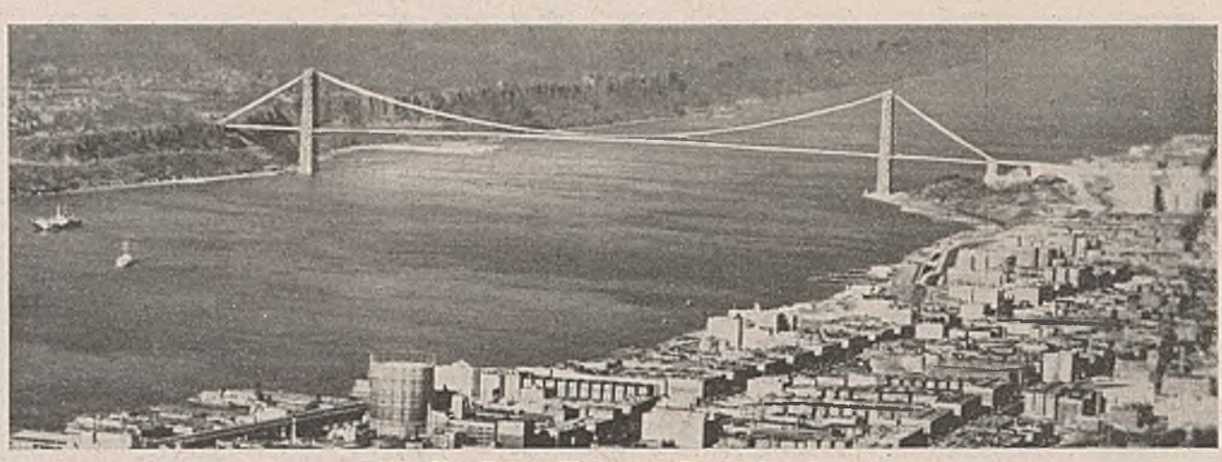


Abb. 50. George Washington-Brücke, New York.

Die Aufteilung der Öffnungen ist bedingt durch örtliche Gegebenheiten, wie Strombett, Gelände, Gründungsverhältnisse, Forderungen der Schiffahrt u. a. m. Ist das Strombett zwischen flachen Ufern gleichmäßig gestaltet und die Gründung überall möglich, dann sind in den Strom gestellte Turmpfeiler mit der Hauptöffnung über der Strommitte und mit ausgeglichenen Öffnungsweiten 1:2:1 wirtschaftlich. Das günstigste Aussehen wird meist erreicht, wenn der ganze Strom frei überbrückt und die Pfeiler an den Ufern aufgestellt werden, wie dies bei der George Washington- und Golden Gate-Brücke geschehen ist (Abb. 50 u. 51).

Die dreifeldrige Hängebrücke mit dem Öffnungsverhältnis 1:2:1 nimmt sich besonders in flacher Landschaft gut aus, wenn neben dem schiffbaren Strom noch seitlich Flutrinnen von mäßiger Breite zu überbrücken sind. Weniger günstig sind die Gestaltungsbedingungen für Hängebrücken bei weiten Überschwemmungsvorländern, die einen langen Brückenzug erfordern. Schließen sich an die Hängebrücke über dem Strom mit dem Öffnungsverhältnis 1:2:1 beiderseits kleinere, mit Balken- oder Wölbtragwerken überspannte Flutöffnungen an, so werden die sperrigen, den Hochwasserabfluß behindernden Ankerblöcke störend empfunden. Man hat derartige Lösungen wiederholt versucht, so bei einem Entwurf für die Elbebrücke bei Dessau (Abb. 52), ist aber zu keinem befriedigenden Ergebnis gekommen und hat deshalb der einheitlichen Balkenbrücke den Vorzug gegeben.

Wird bei Hochufern und großer Wassertiefe der Schiffahrtsweg auf die ganze Breite frei überspannt, so ergeben sich kurze Seitenöffnungen an Land (Abb. 50 u. 51). Ist das Strombett nur auf einer Seite von einem Steilufer eingesäumt, von dem die Fahrbahn abspringt, dann sind ebenfalls kurze Seitenöffnungen am Platze, weil eine über das hochgelegene Ufer hinwegkriechende Brückenfahrbahn unverständlich wäre und vom Strom aus die Kabel mit ihrer Verankerung hinter der Hanglinie verschwinden würden. Hierfür gibt die Washington-Brücke mit den hohen Ufern des Hudson auf der Jersey-Seite ein anschauliches Bild (Abb. 31 u. 50).

Die Hängebrücken mit beherrschender Hauptöffnung und kleinen Nebenöffnungen, verbunden mit straffer Seilführung wirken straff und kraftvoll. Die kühnen Ingenieurwerke mit der Überwindung einer großen Öffnung durch ein leichtes und luftiges Hängewerk zwingen den Beschauer immer wieder in ihren Bann (Abb. 31).

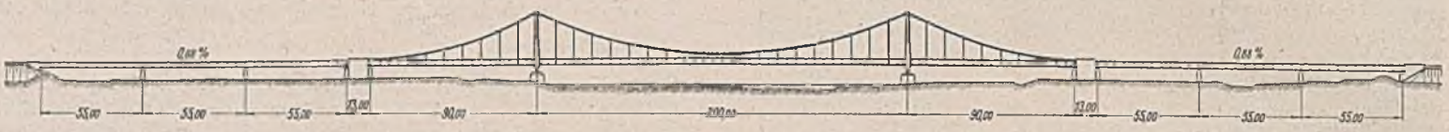


Abb. 52. Ankerblöcke im Flutgelände stören den Hochwasserabfluß.

Geht die Aufhängung über alle drei Öffnungen durch, so ist die Schwingung der Seillinie in den Seitenöffnungen vom Verhältnis der Spannweiten abhängig; die Seilpfeile in der Haupt- und Seitenöffnung verhalten sich unter der Voraussetzung gleichmäßig verteilter Last wie die Quadrate der Spannweiten. Je kleiner die Seitenöffnungen im Verhältnis zur Hauptöffnung gewählt werden, um so mehr straffen sich die Seile zwischen Turmpfeiler und Verankerung.

Sind beide Ufer hoch oder ist eine tiefe Schlucht zu überbrücken und geht die Fahrbahn unmittelbar hinter den Turmpfeilern auf festes Land über, so werden die Kabel hinter den Pfeilern steil und straff heruntergeführt und verankert, wie bei der Saane-Talbrücke (Abb. 19) und der Niagara-Brücke (Abb. 21). Hängebrücken mit Rückhalteseilen, bei denen die Fahrbahntafel nur in der Mittelöffnung angehängt ist, sehen weniger gut aus, wenn sich hinter den Turmpfeilern Balkenträgerüberbauten anschließen, die in keiner Verbindung mit den Traggurten stehen. Die hängerlosen Dreiecke erscheinen leer und die zur Geraden gestrafften Rückhalteseile über den Balken hart und unnatürlich. Um die Mängel zu mildern, hat man bei der in Abb. 53 dargestellten schönen alten Hängebrücke die Fahrbahn mit Gewölbereihen bis zu den an den Stromufern stehenden Turmpfeilern herangeführt.

Zum Vergleich sind bezeichnende Hängebrückenformen in Tafel I im gleichen Maßstab aufgezeichnet. Angaben über Spannweiten der Mittel- und Seitenöffnungen von

Abb. 51. Golden Gate-Brücke bei San Francisco.

ausgeführten Hängebrücken und die entsprechenden Verhältniszahlen sind in Tafel II zusammengestellt.

Wahl des Seildurchhangs.

Neben der Aufteilung der Öffnungen ist die Wahl des Pfeilverhältnisses in der Hauptöffnung von entscheidender Bedeutung für den Gesamteindruck, den die Hängebrücke auf den Beschauer macht. Der Seildurchhang, ausgedrückt durch das Verhältnis $\frac{f}{l}$ kann in gewissen Grenzen frei gewählt werden. Bei den ausgeführten Hängebrücken liegen die Pfeilverhältnisse zwischen $^1/_8$ und $^1/_{12}$, im Mittel bei $^1/_{10}$. Ausnahmsweise kommen auch schlaffere Seile ($^1/_7$) sowie straffer gespannte Seile ($^1/_{14}$ bis $^1/_{16}$) vor. Eine Vergrößerung des Durchhangs verringert, eine Verkleinerung vergrößert den Kabelzug. Ein großer Durchhang macht die Brücke weich und hat große Verformungen unter Verkehrsbelastungen zur Folge. Man spart dabei wohl an Seilgewicht und Verankerungen, braucht aber wesentlich kräftigere Versteifungsträger. Flachgespannte Seile erfordern anderseits dickere Kabelquerschnitte und massigere Verankerungsklötze, haben aber den Vorteil, daß die stark vorbelasteten, dicken Kabel der Verformung durch bewegte Lasten einen größeren Widerstand entgegensetzen und kleinere Durchbiegungen ergeben. Man kann deshalb die Versteifungsträger leichter ausführen, was für die Gestaltung wichtig ist. Allgemein ist der Einfluß der Versteifungsträger auf die Verformungen um so kleiner, je mehr die ständige Last gegenüber den veränderlichen Lasten überwiegt, und nimmt mit wachsender Spannweite ab. Bei den Riesenbrücken Amerikas mit Spannweiten von über 1000 m ist die ständige Last ausschlaggebend. Durch Verringerung der toten Last (Leichtfahrbahnen), günstige Pfeilverhältnisse und hohe Stahltürme lassen sich die Grenzen der Spannweiten noch weiter hinausrücken. Bei kleinen und mittleren Spannweiten und für schweren Verkehr (Eisenbahn und Raupenfahrzeuge) sind flachgespannte Kabel ($^1/_{12}$) angezeigt, um die örtlichen Verformungen durch die Schwerlasten möglichst herabzusetzen. Bleibt das Verhältnis der Verkehrslast zum Eigengewicht gleich, so ist die Verformung der Seillinie der Verkleinerung des Pfeiles verhältnisgleich, wenn die Dehnungen des Kabels unberücksichtigt bleiben. Die Dehnungen und Wärmelängungen des Kabels vergrößern die Einsenkungen bei kleinem Durchhang mehr als bei großem, sind aber für das Befahren von geringerer Bedeutung, da sie auf die ganze Spannweite gleichmäßig verteilt sind.

Schlaffe Kabel mit großem Durchhang und hochliegender Abstützung wirken weichlich und wenig eindrucksvoll — wie Girlanden auf Masten —, um so mehr, als die Tragkabel selbst im Verhältnis zu schlanken Stahltürmen zart und dünn erscheinen (Abb. 54).

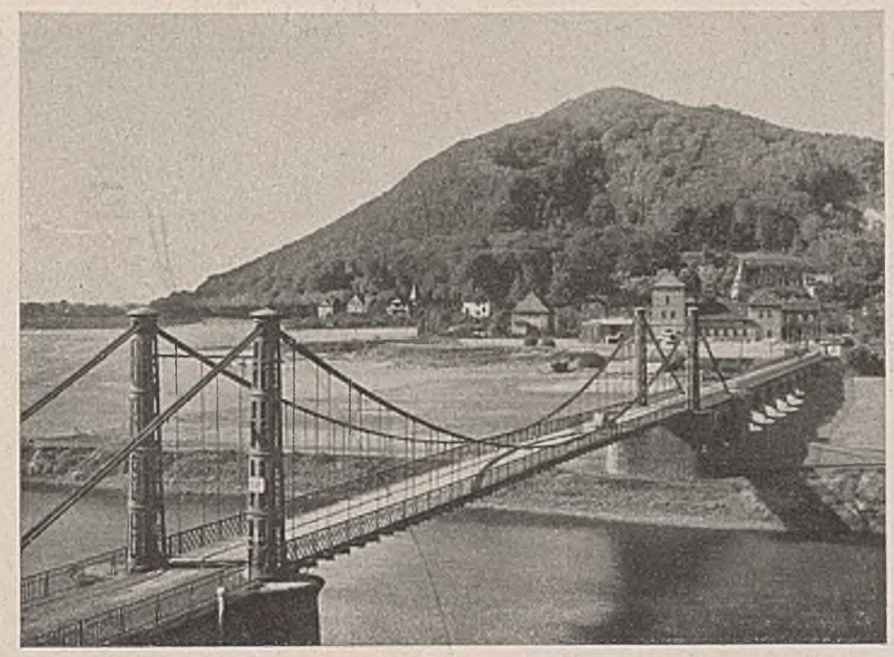


Abb. 53. Alte Hängebrücke mit Gewölbereihen bis zu den Turmpfeilern.

Der Gegensatz tritt noch mehr hervor bei steinernen Tortürmen. Wollte man bei der schönen, alten Hängebrücke am Margarethenkai in Budapest (Abb. 24) die schweren Ketten durch dünne Kabel ersetzen, so würde die Brücke an Schönheit beträchtlich einbüßen. Wenn schon bei Stahlturmpfeilern straffgespannte, kräftige Traggurte vorzuziehen sind, so gilt dies erst recht bei gemauerten Stützpfeilern und monumentalen Brückentoren. Straffe Seilführung steigert außerdem den Eindruck kraftvoller Spannung.

Die Pfeilverhältnisse von bemerkenswerten europäischen und amerikanischen Ketten- und Kabelhängebrücken sind in Tafel II enthalten.

Flach- und Hochbrücken.

Die Höhenlage der Fahrbahn über dem Wasserspiegel wird im Flachland durch die Forderungen der Schiffahrt bestimmt. Während die Binnenschiffahrt auf Strömen und Kanälen lichte Durchfahrtshöhen bis zu 10 m über dem höchsten schiffbaren Wasserstand verlangt, werden bei Seehäfen und Meeresarmen Durchfahrtshöhen bis zu 65 m mit Rücksicht auf die hohen Maste der Überseeschiffe gefordert. Die Rampen zur Erlangung der lichten Durchfahrtshöhen werden meist bis zu den Turmpfeilern in gleicher Neigung durchgeführt und die Kuppe über der Hauptöffnung mit großen Krümmungshalbmessern ausgerundet. Eine Sprengung der Fahrbahn in der Mittelöffnung ist stets erwünscht, weil sonst Gefahr besteht, daß die Fahrbahnlinie infolge der Längenänderung der Seile bei hohen Temperaturen unter die Waagerechte durchhängt.

Flachbrücken mit mäßig weiten und bis 10 m hohen Schiffahrtsöffnungen, gemauerten Brückentoren oder kräftigen Stahltürmen, straffgespannten Traggurten und niedrigen Versteifungsträgern sind besonders im Stadtbild schön. Da die Hängebrücke ein Mindestmaß an Bauhöhe erfordert, können die Rampen zur Brückenfahrbahn niedrig und flach gehalten werden. Ein ausgezeichnetes Beispiel ist die alte Kettenbrücke am Margarethenkai in Budapest, bei der der Toraufbau über der Fahrbahn annähernd doppelt so hoch ist wie der Pfeilerunterbau.

Hochbrücken, die den Forderungen der Seeschiffahrt entsprechen, sind im Flachland schwieriger zu gestalten; sie bedingen lange Rampenbrücken, die selten gut aussehen, insbesondere wenn sie, wie in New York, über bebaute Stadtgebiete hinwegführen. Als Musterbeispiel einer Hochbrücke von hohem Reiz ist die alte Menai-Straßenbrücke (Abb. 9) zu nennen. Die hohen Turmpfeiler an den Steilufern zeigen ein ausgesprochenes Höhenverhältnis zwischen Aufbau und Unterbau, etwa 1 : 2.

Die Mittellage der Fahrbahn, bei der der sichtbare Unterbau über dem Wasserspiegel annähernd gleich hoch ist wie der Aufbau über der

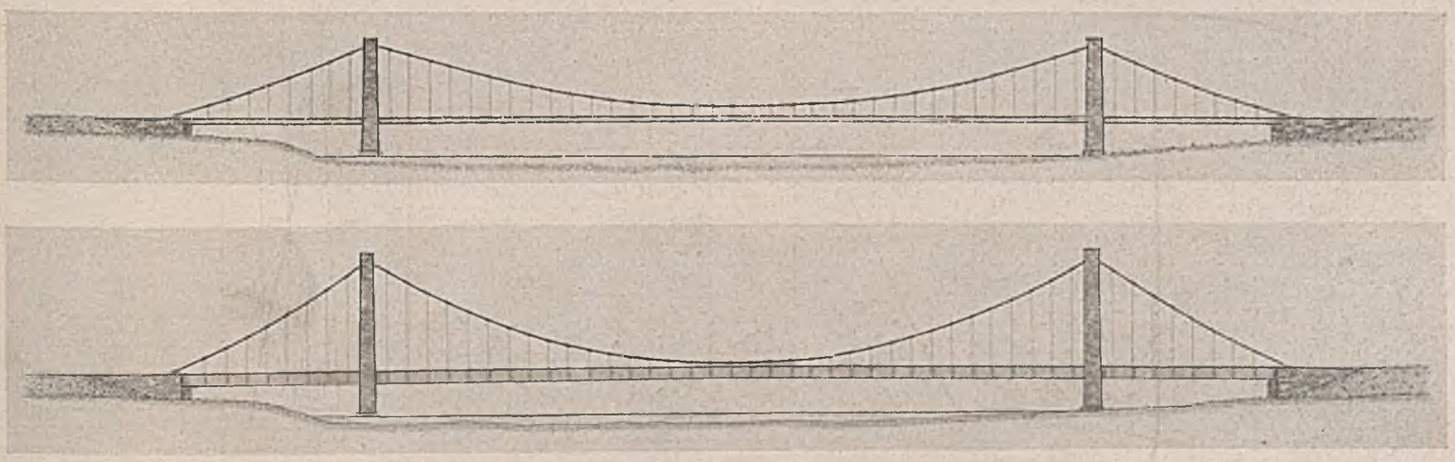


Abb. 54. Vergleich zweier Hängebrücken mit flach- und hochgespanntem Kabel und den entsprechenden Versteifungsträgern.

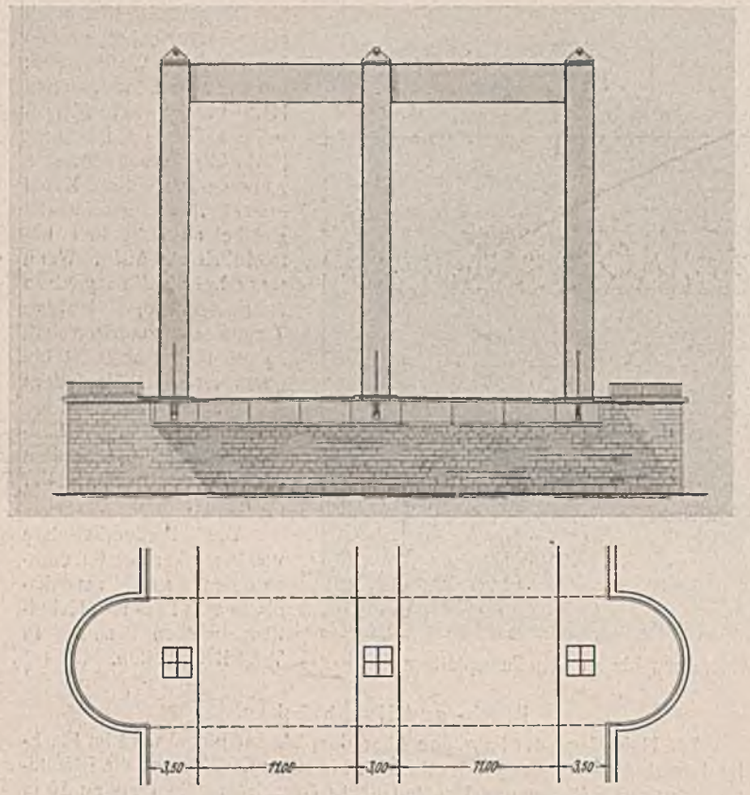


Abb. 55. Doppelrahmen als Stahlpfeiler für breite Brücken mit mäßiger Mittelöffnung.

Fahrbahn, ist für die Gestaltung weniger geeignet, wie auch ein Zwitterding zwischen Flach- und Hochbrücke selten befriedigt.

Breitenabmessungen der Fahrbahn.

Die Fahrbahnbreite wird durch die Verkehrsbedürfnisse vorgeschrieben, sie kann bei Großbrücken durch die Anordnung eines zweiten Geschosses vermindert werden. Zweigeschossige Fahrbahnen geben jedoch wegen der großen Bauhöhe nur bei Spannweiten über 600 m ein erträgliches Brückenbild.

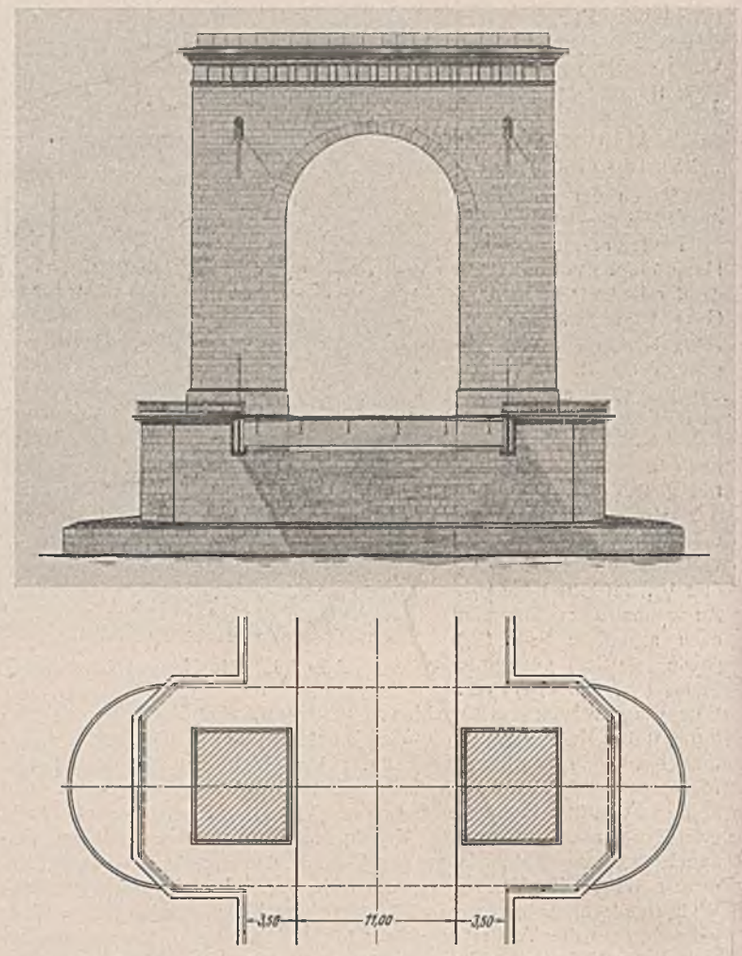


Abb. 56.
Torpfeiler für eine Flachbrücke; Gehweg um die Pfeiler herumgeführt.

Hochbrücken werden meist schräg von unten gesehen, Flachbrücken mehr von der Seite. Fast jede Brücke bietet schräg von einem Standpunkt unter der Fahrbahn gesehen ein besseres Bild als in reiner Seitenansicht oder gar von einem Standpunkt über der Fahrbahn. Das trifft auch bei der Hängebrücke zu, wo nur in der schrägen Untersicht das räumliche Tragwerk voll erfaßt werden kann. Die Schönheit der alten Hängebrücken beruht neben der klaren eindeutigen baulichen Durchbildung und den wohl abgestimmten Maßstabsverhältnissen nicht zuletzt auf den im Verhältnis zur Spannweite schmalen Fahrbahnen. Auch bei den

Tafel II. Zahlenangaben über Hängebrücken.

Brücke	Baujahr	Spannweiten Mittelöffnung l_1 in m	Spannweiten Seitenöffnung l_2 in m	Verhältnis der Spannweiten $l_2 : l_1$	Pfeilverhältnis d. Tragkabels bzw. der Kette $f : l_1$	Fahrbahnbreite zwischen Geländern b	Kabel- bzw. Kettenabstand in m	Fahrbahnbreite Spannweite $b : l_1$	Höhe der Turmpfeiler	Höhe des Versteifungsträgers h	$h : l_1$	Bemerkungen
Menaibrücke bei Bangor	1819/26	176,4	–*)	–	1 : 13,3	4,0	4,2	≈ 1 : 20,7	47,0	–	–	Kettenbrücke
Conwaybrücke	1822/26	98,0	–*)	–	1 : 14,6	5,0	5,3	1 : 18,5	15,0	–	–	Kettenbrücke
Hammersmithbrücke London	1824/27	121,8	44,34	1 : 2,75	1 : 14,3	9,0	20+5,0+2,0	≈ 1 : 13,4	15,0	–	–	Kettenbrücke
Saanetalbrücke b. Freiburg/Schw	1837	273,0	–*)	–	1 : 13,7	6,5	Schrägseile 7,0 bis 7,0	1 : 42	20,0	–	–	Kabelbrücke
Vilainebrücke b. Roche-Bernard	1835/39	198,0	–*)	–	1 : 13,0	6,8	–	1 : 32	50,0	–	–	Kabelbrücke
1. Donaubrücke in Budapest	1839/45	203,0	90,8	1 : 2,2	1 : 13,8	14,5	9,0	1 : 14	38,0	–	–	Kettenbrücke
Hungerfordbrücke in London	1841/46	207,0	103,5	1 : 2,0	1 : 13,5	6,2	–	≈ 1 : 49	24,0	–	–	Kettenbrücke
Cliftonbrücke ü. d. Avon	1840/64	214,0	–*)	–	1 : 9,5	9,5	9,5	≈ 1 : 22,5	250 bzw 456	–	–	Kettenbrücke
St. Christophebrücke b. Lorient	1847	183,6	45,0	1 : 4,0	1 : 12,7	–	–	–	–	–	–	Kabelbrücke
Niagarabrücke	1851/55	250,0	–*)	–	1 : 15,0	7,65	7,55+3,85	1 : 32,7	25,0	5,0	1:50	Kabelbrücke
Eastriverbr. zw. Brooklyn u. New York	1870/83	487,7	283,7	1 : 1,7	1 : 10,0	26,7	2×12,5+15,0	1 : 19,3	82,7	4×5,10 2×2,75	1:96 1:177	Schrägkabelbrücke
Allierbrücke bei Beioude	1883/84	115,0	–*)	–	1 : 10,0	5,6	6,0+7,5	1 : 20,5	15,0	–	–	Schrägkabelbrücke
Saônebrücke du Midi in Lyon	1888	79,6	20,0	1 : 4,0	1 : 9,0	6,5	6,5	1 : 12	18,0	–	–	Schrägkabelbrücke
Argenbrücke bei Langenargen	1896	72,0	–*)	–	1 : 8,5	6,5	10,0 + 6,82	1 : 11,5	14,0	2,78	1:42	Kabelbrücke
Elisabethbrücke in Budapest	1903	290,0	44,3	1 : 6,55	1 : 10,0	16,5	17,0	1 : 17,5	40,0	3,58	1:81,2	Kettenbrücke
Williamsburgbrücke i. New York	1903	487,7	91,7+90,1	1 : 5,3	1 : 8,99	34,0	6,5+13,0+6,5	1 : 14,3	100,0	11,5	1:42,4	Kabelbrücke
Manhattanbrücke in New York	1910	448,0	221,0	1 : 2,0	1 : 10,3	36,57	8,53+12,19+8,53	1 : 12,2	100,0	7,34	1:61	Kabelbrücke
Delawarebrücke	1926	533,0	219,0	1 : 2,45	1 : 8,75	38,28	27,14	1 : 14	114,0	8,53	1:62,7	Kabelbrücke
Washingtonbrücke i. New York	1932	1067,0	198,0	1 : 5,4	1 : 10,8	35,58	32,30	1 : 30	185,0	8,84	1:120	Doppelkabelbrücke
Golden Gate-Br. in San Francisco	1937	1280,0	343,0	1 : 3,75	1 : 9,84	~24,0	~26,0	1 : 53	210,0	7,62	1:168	Kabelbrücke
Triborroughbrücke i. New York	1938	420,0	205,0	1 : 2,0	1 : 10,0	~33,0	~28,0	1 : 14,5	85,0	6,10	1:69	Kabelbrücke
Bronx-Whitestone-Br. i. New York	1939	701,0	233,0	1 : 3,0	1 : 11,3	22,56	22,56	1 : 31,2	114,0	3,30	1:210	Kabelbrücke

*) keine aufgehängte Seitenöffnung, gerade Rückhaltekabel; alle Maße in Metern

Tonnen bzw. Kettenbrücken werden die Pfeiler oft so hoch, daß sie den Blick auf die Bogenkonstruktion versperren. Die Abb. 57 zeigt einen ausmittig belasteten Torbogen, der bei einer Spannweite von 30 m 12 m hoch ist und 3 m breite Pfeiler hat. Die Bogenkonstruktion ist hier nicht zu sehen, weil sie unter der Fahrbahn liegt.

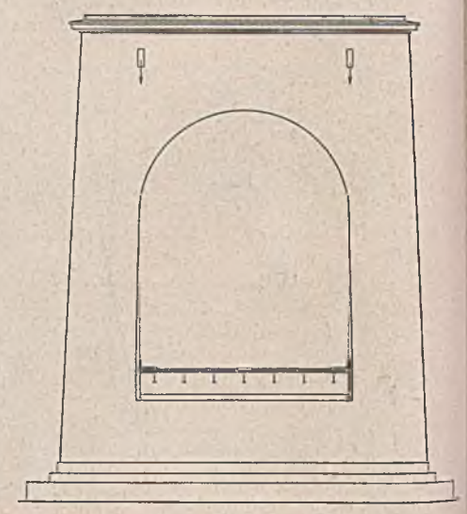


Abb. 57. Ausmittig belasteter Torbogen.

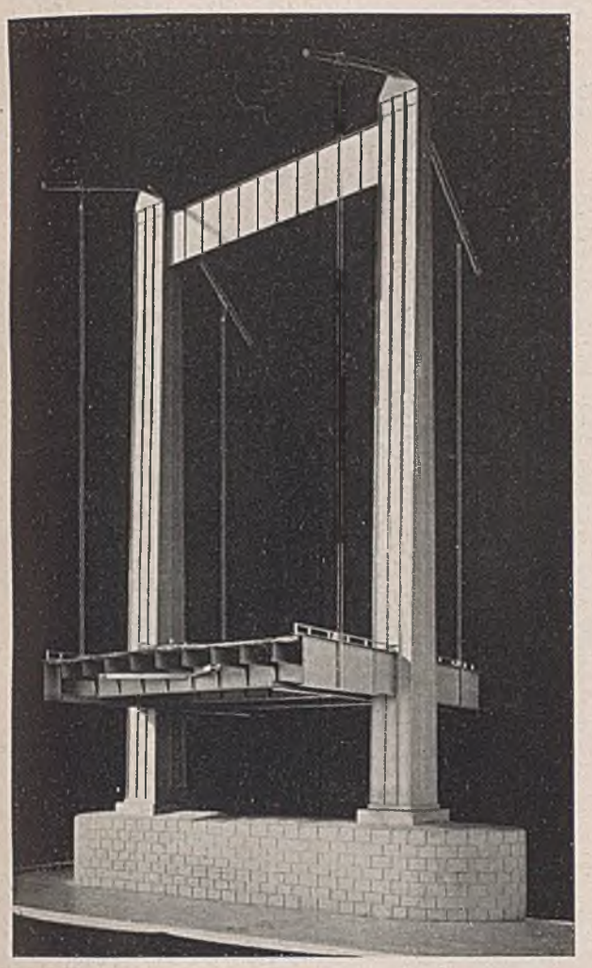


Abb. 65.
Einfacher stählerner
Standpfeiler.

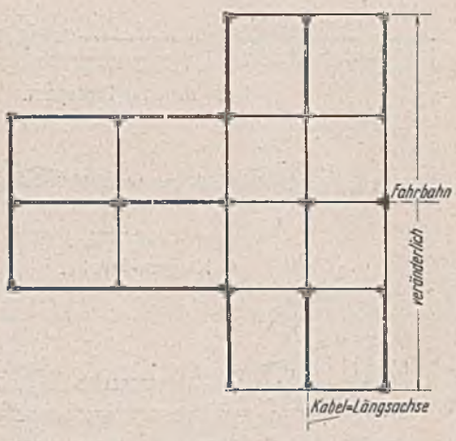


Abb. 67. Querschnitt durch den Stahlpfeiler
der Bronx Whitestone-Brücke.

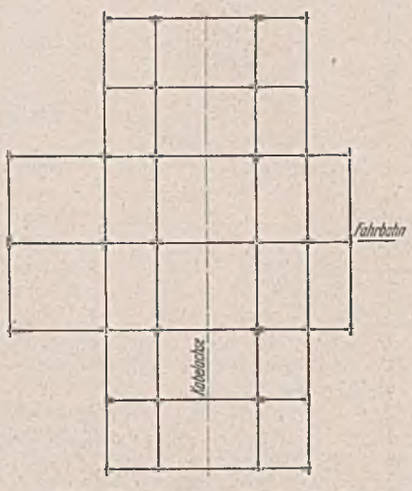


Abb. 69. Querschnitt durch den
Schaft des Pfeilers der Abb. 68.

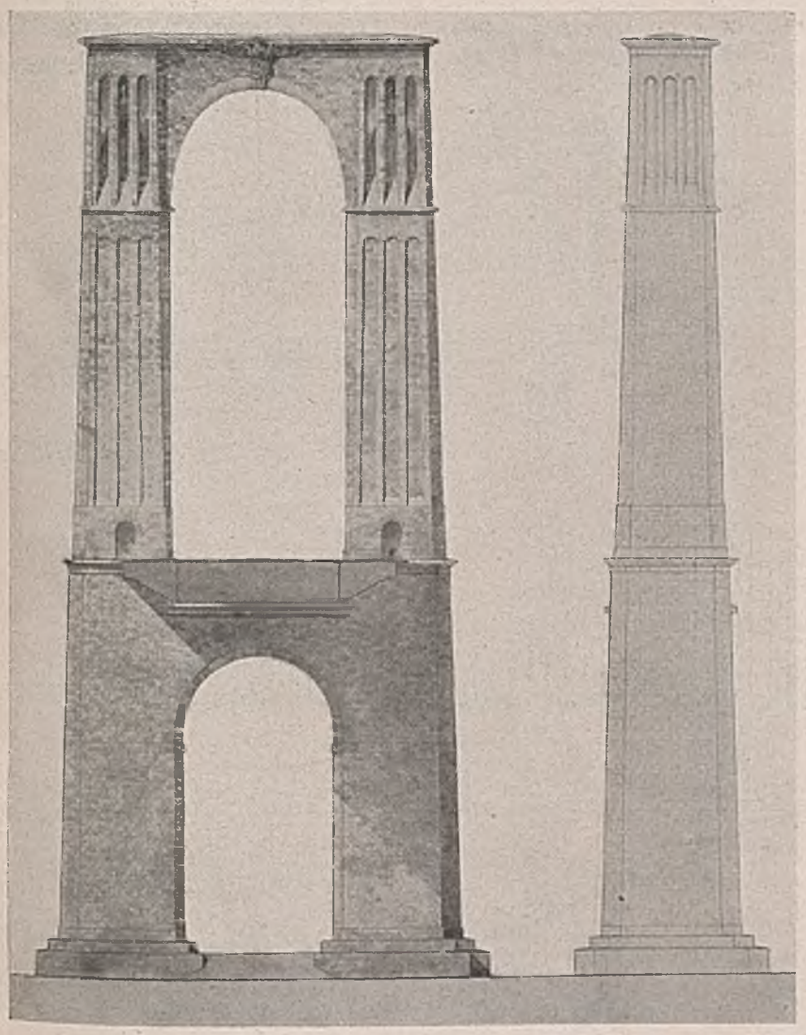


Abb. 60. Schlanker Steinpfeiler für eine Hochbrücke.
Mittig belastet, Fahrbahn eingeschränkt bei lotrechten Hängern.

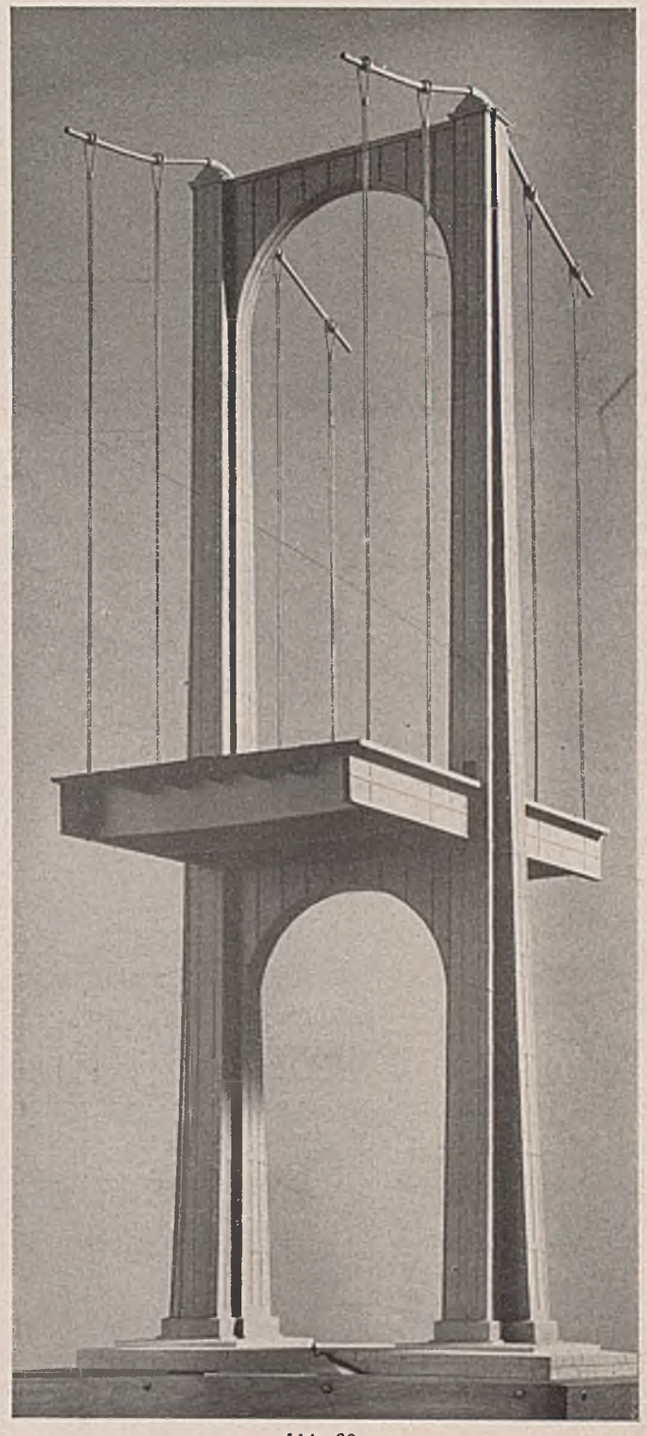
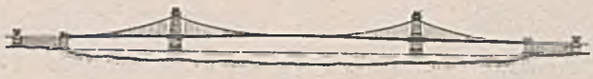


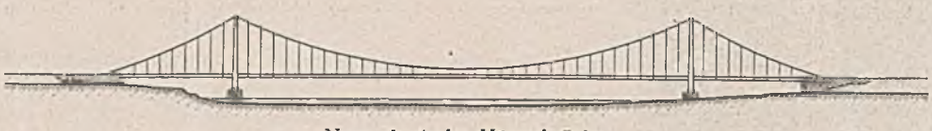
Abb. 68.
Stählerner Turmpfeiler für eine Hochbrücke.

Tafel I. Bemerkenswerte Hä

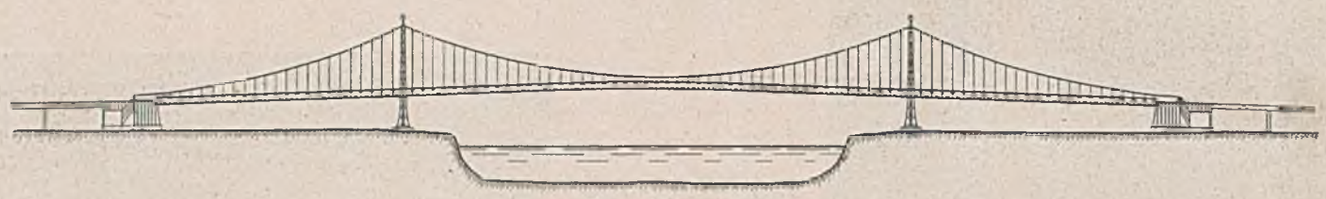


Donaubrücke Budapest.

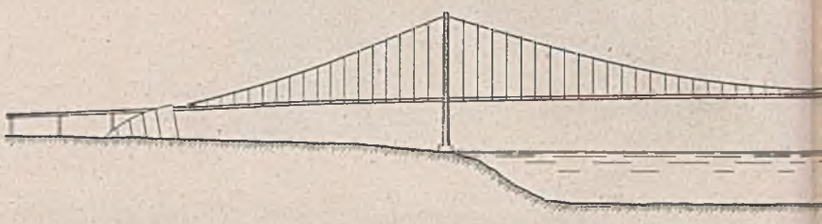
Niagara-Brücke.



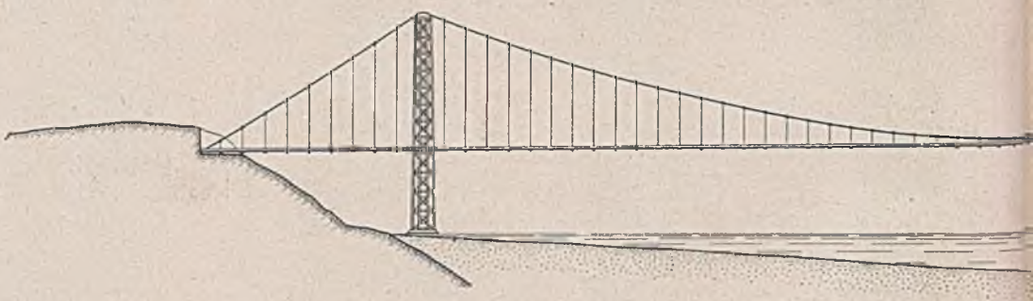
Neue deutsche Hängebrücke.



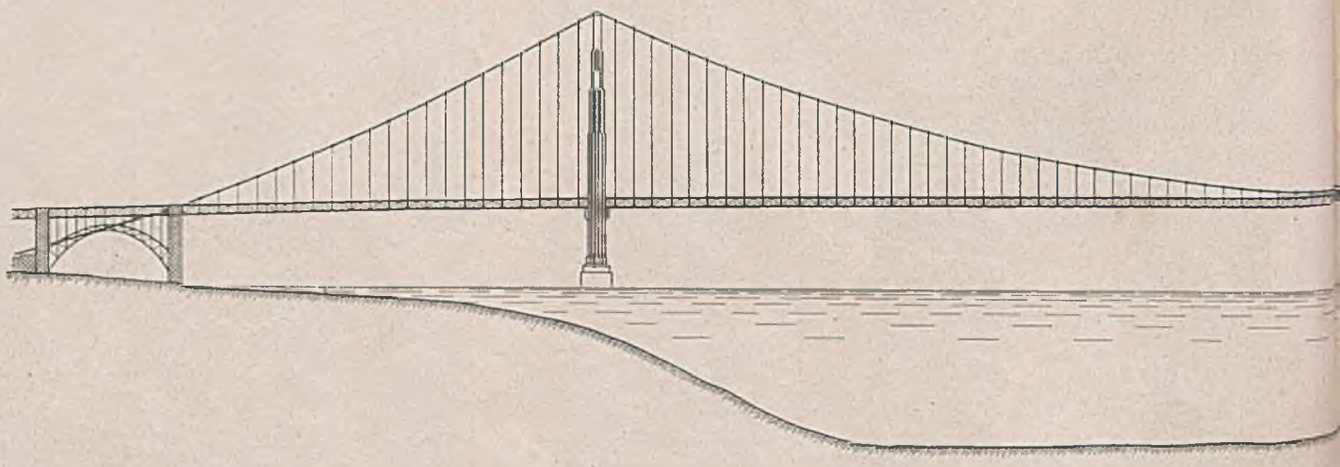
Triborough-Brücke, New York.



Bronx Whitestr



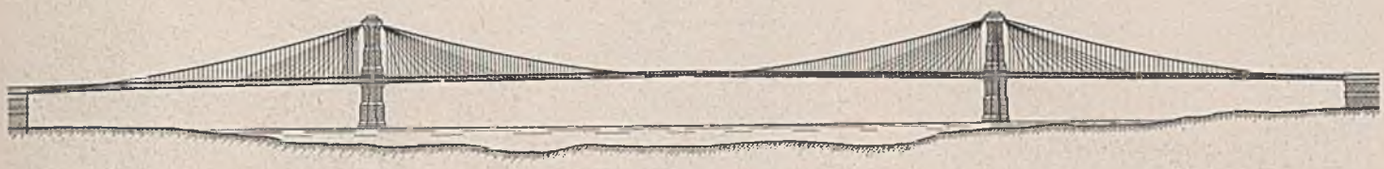
George Washing



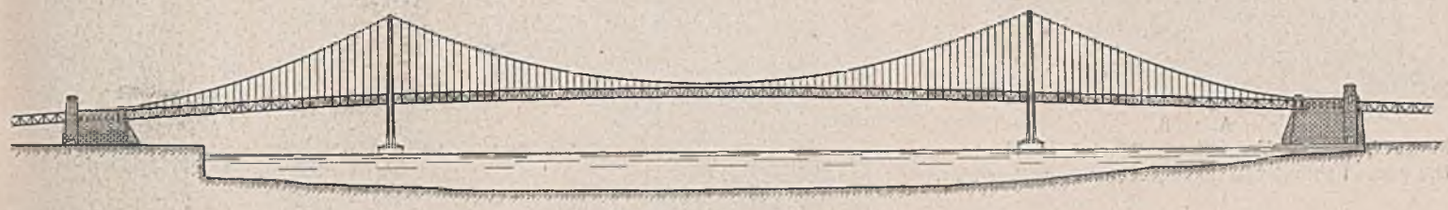
Golden Gate-

ken (in gleichem Maßstabe).

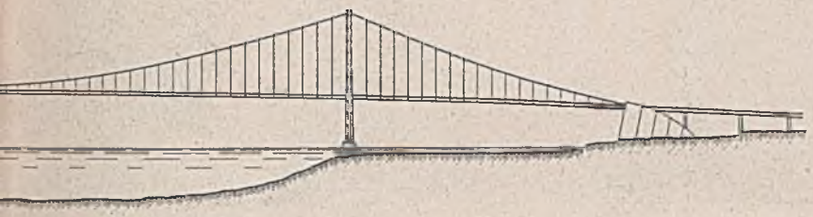
Manhattan-Brücke, New York.



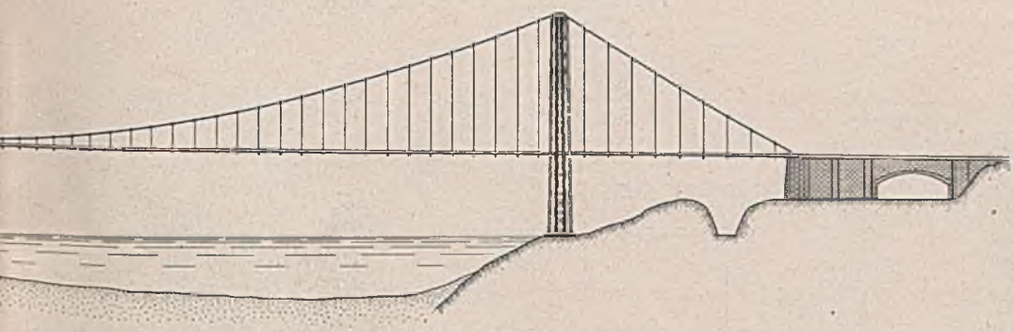
Brooklyn-Brücke, New York.



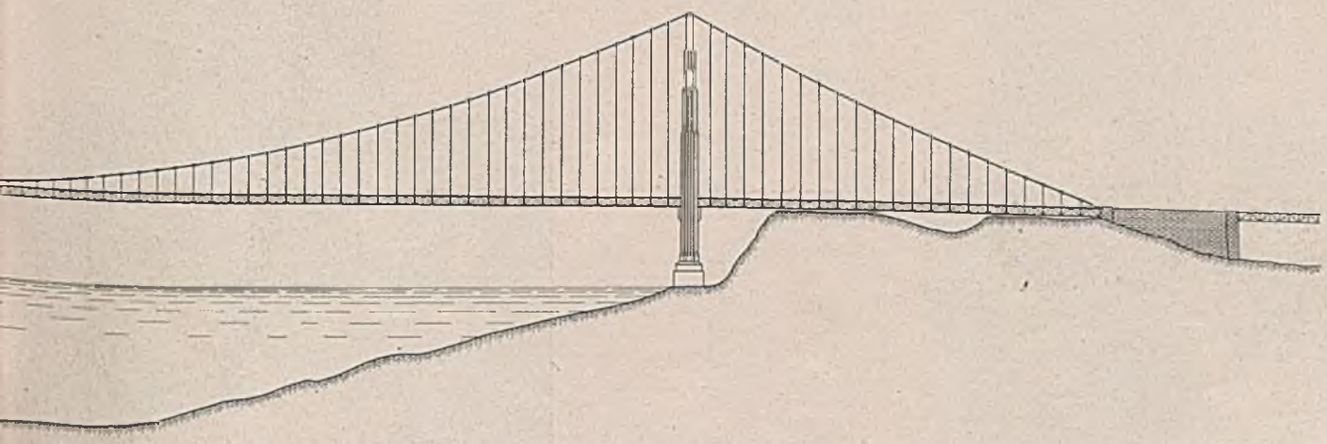
Delaware-Brücke, Philadelphia.



:ke, New York.



cke, New York.



San Francisco.

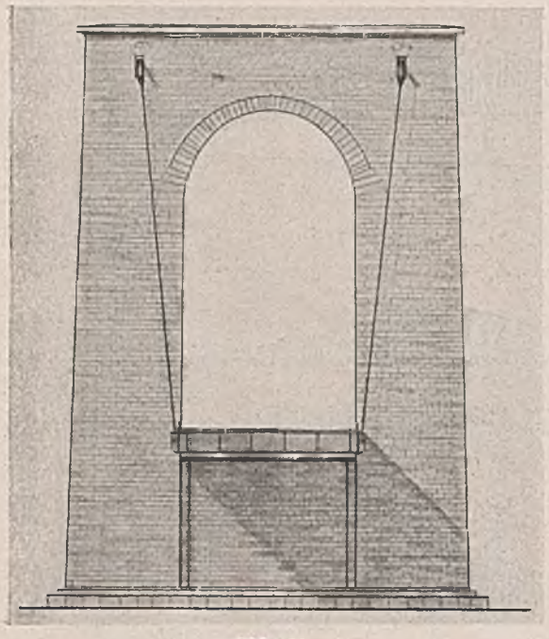


Abb. 58.
Mittig belasteter Torpfeiler mit schrägen Hängern.
Die ganze Fahrbahn ist uneingeschränkt durchgeführt.

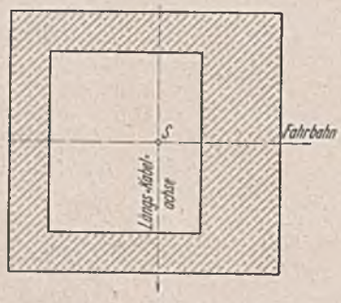


Abb. 59. Hohler Pfeiler
mit ungleich dicken Wandungen.

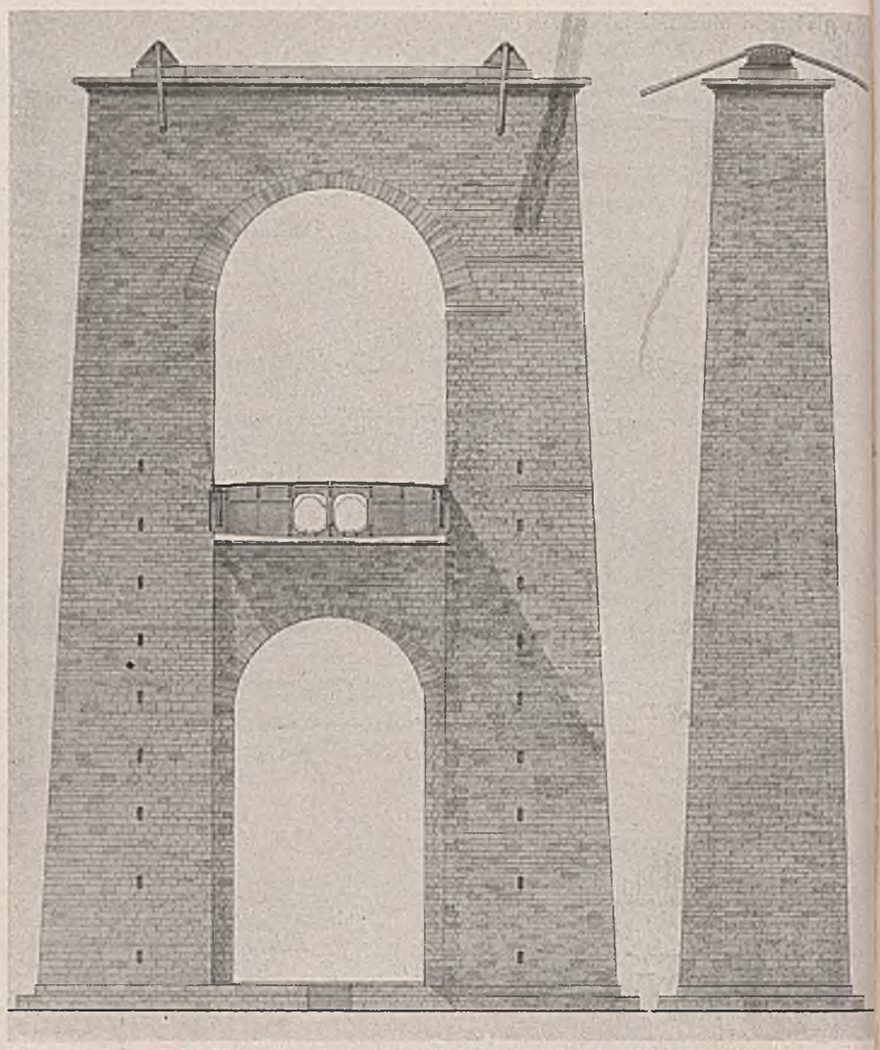


Abb. 62. Mittig belasteter Steinpfeiler für eine Hochbrücke,
Fahrbahn ganz durchgeführt, schräge Hänger.

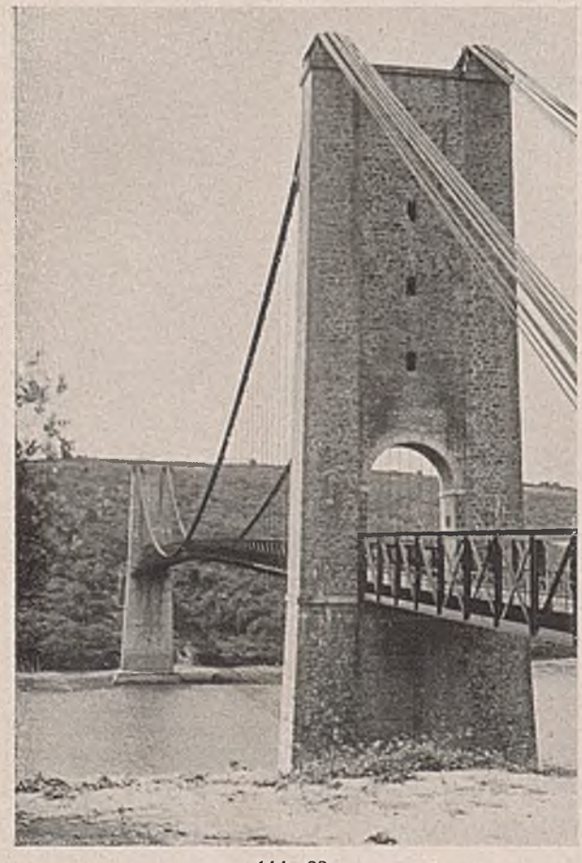


Abb. 63.
Gemauerte Turmpfeiler einer französischen Hängebrücke.

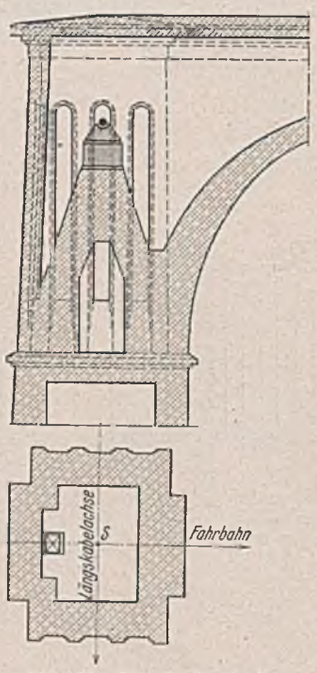


Abb. 61. Schnitt durch den
Pfeilerkopf der Abb. 60.

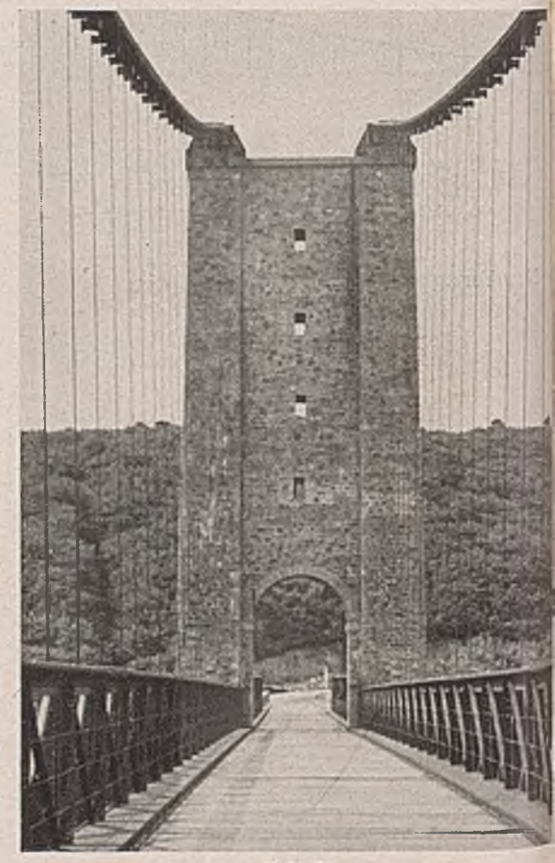


Abb. 64.
Gemauerter Turmpfeiler einer französischen Hängebrücke.

amerikanischen Riesenbrücken ist trotz der großen Fahrbahnbreite das Verhältnis zur Spannweite immer noch günstig ($^1/_{30}$ bis $^1/_{50}$). Eine Hochbrücke mit 600 m Spannweite der Hauptöffnung sollte nicht mehr als 30 m breit sein, was einem Verhältnis $\frac{b}{l} = \frac{1}{20}$ entspricht. Nur bei Flachbrücken sind auch größere Fahrbahnbreiten erträglich.

Die Breitenabmessungen der Fahrbahn beeinflussen in erster Linie die Gestalt der Turmpfeiler und Brückentore. Für breite Fahrbahnen und Stützweiten unter 300 m ist es schwer, eine gute Pfeilerform zu finden. So ergeben sich beispielsweise mit 20 m breiter Durchfahrt und 25 m hohen stählernen Stützen quadratische Rahmenformen, die nicht gut aussehen. Man wird in solchen Fällen Standpfeiler ohne obere Querverbindung vorziehen, sonst hochgestellte Rechteckrahmenformen anstreben. Frei stehende Einzelpfeiler sind nur bei kleinen Brücken möglich, solange die Fußeinspannung ausreicht, um die Wind- und Seitenkräfte aufzunehmen.

Die alten Hängebrücken hatten gemauerte Pfeileraufbauten mit einem torartigen Durchbruch für die schmalen Fahrbahnen. Mit der Zunahme der Fahrbahnbreite hat man die Pfeilertürme mit zwei Toröffnungen für Rechts- und Linksfahren durchbrochen und gleichzeitig zu den äußeren noch innenliegende Traggurte angeordnet (Abb. 10). Bei Steinpfeilern entsteht dabei ein breiter leerer Streifen zwischen den Fahrbahnen; für Stahltürme genügt die Breite des heute zur Trennung des Richtungsverkehrs üblichen Mittelstreifens zur Aufstellung eines dritten Stützpfeilers, auf dem zweckmäßig nur ein drittes Kabel angeordnet wird, weil sich die breite geschlossene Brückentafel weniger verformt und wirtschaftlicher bauen läßt als zwei schmale voneinander getrennte Einzelbrücken. So kann man auch bei sehr breiten Brücken zu hochgestellten Rechteckrahmen für die Turmpfeiler mit gutem Aussehen gelangen (Abb. 55).

Für einige Großbrücken sind in Tafel II Angaben über das Verhältnis $\frac{\text{Gesamtfahrbahnbreite } b}{\text{Spannweite der Mittelöffnung } l}$ zusammengestellt. Diese Verhältniszahlen sind kennzeichnend für die Seitensteifigkeit der Hängebrücke. Ist $\frac{b}{l} > \frac{1}{20}$, so kann der Winddruck in der Hauptsache durch Verbände in der Fahrbahnebene auf die Turmpfeiler übertragen werden. Ist die Fahrbahntafel sehr schlank, z. B. $\frac{b}{l} < \frac{1}{30}$, so werden erhebliche Windkraftanteile vom Kabel auf die Turmspitzen übertragen, die die Pfeiler um so mehr beanspruchen, je höher und schlanker die Türme sind. Übermäßig schlanke Fahrbahnen schwingen im Wind und können nur durch schräg gespannte Kabel gesichert werden.

Turmpfeiler.

Die Standpfeiler können in Stein, Stahl oder Eisenbeton ausgeführt werden. Die gemauerten Pfeileraufbauten und Brückentore wirken durch ihre massige Schwere. Mit Steinarchitektur lassen sich ins Monumentale gesteigerte Wirkungen erzielen. Bei wachsenden Öffnungsweiten und Turmhöhen ist man mehr und mehr zum Stahlbau übergegangen; zunächst zu Fachwerkstützen und -rahmen, dann zu Stahltürmen aus geschlossenen Zellen, die sehnig und straff in die Höhe streben und von überwältigender Kühnheit sind. Die schlanken Stahltürme ergeben zusammen mit dem feingliedrigen Hängewerk ein einheitliches, geschlossenes Bauwerk von ausgesprochen technischer Eigenart.

Die Gestaltungsmöglichkeiten sind sowohl bei Stein- als bei Stahltürmen sehr vielseitig, auch wenn man von den unbefriedigenden Stahlgerüstformen und den massigen, den Verkehr beengenden Brückentoren der alten Hängebrücken absieht.

Der heutige Schnellverkehr verlangt freie Bahn und offene Sicht und verträgt sich nicht mehr mit Engpässen und Hindernissen. Um den Verkehrsforderungen Rechnung zu tragen, gibt es bei Steintürmen zwei grundsätzlich verschiedene Lösungsmöglichkeiten:

1. Man schafft ein breites Tor für die freie, uneingeschränkte Durchführung des Fahrverkehrs und führt die Gehwege auf einer ausgeweiteten Plattform um die Turmfüße herum.

2. Fahrbahn, Geh- und Radfahrwege werden in voller Breite durchgeführt, die Turmpfeiler außerhalb der Umrißlinie des Lichtraumes gestellt. Um bei dicken Mauerpfeilern eine mittige Übertragung der Kabellasten zu erzielen, muß die Fahrbahn mit schräg gestellten Hängern an die nach den Turmpfeilern zu auseinanderlaufenden Tragkabel angehängt werden.

Die erste Lösung ist bei Flachbrücken häufig. Über dem Unterbau der Torpfeiler hat man dabei die Fahrbahnfläche ausgeweitet, um Platz für die Pfeilerschäfte zu gewinnen, die gegenüber dem Unterbau zurückgesetzt werden. Die Gehwegumgänge an den Torpfeilern beleben das Brückenbild und können außerdem als Rast- und Aussichtplätze ausgenutzt werden (Abb. 56).

Die zweite Lösung ist bei Flach- und Hochbrücken mit breiter Fahrbahn für Kraftwagenverkehr und schmalen Gehwegen verkehrstechnisch besser und hat weiterhin den großen Vorzug, daß die ganze Fahrbahntafel mit den Versteifungsträgern frei zwischen den Pfeilerschäften durchgeführt werden kann. Sie bedingt aber, daß die Pfeilerschäfte weit auseinandergerückt und ganz außerhalb des Lichtraumes hochgeführt werden müssen. Der Torbogen wird sehr groß und außerdem bei lotrechter Hängeranordnung durch die Tragkabel belastet (Abb. 57). Man kann nun den Bogenschub durch große Auflasten steigern und durch Fugen wirksam machen, um die Drucklinie in den Pfeilerschäften nach außen zu verlagern. Es ist aber schwierig, Ausmittigkeiten und Biegezugspannungen am Mauerwerk sicher auszuschalten. Mit biegungssteifen, bockartigen Türmen aus Eisenbeton ist die ausmittige Absetzung der großen Auflagerkräfte der Tragkabel eher möglich, aber nicht zu empfehlen. Selbst bei Stahlrahmen ist die mittige Lastabsetzung vorzuziehen. Wenn es auch gelingt, durch künstliche Behelfe die großen Kräfte zu verlagern, so bleibt doch eine solche Lösung für den Beschauer immer unbefriedigend, weil Tragwerk und äußere Form sich nicht decken. An dem Entwurfsbild der mit Stein verkleideten Stahltürme der George Washington-Brücke (Abb. 33) erkennt selbst der Laie, daß die Kraftführung ohne innere Hilfsverbände unmöglich ist, und daß er es nicht mit einem standsicher gemauerten Turmpfeiler, sondern mit einer Steinverblendung zu tun hat.

Um die Tragkabel mittig auf außerhalb des Fahrbahnlichtraumes stehende Steintürme abzusetzen, bleibt nichts anderes übrig als die Anordnung von schrägen Hängern, die an alten Hängebrücken oft zu finden sind (Abb. 22 u. 23). Das Auseinanderziehen der seitlich geschwungenen Tragkabel nach den Kabelsätteln zu erhöht die Seitensteifigkeit des Hängewerks. Die waagerechte Seitenkraft der Kabel wird durch die Übermauerung des Torbogens aufgenommen, der den seitlichen Anlauf der Pfeiler begründet (Abb. 58).

Die Schrägstellung der Hänger kann ermäßigt werden, wenn der zur Gewichtsersparnis ohnehin hohle Pfeilerschaft mit ungleich dicken Außen- und Innenwandungen ausgeführt wird, wodurch die Schwerlinie nach innen gerückt und mit der Stützlinie für ständige Last zur Deckung gebracht werden kann (Abb. 59). Im übrigen sind die Mauerkörper so zu gestalten, daß bei den ungünstigsten Belastungen die Schlußkräfte im Kern verlaufen und Zugspannungen im Mauerwerk vermieden werden. Bei sehr hohen Türmen ist jedoch wegen der an der Turmspitze angreifenden großen Seitenkräfte der Kabel diese Forderung kaum erfüllbar. Man zieht deshalb Stahltürme vor oder versucht, den Turmaufbau über der Fahrbahn durch gestraffte Seilführung niedriger zu machen.

Steintürme setzen schon ihres hohen Eigengewichts wegen gute Gründungsverhältnisse voraus, während Stahltürme auch bei mäßigem Untergrund ausreichend sicher gebaut werden können. Ist bei Hochbrücken der Pfeilerunterbau etwa gleich hoch wie der Turmaufbau über der Fahrbahn, so kann das Hochstreben des oberen Pfeilerteils durch Gliederung und Auflockerung in einen angenehmen Gegensatz zu dem geschlossen gehaltenen schwereren Pfeilerunterbau gebracht werden, wodurch die Lage der Fahrbahn in halber Höhe nicht mehr als Nachteil empfunden wird. Vorbildlich ist die Brooklyn-Brücke (Abb. 22) mit dreiteiligem Aufbau auf wandartig geschlossenem Unterbau. Der Entwurf für eine Hochbrücke in Abb. 60 zeigt schlanke, von den Kabeln mittig belastete Steintürme mit schmalem, oberem Verbindungsbogen, abgesetzten äußeren Strebepfeilern und kleinem Durchbruch unter der Fahrbahn. Die Pyramide unter den Kabelsätteln zur Verteilung der großen Auflagerdrücke auf den Hohlquerschnitt der Schäfte ist hinter dem bekrönenden Aufbau zu erkennen (Abb. 61). Da die Kabel und Hänger in einer lotrechten Tragebene liegen, ergibt sich bei dem Entwurf der unvermeidliche Nachteil großer Querträgerspannweiten und der Einschränkung der Fahrbahnquerschnitte durch die breiten und dicken Turmschäfte. Die Durchführung der abgelenkten Gehwege durch die schmalen überwölbten Durchlässe hindurch ist ein Notbehelf. Die Steintürme sind durch Vorlagen lotrecht gegliedert und erscheinen so höher als der gedrungen gestaltete Unterbau.

Die diesem Entwurf noch anhaftenden Mängel sind bei dem Vorschlag nach Abb. 62 für eine ähnliche Brücke vermieden, indem der Torbogen den Raum für die ganze Fahrbahn freigibt. Die Kabel sind durch schräge Hänger mittig auf die Pfeilerschäfte abgesetzt. Die Höhe des Unterbaues ist gegenüber dem Turmaufbau dadurch herausgeschoben, daß die Kabelsattel sichtbar oben aufgelegt wurden. Die Entwürfe veranschaulichen die vielseitigen Gestaltungsmöglichkeiten bei etwa gleicher Aufgabenstellung.

Ein Musterbeispiel für die bauliche Gestaltung gemauerter Türme ist die in Abb. 63 u. 64 dargestellte französische Hängebrücke. Die Tragseile sind mittig auf die hohen Steinsäulen abgesetzt, was durch leichte Schräglage der Hänger erreicht wurde.

Schlanke, stählerne Standpfeiler beengen die Fahrbahn viel weniger als gemauerte Türme, so daß bei ihnen kein Grund besteht, von der lotrechten Hängeranordnung abzugehen. Die Kabelsättel werden mittig auf die Pfeilerköpfe aufgesetzt und in der endgültigen Lage festgemacht, da die Stahltürme hinreichend elastisch sind, um Verschiebungen auszu-

gleichen. Die bei Massivpfeilern notwendigen verwickelt gebauten Rollsättel können erspart werden. Die Pfosten des Turmpfeilers sind am Kopf durch einen Querriegel zu einem Rahmen verbunden. Die einfachste Form ist der Rahmen mit waagerechtem Riegel und gleichgerichteten Stielen, die sich in der Brückenansicht von einer breiten Standfläche zum schmalen Turmkopf verjüngen (Abb 65). Die geschlossene Rechteckrahmenform wirkt gut, wenn die Rahmensticle in Fahrbahnhöhe oder wenig darunter auf breiten Strompfeilern stehen. Die Standpfeiler mit Rechteckquerschnitt und Breitseite quer zur Brückenbahn müssen kräftig ausgebildet werden, damit der Beschauer ohne weiteres erkennt, daß sie die volle Last der Brückenfahrbahn abzustützen haben — im Gegensatz zu der durch Hängegurte entlasteten Balkenbrücke. Reichliche Abmessungen der Stützen erleichtern die Ausbildung der Zellenquerschnitte, wobei die Zellen zum Nieten und zur Unterhaltung bequem zugänglich sein müssen.

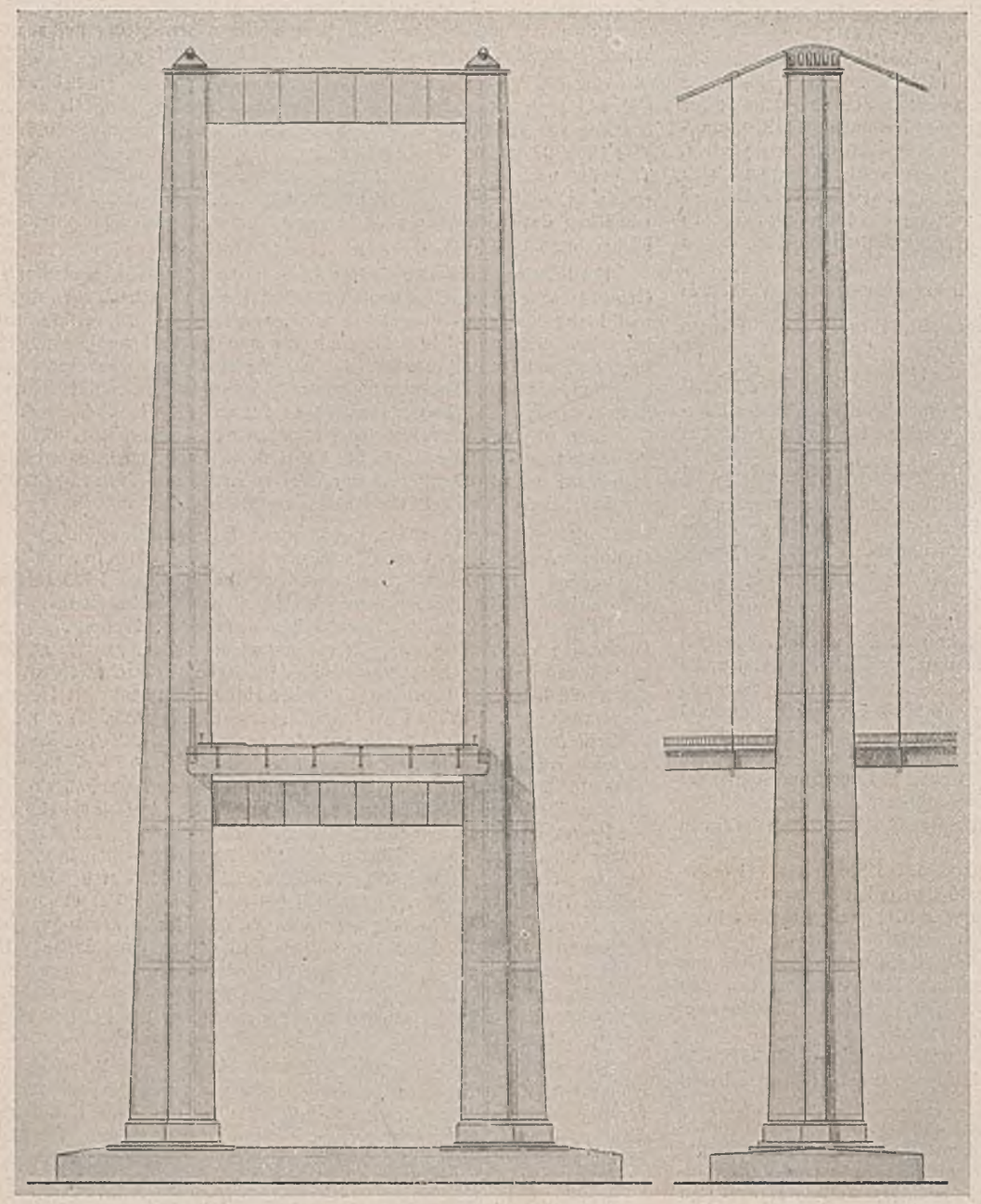


Abb. 66. Hoher stählerner Turmpfeiler mit außen angesetztem Strebepfeiler.

Für besonders breite Brücken kleinerer Spannweiten würde der einfache Rahmen schlecht aussehen. Wird auf einer solchen Brücke durch einen Mittelstreifen Richtungsverkehr erzwungen, dann liegt es nahe, zwei getrennte Durchfahrten zu schaffen und im Mittelstreifen einen dritten Stützpfeiler aufzustellen, der ein drittes Kabel trägt (Abb. 55). Zwei getrennte Brücken mit je zwei Kabeln nebeneinander haben gegenüber der Dreikabelbrücke den Nachteil, daß der mittlere Pfeiler breiter wird als die äußeren, außerdem sind die Verformungen größer.

Bei hohen Turmpfeilern erwecken lotrechte, einander gleich gerichtete Rahmenstiele den Eindruck, als ob sie oben auseinanderliefen. Diese unangenehme optische Täuschung wird durch außen angesetzte Strebepfeiler mit kräftigem Anlauf behoben (Abb. 66). Der Strebepfeiler verbreitert die Standfläche in der Querrichtung und versteift die schlanken Stützpfeiler wirksam. Damit die Fahrbahn durch die Rahmenstiele möglichst wenig eingeschränkt wird, muß der Vorsprung der Innenkante der Stützpfeiler gegenüber der Haupttragebene der Kabel und Hänger auf ein Mindestmaß herabgesetzt werden. Es entsteht ein T-förmiger Querschnitt (Abb. 67), wie er bei der Bronx Whitestone-Brücke (Abb. 45 u. 46), allerdings ohne Anlauf der Strebepfeiler, ausgeführt ist.

Halbkreisförmige Rahmenriegel verstreben die Rahmenstiele wirksamer als gerade Balken, ergeben eine gleichmäßigere Spannungsverteilung und eignen sich besonders für hohe Türme, wie der in Abb. 68 dargestellte Entwurf für eine Hochbrücke zeigt, bei dem die künstlerische Gestaltung auch hochgestellten Ansprüchen genügen dürfte. Der Bogenriegel bedingt auch auf der Innenseite eine Pfeilervorlage, so daß ein kreuzförmiger Querschnitt entsteht (Abb. 69).

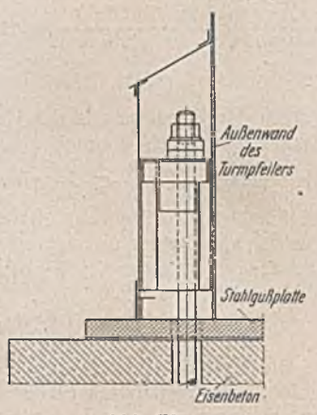


Abb. 70.
Ankerzellen außen am Fuß des Turmpfeilers der Abb. 68.

Der torbogenartig ausgebildete Rahmen für die Hochbrücke hat unter der Fahrbahn einen zweiten Querriegel zur Aufnahme der durch den Windverband in Höhe der Fahrbahntafel abgegebenen Windkräfte. Der Teil unter der Fahrbahn wird dadurch gedrungener, kräftiger und geschlossener als der hochstrebende Aufbau über der Fahrbahn. Für die Verankerung im Mauerwerk sind außen an den Schaftfüßen besondere Ankerzellen angesetzt, die einen sockelartigen Übergang zu dem massigen Grundkörper bilden (Abb. 70). Der Turmbau zur hochliegenden Abstützung der Kabel wächst so von einem breiten Fuß allmählich schlanker und straffer werdend kraftvoll und steil zu den Kabelsattellagern als den Kraftschwerpunkten der Hängebrücke empor. Die schweren Lagerkörper sind auf dem Stützenkopf befestigt und bleiben sichtbar. Seit jeher haben die Meister des Brückenbaues es abgelehnt, solche Brennpunkte der Kraftsammlung zu verschleiern oder gar durch Masken zu verdecken.

(Fortsetzung folgt.)

Alle Rechte vorbehalten.

Einsturz der großen Hängebrücke bei Tacoma (USA).

Von G. Schaper.

Am 7. November 1940 stürzte die erst am 2. Juli 1940 dem Verkehr übergebene Hängebrücke, die zwischen Tacoma und der Olympischen Halbinsel über den Puget-Sund im Staate Washington führte, unter der Wirkung eines sehr heftigen Sturmes, der nach Angaben in den nordamerikanischen Tageszeitungen die Geschwindigkeit von 22 m/sek. erreichte, durch Vernichtung der Versteifungsträger und der Fahrbahn der Mittelöffnung ein. Die Brücke ist ihrer Stützweite nach die drittgrößte der Welt.

Abb. 1 zeigt die fertige Brücke. Es ist eine Kabelhängebrücke über drei Öffnungen mit hohen, stählernen Turmpfeilern, mit verhältnismäßig sehr niedrigen Versteifungsträgern und mit leichter Fahrbahndecke.

Die Stützweite der Mittelöffnung beträgt 850 m und die Breite der Brücke nur 11,8 m. Das Verhältnis der Breite der Brücke zur Stützweite hat also das unglaublich geringe Maß von 1/72. Wie schmal die Brücke ist, zeigt deutlich Abb. 2.

In der Woche vom 13. bis 18. Januar d. Js. wurde in der Wochenschau der deutschen Lichtbildtheater ein aufsehenerregender Film vom Einsturz der Brücke gezeigt. Man sah, wie die Fahrbahn der Brücke in gewaltige, senkrechte und waagerechte Schwingungen geriet und dann in sich zusammenstürzte.

Die Entstehung dieses lehrreichen Films verdanken wir einem eigentümlichen Umstande. Die Brücke zeigte schon vom Tage ihrer Inbetriebnahme an erhebliche Schwingungen und Schwankungen unter dem Einfluß fahrender Wagen und des Windes, auch wenn dieser nur von geringer Stärke war. Die Brücke kam daher vom ersten Tage an in den Verruf, daß sie nicht standfest sei. Professor Farquharson wurde beauftragt, die Schwingungen der Brücke unter Belastung und Wind durch eine Filmaufnahme festzuhalten und sich gutachtlich zu den Schwingungen zu äußern. Als er am 7. November mit diesen Aufnahmen beschäftigt war, stellte er mit Schrecken fest, daß sich die Schwingungen bedrohlich verstärkten, als der Wind zunahm. Er brachte sich in Sicherheit und setzte die Aufnahme des Films fort. Unter gewaltigen senkrechten und waagerechten Schwingungen wurden die vollwandigen Versteifungsträger und die Fahrbahn der Mittelöffnung auseinander und von den lotrechten Hängeseilen in der Mittelöffnung abgerissen und stürzten in die Tiefe. Abb. 3 zeigt einen Ausschnitt dieses Vernichtungswerks.

Abb. 1.

Wie ist dieser Einsturz möglich gewesen? Die Beantwortung dieser Frage ist nicht schwer.

In Deutschland gilt im Brückenbau der allgemein anerkannte Grundsatz, daß das Verhältnis der Breite der Brücke zu ihrer Stützweite nicht kleiner als 1/20 sein soll. Das Verhältnis 1/72, wie es bei der eingestürzten Brücke vorlag, ist ein für deutsche Begriffe ganz unmöglicher Wert. Bei einem solchen Wert verliert die Brücke jede Seitensteifigkeit. Die Versteifungsträger sind im Verhältnis zur Stützweite der Mittelöffnung sehr niedrig. Dazu tritt noch der Umstand, daß die Fahrbahn, wie es in Amerika üblich ist, sehr leicht ausgebildet war. Bei diesen Verhältnissen waren die Versteifungsträger und die Fahrbahn ein Spielball der waagerechten und lotrechten Seitenkräfte des Windes. Wie schon oben gesagt wurde, geriet die Brücke schon bei leichtem Verkehr und bei mäßigen Winden in starke waagerechte und lotrechte Schwingungen. Dadurch wurden die Anschlüsse der lotrechten Hängeglieder an den Versteifungsträgern fast ständig auf Dauerbiegefestigkeit beansprucht. Offenbar war diese bei dem Unfall bereits erschöpft, sonst wären die zerstörten Versteifungsträger und Fahrbahnteile wenigstens an den lotrechten Seilen hängen geblieben.

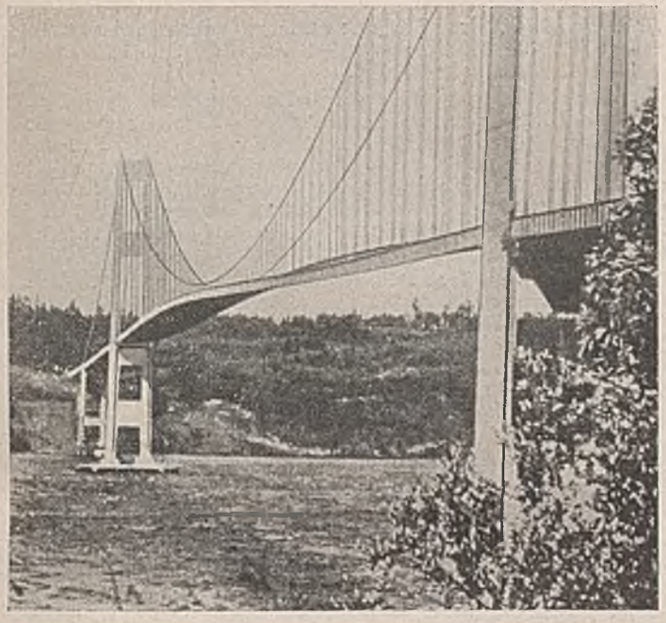


Abb. 2.

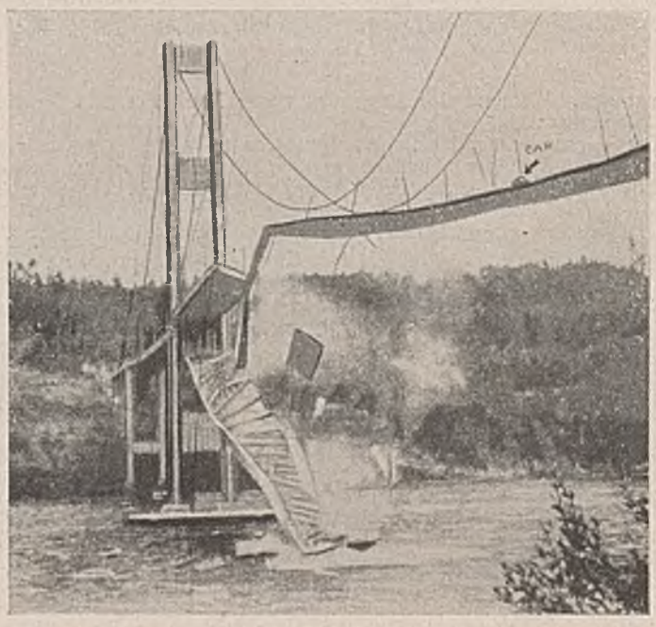


Abb. 3.

Die Lehre, die wir aus diesem Einsturz ziehen sollten, ist wohl die, daß Hängebrücken in senkrechter und waagerechter Richtung so steif wie möglich gebaut werden müssen, und daß man in Anbetracht der schwierigen, noch nicht genau erforschten Schwingungsfragen der Hängebrücken keine so gewagten Versuche wie bei der eingestürzten Brücke machen sollte.

Vermischtes.

Ausrüsten gewölbter Brücken durch Verringerung der Auflagerflächen der Pfosten. Das bekannte, von Zuffer entworfene Verfahren zum Ausrüsten gewölbter Brücken (in Deutschland als Österreichisches Verfahren bezeichnet) beruht auf den Formänderungen, die entstehen, wenn man die Berührungsflächen der Pfosten und Gurte des Lehrgerüstes vermindert. Das Verfahren hat den sehr wichtigen Vorteil, daß die Senkungen beinahe gleichmäßig vor sich gehen. Wenn an einigen Stellen die Berührungsflächen zu sehr verringert werden und der Einheitsdruck zu sehr anwächst, entstehen an diesen Stellen höhere Senkungen, die dazu führen, daß die benachbarten Pfosten höher belastet werden und infolgedessen ebenfalls stärker nachgeben.

Das Zuffersche Verfahren ist aber mit einigen Nachteilen verbunden, die seiner allgemeinen Verbreitung im Wege gestanden haben.

Im nachstehenden wird ein Verfahren mitgeteilt, das sich ebenfalls auf die Vergrößerung der Druckkräfte stützt. Es ist an zwei gewölbten Eisenbahnbrücken von 42 und 40 m Lichtweite verwendet worden. Während

des Einbringens und des Erhärtens des Betons waren die unteren Enden der Pfosten der Lehrgerüste nach Abb. 1 ausgebildet. Durch die beiden Ansätze *A* werden die auf die Unterlage quer zur Faser wirkenden Druckkräfte vermindert. Kurz vor dem Ausrüsten wurden dann die Ansätze *A* herausgenommen und das untere Pfostenende zugespitzt, so daß die Berührungsflächen sich verminderten (Abb. 2). Der Pfosten drückte sich schließlich mit seiner Schneide in den Gurt hinein.

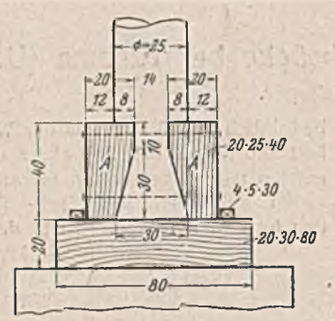


Abb. 1.

Die Senkung der Gewölbe ging sehr langsam und ohne jeden Zwischenfall vor sich. Während des Absenkens waren 7 Arbeiter acht Stunden lang beschäftigt.

Abb. 2.

Die Verminderung der Berührungsflächen könnte auch an anderen Stellen der Pfosten vorgenommen werden, sie wurde aber am unteren Ende der Pfosten ausgeführt, weil das Behauen der Schneiden hier für die Arbeiter bequemer war. Keile wurden nur zur genauen Aufstellung der Lehrgerüste verwendet, beim Ausrüsten wurden sie nicht benutzt.

Ing. Cristea Niculescu, Bukarest.

Bücherschau.

Wieland, G., und *Stöcke, K.*: Merkbuch für den Straßenbau. Ein Ratgeber für Straßenbaufachleute, technische Offiziere und Führer des Arbeitsdienstes. 2. Auflage. VIII, 127 S. mit 82 Textabb. und 24 Taf., 1 Anhang. Berlin 1940, Wilh. Ernst & Sohn. Preis geh. 4,80 RM.

Wenn der Beurteiler der ersten Auflage, der verstorbene Präsident Euting, diesem Sammelwerk für den Straßenbau eine gute Empfehlung mit auf den Weg gegeben hat[1]), so bestätigt die Notwendigkeit, eine zweite Auflage in so kurzem Abstand herauszubringen, dieses Urteil aufs deutlichste. Schon die erste Auflage war so vollständig, daß die zweite als Verbesserung nur das aufzunehmen hatte, was sich inzwischen geändert hat. Das sind die neuen DIN-Vorschriften für Straßenteer und Bitumen. Auf S. 101 steht noch der Ausdruck „präparierter Steinkohlenteer"; er ist überholt und steht nicht in Übereinstimmung mit Tafel VIII. Auf S. 87 ist die Form des Übergangsbogens bei Krümmungen nicht ganz deutlich. Hierfür ist jetzt nach den „Vorläufigen Richtlinien für einheitliche Entwurfsgestaltung im Landstraßenbau" RAL 1936, die Tangentenabrückung vorgeschrieben worden. Ein Hinweis wäre zweckmäßig gewesen. Der neu zugefügte Anhang enthält „Die wichtigsten behördlichen Richtlinien und Normenbestimmungen". Eine weite Verbreitung wird auch dieser zweiten Auflage gewiß sein. Dr. Neumann, Stuttgart.

Ricerche e Studi, Bd. III, herausgegeben vom Istituti Sperimentale Stradale della C. T. I. e del R. A. C. I. 164 S., Mailand 1940, Selbstverlag des Instituts.

Der Bericht über die Forschungen im Jahre 1939 behandelt im einzelnen im Prüfraum ausgeführte Versuche über die Zusammenhänge zwischen der Druckfestigkeit von Zementen nach 7 und 28 Tagen, zwischen Eindringungstiefe, Erweichungspunkt und Zähigkeit von Bitumen, über Asphalt- und Teeröle und über die Haftung von Bitumen am Gestein. Weiterhin werden folgende Fragen behandelt: Bestimmung des Verhältnisses von Wasser zu Zement in Betonmischungen. — Planmäßige Untersuchungen von Steinbaustoffen aus der Provinz Varese, deren Ergebnisse in klaren Schaulinien, nach dem Herkunftsort geordnet, zusammengefaßt sind. — Untersuchung der theoretischen und tatsächlichen Stoßgeschwindigkeiten von Mörtelstampfern bei verschiedenen Fallhöhen. — Federung von Fahrzeugen. — Prüfung der Sichtverhältnisse bei Nebel mit dem Ergebnis, daß es zweckmäßig ist, eine bestimmte Lichtstärke nicht zu überschreiten. — Die Eignung verschiedener mathematischer Bogenlinien für die Gestaltung des Übergangsbogens bei Straßenkrümmungen, wobei der Einfluß der einseitigen Querneigung und eine Änderung der Fahrgeschwindigkeiten berücksichtigt sind.

Die letzten Abschnitte befassen sich mit der Straßendecke. (Eine Beschädigungsart der Oberflächenbehandlungen und die Haftung zwischen Bindemittel und Gestein. — Die von Fahrzeugen ausgeübte Wirkung auf Straßendecken. — Schwingungsproben zur Untersuchung von Straßendecken.)

Die Veröffentlichung enthält gute Bilder und zeichnerische Darstellungen. Jedem Abschnitt ist eine kurze Zusammenfassung der Ergebnisse in fünf Sprachen vorangestellt. Dr. Schlums.

Bildwort Deutsch, Technische Sprachhefte. Heft 1, Ingenieurbau. Heft 2, Heben und Fördern. Berlin 1940, VDI-Verlag. Heft 1, 44 S. mit 65 Abb., Preis geh. 1,50 RM. Heft 2, 46 S. mit 70 Abb., Preis geh. 1,50 RM.

Die Schriftenreihe, von der die ersten beiden Hefte vorliegen, will dem ausländischen Ingenieur den Sprachschatz der verschiedenen Fachgebiete an Hand von zeichnerischen Darstellungen der Gegenstände vermitteln. Ein Stichwortverzeichnis erleichtert die Benutzung. Die Hefte besprechen die verschiedenen Teilgebiete des betreffenden Faches — so Heft 1 Gründungen, Baustoffe, Ingenieurbauten verschiedener Art und Baugeräte usw. —, wobei sie natürlich keine technischen Erläuterungen geben wollen, sondern nur das Sprachliche im Auge haben. Die Art der Darstellung in Verbindung mit den gut ausgewählten Skizzen erleichtert offensichtlich dem Ausländer das Einarbeiten in unser technisches Schrifttum und wird zur Förderung des Ansehens unserer technischen Wissenschaften beitragen. Nicht zweckmäßig erscheint die Beigabe eines Schrifttumverzeichnisses „für weiteres Studium", denn auf so knappem Raum — für Heft 1 sind 12 Werke angegeben — läßt sich eine nur einigermaßen einwandfreie Auswahl nicht geben. Hervorzuheben ist die vorbildlich gute Sprache. Heft 1 hat Regierungsbaumeister a. D. Schubert, Heft 2 Studienrat Dr.-Ing. Müller zusammengestellt. Lohmeyer.

Rentsch, Bernhard, Dr., Dr.-Ing.: Eisners Taschenjahrbuch für den Straßenbau 1940. 625 S. mit Abb. Berlin 1940, Otto Eisner Verlagsgesellschaft. Preis geb. 4,50 RM.

In Einzelabschnitten werden die Straßenbautechnik, die Reichsautobahnen, die Landstraßen, der Baubetrieb, die Baupreisbildung und die Straßenbaumaschinen behandelt. Besondere Kapitel sind der Facharbeiterausbildung im Straßenbau und dem Straßenbau in Südosteuropa gewidmet. Besonders muß die Wiedergabe des Forschungsplanes 1939/40 der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen begrüßt werden, da hierdurch alle am Straßenbau beteiligten Kreise mit den schwebenden Fragen und Aufgaben bekanntgemacht werden.

Die im laufenden Text enthaltenen Vorschriften und Richtlinien für die einzelnen Bauweisen werden durch einen Anhang ergänzt, in dem Merkblätter für Arbeiten auf Grenzgebieten des Straßenbaues, z. B. für Sprengarbeiten, abgedruckt sind. Der Entwurf und die Linienführung der Straßen werden nicht behandelt.

Das Taschen-Jahrbuch wird jedem, der Straßenbauten vergeben oder ausführen muß, gute Dienste leisten, weil es stets den neuesten Stand der Erkenntnisse und der erlassenen Vorschriften und Richtlinien berücksichtigt. Es wird vor allem auch allen denen als Handbuch unentbehrlich werden, die in den besetzten Gebieten Straßen zu bauen haben.

Dr. Schlums.

Der Start in Leipzig. Herausgegeben vom Leipziger Meßamt. IV, 260 S. mit zahlreichen Abbildungen. Essen 1940, W. Giradet.

Da im Jahre 1940 wegen des Krieges die Technische Messe und Baumesse verschoben werden mußte, gibt das Buch, wie es sonst die Technische Messe getan hat, in 17 Fachabschnitten eine Übersicht über die auf den Technischen Messen vertretenen Fachindustrien, nachdem am Anfang des Buches die Entwicklung der Technischen Messe seit 20 Jahren geschildert worden ist. Das Buch, das sich an die Besucher der Messe wendet, ist flüssig und spannend geschrieben.

Dipl.-Ing. Riedig.

Personalnachrichten.

Hochschulnachrichten. Dem Dozenten Dr.-Ing. habil. Adolf Pucher in Berlin ist unter Ernennung zum ordentlichen Professor an der Technischen Hochschule Wien der Lehrstuhl für Eisenbeton und Stahlbau und dem Professor Dr.-Ing. habil. Hermann Craemer in Weimar unter Ernennung zum ordentlichen Professor an der Technischen Hochschule in Graz der Lehrstuhl für Massivbau übertragen worden.

[1]) Bautechn. 1934, S. 360.

INHALT: Hängebrücken (II). — Einsturz der großen Hängebrücke bei Tacoma (USA). — Vermischtes: Ausrüsten gewölbter Brücken durch Verringerung der Auflagerflächen der Pfosten. — Bücherschau. — Personalnachrichten.

Verantwortlich für den Inhalt: Dr.-Ing. Erich Lohmeyer, Oberbaudirektor a. D., Berlin-Steglitz, Am Stadtpark 2. — Verlag: Wilhelm Ernst & Sohn, Verlag für Architektur und technische Wissenschaften, Berlin W 9. — Druck: Buchdruckerei Gebrüder Ernst, Berlin SW 68.