

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 83 (1965)
Heft: 24

Artikel: Moderne Stahl- und Betonbrücken: Vortrag
Autor: Leonhardt, F.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-68185>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 02.04.2025

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

Moderne Stahl- und Betonbrücken

Von Professor Dr.-Ing. **F. Leonhardt**, Stuttgart

Vortrag gehalten am 17. Oktober 1964 an der ETH anlässlich der

S. I. A.-Fachgruppe der Ingenieure für Brückenbau und Hochbau

DK 624.21

Schluss von Heft 20, Seite 333

Studientagung über aktuelle Ingenieurprobleme, durchgeführt von der

3. Stahlbrücken

3.1. Verbundbrücken

Bei den Stahlbrücken seien zuerst die Verbundbrücken erwähnt, bei denen eine Stahlbeton-Fahrbahnplatte schubfest mit den Stegen verbunden wird, um damit sowohl technische wie auch wirtschaftliche Vorteile zu erzielen. Sie stellen sich bis zu Spannweiten von etwa 70 m wirtschaftlicher als die reinen Stahlbrücken. Bei den Verbundmitteln ist man bestrebt, die teuren Schweissarbeiten für Dübel zu verringern und geht mehr und mehr zu maschinell angeschweissten Bolzendübeln oder zum Anpressen der Betonplatte mit hochfesten Schrauben über. Die Verbundträger werden auch gerne für kontinuierliche Balken benutzt, wobei im Bereich der Stützmomente Zugspannungen in der Betonplatte durch Vorspannung des Betons auf ein vertretbares Mass herabgesetzt werden. Hierzu sind meist grosse Vorspannkkräfte nötig, so dass die Unterbringung der Spannglieder und insbesondere ihrer Verankerungen sorgfältig überlegt werden müssen.

Bei den Verbundbrücken ist bedauerlich, dass ihre statische Berechnung zu sehr verfeinert wurde, was einen unverhältnismässig grossen Aufwand an Ingenieurstunden erfordert. Neuerdings wird diese Verfeinerung durch Anwendung des elektronischen Rechnens noch weitergetrieben. Man übersieht dabei ganz, dass die erstrebte Genauigkeit hinsichtlich der Berücksichtigung des Schwindens und Kriechens des Betons den tatsächlichen Verhältnissen wenig entspricht

und dass man den praktischen Belangen mit wesentlich einfacheren Näherungen gerecht werden kann. Durch den Mangel an Ingenieuren und durch die zunehmende Zahl der Bauaufgaben wird man gezwungen sein, sich mit solchen Vereinfachungen ernsthaft zu befassen.

3.2. Leichtfahrbahn tafeln

Für die grossen Spannweiten werden die Stahlbrücken heute meist mit Leichtfahrbahnen gebaut, und zwar vorzugsweise mit sogenannten orthotropen Platten mit ebenem Deckblech und dünnem Belag. Dabei ist das Hauptproblem, den dünnen Belag auf dem ebenen Stahlblech zu befestigen, insbesondere solange man aus wirtschaftlichen Gründen bituminöse Beläge bevorzugt. Der Verfasser hat unter seinem Lehrmeister Professor Dr. Schaechterle 1934 die ersten deutschen Brücken mit solchen Leichtfahrbahnen damals im Bereich der Autobahn Stuttgart-Ulm bearbeitet und kennt daher die Entwicklung dieser Bauart von den Anfängen mit all den dafür durchgeführten Versuchen und den frühzeitig gewonnenen Erfahrungen. Es zeigte sich schon damals, dass man die bituminösen Beläge auf dem Deckblech zuverlässig verankern muss, damit sie im Sommer bei hoher Temperatur nicht wegfließen oder von bremsenden Fahrzeugen weggeschoben werden. Stellt man die Beläge steifer her, um diese Gefahr zu vermindern, dann brechen sie im Winter wegen ihrer Sprödigkeit in grossen Schollen los. Man muss auch beachten, dass Bitumenbeläge durch die Verflüchtigung der leichteren Öle nach

Bild 31. Die Europabrücke zwischen Innsbruck und Brennerpass erhielt eine Fahrbahnsicherung gemäss Bild 30





Bild 30. Fischgrätartig verlegte Stahlrippen auf ebenem Deckblech zur Sicherung des dünnen Schwarzbelages (Düsseldorfer Bauart)

wenigen Jahren altern, wobei das Bitumen an Bindekraft verliert. Aus diesen Gründen darf man nicht erwarten, dass solche Beläge auf ebenem Blech ohne besondere Massnahmen halten. Als solche haben sich fischgrätartig angeordnete, auf dem Fahrblech aufgeschweisste Flachstäbe bewährt (Bild 30). Leider verbieten gewisse deutsche Behörden das Aufschweissen von Rippen oder dergleichen auf solchen Deckblechen zur Sicherung des Belages unter Hinweis auf die Gefahren für die Ermüdungsfestigkeit des Stahlbleches an Schweissstellen. Der Verfasser hält dieses Verbot für unberechtigt, weil die oftmaligen Spannungswechsel in genügend kräftig bemessenen und eng ausgesteiften Deckblechen gering sind und weil schliesslich Schweissnähte an der Unterseite des Deckbleches in beiden Richtungen ohnehin nicht vermieden werden können. Die Stadt Düsseldorf hat am Otto-Graf-Institut in Stuttgart auf Anregung des Verfassers einen Dauerversuch mit einer orthotropen Platte mit aufgeschweissten Flachstäben durchführen lassen. Wir konnten damit nachweisen, dass die häufig vorkommenden Spannungswechsel auch bei hoher Grundspannung, zum Beispiel im Stützenbereich durchlaufender Träger, ohne Risse millionenfach ertragen werden.

Die Stadt Düsseldorf hat bei ihren Rheinbrücken, erstmals 1949 bei der Rheinbrücke Düsseldorf-Neuss, solche fischgrätartig angeordnete Flachstäbe 28×6 mm aufschweissen lassen (Bild 30). Auf die entrostete Stahlfläche wurde als Kleber und Korrosionsschutz die sogenannte Okta-Haftmasse aufgespritzt. Die erste Schicht des Belages wurde ziemlich bitumenreich und damit weich gehalten. In diese Mastixschicht wurde zur Stabilisierung Splitt eingewalzt, und auch die Deckschicht besteht aus Mastix mit eingewalztem grobem Splitt. Die fischgrätartigen Flachstäbe verhüten das Gleiten des

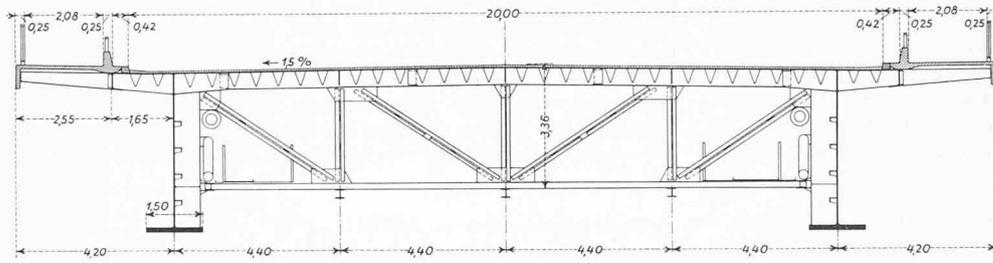


Bild 32. Rheinbrücke Schierstein, Querschnitt 1:200

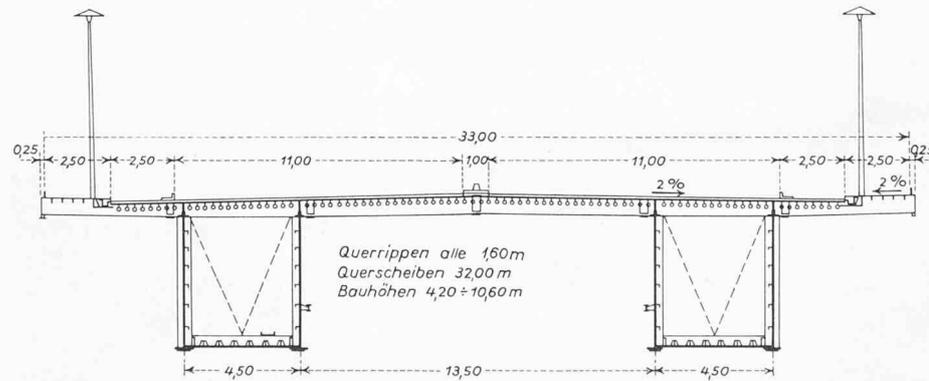
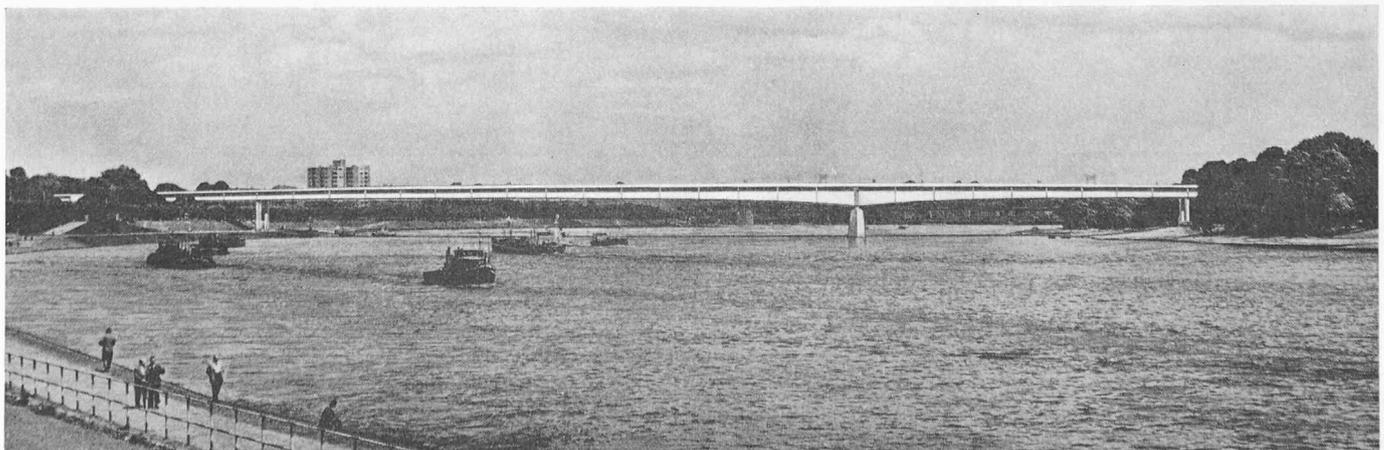


Bild 34. Querschnitt der Zoobrücke Köln, Masstab 1:300

Bild 33. Zoobrücke über den Rhein in Köln, Entwurfsbild



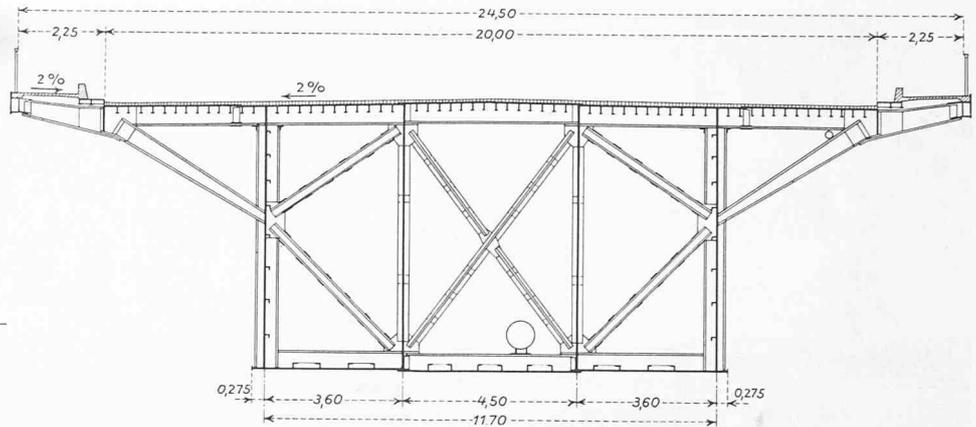


Bild 35. Rheinbrücke Mainz—Weissenau, Querschnitt 1:200. Abstützung der Fahrbahnplatte mit Schrägstreben

Belages in der Längs- und in der Querrichtung. Die gleiche Bauart wurde 1956 für die Nordbrücke über den Rhein in Düsseldorf gewählt. Diese Beläge haben sich unter schwerstem Verkehr gut bewährt; am Deckblech konnten trotz jährlicher sorgfältiger Kontrolle keine Anrisse infolge der Schweissung festgestellt werden. Während die Düsseldorfer Bauart nun seit rd. 15 Jahren hält, zeigen die Beläge fast aller Brücken mit orthotropen Platten ohne solche Befestigungsmassnahmen häufige Schäden und mussten zum Teil schon mehrmals erneuert werden. Die österreichischen Brückeningenieure haben daher zweifellos eine richtige Wahl getroffen, wenn sie bei ihrer grössten und eindrucksvollsten Stahlbrücke, nämlich der Europabrücke am Brenner (Bild 31), schon im Hinblick auf die dortigen klimatischen Verhältnisse die Düsseldorfer Bauart angewendet haben.

Auf lange Sicht gesehen, sind natürlich die bituminösen Beläge auf orthotropen Platten auch mit dieser Verbundsicherung noch nicht als ideale Lösung zu betrachten, weil sie durch die Versprödung des Bitumens nur beschränkte Lebensdauer haben können. Daher wird unablässig an besseren neuen Belägen gearbeitet. Die bisherigen Versuche geben eine gewisse Hoffnung, dass insbesondere mit Epoxydharzen Beläge entwickelt werden können, die ohne aufgeschweisste Rippen zuverlässig halten und den harten Anforderungen des heutigen Verkehrs gewachsen sind. Bisher sind solche Beläge noch zu teuer. Es wäre jedoch erwünscht, bald einmal einen grösseren Versuch damit zu machen, um Erfahrungen gewinnen zu können.

3.3. Balkenbrücken

Unter den Beispielen neuzeitlicher Stahlbrücken mit orthotroper Platte sollen zunächst einige Balkenbrücken angeführt werden, so die Rheinbrücke Schierstein, die zwei Rheinarme überquert und dabei Spannweiten von 170 und 205 m aufweist. Im Querschnitt (Bild 32) zeigt die Brücke zwei einsteigige Hauptträger im Abstand von 18 m. Die orthotrope Platte ist zwischen den Hauptträgern durch einen Fachwerk-Trägerrost unterstützt. Durch die Fachwerke konnte eine kleine Stahlersparnis gegenüber den sonst üblichen schlanken vollwandigen Querträgern erzielt werden. Der Verfasser hält allerdings die Rückkehr zu Fachwerken aus Winkelprofilen mit Bindeblechen, nur um Gewicht zu schinden, für einen Rückschritt sowohl in technischer wie in ästhetischer Hinsicht, vor allem im Hinblick auf die spätere Unterhaltung und eine möglicherweise verminderte Lebensdauer infolge der bei Fachwerken grösseren Rostanfälligkeit. Aus der gleichen fragwürdigen Sparsamkeit heraus wurden für die Gehwege dieser Brücke Stahlbetonplatten gewählt, deren Anschluss an die orthotrope Platte stets problematisch ist.

Die in Köln zurzeit im Bau befindliche neue Rheinbrücke, die Zoo-Brücke (Bild 33), ging aus einem interessanten Wettbewerb hervor, den die Rheinstahl-Union, beraten durch den Architekten Dr. Ing. e. h. Lohmer, gewonnen hat. Unter den dortigen Verhältnissen erwies sich eine Balkenbrücke mit nur einer Voute über dem einzigen Flusspfeiler als die schönste Lösung. Die Hauptöffnung hat 259 m Spannweite. Bei 33 m Fahrbahnbreite zeigt der Querschnitt (Bild 34) zwei schmale Hohlkasten und eine orthotrope Platte auf vollwandigen Querträgern. In den Hohlkasten können die auf solchen Brücken heute unvermeidbaren Leitungen von unten unsichtbar und vor allem bequem zugänglich untergebracht werden. Auch für den Anschluss der grossen unteren Gurtung sind je zwei Stegbleche günstiger als nur eines. Schliesslich sehen die heute bevorzugten runden Pendelstützen unter einem Hohlkasten wesentlich besser aus als unter einem einwandigen Hauptträger.

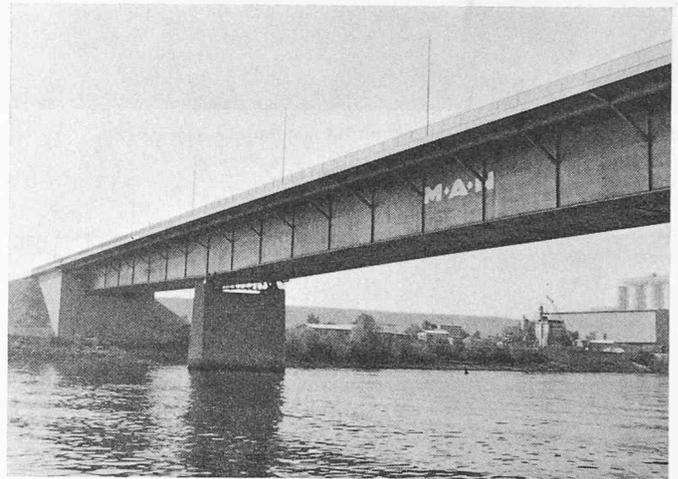
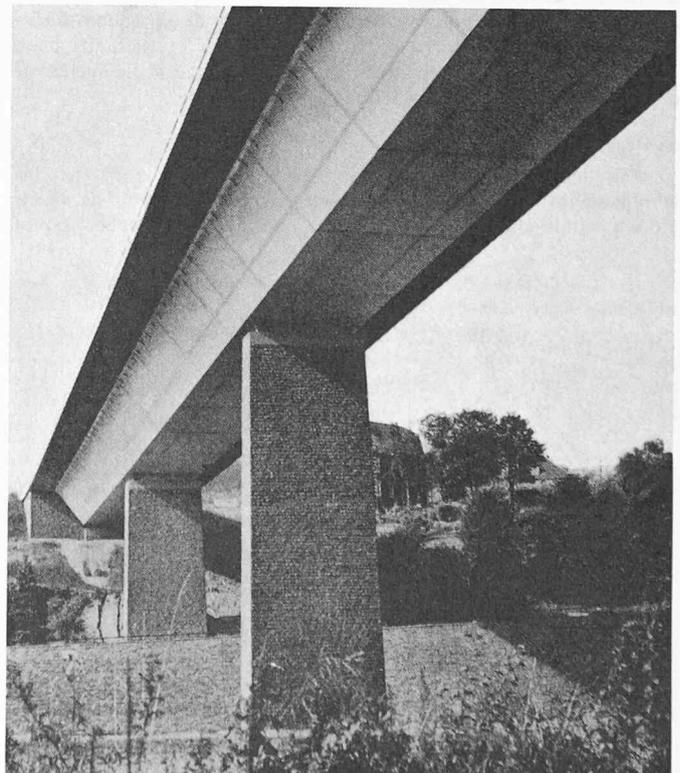


Bild 36. Ansicht der Rheinbrücke Mainz—Weissenau

Bild 37. Wupper-Talbrücke mit trapezförmigem Kastenquerschnitt



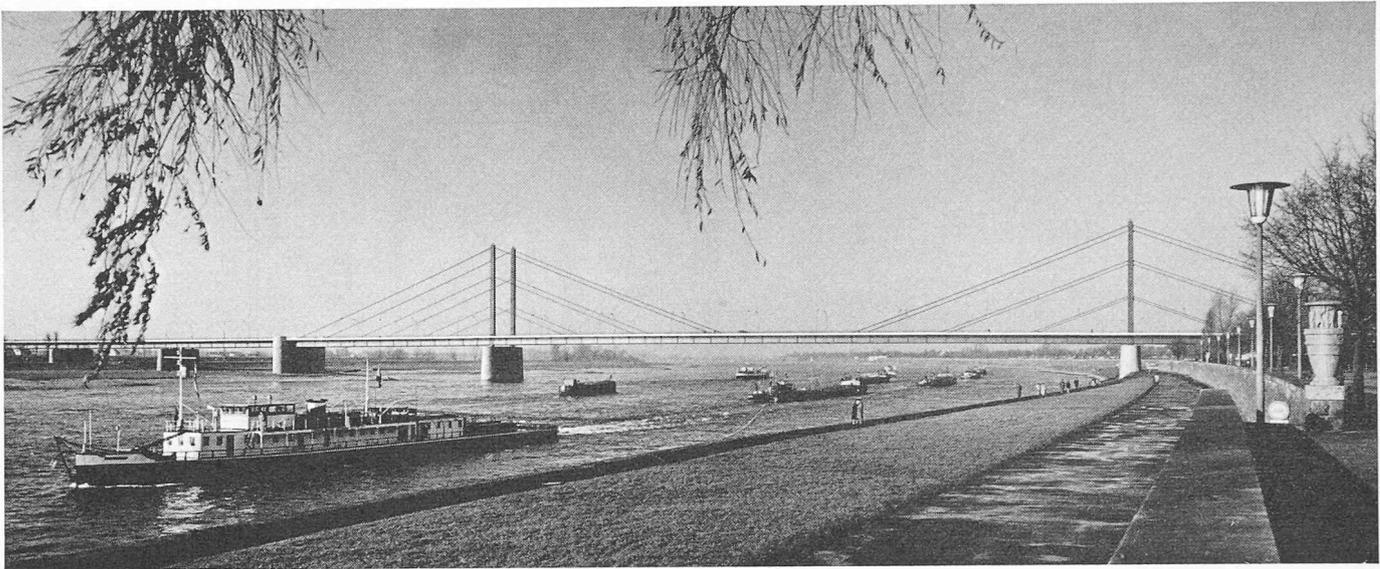


Bild 39. Nordbrücke Düsseldorf mit Harfenform der Schrägkabel

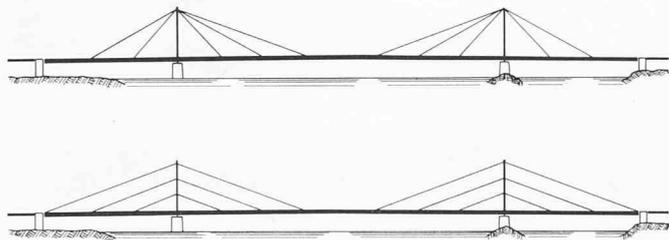


Bild 38. Büschelform der Schrägkabelbrücken

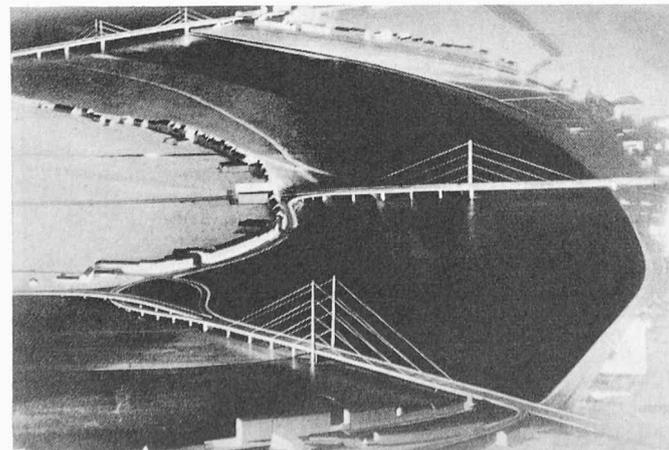
Bei der Rheinbrücke Mainz-Weissenau, die Spannweiten von $74 + 204 + 133$ m aufweist, hat man die 25 m breite Fahrbahntafel mit Schrägstreben auf einen breiten Hohlkasten abgestützt (Bild 35). Die hohe Torsionssteifigkeit solcher Hohlkasten lässt diese Lösung ohne weiteres zu; die Brückenpfeiler werden schmal und damit sparsam. Nur in ästhetischer Hinsicht sind die wenigen dünnen Schrägstreben noch nicht befriedigend (Bild 36).

Die Wupper-Talbrücke im Zuge der Autobahn Remscheid/Lennep-Unna-Kamen (Bild 37), (Krupp-Stahlbau, Rheinhausen) zeigt zur Verschmälerung der unteren Gurtung einen trapezförmigen Hohlkasten, in dessen Innerem die orthotrope Platte durch leichte Fachwerke zusätzlich abgestützt ist. In gestalterischer Hinsicht ist diese Lösung der vorhergehenden zweifellos vorzuziehen; für die Werkstatt und die Montage entstehen allerdings Erschwernisse.

3.4. Schrägkabelbrücken

Für die Spannweiten zwischen 150 und 350 m haben sich die Schrägkabelbrücken in wenigen Jahren durchgesetzt, weil sie steifer und wirtschaftlicher sind als die echten Hängebrücken. Dabei kommt

Bild 40. Die Düsseldorfer «Brückenfamilie» mit Harfenform in drei verschiedenen Anwendungen



es darauf an, die Hauptöffnung mehrfach durch möglichst unnachgiebig verankerte Schrägkabel zu unterstützen, so dass die Momente im Balken klein werden. Es liegt dabei nahe, die Schrägkabel alle am höchsten Punkt des Pylonen zusammenzuführen und sie möglichst gemeinsam zu verankern (Büschelform Bild 38). Die Stadt Düsseldorf hat ihre Nordbrücke über den Rhein auf Vorschlag von Architekt Professor *Tamms* mit parallelen Schrägkabeln gebaut (Harfensystem) und damit zweifellos eine sehr schöne Wirkung erzielt (Bild 39). Bei dieser Brücke stehen die Pylonen am Rande der Fahrbahn, in der Axe der Balkenträger, die als schmale Hohlkasten ausgebildet wurden. Die Rad- und Gehwege liegen ausserhalb der Pylonen. Dadurch treten die 3,3 m hohen Hauptträger hinter dem absichtlich hoch gewählten Gesimsträger weit zurück, und die Brücke erhält ein sehr schlankes Aussehen.

Die Stadt Düsseldorf beabsichtigt, ihre beiden weiteren im Stadtgebiet zu errichtenden Rheinbrücken mit der gleichen Anordnung der Schrägkabel auszuführen (Bild 40), wobei die mittlere Brücke nur einen Pylon in der Brückenaxe erhalten wird, während die untere Kniebrücke von einem ausserhalb der gesamten Fahrbahnbreite stehenden Pylonenpaar aus abgespannt werden wird. Die Ähnlichkeit der drei Brücken wird man im Zusammenhang mit dem Stadtbild wohlthuend empfinden. Professor *Tamms* spricht von der Düsseldorfer Brückenfamilie.

Die Abspannung in der Brückenaxe wurde auch bei der Norderelbebrücke in Hamburg (Bild 41) mit 172 m Spannweite bei 30 m Fahrbahnbreite gewählt. Solche Mittelträgerbrücken – wie sie der Erfinder Dipl.-Ing. *W. Haupt* in Dortmund bezeichnet hat – bedingen einen sehr torsionssteifen Hohlkasten entlang der Brückenaxe. Die zur Zeit im Bau befindliche Rheinbrücke Leverkusen (Bild 42) weist ebenfalls die Mittelträgerlösung bei einer Spannweite von 280 m auf. Der Balken wird von beiden Pylonen aus mit je zwei Schrägkabeln unterstützt. Der Hohlkasten trägt hier in konsequenter Weise die breite Fahrbahn mit Hilfe von schrägen Streben, die am Untergurt einmünden. Auf diese Weise konnte der Flusspfeiler viel kürzer werden als in Hamburg.

3.5. Langerscher Balken

Die Unterstützung von Balkenbrücken durch Bogen über der Fahrbahn (Langerscher Balken) ist in den letzten Jahren selten geworden; sie hat jedoch in der Fehmarnsundbrücke eine vorzüglich gelungene neue Anwendung gefunden (Bild 43). Die Brücke weist insgesamt 5 Öffnungen auf, wobei die Schifffahrtsöffnung doppelt soweit gespannt ist wie die übrigen. Um nun die Balkenhauptträger in gleicher Höhe durchführen zu können, wurden in der Schifffahrtsöffnung zwei Bogen über der Fahrbahn angeordnet, die sich im Scheitel berühren, so dass nur wenige kräftige Querstäbe für die Sicherung gegen Windkräfte ausreichen. Zwischen dem Bogen und dem Balken wurde ein Netzwerk aus diagonal sich kreuzenden Seilhängern angeordnet, das fachwerkartig wirkt und die Biegemomente, insbesondere für den Bogengurt, wesentlich herabsetzt, so dass der Bogen trotz der erheblichen Verkehrslasten für Autobahn und Eisenbahn schlank gehalten werden konnte.

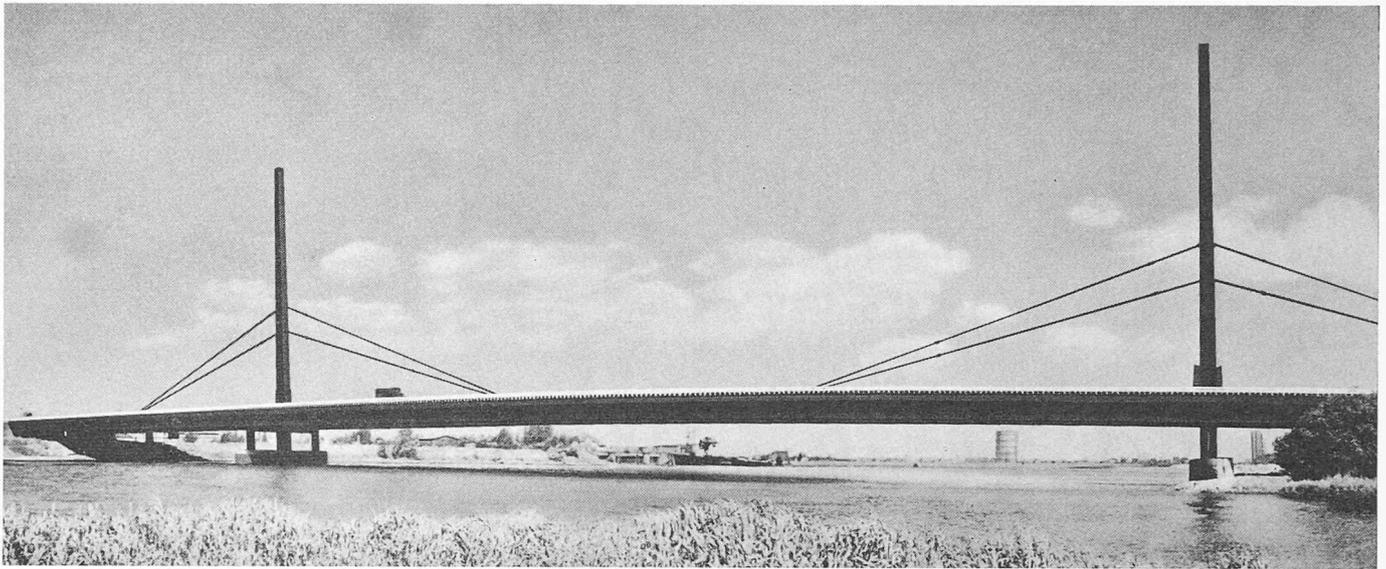


Bild 41. Nordereibebrücke Hamburg mit Schrägkabeln in der Brückenaxe

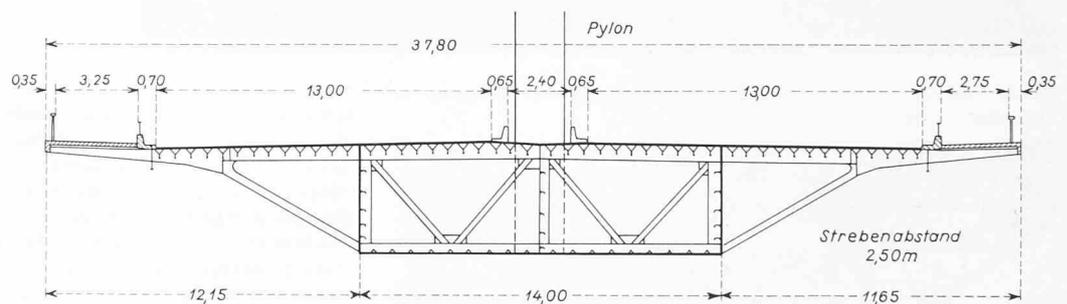


Bild 42. Rheinbrücke Leverkusens, Querschnitt 1:300

3.6. Fachwerkbogen

Eine in der gleichen Zeit (1960–1961) errichtete Fachwerkbogenbrücke in England, die Runcorn-Widnes-Brücke (Bild 44) mit einer Spannweite von 303 m, zeigt die grosse Überlegenheit neuzeitlicher Brückengestaltung mit vollwandigen Trägern gegenüber den mindestens in dieser Form veralteten Fachwerken. Damit soll nicht gesagt sein, dass man nicht auch mit Fachwerken schöne Brücken bauen kann, wenn man die nötigen gestalterischen Fähigkeiten hierzu mitbringt. Als Beispiele hierfür seien die Eisenbahnbrücke über den Rhein bei Mainz und die Werratalbrücke bei Kassel genannt.

3.7. Hängebrücken

Die eindrucksvollsten Leistungen im Stahlbrückenbau werden immer noch mit Hängebrücken für die ganz grossen Spannweiten erzielt. Mehrere solche Giganten sind zur Zeit im Bau. Seit dem Einsturz der Tacoma-Brücke werden die Hängebrücken im Entwurf stark von der Sorge um die aerodynamische Stabilität beherrscht. Die Amerikaner sehen bisher die einzige Lösung darin, die angehängte Fahrbahn mit sehr grossen Hohlkasten aus stählernen Fachwerken auszusteuern, bei denen die Torsionssteifigkeit wesentlich grösser wird als die Biegesteifigkeit, so dass damit die Gefahr der Koppelschwingungen vermindert wird. Von der Ferne gesehen beeinträchtigen diese Fachwerkträger, die bei der Mackinac-Straits-Brücke eine Systemhöhe von 11,6 m und eine Systembreite von 20,8 m haben, das Aussehen nicht besonders, wohl aber entsteht bei näherer Betrachtung, z. B. im Bild 45, durch das Stabgewirr ein nicht gerade erfreuliches Bild. Auch der Unterhalt solcher Brücken ist kostspielig. Nach diesem amerikanischen Vorbild wurde die neue Forth-Brücke in England mit einer Spannweite von 900 m gebaut (Bild 46). Die Brücke erhält eine Fahrbahntafel mit einem ausgesteuerten Flachblech. Die Engländer haben jedoch das Wesen der orthotropen Platte noch nicht verstanden und legen diese Flachblech-Fahrbahntafeln ohne schubfesten Verbund mit den Quer- und Versteifungsträgern mit zahlreichen Bewegungsfugen auf das Traggerippe auf. Auch die Kabel dieser Forth-Brücke unterscheiden sich in nichts von den alten Paralleldrahtkabeln der Amerikaner aus verzinktem 5-mm-Draht, die im sogenannten Spinnverfahren hergestellt werden.

Die an der Hafeneinfahrt nach New York vor kurzem vollendete Brücke über die Narrows-Meerenge erreicht mit 1300 m die grösste

Bild 43. Fehmarnsundbrücke mit bogenüberspannten Balken in der Hauptöffnung



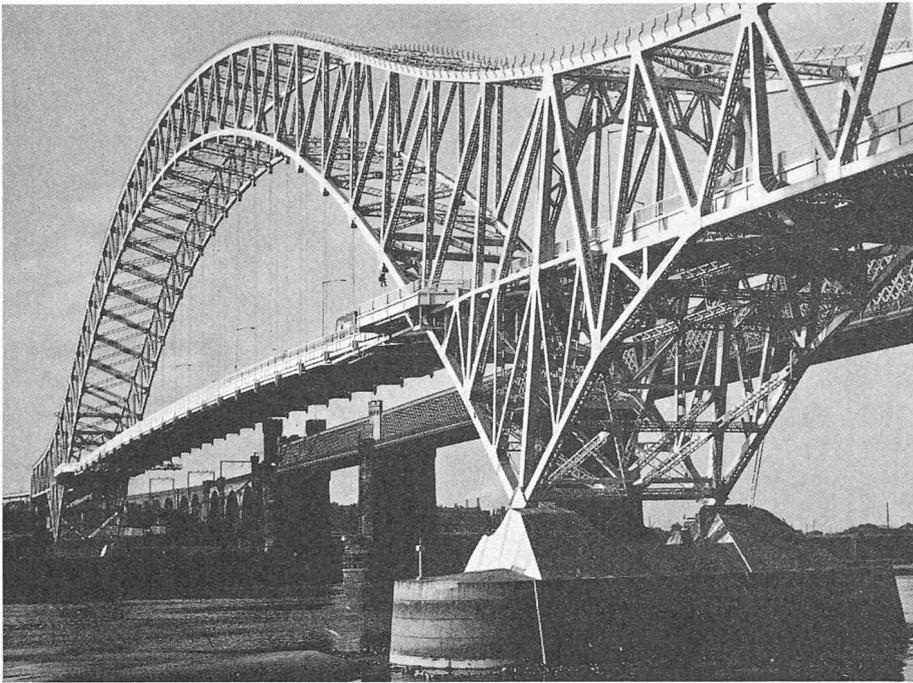


Bild 44. Die Runcorn-Widnes-Brücke in England (1960—61)

Bild 45. Mackinac-Straitsbrücke, USA—Kanada: Unschönes Stabgewirr der Versteifungsträger

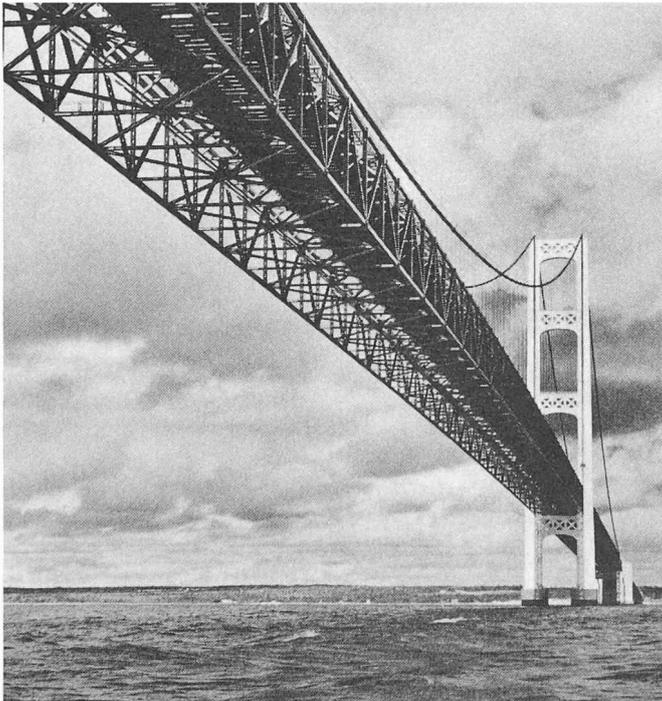
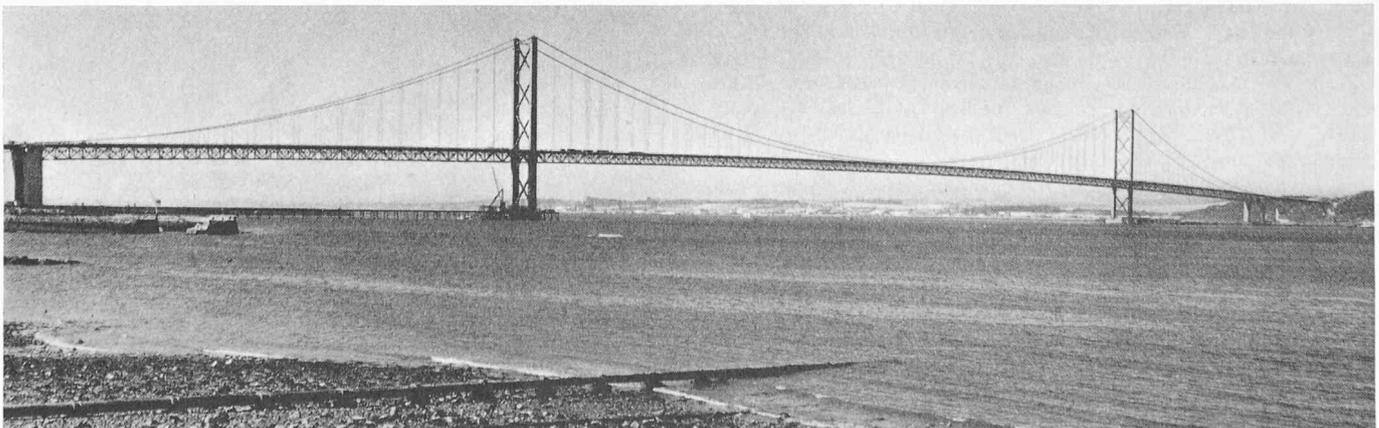


Bild 46. Die neue Forth-Brücke in Schottland, Spannweite 900 Meter



Spannweite der Welt.⁴⁾ Sie soll im Endzustand eine zweigeschossige Fahrbahn tragen ähnlich wie die 1927 bis 1930 errichtete George-Washington-Brücke über den Hudson River in New York. Sie ist wie letztgenannte von *O. H. Ammann*, dem Schweizer Altmeister des Grossbrückenbaues, entworfen und im wesentlichen gleich konstruiert wie die vor 36 Jahren begonnene George-Washington-Brücke. Nur die Pylonen haben eine moderne Form mit geschlossenen Hohlkästen, jedoch noch in der vielzelligen Bauart der Amerikaner. Der fast vollständig fehlende Fortschritt der Amerikaner beim Bau dieser grossen Hängebrücken wird nur verständlich, wenn man weiss, dass beim Entwurf dieser Brücken so gut wie kein Wettbewerb vorhanden ist, weil es unter den Consulting Engineers in den USA als unethisch gilt, Sonderentwürfe gegen einmal aufgestellte Entwürfe hervorzubringen.

Man darf wohl sagen, dass diese Fachwerk-Versteifungsträger, die nach dem Einsturz der Tacoma-Brücke wieder aufgekommen sind, in gestalterischer Hinsicht nicht befriedigen und ausgesprochene Windfänger sind. Dieser Mangel hat den Verfasser vor vielen Jahren veranlasst, nach einer Lösung zu suchen, die die aerodynamische Stabilität auf einfachere Weise sicherstellt. Nach langjähriger Arbeit hat sich dabei ein Hängebrückensystem mit nur einem Kabel herausgebildet, an dem die Fahrbahn mit quer- und längsgeneigten Hängern aufgehängt wird, wobei die Hänger, die sich kreuzen, ein Netzfachwerk bilden (Bild 47). Auf diese Art entsteht ein dreieckförmiges Hohlprofil mit den seitlichen Hängerfachwerken und der unteren vollwandigen Fahrbahntafel als Begrenzung. Dieses Hohlprofil ist ziemlich torsionssteif und weist gleichzeitig durch die Fachwerk-wirkung der Hänger grosse Biegesteifigkeit auf, so dass ein beson-

⁴⁾ SBZ 1961, H. 12, S. 186

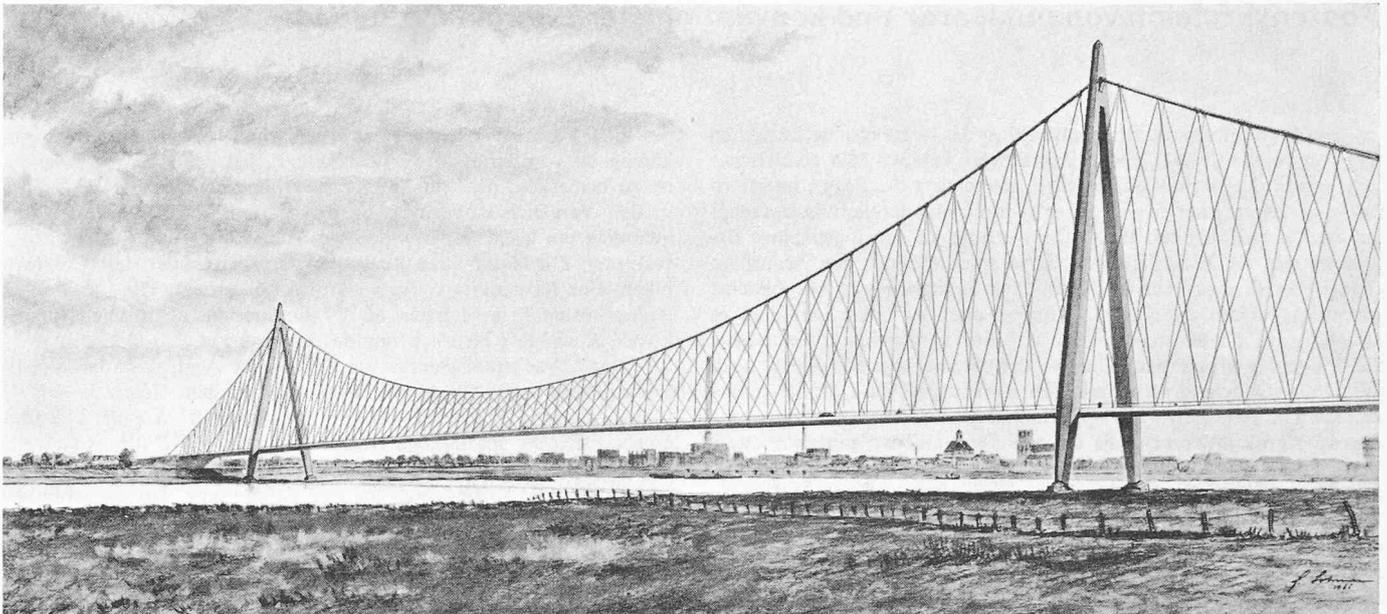


Bild 47. Neue Hängebrückenbauart für grosse Spannweiten mit einem Kabel und Seilfachwerken zum Erzielen aerodynamischer Stabilität, Entwurf für Rheinbrücke Emmerich

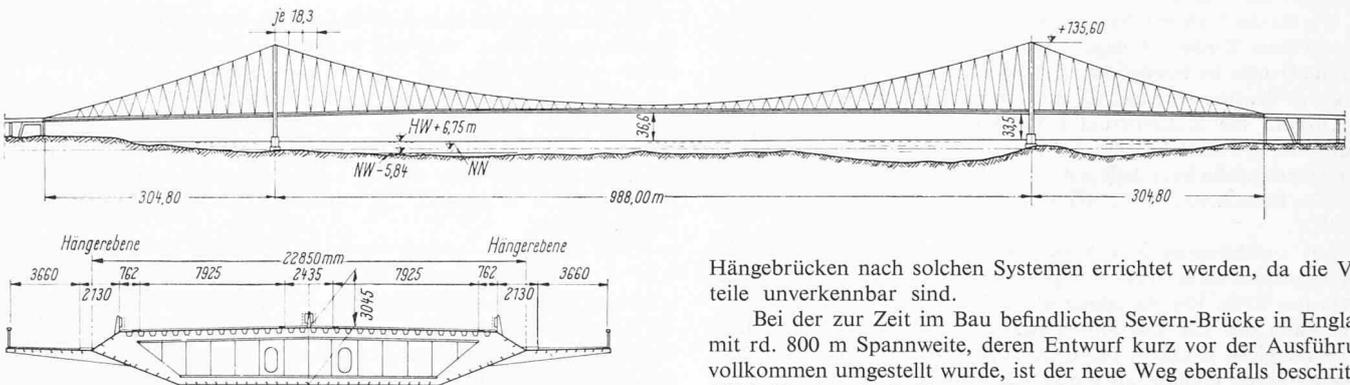
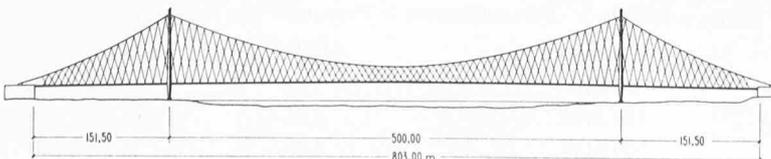


Bild 49. Severnbrücke in England, Ansicht 1:10 000 und Querschnitt 1:400

derer Fachwerkträger unter der Fahrbahnplatte nicht mehr nötig ist. Man kann dann die Fahrbahnplatte als eine sehr dünne Scheibe ausbilden, so dass die Windlasten viel geringer werden als bei den bisherigen Lösungen. Die Fahrbahnscheibe kann ausserdem an den Rändern so geformt werden, dass die Bildung der von Kármánschen Wirbelstrassen so gut wie vermieden wird.

Dieses neue System wurde erstmalig für die Tejo-Brücke Lissabon mit einer Spannweite von 1100 m vollständig durchgearbeitet und durch Windkanalversuche im National Physical Laboratory in London erprobt. Dabei zeigte sich, dass volle aerodynamische Stabilität erreicht werden kann. Als die Rheinbrücke Emmerich mit 500 m Spannweite ausgeschrieben war, hat der Verfasser gemeinsam mit Krupp-Stahlbau und Architekt Lohmer einen Sonderentwurf mit diesem neuen System gemacht, der in Bild 48 dargestellt ist. Die Schönheit einer solchen Brücke steht wohl ausser Zweifel. Leider liess sich die deutsche Behörde nicht zu einer Annahme dieses Entwurfes bewegen, obwohl der Behördenentwurf mit Fachwerkträgern nach amerikanischem Beispiel wesentlich teurer wird. Mit diesem System können weitgespannte Hängebrücken mit etwa 40 % Stahlersparnis gegenüber den letzten amerikanischen Beispielen gebaut werden. Der Verfasser ist der festen Überzeugung, dass früher oder später die grossen

Bild 48. Entwurf für Rheinbrücke Emmerich ($l = 500$ m) gemäss dem System des Bildes 47, Ansicht 1:8500 und Querschnitt 1:400



Hängebrücken nach solchen Systemen errichtet werden, da die Vorteile unverkennbar sind.

Bei der zur Zeit im Bau befindlichen Severn-Brücke in England mit rd. 800 m Spannweite, deren Entwurf kurz vor der Ausführung vollkommen umgestellt wurde, ist der neue Weg ebenfalls beschritten (Bild 49). An die Stelle der Fahrbahn auf Fachwerkträgern ist eine stählerne Hohlplatte mit flachen «Seitenflossen» getreten, die die Gehwege tragen. Die Bauhöhe dieser Platte ist noch gross. Die Hänger sind geneigt und bilden einfache Fachwerke, die die gefährlichen Koppelschwingungen behindern. Dieser Entwurf ist ein weiteres Beispiel dafür, dass sich die Stabilität der grossen Hängebrücken mit einfacheren Mitteln erreichen lässt als den in den USA angewandten.

Das Bauen grosser Brücken gehört nach wie vor zu den schönsten Aufgaben des Bauingenieurs. Die gezeigten neuen Lösungen beweisen, dass die Bauingenieure sich mit Erfolg um den Fortschritt auf diesem Gebiet bemühen. Ein reger Wettbewerb im Entwerfen der Brücken und die Zusammenarbeit mit geeigneten Architekten wird die Kunst des Brückenbaus auch weiterhin befruchten.

Adresse des Verfassers: Prof. Dr.-Ing. Fritz Leonhardt, Technische Hochschule, Keplerstrasse 11, 7000 Stuttgart N.

