

Zeitschrift: IABSE reports of the working commissions = Rapports des commissions de travail AIPC = IVBH Berichte der Arbeitskommissionen

Band: 032 (1979)

Artikel: Brücken: Bauverfahren (Beton und Stahl)

Autor: Wittfoht, H.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-25609>

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: 30.01.2025

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



Brücken – Bauverfahren (Beton und Stahl)

Bridges – Construction techniques and methods (concrete and steel)

Ponts – Procédés de construction (béton et acier)

H. WITTFOHT

Dr.-Ing.

Polensky & Zöllner

Frankfurt am Main, BRD

ZUSAMMENFASSUNG

Das Ziel eines guten Bauverfahrens sollte sein, eine Brücke mit möglichst niedrigen Baukosten bei grösstmöglicher Sicherheit im Bauzustand zu errichten. Da die Baukosten im allgemeinen über die Realisierung einer Konstruktion entscheiden, kann das Bauverfahren dominante Bedeutung gewinnen und im Zusammenhang mit einem verringerten Arbeitsaufwand die alte Priorität des „geringsten Materialverbrauchs“ zweitrangig werden lassen.

SUMMARY

The object of a good construction method should be to build a bridge in the safest possible way for the least possible expenditure. As in general the construction costs determine the cost of a structure, the construction methods used can become of importance and, together with a reduction in labour costs, can make the old priority "lowest material expenditure" of secondary importance.

RESUME

Le but d'une bonne méthode de construction devrait être de construire un pont dans des conditions de sécurité maximum pour des frais de construction minimum. Etant donné qu'en général, les frais de construction sont décisifs pour la réalisation d'une construction, la méthode de construction peut prendre une importance capitale: l'ancienne condition "réduction au minimum des quantités de matériaux nécessaires" peut devenir d'importance secondaire.



1. BEDEUTUNG DER BAUVERFAHREN

Wurde in der Vergangenheit die Konstruktion einer Brücke vor allem für das Tragverhalten im endgültigen Zustand ausgelegt, gewinnt zunehmend der Einfluss der Bauzustände auf die Konstruktion an Bedeutung. Häufig treten die Grenzbelastungen bereits im Bauzustand auf und in Kombination mit den Hilfsmethoden zur Errichtung des Bauwerkes liegt deshalb die größte Einsturzgefahr in der Bauzeit. Zwangsläufig beeinflussen die Bauverfahren die Entwicklungen im Brückenbau darum nachhaltig. Das Ziel eines guten Bauverfahrens sollte sein, eine Brücke mit möglichst niedrigen Baukosten bei größtmöglicher Sicherheit im Bauzustand zu errichten. Da die Baukosten im allgemeinen über die Realisierung einer Konstruktion entscheiden, kann das Bauverfahren dominante Bedeutung gewinnen und im Zusammenhang mit einem verringerten Arbeitsaufwand die alte Priorität des "geringsten Materialverbrauchs" zweitrangig werden lassen. Ein etwa notwendig gewordener Mehraufwand an Material kann für die Langzeit-Standfestigkeit eines Bauwerkes häufig durchaus sinnvoll eingebracht werden, und kann gegebenenfalls die Anfälligkeit für Reparaturen vermindern. Darüber hinaus sollten Reparaturmöglichkeiten konstruktiv so berücksichtigt werden, daß der Verkehr auf der Brücke im Reparaturfall gar nicht oder möglichst wenig eingeschränkt werden muß.

Rund ein halbes Jahrhundert ist der Start des Stahlbrückenbaus dem Stahlbetonbau voraus, und rd. 150 Jahre mußten vergehen bis die vorgespannten Stahleinlagen den Betonbrückenbau entscheidend neu befruchteten. Der "zugfest gemachte" Beton kam in seinen Eigenschaften dem Werkstoff Stahl näher und es ist deshalb nicht verwunderlich, daß der voranschreitende Stahlbau zunächst auf die Betonkonstruktionen und später auch auf ihre Herstellungsverfahren fördernd ausstrahlte und noch ausstrahlt.

Der Gewichtsvorteil und die einfachere Beherrschung des Materials in Statik und Konstruktion gaben jedoch dem Stahlbrückenbau bei der Eroberung der zunehmend größeren Spannweiten weiterhin den Vorzug. Die starke Konkurrenz des Spannbetons hat aber rückwirkend einen großen Zwang zur Rationalisierung des Stahlbrückenbaus ausgelöst, der zunächst vor allem die Konstruktion, dann aber zunehmend die Bauverfahren beeinflusste, erkennend, daß Konstruktion und Bauverfahren eng miteinander verknüpft sind. Eine optimale Abstimmung dieser beiden Komponenten aufeinander ist Voraussetzung für den wirtschaftlichen Ablauf eines Brückenbaus ganz allgemein und besonders eines Groß-Brückenbaus.

2. WICHTIGE GRUNDSÄTZE ZUM STAND DER TECHNIK

2.1 ... im Stahlbrückenbau

Die rationelle Fertigung geht davon aus, möglichst "fertigungseinfache" Brückenquerschnitte für durchgehende, gleichbleibende Balkenträger herzustellen unabhängig davon, wie und in welchem Abstand der Balken gestützt oder aufgehängt wird. Eine geringe Zahl solcher "Brückenlängssysteme" ist in der Lage, den für den Stahlbrückenbau interessantesten Bereich von etwa 100 m Spannweite aufwärts bis zur heute etwa erkennbaren praktischen Grenze von rd. 3000 m abzudecken. [1] Dies bedingt eine konstruktive Entkopplung der Trag- und Fertigungssysteme. Hierfür zeigen sich die Balken-, (Vielseil)-Schrägseil- und die Hängebrücken aufgeschlossen, während sich Tragsysteme mit örtlich

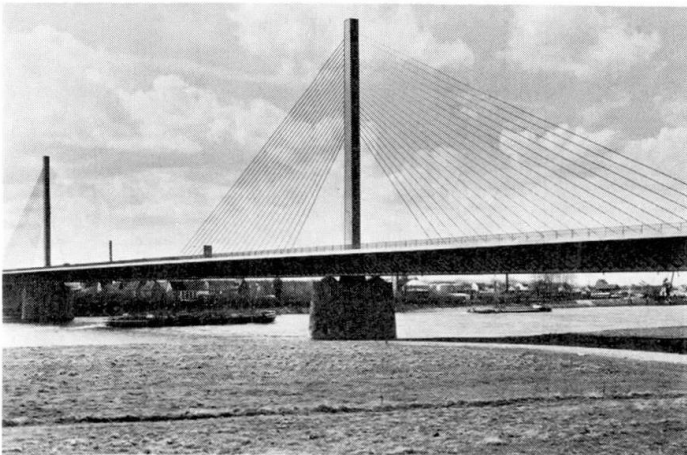


Fig. 1 Rheinbrücke Bonn-Nord

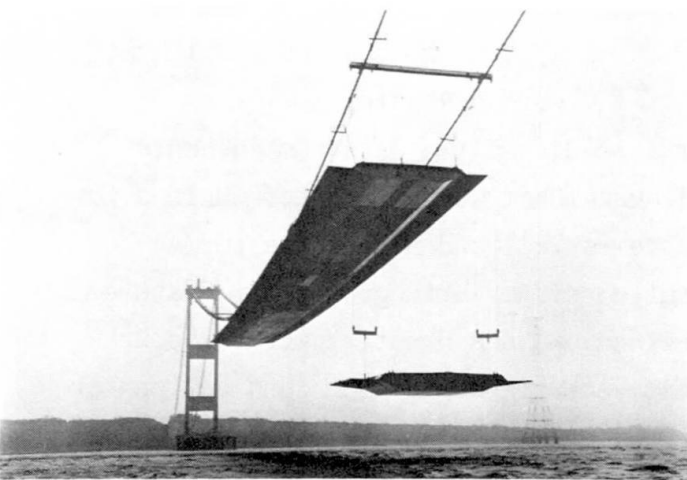


Fig. 2 Severnbrücke

konzentrierten Krafteinleitungen, wie Rahmen-, Zügel- oder unechte Hängebrücken schlecht oder gar nicht entkoppeln lassen. Ebenso schließen sich Bogen und in gewissem Umfang sehr weit gespannte Balken von diesem Rationalisierungstrend aus. So profitiert in starkem Maße das System der Schrägseilbrücke (Fig. 1) von dieser Entwicklung, die in der Spannweite zwischen Balken und Hängebrücken einzuordnen ist und sich dort "breit" macht, indem sie die wirtschaftliche Spannweitengrenze der Balken herunterdrückt und die der Hängebrücken heraufschiebt. Für die Trägerlängssysteme hat sich der Vollwandhauptträger fast ausnahmslos gegenüber dem Fachwerk, selbst bei den weitgespannten Hängebrücken, durchgesetzt (Fig. 2).



Wesentliche, zum Teil voneinander unabhängige Gründe dafür sind:

- Technologische Fortschritte der rohstoff erzeugenden und weiterverarbeitenden Industrie bei der Herstellung großer Bleche,
- theoretische Erkenntnisse zur Erfassung kontinuumspezifischer Stabilitätsprobleme,
- konstruktive Entwicklungen mit der Einbeziehung der Fahrbahn in das Haupttragsystem,
- Fortschritte auf dem Gebiet der Verbindungstechnik durch den Übergang vom Nieten zum Schweißen,
- Fortschritte im Transportwesen zur Beförderung großer Konstruktionseinheiten,
- Entwicklung leistungsfähiger Montagegeräte.

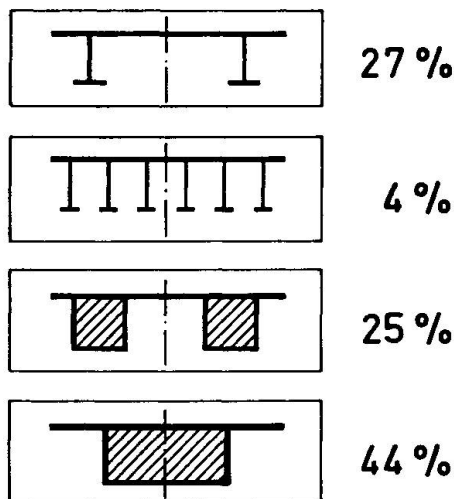


Fig. 3 Stahlbau: Grundquerschnitte der Quersysteme. Anwendungshäufigkeit

Eine Analyse der bevorzugten Brückenquerschnitte in den letzten 30 Jahren führt bei einer groben Vereinfachung zu der Erkenntnis, daß bei Großbrücken die Grundquerschnitte der Fig. 3 in der genannten Verteilung zur Anwendung kamen (m^2 ausgeführte Brückenfläche). [1]

Aus heutiger Sicht ist festzustellen, daß eine Konzentration auf wenige Querschnittsformen möglich ist und daß auf die Mischsysteme weitgehend verzichtet werden könnte.

Danach ist die Aussage erlaubt, daß etwa je die Hälfte der Brücken heute wirtschaftlich mit offenem Querschnitt ausgeführt werden könnte, während für die andere Hälfte vorteilhaft torsionssteife Vollwand-Hohlkästen zur Anwendung kommen. Diese Aussage beruht auf einer Auswertung, die nur Systeme mit orthotroper Stahlleichtfahrbahn als Bestandteil des Haupttragwerkes berücksichtigt. Weitgespannte Hängebrücken mit Fachwerkhauptträgern und getrennter Fahrbahn blieben bei dieser Betrachtung unberücksichtigt. Sie würden nach heutiger Auffassung sowieso als windschlüpfrige Vollwandkastenträger ausgeführt werden, wenn nicht eine zweistöckige Verkehrsnutzung für die Beibehaltung von Fachwerkhauptträgern spricht.

Eine besondere Bedeutung wurde und wird der statischen und konstruktiven Durch-

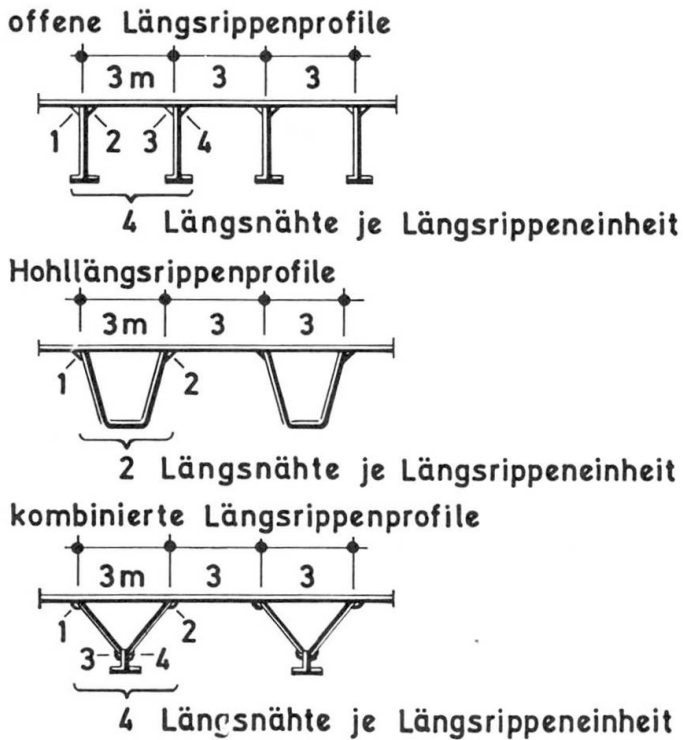
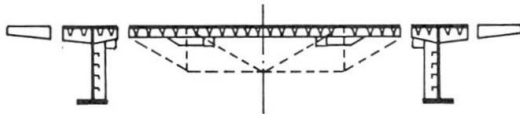


Fig. 4 Stahlleichtfahrbahnen

Balkenbrücke 1962



Schrägseilbrücke 1973

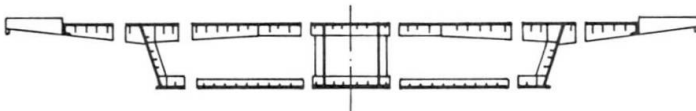


Fig. 5 Längsorientierte Systeme - Querschnittseinheiten

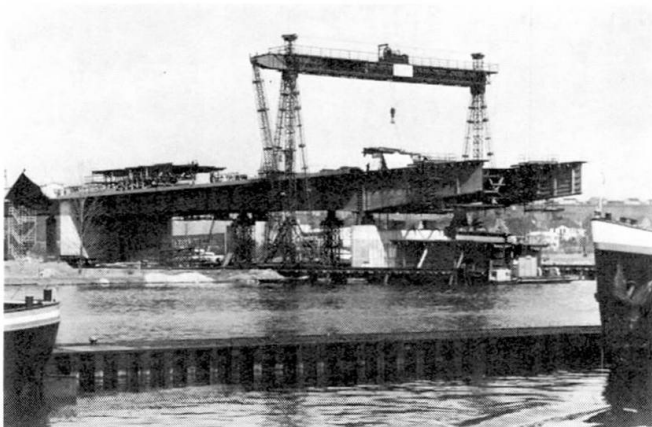


Fig. 6 Mainbrücke Hochheim Werkfoto MAN

arbeitung der orthotropen Stahlleichtfahrbahn beigemessen. Die Berechnungsverfahren liefern aber nur noch maximal 1 % Differenz bezogen auf das Gesamtgewicht, die sich nur im Materialanteil auswirkt. Der heute noch getriebene Aufwand für die Plattenberechnung steht also in keinem Verhältnis mehr zum wirtschaftlichen Erfolg. Drei bewährte Konstruktionen für Stahlleichtfahrbahnen für Stahlleichtfahrbahnen zeigt Fig. 4. Den geringsten Aufwand an Querträgern und Kreuzungspunkten benötigen die Hohllängsrippen, den größten die einfachen Längsrippen als Stege.

Von größerer Bedeutung ist die Entwicklung zum sogenannten "Konstruktiven Kontinuum"; d.h. ein geschickter Zusammenbau des Brückenquerschnittes aus ebenen Querschnittseinheiten. Das besagt: Vorfertigung möglichst großer ebener Einheiten in der Werkstatt mit möglichst geringem Montageaufwand an der Baustelle zum Zusammenfügen der Querschnittsteile zum Brückenquerschnitt. Zur Verdeutlichung zwei richtungsweisende Beispiele für einen offenen und geschlossenen Querschnitt (Fig. 5). [2]

Die praktische Anwendung der Montage eines offenen Querschnitts im Freivorbau zeigt Fig. 6.



Die Entwicklung der letzten Jahre bringt zunehmend durch geschickte Kombination rationeller Grundsysteme den Aufbau von Querschnitten, die verschiedene Längssysteme befriedigen, so daß Vorteile in der Fertigung durch Beschränkung der Systemzahl gewonnen werden. Außerdem ist der Vorteil für Entwurf und Bauausführung offenkundig, wenn es gelingt, ein Längssystem zu finden, das sich aus bewährten Teil- oder Grundsystemen aufbauen läßt. Dieser Rationalisierungstrend entwickelte sich aus der Erkenntnis, daß bis zu 60 % der Kosten einer Brücke im Lohnbereich Planung, Werkstatt und Montage anfallen können. Diese Erkenntnis nimmt an Gewicht noch zu, wenn man beachtet, daß z.Bsp. in einem Untersuchungszeitraum von 10 Jahren die Materialpreise um rd. 20 %, die Löhne aber um fast 140 % gestiegen sind. Das Kostendreieck "Material, Lohn, Maschinen" kann also im wesentlichen im "Sektor Lohn" verbessert werden; allerdings durch Investitionen im "Sektor Maschinen". Dies gilt im besonderen für die Werkstatt, aber auch für die Montage. Die Leistungsfähigkeit der Montagegeräte beeinflußt den Lohnaufwand auf der Baustelle entscheidend; sie entscheidet häufig auch neben der Werkstatt und dem Transport über den möglichen Grad der Vormontage als Indikator für die Montagegeschwindigkeit. Das Ziel sollte sein, die Zahl der Montagestöße so niedrig wie möglich zu halten. Dies ist auch im Sinne der Konstruktion selbst, weil damit die Anzahl der Störstellen vermindert wird.

Eine Mittelwertbildung aus zahlreichen Großbrückenbauten verschiedenen Typs der letzten Jahre mag einen Anhalt dafür geben, wie sich der Stundenaufwand für die Werkstatt und Montage darstellt:

- Werkstatt	-- Vorzeichnen	3,3 %	}	55 %
	-- Maschinenbearbeitung	7,7 %		
	-- Zusammenbau	24,8 %		
	-- Schweißen (Nieten)	14,8 %		
	-- Vormontage	4,4 %		
- Montage	-- Einrichtung, Hilfskonstruktion	8,0 %	}	45 %
	-- Montage Brücke	31,0 %		
	-- Bauleitung, Sonstiges	6,0 %		

Für eine vollautomatisierte Fertigung zeigen sich konstruktiv entkoppelte Systeme am meisten aufgeschlossen. Hierbei lassen sich gleichmäßige Montageeinheiten herstellen und zeitlich fortlaufend dem Montagetakt angepaßt ausliefern, so daß Arbeitsunterbrechungen infolge Diskontinuitäten vermieden werden können. Die Montage setzt also den in der Werkstatt begonnenen Fabrikationsprozess an der Baustelle bis zur Fertigstellung des Bauwerkes fort, und zwar mit den der Montage eigenen Mitteln. Dabei hat man längst das Prinzip

verlassen, das Tragwerk spannungsfrei zusammzusetzen und erst das fertige Brückensystem seinen Lasten auszusetzen. Die dafür notwendige kontinuierliche Hilfsunterstützung der Montageteile ist finanziell nicht mehr tragbar und häufig auch technisch gar nicht vernünftig darstellbar. Bei den heutigen Montageverfahren wird das Tragvermögen der Montagezwischen-systeme ausgenutzt und die Montageschüsse werden in freiem Vorbau mit oder ohne Hilfsstützungen oder -abfangungen nacheinander fortlaufend an den jeweils bestehenden Brückenträger angeschlossen (Fig. 7). Dabei ergeben sich häufig komplizierte Zwischentrag-

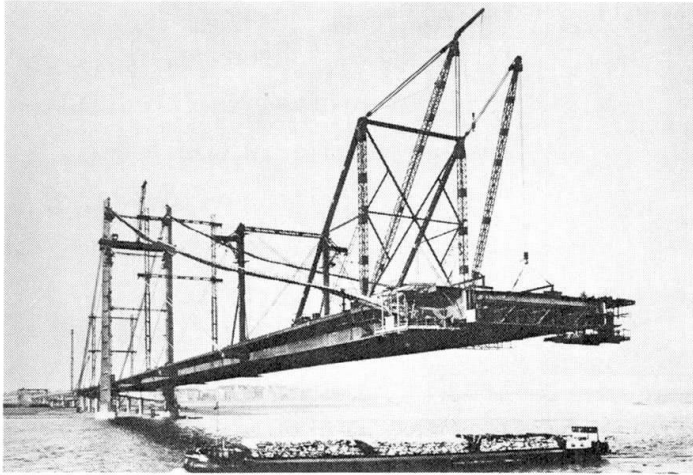


Fig. 7 Kniebrücke Düsseldorf



Fig. 8 Rheinbrücke Weisenau Werkfoto MAN

geeignet, vor allem die Vielseilssysteme, weil sie durch die Zwischenseilab-fangungen günstige Montagezwischen-systeme anbieten, die sich auch mit dem end-gültigen Brückensystem gut in Einklang bringen lassen, wenn es sein muß durch nachträgliche Korrektur der Seilkräfte. Da sie außerdem dem Wunsch nach der Werkstattfertigung des Brückenbalkens mit gleichmäßigem Querschnitt entgegen-kommen, ist ihre schnelle Verbreitung im Stahlbrückenbau verständlich.

systeme, die mit dem endgültigen Tragsystem nicht mehr überein-stimmen. Hierbei entstehen im allgemeinen große Beanspruchun-gen in der Konstruktion und auf-gespeicherte Montagespannungen sind den Spannungen aus dem end-gültigen Gebrauchszustand zu überlagern. Hierdurch bedingter Mehraufwand an Material steht aber im allgemeinen in keinem Verhältnis zu den gewonnenen Vorteilen einer freien Montage. In Fällen, in denen die Montage-einheiten "von außen", also nicht über die Brücke selbst zu-geführt und montiert werden können (Fig. 8), lassen sich die Zusatzlasten der schweren Hebe-geräte an der Montagespitze einsparen.

Naturngemäß sind für die Montage "weitgespannter Balken" die Schrägseilbrücken besonders gut



2.2 ... im Betonbrückenbau

Wesentliche Kostenfaktoren für die Herstellung von Betonbrücken sind "Schalung" und "Rüstung". Hier galt es vor allem, mit einer Rationalisierung einzusetzen, wollte man sich auch bei langen und größeren Brücken gegen den Stahlbau durchsetzen. Den Gepflogenheiten der Stahlbaumontage folgend, entwickelte sich zunächst vor allem die Fertigträgerbauweise und für größere Spannweiten der freie Vorbau in Ortbeton, bei dem der Balken in kurzen Abschnitten mit einer umsetzbaren Schalung schrittweise als Kragträger wächst (Fig. 9).

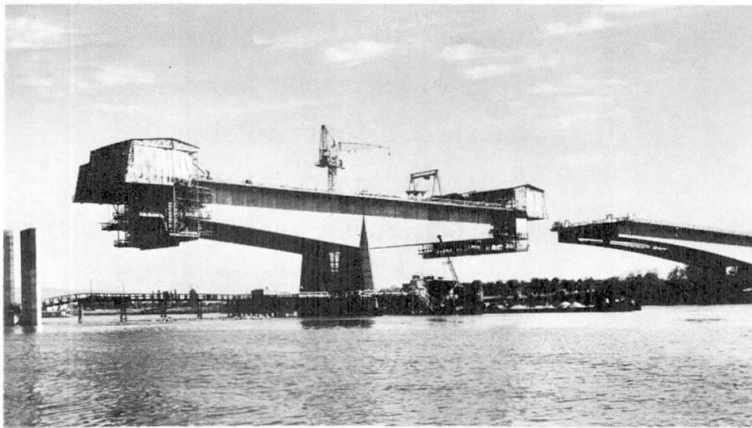


Fig. 9 Rheinbrücke Bendorf - Freivorbau in Spannbeton

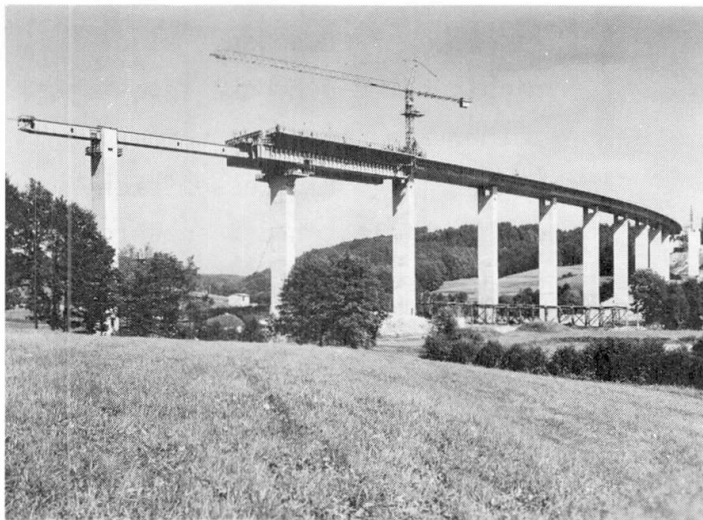


Fig. 10 Feldweiser Vorbau mit Vorschubrüstung

Vor etwa 20 Jahren begann dann der Einsatz der Vorschubrüstungen, die zwischen den Pfeilern freitragend den "Grund" überwinden und feldweise fortschreitend die Herstellung von Ortbetonbrücken im Taktverfahren ermöglichen (Fig. 10). Das Wandern der Produktionsstätte auf der Brücke mit dem fortschreitend wachsenden Überbau machte die Baustelle frei vom darunterliegenden Gelände und erlaubte die Herstellung einer beliebigen Brückenlänge, auch mit veränderlicher Trasse, praktisch problemlos.[3] Bei größeren Spannweiten empfahl sich dabei die Kombination des abschnittsweisen Baues mit dem feldweisen Vorbau (Fig. 11).

Es zeigte sich, daß ein möglichst gleichbleibender Brückenquerschnitt für diese Bauverfahren vorteilhaft ist,

um laufende Änderungen an den Schalungen möglichst zu vermeiden. Gleichmäßige Spannweiten erweisen sich als zweckmäßig, um echte Taktwiederholungen ohne Störungen durch örtliche Zusatzmaßnahmen zu gewährleisten. Dennoch lassen sich



Fig. 11 Siegtalbrücke Eiserfeld - Bauzustand mit Vorschubrüstung

aber auch örtliche Abweichungen meistern, wie z.Bsp. die Überwindung einer größeren Zwischenspannweite (Fig. 12).

Die einfache Überlegung, die Baumethode umzukehren, d.h. die Fertigungsein-



Fig. 12 Döllbachtalbrücke -
Vorschubrüstung mit Zwischenstütze

richtung am Brückende stationär anzuordnen und dafür die Brücke wandern zu lassen, indem man sie wie aus einer Strangpresse herausdrückt, hatte aber andere Vorläufer. [3]

Die Brücke wurde zunächst in Blöcken nacheinander betoniert, dann zusammengespannt und als Ganzes der Länge nach eingeschoben. Da ein Planum hinter einem Widerlager häufig aber nur beschränkt frei ist, war es besser, die Brücke im Takt, korrespondierend mit den Betonier-

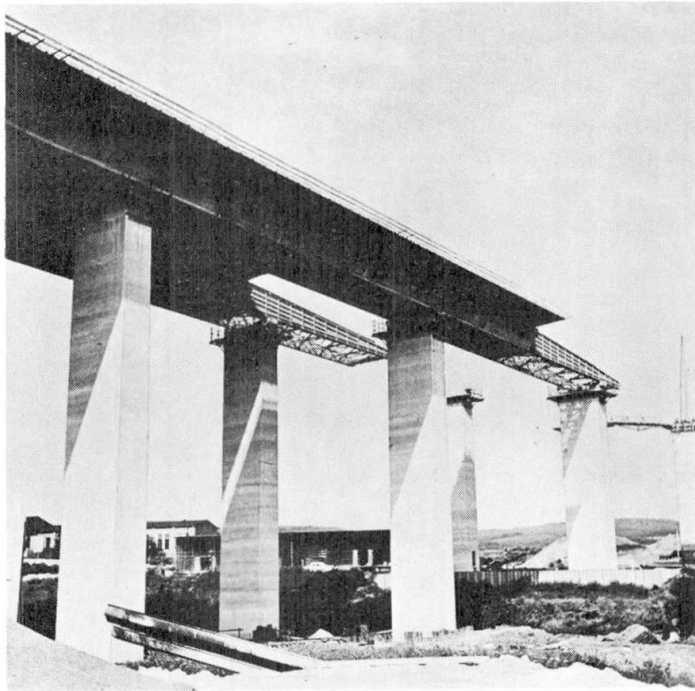


Fig. 13 Talbrücke Gerlingen -
Taktschiebeverfahren

längen abschnittsweise vorzuschieben (Fig. 13).

Stählerne Ausleger haben die Kragmomente im Balken aus dem Vorschub zu begrenzen. Eine Spitzenleistung dieser Bauweise wurde kürzlich mit dem Bau der rd. 760 m langen Brücke über den Shatt al Arab in Basrah vollbracht. Eine über zwei Öffnungen anzuordnende Spannbeton-Drehbrücke wurde in den Balken und in den Taktablauf so eingeordnet, daß sie erst aus der Verbindung zu lösen war, als der Balken, von einer Seite eingeschoben, seine endgültige Lage erreicht hatte. [4]

Bei den Versuchen, die Spannweiten zu steigern, erinnert man sich an Vorbilder der Stahlbauweise und wandelt sie "betongerecht" ab. Hier wie da galten die

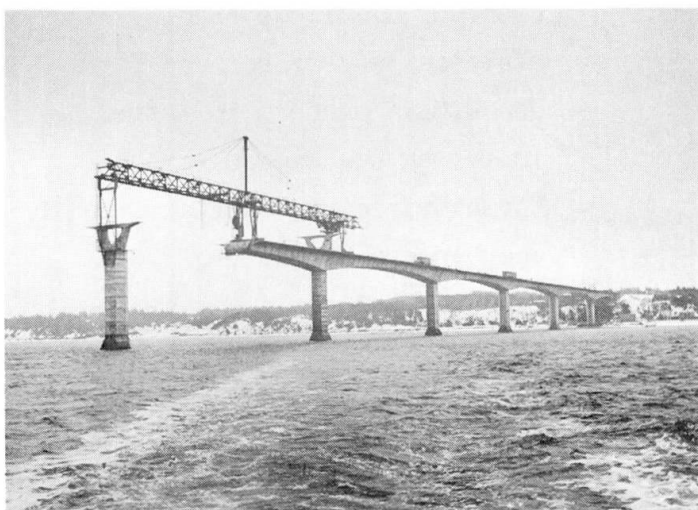


Fig. 14 Sallingsundbrücke - Montage

gleichen Ziele: Senkung der Baukosten, Beschleunigung des Baufortschrittes und Qualitätsverbesserung. Alle genannten Bauverfahren arbeiten ohne stationäres Lehrgerüst und mindern damit das schwer einschätzbare Baurisiko. Die Ausführung der sich stets im Takt wiederholenden Arbeitsabschnitte sollen den Arbeitsaufwand senken, nicht nur wegen der ständig steigenden Löhne, sondern zunehmend auch wegen des Mangels an qualifizierten Facharbeitern. So kommt der Vorfabrikation ganzer Querschnittsblöcke im Zusammenhang mit dem feldweise arbeitenden

Vorschubgerüst vor allem (aber nicht nur) für "große Spannweiten" immer mehr Bedeutung zu. Hier laufen die Absichten den Überlegungen im Stahlbau, der Fertigung und Montage in Einklang bringen muß, entgegen. Man will die beim Ort-beton gegebene unmittelbare Verbindung von Montage und Fertigung absichtlich trennen, um vom Wochentakt frei zu sein und auch bei schlechten Wetterbedingungen im Schutz weiter fertigen zu können, um dann vor Ort eine schnellere Montagegeschwindigkeit zu erreichen. Die Fertigung in der "Werkstatt" hinter dem Brückenwiderlager kann außerdem eine bessere Qualitätskontrolle bedeuten. Ob es ausreicht, die Brücke nur mit den Spannkabeln zusammenzufügen und die Fugen ohne durchgehende schlaffe Bewehrung mit Klebern zu füllen, ist immer noch ein Streitgespräch. Die kürzlich sehr genau untersuchte Sallingsundbrücke in Dänemark (Fig. 14) hat jedenfalls keine diesbezüglichen Nachteile erkennen lassen. [5]

Individuelle Lösungen haben auch im Betonbau nur noch eine Chance, wo die Standardlösungen nur zum Teil anwendbar sind oder sich auf Grund besonderer Randbedingungen verbieten. So sind zum Beispiel den ersten Zügelgurt- und Schrägseilbrücken die Vielseilsysteme gefolgt, [3,6] die die kontinuierliche Fertigung des Balkens im abschnittsweisen Freivorbau in Ortbeton oder vorgefertigten Querschnittsblöcken ermöglichen (Fig. 15).

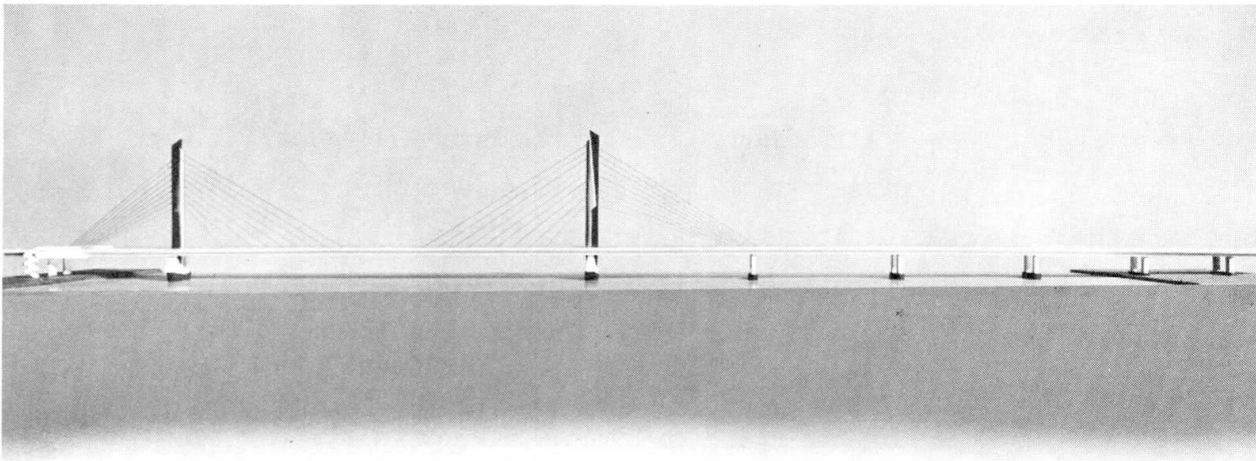


Fig. 15 Schrägseilbrücke - Vielseilsystem mit gleichbleibendem Balken

So wäre sogar denkbar, mit Hilfsstützen oder -abspannungen eine solche Brücke von beiden Seiten im Takt einzuschieben und die endgültige Aufhängung nachträglich vorzunehmen. Für alle Schrägseilbrücken gilt, daß die Seile (heute bevorzugt auf der Baustelle gefertigte Paralleldrahtkabel) als wichtigste und zugleich anfälligste Tragglieder auswechselbar sein sollten. Das spricht für die Vielseilbrücke, bei der es am leichtesten möglich wird, die Seile einzeln



ohne wesentliche Störung des Verkehrs zu erneuern.

Das den Betonbrücken häufig vorgeworfene hohe Eigengewicht kann bei den Seilbrücken überraschend auch positiv eingebracht werden. Der Schwellbeanspruchung aus der Verkehrslast steht ein größerer Seilquerschnitt entgegen, der zwangsläufig die Schwingbreite herunterdrückt; ein Vorteil, der bei hohen Verkehrslasten spürbar werden kann. Dennoch ist eine Gewichtsreduktion für große Spannweiten wünschenswert. Man spricht davon, daß im Spannbeton immerhin 600 bis 1000 m für die symmetrische Schrägseilbrücke möglich sind, für die Brotonnebrücke wurde schon $l = 320$ m erreicht. [6] Hier könnte ein hochwertiger Leichtbeton in der Zukunft Einfluß gewinnen.

Trotz einiger Ausführungen und interessanter Ideen ist der eigentliche Hängebrückenbau dem Spannbeton bisher verschlossen geblieben. Der Fortschritt im Schrägseilbrückenbau scheint erfolversprechender, vielleicht schon deshalb, weil selbst im Stahlbau den Hängebrücken nur noch die "ganz großen" Spannweiten vorbehalten sind.

Literatur:

- [1] Weitz, F.R.: Entwurfsgrundlagen und Entscheidungskriterien für Konstruktionssysteme im Großbrückenbau unter besonderer Berücksichtigung der Fertigung. Diss. T.H. Darmstadt 1975
- [2] Kunert, K.: Einige Überlegungen zum Projektieren von Stahlbrücken am Bsp. der Mainbrücke Hochheim. Der Bauingenieur 1967, S. 313 - 326
- [3] Wittfoht, H.: Triumph der Spannweiten. Beton-Verlag, Düsseldorf 1972
- [4] Seifried, G. und Wittfoht, H.: Die Brücke über den Shatt-al-Arab in Basrah. Beton- und Stahlbetonbau 1979, Heft 4
- [5] Nelson Peterson, H., Müller, J. und Wittfoht, H.: Vom Bau der Salling-sundbrücke. Beton- und Stahlbetonbau 1977, Heft 4
- [6] Wittfoht, H.: Brücken - FIP Kongress London 1978. Beton- und Stahlbetonbau 1978, Heft 10