

Bemerkenswerte und innovative Bauverfahren für Betonbauten

Autor(en): **Matt, P.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **104 (1986)**

Heft 45

PDF erstellt am: **17.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-76291>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Aussen liegende Spannglieder

Im Hoch- und Industriebau ist dies eine noch verhältnismässig junge Bauweise, die für Sportstadien oder grosse Flughäfen und für Hebevorgänge beim Bau von Silos, Wassertürmen usw. zur Anwendung gelangt. Die Spannglieder sind nicht in den Beton eingebettet, sondern wirken – häufig im Freien – als wichtiges Glied im statischen System, z. B. als Hebelarm oder Zugband, zur Abspannung oder Kräfteumlagerung. Im Vergleich zu innen liegenden Spanngliedern sind die Einheiten meist grösser; sie können ausser bei Beton auch bei Stahl- und Holzbauten verwendet werden.

Boden- und Felsanker

Nicht nur in den vorstehend aufgeführten Hochbauten, sondern auch im Grundbau wird die Vorspanntechnik immer mehr bei bedeutenden und komplexen Bauvorhaben, selbst in Entwicklungsländern, eingesetzt: Baugrubenumschliessungen, Baugrundverbesserungen, Auftriebs- und Hangsicherungen, sowohl im Gebirge als auch im städtischen Tiefbau. Es handelt sich häufig um mittlere bis grosse Spanneinheiten, die sorgfältig an die Bodenverhältnisse anzupassen sind; ihr Langzeitverhalten ist Gegenstand ausführlicher Untersuchungen.

Vorteile

Im Vergleich zu Stabtragwerken wie z. B. Balkenbrücken fasste der Spannbeton im Hoch- und Industriebau langsamer Fuss, da die räumliche Lastabtragung und die Vielfalt von Nebenbedingungen die Vorspannung vielleicht als zu kompliziert erscheinen liessen. Mit Hilfe moderner Rechenverfahren, die Gebrauchstüchtigkeit und Bruchsicherheit klar getrennt nachweisen, können das Tragverhalten besser erfasst und Schwachstellen durch günstige Spanngliedführung entlastet werden, so dass die Qualität des Bauwerks wesentlich verbessert wird. Ferner wurden kleine Spannglieder entwickelt, mit deren Hilfe ein Anpassen an die Gegebenheiten des Hoch- und Industriebaus stark vereinfacht wird, so dass folgende Vorteile ausgenutzt werden können:

- freiere Wahl des statischen Systems und Beeinflussen des Tragverhaltens unter kurzer und langer Lasteinwirkung,
- Erzielen von monolithischen Verbundkonstruktionen einschliesslich Stahl- und Holzbaukomponenten,
- fugenfreie Bauwerke mit grossen Abmessungen in allen Richtungen,
- Beschränkung von Verformung und

Rissbildung, Beherrschen der Folgen von Schwind- und Temperaturverkürzungen, Erhöhen der Wasserdurchlässigkeit,

- Verbesserung des Tragverhaltens an singulären Punkten, z. B. hinsichtlich Durchstanzen,
- schnellerer Baufortschritt und einfacherer Bauablauf, z. B. frühzeitiges Ausschalen oder Wegfall von Hilfsunterstützungen,
- geringere Bau- und Unterhaltungskosten.

Ausblick

Der Kongress hat bestätigt, dass ein weiteres Vordringen der Vorspannung im Hoch- und Industriebau unausweichlich ist, und dass die Konstrukteure hierzu bereit sind. Sicher sind noch Verbesserungen möglich, sowohl auf technologischem Gebiet als auch im Bereich der rechnerischen Nachweise. Die FIP wird dabei auch in Zukunft eine bedeutende Rolle spielen und zu einer umfassenden Anwendung beitragen.

G. Etienne

Bemerkenswerte und innovative Bauverfahren für Betonbauten

Als Grundidee zu diesem Thema wählte der als Organisator amtierende Berichterstatter folgendes Konzept:

- Im ersten Teil nahmen sich je ein prominenter Vertreter der beratenden Ingenieure, der Hauptunternehmer und der spezialisierten Subunternehmer aus der jeweiligen Sicht dem Thema an.
- Im zweiten Teil wurden in 6 Kurzvorträgen einzelne Bauausführungen vorgestellt.

Die Schwerpunktsvorträge hielten die folgenden Referenten:

- S. Srinivasan, Grossbritannien (Beratender Ingenieur)
- H. Wittfoht, BRD (Hauptunternehmer)
- P. Sommer, Schweiz (Spezialisierter Subunternehmer)

Srinivasan sieht die Rolle des projektierenden Ingenieurs sehr weitreichend. Er ist der Auffassung, dass er sich nicht nur mit dem fertigen Bauwerk zu befassen hat. Er soll sich ebenso darum kümmern, wie es entstehen soll. Gerade bei Betonbauten kann der Bauvorgang entscheidend für die letztlich erzielte Qualität sein.

Statik und Konstruktion wird hier zur Kunst beruhend auf wissenschaftlichen Kriterien, und diese Tätigkeit steht im Zentrum eines Bauvorhabens. Jedes Detail wird im Planungsbüro durchgearbeitet. Damit wird den Haupt- und Subunternehmern nur noch die Rolle der Ausführenden zugewiesen, die im wesentlichen die Anweisungen zu befolgen haben. Diese pointiert, aus britischer Sicht vorgetragene Auffassung

kann durchaus funktionieren; sie entspricht aber nicht überall der heutigen Realität.

Srinivasan ergänzte seine Ausführungen mit einigen Beispielen. Darunter befanden sich Brückenbauten, die sowohl in technischer wie in ästhetischer Sicht befriedigten. Äusserst bemerkenswert auch die riesige Dachkonstruktion für das Muna-Wasserreservoir in Saudi-Arabien (Bild 14).

Wittfoht (amtierender Präsident der FIP) sprach aus der Sicht des international tätigen Hauptunternehmers, der gerade zur Entwicklung des Spannbetonbrückenbaues Wesentliches beigetragen hat. Es ist bekannt, dass solche Unternehmungen aus ihrer Tradition heraus über sehr kompetente und innovative Projektteilungen verfügen. Wittfoht weist darauf hin, dass eine Unternehmung, die Planung und Ausführung gleichzeitig betreibt, über Ideen, ausgebildete Arbeitskräfte und entsprechende Geräte und Ausrüstungen ver-

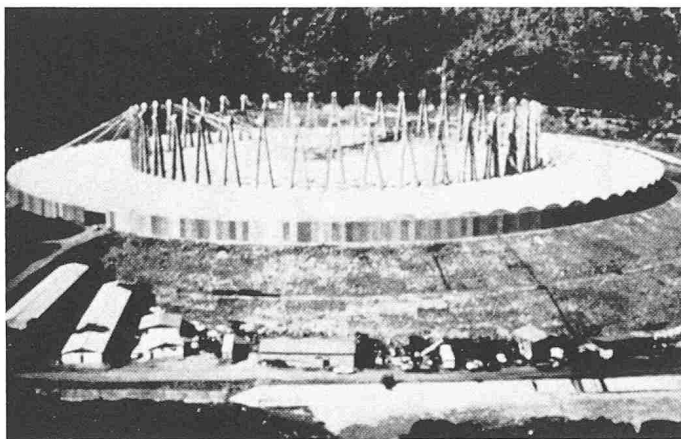


Bild 14. Muna-Wasserreservoir in Saudi-Arabien, Inhalt 1. Mio m³, Durchmesser 365 m, das vorfabrizierte Schalendach stützt sich auf 88 Radialträger ab, die durch in 60 m hohen Türmen verankerte Schrägseile unterstützt sind

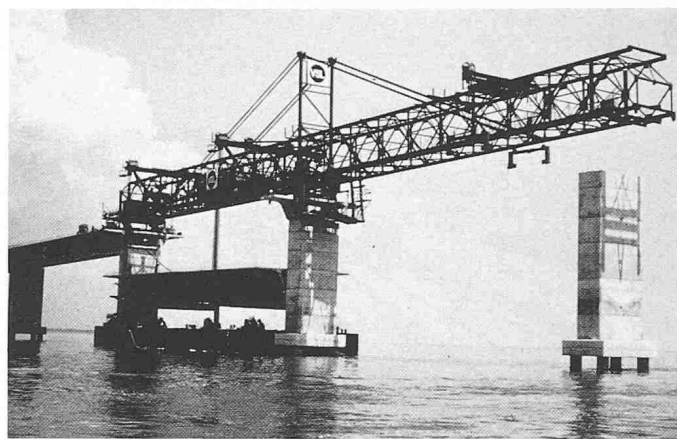


Bild 15. Anwendung von Vorfabrikation und externer Vorspannung, hier am Beispiel der Seven-Mile-Brücke in den USA, sehr rascher Baufortschritt mit durchschnittlich 2 Tagen je Spannweite von 42 m

fügen muss. Es gilt immer wieder, neue Mittel und Wege zu finden, die einzelnen Kostenanteile eines Bauwerkes zu reduzieren, natürlich unter Einbezug festgelegter Qualitätskriterien. Nach einer Darstellung der erfolgreichen Baumethoden (Segmentbauweisen) ging er abschliessend auf neuere Tendenzen ein, wobei er u. a. auch auf die Verwendung externer Vorspannung hinwies, wie sie beispielsweise bei einigen Brücken in den USA zur Anwendung gelangte (Bild 15).

Bei der Bubiyan-Brücke in Kuwait kombinierte der Unternehmerentwurf eine vorfabrizierte Fachwerkbauweise mit aussenliegenden Spanngliedern und einem neuartigen Versetzgerät (Bild 16).

Im Organigramm einer Baumassnahme steht dem spezialisierten Subunternehmer (z. B. für Vorspannung, Hebeteknik, Gleitschalung) anscheinend eine recht unbedeutende Rolle zu. Dies sieht allerdings nach Sommer in der Praxis oft ganz anders aus, besonders dann, wenn er nicht nur ein Materialverkäu-

fer ist, sondern über eine Organisation mit entsprechendem Planungs- und Ausführungs-Know-how verfügt. Es ist eine Tatsache, dass der heutige internationale Baumarkt von Hauptunternehmern aus Schwellen- oder Entwicklungsländern dominiert wird. Zur Abwicklung komplexer Bauwerke stützen sich solche Firmen oft wesentlich auf spezialisierte Subunternehmen ab. Sommer erläuterte dies anhand einiger Beispiele.

Beim Bau einer 5,7 km langen Doppelbrücke für das neue Nahverkehrsmittel in Singapur übertrug der Hauptunternehmer dem gewählten Subunternehmer die Vorfabrikation der maximal 165 t schweren Spannbetonkastenträger sowie deren Transport und Versetzen mittels besonders entwickelten Geräten und Installationen (Bilder 17 und 18). Der Subunternehmer übernimmt damit einen ganz wesentlichen Teil der gesamten Bauarbeiten.

Sommer wies abschliessend auf einige Schwierigkeiten hin, mit denen der Subunternehmer vielfach zu kämpfen hat,

und schloss mit der Aussage, dass auch in Zukunft Innovation in einem Umfeld der Kooperation aller am Bau Beteiligten gedeihen werde.

Im Anschluss an diese drei Schwerpunktsvorträge ergab sich eine recht lebhaft Diskussions zu den vorgetragenen Standpunkten.

Bei den Einzelvorträgen erläuterten indische Ingenieure den Stand der Technik der im Gastland angewandten Baumethoden. Es zeigte sich dabei, dass neben den bekannten, traditionell einfachen Methoden und Hilfsmitteln im Einzelfall auch sehr moderne Bauweisen erfolgreich verwendet werden (Bild 19). Es wurden Beispiele aus dem Brückenbau und dem Industrie- und Reaktorbau aufgeführt (Autoren: George, Kulkarni/Goray/Joglekar, Rao).

Pucher (Österreich) erläuterte den Bau der Argentobelbrücke. Es handelt sich dabei um eine Bogenbrücke mit 150 m Spannweite, deren Bogenhälften mit-

Bild 16. Bubiyan-Brücke in Kuwait, räumliches Betonfachwerk verbindet die Fahrbahnplatte mit der Druckplatte, die Spannglieder sind aussenliegend

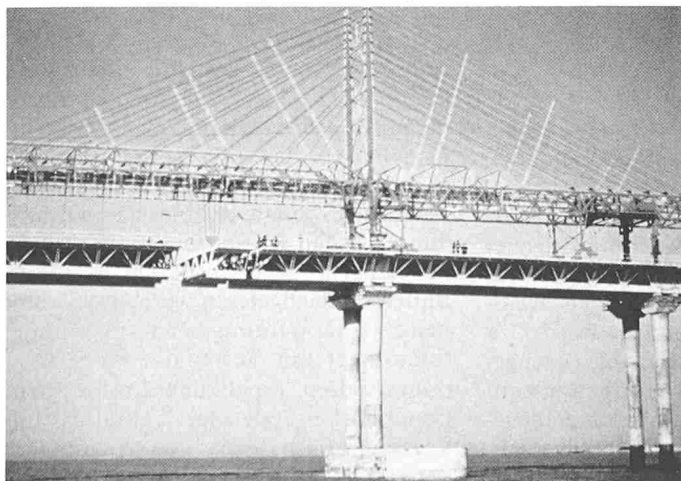


Bild 17. MRT Singapur: Heben eines 165 t schweren Spannbetonkastenträgers



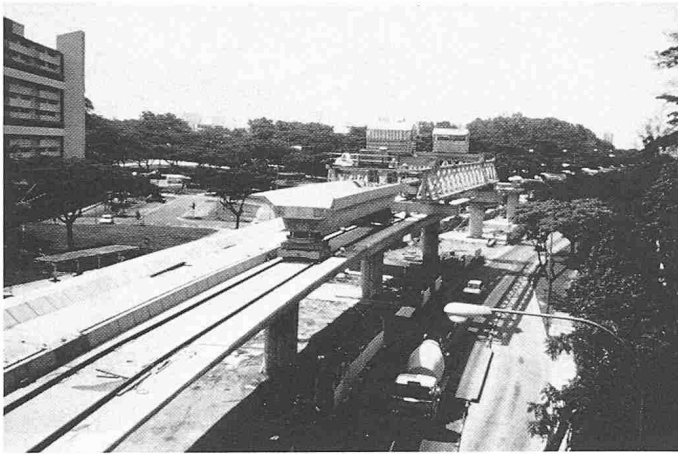


Bild 18. MRT Singapur: Transport des Brückenträgers auf dem bereits montierten Brückenüberbau bis zum Einbaugerät

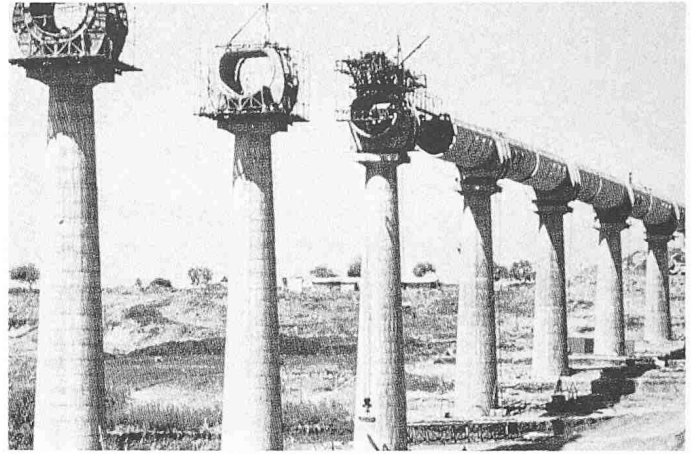


Bild 19. Aquädukt in Indien: Vorfabrizierte Betonelemente im Freivorbau mit Klebefugen

tels Kletterschalung in aufrechter Stellung errichtet und anschliessend in ihre Endlage geklappt wurden.

Innovative Baumethoden braucht es nicht nur bei Neubauten, sondern vielleicht in noch höherem Masse bei der umfassenden Sanierung bestehender Bauwerke. Wagh (USA) berichtete über die Lösung, die bei der Wiederinstandsetzung dreier Bogenbrücken gefunden wurde. Es galt dabei, den Verkehr zu-

mindest teilweise aufrecht zu halten. Die hier verwendete Vorfabrikation neuer Tragwerksteile hat sich gut bewährt.

Kavyrchine (Frankreich) sprach von der Notwendigkeit der kontinuierlichen Tragwerksinstandhaltung. Kommt es trotzdem zu Schäden, so ist es in vielen Fällen wirtschaftlich, diese Bauwerke zu sanieren. Er erwähnt u. a. die mannigfaltigen Verstärkungsmög-

lichkeiten mittels zusätzlicher Vorspannkabel.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Vorträge weitere interessante Fortschritte in den Bauverfahren gezeigt haben. Die grossen Entwicklungssprünge scheinen allerdings der Vergangenheit anzugehören.

P. Matt

Lehrveranstaltungen (teach-in)

Zum ersten Mal auf einem FIP-Kongress wurden drei halbtägige Lehrveranstaltungen durchgeführt, die durchwegs starkes Interesse fanden, was sich in Teilnehmerzahl (500 bis 700) und grosser Diskussionsbereitschaft ausdrückte.

Folgende Themen waren vom Veranstalter ausgewählt worden:

- FIP-Empfehlungen für praktisches Entwerfen und Bemessen
- Bemessung und Konstruktion
- Teilweise Vorspannung

Grundlage für den ersten Themenkreis bildeten die 1984 bei Telford (London) veröffentlichten «FIP Recommendations on Practical Design of reinforced and prestressed concrete structures». R. Walther (Schweiz) erinnerte daran, dass diese Empfehlungen – im Entwurf bereits auf dem Stockholmer FIP-Kongress (1982) vorgestellt [3] – auf dem CEB/FIP Model Code des Jahres 1978 [4] aufbauen, der straff zusammengefasst und in einigen Punkten ergänzt wurde: so wird für Nachweise des Bruch-Grenzzustandes grundsätzlich

von der Plastizitätstheorie (in der Regel deren statischer Methode) ausgegangen, besondere Abschnitte zu Beurteilung (Vorspanngrad) und Entwurf der Vorspannung wurden eingefügt, und die Bemessungsregeln für Knicken, Ermüdung, Verformungen und Rissebeschränkung tragen neueren Entwicklungen Rechnung; ein Anhang über Verkehrslasten für Strassenbrücken und Nutzlasten in Hochbauten erlaubt es, die Grössenordnung der Einwirkungen abzuschätzen, für die das Sicherheitsgebäude der Empfehlungen ausgelegt ist.

Diese Ausführungen wurden eingeraht von M. Braestrup (Dänemark), der die Grundlagen der Plastizitätstheorie erläuterte, und vom Berichterstatter mit einem Anwendungsbeispiel aus dem Schweizer Brückenbau: ein Innenfeld der über 3 km langen Autobahnumfahrung Yverdon wurde in Längsrichtung auf Biegung nachgerechnet und ergab gute Übereinstimmung mit der nach SIA 162 angefertigten Ausführungsstatik; besonders einfach gestaltete sich der Tragsicherheits-

nachweis, obwohl Querschnitt (vorgefertigte Träger + Ortbeton) und Vorspannung (Spannbettlitzten + Spannnglied im Träger + Spannnglied zur Erzeugung der Kontinuität) im Hinblick auf einen wirtschaftlichen Bauablauf ziemlich kompliziert gewählt worden waren (Bild 20).

Weitere Bemessungsbeispiele sollen innerhalb der von R. Walther geleiteten «FIP Commission on Practical Design» erarbeitet und in einem Handbuch veröffentlicht werden.

Zum zweiten Themenkreis stellte J. Schlaich (BRD) überzeugend Bemessung und Konstruktion in einem einheitlichen Konzept dar. Die Verallgemeinerung der bekannten Fachwerkmodelle zu der «Lastspur» entsprechenden Strebensystemen und gewisse Verfeinerungen (z. B. «Flaschenhalsbildung» in den Betondruckstreben) mögen andernorts (Beton-Kalender, CEB-Bulletins) nachgelesen werden. So können z. B. die Wirkung der Vorspannung (ohne oder mit Verbund), das Schubtragverhalten (Spaltzugkräfte in den Druckstreben) oder der Kräftefluss im Verankerungsbereich von Spannngliedern (Bild 21) anschaulich erklärt wer-