

Der Stand der Vorfabrikations-Technik in der Schweiz

Autor(en): **Birkenmeier, M. / Basler, E. / Schmid, W.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **1 (1965)**

PDF erstellt am: **19.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-944>

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.

Der Stand der Vorfabrikations-Technik in der Schweiz ¹⁾

L'état actuel de la technique de la préfabrication en Suisse

The Present State of the Technique of Prefabrication in Switzerland

1 - Einführung

Die Vorfabrikations-Bauweise ²⁾ hat in der Schweiz in den letzten Jahren eine zunehmende Verbreitung gefunden, und obwohl ihr gegenwärtiger Anteil am gesamten Bauvolumen noch klein ist, wird der neuen Baumethode ein grosses Interesse von Seiten der Fachwelt entgegengebracht. So veranstaltete die Fachgruppe der Ingenieure für Brücken- und Hochbau, eine Untergruppe des Schweizerischen Ingenieur- und Architekten-Vereins (SIA), Ende 1962 an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich eine Studientagung über « Ingenieurprobleme der Vorfabrikation im Bauwesen », an der über 500 Ingenieure und Architekten teilnahmen. Der vorliegende Bericht stützt sich im wesentlichen auf die an diesem Kongress zum Ausdruck gebrachten Ansichten und Erfahrungen.

2 - Baumaterialien

Vorspannstahl

Für die Spannbett-Armierung kommen ausschliesslich hochwertige Stahldrähte mit 160-180 kg/mm² Zugfestigkeit zur Verwendung. Die Drahtdurchmesser liegen bei 4, 5 und 6 mm und weisen zur Erzielung einer besseren Verbundwirkung eine profilierte Oberfläche auf.

Grössere Drahtdurchmesser, neuerdings bis 12 mm, und ganze Drahtbündel werden für die sogenannte Kabelvorspannung oder Vorspannung

¹⁾ Dieser Bericht wurde unter der Leitung des Ingenieurs M. Birkenmaier, Zürich, von den folgenden Mitarbeitern verfasst: Dr. E. Basler, Zürich, Ing. W. Schmid, Zürich.

²⁾ In Deutschland wird dafür meistens der Ausdruck Fertigteil- oder Montage-Bauweise verwendet.

mit nachträglichem Verbund (post-tensioning) verwendet. Fertige Kabeleinheiten bis zu 240 to sind zur Zeit auf dem Markt erhältlich. Litzen für das Spannbett-Verfahren werden zur Zeit noch nicht verwendet.

Schlaffe Armierung

Für die schlaffe Armierung wird vorwiegend hochwertiger, profilierter Baustahl, mit Mindest-Streckgrenzen von 40-45 kg/mm² verwendet. Es sind aber auch Stähle mit Zugfestigkeiten bis zu 65 kg/mm² im Gebrauch.

Beton

Auf dem Gebiet der Beton-Technologie zeigt sich eine Tendenz zur Entwicklung sehr hochwertiger, sogenannter Werkbetons.

Diese Betonqualität kann aber nur in permanent angelegten Bauplätzen erreicht werden, wo der Betonaufbereitungs- und Abbindeprozess den

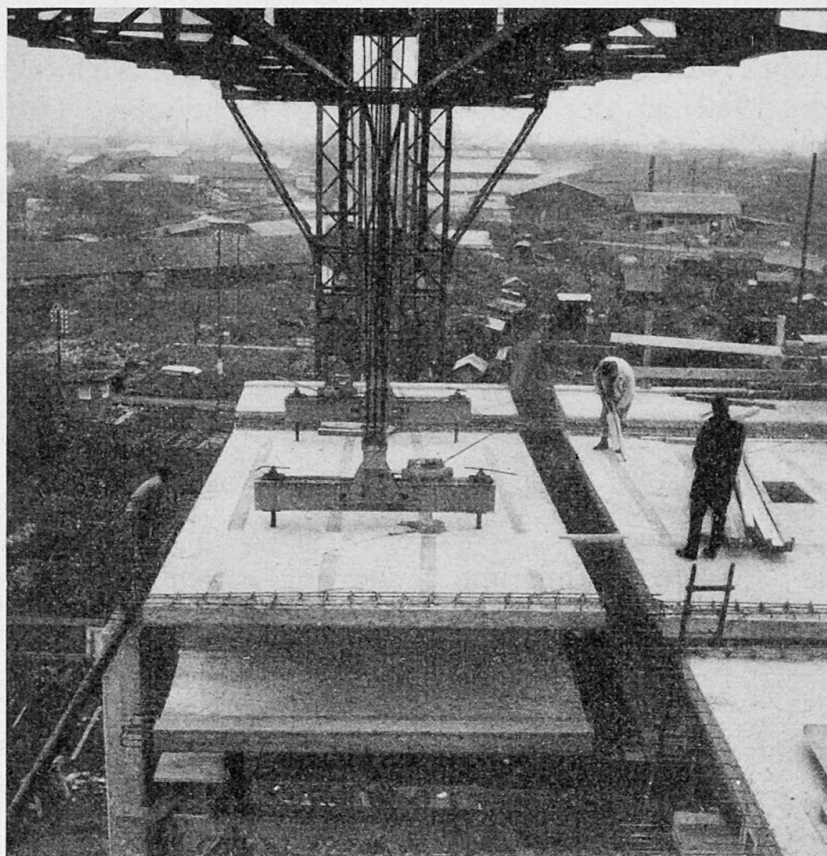


Abb. 1 - Viadukt in Altstetten bei Zürich. Ein vorgefertigtes 55 to schweres Brücken-Segment wird zu den bereits eingebauten hinzugefügt und mit Durchschubkabeln zu einem monolithischen Träger zusammengespant. Ingenieur: Altorfer Cogliatti & Schellenberg, Zürich. Unternehmer: Locher & Cie AG, Zürich.

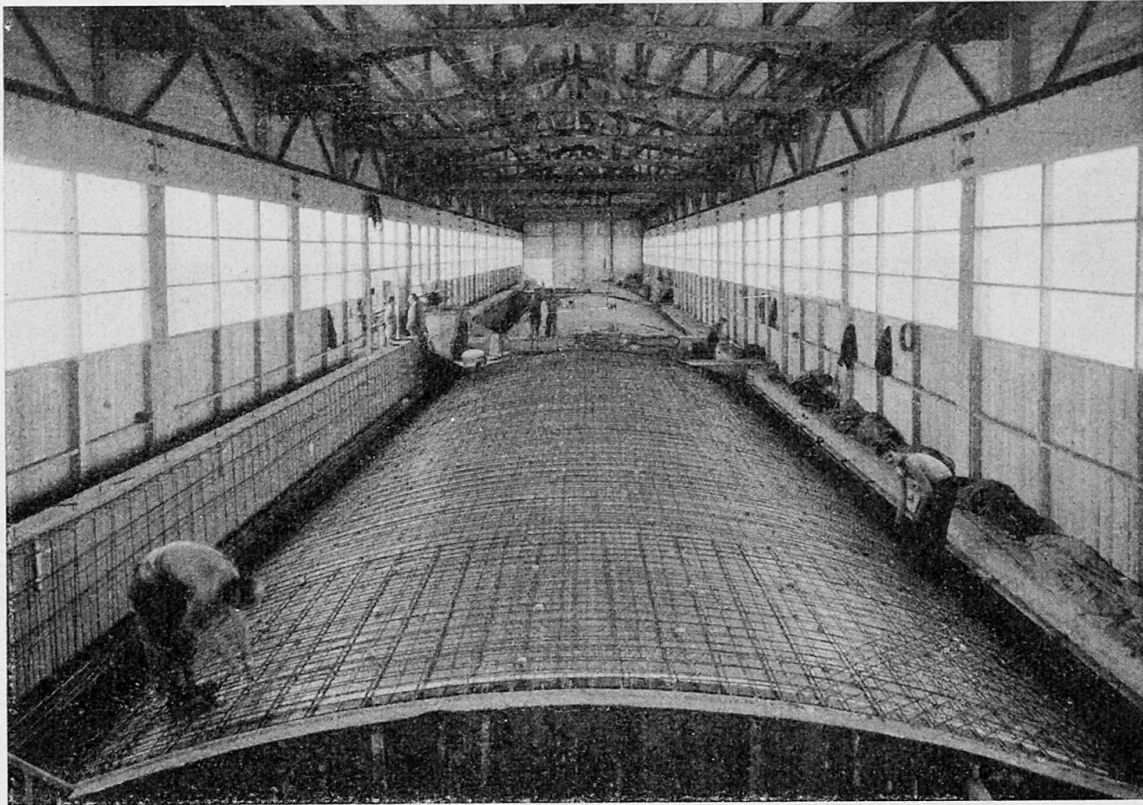


Abb. 2 - Spannbett auf der Baustelle zur Herstellung von grossformatigen Schalen-Elementen bei Birrfeld; vergleiche auch Abb. 7. Ingenieur: Emch & Berger, Bern. Unternehmer: Element AG, Veltheim AG.

Witterungseinflüssen entzogen ist und gleichzeitig eine laufende Qualitätskontrolle durchgeführt wird. Bei Anwendung von sehr leistungsfähigen, hochfrequenten Schalungsvibratoren werden dabei mittlere Würfeldruck-Festigkeiten von 600 kg/cm^2 und ein Variations-Koeffizient von 7-10% erreicht. Die Festigkeiten zur Zeit der Krafeinleitung (beim sogenannten Absenken) betragen $420\text{-}450 \text{ kg/cm}^2$. Bei temporären Vorfabrikations-Baustellen, die sich in der Nähe von Bauobjekten befinden, kann mit mittleren Würfeldruck-Festigkeiten von 450 kg/cm^2 gerechnet werden. Dazu werden hochwertige Portlandzemente mit entsprechend kurzen Abbindezeiten verwendet.

3 - Herstellung

In der Schweiz sind zwei grundsätzlich verschiedene Herstellungsarten zu beobachten: Im einen Fall wird in der Nähe des Bauobjektes eine Vorfertigung auf dem Werkplatz durchgeführt.

In der Regel werden dabei die einzelnen Elemente schlaff armiert und mittels durchgeschobener Vorspannkabel nach dem Vergiessen der Fugen

zu monolithischen Einheiten zusammengespannt. Diese Baumethode wird überall dort angewandt, wo aus bautechnischen Gründen und wirtschaftlichen Überlegungen möglichst grossen Bauteilen der Vorzug gegeben wird. Abbildung 1 zeigt ein Anwendungsbeispiel bei einem Grossbrückenbau. Demgegenüber steht nun die Vorfertigung in permanenten Werken, die



Abb. 3 - Spannbetonwerk in Avenches, mit ca. 80 m langen, permanent installierten Spannristen. Ingenieur: M. R. Ros, Zürich. Unternehmer: Stahlton-Prébéton SA, Bern.

fastdurchwegs als geschlossene Industriehallen mit einem oder mehreren auf den Werkplatz führenden Hallenkränen ausgebildet sind. Abbildung 2 zeigt ein provisorisch erstelltes Spannbetonwerk für die Herstellung von 9 m breiten Schalen-Segmenten, währenddem Abbildung 3 ein permanent angelegtes, kürzlich in Betrieb genommenes Werk wiedergibt, das als erweiterungsfähige Mehrzweck-Anlage konzipiert wurde.

Die Längen der Spannristen liegen zwischen 50 und 120 m und können teilweise sogar unterteilt werden, so dass sie, zusammen mit einer sehr beweglichen Anordnung der Verankerungskonsolen, grosse Flexibilität in der Produkt-Gestaltung zulassen.

Stahlschalungen kommen fast überall zur Verwendung, wo eine 70- bis 100-fache Wiederverwendung möglich ist. Im Falle einer normierten Profilträgerserie sind die Stahlschalungen gleichzeitig als schwingende Membran ausgebildet, die durch Aussenvibratoren angeregt wird und zur Verdichtung des trockenen Betons dient. Bei allen teuren Schalungsanlagen wird meist auch eine Dampfheizung vorgesehen, damit auch bei der Produktion vorgespannter Elemente ein täglich wiederkehrender Arbeitsrhythmus erreicht werden kann.

4 - Transport und Montage

Als Transportgeräte dienen ein- und zweiachsige Sattelschlepper mit Zugfahrzeug. Damit lassen sich Träger von 30 m Länge und bis zu 45 to Gesamtgewicht transportieren.

Zur Montage von Skelettbauten dienen in erster Linie Pneukrane, deren maximale Tragkapazität im Laufe der letzten Jahre stark angewachsen ist und zur Zeit bei ca. 60 Tonnen liegt (Abb. 7). Für Grossbauten werden die Montagegeräte oftmals abgeändert und dem speziellen Einbauvorgang angepasst (Abb. 4).

Ein der amerikanischen « Lift-Slab »-Methode entsprechendes Hebeverfahren ist von einer Schweizer Unternehmung entwickelt worden, das es erlaubt, Bauteile von mehreren hundert Tonnen Gesamtgewicht mittels simultan arbeitenden, hydraulischen Pressen zu heben. Da die Relativ-Verschiebungen der einzelnen Hebebauteile in engen Grenzen gehalten werden können, lassen sich damit auch hochgradig statisch unbestimmte Tragwerke vertikal verschieben (Abb. 5).

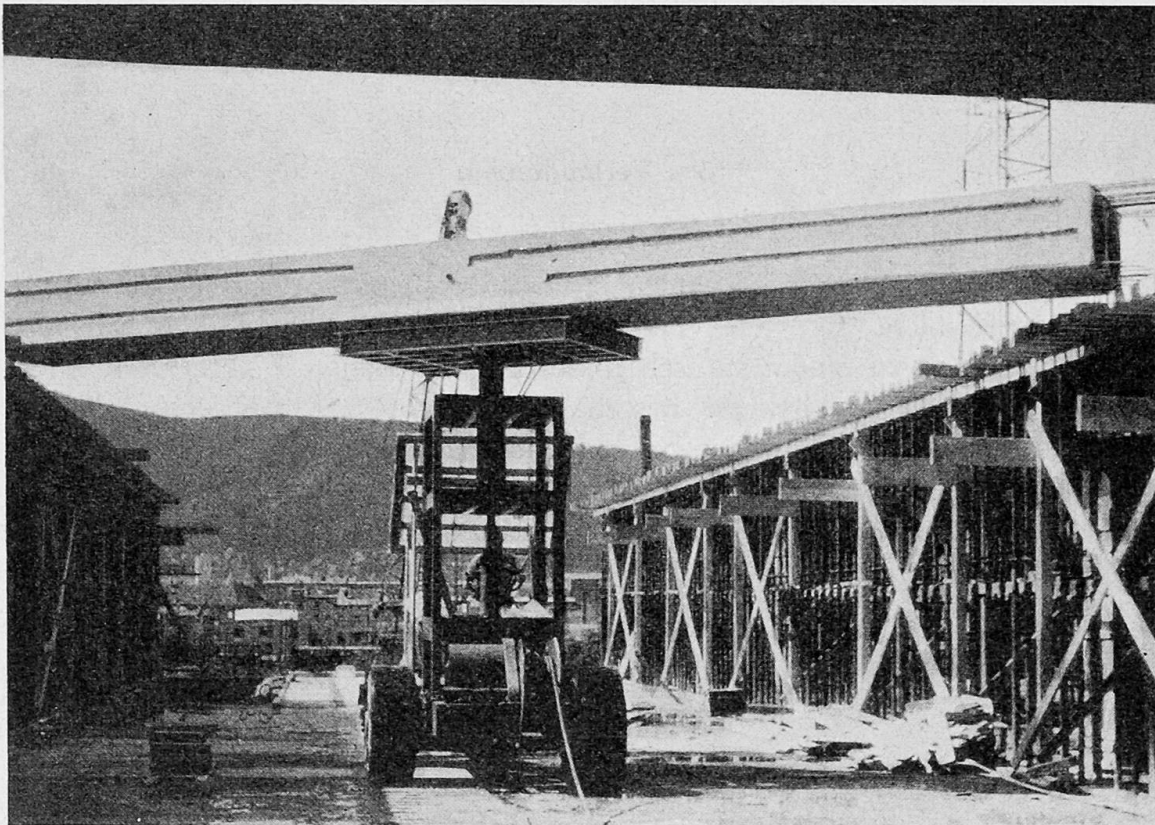


Abb. 4 - Montage von 18 to schweren Hohlplatten mit speziell angefertigtem Versetzgerät auf einer Baustelle in Herdern bei Zürich. Ingenieur: R. Henauer und J. Lee, Zürich. Unternehmer: Locher & Cie AG, Zürich.

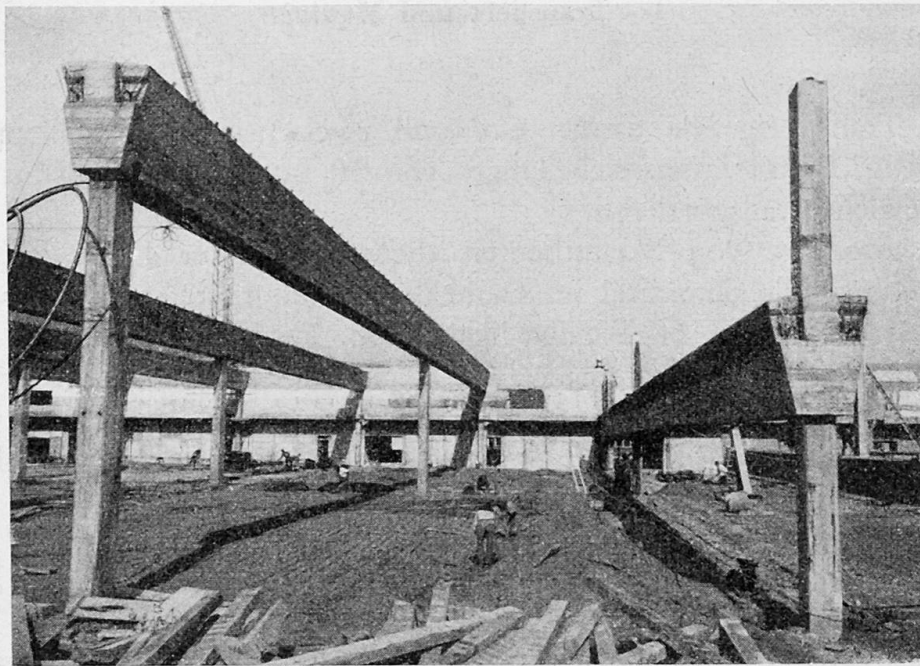


Abb. 5 - Am Boden vorgefertigte Träger von mehreren 100 to Gesamtgewicht werden mittels simultan arbeitenden hydraulischen Pressen auf provisorische Stahlstützen gehoben. Ingenieur: E. Wälli, Rorschach. Hebesystem: Hebag AG für rationelles Bauen, Tübach SG.

5 - Verbindungen

Im Gegensatz zu verschiedenen ausländischen Vorbildern werden in der Schweiz nicht so viele Tragelemente als einfache Balken gelagert, sondern vielfach zu einem statisch unbestimmten Bauwerk integriert. Diese monolithischen Verbindungen bestehen in der Regel aus einer dünnen Mörtelfuge, die mittels Vorspannung überdrückt wird, oder aus breiteren Fugen, mit überlappender, in seltenen Fällen auch geschweisster Armierung. Einfache Lagerfugen werden entweder mit einer Mörtellage gebildet oder dann mit gewebe- bzw. blechverstärkten Gummiplatten ausgeführt.

6 - Bauwerksformen

Die Vorfabrikation hat in der Schweiz auf allen Baugebieten, Brückenbau, Industriebau, Hoch- und Wohnbau, festen Fuss gefasst. Am weitesten fortgeschritten sind ohne Zweifel gewisse Ausführungen des Industriebaus, die im Rohbau in erster Linie balken- und plattenartige Elemente erfordern.

Verschiedene Vorfabrikations-Unternehmungen haben gewisse Element-Formen standardisiert. So gibt es zur Zeit bereits weitgehend normierte Serien von I-Profilen, Rechteckbalken, Balkenplatten (Double Tee), Rippenplatten (Channel Slabs), Hohlplatten, dreieckförmigen Dachbindern (vollwandige und ausgefachte) und Shedträgern. Abbildung 6 zeigt eine typische Industriehalle, bestehend aus Stützen und Balken, ausgeführt mit I-Profilträgern und dazwischengespannten Balkenplatten. Die rechteckförmigen Riegel in der Fassade sind mit längs durchgeschobenen Vorspannkabeln zusammengespannt.

Schalenförmige, vorgefabrizierte Dachaufbauten sind ebenfalls schon ausgeführt worden. Dazu zeigen Abbildungen 7 und 8 zwei extreme Varianten. Währenddem das Schalensheddach der Abbildung 7 aus monolithischen Elementen in einem Ausmass von 9×18 m Grösse besteht, ist eine ähnliche Überdachung mit einer Vielzahl von kleineren Schalen-Segmenten aus Abbildung 8 ersichtlich. Die Einzelteile werden wiederum mittels Vorspannkabeln zu einem monolithischen Tragwerk zusammengespannt.

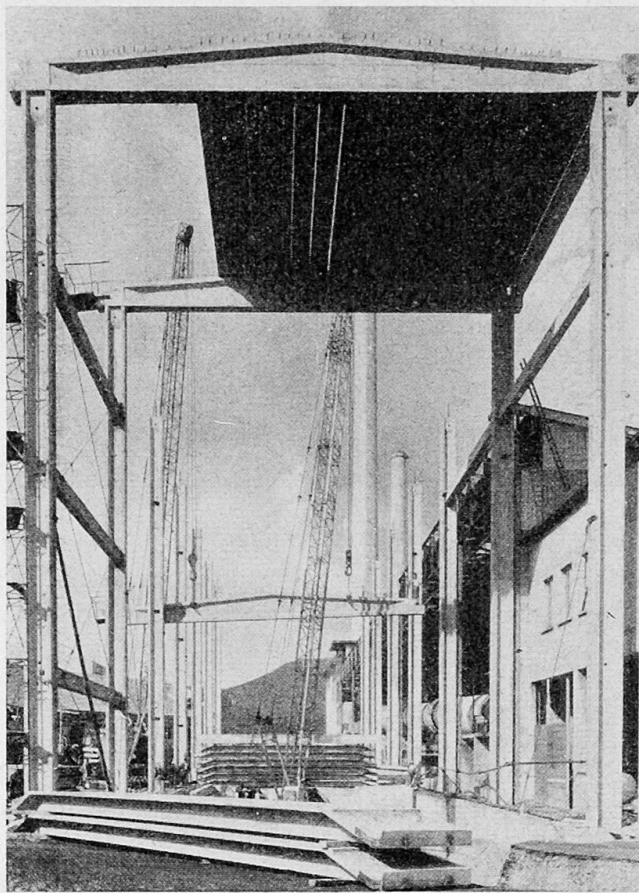


Abb. 6 - 20 m hohe Industriehalle aus vorgefabrizierten BBR-I-Profilen und Balkenplatten in Wildegg. Ingenieur: E. Schubiger, Zürich. Vorgefabrizierte Elemente: Stahlton AG, Zürich.

Auf dem Gebiet des Brückenbaus zeichnen sich zwei Tendenzen ab. Für Brücken kleinerer Spannweiten, z.B. Autobahn-Überführungen, werden im Werk vorgefertigte Tragelemente zu einem Skelett zusammengebaut und die Fahrbahn an Ort gegossen (Abb. 9).

Im Gross-Brückenbau sind fertige Hohlkasten-Elemente, wie in Abbildung 1 dargestellt, vorfabriziert und mittels Vorspannung zu einem monolithischen Brücken-Oberbau vereinigt worden, wobei durchlaufende

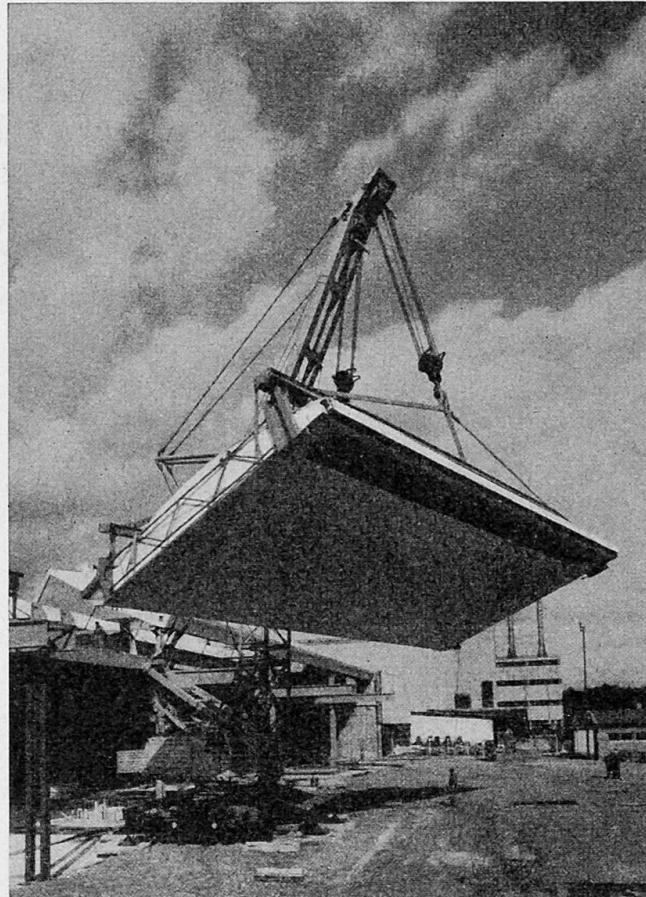


Abb. 7 - In einem Stück fabrizierte und im Spannbett vorgespannte Schalen-Segmente von 9 x 18 m werden von einem einzigen Pneukran angehoben (Baustelle Birrfeld, vergleiche auch Abb. 2). Ingenieur: Emch & Berger, Bern. Vorfabrikation: Element AG, Veltheim AG.

Brücken-Tragwerke bis zu 450 m Länge ohne Dehnfugen entstanden. In diesem Falle beschränkt sich die Anwendung des Ortsbetons auf das Vergiessen der Fugen.

Eine neue Anwendung im Brückenbau ist die in den Abbildungen 11 und 12 dargestellte Stabbogenbrücke von 90 m Spannweite. Dieser Brückenbau ist umso bemerkenswerter, als Stabbogen und Aufbau ausschliesslich aus normierten Profilträgern zusammengesetzt sind.

Eine weitere ähnliche Anwendung ist eine Hängebrücke für ein Transportband in Wildegg. Fertigelemente von nur 26 cm Höhe werden an vorgängig montierte Spannkabel gehängt und nachträglich zusammen-

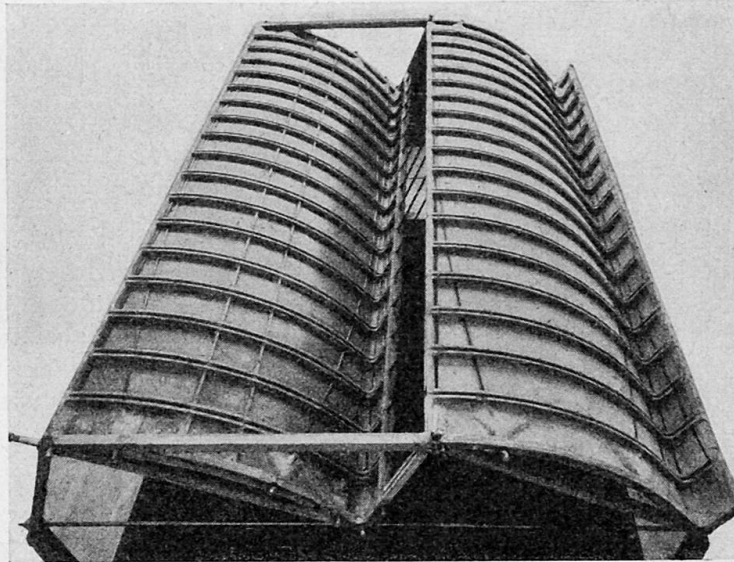


Abb. 8 - Modellversuch eines aus Segmenten zusammengesetzten Schalensheddaches für eine inzwischen ausgeführte Überbauung in Wangen bei Olten. Ingenieur: H. Hosdorf, Basel. Vorfabrikation Element AG, Veltheim AG.

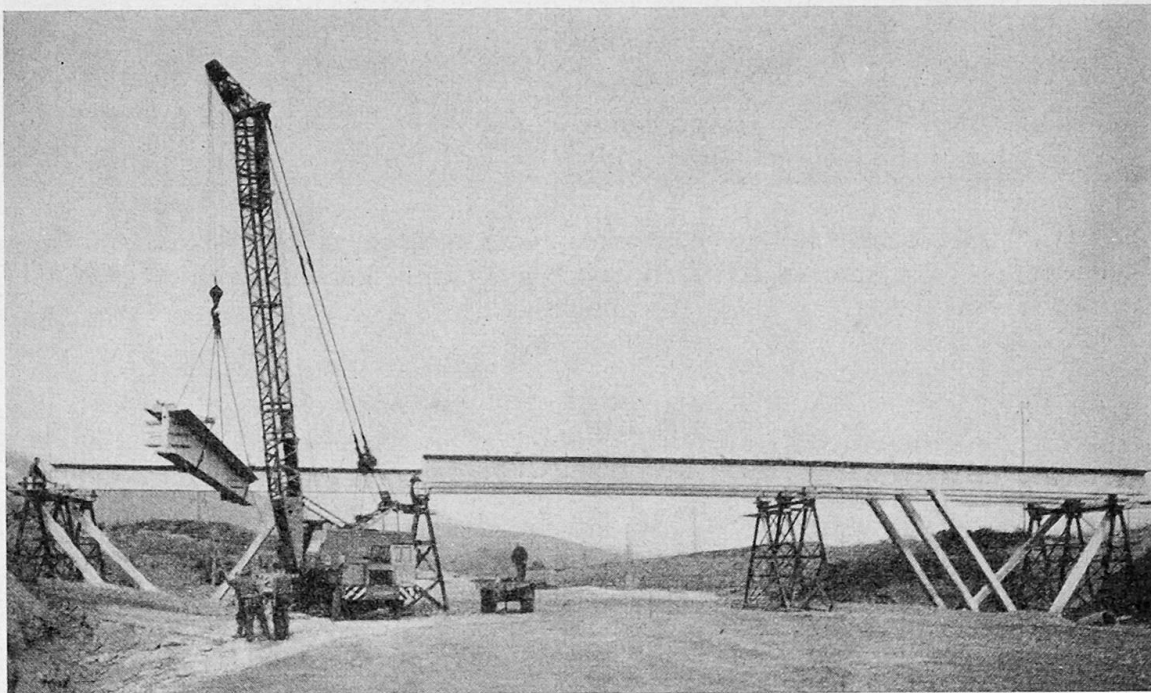


Abb. 9 - Als Überführungs-Bauwerke auf der Autobahn zwischen Genf und Lausanne sind 15 gleichartige, vorgefertigte Brücken eingebaut worden. Ingenieur: Soutter und Schalcher, Zürich. Vorfabrikation: Igéco SA, Etoy.

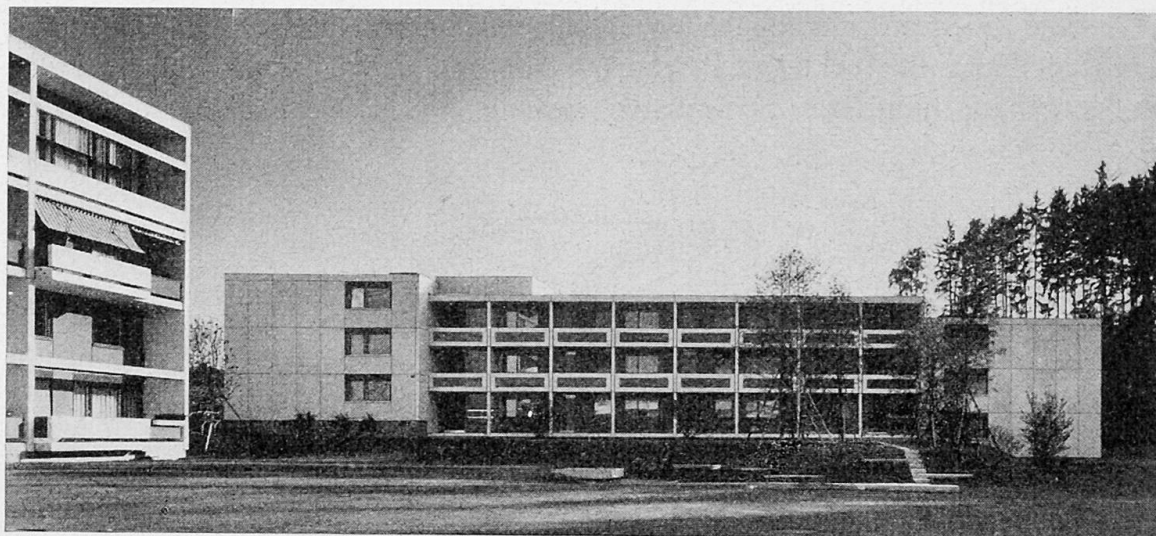


Abb. 10 - Vorfabrizierte Wohnbauten in Zollikon bei Zürich. Architekt: H. Hubacher, Zürich. Ingenieur: Weder & Prim, St. Gallen.

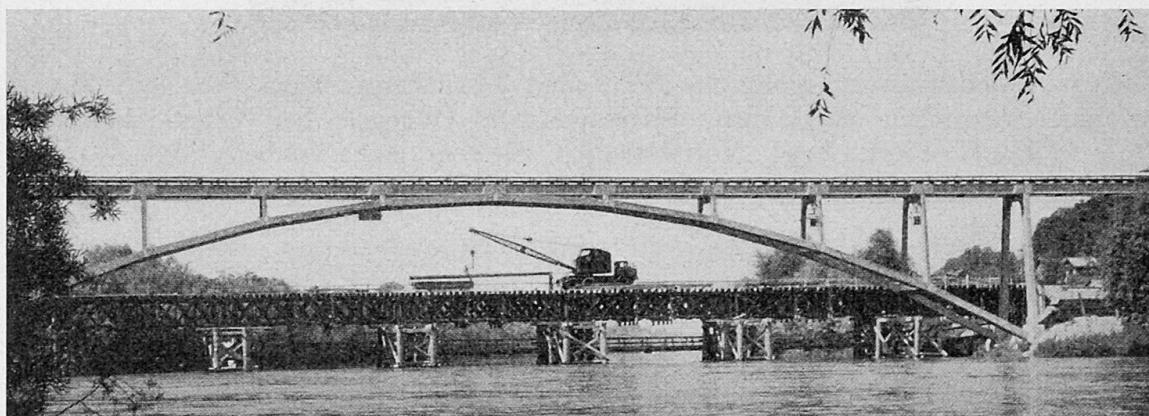


Abb. 11 - Stabbogenbrücke aus normierten, vorgefertigten BBR-I-Profilen von 90 m Spannweite über die Aare. Ingenieur: E. Schubiger, Zürich. Vorfabrikation: Stahlton AG, Zürich.

gespannt. Spannweite: 216 m, Pfeilhöhe: 15 m, Vorspannkabel: 4×300 to. Die maximalen vertikalen Deformationen können mit diesem Hängesystem auf $+ 20$ cm und $- 50$ cm beschränkt werden.

Im Wohnbau hat sich die Vorfabrikation erst in der Westschweiz in grösserem Masse durchgesetzt. Über 2'000 Wohnungen sind dort bereits ausgeführt und noch einmal so viele im Bau begriffen. In der Ostschweiz sind einige Neuschöpfungen zu verzeichnen, die sich an keine ausländische Vorbilder anlehnen und bei denen vor allem versucht wird, einen Kompromiss zwischen den Normierungs-Tendenzen und dem ausgeprägten Individualismus der Bewohner unseres Landes herzustellen (Abb. 10). Der Weg, der dabei

beschritten wird, geht vom konventionellen Wohnungsbau aus und besteht vor allem darin, dass man versucht, Wände und Decken in grossflächige, vorgefertigte Elemente aufzuteilen. Von Interesse ist auch das Preton-Verfahren, bei dem Ziegelsteine im Werk zu ganzen Wandelementen « vorgemauert » werden und in grossen Einheiten auf die Baustelle transportiert und dort als tragende Wände eingebaut werden.

7 - Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassend lassen sich bezüglich Vorfabrikation in der Schweiz folgende allgemeine Aussagen feststellen:

- a) Die Höchstgewichte der vorgefertigten Elemente steigen von Jahr zu Jahr.
- b) Die Material-Festigkeiten und insbesondere die Gleichmässigkeit der Festigkeitseigenschaften liegen bei vorgefertigten Elementen bereits wesentlich über den entsprechenden Werten von Ortsbeton-Bauteilen.
- c) Die Verbindungen sind noch wenig standardisiert, und es besteht ein Bedürfnis nach Grundlagen-Forschung auf diesem Gebiet.
- d) Die von den einzelnen Vorfabrikations-Unternehmungen entwickelten und normierten Standard-Produkte finden vor allem Anwendung bei

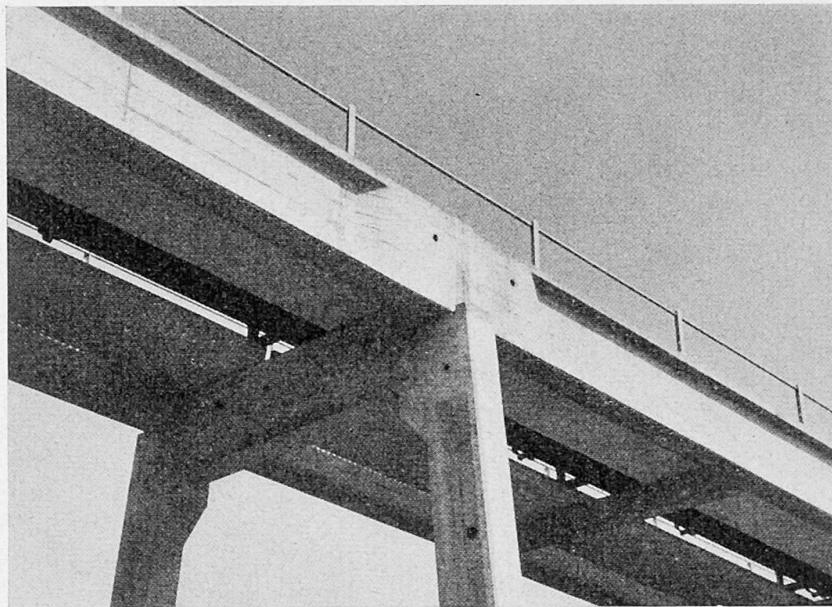


Abb. 12 - Detail der Stabbogenbrücke (Abb. 11). Deutlich erkennbar sind die profilierten Stützen und Sekundärträger. Der Querträger wurde mittels Durchschubkabeln System BBRV angeschlossen.

kleineren Bauobjekten, währenddem für sehr grosse Bauvorhaben in der Regel spezielle Formen entworfen werden.

- e) Das Bauen mit vorgefertigten Teilen erfordert von Seiten des Ingenieurs eine im Vergleich zum Ortsbeton-Bau viel konsequentere und bis in das Detail gehende Planung.
- f) Die Vorgefertigungs-Bauweise hat sich bis dahin ohne Rückschläge gut eingeführt. Der Anteil dieser Bauweise am gesamten Bauvolumen ist derzeit noch klein, dürfte aber in den kommenden Jahren grösser werden.

Vorläufig bestehen noch keine verbindlichen Normen und Vorschriften für die Vorgefertigungs-Bauweise.