

Der vorgefertigte Betonbalken

Autor(en): **[s.n.]**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Cementbulletin**

Band (Jahr): **22-23 (1954-1955)**

Heft 18

PDF erstellt am: **10.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-153324>

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.

CEMENTBULLETIN

JUNI 1955

JAHRGANG 23

NUMMER 18

Der vofabrizierte Betonbalken

Der Balken und sein Kräftespiel. Die Entwicklung, Herstellung und Verwendung des Betonbalkens.

Der Balken ist ein grundlegendes Bauelement, das seit jeher in waagrechter oder allenfalls schiefer Lage zu überbrückenden Anwendungen gelangte. Wie diese ursprüngliche Aufgabe des Balkens unverändert blieb, so sind auch die daraus entspringenden Baumethoden im grossen gesehen weitgehend gleich geblieben. Um so mehr ist aber, als Folge der verschiedenen Materialeigenschaften, im einzelnen eine Entwicklung der äusseren und inneren Durchbildung der Balkentypen eingetreten. Holz, Stahl und Beton, die drei hauptsächlichsten Baumaterialien, haben ihre eigenen Möglichkeiten und Lösungen, welche zum Teil längst ausgeschöpft, zum Teil noch in ständiger Weiterentwicklung sind. Wie sehr die Materialfrage im Bauwesen eine Rolle spielt, kann am Beispiel des elementaren Balkens eindrücklich ersehen werden. Es soll hier aber nur, nach einer orientierenden Betrachtung des Kräftespiels am Balken, auf die diesbezügliche Anwendung des Eisenbetons eingetreten werden.

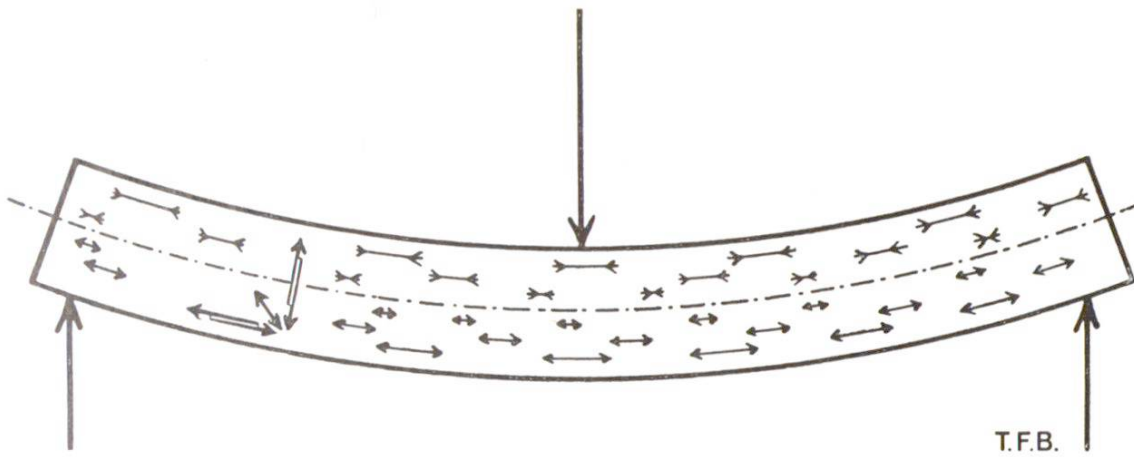


Abb. 1 Im belasteten Balken entstehen infolge der Durchbiegung im oberen Teil Druck-, im unteren Zugspannungen. Diese werden als Normalspannungen bezeichnet. Ferner sind senkrechte und waagrechte Schubspannungen wirksam, welche im linken Teil des Balkens angedeutet sind

Der **belastete Balken** erfährt eine Durchbiegung nach unten, wobei sich die obere Schicht verkürzt, die untere verlängert (Abb. 1). Es entstehen somit im **oberen Teil Druck-** und im **unteren Zugspannungen**, deren Grössen proportional zu den Formveränderungen sind (Proportionalitätsfaktor = Elastizitätsmodul, s. CB 1954/1).

Die Grenze zwischen Druck- und Zugzone bildet die sog. **Nulllinie** (eigentlich Nullschicht). Von ihr aus nehmen Druck- und Zugkräfte gleichmässig zu und erreichen an der Ober- bzw. Unterseite die höchsten Werte (Abb. 2). Die Lage der Nulllinie, durch den Abstand x bestimmt, wird durch die Belastung nicht beeinflusst und hängt einzig von den Abmessungen des Querschnittes und von der Stärke eventueller Bewehrungen ab.

Die Summen der Druck- und Zugkräfte über und unter der Nulllinie sind gleich ($D = Z$) und bilden als Kräftepaar mit dem Abstand $(h - \frac{x}{3})$ ein inneres Moment $D \times (h - \frac{x}{3})$ (Moment = Kraft \times Hebelarm), welches mit dem auf den Querschnitt durch die Belastung wirkenden Biege- oder Feldmoment im Gleich-

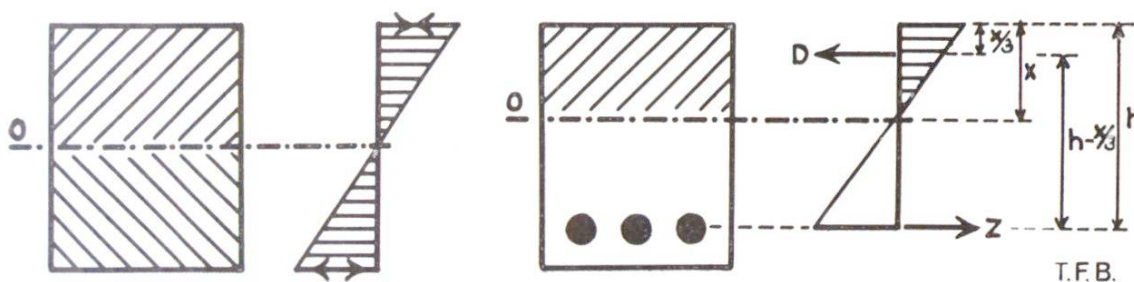


Abb. 2 Balkenquerschnitte mit den zugehörigen Spannungsdiagrammen. Links einfaches Beispiel aus homogenem Material, rechts Eisenbetonbalken, bei dem die gesamten inneren Zugkräfte durch den Eisenquerschnitt aufgenommen werden. O = Nulllinie, D = Summe aller Betondruckkräfte, greift im Schwerpunkt des Spannungsdreiecks an ($x/3$). Z = Summe aller Zugkräfte, greift im Schwerpunkt des Eisenquerschnitts an. x = Abstand der Nulllinie. h = statisch wirksame Balkenhöhe



Abb. 3 Kleine Brücke aus vorfabrizierten Betonbalken. Spannweite 13 m

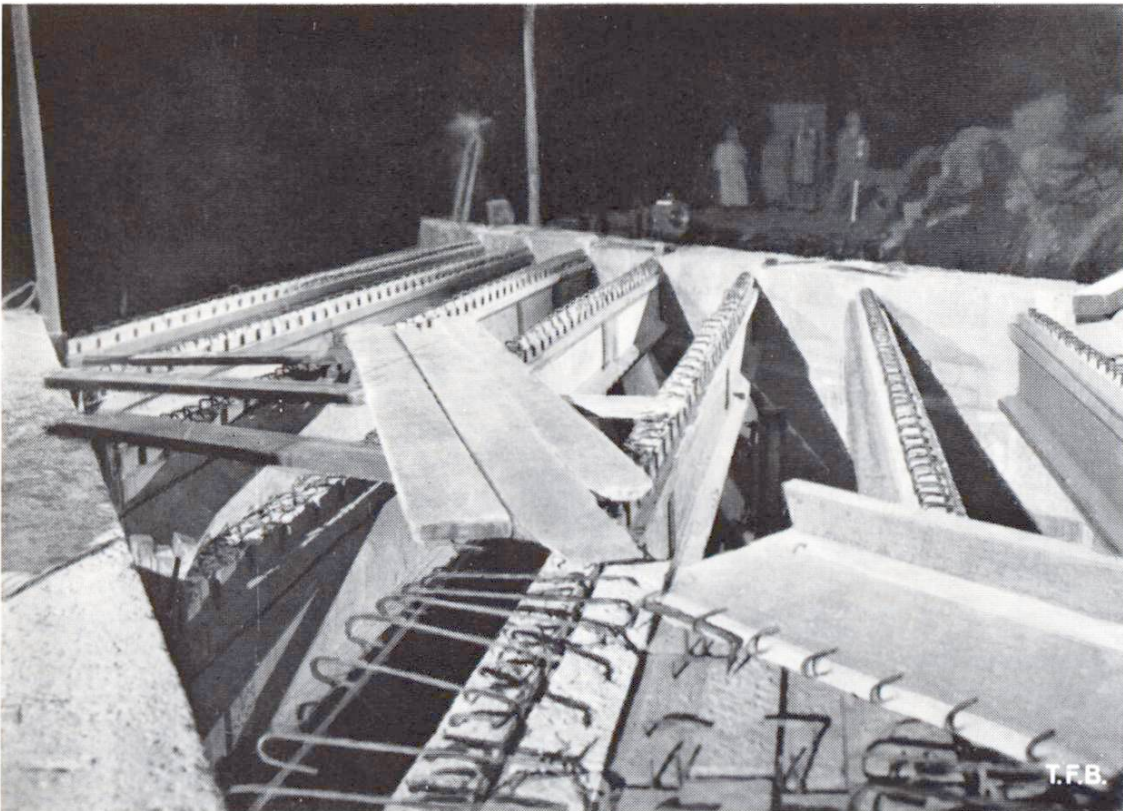


Abb. 4 Einbau bei Nacht von vorfabrizierten vorgespannten Trägern für eine Brücke an der Axenstrasse

4 gewicht steht. Müssen in einem belasteten Balken die wirksamen Gegenkräfte oder die daraus entstehenden Zug- und Druckspannungen in bestimmten Grenzen gehalten werden (zulässige Spannungen), so ist bei gegebener Balkenbreite die wirksame Höhe ($h - \frac{x}{3}$), mit anderen Worten die Balkenhöhe, entsprechend zu bemessen (Bestimmung des Balkenquerschnittes).

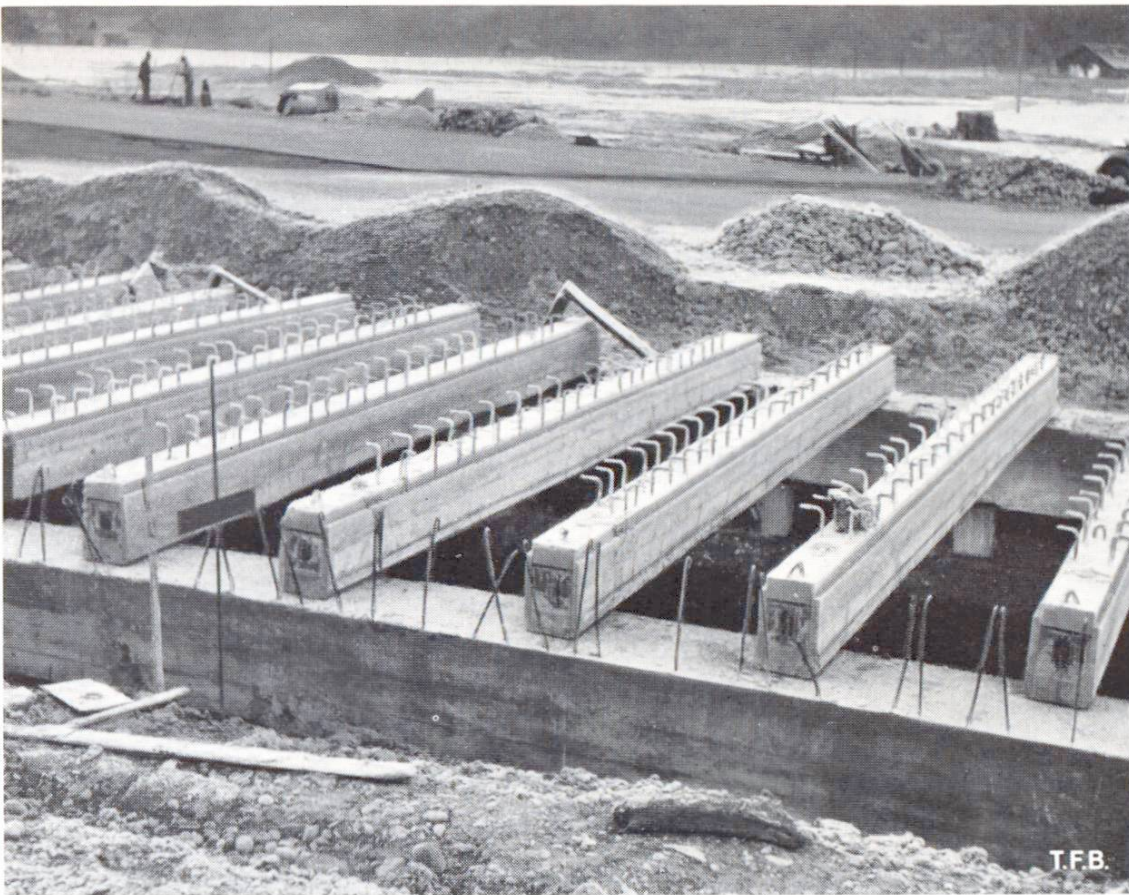
Neben den Normalspannungen treten im Balken auch senkrechte und waagrechte **Schubspannungen** auf. Diese entstehen, weil jeder senkrechte Betonquerschnitt sich vom nächst nahen abscheren oder abschieben möchte (durch die Querkraft) und weil jede horizontale Betonschicht eine andere, grössere oder kleinere, Spannung besitzt und deshalb das Bestreben hat, sich gegenüber der nächst unteren oder oberen zu verschieben. Die senkrechten und waagrecht Schubspannungen sind paarweise gleich gross und hängen von der Querkraft und der Querschnittsfläche ab. Aus ihnen errechnen sich die **Schubkräfte**, welche als Resultierende die **Hauptzugkraft** ergeben, die in einem Winkel von 45° gegen die Balkenmitte zu schräg nach unten wirkt. Die Hauptzugkräfte erreichen gegen die Balkenaufleger hin ihre höchsten Werte und werden dort durch aufgebogene Eisen aufgenommen.

In den meisten Fällen werden die Balken als frei beweglich lagernd angenommen. Bei **Einspannung** in der Mauer, die auch unbeabsichtigt erfolgen kann, entstehen an den Balkenenden dem Feldmoment entgegengesetzte Einspannmomente. Dies hat zur Folge, dass die normalen Zugkräfte gegen die Auflager hin an die obere Balkenseite wechseln, die Druckkräfte an die untere.

Das Spiel der Druck- und Zugkräfte kann im Eisenbeton eine fast vollkommene Berücksichtigung finden. **Druckfester Beton** und **zugfester Stahl** teilen sich in die Aufgabe, die entsprechenden Spannungen aufzunehmen und bilden so eine **funktionelle Gemeinschaft**.

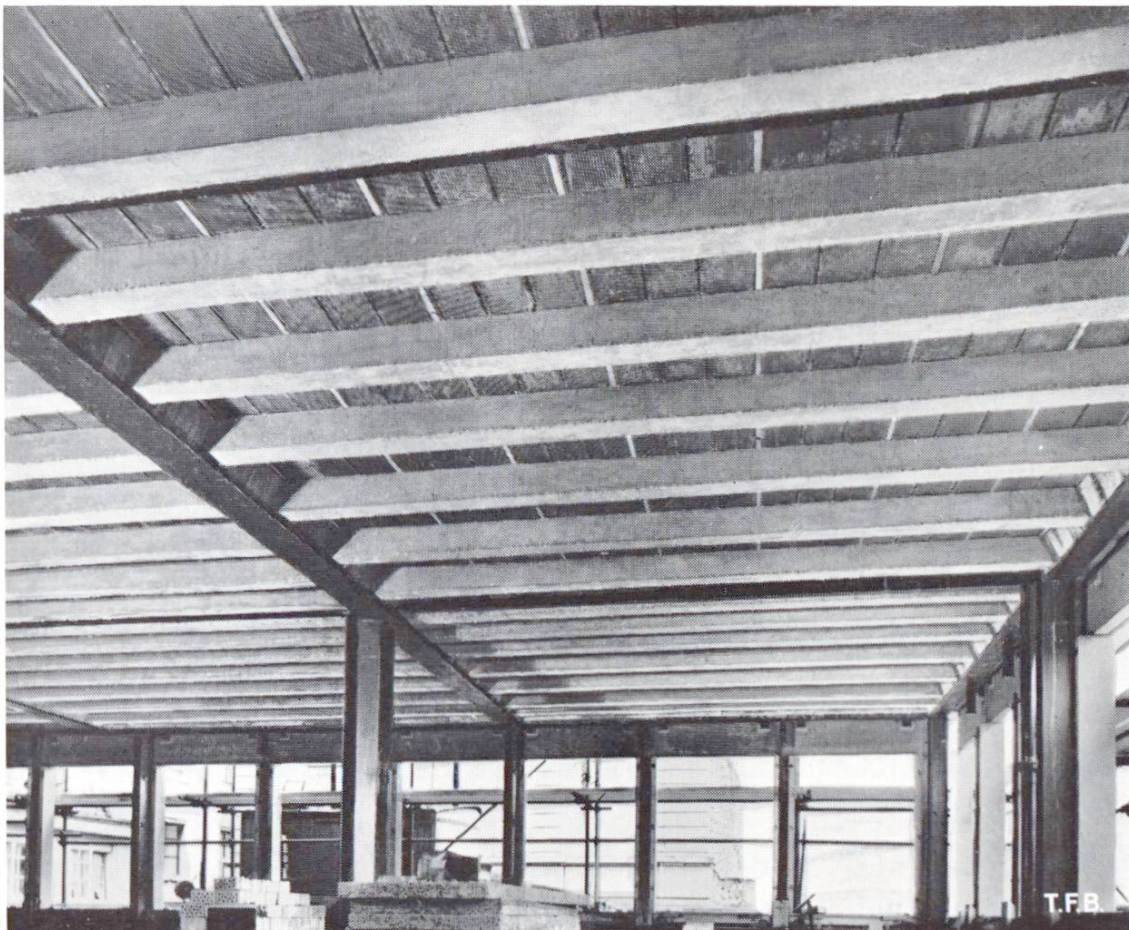
Wie jeder Materialkombination, liegt auch dem Eisenbeton ein Formreichtum zu Grunde, welche dessen Entwicklung noch lange nicht zum Abschluss kommen liess. Dies gilt auch für den Betonbalken. Immer wieder werden neue Formen und technische Anwendungen erdnen und ausprobiert.

Der Betonbalken muss hohen Anforderungen, besonders bezüglich der Tragfähigkeit und Sicherheit, genügen. Dies und die grossen Stückzahlen sind die Gründe dafür, die **Herstellung mit Vorteil serienmässig** in einem Betrieb mit permanenten Einrichtungen und eingeübten Arbeitskräften vorzunehmen. Alle schein-



T.F.B.

Abb. 5 Bachüberdeckung mit vorfabrizierten vorgespannten Betonbalken. Spannweite 6 m



T.F.B.

Abb. 6 Deckenkonstruktion aus vorfabrizierten vorgespannten Betonbalken mit dazwischen verlegten Tonhourdis und Überbeton. Nutzlast 500 kg/m², Spannweite 4,5–7,5 m

6 baren Zufälligkeiten, welche die Festigkeit des Eisenbetons beeinflussen, können dabei durch geeignete **Fabrikationskontrollen** ausgeschlossen werden.

Schwere Balken und grössere Tragelemente werden meistens bei der Baustelle selbst in geeigneter Lage vorfabriziert, wobei, abgesehen von den geringen Schalungskosten, das sorgfältige Einlegen der Bewehrung, die gründliche Verdichtung des Betons und die gute Nachbehandlung viel besser gewährleistet wird als bei reiner Ortsbetonausführung.

Die **werkmässige Herstellung** der Balken geschieht in liegenden Formen aus Stahl oder Holz meistens im Stampf- oder Vibrationsverfahren, seltener nach der Wickel- oder Schleudermethode.

Die **Eisenarmierung** muss den oben geschilderten Spannungsverhältnissen im Balken voll Rechnung tragen. Sie werden in berechneten Dimensionierungen entlang den Zugzonen gelegt. Dementsprechend sind in der Balkenmitte die Bewehrungen dicht innerhalb der Balkenunterseite zu finden, während gegen die Auflager zu $\frac{1}{3}$ oder $\frac{2}{3}$ der Eisen nach bestimmten Regeln abgebogen und an die Oberseite geführt werden. Bügel, über die ganze Länge verteilt, übernehmen einen Teil der Schubspannungen. Um eine Beschädigung während des Transports und der Montage zu vermeiden, sind die Balken auch in der Druckzone zu armieren. Da es vorkommen kann, dass vorfabrizierte Betonbalken auf dem Bau verkehrt eingesetzt werden, sollen deren Ober- oder Unterseite eine entsprechende Anschrift tragen.

Selbstverständlich können für die Balkenfabrikation nur **fadellose Betonmischungen** Verwendung finden, welche, mit einem Cementgehalt von mindestens 300 kg/m^3 und einem möglichst geringen Wasser-Cementfaktor, hohe Festigkeiten ergeben. Die Betriebserfahrungen und Kontrollen müssen sich u. a. aber auch auf die Auswahl der Zuschlagstoffe, die Kornabstufung, die Verdichtung und die Nachbehandlung beziehen, um eine gleichmässig hohe Betonqualität sicherzustellen.

Für **vorgespannte Betonbalken** wirken sich die Vorteile der werkmässigen, präzisen Herstellung besonders aus, indem hierbei höher differenzierte Verfahren eine feinere technische Durchbildung ermöglichen und erfordern. Grundsätzlich lassen sich für die Balkenfabrikation zwei Arten von Vorspannverfahren unterscheiden: solche mit und solche ohne besondere Verankerung der Spannbewehrung. Bei den ersteren wird die Zugarmierung be-

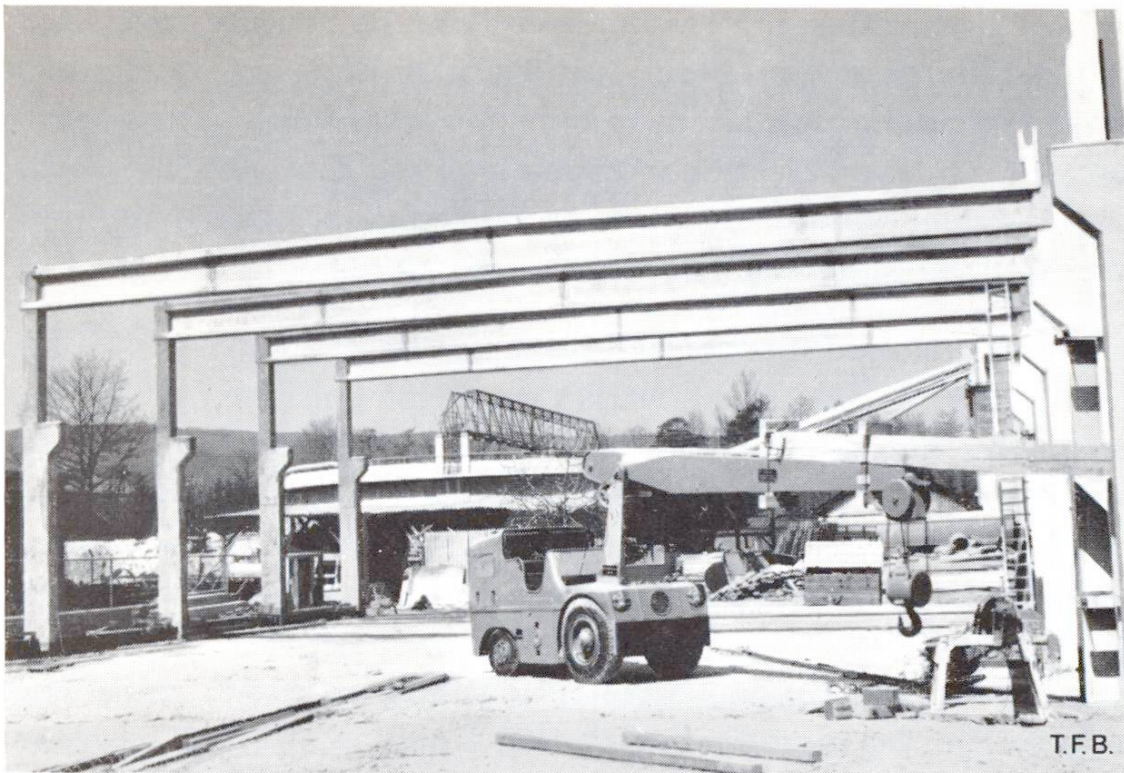


Abb. 7 Vorgespannte Dachbinder für Magazinbau. Gewicht 6,8 t, Spannweite 17 m

weglich einbetoniert und erst nach erfolgter Erhärtung unter Spannung versetzt, während bei der anderen Herstellungsweise relativ dünne Stahlsaiten in gespanntem Zustande durch den Beton umgossen werden (Stahlsaitenbeton, s. CB 1942/6). Die Haftfestigkeit des Betons an diesen Drähten ist stark genug, um deren Spannung zu erhalten und auf den Druckkörper zu übertragen. Es ist somit auch möglich, derartig hergestellte Balken nachträglich in ihrer Länge beliebig zu unterteilen. Stahlsaitenbeton eignet sich auch für die Erzeugung von Hohlbalken im Schleuderverfahren. Bezüglich des Druckkörpers besteht neben dem rein gegossenen Beton auch noch die Möglichkeit durch Zusammenspannen aneinandergereihter Beton- oder Tonsteine Balkenelemente zu formen. Die Hohlräume mit der Spannbewehrung können nachträglich mit feinem Beton ausgefüllt werden.

Vorfabrizierte Betonbalken finden bei allen Fällen von kürzeren Überbrückungen, wie Decken, Fensterstürze, Dachstühle, Übergänge u. a. Verwendung. Ihr Vorteil besteht hauptsächlich in ihrer Beständigkeit und erhöhten Feuersicherheit. Gegenüber der Betonmassivdecke bietet der Betonbalken den Vorzug der raschen Montage und der Ersparnis an Schalungsmaterial. Deshalb sind die verschiedenen **Deckenkonstruktionen** mit Betonbalken sehr zahlreich und, auch bezüglich Wärme- und Schallisolation, erschöpfend durchgebildet. Auch im Bauelement des Fenstersturzes hat

8 sich dem vorgefabrizierten Betonbalken ein Anwendungsgebiet eröffnet, in welchem er seine verschiedensten Formen und Möglichkeiten spielen lassen kann. Es handelt sich hier vor allem darum, die Probleme, welche sich aus den Unterschieden zwischen Ziegelmauerwerk und Fenstersturz ergeben, günstigen Lösungen entgegen zu führen.

Die **Dachtragwerke** sind ein neueres Gebiet für die Anwendung des Betonbalkens. Bisher scheinen sie sich aber in dieser Art noch auf grössere Bauwerke zu beschränken, da die Schalungen für die Vorfabrikation durch eine grosse Stückzahl ausgenutzt werden müssen. Die Weiterentwicklung ist aber darauf gerichtet, die Schwierigkeiten der Ablängung und Verbindung zu überwinden, um auch die Dachstühle kleinerer Bauten auf einfache Weise mit Betonbalken zusammensetzen zu können.

Die Vorfabrikation in unmittelbarer Nähe der Baustelle erfolgt, wie schon angeführt, vor allem für schwere Balkenelemente. Es gibt viele aktuelle Beispiele dafür, wie in dieser Art hergestellte vorgespannte Balken ähnlich dem Stahlbau nachträglich zu grösseren Brücken montiert wurden.

Literaturangaben:

Probst, Handbuch der Betonindustrie.

Hoyer, Der Stahlsaitenbeton.

Kersten-Dedering, Brücken in Stahlbeton. Bd. I, 217 (1953).

Ann. Inst. du Bâtiment et Trav. Publ., No. 86, 206 (1955).

Cementbulletins 1942/6, 1944/8, 1946/4, 1947/13.

Zu jeder weiteren Auskunft steht zur Verfügung die

TECHNISCHE FORSCHUNGS- UND BERATUNGSSTELLE DER E. G. PORTLAND
WILDEGG, Telephon (064) 8 43 71