

**Zeitschrift:** IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH  
Kongressbericht

**Band:** 6 (1960)

**Rubrik:** Va. Connection methods

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 16.01.2026

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

## V a l

### **Assemblages des éléments dans les constructions composées préfabriquées**

*Verbindung der Konstruktionsteile bei zusammengesetzten vorfabrizierten Bauten*

*The Joining of Structural Members in Composite Prefabricated Structures*

**C. FERNANDEZ CASADO**

Dr. Ing., Prof.

Ingénieurs Conseils Huarte & Cie., Madrid

**L. HUARTE GOÑI**

Dans la construction des bâtiments industriels, dès l'année 1945, nous avons utilisé la préfabrication sur une grande échelle, ceci généralement pour les éléments de la couverture; nous avons parfois étendu la méthode à toute la superstructure. La plus importante de ces applications a été le hall de laminage de la «Siderúrgica de Avilés» (*Ensidesa*) dont la surface horizontale couverte atteint 135 300 m<sup>2</sup>. La préfabrication a été appliquée à tous les éléments de la couverture et à la plupart des poutres, en particulier aux voies des ponts roulants lourds. L'installation d'un chantier de préfabrication sur place s'imposa; cette installation provisoire est l'une des plus importantes jamais réalisées (fig. 1, 2 et 3); elle n'a été dépassée qu'au chantier du pont de Pontchartrain et peut-être de quelque autre pont. La surface totale s'élevait à 4200 m<sup>2</sup>, avec deux sections, l'une pour les dalles, l'autre pour les poutres, et en plus l'installation centrale pour la préparation du béton. On a fabriqué 3920 poutres de couverture de 13 m de portée moyenne, 24 000 dalles et 600 grandes poutres pour voies de roulement. Le béton a été coulé sous vide et vibré.

#### **Poutres — Assemblages entre éléments préfabriqués et éléments coulés sur place**

L'assemblage des éléments préfabriqués, entre eux et aux éléments coulés sur place, a été réalisé de diverses manières au cours du temps. Nous allons décrire ci-dessous en détail les systèmes qui nous paraissent les plus avantageux.

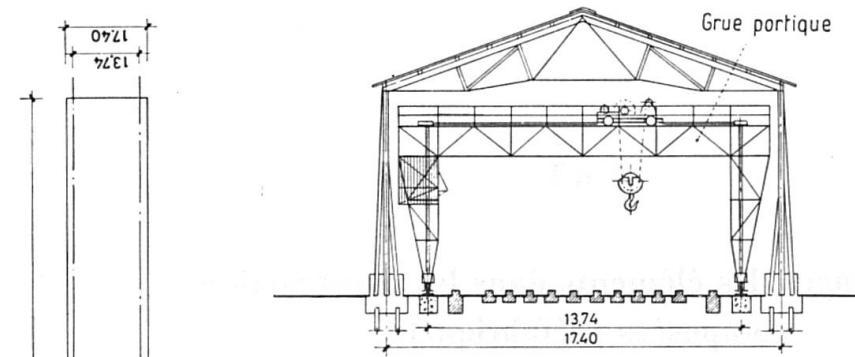


Fig. 1. Chantier de préfabrication du hall de laminage de *Ensidesa* (Avilés).

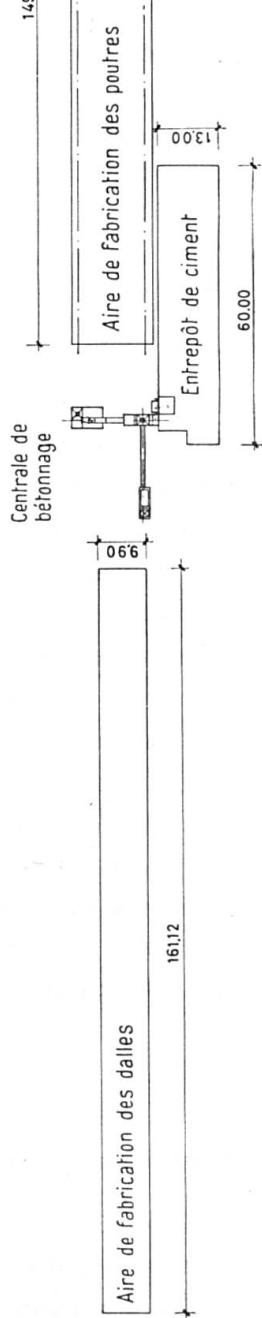


Fig. 2. Aire de fabrication des dalles.

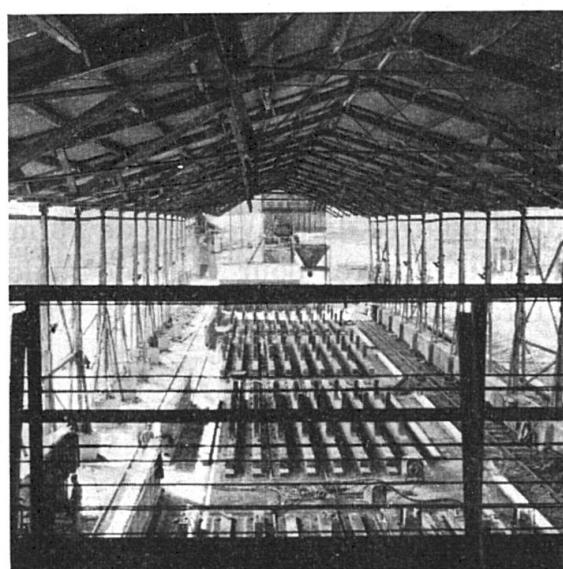


Fig. 3. Aire de fabrication des poutres.

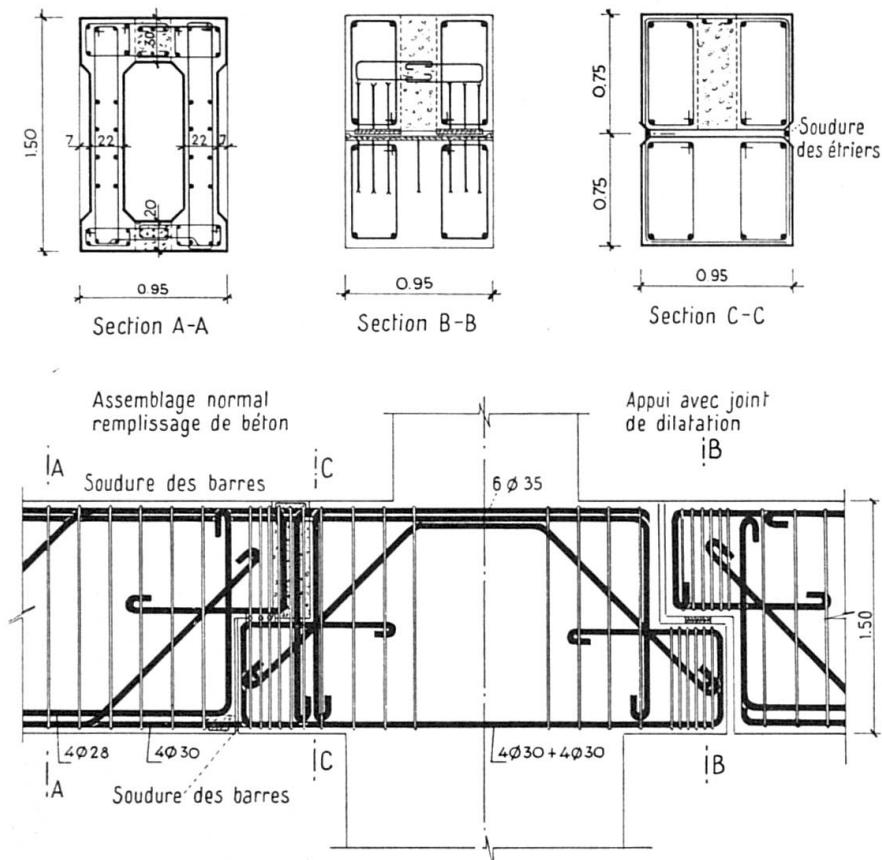


Fig. 4. Assemblage de poutres préfabriquées avec des consoles coulées sur place — *Ensidesa* (Avilés).



Fig. 5. Assemblage de poutres préfabriquées avec des consoles coulées sur place.

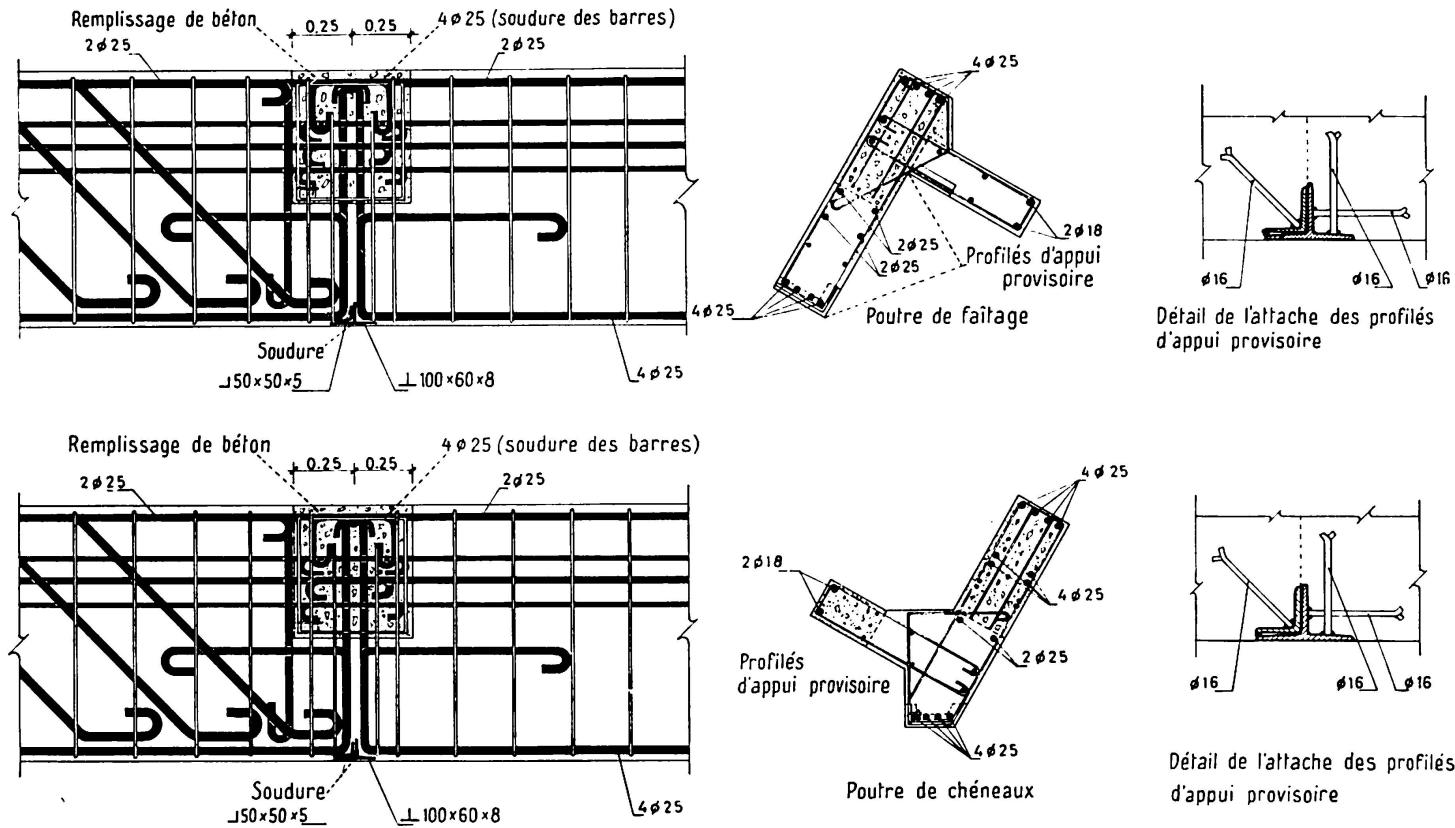


Fig. 6. Assemblage des éléments d'une poutre préfabriquée Atelier de Metalurgica Santa Ana (Linares).

La fig. 4 montre le système choisi pour les voies de roulement du hall de laminage de *Ensidesa*. Les ponts roulants ont une portée de 30 m environ et des charges utiles de 25 t à 120 t. Les voies ont des portées variant de 12 à 15 m, selon l'écartement des piliers dans les diverses zones. La partie préfabriquée s'étend sur environ  $\frac{3}{5}$  de la portée; le reste a été coulé sur place, en utilisant les échafaudages employés pour la construction des piliers, qui étaient de grande hauteur et de forte section. Tous les éléments prémolés avaient la même longueur; les différences dans l'écartement des piliers étaient absorbées par les consoles construites sur place.

Afin d'utiliser toujours les mêmes éléments de coffrage, qui étaient métalliques et fort compliqués pour l'application du vide, on a choisi la même section double T pour toutes les poutres, en faisant varier les armatures. Pour les ponts roulants de 100 t et plus, cependant, on ne préfabriqua pas les membrures supérieures; elles furent coulées sur place, de façon à former des poutres jumelées. Comme on le voit dans la fig. 4, l'assemblage se faisait par appui direct de la poutre sur les consoles, disposition très favorable pour la transmission des surcharges. Les armatures longitudinales supérieures et inférieures sont soudées pour résister aux tractions et les joints sont remplis par des injections de mortier, destinées à assurer le monolithisme et à protéger l'acier contre la corrosion. Les halls sont pourvus de joints de dilatation, disposés précisément à l'une des extrémités de la poutre préfabriquée, en introduisant entre les éléments un jeu de plaques de glissement et en laissant vides les espaces verticaux. De cette façon, on a pu éviter de prévoir des piliers doubles (fig. 5).

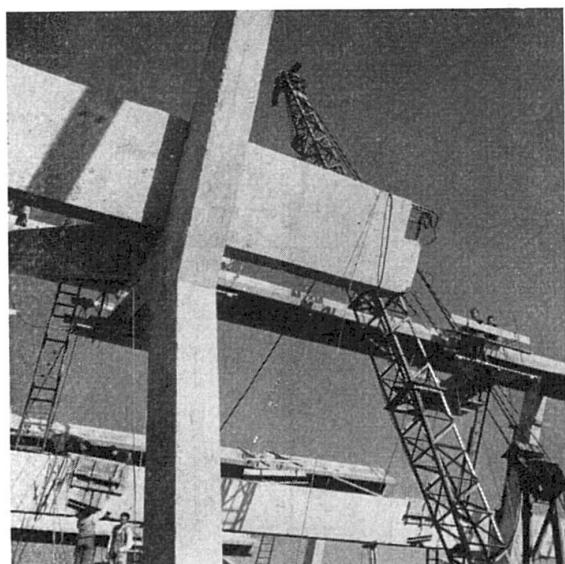


Fig. 7.

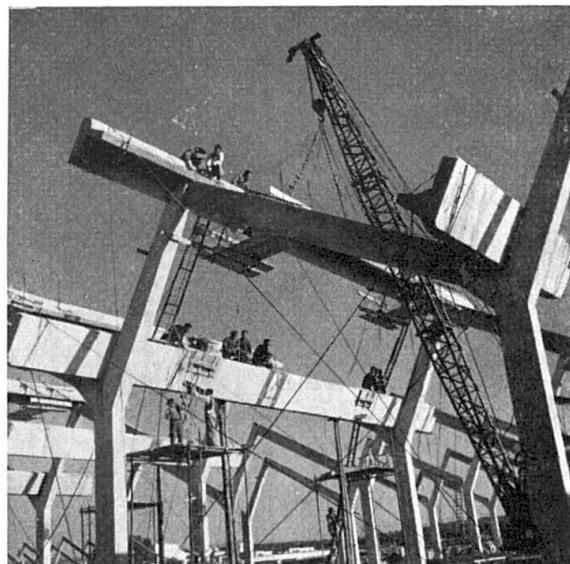


Fig. 8.

Assemblage des éléments d'une poutre préfabriquée.

### Poutres — Assemblages entre éléments préfabriqués

Dans un atelier pour la fabrication de tracteurs (Metalurgica Santana, Linares), toute la construction était préfabriquée; il y avait deux poutres principales opposées qui formaient l'une le faîte et l'autre le chéneau des sheds. Les poutres sont préfabriquées en deux éléments: des poutres intermédiaires, d'une part, correspondant à la distance entre les points à moment nul sous le poids propre, et travaillant comme simplement appuyées dans les zones centrales; des consoles doubles en porte-à-faux de chaque côté des piliers d'autre part. Les poutres des faîtages et des chéneaux ont des sections en *L*, avec de légères modifications pour s'adapter aux particularités de leur fonction respective. L'assemblage se faisait par appui initial direct sur des profilés, soudure des barres longitudinales et remplissage des joints avec du béton coulé sur place (fig. 6). On montait en premier lieu les éléments de la double

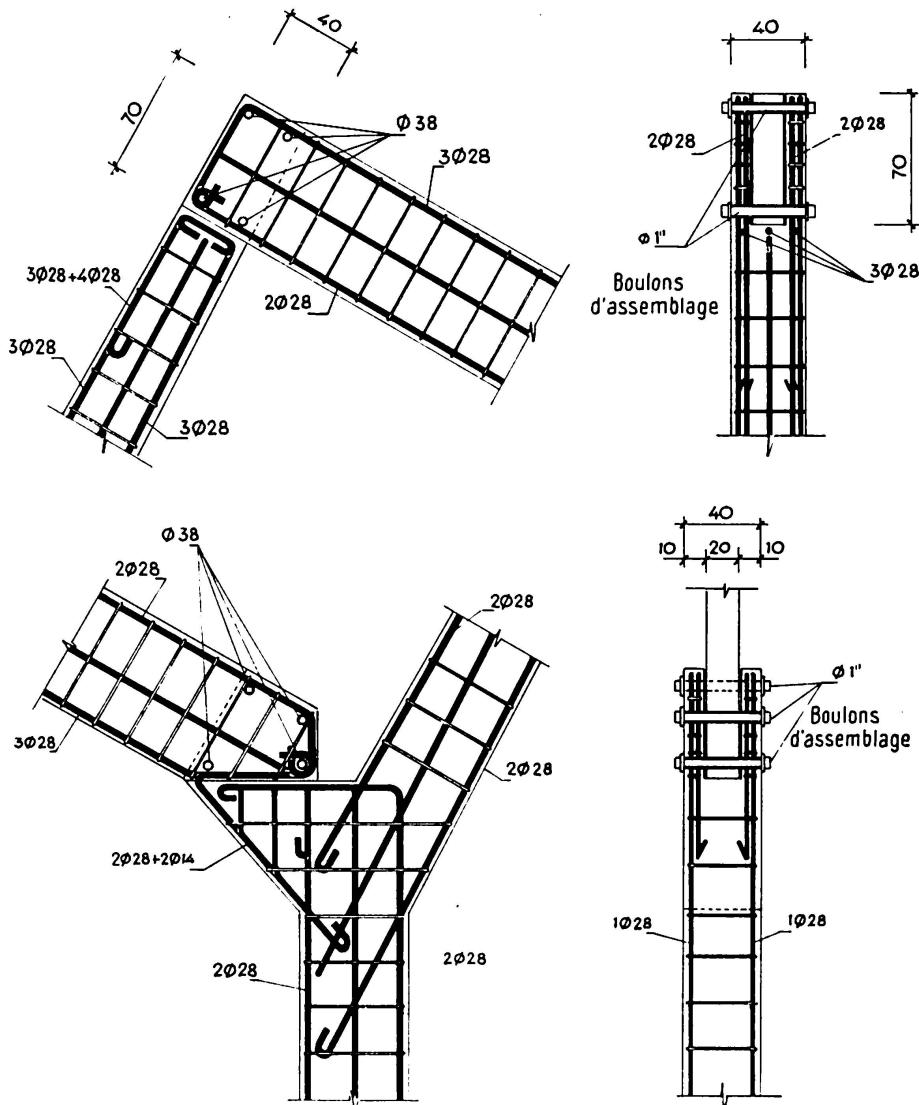


Fig. 9. Système d'assemblage entre poutre inclinée et montant.

console qui étaient solidarisés avec les piliers au moyen de boulons et hau-banés d'un côté à l'aide de câbles ancrés dans la fondation des piliers. On plaçait ensuite l'élément intermédiaire qui venait s'appuyer de l'autre côté (fig. 7 et 8).

### Assemblages de poutres et de montants dans les portiques

La figure 9 représente un système d'assemblage entre les poutres inclinées et les montants dans les portiques de halles en shed. Le montant se prolonge dans la pièce inclinée du vitrage. L'assemblage se fait en introduisant la poutre inclinée dans la fourche située à l'extrémité du montant; l'assemblage est renforcé par des boulons. On évite ainsi de souder et de couler du béton sur place. Les différents portiques sont reliés par la poutre de chéneau, fabriquée d'une seule pièce (fig. 10).

### Appuis des poutres sur les fermes et les arcs

Une des conditions fondamentales du montage des éléments préfabriqués est d'assurer à tout moment la solidarité transversale de l'ensemble. Une des causes des catastrophes survenues dans quelques constructions est d'avoir négligé cette précaution. Il est nécessaire de prévoir des éléments longitudinaux convenables, pour assurer la solidarité des éléments principaux de la toiture, des fermes ou des arcs. Il suffit en général de disposer des poutres d'entretoise-

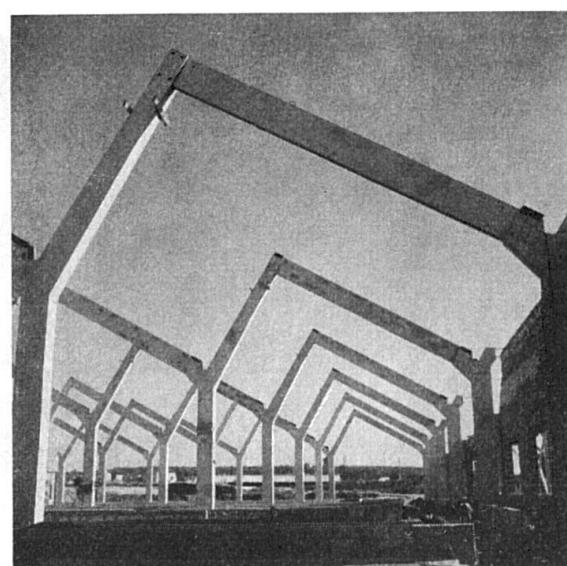


Fig. 10. Assemblage entre poutre inclinée et montant.

ment à la clef et aux quarts, pour autant que les appuis des éléments principaux soient bien fixés latéralement. Dans les toitures avec des pannes longitudinales légères, les poutres d'entretoisement doivent être de section plus grande et toujours rectangulaire. L'assemblage le plus simple s'obtient en mettant des plaques métalliques sur les surfaces des deux éléments à réunir. On soude ensuite la plaque supérieure à l'inférieure. On dispose quelquefois des tronçons de cornières dans les faces latérales des fermes et on s'appuie provisoirement sur ces pièces. De plus, la solidarité est renforcée par soudure des barres en continuité avec celles des poutres voisines et aussi avec celles de l'élément principal. Pour terminer, on remplit de béton l'espace compris entre les trois éléments (fig. 11 et 12).

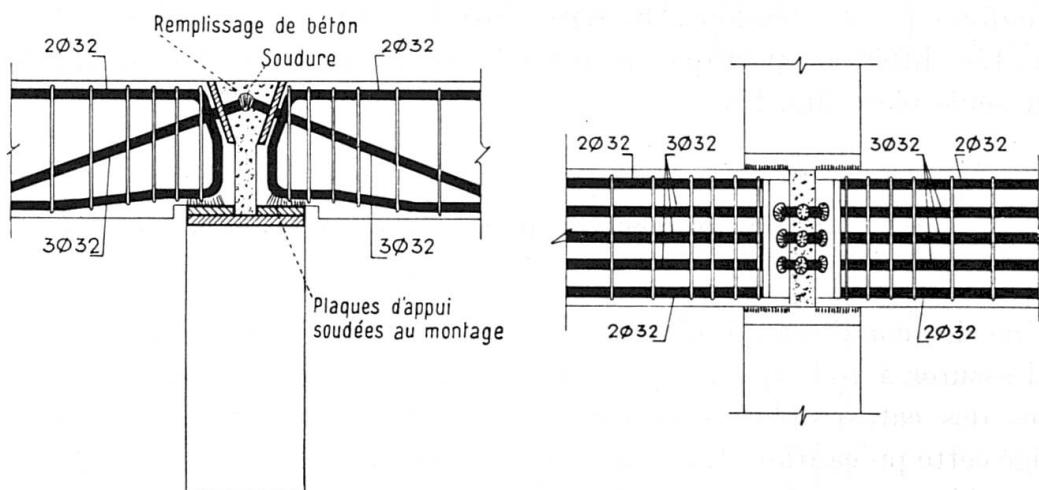


Fig. 11. Assemblage des poutres longitudinales sur des arcs.

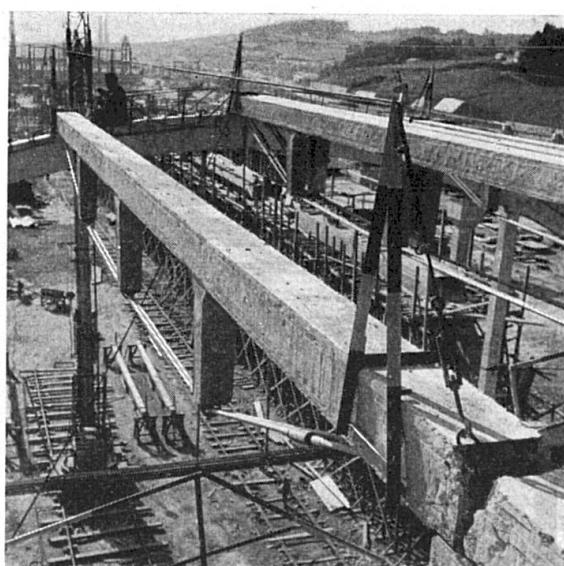


Fig. 12. Assemblage des poutres longitudinales sur des arcs.

### Assemblages des pannes aux éléments principaux

Une fois les poutres d'entretoisement fixées aux éléments principaux, l'assemblage des pannes de section rectangulaire ou en double T au reste de la toiture est moins important et peut se faire après, plus lentement. En général il est indiqué d'appuyer les pannes en découplant leur extrémité à mi-hauteur et en réalisant l'assemblage en coulant du béton sur place, qui enrobe les armatures des deux pannes et les barres saillantes de l'élément principal. Il est indiqué de surélever cet élément avec du béton coulé sur place, pour renforcer l'assemblage de toutes les pannes (fig. 13 et 14).

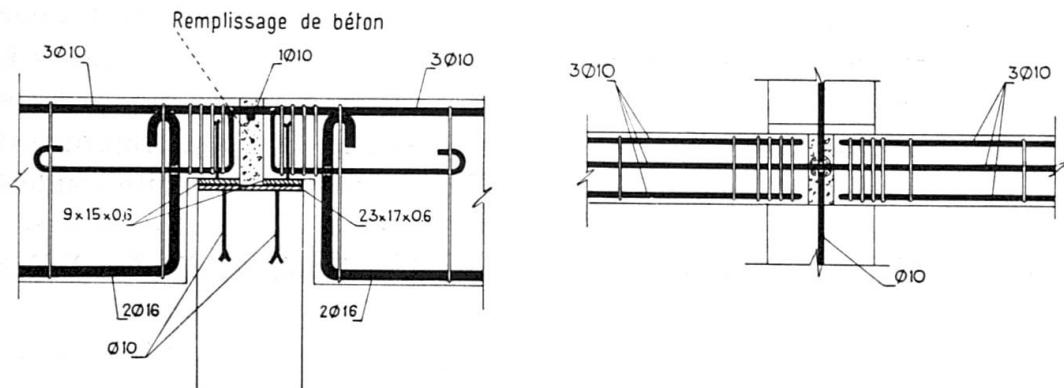


Fig. 13. Assemblage des pannes aux éléments principaux.

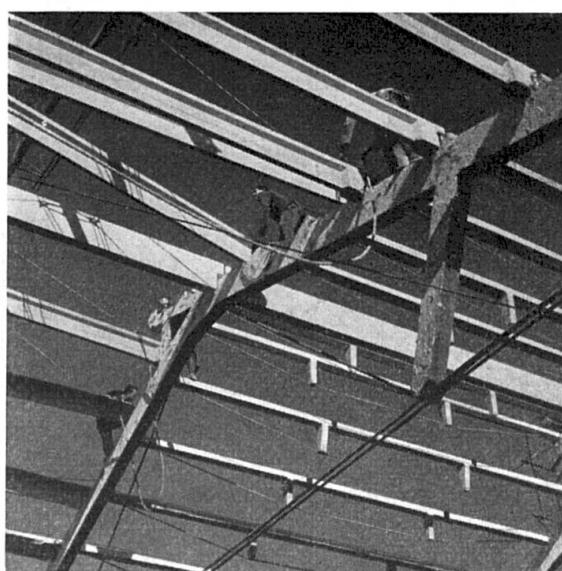


Fig. 14. Assemblage des pannes aux éléments principaux.

### Assemblages dans les éléments principaux, fermes ou arcs

Si l'on doit couvrir au moyen d'arcs ou de fermes des portées dépassant 20 m, il convient de faire le montage en deux moitiés qu'on assemble provisoirement comme des arcs à trois articulations; quand la toiture est terminée, on fait disparaître l'articulation de clef. Si les portées sont inférieures à 20 m, le montage peut se faire d'un seul coup. Le montage par moitié, avec les tirants coupés, se fait aisément; on soude les tirants quand on juge correcte la position des arcs. On peut aussi prévoir des tendeurs, permettant un réglage postérieur. La fig. 15 montre un détail de l'articulation de clef provisoire et la manière de la supprimer une fois appliquée toute la charge permanente. Les arcs ou les fermes reposent sur les piliers au moyen d'appuis articulés, d'un fonctionnement clair. Souvent on prévoit un appui fixe et un appui mobile lorsque les portées sont considérables et les hauteurs des piliers faibles; lorsque les portées sont petites et que les piliers sont hauts, on pourra avoir deux appuis fixes. Une solution que nous avons adoptée fréquemment pour les appuis fixes est de disposer un tronçon de fer rond de 30 à 40 mm de diamètre entre deux plaques solidaires des éléments à réunir; les plaques sont ensuite soudées au fer rond.

D'autre fois, pour centrer l'axe de l'appui articulé, on dispose à l'extré-

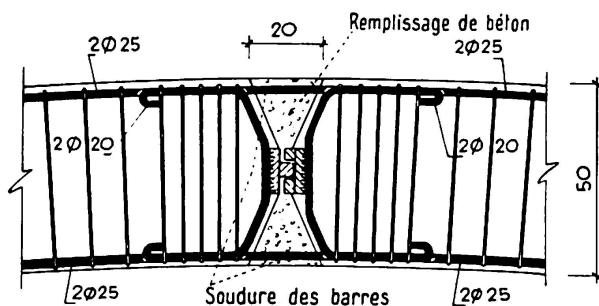


Fig. 15. Articulation de clef provisoire de montage dans un arc préfabriqué.

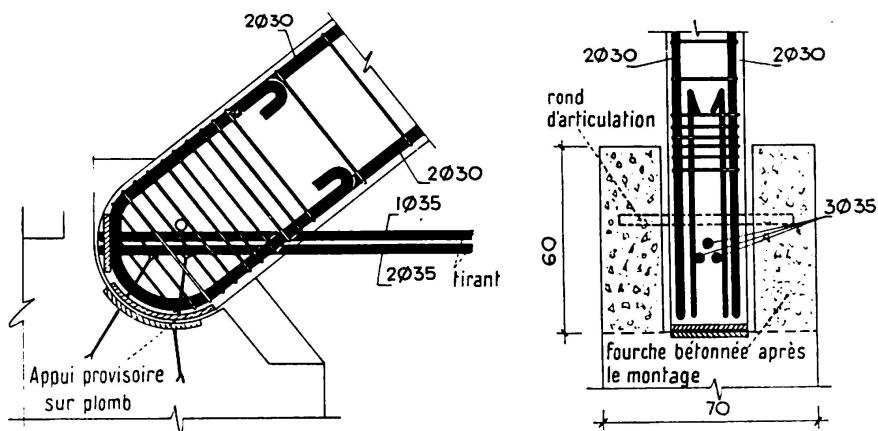


Fig. 16. Articulation définitive aux extrémités d'un arc à tirant.

mité de l'élément qu'on veut appuyer un fer rond de gros diamètre qui matérialise l'axe et vient se fixer dans deux saillies de l'élément d'appui; le tout est bétonné une fois l'arc correctement placé. Cette disposition s'emploie quand la portée est grande et que l'on ne dispose pas de poutres pour entretoiser les têtes car la stabilité transversale a une très grande importance, non seulement pendant les phases de montage de la construction, mais aussi une fois que celle-ci est terminée; il est absolument indispensable que les appuis des éléments principaux ne puissent se déplacer dans le sens longitudinal (fig. 16).

### Stabilité lors du montage

Nous insistons à nouveau sur la nécessité d'étudier les conditions de stabilité en cours de construction, car cette phase ressemble dans ses états intermédiaires à un château de cartes. Le moyen le plus aisément d'obtenir une pleine sécurité est de faire des essais sur un modèle réduit; ce modèle permet aussi d'étudier pratiquement le programme de montage. On envisage diverses solutions et on les compare en faisant agir une force horizontale à des endroits convenables, jusqu'à ce que l'ouvrage s'effondre.

La fig. 17 montre le modèle réduit qui a servi de base à l'examen du comportement transversal de la couverture du hall de laminage *Ensidesa* au cours des phases successives du montage et à l'étude de sa stabilité sous les effets du vent.

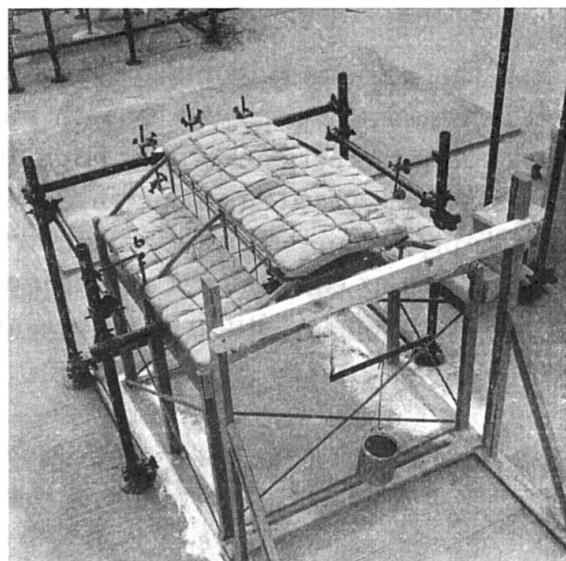


Fig. 17. Modèle réduit de la couverture du hall de laminage *Ensidesa* (Avilés).

### Résumé

L'auteur passe en revue les divers systèmes d'assemblage des éléments préfabriqués, entre eux et aux éléments coulés sur place. Il tient compte de l'expérience qu'il a acquise dans un grand nombre de constructions.

La plupart des cas cités concernent des couvertures, mais on a aussi construit des halles en préfabriquant tous les éléments.

L'auteur décrit en détail les assemblages entre les divers éléments des poutres continues, entre les montants et les poutres des sheds, entre les poutres longitudinales et les éléments principaux etc.

### Zusammenfassung

Der Autor zeigt die verschiedenen Möglichkeiten für den Zusammenbau der vorfabrizierten Elemente unter sich sowie mit an Ort betonierten Teilen. Er berücksichtigt dabei seine Erfahrungen aus einer großen Zahl von Bauten.

Bei den meisten der gezeigten Fälle handelt es sich um Eindeckungen. Es wurden jedoch auch ganze Hallenbauten vollständig vorfabriziert.

Die Verbindungen zwischen den verschiedenen Teilen von durchlaufenden Balken, zwischen Stützen und Shedträgern, zwischen Längsträgern und Haupttragelementen etc. werden genau beschrieben.

### Summary

The author indicates the various possibilities for the assembly of prefabricated elements with one another, as well as with members concreted in situ. He bases his remarks on his experience with a large number of structures.

The majority of the cases discussed are concerned with roofings, but the author also deals with completely prefabricated shed structures.

The joints between the various components of continuous beams, between columns and shed girders, between longitudinal girders and main supporting elements, etc., are described in detail.

## V a 2

### **Verbindungen von Stahlbetonfertigteilen bei mehrgeschossigen Industriebauten**

*Assemblies of Precast Concrete Elements for Multi-Storey Industrial Buildings*

*Assemblages d'éléments préfabriqués pour bâtiments industriels à étages*

TIHAMÉR KONCZ

Dr. Ing., Zürich

#### **1. Geschoßbauten aus Stahlbetonfertigteilen**

In den letzten Jahren hat die Zahl der mit Stahlbetonfertigteilen ausgeführten Bauwerke beträchtlich zugenommen. Neben zahlreichen Ausführungen von Hallen- und Flachbauten wurden neuerdings auch Industrie-Geschoßbauten mit Stahlbetonfertigteilen gebaut.

##### *1.1. Vergleich von Geschoßbauten mit Hallen und Flachbauten im Hinblick auf die Montagebauweise*

Geschoßbauten werden oft vorteilhafter als Hallen oder Flachbauten mit Stahlbetonfertigteilen ausgeführt, und zwar aus folgenden Gründen:

- a) Die Zahl der einheitlichen, gleichen Elemente ist verhältnismäßig größer, da sie sich in jedem Geschoß wiederholen. Sie werden wegen der großen Anzahl und der Einheitlichkeit leichter genormt und dadurch ist ihre serienmäßige Massenproduktion möglich.
- b) Das Gewicht der einzelnen Elemente wird wegen der im allgemeinen kleineren Spannweiten geringer.
- c) Die Montage wird mit den auch sonst gebräuchlichen Hebezeugen, wie Turmdrehkran, Raupen- oder Autokran ausgeführt. Große neue Geräte werden nicht benötigt.

Die Probleme der Verbindungen werden hingegen viel heikler, da

- a) diese in viel größerer Zahl auftreten;

- b) in einem Knoten im allgemeinen mehr Elemente zu verbinden und zum Teil beträchtliche Kräfte zu übertragen sind;
- c) aus Stabilitätsgründen vielfach biegefeste Verbindungen benötigt werden.

Die Durchbildung der Verbindungen beeinflußt deshalb entscheidend die Wirtschaftlichkeit und Anwendbarkeit der Montagebauweise für die Geschoßbauten.

### 1.2. Konstruktionssysteme der Geschoßbauten

Die mit Stahlbetonfertigteilen ausgeführten Geschoßbauten bestehen aus raumbegrenzenden Elementen, wie Decken- und Wandelementen und aus den Elementen des tragenden Skelettes. Im folgenden werden ausschließlich die Verbindungen des Tragsystems — des tragenden Skelettes — behandelt.

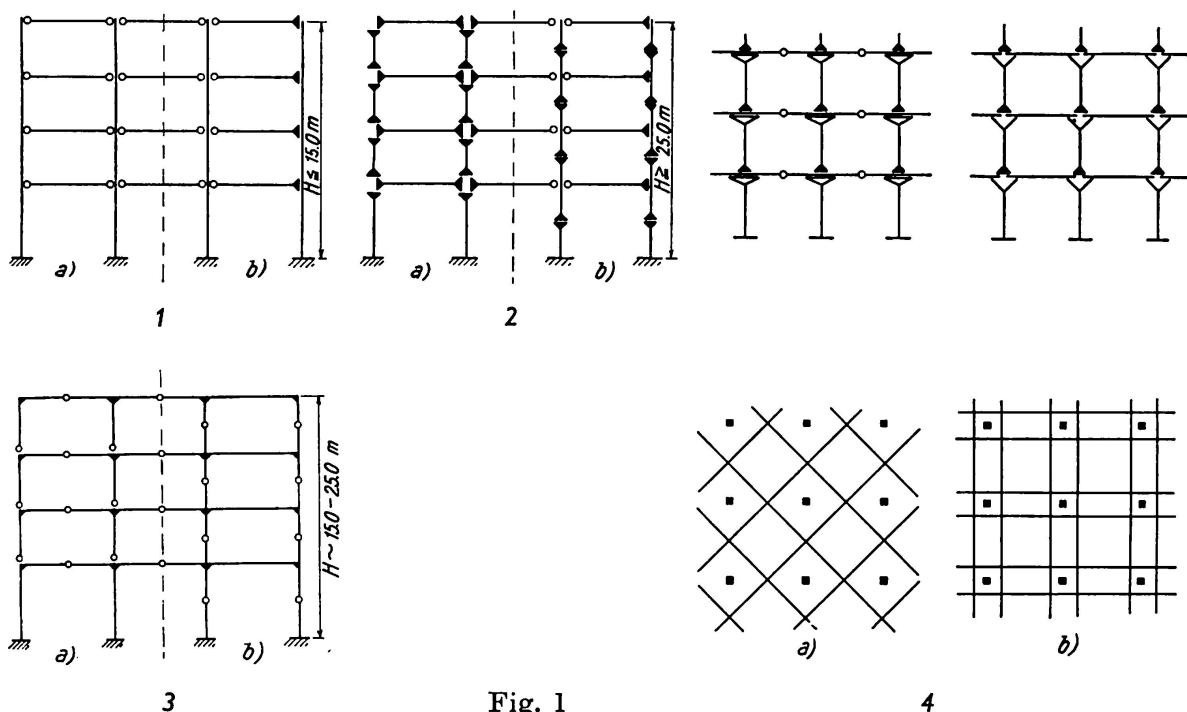


Fig. 1

4

Das Tragsystem der Geschoßbauten wird nach vier Haupttypen gegliedert. Unter diesen sind ferner verschiedene Ausführungsarten zu unterscheiden (Fig. 1). Die vier Haupttypen sind:

- 1.21 Skelettkonstruktionen aus ungestoßenen Stützen und gelenkig oder biegefest anschließenden Unterzügen [1].
- 1.22 Skelettkonstruktionen aus gestoßenen Stützen und biegefest anschließenden Unterzügen [2].
- 1.23 Skelettkonstruktionen aus Rahmenteilen, die gelenkig oder biegefest miteinander verbunden werden [3, 4].
- 1.24 Pilzdeckenartige Konstruktionen [4] (eine echte Pilzdecke kann mit Fertigteilen nicht ausgeführt werden).

Die Wahl des Konstruktionssystems wird durch:

- die technologischen Erfordernisse der Industrie: Gebäudehöhen, Spannweiten und Nutzlasten;
- die baulichen Gegebenheiten: die Montage-, Transport- und Fabrikationsmöglichkeiten

am meisten beeinflußt.

Die Montage des Tragsystems benötigt nach verschiedenen Untersuchungen etwa 20—25% des gesamten Arbeitsaufwandes, wobei etwa 50% auf die Montage der Verbindungen entfällt.

## 2. Allgemeines über die Verbindungen

*2.1. Die Anforderungen an die Verbindungen* wurden schon mehrmals aufgestellt. Es sollen nur kurz die wichtigsten herausgegriffen werden. Danach sollen die Verbindungen:

- Die Bedingung der Standsicherheit erfüllen, den Schnittkräften ohne schädliche Deformationen standhalten und diese übertragen können.
- Bei demselben Bau sollen sämtliche Verbindungen derselben Art untereinander gleich sein, damit deren Ausbildung nach gleichen Methoden und mit den gleichen Geräten geschehen kann. Das ist die Anforderung an die bauliche Durchbildung.
- Die Verbindungen sollen «montagegemäß» durchgebildet sein, d. h. innert kurzer Zeit mit geringem Arbeitsaufwand möglichst ohne Schalung und nachträglicher Betonierung ausgeführt werden können und die nötigen Toleranzen ohne Gefährdung der Konstruktion zulassen.

### 2.2. Gliederung der Verbindungen

Die Verbindungen werden nach verschiedenen Gesichtspunkten gegliedert. Häufig werden die Verbindungen nach den Baustoffen eingeteilt, nach welchen sie angeblich nachgeahmt sind [5]. Diese Einteilung ist insofern berechtigt, als die für die Stahl- und Holzkonstruktionen entworfenen Verbindungen durch ihre Ausführung, durch die Montage charakterisiert werden, weshalb auch gewisse Ähnlichkeiten mit anderen Montageverbindungen, wie die der Stahlbetonfertigteile nicht geleugnet werden können. Die Montage ist aber nur eine charakteristische Eigenschaft der Stahlbetonfertigteile; der Baustoff Stahlbeton ist für sie ebenso charakteristisch. Vielmehr ist es gerechtfertigt, die Verbindungen nach jenen Faktoren zu gliedern, die ihre bauliche Durchbildung beeinflussen. Diese sind:

- Das gewählte Tragsystem, insbesondere die Bauteile (Stützen, Unterzüge, Riegel usw.), die zu verbinden sind.

- b) Die Verbindungsmitte.
- c) Die der Verbindung zugeteilte statische Wirkung.

Gemäß a) werden die Verbindungen nach den unter 2.1. aufgeführten Haupttypen der Tragsysteme gegliedert.

Nach den Verbindungsmitte unterscheidet man:

- a) Ortbetonverbindungen, die mit nachträglichem Verbund und durch Stoßen der Armierungen ausgeführt werden.
- b) Schrauben- und Schweißverbindungen, die durch Verschrauben oder Zusammenschweißen einbetonierter stählerner Teile (Walzprofile, Rohre usw.) entstehen.
- c) Vorspannverbindungen, bei welchen durch das Zusammenspannen der Fertigteile auch das Tragsystem vorgespannt wird.

Nach der statischen Wirkungsweise unterscheidet man:

- a) Biegefeste Verbindungen, die Biegungsmomente und evtl. Normal- und Querkräfte zu übertragen haben. Sie entsprechen den Knoten der monolithischen Bauweise.
- b) Gelenkige Verbindungen und Stöße, die Normal- und Querkräfte, evtl. nur Normal- oder Querkräfte übertragen.

### *2.3. Die Wahl der Verbindungen, Zusammenhänge*

Die Wahl der Verbindungen ist eine Funktion des Konstruktionssystems und der Art der Montage.

2.31. Skelettkonstruktionen aus ungestoßenen Stützen werden nur bis zu einer Gebäudehöhe von  $\leq 15,0$  m ausgeführt. Als Hebezeug kommt wegen dem großen Gewicht der Stützen der Auto- oder Raupenkran in Frage. Der Montagevorgang wird daher durch dieses Gerät bestimmt. Der Kran hebt die Fertigteile vor sich und vollendet einen Abstand über die ganze Gebäudehöhe abstandsweise in «vertikaler» Montage. So werden einerseits sofort tragfähige Verbindungen notwendig, anderseits wird die Stabilität des Baues ohne wesentlichen Mehraufwand an Baustoffen auch durch gelenkige Verbindungen gewährleistet. Man wählt deshalb die entsprechenden Schrauben- oder Schweißverbindungen.

2.32 Skelettkonstruktionen aus Rahmenteilen werden dort bevorzugt, wo wegen der größeren Gebäudehöhe (etwa 15,0—25,0 m) ungestoßene Stützen und deren Montage nicht mehr zur Anwendung kommen können; Rahmenteile aber mit einem Turmdrehkran in «vertikaler» oder «horizontaler» Montage versetzt werden können. Die Montage wird «horizontal» genannt, wenn der Kran die Fertigteile über die ganze Fläche des Gebäudes versetzt und dadurch «geschoßweise» die Montage vollendet. Die Rahmenteile gewährleisten auch

bei gelenkigen Verbindungen die erforderliche Stabilität des Baues. Die «vertikale» Montage erfordert wie bei 2.31 sofort tragfähige Verbindungen. Da auch bei einer «horizontalen» Montage an Bauzeit gespart werden kann, werden auch bei den Skelettkonstruktionen aus Rahmenteilen Schrauben- oder Schweißverbindungen bevorzugt.

2.33. Skelettkonstruktionen aus gestoßenen Stützen und Unterzügen werden dort verwendet, wo die Kapazität des Kranes wegen der großen Gebäudehöhe, der Spannweiten oder der Nutzlasten keine größeren Stücke als Einzelstützen und Unterzüge zuläßt. Hier sind aus Stabilitätsgründen biegefeste Verbindungen notwendig. Da der Bau seinen monolithischen Charakter bewahren muß, werden vorzugsweise Ortbeton- oder Vorspannverbindungen ausgeführt.

2.34. Bei den pilzdeckenartigen Konstruktionen, die meistens aus technologischen Gründen (z. B. ebene Deckenuntersicht) gewählt werden, sind die Ortbetonverbindungen besser geeignet, da diese biegefeste sein müssen und mit Hilfe des Pilzkopfes als Schalung einfach ausgeführt werden.

### 3. Ortbetonverbindungen

Sie werden nach 2.3 für biegefeste Verbindungen bei Skelettkonstruktionen und pilzdeckenartigen Konstruktionen angewendet. Sie unterscheiden sich dadurch,

- ob die Verbindung und der Stützenstoß in Deckenhöhe ausgebildet oder der Stützenstoß über Deckenhöhe versetzt wird;
- ob die Verbindung der Unterzüge und der Stützenstoß in derselben Betonierungsetappe ausgeführt werden oder der Stützenstoß in einer zweiten Etappe betoniert wird;
- auf welche Weise die Armierungen gestoßen werden: einfacher Überdeckungsstoß, Schweißen oder sich übergreifende Schlaufen, evtl. eine Kombination dieser Stöße.

#### 3.1. Verbindungen der Skelettkonstruktionen

Sie haben gemeinsam, daß die Unterzüge auf den Konsolen der Stützen aufliegen, damit die Querkräfte unmittelbar auf diese abgegeben werden.

3.11. *Stützenstoß und Unterzugsverbindung, eine Betonierungsetappe.* Die Unterzüge werden durch sich übergreifende Schlaufen und obere Armierungszulagen miteinander verbunden: Die Stahleinlagen der Stützen werden mit Schweißung gestoßen, damit die Stütze während der Montage bis zum Betonieren der Verbindung festgelagert ist.

3.12. Wie 3.11. mit zwei Betonierungsetappen (Fig. 2). In der ersten Etappe wird die Verbindung der Unterzüge betoniert, in der zweiten der Verbund der Stützen erstellt. Die Stützenarmierung wird durch sich übergreifende Schlaufen gestoßen. Die Unterzüge erhalten zusätzlich obere Armierungen. Man kann auch eine Aussparung für die oberen Stützen freilassen. Auf diese Weise werden die Stützen in eine Art Hülsen versetzt.

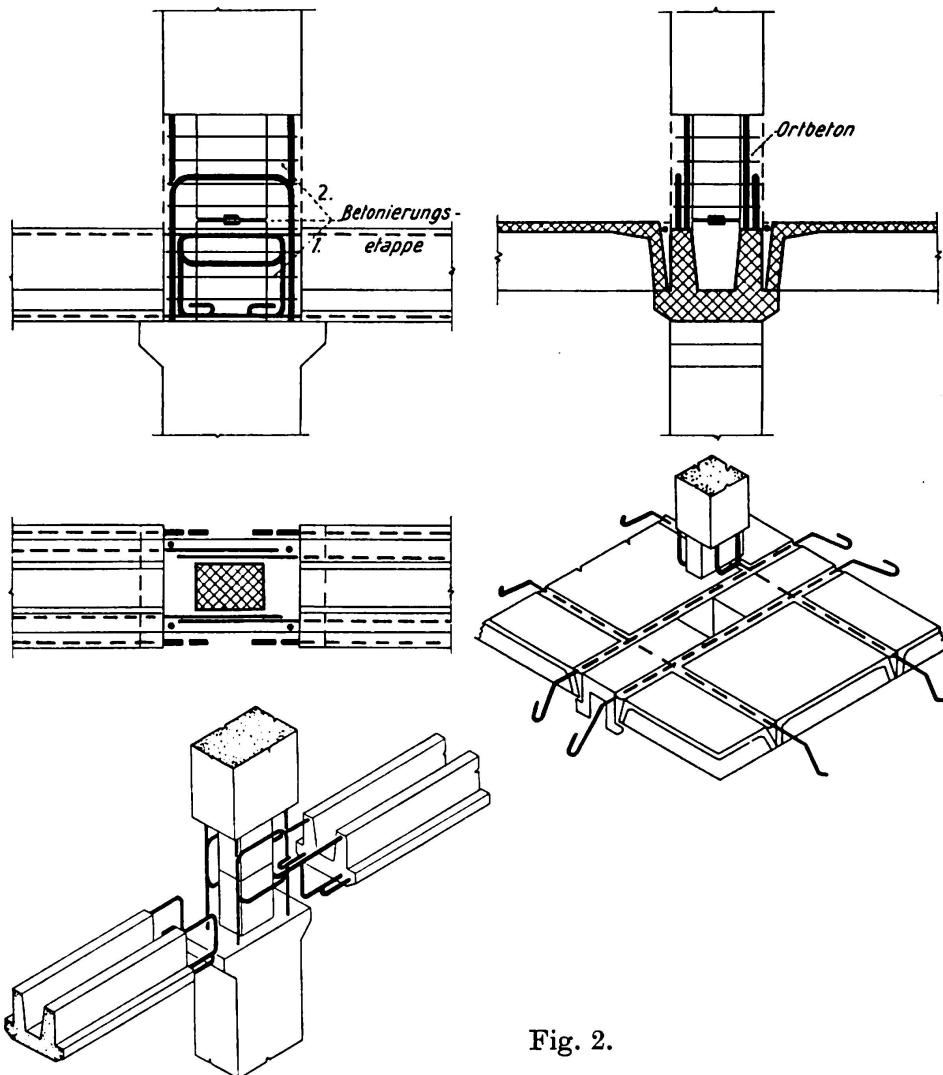


Fig. 2.

3.13. Stützenstoß von der Unterzugsverbindung getrennt und über Deckenhöhe versetzt (Fig. 3). Die Armierungen der Unterzüge werden durch Schweißen gestoßen, die der Stützen durch sich übergreifende Schlaufen. Bis der Stützenstoß tragfähig wird, müssen die Stützen mit einem Gerüst oder Gerät festgehalten werden.

### 3.2. Verbindungen der pilzdeckenartigen Konstruktionen

3.21. Verbindung bei vierseitig auskragender Platte (Fig. 4). Zuerst wird die Pilzkopfschale versetzt. Sie liegt mit einer Zarge auf dem Rand der Stütze

auf. Die aus der Stütze herausragenden geraden Stahleinlagen gehen durch die mit kurzen Stahlrohrstücken ausgebildeten Aussparungen der Zarge hindurch. Die Pilzköpfe werden mit Hartholzkeilen während der Montage befestigt. Die Armierungen werden durch Überdecken oder Schweißen gestoßen.

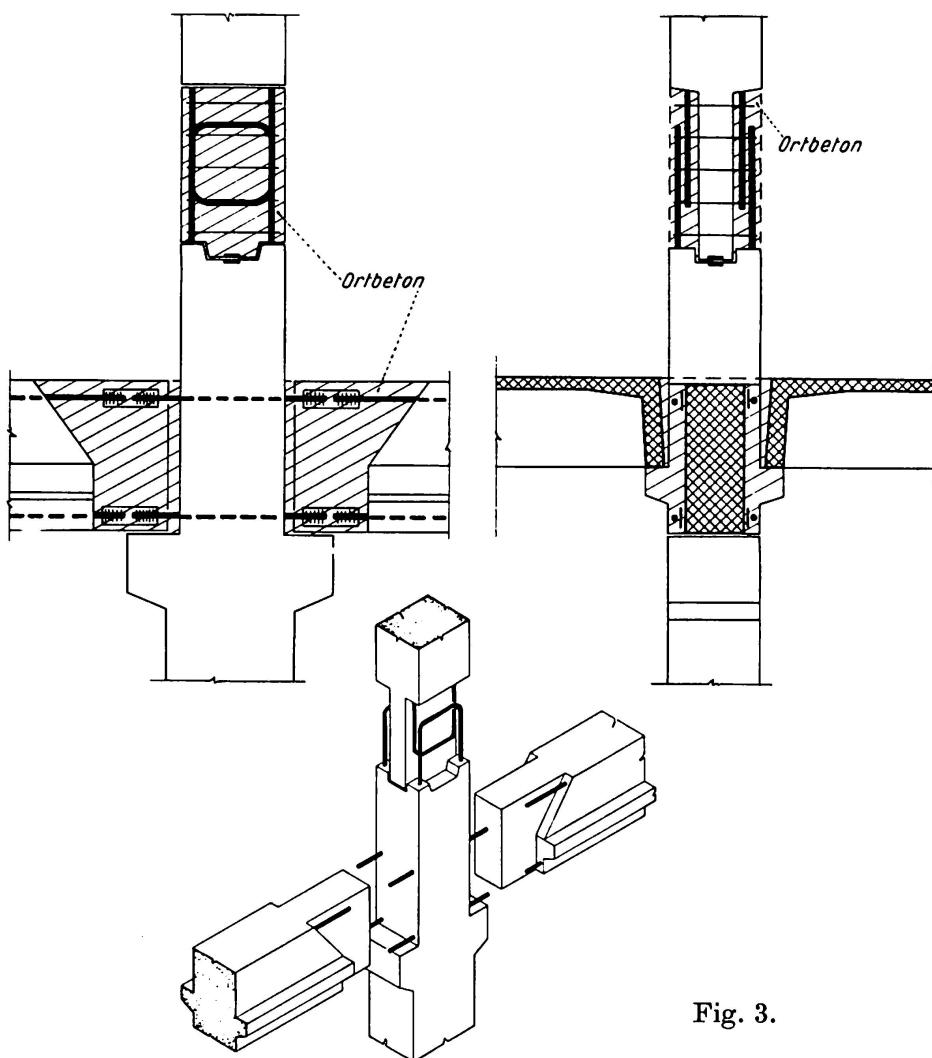


Fig. 3.

3.22. *Verbindung bei aufliegenden breiten Unterzügen.* Die Pilzkopfschale wird ähnlich wie bei 3.21. ausgebildet. Die Unterzüge liegen auf der Schalenwand auf und werden durch ihre Zargen festgehalten. Stoß der Armierungen wie 3.21.

### 3.3. Bemessung der Ortbetonverbindungen

Die Beanspruchungen im Stoß von Fertigbetonstützen wurden von SCHEUNERT [6] eingehend untersucht. Er berücksichtigt bei der Bemessung die Kräfteumlagerungen zwischen Fertigbeton und Ortbeton; zwischen Beton, Stahl im Fertigbeton und Ortbeton infolge des Schwindens und der plastischen Verformungen. Die wichtigsten Ergebnisse seiner Untersuchung sind:

- a) Infolge des stärkeren Schwindens und Kriechens des Ortbetons tritt eine Spannungsumlagerung auf den Fertigbeton auf.
- b) Die Umlagerung der Last von Beton auf Stahl ist um so größer, je größer das Verhältnis des Ortbetonquerschnittes zum Fertigbetonquerschnitt ist.
- c) Die Spannungen in der Bewehrung des Ortbetons infolge Dauerlasten und des Schwindens nehmen mit größer werdendem Altersunterschied zwischen Fertigbeton und Ortbeton stark ab.

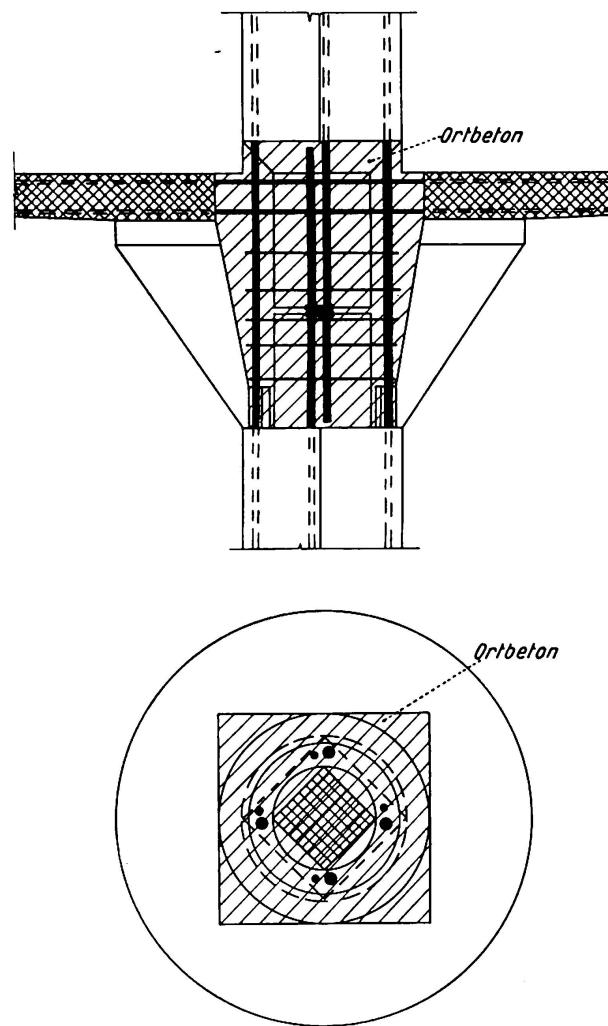


Fig. 4.

#### 4. Schweiß- und Schraubenverbindungen

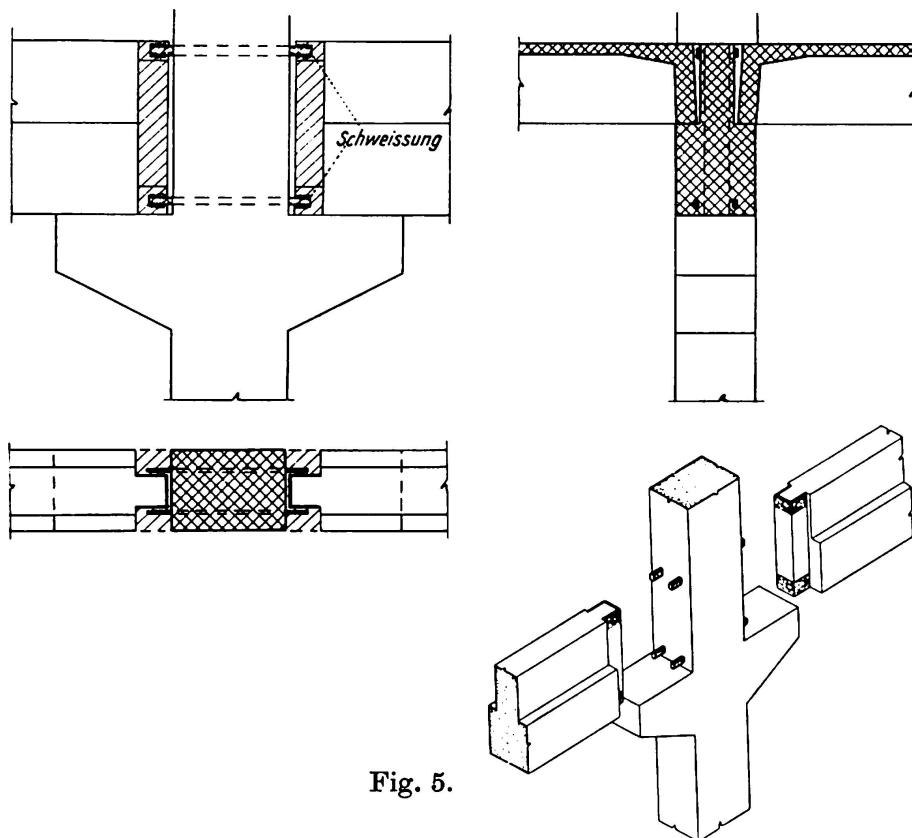
Als Schweiß- und Schraubenverbindungen werden jene Verbindungen betrachtet, wo die Schnittkräfte im wesentlichen mittels den einbetonierte stählernen Teilen übertragen werden und nur einen nachträglichen Zementmörtelverguß erfordern.

Sie werden entweder a) biegungsfeste oder b) gelenkige Verbindungen.

Ihre Durchbildung wird vereinfacht, wenn an einer Stelle nur die gleichen Skeletteile zu verbinden sind, d. h. Unterzug mit Unterzug oder Stütze mit Stütze.

#### 4.1. Biegefeste Verbindung der Unterzüge (Fig. 5)

Die Unterzüge liegen auf den Konsolen der durchlaufenden ungestoßenen Stützen auf. Die von der Stütze seitlich herausragenden Stahleinlagen werden an die im Unterzug einbetonierten [-Profile und Flacheisen geschweißt.



#### 4.2. Gelenkige Verbindung der Rahmenriegel (Fig. 6)

Aus einem Riegel steht ein einbetonierte [-Profil hervor, im anderen wird eine Aussparung freigelassen. Die Teile werden miteinander verbunden, indem der in die Aussparung herausstehende Dorn an das [-Profil geschraubt wird. Die Aussparung wird mit Zementmörtel vergossen.

4.31. Gelenkiger Stoß der Rahmenstiele (Fig. 7). Der I. Querschnitt der Stütze geht beim Stoß in einen Rechteckquerschnitt über. Dadurch entsteht ein Sockel in welchen kurze Stahlrohrstücke einbetoniert werden. Die aus der unteren Stütze herausragenden Stahleinlagen werden mit Gewinden versehen und mit Hilfe der Rohre zum Sockel verschraubt. Die Rohre werden mit Mörtel vergossen.

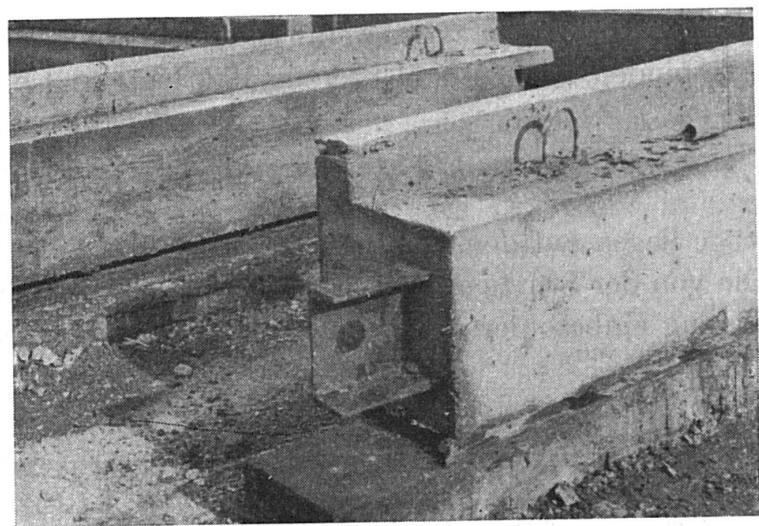


Fig. 6a.

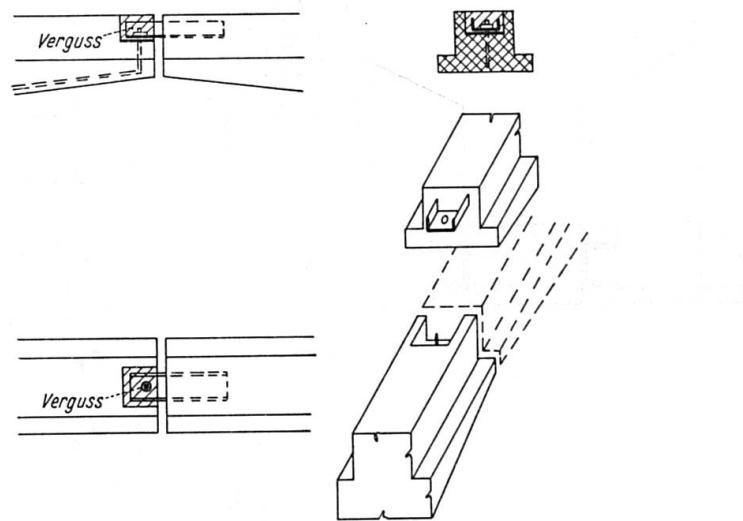


Fig. 6b.

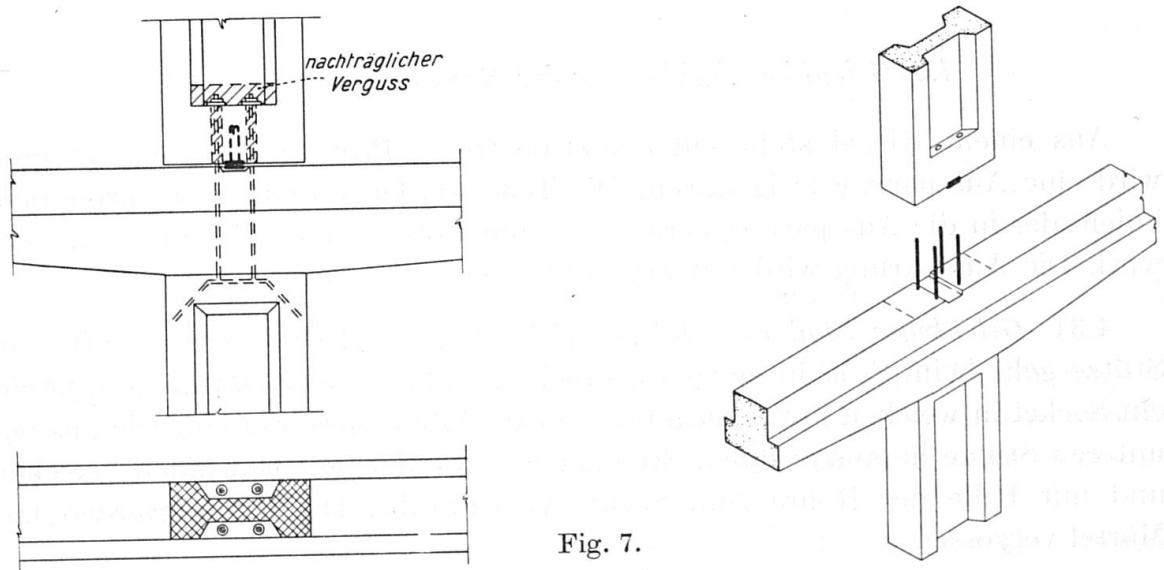


Fig. 7.

4.32. *Gelenkiger Stützenstoß über Deckenhöhe versetzt* (Fig. 8). Die in beide Stützenteile einbetonierten Winkeleisen werden miteinander verschweißt.

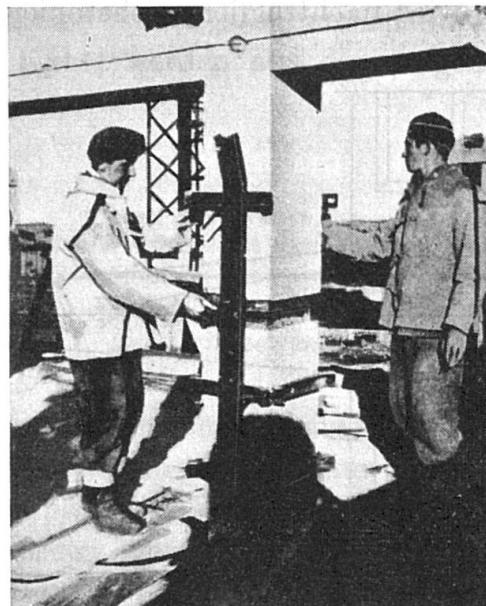


Fig. 8.

#### 4.4. Bemessung

Die Verbindungen 4.1. und 4.31. werden wie gerissene Betonquerschnitte bemessen. Auch die Verbindung 4.32. kann geringe Biegemomente aufnehmen. Die «gewisse» Einspannung ist besonders bei der Stabilitätsuntersuchung vorteilhaft.

### 5. Vorspannverbindungen

Fertigbalken werden seit langem über die Stützen durch gerade oder gekrümmte Spannglieder zusammengespannt. Eine Durchlaufwirkung kann auch durch die Kupplung der Spannglieder erzielt werden. Diese Methoden eignen sich auch bei den Knoten der mehrgeschossigen Bauten. Nachstehend werden zwei Vorschläge gezeigt, wobei mit anderen, ganz einfachen Mitteln Fertigteile zusammengespannt werden.

#### 5.1. Verbindung bei dem gelenkigen Rahmensystem (Fig. 9)

Die gelenkigen Rahmensysteme nach [3] sind gut geeignet zur Vorspannung. Auf beiden Seiten der Riegel werden je zwei Kabel an ihren Enden in den Riegeln verankert. Sie werden von ihrer freien Lage mittels einer Hebewinde an die seitlich herausstehenden Dorne gehoben. Zuerst werden die kürzeren Kabel an den unteren Dorn, nach dem Versetzen der Deckenele-

mente die längeren Kabel an den oberen Dorn gehoben. Dadurch wird der Stützenstoß ausgebildet und gleichzeitig der Riegel «teilweise» vorgespannt. Die Kabelspannungen werden bei Ungenauigkeiten ca. 5—10% größer oder kleiner. Die Verbindung wird nachträglich ausbetoniert.

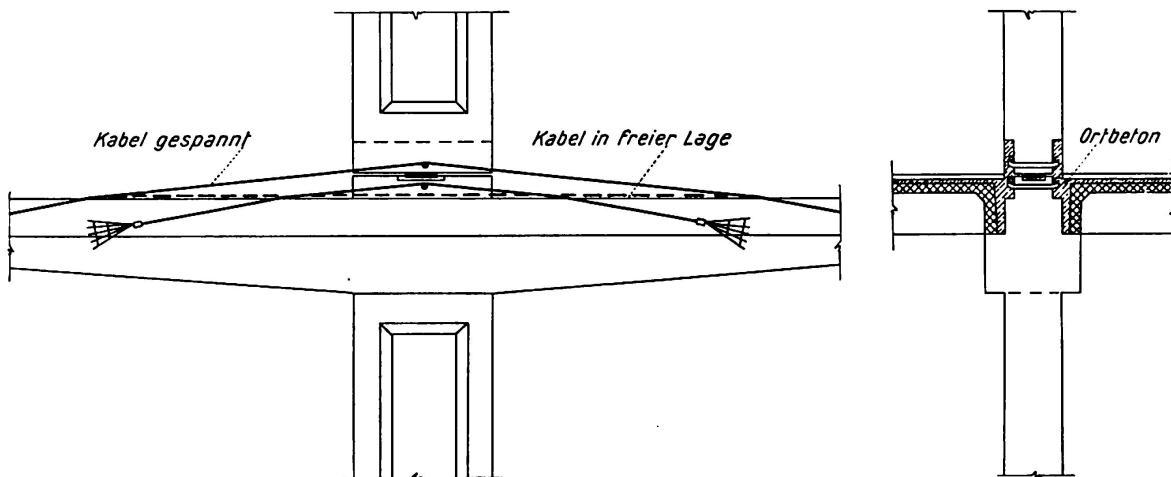


Fig. 9.

### 5.2. Verbindungen von Stützen und Unterzügen (Fig. 10)

Die Kabel der Unterzüge werden an beiden Enden an einbetonierte Stahlrohre verankert. Nach dem Versetzen der beiden Unterzüge wird eine Kabelschlaufe an die Stahlrohre gelegt und durch lotrechte Verschiebung vorgespannt. Die Kabel stützen sich nach dem Vorspannen auf die seitlichen Zargen der oberen Stütze. Die Verbindung wird nachträglich ausbetoniert.

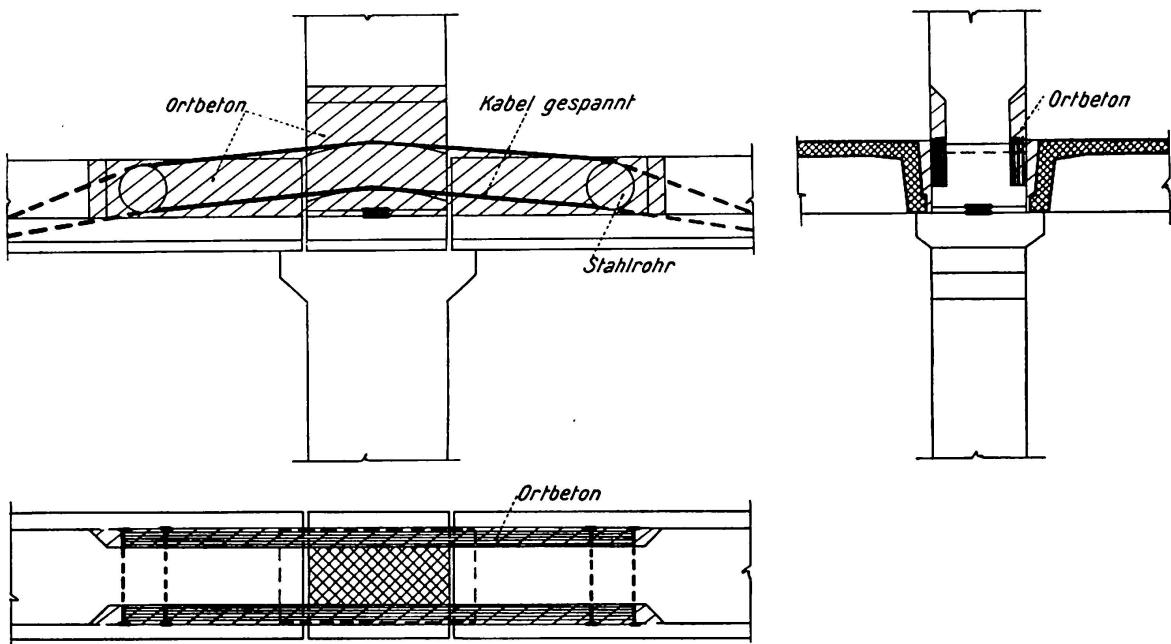


Fig. 10.

### *5.3. Bemessung*

Bei der Verbindung 5.2. muß beachtet werden, daß immer noch Druckreserven von 10—15 kg/cm<sup>2</sup> bei der Stützeneinspannung vorhanden sein sollen. Die Spannungen der Kabel werden aus der aufgezwungenen Verlängerung in üblicher Form berechnet.

## **6. Kritischer Vergleich der Verbindungsmitte**

### *6.1. Die Ortbetonverbindungen*

geben dem Bau einen monolithischen Charakter. Den Anforderungen an die Verbindungen unter 2.1. werden sie aber nur teilweise gerecht, da sie nicht «montiert» werden können, sondern mit nachträglicher Betonierung und Schalung ausgeführt werden müssen. Es ist vorteilhaft, um die Häufung der Stahleinlagen zu vermeiden, die Verbindungen in zwei Etappen zu betonieren oder den Stützenstoß über Deckenhöhe zu versetzen. In diesem Fall wird ein kontinuierlicher Montageablauf nur selten (nur bei sehr großen Grundflächen) erreicht, da man auch die Abbindezeit des Ortbetons bei dem Stützenstoß mitberücksichtigen muß. Man behilft sich mit schnellhärtenden Zementen, mit Gerüsten oder Geräten, die eine zeitweilige Verbindung sichern.

Der Stoß der Armierungen wird durch Überdeckung oder durch sich übergreifende Schlaufen einfach. Das Schweißen der Stahleinlagen soll nur zum Stoß der Stützenbewehrung für die Stahleinlagen in den Ecken angewendet werden, wenn dadurch die obere Stütze bis zur Vollendung der Verbindung gehalten wird. Das Zusammenschweißen, wie das bei Hallenbauten oft angewandt wurde, verlängert wesentlich die Bauzeit und kommt bei den in viel größerer Zahl auftretenden Knoten der Geschoßbauten nicht in Frage.

Die Ortbetonverbindungen besitzen den Vorteil, daß sie gegen Maßungenauigkeiten nicht empfindlich sind.

### *6.2. Schrauben- und Schweißverbindungen*

geben dem Bau keinen monolithischen Charakter, dies wird aber auch nicht angestrebt, denn das statische System der Tragkonstruktion ist eben durch den Einbau von Gelenken gekennzeichnet. Sie besitzen gegenüber anderen Verbindungen den großen Vorteil, daß sie alle den unter 2.1. aufgestellten Anforderungen gerecht werden. Ihr Anwendungsgebiet ist aber beschränkt, da sie bei höheren Bauten als etwa 25,0 m aus Stabilitätsgründen nicht mehr angewendet werden. Nach den Erfahrungen wird die Bauzeit etwa 25—40% kürzer als bei Ortbetonverbindungen, je nach Grundfläche, Geschoßhöhe usw.

Sie sind für Toleranzen empfindlich und verlangen eine genaue Fabrikation und Montage.

### 6.3. Die Verbindungen durch Vorspannen

geben dem Bau den gleichen monolithischen Charakter wie die Ortbetonverbindungen. Mit der Ausbildung der Verbindung werden auch die Unterzüge vorgespannt. Die Montagebedingung wird aber nur teilweise erfüllt, da die Vorspannung nur nach dem Erhärten des Ortbetons aufgebracht wird und deshalb der Montageablauf Lücken erleiden kann. Sie werden statt den Ortbetonverbindungen bei größeren Spannweiten oder bei gelenkigen Systemen bevorzugt. Gegen Toleranzen sind sie ebenso empfindlich wie die Schrauben- und Schweißverbindungen.

### Schrifttum

1. DE KLERK, «Flugstützpunkte in Grönland und Island in Fertigbetonbauweise». Die Bautechnik (34) 1957. H. 6.
2. J. WEISZ, «Industrialisierung der Montagebauweise mit Stahlbetonfertigteilen bei Hallenbauten und Lagerhäusern in Ungarn». Die Montagebauweise mit Stahlbetonfertigteilen im Industrie- und Wohnungsbau, Berlin 1958, VEB Verlag Technik.
3. KONCZ, «Anwendung gelenkiger Stahlbetonfertigteile für mehrgeschossige Industriebauten». Schweizerische Bauzeitung (78) 1959. H. 14.
4. RZĘDOWSKI-KOPYCINSKI, «Aktuelle Baumethoden und Baukonstruktionen im polnischen Bauwesen». Wie [2].
5. FRIESECKE, «Kraftschlüssige Verbindungen von Stahlbeton-Fertigteilen». Beton- und Stahlbetonbau 1957. H. 2.
6. SCHEUNERT, «Die Beanspruchungen im Stoß von Fertigbetonstützen». Die Bautechnik (34) 1957. H. 1, 4, 5.

### Zusammenfassung

Geschoßbauten der Industrie werden wegen der großen Zahl gleicher Elemente in verbilligter Massenproduktion oft vorteilhaft mit Stahlbetonfertigteilen ausgeführt. Das zu hebende Gewicht der Einzelteile wird geringer als bei den Hallenbauten, die Anzahl und dadurch die Wichtigkeit der Verbindungen hingegen größer. Je nach der Wahl des Konstruktionssystems und der Montage werden verschiedene Verbindungsmittel angewendet.

1. Ortbetonverbindungen durch Stoßen der Stahleinlagen, wenn biegeungsfeste, monolithische Knoten benötigt werden. (Bei hohen Bauten  $H > 25,0$  m.)

2. Verbindungen durch Verschrauben oder Verschweißen einbetonierter Walzprofile, wenn die Stabilität des Baues auch ohne biegefesten Knoten gesichert wird. (Konstruktionen mit ungestoßenen Stützen, gelenkige Rahmen-Systeme.)

3. Verbindungen durch Zusammenspannen der Einzelteile, die dem Bau den gleichen monolithischen Charakter verleihen können wie die Ortbetonverbindungen.

Die Möglichkeiten der baulichen Durchbildung wurden durch Beispiele — vorwiegend nach den Entwürfen des Verfassers — geschildert.

### Summary

Multi-storey industrial buildings can often be built more cheaply with precast concrete members, because mass production at lower cost is possible, owing to the large number of similar elements. The weight of these precast concrete members will be less than in the case of industrial halls, but the number and the importance of assemblies will be greater. Depending upon the system of construction and method of erection employed, the assemblies can be carried out by various methods:

1. Assemblies by means of in situ concrete and joining of the reinforcements, if rigid and monolithic assemblies are required (height of buildings  $\geq 80$  ft.).
2. Assemblies in which steel components are welded or bolted together, if rigid connections are not necessary for the stability of the structure (structures with columns built without assemblies over the entire height, and structures with hinged frame members).
3. Assemblies in which precast components are prestressed and which impart the same monolithic character to the structures as assemblies by means of in situ concrete.

Some examples of possible constructions are illustrated in the figures; the majority of them are taken from the author's own plans.

### Résumé

Il est souvent avantageux d'exécuter les bâtiments industriels à étages à l'aide d'éléments préfabriqués en béton armé; les pièces identiques très nombreuses peuvent ainsi être fabriquées en série à bon compte. Le poids des éléments à mettre en place est moins élevé que dans les halles industrielles; le nombre et par là l'importance des assemblages est par contre plus grande. Selon le choix du système de construction et de montage, on peut utiliser divers procédés d'assemblage.

1. Assemblages à l'aide de béton de chantier, avec joints de recouvrement des armatures, si l'on désire des nœuds rigides et monolithes (bâtiments élevés  $H > 25,0$  m.).

2. Assemblages par boulonnage ou soudure de profilés en acier pris dans le béton, lorsque la stabilité de l'édifice est assurée même sans nœuds rigides (constructions avec piliers d'une pièce, cadres articulés).

3. Assemblages par précontrainte des éléments préfabriqués, ce qui donne à l'ouvrage le même caractère monolithe que les assemblages au moyen de béton de chantier.

L'auteur montre les applications des différents procédés, à l'aide d'exemples tirés en grande partie de projets qu'il a étudiés.