

Zeitschrift: Bauen + Wohnen = Construction + habitation = Building + home : internationale Zeitschrift

Herausgeber: Bauen + Wohnen

Band: 18 (1964)

Heft: 9

Artikel: Erfahrungen beim Bauen mit Stahlbetonfertigteilen im Schulbau = Préfabrication de béton et acier, expériences dans la construction d'écoles = Prefabrication in concrete and steel, experiences in school construction

Autor: Behnisch, Günter / Sabatke, Manfred / Tränkner, Erhard

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-332004>

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: 22.02.2026

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

Erfahrungen beim Bauen mit Stahlbetonfertigteilen im Schulbau

Préfabrication de béton et acier,
expériences dans la construction d'écoles
Prefabrication in concrete and steel,
experiences in school construction

Ein Arbeitsbericht

Gliederung

1. Einleitung
2. Untersuchungen über verschiedene Konstruktionssysteme, angestellt anlässlich der Planung des Gymnasiums in Schwenningen (Neckar)
3. Beispiele
 - 3.1 Schlüsselfertige Montageschulen
 - 3.2 Im herkömmlichen Vergabeverfahren erstellte Schulgebäude.
4. Hinweise für die Planung und Ausführung

1. Einleitung

Auf den folgenden Seiten wird über Schul- und Seminarbauten berichtet, die mittels vorgefertigter Stahlbetonteile errichtet worden sind. Allgemeingültige Schlußfolgerungen werden nicht gezogen. (Einen umfassenden Überblick über Fertigbauweisen mit Betonelementen erhält man z. B. durch das Buch von Dr.-Ing. Koncz »Handbuch der Fertigteilbauweise«. Dort ist auch ein ausführliches Literaturverzeichnis zu finden.)

Unter vorgefertigten Betonteilen sind solche Teile zu verstehen, die vor dem Aufführen des Baues gefertigt und später am Bau montiert werden.

Vorgefertigte Betonteile müssen nicht unbedingt im Hinblick auf den Endzustand des Bauwerkes fertige Bauteile sein. Im Bauen üblich sind vorgefertigte Betonteile für Ingenieurkonstruktionen und für Rohbauten.

Diese Fertigteile werden in der Regel von Unternehmen verwendet, wenn sie für diese Unternehmen wirtschaftliche Vorteile bieten.

Interessant für den Architekten werden beim Hochbau vorgefertigte Betonteile, wenn aus ihnen fertige Bauteile geworden sind, d. h. wenn keine Nachbehandlung am Bau nötig ist. Wenn beim vorgefertigten Rohbauteil lediglich ein Teil der Arbeitsleistung örtlich verlagert wurde, so muß beim Fertigteil – im hier angeführten Sinne – die überlieferte Handwerksordnung geändert werden. Bisher haben verschiedene Handwerker ihre Leistung hintereinander am Bau vollbracht. Jetzt müssen im Fertigteilwerk Vertreter der einzelnen Handwerkszweige beschäftigt sein. Deren Leistungen können infolge gründlicher Vorplanung durch Ingenieure auf wenige, einfache Arbeitsvorgänge reduziert werden, die auch von angelernten Arbeitskräften ausgeführt werden können.

Wirtschaftlich günstig wird die Bauweise, wenn sämtliche Bauteile ohne Nachbehandlung in einem Arbeitsgang montiert werden können. Dies gilt auch für Installationen, Geländer, Einbauten usw.

Das Bauen mit tatsächlich fertigen Bauteilen bietet große Vorteile.

Durch bessere Arbeitsbedingungen und bessere Kontrollmöglichkeiten wird eine höhere Qualität erreicht.

Im Werk können industrielle Fertigungsmethoden angewendet werden.

Die Planung im Büro ist gut kontrollierbar.

Die Montagezeit – und damit die Baustellenüberwachung – wird verkürzt.

Jeder Betrieb kann im Werk und auf der Baustelle seine Arbeit unabhängig von anderen Handwerkern zu Ende führen.

Die verschiedenen Firmen können zeitlich parallel fertigen.

Die Möglichkeiten der vorhandenen Transport- und Montagegeräte können ausgenutzt werden.

Die bisher üblichen kostspieligen Anschlußarbeiten entfallen.

Die Bauabrechnung ist einfach. Die Firmen können sofort nach Ende der Montage das ihnen zustehende Geld erhalten.

Die Grenze für das Bauen mit Fertigteilen liegt dort, wo diese Bauweise unwirtschaftlich wird. Es müßte erreicht werden, daß der auszuführende Bau im Vergleich zur Ausführung mittels der Zeit üblicher Baumethoden besser, schneller und billiger erstellt wird.

Architekten, die in Deutschland mit der Planung und Ausführung größerer Bauten beschäftigt sind, sehen sicher ein, daß dieses Ziel nicht schwer zu erreichen ist. Die angespannte Situation in der Bauwirtschaft war für unser Büro der Anstoß, nach wirtschaftlich besseren Baumethoden zu suchen.

Diese Baumethoden – konsequent angewendet – führen zu einer sehr klaren Gestalt der Bauten, deren Sauberkeit mit der alter, konsequent handwerklich gefertigter Häuser vergleichbar ist. Die unterschiedlichen Fertigungs-, Transport- und Montagewerkzeuge und die den anderen Materialien innewohnenden statischen Möglichkeiten haben jedoch die Dimensionen geändert.

2. Untersuchungen über verschiedene Konstruktionssysteme

In Zusammenarbeit mit interessierten Firmen wurden anlässlich der Planung des Gymnasiums in Schwenningen verschiedene Konstruktionssysteme nach wirtschaftlichen und technischen Gesichtspunkten untersucht.

Folgende Forderungen waren zu erfüllen:

Der mehrgeschossige Bau sollte auf Stützen stehen. Der Mittelflur sollte zu einer Halle erweitert werden können. Querwände sollten in jeder Achse aufstellbar sein, unabhängig von der Aufteilung des darunterliegenden Geschosses.

Die Auswertung der auf den folgenden Seiten dargestellten Systeme ergab folgende Resultate:

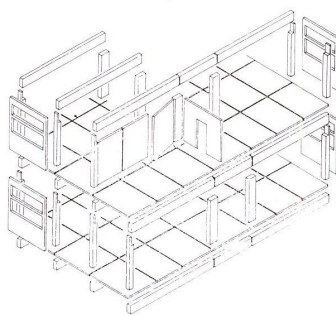
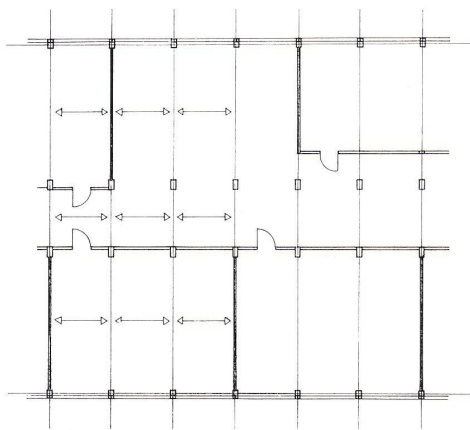
Die Wirtschaftlichkeit wurde an Hand von Angeboten für A, B, C und D geprüft. Die Endsumme für A war die niedrigste. Die Firmen erklärten, daß sich die geringen Gewichte der einzelnen Teile trotz der hohen Gesamtzahl der Teile auf Transport und Montage preislich vorteilhaft auswirken.

Da auch die technischen Vorteile bei A überwiegen, wurde das Gymnasium Schwenningen in diesem System geplant und gebaut. In der weiteren Bearbeitung wurden die Innenstützen und Innenträger zu Rahmen zusammengefaßt, durch die die Quersteifigkeit des Gebäudes hergestellt wurde.

Auf Grund dieser Untersuchung wurden die nachstehenden Beispiele 3.21 bis 3.24 nach System A ausgeführt.

Bei Beispiel 3.1 war System B das günstigste. Die in System A enthaltene Variabilität des Grundrisses war bei den Typen Grundrissen nicht erforderlich.

Das Beispiel 3.25 zeigt eine grundsätzlich andere Konstruktion. Die Eigenart des Grundrisses und die damit verbundenen Möglichkeiten der Montage haben die Konstruktion bestimmt.



A. Skelettbauweise

Decken: Längsgespannte Deckenplatten auf Querträgern aufliegend.
Lastabgabe: Geschoßweite über die Stützen.
Steifigkeit: Durch ausfachende Wände.
Montage: Horizontal. Fassaden nachträglich vorgesetzt.

Teile:

Außenstützen	
Innenstützen	
Außenträger	
Innenträger	
Deckenplatten	
Querwandplatten	} unbelastet
Längswandplatten	
Giebelwandplatten	
Fassadenplatten	

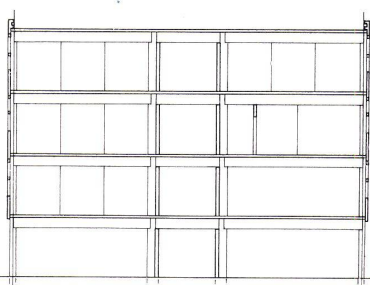
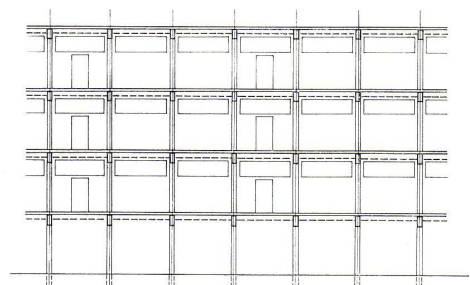
Vorteile:

Klare Trennung der Tragkonstruktion von der Ausfachung. Ausfachende Wände übernehmen keine Lasten. Ausbildung und Armierung nur nach Funktion. Tragkonstruktion einwandfrei wärmeisoliert. Abgehängte Decke in Trägerhöhe. Horizontale Verteilung aller Installationen ungehindert. Querwände in jeder Achse möglich. Eigengewicht der einzelnen Teile relativ niedrig. Montage mit üblichen Baukränen durchführbar.

Nachteile:

Sehr viele Teile insgesamt. Die für die Steifigkeit des Gebäudes notwendige Verbindung der ausfachenden Wände mit der Tragkonstruktion ist technisch nicht einfach herzustellen.

Die Vorteile überwiegen. Der Versuch, die Gesamtzahl der Teile zu reduzieren, führt zur Lösung B.



B. Mischbauweise (Skelett + Wandscheiben)

Decken: Längsgespannte Deckenplatten auf Querträgern und Querwänden aufliegend.
Lastabgabe: Geschoßweise über Stützen und Wandscheiben.
Steifigkeit: Quer durch Wandscheiben, längs durch Ausfachung.
Montage: Horizontal. Fassaden nachträglich vorgesetzt.

Teile:

Außenstützen	
Innenstützen	
Außenträger	
Innenträger	
Deckenplatten	
Querwandplatten	belastet
Querwandplatten	unbelastet
Giebelwandplatten	belastet
Längswandplatten	unbelastet
Fassadenplatten	

Vorteile:

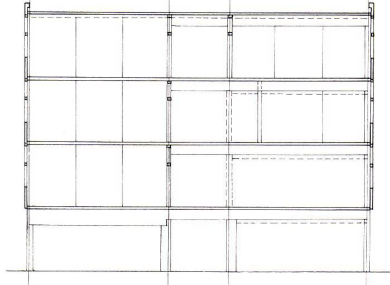
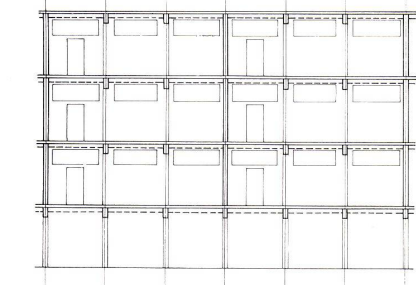
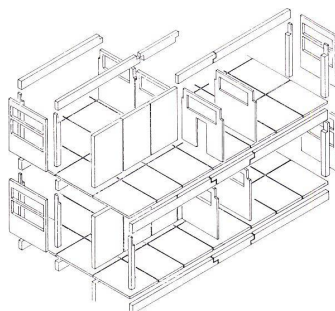
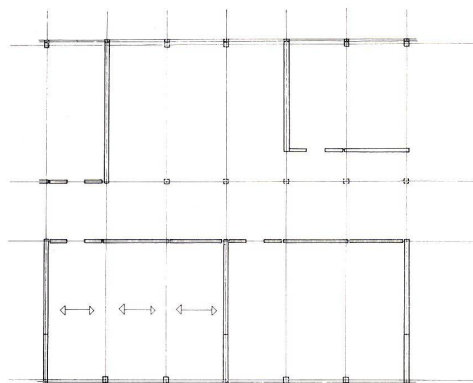
Weniger Teile insgesamt gegenüber A.
Abgehängte Decke in Trägerhöhe.
Horizontale Verteilung aller Installationen ungehindert.

Nachteile:

Konstruktion weniger klar.
Mehr verschiedene Teile.
Längswandplatten stärker oder schwächer armiert (tragend und nichttragend). Querwände müssen übereinander sitzen.
Träger im Erdgeschoß muß die Lasten aller Geschosse aufnehmen.

Ergebnis:

Die Gesamtzahl der Teile hat sich reduziert, jedoch auf Kosten verschiedener Nachteile. Die Mischung zwischen Skelett- und Scheibenbauweise bringt Schwierigkeiten. Ausbildung der Teile im einzelnen komplizierter. Der nächste Schritt führt zur Lösung C.



C. Scheibenbauweise

Decken: Quergespannte Deckenplatten auf Außen- und Innenlängswandscheiben aufliegend.

Lastabgabe: Geschoßweise über Längswandscheiben außen und innen.

Steifigkeit: Durch Längs- und Querwandscheiben.

Montage: Horizontal einschließlich der Fassade.

Teile:

Längswandplatten außen

Längswandplatten innen

Längswandplatten innen (aufgelöst als Rahmen im EG)

Giebelwandplatten

Deckenplatten

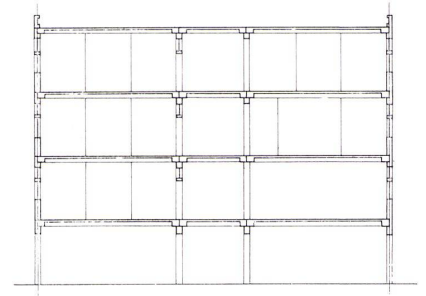
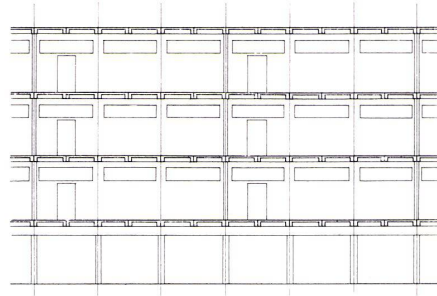
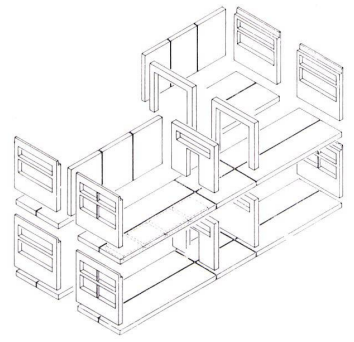
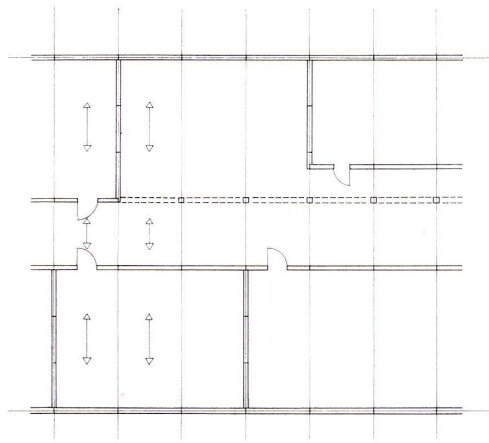
Vorteile:

Weniger Teile als bei A+B.

Wenig verschiedene Teile. Träger fallen weg.
Geschoßhöhe reduziert sich.

Nachteile:

Hohes Gewicht der einzelnen Teile, besonders der Deckenplatten. Übliche Baukräne reichen für Montage nicht aus. Die massiven Anteile der Außen-Längswandplatten zwischen den Fenstern werden verhältnismäßig breit (Übernahme der Stützenfunktion). Horizontale Verteilung aller Installationen schwieriger als bei A+B.



D. Skelettbauweise bei vertikaler Montage

Decken: Quergespannte Deckenplatten auf Längsträgern aufliegend.

Lastabgabe: Geschoßweise über die Stützen.

Steifigkeit: Durch Einspannen der Stützen.

Montage: Vertikal. Fassade wird z. T. vom Längsträger gebildet.

Teile:

Außenstützen

Innenstützen

Außenträger

Innenträger

Deckenplatten

Querwandplatten

Längswandplatten

Giebelwandplatten

unbelastet

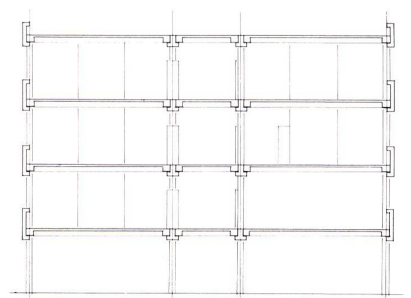
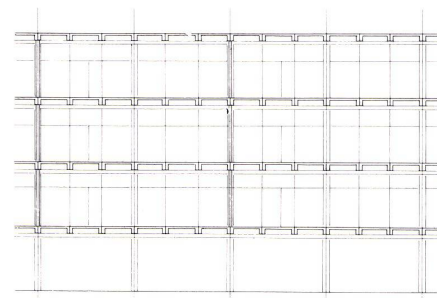
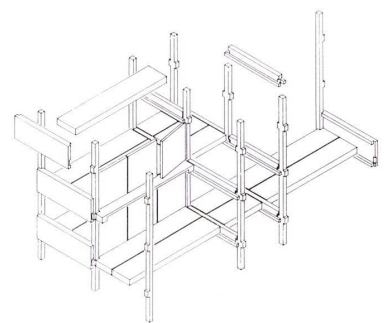
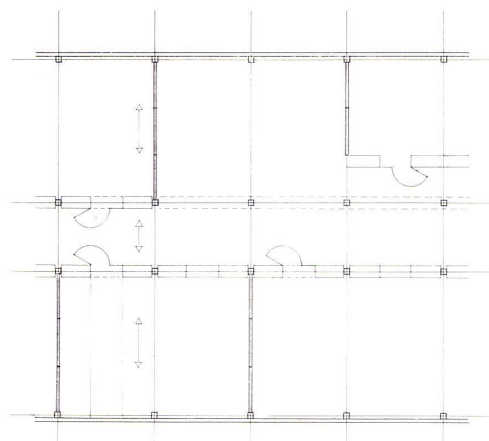
Vorteile:

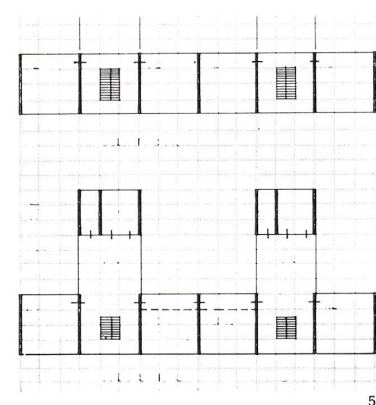
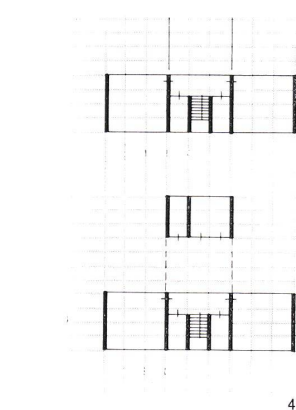
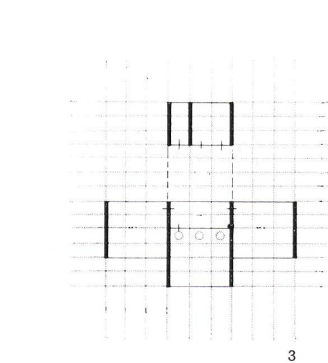
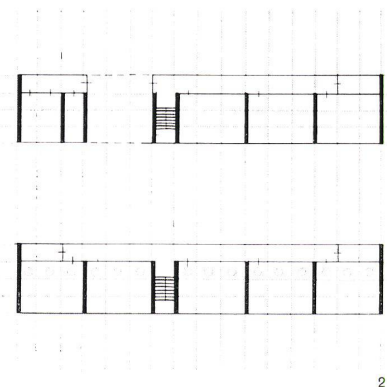
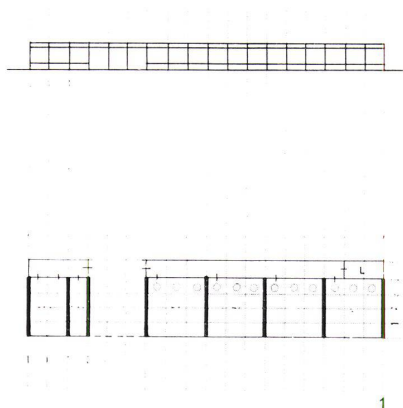
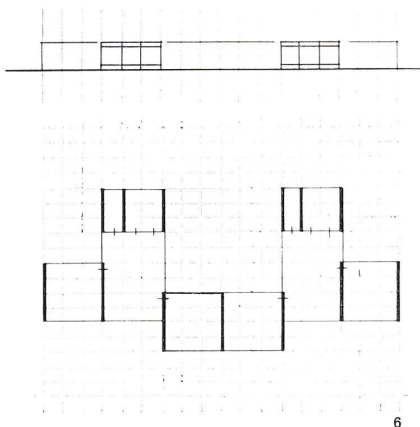
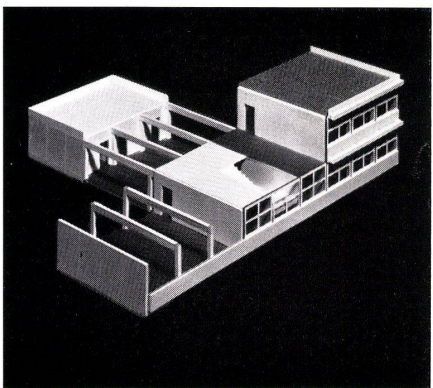
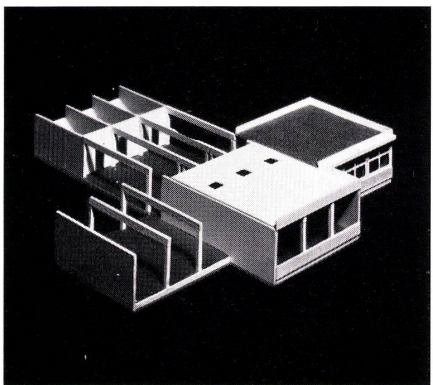
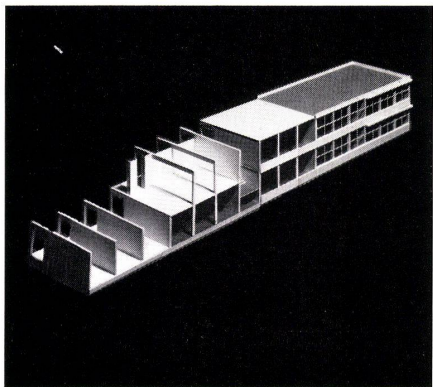
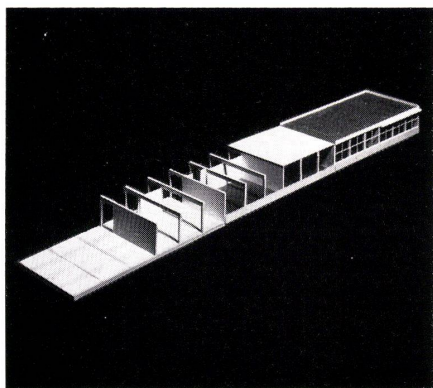
Die wenigen Einzelteile können mittels eines Autokrans schnell montiert werden.

Nachteile:

Die Knotenpunkte sind relativ schwierig. In der Fassade entstehen dort Kältebrücken. Die eingespannten Stützen erfordern eine umfangreiche Ortbetonarbeit.

Wegen des gedrückten Mittelträgers ist die Führung der Installationen am Übergang von der vertikalen zur horizontalen Verteilung nicht einfach.





3. Beispiele

3.1 Schlüsselfertige Montageschulen (Firma L. Rostan, Friedrichshafen)

Reine Baukosten: ca. 120,- bis 135,- DM/m³.
Bauzeit insgesamt: 3 Monate (Typen A und C), 5 Monate (Typen B und D).

Aufgabe: Planung von massiven Schulbauten, die von einem Hauptunternehmer schlüsselfertig zu Festpreisen und festen Terminen anzubieten und zu erstellen sind. Zwei Klassenformate wurden festgelegt. Daraus sind die vier Grundtypen (A, B, C, D) entstanden, die addiert und variiert werden können.

Konstruktion

Decken: Längsgespannte Deckenplatten auf Querträgern bzw. Querwänden aufliegend.
Lastabgabe: Über Querwände, Längswände und Stützen.

Steifigkeit: durch Längs- und Querwände.

Fassade

Brüstungen und Wandscheiben als Stahlbetonfertigteile mit einbetonierter Wärmedämmung.

Holzfenster außen auf die Stützen angeschlagen. Asbestzementverkleidung der Stützen.

Montage

Horizontal, Fassade nach tragender Konstruktion.

Installationen

Horizontal: z. T. sichtbar, z. T. einbetoniert in die unverkleideten Betondeckenplatten. Einrohrheizung (Rechteckquerschnitt) der Firma Rud. Otto Meyer.

Vertikal: In U-förmigen Installationselementen aus Beton in der Flurtrennwand, die flurseitig geschlossen werden.

1
Typ A: Schlüsselfertiges Schulgebäude. Klasse 9,12/8,25 m = 75 m².

Type A: Ecole entièrement préfabriquée. Classe 9,12/8,25 m = 75 m².

Type A: Completely machine-normed school-building. Form 9.12/8.25 m. = 75 m².

2
Typ B: Schlüsselfertiges Schulgebäude. Klasse 10,25/7,20 m = 74 m².

Type B: Ecole entièrement préfabriquée: Classe 10,25/7,20 m = 74 m².

Type B: Completely machine-normed school-building. Form 10.25/7.20 m. = 74 m².

3
Typ C: Schlüsselfertiges Schulgebäude.

Type C: Ecole entièrement préfabriquée.

Type C: Completely machine-normed school-building.

4
Typ D: Schlüsselfertiges Schulgebäude. Klasse 9,12/8,25 m = 75 m².

Type D: Ecole entièrement préfabriquée: Classe 9,12/8,25 m = 75 m².

Type D: Completely machine-normed school-building. Form 9.12/8.25 m. = 75 m².

5
Variante zu Typ C. Klasse 9,12/8,25 m = 75 m².

Variante du type C. Classe 9,12/8,25 m = 75 m².

Variant to type C. Form 9.12/8.25 m = 75 m².

6
Variante zu Typ D. Klasse 9,12/8,25 m = 75 m².

Variante du type D. Classe 9,12/8,25 m = 75 m².

Variant to type D. Form 9.12/8.25 m = 75 m².

Auswertung

Die Konstruktion entspricht der Bauaufgabe. Die Schultypen können in kurzer Zeit geplant und aufgestellt werden.

Die fehlende horizontale Verteilungszone für die Installationen erschwert – besonders bei mehrgeschossigen Bauten – die Planung und Ausführung. Die Geschosshöhe hätte hierfür bei gleichbleibender lichter Raumhöhe vergrößert werden müssen. Dies hätte die Vergrößerung der geschoßhohen Wandplatten zur Folge gehabt. Diese Wandplatten werden senkrecht transportiert. Die geringe freie Durchfahrtshöhe einiger Brücken ließ die Vergrößerung der Wandplatten nicht zu.

7
Statisches System 1:500.
Système statique.
Statical system.

8
Konstruktiver Schnitt 1:100.
Coupe de construction.
Constructional section.

1 Attikaelement / Élément de toiture / Roof element
2 Deckenplatte / Dalle / Deck
3 Querträger / Sommier transversal / Transverse girder
4 Stütze / Appui / Support
5 Brüstungselement / Élément d'allège / Parapet element
6 Giebelwandplatte / Panneau pignon / Gable panel
7 Flurtrennwand / Panneau de séparation (couloir) / Corridor partition
8 Holzfenster / Fenêtre en bois / Wooden window
9 Sonnenschutz / Brise-soleil / Sunbreak

9
Installationselement. Wird nach Montage der Leitungen flurseitig mit Asbestzementplatten verschlossen. Élément d'installation, revêtu depuis le couloir par des plaques de ciment-amianté après le montage. Installation element, after fitting of mains will be sealed on corridor side with asbestos-cement slabs.

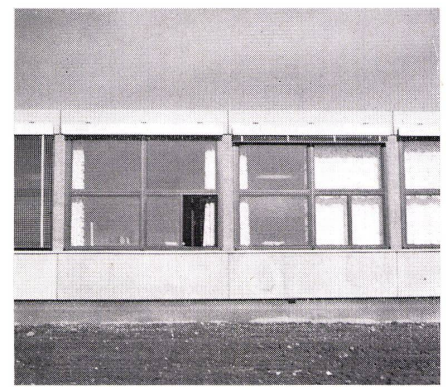
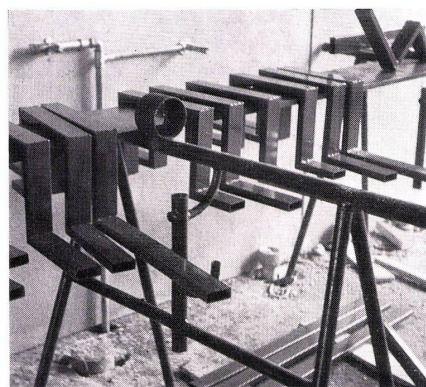
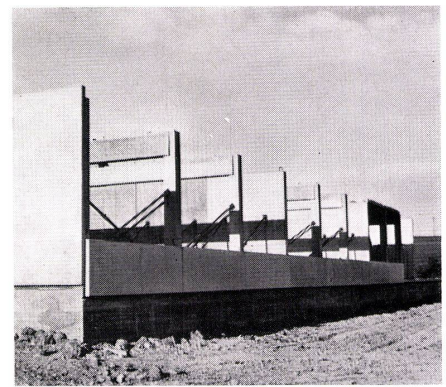
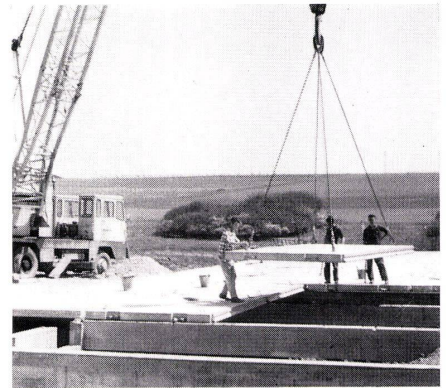
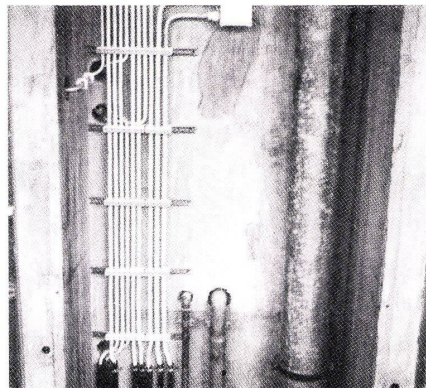
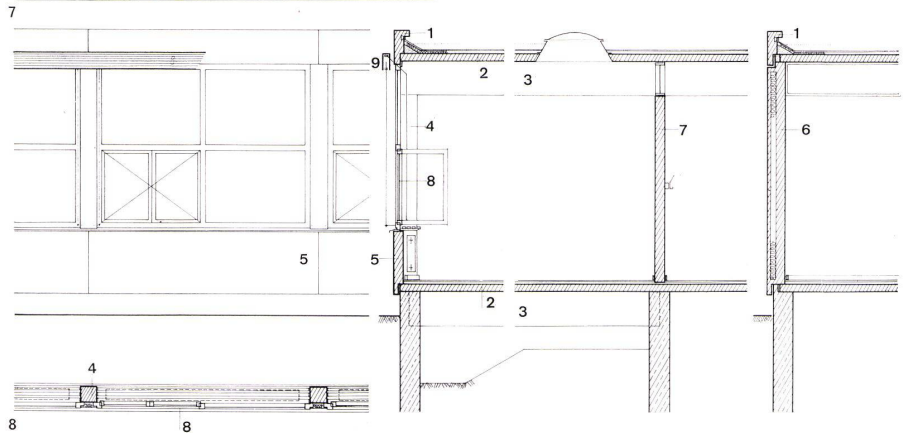
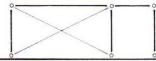
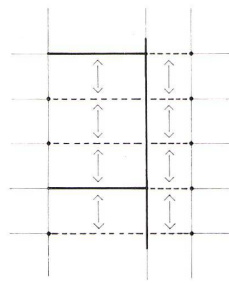
10
Vorgefertigte Heizungsrohre mit Heizkörperanschlüssen fertig lackiert. Tuyaux de chauffage préfabriqués avec pièces de raccord pour convecteurs, finis et vernis. Pre-fab heating ducts with radiator connections ready varnished.

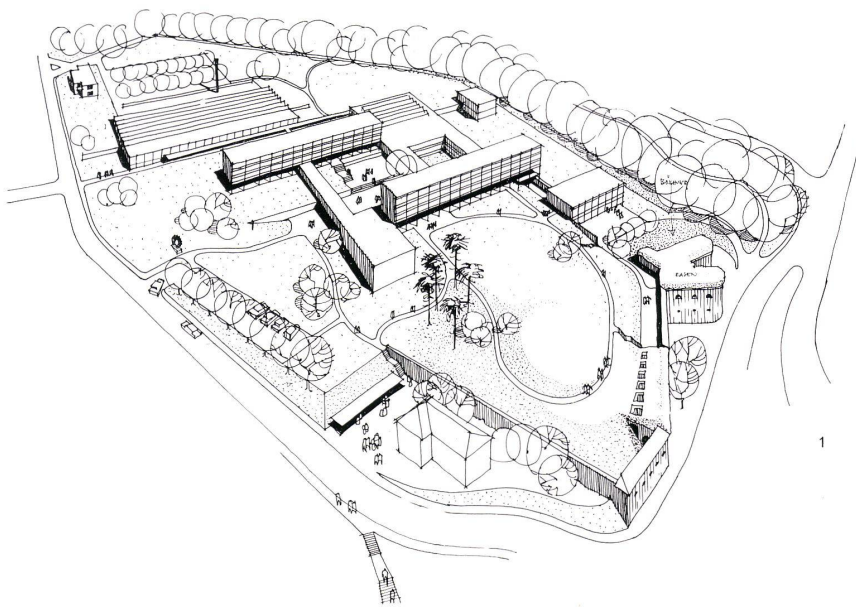
11
Vorgefertigte Paßstücke der Profil-Einrohrleitung. Joint préfabriqué du profil à un seul tuyau. Pre-fab pipe union.

12
Verlegen der Deckenplatten. Pose des dalles. Laying of deck.

13
Pavillon während der Montage. Pavillon pendant le montage. Pavilion during assembly.

14
Südfassade. Façade sud. South face.





3.21 Staatliche Ingenieurschule Ulm (Donau) - Seminarbauten

Bauherrschaft: Land Baden-Württemberg, Finanzministerium – vertreten durch die Bauverwaltung, Oberfinanzdirektion Stuttgart, Staatliches Hochbauamt Ulm.

Architekten: G. Behnisch, W. Büxel, E. Tränkner, E. Becker, Stuttgart.

Statik: P. Herrmann, Stuttgart.

Fertigbetonteile: Planung und Fassade Firma L. Rostan, Friedrichshafen. Tragkonstruktion Firma Dyckerhoff & Widmann KG, Werk Tuttlingen. Wandplatten Firma Hochtief AG, Augsburg.

Situation: Die Ingenieurschule liegt auf dem Gaisenberg, einem im Norden der Stadt liegenden ehemaligen Fort der alten Reichsfestung Ulm, im Osten gefaßt durch den Baumbestand des Glacis, mit Blick nach Süden über die Stadt Ulm und das Donautal.

Bauvolumen: Insgesamt ca. 113 500 m³.

Seminarbauten ca. 37 000 m³.

Reine Baukosten: ca. 120.- DM/m³.

Bauzeit: Insgesamt 18 Monate. Seminarbauten 10 Monate. Montage der Betonfertigteile 4 Monate.

Baujahr: 1961/62.

Konstruktion

Decken: Längsgespannte Montagedecke (Fertigträger mit Füllkörpern) auf Querträgern oder Querwänden aufliegend.

Lastabgabe: Über Querwände und Stützen. Steifigkeit: Durch Längs- und Querwände.

Fassade

Stahlbetonfertigteile mit einbetonierten Stahlfenstern, Dauerlüftungen. Wärmedämmung wurde nachträglich am Bau aufgebracht.

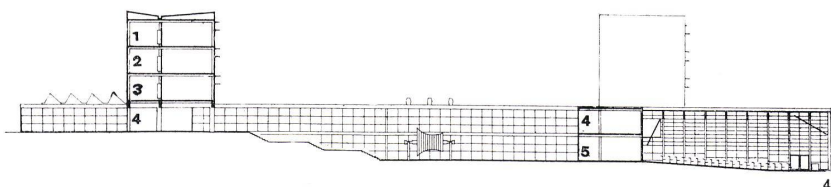
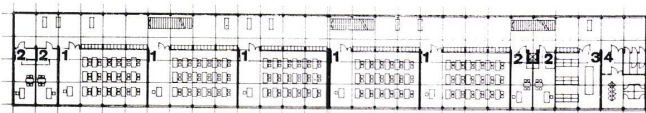
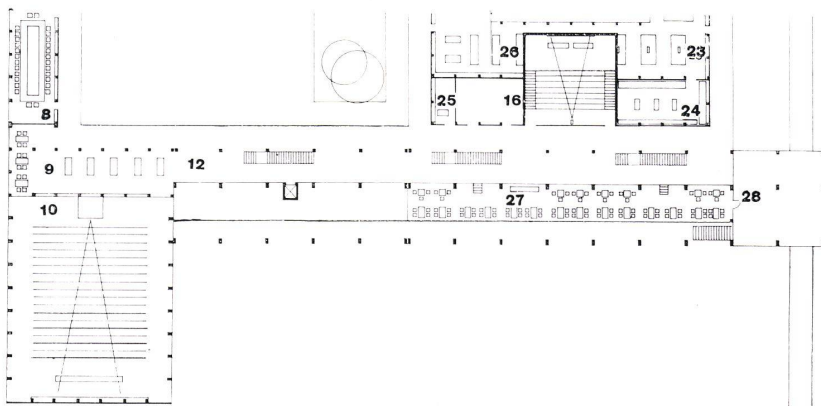
Montage

Horizontal, Fassade nach tragender Konstruktion.

Installationen

Horizontal: In abgehängter Decke.

Vertikal: Sichtbar auf Beton im Flur.



1 Perspektive.
Perspective.

2 Ausschnitt Grundriß Erdgeschoß 1:1000.
Détail du plan horizontal rez-de-chaussée.
Plan section of ground floor.

3 Seminarbau, Obergeschoß 1:1000.
Ecole normale, étage supérieur.
Training college, upper story.

4 Schnitt 1:1000.
Coupe.
Section.

5 Seminarbau, Ansicht von Süden her.
Ecole normale, vue sud.
Training college, south view.

Auswertung

Die Seminarbauten wurden in kurzer Zeit montiert.

Die hier noch relativ umfangreichen Ortbetonarbeiten waren nicht immer reibungslos in den Montageablauf einzufügen. Hochwertige Fertigbetonteile wurden durch auslaufenden Beton verschmutzt.

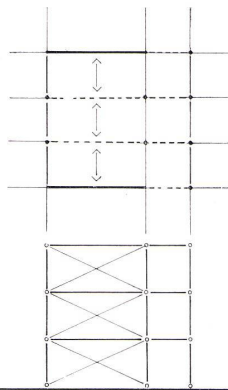
Die großzügige, vertikale Installationszone fehlte.

Das gesamte Projekt konnte durch die gewählte Konstruktion gegenüber ähnlichen Projekten, die mittels handwerklicher Bauweisen erstellt wurden, außerordentlich schnell und wirtschaftlich günstig ausgeführt werden.

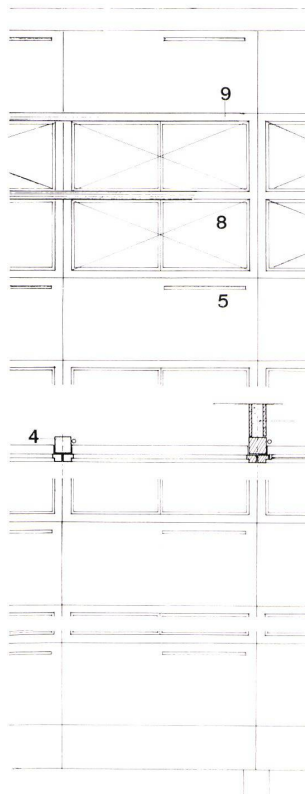
6
Statisches System 1:500.
Système statique.
Statistical system.

7
Konstruktiver Schnitt 1:100.
Coupe de construction.
Construction section.

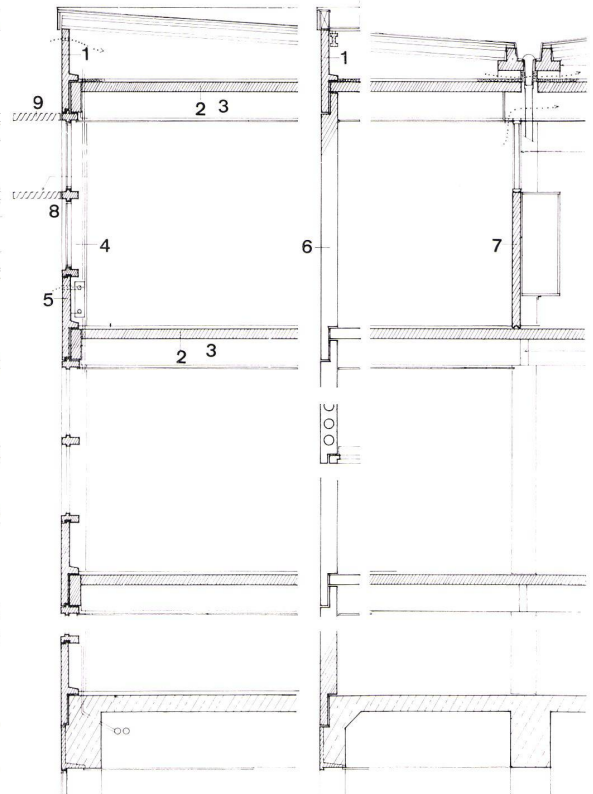
1 Attikaelement / Élément de toiture / Roof element
2 Montageplatte / Plafond de montage / Assembly deck
3 Querträger / Sommier transversal / Transverse girder
4 Stütze / Appui / Support
5 Brüstungselement / Élément d'allège / Parapet element
6 Giebelwandplatte / Panneau pignon / Gable panel
7 Flurtrennwandplatte / Panneau de séparation (couloir) / Corridor partition
8 Fensterelement mit einbetoniertem Stahlfenster / Élément de vitrage avec fenêtre en acier coulé dans le béton / Window element with concreted steel window
9 Sonnenschutz / Brise-soleil / Sunbreak



6



7



8
Äußere Stützenreihe eines Obergeschosses.
Die aus den Stützen herausragenden Eisen zeigen, daß hier die Steifigkeit noch mit Methoden der Ortbetonbauweise erreicht wurde.

Rangée d'appuis extérieurs d'un étage supérieur.
Les fers en attente prouvent que le raidissement est encore assuré par des méthodes d'exécution sur place.

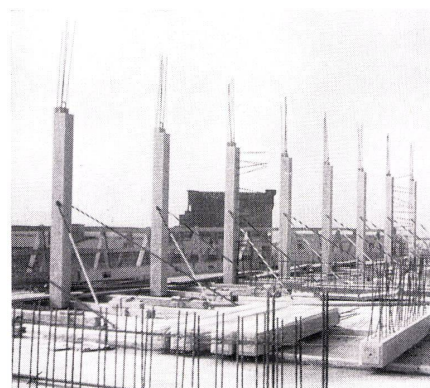
External row of supports of an upper floor.
The irons protruding from the supports show that rigidity was here achieved by methods of on-site execution.

9
Längsgespannte Fertigbalkendecke mit Füllkörpern.
Dieses Deckensystem wurde bei den folgenden Projekten durch großformatige Deckenplatten ersetzt.
Dalle en poutrelles préfabriquées portées dans le sens longitudinal avec éléments de remplissage. Ce système porteur est remplacé par des grandes dalles pour les projets suivants.

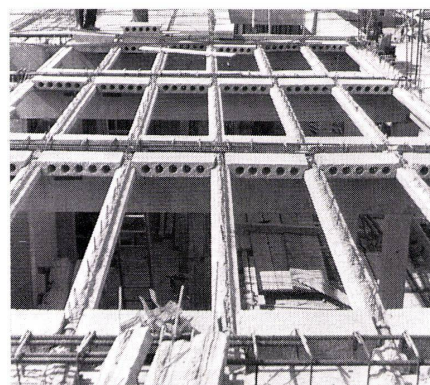
Longitudinally stressed pre-fab deck girders with panel elements. This deck system was replaced in later projects by large deck slabs.

10
Montage der Betonfassaden-Elemente vor die tragende Konstruktion.
Montage de la façade en éléments de béton préfabriqués devant la structure porteuse.
Assembly of concrete face elements in front of supporting construction.

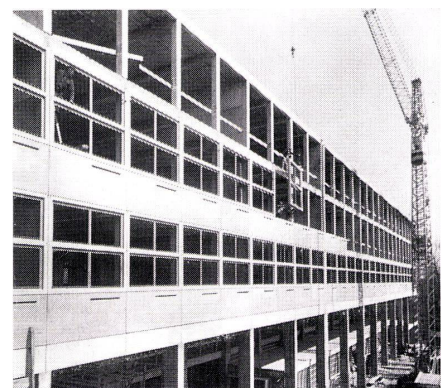
11
Seminarbau Nord. Fertige Südfassade.
Ecole normale. Partie nord; façade sud achevée.
Training college. Finished south face.



8



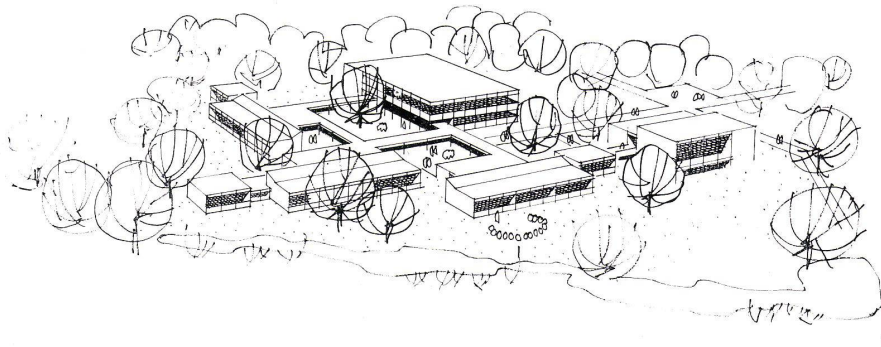
9



10



11



3.22 Volksschule in Geislingen, Kreis Balingen

Pavillonbauten

Bauherrschaft: Gemeinde Geislingen.

Architekten: G. Behnisch, H. Bidlingmaier, M. Sabatke, H.-J. Wessel, Stuttgart.

Statik: P. Herrmann, Stuttgart.

Fertigbetonteile: Firma L. Rostan, Friedrichshafen.

Situation: Die Schule steht auf einer am Ortsrand liegenden Obstbaumwiese. Der Fußweg von der Schule führt am Alten Schloß vorbei zur Ortsmitte.

Bauvolumen: Insgesamt ca. 19 000,00 m³, Pavillons à 1 900,00 m³ × 3 = 5 700,00 m³.

Reine Baukosten: ca. 135,- DM/m³.

Bauzeit: Insgesamt ca. 18 Monate.

Montage der Betonteile der drei Pavillons 2 Monate.

Baujahr: 1963/64.

Konstruktion

Decken: Längsgespannte Deckenplatten auf Querträgern oder Querwänden.

Lastabgabe: Über Querwände und Stützen.

Steifigkeit: Durch Längs- und Querwände.

Fassade

Brüstungen und Wandscheiben als Stahlbetonfertigteile, Wärmeisolierung bei den Wandscheiben nachträglich aufgebracht. Holzfenster außen auf die Stützen angeschlagen. Asbestzementverkleidung der Stützen.

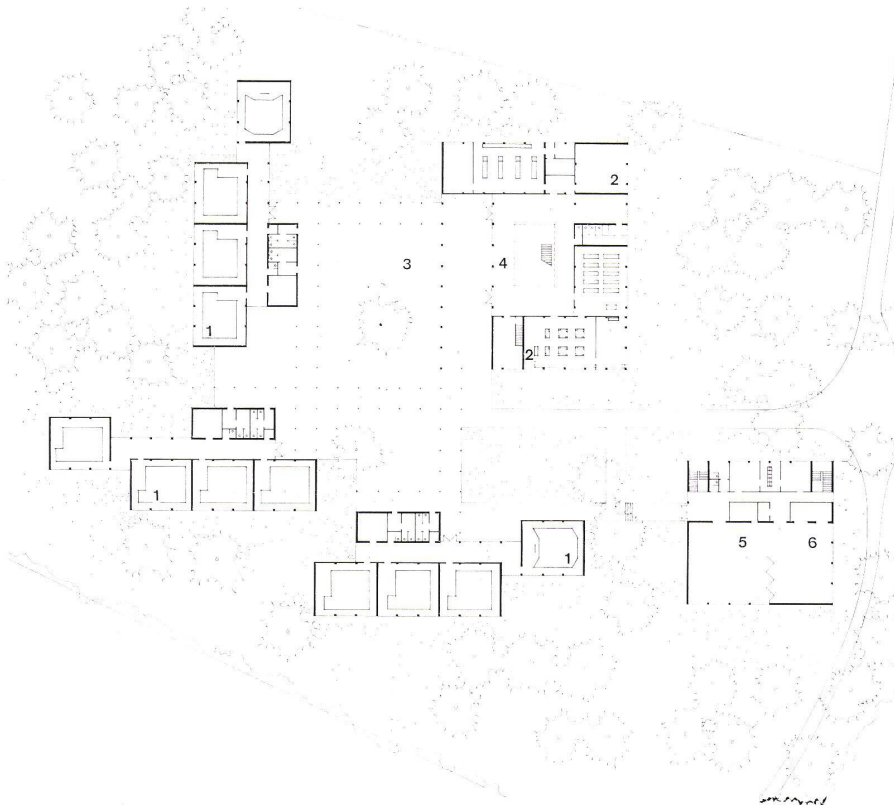
Montage

Horizontal, Fassade nach tragender Konstruktion.

Installationen

Horizontal: Unter Fußboden bzw. in Deckenplatten einbetoniert.

Vertikal: In Schlitzen bzw. in Wandteilen einbetoniert.



2

1
Perspektive.
Perspective.

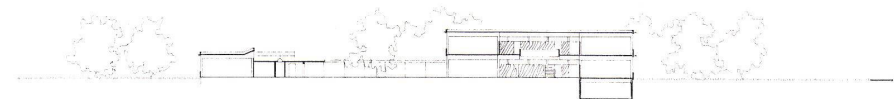
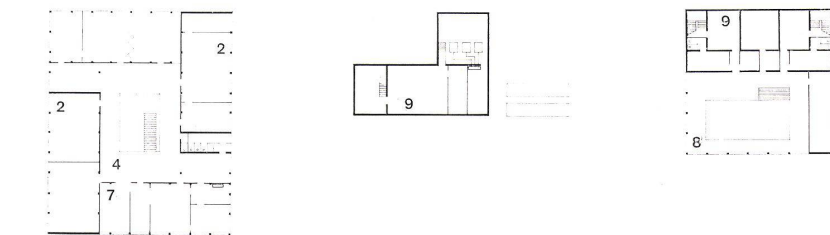
2
Erdgeschoß 1:1000.
Rez-de-chaussée.
Ground floor.

3
Obergeschoß, Untergeschoß 1:1000.
Etage supérieure, sous-sol.
Upper story, basement.

3
1 Stammklassen / Classes régulières / Regular classrooms
2 Fachklassen / Classes spéciales / Special classroom
3 Pausenhof / Préau / Yard
4 Halle / Foyer / Hall
5 Singsaal / Salle de chant / Music room
6 Gymnastiksaal / Salle de gymnastique / Gymnasium
7 Verwaltung / Administration
8 Lehrschwimmbecken / Bassin école / Learners' pool
9 Nebenräume / Salles annexes / Utility rooms

4
Schnitt 1:1000.
Coupe.
Section.

5
Ansicht 1:1000.
Vue.
View.



4



5

Auswertung

Der Bauablauf mehrerer locker gruppierter Baukörper ist weniger einfach als der konzentrierter Anlagen. Dies gilt für Bauten, die in handwerklichen Konstruktionen, und für solche, die mittels vorgefertigter Konstruktionen erstellt werden. Eine Erleichterung trat dadurch ein, daß für die relativ geringen Ortbetonarbeiten (Fundament usw.) eine zentrale Mischanlage aufgestellt werden konnte. Das notwendige häufige Umsetzen des Kranes kann als Erschwerung bezeichnet werden.

Hier wäre die Planung der Installationen leichter durchzuführen gewesen, wenn eine klare horizontale Verteilerzone geschaffen worden wäre (s. hierzu 3.1). Viele Installationsteile wurden in die Betonelemente eingelegt. Dies erfordert eine umfangreiche Planungsarbeit und erschwert die Fertigung. Das ausgeführte Projekt zeigt, daß auch aufgelöste Schulanlagen mittels vorgefertigter Konstruktionen schnell und wirtschaftlich günstig ausgeführt werden können.

6
Statisches System 1:500.
Système statique.

Statical system.

7
Konstruktiver Schnitt 1:100.
Coupe de construction.

Constructional section.

- 1 Attikaelement / Élément de toiture / Roof element
- 2 Deckenplatte / Dalle / Deck
- 3 Querträger / Sommier transversal / Transverse girder
- 4 Stütze / Appui / Support
- 5 Brüstungselement / Élément d'allège / Parapet element
- 6 Giebelwandplatte / Panneau pignon / Gable panel
- 7 Flurtrennwandplatte / Panneau de séparation (couloir) / Corridor partition
- 8 Holzfenster / Fenêtre en bois / Wooden window
- 9 Sonnenschutz / Brise-soleil / Sunbreak
- 10 Holzverkleidung / Revêtement en bois / Wooden boarding

8
Klassenpavillon, von Westen her gesehen.
Classe d'école vue depuis l'ouest.
Classroom pavilion from west.

9
Rückseite eines Klassenpavillons. Links im Bild der in Kalksandstein gemauerte Abortteil. Die Vorfertigung wäre hier teurer gewesen.
Vue arrière d'une classe. A gauche les WC appareillés en calcaire. La préfabrication aurait été plus chère.

Rear of a classroom pavilion. Left, the WC installation in lime sandstone. Pre-fabrication would have been more costly here.

10
Blick durch die Pausenhalle des Hauptbaus auf die Rückseite eines Pavillons.
Vue à travers le préau vers le bâtiment principal et le dos d'une classe.

View through the recess yard of main building onto the rear of a pavilion.

11
Hauptbau während der Montage. Die großen Hallenträger kragen in die späteren Klassenräume und sind zur Aufnahme der Träger über den Klassen vorge richtet.

Bâtiment principal lors du montage. Les grands sommiers du hall sont en porte-à-faux sur classes dont ils reprennent les sommiers.

Main building during assembly. The large hall girders project into the classrooms and are designed to carry the girders over the classrooms.

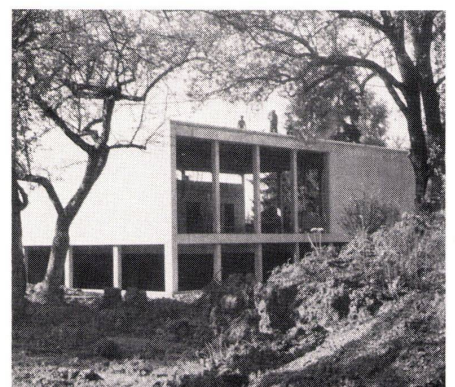
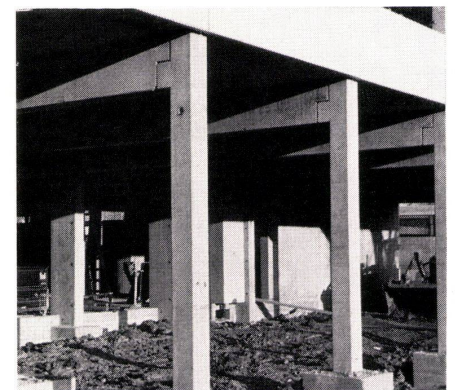
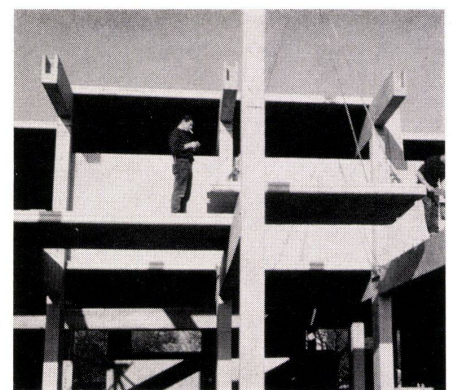
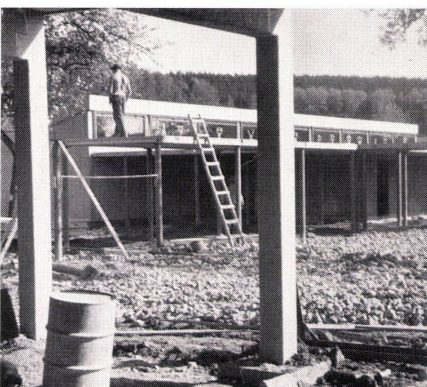
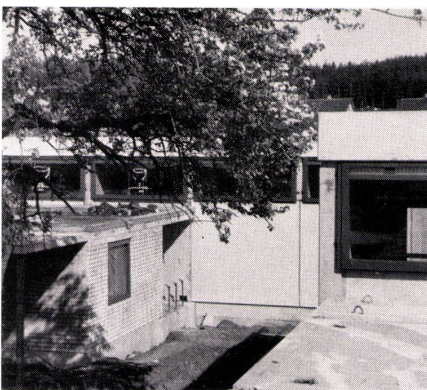
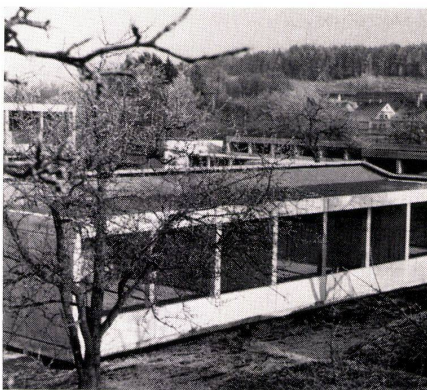
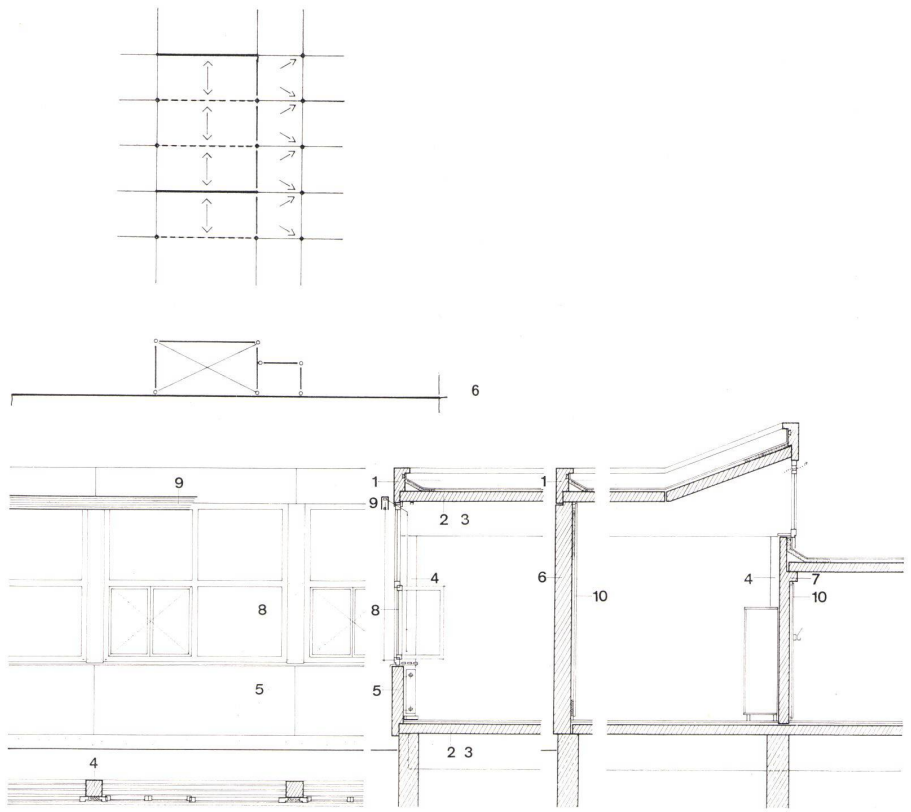
12
Montagefoto vom Hauptbau. Blick in die Pausenhalle.
Photo du montage du bâtiment principal. Vue vers le préau.

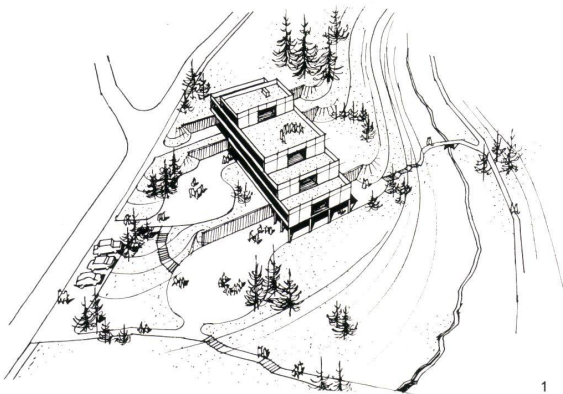
Assembly photo of the building. View into the recess yard.

13
Südwestansicht des Saalbaues. Dieser Bauteil wurde örtlich gefertigt. Dies war wegen der Besonderheit des Baues billiger.

Vue sud-ouest des salles. Cette construction est exécutée sur place. Solution plus économique à cause des particularités du programme.

Southwest view of the hall structure. This part was constructed in situ. Owing to the special nature of the building, this was cheaper.

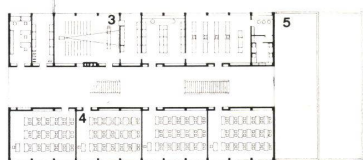




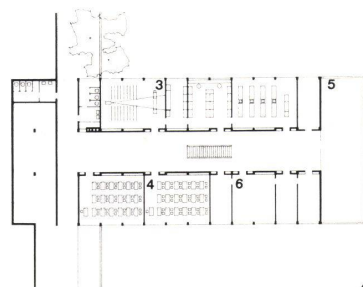
1



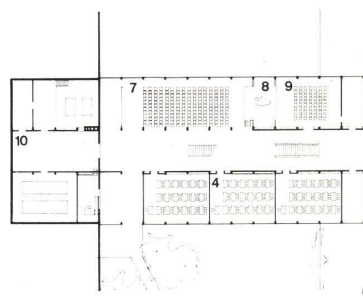
2



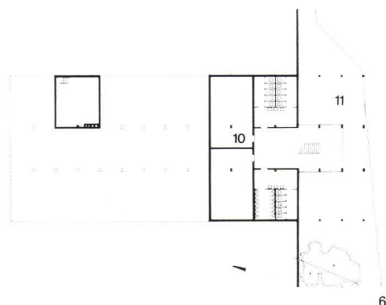
3



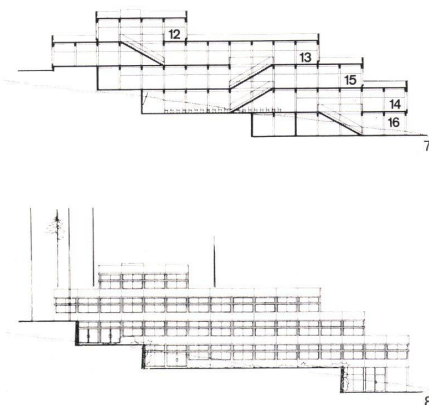
4



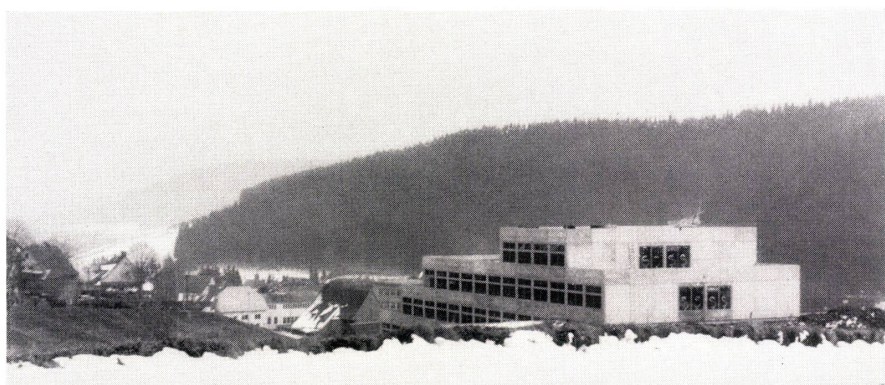
5



6



8



9

3.23 Progymnasium in Furtwangen im Schwarzwald

Bauherrschaft: Stadt Furtwangen.

Architekten: G. Behnisch, L. Seidel, P. Schirm, K. Weber, Stuttgart/Radolfzell.

Statik: W. Gumpert, Freiburg.

Fertigbetonteile: Spannbetonwerk Koch KG, Offenburg. Fassade: Firma L. Rostan, Friedrichshafen.

Situation: Das Progymnasium steht am Hang eines schmalen Seitentales in Nähe des Waldes. 900 m NN.

Bauvolumen: ca. 16 000 m³.

Reine Baukosten: ca. 130,- DM/m³.

Bauzeit: Insgesamt 11 Monate.

Baujahr: 1963/64.

Konstruktion

Decken: Längsgespannte Deckenplatten auf Querträgern aufliegend.

Lastabgabe: Geschoßweise über Stützen.

Steifigkeit: Durch nichttragende Längswände und durch Rahmen im Mittelflur.

Fassade

Stahlbetonfertigteile mit einbetonierten Stahlfenstern, Dauerlüftungen, Wärmedämmung. Gesamte Fassade vor der tragenden Konstruktion liegend.

Montage

Horizontal, Fassade nach tragender Konstruktion.

Installationen

Horizontal: In abgehängter Decke, z. T. durch Aussparungen der Querträger.

Vertikal: In Installationselementen, die in der Schrankzone liegen.

1 Perspektive.
Perspective.

2-6 Grundrisse 1:1000.
Plans.

7 Schnitt 1:1000.
Coupe.
Section.

Zu 2-7

1 Zeichnen und Werken / Dessin et bricolage / Drawing and manual crafts

2 Zeichenterrasse / Terrasse-dessin / Drawing terrace

3 Fachklassen / Classes spéciales / Special classrooms

4 Stammklassen / Classes régulières / Regular classrooms

5 Terrasse / Terrace

6 Verwaltung / Administration

7 Aula / Auditoire / Auditorium

8 Bühne / Scène / Stage

9 Musiksaal / Salle de musique / Music room

10 Nebenräume / Salles annexes / Utility rooms

11 Pausenplatz / Préau / Yard

12 3. Geschoß / 3e étage / 3rd floor

13 2. Geschoß / 2e étage / 2nd floor

14 1. Geschoß / 1er étage / 1st floor

15 Eingangsgeschoß / Niveau d'entrée / Entrance floor

16 Pausenhallengeschoß / Niveau du préau / Level of yard

8 Ansicht 1:1000.
Vue.
View.

9 Schulgebäude, von Nordwesten her gesehen.
Ecole vue depuis le nord-ouest.
School building from northwest.

Auswertung

Bei diesem kompakten Projekt waren die Vorteile einer konsequenten Montagebauweise klar zu erkennen.

Der in Furtwangen besonders lang andauernde Winter erschwerte im allgemeinen die Bauarbeiten. Die Gesamtbauzeit betrug hier nur 11 Monate.

Beim Ablauf wirkten sich besonders günstig der »trockene« Bodenaufbau (Parkett auf Dämmplatten) und die starke Reduzierung der Malerarbeiten aus.

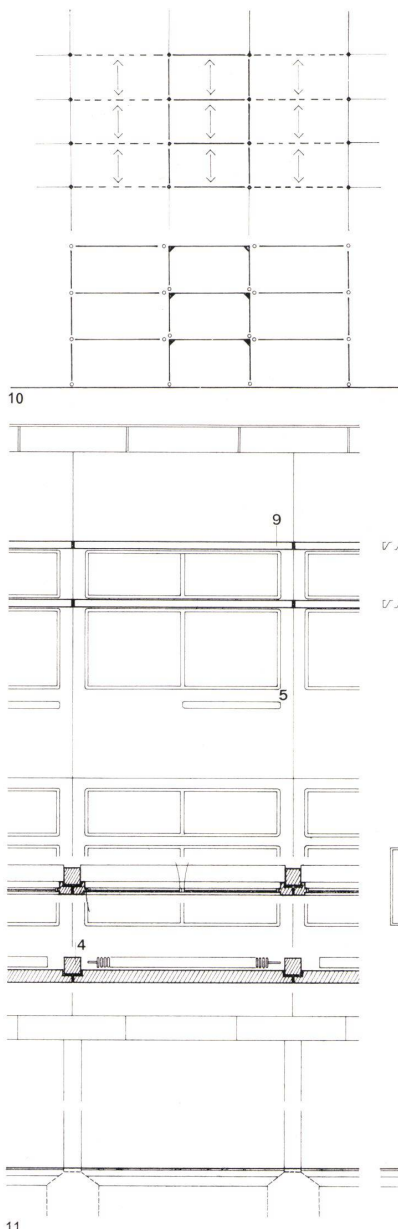
Die Planung und Ausführung der Installation wäre erleichtert worden, wenn die abgehängte Decke unter dem Querträger hätte durchgeführt werden können. Die Höhe der Stahlbetonböcke im Flur war jedoch durch die lichte Durchfahrthöhe der auf dem Transportweg liegenden Brücken beschränkt. Um die erforderliche Raumhöhe zu erreichen, mußten also die Gipskartondecken zwischen die Träger gehängt werden.

In gleicher Konstruktion wird z. Z. das Gymnasium in Schwenningen/Neckar (ca. 42 000 m³) gebaut. (Architekten G. Behnisch, L. Seidel, E. Tränker, K. H. Weber.)

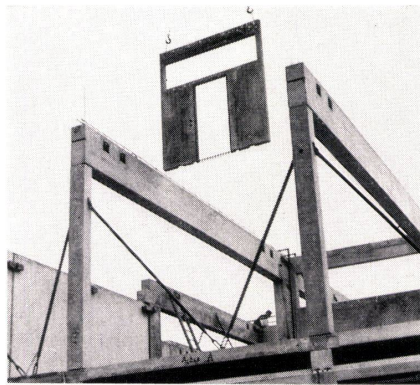
10
Statistisches System 1:500.
Système statique.
Statistical system.

11
Konstruktiver Schnitt 1:100.
Coupe de construction.
Constructional section.

- 1 Terrassenbrüstung / Allège de la terrasse / Terrace parapet
- 2 Deckenplatte / Dalle / Deck
- 3 Querträger / Sommier transversal / Transverse girder
- 4 Stütze (in der Flurzone Rahmen) / Appui (cadre dans la zone couloir) / Support (frame in corridor zone)
- 5 Fassadenelement mit einbetonierten Stahlfenstern / Élément de façade avec fenêtre en acier coulée dans le béton / Face element with concreted steel windows
- 6 Giebelwandplatte / Panneau pignon / Gable panel
- 7 Flurtrennwandplatte / Panneau de séparation (couloir) / Corridor partition
- 8 Installationselement / Élément d'installation / Installation element
- 9 Sonnenschutz / Brise-soleil / Sunbreak



11



12



14

12
Montagefoto. Einbau eines Längswandelements.
Photo du montage. Pose d'un panneau longitudinal.
Assembly photo. Placement of longitudinal wall element.

13
Montage der Rahmen im Flur eines Obergeschosses.
Montage des cadres du couloir d'un étage supérieur.
Assembly of frames in the corridor of an upper floor.

14
Ansicht von Südosten.
Vue depuis le sud-est.
View from southeast.

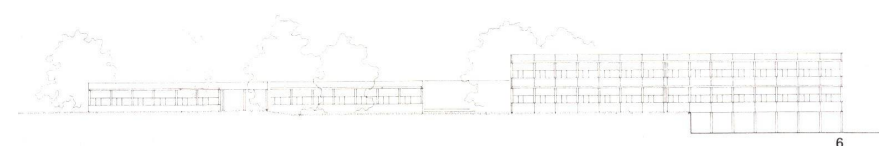
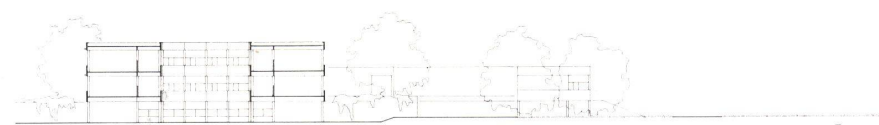
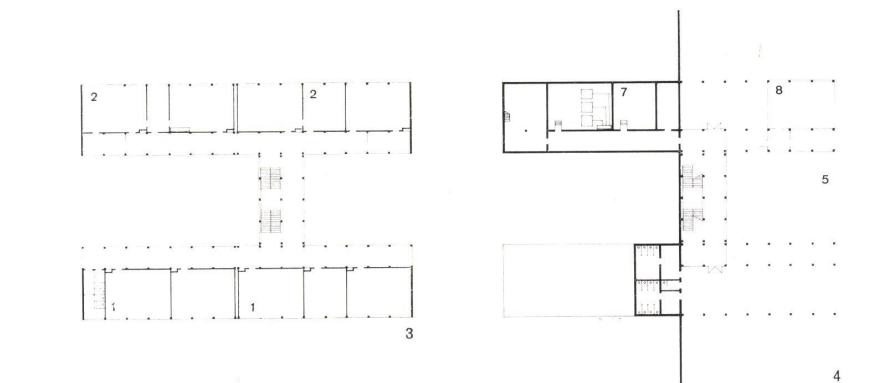
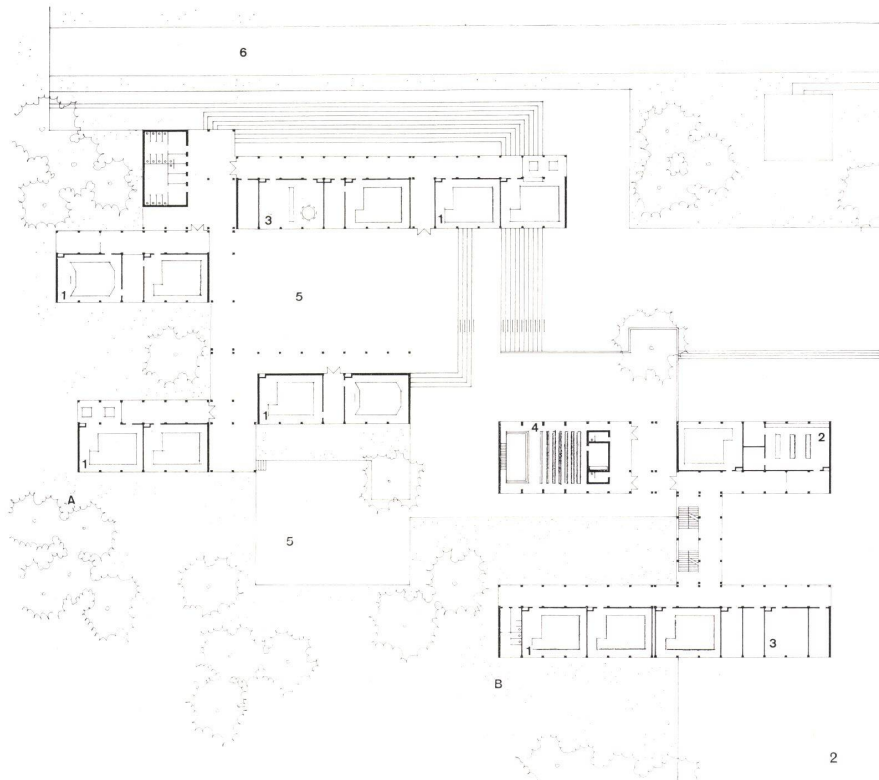
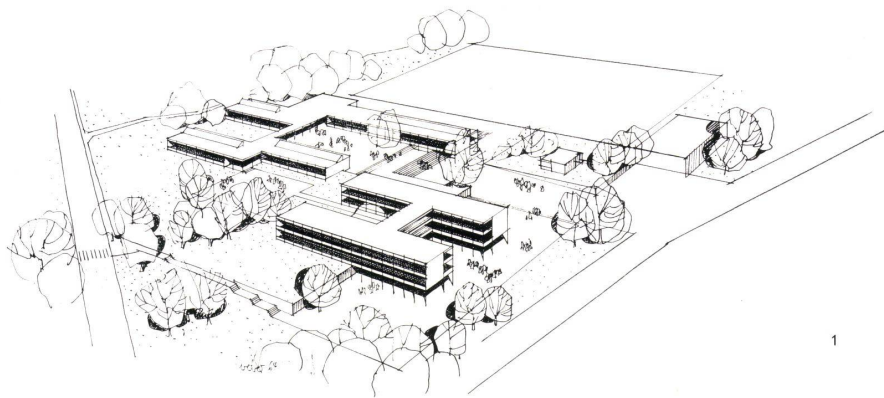
15
Ansicht von Norden während der Montage.
Vue depuis le nord lors du montage.
View from north during assembly.



13



15



3.24 Progymnasium und Volksschule in Haigerloch, Krs. Hechingen

Bauherrschaft: Stadt Haigerloch.

Architekten: G. Behnisch, H. Bidlingmaier, M. Sabatke, H. J. Wessel, Stuttgart.

Statik: P. Herrmann, Stuttgart.

Fertigbetonteile: Spannbetonwerk Koch KG, Offenburg.

Situation: Die Schulanlage liegt am Rande der Stadt, auf der Höhe über dem tief eingeschnittenen Eyach-Tal.

Bauvolumen: Volksschule ca. 8200 m³, Progymnasium ca. 13 300 m³.

Baukosten: Volksschule 135,- DM/m³, Progymnasium 130,- DM/m³.

Bauzeit: Voraussichtlich 12 Monate.

Baujahr: 1964/65.

Konstruktion

Decken: Längsgespannte Deckenplatten auf Querträgern aufliegend.

Lastabgabe: Geschoßweise über Stützen.

Steifigkeit: Durch nichttragende Längswände und Rahmen im Flur.

Fassade

Stahlbetonbrüstungen und -wandplatten mit einbetonierter Wärmedämmung. Holzfenster außen auf die Stützen angeschlagen. Asbestzementverkleidung der Stützen. Gesamte Fassade vor der tragenden Konstruktion liegend.

Montage

Horizontal, Fassade nach tragender Konstruktion.

Installationen

Horizontal: In abgehängter Decke bzw. unter unterster Decke.

Vertikal: In U-förmigen Installationselementen aus Beton in der Flurtrennwand, die flurseitig am Ende der Bauzeit geschlossen werden.

Die Schulanlage ist im Bau. In gleicher Konstruktion werden die Volksschulen in Dettingen, Alfdorf und Neckarweihingen gebaut (Architekten: G. Behnisch, W. Büxel, E. Tränkner).

1
Perspektive.
Perspective.

2
Erdgeschoss 1:1000.
Rez-de-chaussée.
Ground floor.

3
Obergeschoss 1:1000.
Etage supérieure.
Upper story.

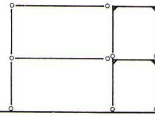
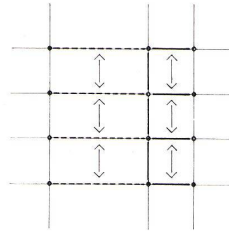
4
Eingangsgeschoß 1:1000.
Etage d'entrée.
Entrance floor.
Zu 2-4

A Volksschule / Ecole publique / Public school
B Progymnasium / Progymnase / Junior high school
1 Stammklassen / Classes régulières / Regular classrooms
2 Fachklassen / Classes spéciales / Special classrooms
3 Verwaltung / Administration
4 Aula / Auditoire / Auditorium
5 Pausenhof / Préau / Yard
6 Sportgelände / Terrain de sports / Sports grounds
7 Nebenräume / Salles annexes / Utility rooms
8 Aufenthaltsraum / Salle de réunion / Lounge

5
Schnitt 1:1000.
Coupe.
Section.

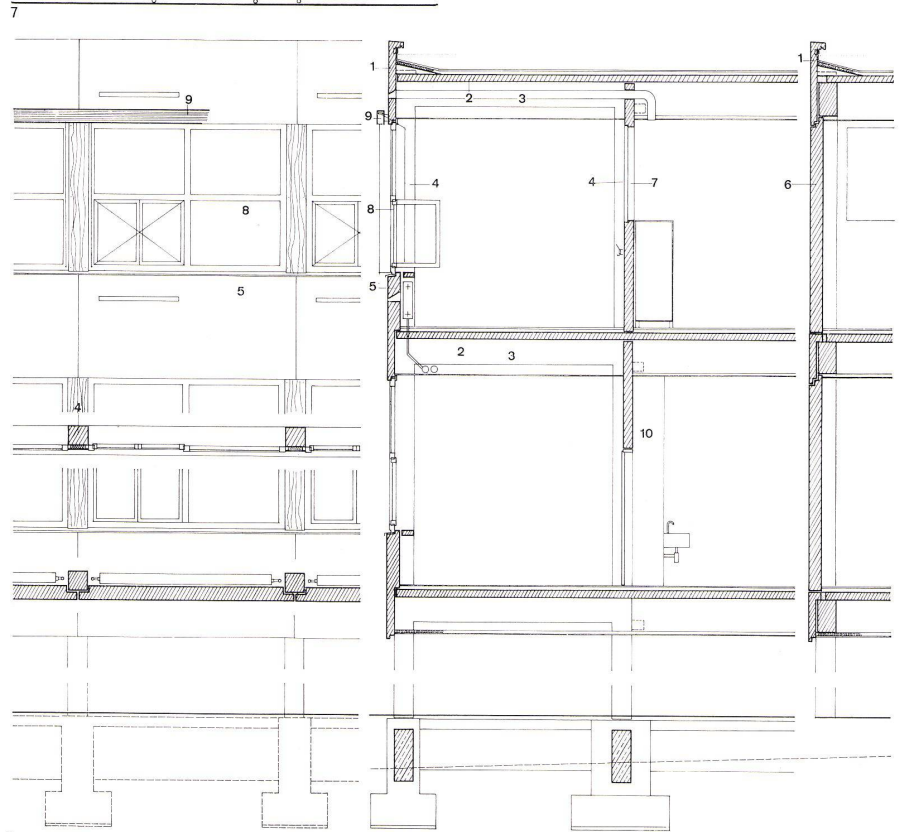
6
Ansicht 1:1000.
Vue.
View.

7
Statistisches System 1:500.
Système statique.
Statistical system.



8
Konstruktiver Schnitt 1:100.
Coupe de construction.
Constructional section.

- 1 Attikaelement / Élément de toiture / Roof element
- 2 Deckenplatte / Dalle / Deck
- 3 Querträger (in der Flurzone Rahmen) / Sommier (cadre dans la zone couloir) / Transverse girder (frame in corridor zone)
- 4 Stütze / Appui / Support
- 5 Brüstungselement / Élément d'allège / Parapet element
- 6 Giebelwandplatte / Panneau pignon / Gable panel
- 7 Flurtrennwandplatte / Panneau de séparation (couloir) / Partition element (corridor)
- 8 Holzfenster / Fenêtre en bois / Wooden window
- 9 Sonnenschutz / Brise-soleil / Sunbreak
- 10 Installationselement / Élément d'installations / Installation element



9
Installationselement 1:50.
Élément d'installations.
Installation element.

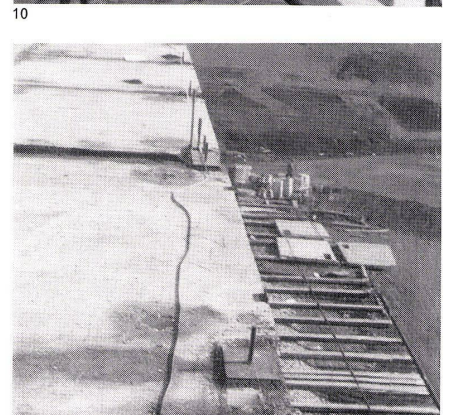
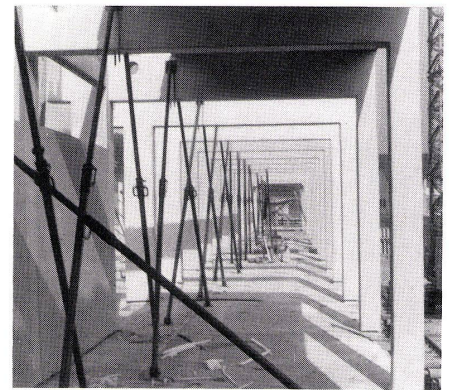
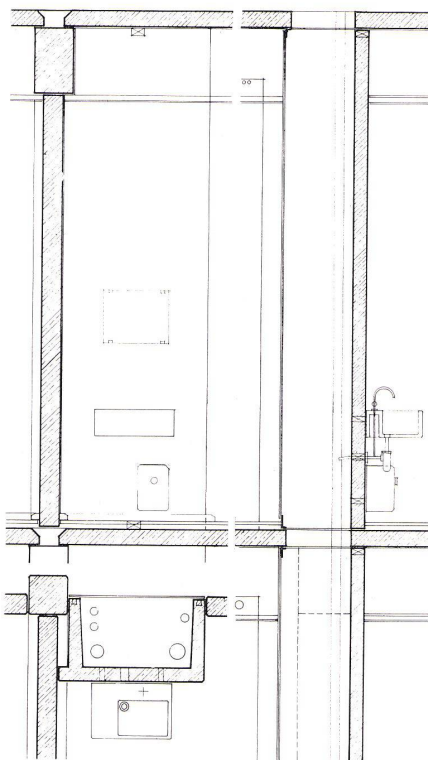
10
Blick durch die Rahmen der Flurzone. Links vorn sind Längstrennwandplatten zwischen die Rahmen gesetzt.
Vue des cadres du couloir. A gauche en avant: panneaux de séparation longitudinale posés entre les cadres.

View through the corridor frames. Left foreground, longitudinal partition slabs set between the frames.

11
Die Justierplatten für die Stützen des nächsten Geschosses sind versetzt. Daneben Aussparungen für Heizungsinstallation.

Plaques d'ajustage pour appuis de l'étage suivant, trous pour l'installation du chauffage.

The adjustment panels for the supports of the next floor are put in place, apertures for heating installations.

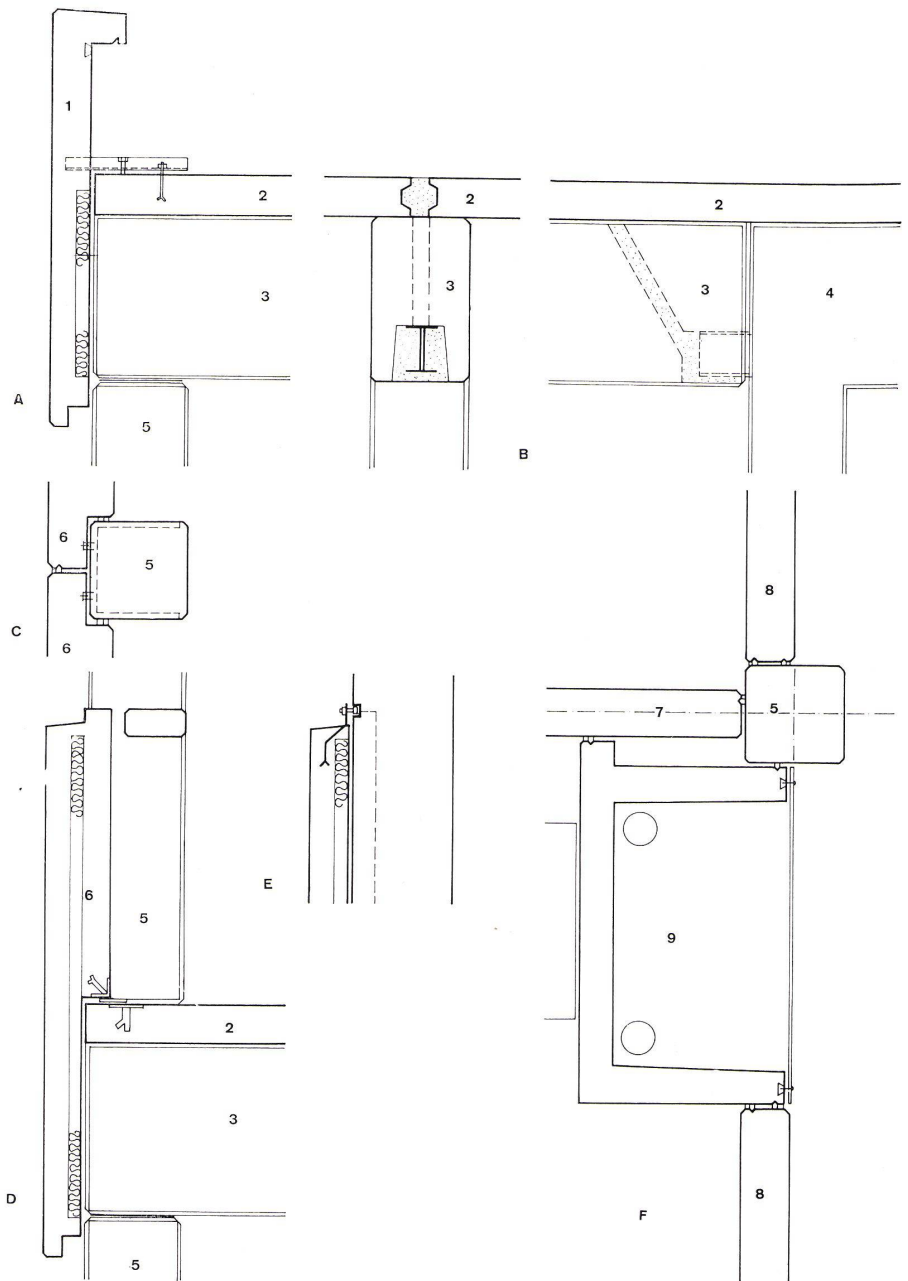


1. Stützen					2. Träger				
Pos.	Skizze	Bezeichnung	Progymn. Stück	Volkssch. Stück	Pos.	Skizze	Bezeichnung	Progymn. Stück	Volkssch. Stück
1.1a 1.1b		Flurrahmen Träger 30/38 l = 3,65 Stütze 30/30 h = 3,82 Mit Konsole Ohne Konsole	85 6		2.1a 2.1b 2.1c		Träger 30/50 1 Auflager für Konsole l = 7,50 l = 3,35 Träger 30/50 2 Auflager für Konsole l = 3,05	73 5 12	44
1.2a 1.2b		Stütze 30/30 h = 3,32 h = 4,12	74 7		2.2a 2.2b 2.2c 2.2d		Träger 30/50 l = 7,65 l = 3,35 l = 3,50 l = 7,80	6 6	15 2 2
1.3a 1.3b		Stütze 30/30 eingespannt 70 cm h = 4,02 h = 4,82	10		3.3		Träger 30/1,30 l = 10,85	3	
1.4		Stütze 30/60 eingespannt 1,00 m h = 4,32	6		3.4		Treppenträger 30/50 l = 6,40 h = 2,23	16	

3. Nichttragende Teile aussen

4. Nichttragende Teile innen

Pos.	Skizze	Bezeichnung	Progymn. Stück	Volkssch. Stück	Pos.	Skizze	Bezeichnung	Progymn. Stück	Volkssch. Stück
3.1a 3.1b		Attika h = 1,27 l = 3,35 l = 2,50	80 24	94 54	4.1		Flurtrennwand mit Fenster h = 3,82 l = 3,05	23	11
3.2		Attika-Eckstück h = 1,27	20	32	4.2a 4.2b		Flurtrennwand mit Tür 1,01/2,17 h = 3,82 l = 3,05 l = 2,01	4 18	4 7
3.3		Brüstung h = 1,67 l = 3,35		65	4.3		Flurtrennwand mit 2 Türen 1,01/2,17 h = 3,82 l = 3,05	2	
3.4a 3.4b		Verkürzte Brüstung h = 0,85 l = 3,35 l = 2,50	5 27	12	4.4		Klassentrennwand h = 3,32 l = 2,40	60	27
3.5a 3.5b		Giebelwand h = 3,32 l = 3,35 l = 2,50	4 27	24	4.5		Klassentrennwand mit Tür 1,01/2,17 h = 3,32 l = 2,40	6	6
3.6a 3.6b		Aussenwand h = 3,75 l = 3,35 l = 2,17		4 2	4.6		Installationselement h = 3,82 b = 0,65 l = 1,03	20	11
3.7		Eckstück h = 3,95	36	20					

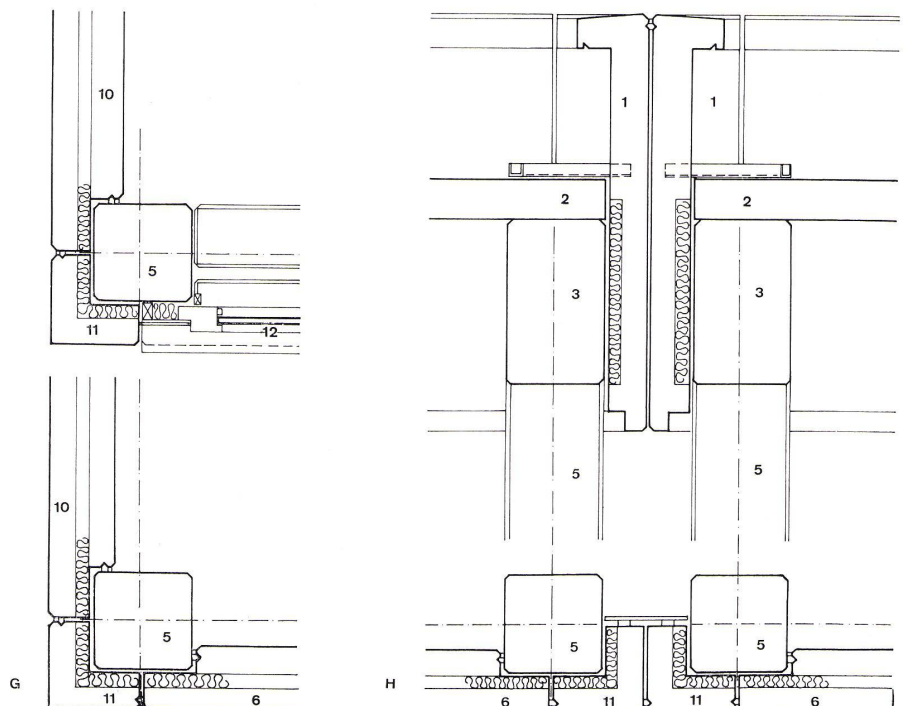


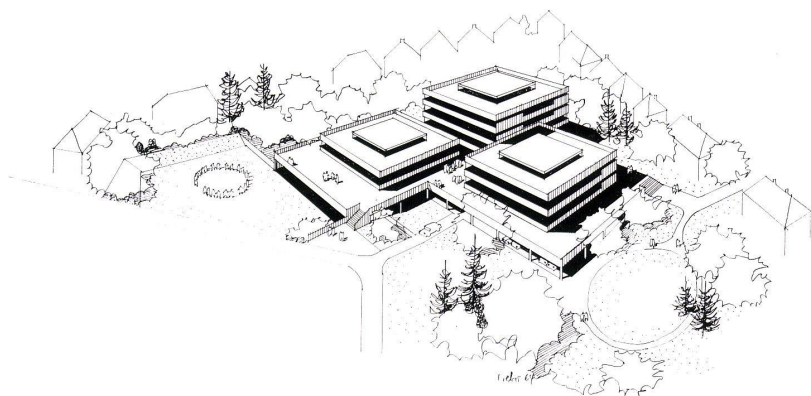
Konstruktive Details 1:20.

Détails constructifs.

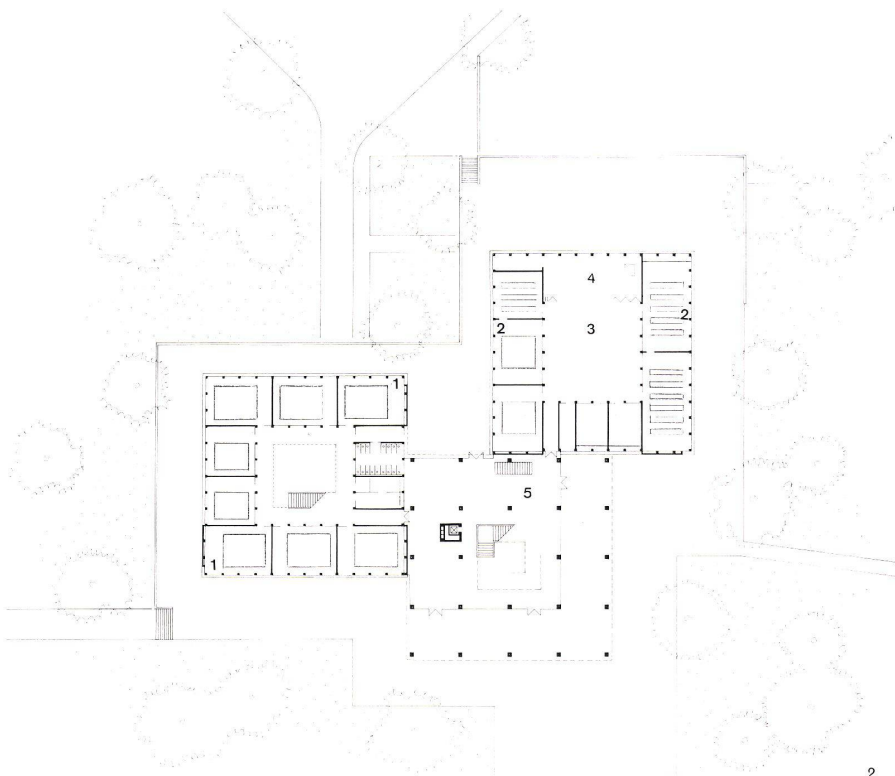
Constructive details.

- A Vertikalschnitt / Coupe verticale / Vertical section
 B Zusammenschluß Flurrahmen-Träger / Raccord: cadre du couloir avec sommier / Union: corridor frame girder
 C Horizontalschnitt durch Brüstung / Coupe horizontale de l'allège / Horizontal section of parapet
 D Vertikalschnitt durch Brüstung / Coupe verticale de l'allège / Vertical section of parapet
 E Vertikalschnitt durch Stütze / Coupe verticale de l'appui / Vertical section of support
 F Horizontalschnitt durch Installationselement / Coupe horizontale de l'élément d'installation / Horizontal section of installation element
 G Eckausbildung / Assemblage à l'angle / Corner detailing
 H Dehnfugenausbildung / Joint de dilatation / Expansion joint
- 1 Attikaelement (3.1) / Élément de toiture / Roof element
 2 Deckenplatte / Dalle / Deck
 3 Querträger (2.1) / Sommier / Girder
 4 Flurrahmen (1.1) / Cadre du couloir / Corridor frame
 5 Stütze (1.2) / Appui / Support
 6 Brüstung (3.3) / Allège / Parapet
 7 Klassentrennwand (4.4) / Panneau de séparation des classes / Classroom partition
 8 Flurtrennwand (4.1) / Panneau de séparation (couloir) / Corridor partition
 9 Installationselement (4.6) / Élément d'installation / Installation element
 10 Giebelwandplatte (3.5) / Panneau pignon / Gable panel
 11 Eckstück (3.7) / Pièce d'angle / Corner piece
 12 Fenster / Fenêtres / Windows

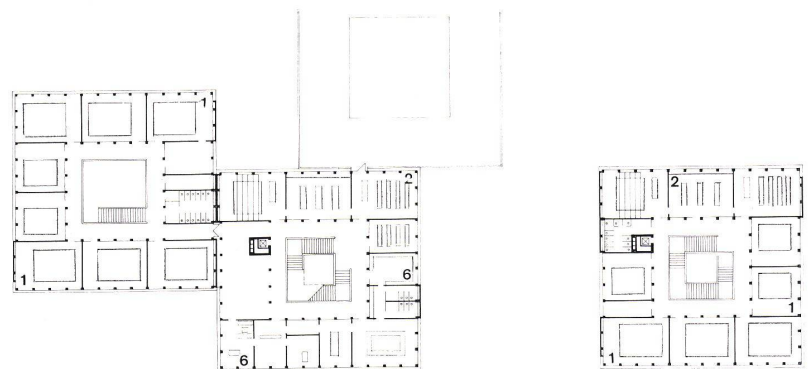




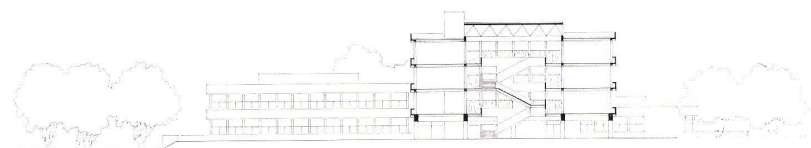
1



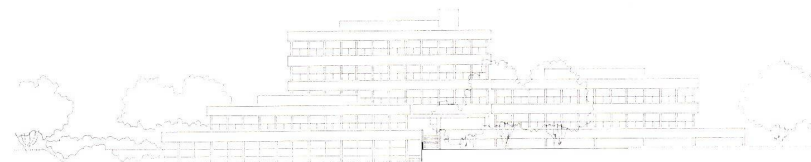
2



3



4



5

3.25 Mädchengymnasium in Freiburg (Br.)

Bauherrschaft: Stadt Freiburg.

Architekten: G. Behnisch, F. Auer, E. Tränkner, Stuttgart.

Statik: P. Herrmann, Stuttgart.

Situation: Der verhältnismäßig kleine Bauplatz liegt in einem ca. 30 Jahre alten zweigeschossigen Wohngebiet. Um ausreichend Abstand von der Wohnbebauung und möglichst große Grünflächen zu erhalten, wurde die um eine zentrale Halle zusammengefaßte Schulanlage geplant.

Bauvolumen: ca. 40 000 m³.

Reine Baukosten: ca. 150,- DM/m³.

Bauzeit (geplant): Insgesamt 18 Monate.

Montage der Betonteile 4 Monate.

Baujahr: 1965/66.

Konstruktion

Decken: Quergespannte Deckenplatten auf Stützen aufliegend.

Lastabgabe: Geschößweise über Stützen.

Steifigkeit: Durch nichttragende Querwände.

Fassade

Brüstungen und Wandscheiben als Stahlbetonfertigteile mit einbetonierter Wärmedämmung, Dauerlüftung. Die Fassade liegt vor der tragenden Konstruktion.

Montage

Geschoßweise, Fassade nach tragender Konstruktion.

Installationen

Horizontal: In abgehängten Decken.

Vertikal: In Installationselementen, die in der Schrankzone liegen.

1
Perspektive.
Perspective.

2
Erdgeschoß 1:1000.
Rez-de-chaussée.
Ground floor.

3
Obergeschoß 1:1000.
Etagé supérieure.
Upper story.

1 Stammklassen / Classes régulières / Regular class-rooms
2 Fachklassen / Classes spéciales / Special class-rooms
3 Aula / Auditorium / Auditorium
4 Singsaal / Salle de chant / Music room
5 Halle / Foyer / Hall
6 Verwaltung / Administration

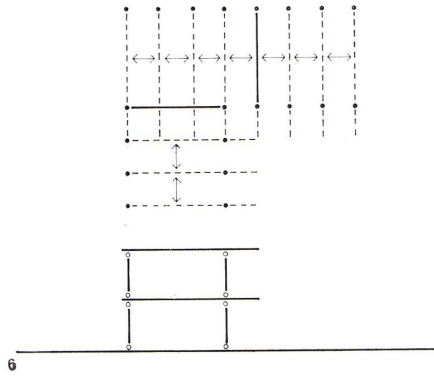
4
Schnitt 1:1000.
Coupe.
Section.

5
Ansicht 1:1000.
Vue.
View.

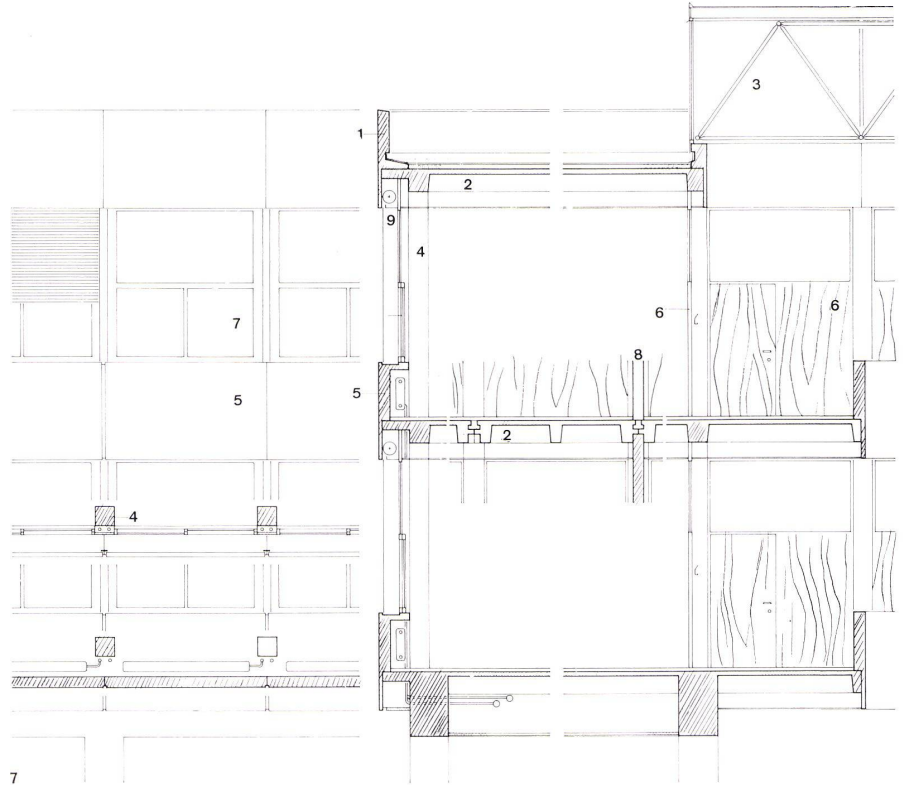
Auswertung

Die in Beispielen 3.21–3.24 gezeigte Konstruktion war hier nicht die wirtschaftlichste Lösung. Die durch das Raumprogramm bedingte enge Stützenstellung und die gewünschte Auskrugung des Flurs führten zu den direkt auf den Stützen aufliegenden großformatigen Deckenplatten. Die Deckenplatten haben Randträger und sind in sich quergespannt.

Die konzentrierte Anlage bedingt eine exakte Vorausplanung der Montage mit den Betonwerken. Erschwerend für die Montage sind die sehr schweren Deckenplatten.



6



7

6
Statisches System 1:500.
Système statique.
Statistical system.

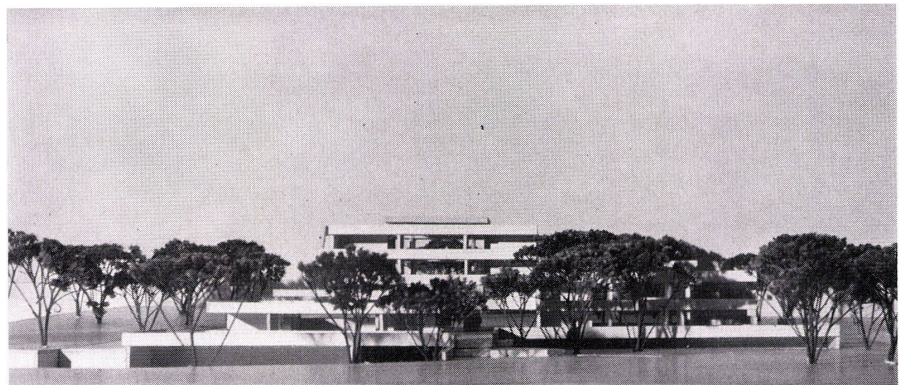
7
Konstruktiver Schnitt 1:1000.
Coupe de construction.
Constructional section.

1 Attika / Etage de toiture / Roof level
2 Kassettendecke / Plafond en caissons / Coffered ceiling
3 Laterne / Lampe / Lamp
Räumliches Tragwerk / Système porteur tridimensionnel / Three-dimensional supporting structure
4 Stütze / Appui / Support
5 Brüstung / Allège / Parapet
6 Flurtrennwand (Holz) / Panneau de séparation du couloir en bois / Corridor partition (wood)
7 Stahlfenster / Fenêtre en acier / Steel window
8 Klassentrennwand / Panneau de séparation entre les classes / Classroom partition
9 Sonnenschutz / Brise-soleil / Sunbreak

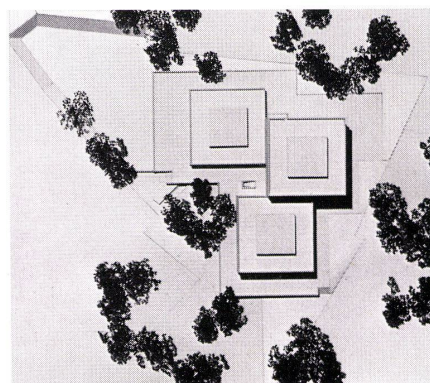
8
Modellansicht von Osten her.
Maquette, vue depuis l'est.
Model view from east.

9
Modellfoto.
Photo de maquette.
Model photo.

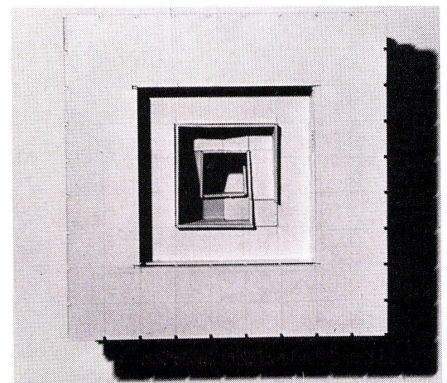
10
Modellfoto der Treppenhalle.
Photo de maquette avec cage d'escaliers.
Model photo of stairwell.



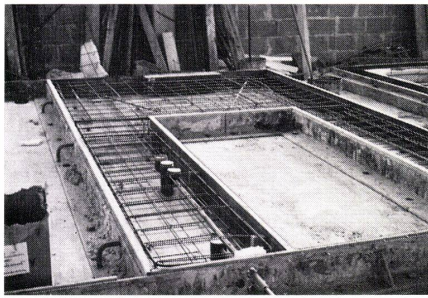
8



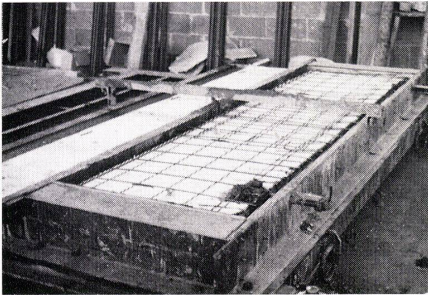
9



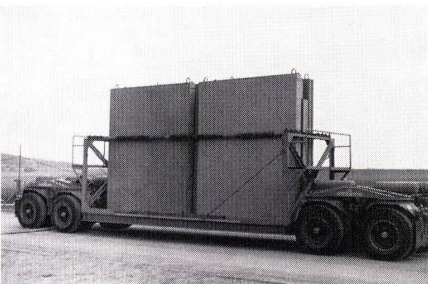
10



1
Liegende Schalung für Wandplatten mit eingeleger Stahlzarge.
Cadre en acier posé dans le coffrage horizontal des éléments de mur.
Steel frame set in horizontal boarding.



2
Sandwichplatte in der Fertigung.
Panneau sandwich lors de la fabrication.
Sandwich slab being fabricated.



3
Antransport von Wandplatten mit Tieflader.
Arrivée des panneaux par camion.
Arrival of wall slabs on truck.



4
Antransport von Deckenplatten mit Eisenbahn.
Arrivée des dalles par chemin de fer.
Arrival of deck slabs by rail.

4. Hinweise für die Planung und Ausführung

Die nachstehenden Hinweise sind das Ergebnis der Erfahrungen beim Bau von Schulgebäuden, Institutsbauten, Werkhallen usw. Es wurden hohe Ansprüche an die Qualität der einzelnen Teile und an die Genauigkeit der Montage gestellt. Das drückt sich in den Kosten aus.

Für einfachere Bauten ist es denkbar, daß geringere Anforderungen an die Qualität gestellt werden.

4.1 Planung

4.11 Geltende Bestimmungen

Es gelten die Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton DIN 1045, für Beton DIN 1047 und für Fertigbauteile aus Stahlbeton DIN 4225. Auf die Punkte 3, 8.1, 8.3, 10, 11.1 wird besonders hingewiesen. Sie sind für die äußere Qualität der Teile wichtig. DIN 4102 – Widerstandsfähigkeit von Baustoffen und Bauteilen gegen Feuer und Wärme – ist für die Dimensionierung der Bauteile entscheidend. Die im Sinne der Montagebauweise gewünschten geringen Abmessungen für Stahlbetonfertigteile müssen wegen der DIN 4102 oft erheblich vergrößert werden. Bei größeren Bauten lohnt es sich, die Feuerbeständigkeit schlanker Bauteile durch Versuche nachzuweisen.

Die Ausschreibungs- und Vergabebestimmungen der VOB können z. T. nur sinngemäß angewendet werden. Sie werden ergänzt durch die »Hinweise zur Vergabe bei der Anwendung von Bauarten mit vorgefertigten Teilen«; herausgegeben vom Bundesschatzministerium am 22. 5. 1963, Aktenzeichen III B/3-06105-87/63.

4.12 Planung und Vergabe

Der Planende muß sich vergewissern, daß Fertigteilfirmen interessiert und in der Lage sind, das geplante Projekt auszuführen. Einige Firmen sind durch vorhandene Werkeinrichtungen an bestimmte Konstruktionsysteme gebunden. Der Planende muß sich also möglicherweise nach den Konstruktionsmöglichkeiten der für die Ausführung günstigsten Firmen richten.

Wenn nun die Vergabe der Rohbauarbeiten wie beim bisherigen Verfahren erst nach Beendigung der Planung erfolgt, könnte dies bedeuten, daß die Planung der Architekten und Ingenieure geändert werden muß, wenn die günstigste Firma andere Konstruktionen bevorzugt.

Eine möglichst frühzeitige Vergabe der Arbeiten hat den Vorteil, daß die Konstruktionsmöglichkeiten der Fertigteilfirmen bei der Planung berücksichtigt werden können; hat jedoch den Nachteil, daß bei der Weiterbearbeitung die Konstruktion geändert und damit der vereinbarte Preis hinfällig werden kann.

Den anbietenden Firmen müssen also die Forderungen genau bekannt sein. Am schnellsten kommt man wohl zum Ziel, wenn mit zwei oder drei Firmen die Konstruktion durchgearbeitet wird und wenn dann nach Angeboten dieser Firmen die Arbeiten freihändig vergeben werden.

Sollen die Arbeiten öffentlich ausgeschrieben werden, so müssen beim planenden Architekten die Konstruktionsmöglichkeiten der in Frage kommenden Firmen genau bekannt sein und berücksichtigt werden. In diesem Falle empfiehlt es sich, daß der statische Nachweis des Gesamtbauwerkes von einem beratenden Ingenieur, die Berechnung der Einzelbauteile jedoch von den Firmen erbracht wird.

4.13 Zahlungsweise

Der größte Teil der Leistung wird nicht auf der Baustelle, sondern im Betonwerk erbracht. Mit Sicherheit werden Vorauszahlungen zu einem Zeitpunkt gefordert, zu dem die Montage an der Baustelle noch nicht begonnen hat. Dem Bieter sollte darum Gelegenheit gegeben werden, im Angebot die

gewünschte Zahlungsweise zu nennen. In unserem Büro haben sich folgende Zahlungsweisen bewährt:

1/3 der Leistungssumme bei Auftragserteilung,

1/3 bei Montagebeginn, der Rest nach Aufmaß und Abnahme.

Die Bauherrschaft sichert ihre erste und zweite Vorauszahlung am einfachsten durch eine Bankbürgschaft des Auftragnehmers. Mit Sicherheitsübereignungsverträgen wurden keine guten Erfahrungen gemacht. Die vorgeschriebenen Bedingungen bei der Übernahme lassen sich mit den großen und sperrigen Betonteilen kaum erfüllen (getrennt lagern, alle Teile kennzeichnen).

4.14 Abnahme

Das Gesamtbauwerk, und somit auch die einzelnen Teile, werden wie üblich nach Fertigstellung der gesamten Leistung abgenommen. Jedoch sind Zwischenkontrollen zu empfehlen. Diese erstrecken sich bei großen Serien zunächst auf die Schalung (Maßgenauigkeit, Detailrichtigkeit, Qualität). Anstände sind vor der Fertigstellung des ersten Teiles zu beheben. Nach der Fertigstellung des ersten Teiles muß der Ausfall begutachtet werden. Hier ist größte Sorgfalt am Platze. Alle Mängel sind zu besprechen, die evtl. Ursachen zu erforschen und abzustellen. Oft genügen kleine Änderungen der Schalung oder der Abwicklung bei der Herstellung, um Ungenauigkeiten, Unsauberkeiten oder Farbabweichungen weiterhin zu vermeiden. Dieser Prototyp bildet den Maßstab für alle nachfolgend zu fertigenden Teile. Bei groben Mängeln empfiehlt sich die Fertigstellung eines zweiten Musterstückes und dessen Kontrolle, bevor die Serienproduktion beginnt.

Die Musterstücke werden, wenn nichts anderes im Leistungsverzeichnis vereinbart, nach den Einheitspreisen des Angebots bezahlt.

Beim Abladen der Teile auf der Baustelle muß erneut kontrolliert werden. Wenn die Möglichkeit besteht, alle Teile noch im Betonwerk allseitig anzusehen und zu kennzeichnen, kann sich die Kontrolle auf der Baustelle auf Feststellung von Transportschäden beschränken.

Die scheinbar umfangreichen Vorarbeiten lohnen sich. Sie sind eine Hilfe für den Auftragnehmer und erleichtern die Schlußabnahme.

4.2 Fertigung

4.21 Schalung

Die Schalung muß stabil und genau sein. Sie soll bis 150 Füllungen aushalten. Sie kann aus Holz, Metall oder Kunststoff bestehen oder mit diesen Materialien verkleidet sein.

Hierzu DIN 4225:

»10. Formen (Schalung)

Die Formen (Schalungen) für Stahlbetonfertigteile müssen so genau hergestellt werden, daß gleichartige Fertigbauteile ohne weiteres untereinander ausgetauscht werden können und planmäßig zusammenpassen. Um dies und eine häufige Wiederverwendung zu sichern, sind die Formen besonders kräftig auszubilden und gut zu versteifen, vor allem bei Verdichtung des Betons mit Rüttelgeräten oder auf Rütteltischen. Hierfür müssen die Formen so dicht sein, daß beim Rütteln kein Zementleim ausfließt. Werden mehrteilige Formen durch Verschlüsse zusammengehalten, so müssen diese sicher schließen und dürfen während des Einbringens und Verdichtens des Betons nicht nachgeben. Die Formen sind so auszubilden, daß der Beton sie bei dem vorgesehenen Verdichtungsverfahren ohne Schwierigkeiten in allen Teilen voll ausfüllt. Möglichst alle Kanten sind abzurunden oder abzuschärfen. Ferner ist die Form so zu teilen, daß sie leicht und ohne Beschädigung der Fertigbauteile entfernt werden kann.«

Die Bauteile werden in einer liegenden oder stehenden Schalung gefertigt. Die stehende Schalung ist besonders für Wandplatten ohne größere Aussparungen geeignet. Die Wandplatten erhalten dabei allseitig eine gleiche Oberflächenstruktur. Die Schalung muß nach jedem Betonvorgang auseinandergenommen werden. Die stehende (Batterie-)Schalung ist platzsparend; das Füllen und Verdichten wird für mehrere Elemente gleichzeitig ausgeführt.

Bei den liegend gefertigten Bauteilen muß die Oberseite überarbeitet werden (s. hierzu 4.24 Oberfläche). Bei abgeschrägten Seitenflächen kann der Betonteil aus der Schalung gehoben werden, ohne daß die Schalung auseinandergenommen werden muß. Bei rechtwinkligen Seiten und Unterscheidungen müssen die Seitenschalungen nach jedem Betonvorgang abgenommen werden. Vom Grundriß des Gebäudes her muß geklärt werden, welche Seite des Betonteils Schalungs- bzw. Putzstruktur haben soll. Die Betonfirmen verwenden verschiedene Schalöle bzw. -emulsionen. Es besteht die Gefahr, daß wolkenartige, speckig glänzende Rückstände auf den Schalflächen der Betonteile bleiben. Diese Rückstände sind praktisch nicht zu entfernen.

Eine wirksame Imprägnierung (s. 4.27) ist auf diesen Flächen nicht möglich.

Es gibt jedoch Emulsionen, die bei sorgfältiger Verarbeitung keine Flecken auf den Betonteilen zurücklassen.

4.22 Kanten

Scharfkantige Teile sind mit einiger Sorgfalt herzustellen. Diese Kanten werden jedoch bei Lagerung, Transport, Montage oder Baubetrieb beschädigt. Es empfiehlt sich deshalb, die Kanten zu schützen oder zu brechen. Als Kantenschutz kommen z. B. LM-Profile oder Kunststoffprofile in Betracht. In unserem Büro liegen darüber keine Erfahrungen vor.

Die gebrochene Kante (Fase) erfordert große Sorgfalt beim Bau der Schalung. An Stelle der leicht absplitternden Dreikantleiste haben sich Metall- und Kunststoffleisten bewährt.

Eine Fase von mindestens 10 mm Breite läßt sich gut herstellen.

4.23 Maßtoleranzen

Die zuzulassenden Maßabweichungen richten sich nach der gewünschten Qualität.

Vorschlag:

Toleranzen der Einzelteile auf deren gesamte Länge ± 3 mm

Toleranzen bei Montage ± 3 mm auf die gesamte Länge des Einzelteils.

Maßtoleranzen müssen innerhalb der Gesamtausdehnung des Bauwerkes ausgeglichen werden.

Der gesamte Bau einschließlich des Ausbaues kann im Detail so geplant werden, daß Maßtoleranzen beim Zusammenschluß der einzelnen Elemente ausgeglichen werden können. Maßgebend für die Montage ist das Achsmaß.

4.24 Oberfläche

Die Rückseite der in liegender Schalung gefertigten Betonteile muß überarbeitet werden. Es entsteht

- a) eine grobkörnige, putzähnliche Struktur
- b) bei höherem Arbeitsaufwand eine feinputzähnliche Fläche und bei besonderer Sorgfalt eine glatte Fläche (Filzscheibe, Leder)

c) durch Überschleifen der feinputzähnlichen Fläche entsteht eine glatte Fläche, die einer Schalseite nahekommt.

Die Schalseiten können als »Schalbeton« belassen werden. Die Flächen können absolut glatt, gleichfarbig und porenarm bis porenlos sein. Diese Qualität wird jedoch nicht von allen Betonwerken erreicht. Wird ein solcher Teil beschädigt, bleibt die Ausbesserung, selbst bei sorgsamster Ausführung, sichtbar.

Für den Bauablauf einfacher sind Lösungen, bei denen die Oberfläche nachgearbeitet wird. Die Oberfläche kann dann

- a) abgeschleibt
- b) sandgestrahlt
- c) abgesäuert
- d) steinmetzmäßig überarbeitet

werden. Es ist möglich, mit Vorsatzmaterial zu arbeiten.

4.25 Beschädigungen – Ausbesserungen

Beschädigungen lassen sich nicht vollkommen vermeiden, jedoch auf ein Minimum reduzieren (s. 4.14 Abnahme). Ausbesserungen bleiben auch bei sorgfältiger Ausführung sichtbar.

4.26 Wärmeisolierung

Bei entsprechender Durchbildung (s. 3.24) kann die tragende Konstruktion durch eine vorgestellte (vorgehängte) Fassade vor Temperaturschwankungen geschützt werden. Die Fassade muß die geordnete Wärmeisolation aufweisen. Bei Betonfassaden werden in der Regel Sandwichplatten (Betonaußenschicht – Wärmeisolation – Betoninnenschicht) verwendet, wenn die Platten nicht aus Leichtbeton bestehen. Bei Sandwichplatten ist darauf zu achten, daß die Außenschicht nicht weniger als 4 cm stark ist (Rissebildung bei Temperaturschwankungen) und daß die Verbindung der Außenschicht mit der Innenschicht einwandfrei ist (Kältebrücke-Korrosion der Verbindungsglieder). (Siehe hierzu Bericht der Forschungsgemeinschaft Bauen und Wohnen, Stuttgart.)

4.27 Nachbehandlung

Am bequemsten ist es, alle Teile am Bau nachträglich deckend zu streichen. Die gestrichenen Innen- und besonders Außenteile verschmutzen jedoch leicht. Der Bau muß nach einigen Jahren erneut gestrichen werden. Die Unterhaltungskosten erhöhen sich. Nicht farbig behandelte Betonteile können mit Silikonen o. ä. gestrichen werden. Verschmutzungen innerhalb des Gebäudes sind dann leicht abzuwaschen. Dieser Anstrich sollte im Betonwerk erfolgen.

4.28 Verbindungsglieder

Die Verbindungsglieder sollen, soweit sie nicht mit Beton vergossen werden, aus nichtrostendem Material sein. Die Stabilität der Fassade und ihrer Befestigung ist zu berechnen.

4.29 Einlegen von Befestigungs- und Installationsmaterial

Installationsmaterial, Ankerschienen, Gewindebuchsen, Zargen usw. können im Werk einbetoniert werden. Alle hierfür geeigneten Materialien gibt es serienmäßig.

Bei liegend gefertigten Teilen sind Dübel auf den Schalungsseiten leicht zu fixieren. Werden sie an der oberen, von Hand zu überarbeitenden Seite eingelegt, muß mit Maßabweichungen gerechnet werden.

Bei stehenden Schalungen sind Installationsmaterialien ebenfalls leicht zu fixieren. Wechselt deren Lage bei gleichen Teilen oft, (z. B. Dose links – Dose rechts, Schalter und Dose oben – Schalter und Dose unten), treten Schwierigkeiten auf. Das Installationsmaterial muß auf der Schalung befestigt werden (aufschrauben, aussparen). Wechselt die Lage, muß das bisherige Schraubenloch oder die Aussparung verschlossen werden. Das läßt sich nicht absolut planeben machen. Diese Stellen zeichnen sich dann am fertigen Teil ab (rauh, uneben, verfärbt).

Alle Bauteile, die z. B. eine neue Lage einer Steckdose aufweisen, treten bei der Durchplanung für die Fertigung als neue Positionen auf. Eine Leistungsposition kann dadurch z. B. 10 und mehr verschiedene Fertigungspositionen ergeben. Jeder Teil paßt dann nur an einer Stelle. In unserem Büro werden deshalb Installationen angestrebt, bei denen keine Teile einbetoniert werden müssen. Die Fertigteile sind dann austauschbar.



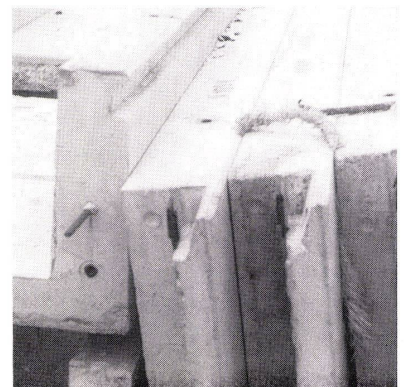
5



6



7



8

5 Gut gelagerte Wandplatten.
Panneaux bien entreposés.
Well placed wall slabs.

6 Gut gelagerte Träger.
Appuis bien entreposés.
Well placed girders.

7 Schlecht gelagerte Träger.
Appuis mal entreposés.
Badly placed girders.

8 Schlecht gelagerte Brüstungsplatten.
Allèges mal entreposés.
Badly placed parapet slabs.

4.3 Transport und Montage

4.31 Transport

Die Betonteile werden mittels

Lastwagen
Tieflader
Eisenbahn

transportiert. Die Entscheidung über die wirtschaftlichste Transportart liegt beim Betonwerk.

Um zusätzliche Transportarmierungen zu vermeiden, werden die Betonteile üblicherweise in der Lage transportiert, in der sie später eingebaut werden. Beim Transport können die Einzelteile erheblich beschädigt werden, wenn sie nicht in stabilen Gestellen sorgfältig gelagert werden.

4.32 Baustraße

Die Baustraßen sollten vor Montagebeginn fertig sein. Straßen mit bitumengebundener Decke und stabilem Unterbau sind erforderlich. Sie müssen die schweren Lasten der Transportfahrzeuge und evtl. des Autokrans aufnehmen können. Die bitumengebundene Oberschicht ermöglicht es, die Baustelle sauber zu halten. Bei der Anlage der Baustraßen muß der Wenderadius der Transportfahrzeuge beachtet werden.

4.33 Elektrischer Anschluß

Wenn schwere Einzelteile zu montieren sind oder wenn tiefe Baukörper eine große Ausladung bei der Montage erfordern, müssen u. U. besonders schwere Turmdrehkräne eingesetzt werden. Der elektrische Anschlußwert kann 80 kW betragen. Beim Einsatz mehrerer Kräne erhöht sich dieser Wert. Dazu kommen für Wohnlager, elektrische Werkzeuge, Nachunternehmer noch ca. 50 bis 80 kW. Es kann also sein, daß der geforderte Anschlußwert der Baustelle über dem des fertigen Gebäudes liegt. Es muß rechtzeitig geprüft werden, ob die vorhandene Anschlußmöglichkeit ausreicht.

4.34 Lagerung

DIN 4225/8.3 sieht vor, daß Betonfertigteile nach dem Betonieren mindesten drei Tage in Hallen oder abgedeckt im Freien lagern müssen, damit die geforderte Erhärtung des Betons gewährleistet ist. Außerdem lassen sich so bleibende Verfärbungen durch Witterungseinflüsse vermeiden. Darüber hinaus muß gefordert werden, daß Betonfertigteile, die später keinen deckenden Anstrich erhalten, während der gesamten Lagerzeit im Werk und am Bau abzudecken sind. Verschmutzungen, Roststellen, Ausblühungen sind kaum zu entfernen. Die Lagerung soll übersichtlich in vorbereiteten Gestellen erfolgen. Bei zu schmalen Lagerhölzern brechen oft die Betonkanten.

Bei großen Baustellen ist im Schwenkbereich jedes Kranes ein Lagerplatz nötig. Dieses Lager soll klein sein. Bei entsprechender Umsicht seitens des Betonwerkes kommen nur solche Teile an den Bau, die umgehend versetzt werden.

4.35 Montage

Vertikale Montage:

Die Konstruktion wird Stütze nach Stütze über mehrere Geschosse hinweg aufgestellt.

Horizontale Montage:

Die Konstruktion wird geschoßweise montiert.

Es ist darauf zu achten, daß die tragende Konstruktion und Fassade nach Achsmaßen versetzt werden. Mögliche Fehler der Einzelteile können sich sonst addieren. Die Einzelteile dürfen nicht mit Stemmeisen o. ä. zu rechtgerückt werden (Beschädigungen). Sie können z. B. mit Schraubzwingen in die gewünschte Lage gezogen werden. Elemente, die besonders genau versetzt werden sollen, werden am besten mit Justiervorrichtungen versehen.

4.36 Gerüste

Außengerüste für die Montage sind nicht nötig. Zum Verfugen der Fassade, zur Montage des Sonnenschutzes usw. wird jedoch ein leichtes Außengerüst gebraucht. Dieser Punkt ist vor der Kalkulation zu klären. Für die Gerüstbefestigung sollten geeignete Dübel bei der Montage in die Fugen zwischen den Fassadenelementen eingebaut werden.

4.37 Schließen der Aussparungen

Das Schließen der Aussparungen muß entweder als nicht zu vergütende Nebenleistung im Beschrieb ausdrücklich gefordert oder getrennt vergütet werden. Aussparungen können so angeordnet sein, daß sie leicht zu schließen sind oder sogar offenbleiben können (s. hierzu 4.39 Installationen).

Wenn Deckenaussparungen durch Beton verschlossen werden müssen, empfiehlt es sich, die Armierung über die Aussparung hinweg durchlaufen zu lassen. Den Installateur störende Eisen können leicht abgeschnitten werden.

4.38 Fugen

4.381 Fugenbreite

Bei der Planung werden von den Betonwerken Fugen in einer Breite von 8 bis 15 mm vorgesehen (d. h. 4 mm bzw. 7,5 mm Abstand von der Achse). Die breiten Fugen bieten mehr Sicherheit bei nachlässiger Montage. Breite Fugen kosten wegen des erforderlichen Fugmaterials mehr als schmale Fugen. Die schmale Fuge zwingt zu genauem Arbeiten. Es wird eine bessere Qualität der Fabrikation und besonders der Montage erreicht.

4.382 Fugenausbildung

Innenfuge: Am Zusammenschluß zweier Bauteile kann in jedem Teil eine halbkreisförmige Aussparung vorgesehen werden, die nach dem Versetzen der Teile ausgegossen wird. Es bildet sich ein Betondübel. Das Ausfließen des Betons aus der Fuge verhindern eingelegte elastische Streifen (Ova-Band o. ä.) (s. Details zu 3.24). Der Stoß von Decke, Träger und Stütze wird meist mit Beton vergossen. Hier wird eine Schalung nötig, wenn diese nicht durch den Betonteil selbst gebildet wird.

Wenn bei Außenfugen Bedenken gegen die Haltbarkeit der Fugendichtung (s. 4.383) bestehen, so können die Fugen so ausgebildet werden, daß evtl. eindringendes Wasser nach außen abgeleitet wird.

4.383 Fugmaterial

1. Zementmörtel: Diese Arbeit ist einfach und billig. Die Farbe der Fuge gleicht der der Betonteile. Risse sind nicht zu vermeiden. Es besteht die Gefahr, daß das Fugmaterial herausfällt. Durch Plastifizierungszusätze konnten die Risse nicht vermieden werden. Zementfugen sind innerhalb der Gebäude möglich, wenn man sich an den entstehenden Rissen nicht stört.

Kosten: ca. 0,75 DM pro lfd. m.

2. Dauerplastischer Kitt:

Die Fugen müssen vorbehandelt werden. Das Material ist klebrig. Die angrenzenden Betonteile werden leicht verschmiert, wenn nicht besonders sorgfältig gearbeitet wird. An der Oberfläche der Fuge bildet sich eine Haut, die nach einiger Zeit runzlig wird. Unter dieser Haut bleibt der Kitt plastisch und klebrig. Fingereindrücke bleiben zurück. Die Fuge wird bald unansehnlich. Für Innen- und Außenfugen nur bedingt geeignet.

Kosten: ca. 4,50 DM lfd. m.

3. Dauerelastischer Kitt:

Die Fugen müssen vorbehandelt werden. Das Material ist während der Verarbeitung klebrig. Besonders sorgfältige Arbeit ist auch hier erforderlich. Dauerelastischer Kitt erhärtet gummiartig, ist dehnbar und haftet gut. Er ist für alle Fugen – auch für Dehnfugen – gut geeignet.

Kosten: ca. 10,- DM lfd. m.

4. Kunststoffschlauch (Neopren)

Der Schlauch läßt sich, auf erforderliche Längen abgeklemmt und luftleer gepumpt, leicht in die Fugen einpassen. Nach dem Lösen der Klemmen preßt sich der Schlauch fest gegen die Wandungen der Fugen. Bei wechselnden Fugenbreiten müssen verschieden dicke Schläuche verwendet werden. Treffen mehrere Fugen zusammen, so werden die Schläuche auf Gehrung geschnitten und verschweißt. Das Verfahren entspricht der Montagebauweise. Die Fugen werden sauber gefüllt. Die Fugenkante sollte jedoch möglichst gleichmäßig breit sein. Zum Einpassen des Profils muß die Fuge relativ tief sein.

Kosten: ca. 7,50 DM lfd. m.

9

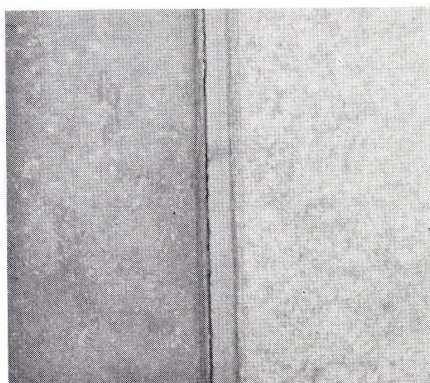
Fuge mit Zementmörtel gerissen.
Joint avec mortier de ciment fissuré.
Joint with cracked mortar.

10

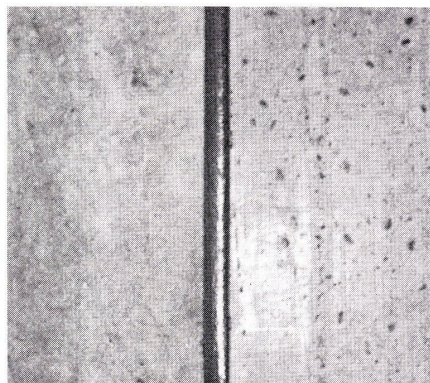
Fuge mit dauerelastischem Kitt.
Joint avec mastic souple dans le temps.
Joint with long-life putty.

11

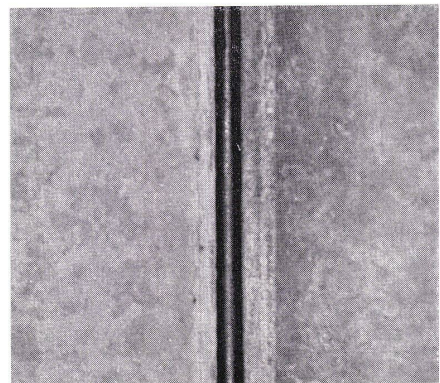
Fuge mit Kunststoffschlauch.
Joint avec tube en matière synthétique.
Joint with plastic tubing.



9



10



11