

# Vorgespannte Bodenplatte und Decken Betriebsgebäude "Mörschwil"

Autor(en): **Friedrich, Thomas**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **108 (1990)**

Heft 44

PDF erstellt am: **20.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-77545>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

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

# Vorgespannte Bodenplatte und Decken Betriebsgebäude «Mörschwil»

**Die Bodenplatte und die Decken einer viergeschossigen Lagerhalle von 28,0×48,0 m wurden in vorgespanntem Beton ausgeführt. Die Vorspannung erfolgt in Querrichtung, teils auch in Längsrichtung. Die vorgespannte Variante für die Bodenplatte und die Decke bietet ausführungstechnische und terminliche Vorteile. Das gewählte Gesamtkonzept für die Tragstruktur wurde aufgrund dieser Vorteile einer vorfabrizierten Variante vorgezogen.**

## Nutzungsvorstellung und zugehörige Tragkonstruktion

Die Vorstellung des Bauherrn bestand darin, auf einer Grundfläche von 28,0×48,0 m eine viergeschossige

VON THOMAS FRIEDRICH,  
ZÜRICH

Lagerhalle zu errichten. Um grosszügige, stützenfreie Nutzungsflächen innerhalb des Gebäudes zu erhalten, war nur eine einzige Innenstützenreihe in Gebäudelängsrichtung vorgesehen. Daraus resultierten in Querrichtung Spannweiten von 2×14,0 m. Die Nutzlasten für alle Geschosse betragen  $q = 8,0 \text{ kN/m}^2$ . Dem Wunsch des Bauherrn entsprechend war ein knappes Bauprogramm für Roh- und Ausbau der Halle vorgesehen.

Traditionell werden derartige Hallen in Vorfabrikationsbauweise erstellt. Die grosse Spannweite spricht für vorfabrizierte Spannbetträger, und die knappe Bauzeit begünstigt den Montagebau. Architekt und Ingenieur untersuchten jedoch parallel dazu eine vorgespannte Ortbetonvariante. Unter Berücksichtigung sämtlicher Randbedingungen beider Ausführungsvarianten (inklusive Montageinstallationen, Ausschallfristen usw.) zeigte sich sehr bald, dass eine vorgespannte Ortbetonlösung hinsichtlich Bauzeit und Kosten ebenbürtig und sogar vorteilhaft gegenüber der Vorfabrikation ist. Die Stärke der Ortbetonlösung lag in einem vollständigen Konzept für die gesamte Konstruktion von der Bodenplatte bis zu den Deckenkonstruktionen unter Ausnutzung der Vorteile der Vorspannung. Dieses Konzept berücksichtigte sowohl die konstruktiven und statischen Gegebenheiten als auch die Ausführungsmöglichkeiten.

Aufgrund dieser Abklärungen haben sich die Verantwortlichen für folgende Konstruktion entschieden (vgl. Bild 1):

- vorgespannte Fundamentriegel in Gebäudelängsrichtung;
- die drei unteren Geschosse in Stahlbetonbauweise mit vorgespannter Decke. Das Dachgeschoss in Stahlbauausführung;
- Innenstützen in Ortbeton erstellt, Stützen entlang den Rändern wurden vorfabriziert.

## Deckenkonstruktion

Dem statischen Tragverhalten als Zweifeldträger in Querrichtung wurde die Steifigkeitsverteilung mit einer variablen Deckenstärke angepasst. Für die maximale Beanspruchung über der Stützenreihe wurde eine Deckenstärke von  $d = 550 \text{ mm}$  gewählt. Zu den Rän-

dern hin verjüngt sich die Decke bis auf  $d = 300 \text{ mm}$ . Die zugehörige Betonkubatur entspricht einer durchgehenden konstanten Deckenstärke von  $d = 425 \text{ mm}$ . Die maximale Deckenstärke über der Stützenreihe erfüllt auf ideale Weise die Forderungen sowohl an einen ausreichenden Biege- als auch an einen ausreichenden Durchstanzwiderstand.

Die derart gewählte Steifigkeitsverteilung wird zusätzlich durch die Anordnung der Vorspannung beeinflusst. Entsprechend der gewählten Deckenstärke und den erforderlichen Vorspannkraften wurden Kabeleinheiten von  $P = 990 \text{ kN}$  (BBRV 1000) gewählt. In Gebäudelängsrichtung wurde entlang der Innenstützenreihe eine Stützstreifenvorspannung (4 BBRV 1000) vorgesehen, die trag- und verformungsmässig für die Decke wie ein Linienauflager wird.

Konsequenterweise wurde in Querrichtung eine verteilte Vorspannung gewählt, wovon etwa 40% (3 BBRV 1000) konzentriert im Stützstreifen verlaufen und die restlichen 60% (4 BBRV 1000) sich im Feldstreifen mit einem gegenseitigen Abstand von  $a = 1,10 \text{ m}$  verteilen (vgl. Bild 2 und 3). Aus konstruktiven Gründen wird in Längsrichtung entlang den beiden Deckenrändern je ein Kabel BBRV 1000 eingelegt.

Mit einer derart gewählten Deckenkonstruktion lassen sich für die Ausführung folgende Vorteile ausmachen:

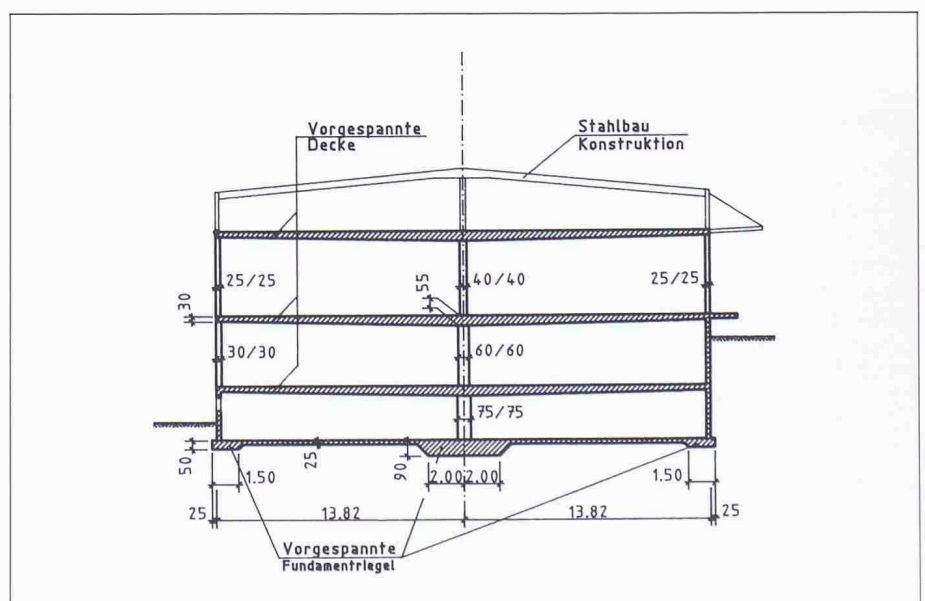


Bild 1. Schnitt durch die Tragkonstruktion

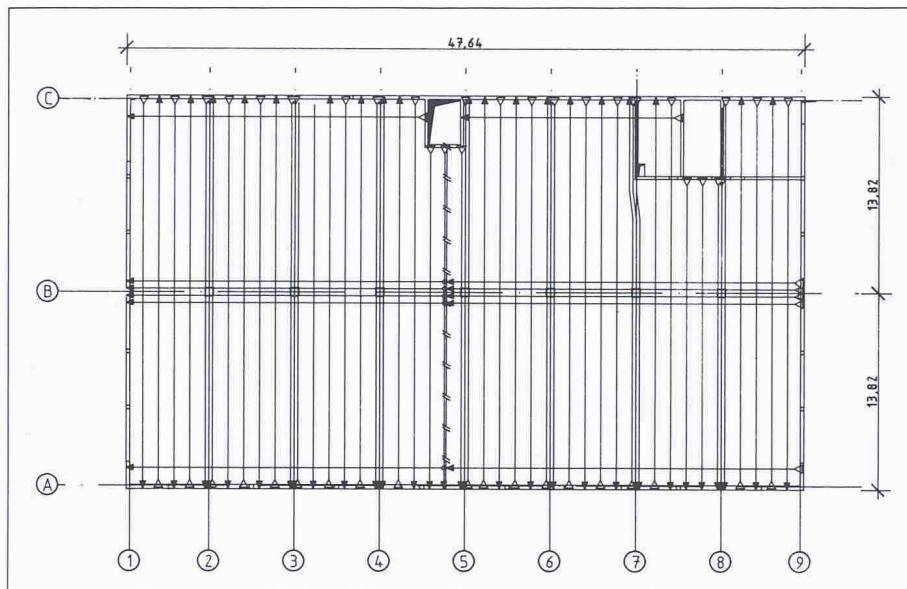


Bild 2. Gebäudegrundriss und Kabelverlauf für die Decken

- dank minimaler Betonkubatur weniger Bauetappen;
- ebene Deckenuntersicht mit Vorteilen für die Schalung/Rüstung und für das Verlegen der schlaffen Bewehrung;
- frühzeitiges Ausschalen, da das Deckeneigengewicht von den Umlenkkraften aus der Vorspannung getragen wird.

Aufgrund dieser Vorteile wurde folgender Arbeitsablauf für die Herstellung der Deckenkonstruktion festgelegt:

- die gesamte Deckenfläche pro Geschoss wurde in zwei Etappen unterteilt mit je einer Schalfläche von etwa 700 m<sup>2</sup> und zugehöriger Betonkubatur von 290 m<sup>3</sup>; mit einem einzigen Schalungsspiel wurden alle Decken mit einer Gesamtfläche von etwa 4000 m<sup>2</sup> eingerüstet;

- mit Erreichen einer minimalen Festigkeit des Betons von  $f_c = 20,0$  N/mm<sup>2</sup> (nach rund 4-7 Tagen) wurde die volle Vorspannkraft aufgebracht und anschliessend die Schalung entfernt;
- die Arbeitsgänge pro Etappe vom Ein- bis zum Ausschalen konnten aufgrund dieser Möglichkeiten innerhalb von nur zwei Wochen abgewickelt werden.

Dank diesen Zeitvorgaben liessen sich die Forderungen aus dem knappen Bauprogramm erfüllen. Termingerech wurde der Rohbau fertiggestellt.

### Vorgespannte Fundamentriegel

Aufgrund des statischen Tragsystems der Decken als Zweifeldträger wird der

Hauptanteil der Auflagerkräfte über die Innenstützenreihe abgetragen. Pro Stütze summieren sich die Lasten bis auf maximale Werte von  $G+Q = 7100$  kN, wovon etwa 62% aus Eigenlasten resultieren. Die relativ guten Baugrundverhältnisse erlaubten eine maximale Pressung von:  $\sigma_c = 0,35$  N/mm<sup>2</sup>.

Es lag nahe, einen durchgehenden, steifen Fundamentriegel vorzusehen, der die konzentrierten Einzellasten aus den Stützen kontinuierlich auf den Boden verteilt. Durchgehende Fundamentriegel bieten ausführungstechnisch Vorteile sowohl für den Aushub (durchgängig gleiches Profil in einer Richtung) als auch für die Anordnung der Längs- und Querbewehrung (einheitliche Bewehrungsform).

Die Forderungen an einen derartigen Fundamentriegel lassen sich idealerweise mit Hilfe der Vorspannung erfüllen. Die Vorspannung übernimmt dabei die folgenden Aufgaben:

- die eingeleitete Normalkraft erhöht das Rissmoment und gewährleistet eine hohe Riegelsteifigkeit;
- die Umlenkkräfte aus Vorspannung sorgen für eine Lastumlagerung. Dank dem minimalen Krümmungsradius im Bereich des Stützenfusses wird die Stützenlast konzentriert aufgenommen und über die übrigen Bereiche gleichmässig verteilt (vgl. Bild 4);
- die vertikalen Vorspannkkräfte am Rand des Durchstanzzylinders vergrössern den Durchstanzwiderstand und erlauben eine Reduktion der Deckenstärke (vgl. Bild 5).

Die erforderliche Riegelbreite wurde bestimmt durch die vorhandene Stützenlast, den Stützenabstand in Längs-



Bild 3. Vorspannbewehrung der Decken

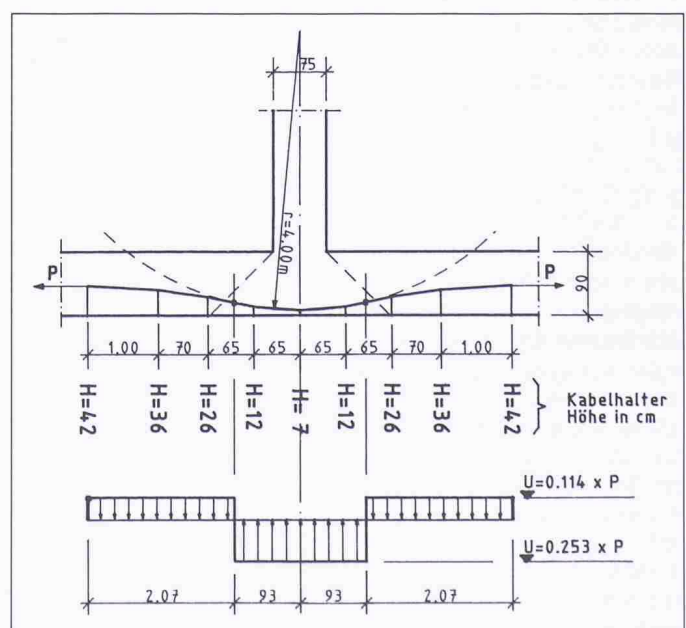


Bild 4. Kabelverlauf im Fundamentriegel

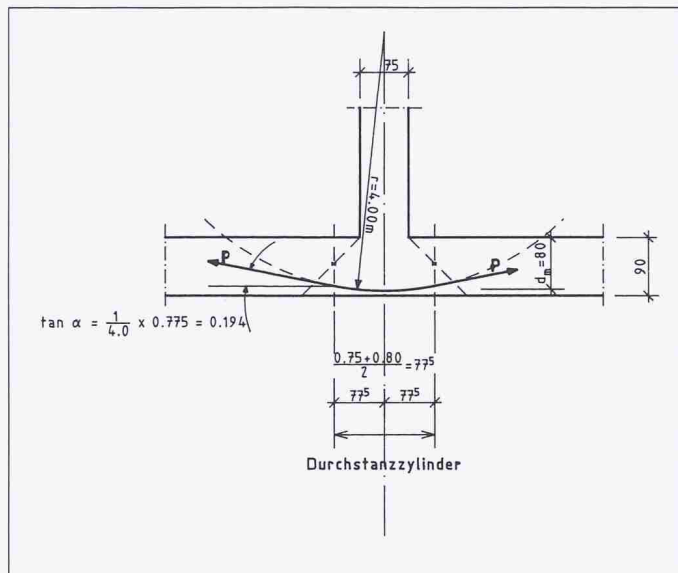
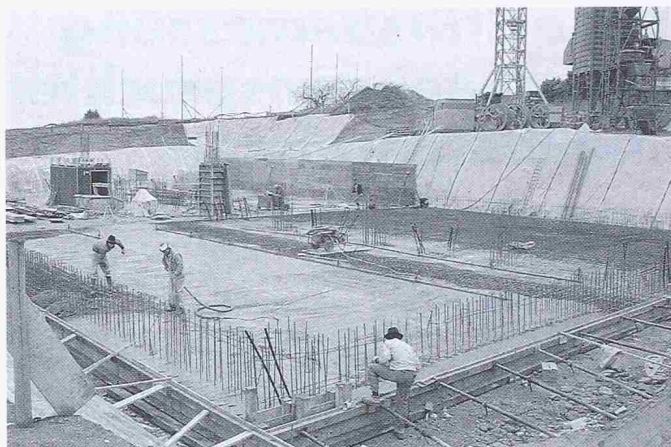


Bild 5. Entlastung aus Vorspannung im Durchstanzzylinder

Bild 6. Bodenplatte mit Fundamentriegel



richtung und der zulässigen mittleren Bodenpressung. Die erforderliche Dicke ergab sich aufgrund eines ausreichenden Durchstanzwiderstandes. Der Biege- und Torsionswiderstand in Querrichtung wird ausschliesslich mit schlaffer Bewehrung gewährleistet, während in Längsrichtung hauptsächlich die Vorspannkabel und eine Minimalbewehrung dazu beitragen.

Verlauf und Anzahl der Vorspannkabel richtet sich nach dem Durchstanzkriterium und der gewünschten Lastumlagerung. Im Bereich des Stützenfusses werden die Kabel mit dem zulässigen Minimalradius geführt. Die anschliessenden Wendepunkte liegen nahe dem Durchstanzzylinder, jedoch innerhalb der Kraftausbreitzzone (vgl. Bild 4). Aufgrund dieser Bedingungen ist der restliche parabelförmige Kabelverlauf im Feldbereich festgelegt.

Für den Nachweis des Durchstanzens werden die Vertikalkomponenten der Vorspannung am Rand des Durchstanzzylinders ermittelt ( $P \times \sin \alpha = P \times 0,194$ ) (vgl. Bild 5) und als zusätzli-

cher Widerstand eingeführt. Die Spannkraftverluste infolge Reibung können infolge der grossen Umlenkwinkel bei Bodenplatten beträchtlich anwachsen. Im vorliegenden Fall wurden bis maximal 30% Verluste ermittelt. Unter Beachtung der vorgenannten Kriterien wurden 8 Kabeleinheiten BBRV 1400 ( $P_0 = 1390 \text{ kN}$ ) im Mittelriegel eingelegt und von beiden Enden her vorgespannt (Bild 6). Entsprechend dem Baufortschritt wurde die Vorspannkraft in drei Spannstufen (40%, 70%, 100%) aufgebracht.

Unter den beiden Längswänden wurden ebenfalls durchgehende Fundamentriegel vorgesehen (vgl. Bild 1). Aus konstruktiven Gründen wurden je 2 Kabel BBRV 1000 zentrisch eingelegt und in einer Spannstufe vorgespannt.

An die Fundamentriegel wurde eine dünne, biege- und torsionsweiche Bodenplatte angeschlossen. Um allfällige Risse möglichst klein zu halten, wurde eine ausreichende Minimalbewehrung oben und unten eingelegt. Um diese wiederum im Ausmass klein zu halten, wurde die Plattenstärke auf  $d = 250 \text{ mm}$  minimiert.

Das hier zur Ausführung gelangte Konzept der vorgespannten steifen Fundamentriegel mit dazwischen liegender, biege- und torsionsweicher Stahlbetonplatte hat sich bewährt. Zwischenzeitlich wurde dieses Konzept auf Konstruktionen mit anderen Stützenabständen und auf schlechtere Baugrundverhältnisse angewendet und zufriedenstellend in Betrieb genommen. Beide Bauweisen – der Stahl- und der Spannbeton – ergänzen sich auf diese Art idealerweise und übernehmen die ihnen zugedachte Funktion.

### Schlussbemerkungen

Vorgespannte Konstruktionen bestehen nicht nur allein dank ihren qualitätsverbessernden Einflüssen auf das Tragverhalten, sondern ermöglichen zudem Konstruktionen, die für die Ausführung Vorteile bieten. Konsequenterweise wurden für den hier beschriebenen Industriebau derartige Konstruktionen entworfen und deren Vorteile für das eng terminierte Bauprogramm ausgenutzt. Jedes einzelne Konstruktionselement (Fundamentriegel, gevoutete Decke) stellt eine eigenständige Lösung dar. Vereint zu einem Tragwerkkonzept lässt sich ein Optimum für die Gesamtkonstruktion erzielen. Das führte im vorliegenden Fall zum Entschluss der Bauherrschaft, der Ortbetonvariante den Vorzug gegenüber der Vorfabrikation zu geben.

Standen ausführungstechnische Überlegungen bei der Wahl einer vorgespannten Variante im Vordergrund, so lässt sich nach Abschluss der Arbeiten zudem festhalten, dass eine qualitativ hochstehende Tragkonstruktion erstellt wurde. In diesem Zusammenhang sei es erlaubt, auf die durchbiegungsfreien Endfelder mit einer Spannweite von 14,0 m hinzuweisen. Die Anwendung der Vorspannung im Hochbau hat viele Facetten; einige liessen sich erfolgreich bei der Ausführung dieses hier beschriebenen Bauwerks ausbreiten.

Adresse des Verfassers: *Thomas Friedrich*, dipl. Bauing., Domostatik AG, Riesbachstrasse 57, 8034 Zürich.

*Bauherrschaft:*  
Sonnenberg-Immobilien, 9006 St. Gallen

*Architekt:*  
P. Kressig, 9305 Berg

*Ingenieur:*  
Hagen und Sturzenegger, 9323 Steinach

*Berechnung und Konstruktion der vorgespannten Bauteile:*  
Domostatik AG, 8034 Zürich

*Bauunternehmung:*  
Corazza AG, 9014 St. Gallen