

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 108 (1990)
Heft: 44

Artikel: Vorgespannte Bodenplatte und Decken Betriebsgebäude "Mörschwil"
Autor: Friedrich, Thomas
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-77545>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.05.2025

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

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 $28,0 \times 48,0$ 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 $2 \times 14,0 \text{ m}$. 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 Spannbettträger, 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 Ort beton 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 $d = 550$ mm gewählt. Zu den Rän-

den 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 Biegewiderstand 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 Vorspannkräften 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:

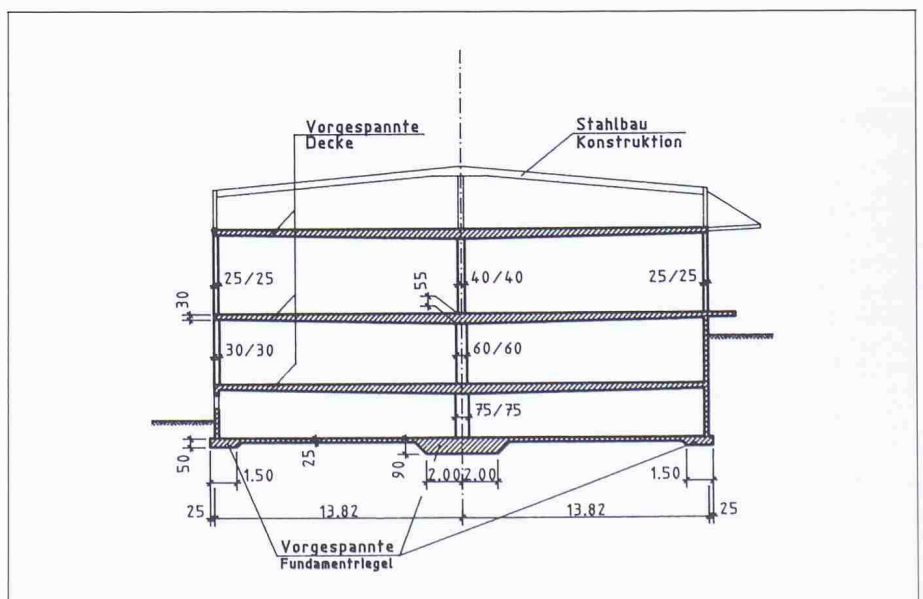


Bild 1. Schnitt durch die Tragkonstruktion

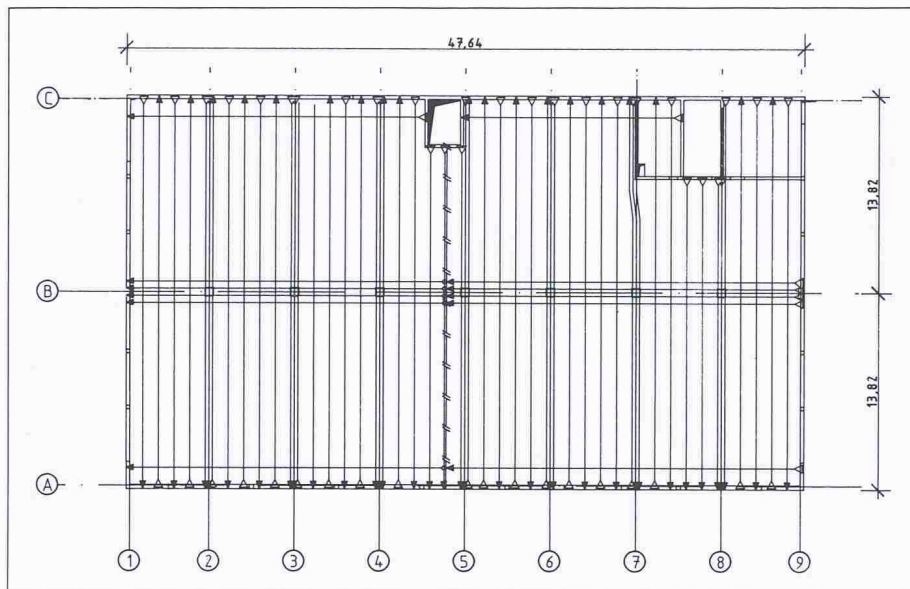


Bild 2. Gebäudegrundriss und Kabelverlauf für die Decken

- 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 m² und zugehöriger Betonkubatur von 290 m³; mit einem einzigen Schalungsspiel wurden alle Decken mit einer Gesamtfläche von etwa 4000 m² eingerüstet;

- mit Erreichen einer minimalen Festigkeit des Betons von $f_c = 20,0$ N/mm² (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/mm².

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 Umlenkkraften 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 Vorspannkräfte 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

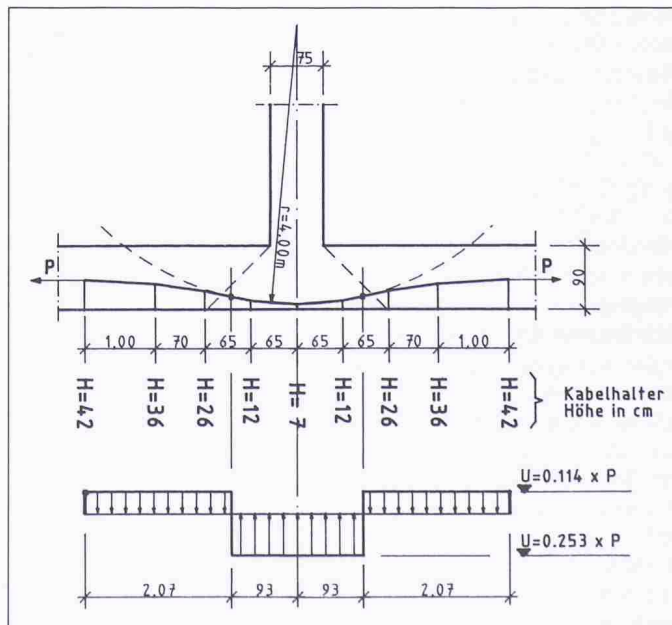


Bild 4. Kabelverlauf im Fundamentriegel

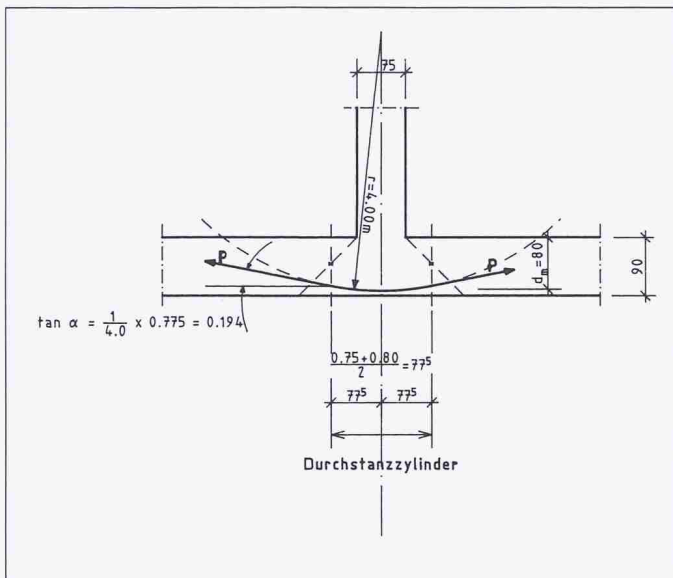
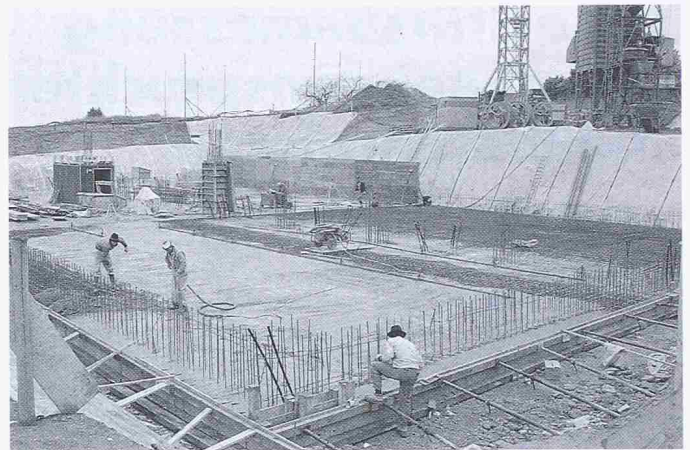


Bild 5. Entlastung aus Vorspannung im Durchstanzzylinder

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 Umlenkungswinkel 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 torsionssteife 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 torsionssteifer 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 zur Entscheidung 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 erfolgversprechend 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