

# Flachdecken mit Stahlpilzen: Vortrag

Autor(en): **Bryl, Stanislaw**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **87 (1969)**

Heft 10

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-70617>

## **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.

## Flachdecken mit Stahlpilzen

DK 624.025.4

Von Stanislaw Bryl, dipl. Ing. AGH/SIA, Winterthur

Vortrag, gehalten an der Studientagung der FGBH über aktuelle Ingenieurprobleme vom 18. und 19. Oktober 1968 in Zürich

Mit wachsenden Spannweiten und Belastungen der Flachdecken vergrössern sich auch die Schwierigkeiten, die mit der Einleitung der Deckenlasten in die Stützen verbunden sind. Im Stützenbereich entstehen grosse tangentielle und radiale Momente, die Betonzugzone wird in zwei Richtungen gerissen, das Erreichen des erforderlichen Widerstandes gegen Durchstanzen ist mit erheblicher Vergrösserung der Stützenabmessungen und Deckenstärken verbunden. Darum werden in der letzten Zeit immer häufiger Flachdecken mit Stahlpilzen ausgeführt.

Die Stahlpilze erfüllen in einer Flachdecke verschiedene Funktionen. Zu den wichtigsten gehören:

- Möglichkeit zur Vergrösserung der Durchstanzkraft,
- Verkleinerung der Stützenmomente,
- Einleitung der Momente, die infolge der horizontalen Belastungen auf das Tragsystem wirken,
- Anordnung von Aussparungen im Stützenbereich, die zur Verlegung von verschiedenen vertikalen Leitungen dienen sollen.

Um diese Ziele zu erreichen, konstruiert man den Stahlpilz aus meistens quadratisch angeordneten Randträgern und zwei Hauptträgern, welche die Deckenlasten auf die Stütze übertragen (Bild 1). Form und Anordnung der Hauptträger ist von der Lage und Grösse der gewünschten Aussparungen im Pilzbereich abhängig. Meistens ergibt sich ein zweigliedriger Hauptträger in einer und ein einfacher Hauptträger in der anderen Richtung.

In einer Flachdecke mit Stahlpilzen kann sich der Durchstanzkegel nur ausserhalb des

Pilzbereiches ausbilden. Der Bruchkegel beginnt auf der Unterseite der Platte am Pilzrand und verläuft unter einem flachen Winkel bis zur Plattenoberfläche. Durch die Anordnung des Stahlpilzes wird die Durchstanzkraft von den Stützenabmessungen unabhängig. Die Durchstanzfläche und die Durchstanzkraft sind von den Pilzabmessungen abhängig und können im Vergleich zu einer Flachdecke ohne Stahlpilze erheblich vergrössert werden. Zugleich werden auch die für die Dimensionierung der Decke im Stützenbereich massgebenden Momente, das heisst die Momente über dem Pilzrand, wesentlich kleiner. In praktischen Ausführungen kann durchschnittlich mit einer vierfachen Erhöhung der Durchstanzkraft und einer zweifachen Verkleinerung der Stützenmomente gerechnet werden.

Mit Stahlpilzen können zwei verschiedene Arten von Flachdecken ausgebildet werden. Bei der ersten Ausführungsart wird der Stahl-

pilz in der Decke einbetoniert, wobei die Armierung über dem Stahlpilz verlegt wird. Im Stützenbereich entstehen dann tangentielle und radiale Momente (Bild 2). Ausserhalb des Pilzbereiches werden diese Momente durch den Eisenbetonquerschnitt übernommen. Im Pilzbereich werden die Momente durch Stahlelemente des Pilzes in Verbundwirkung mit der Armierung und dem Beton übertragen. Bei dieser Deckenart ist die Anordnung von kleineren Aussparungen, bis rund 20 cm Durchmesser, ohne Schwächung der Verbundwirkung möglich. Bei grösseren Aussparungen wird bewusst auf die Kontinuität der Platte im Pilzbereich verzichtet (Bild 3). Die Armierung wird nur an den Pilzrand geführt und im Stützenbereich entstehen nur tangentielle Momente. Im Pilzbereich muss die gesamte Belastung durch Stahlelemente, ohne Mitwirkung des ausserhalb der gewünschten Aussparungen angebrachten Füllbetons, übernommen werden.

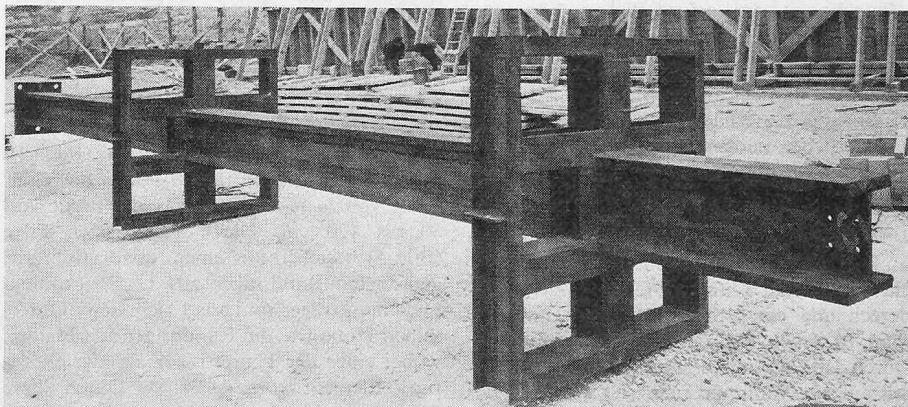
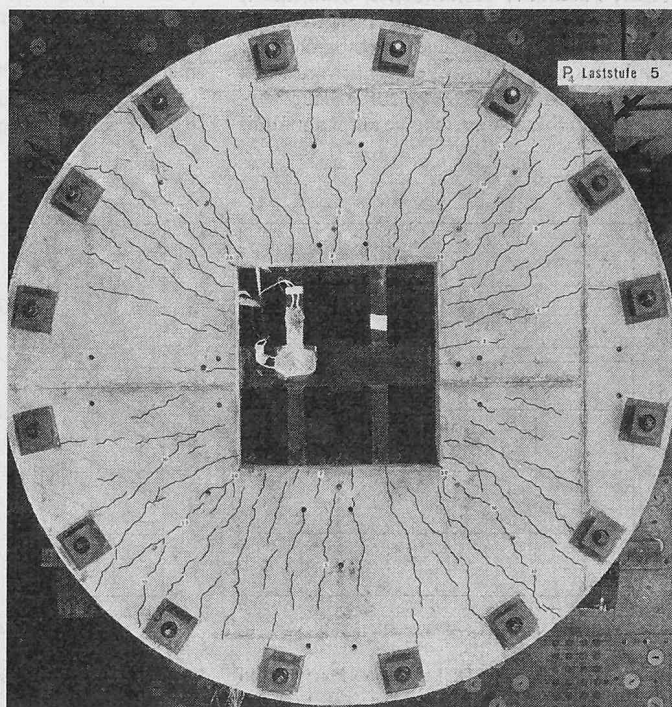
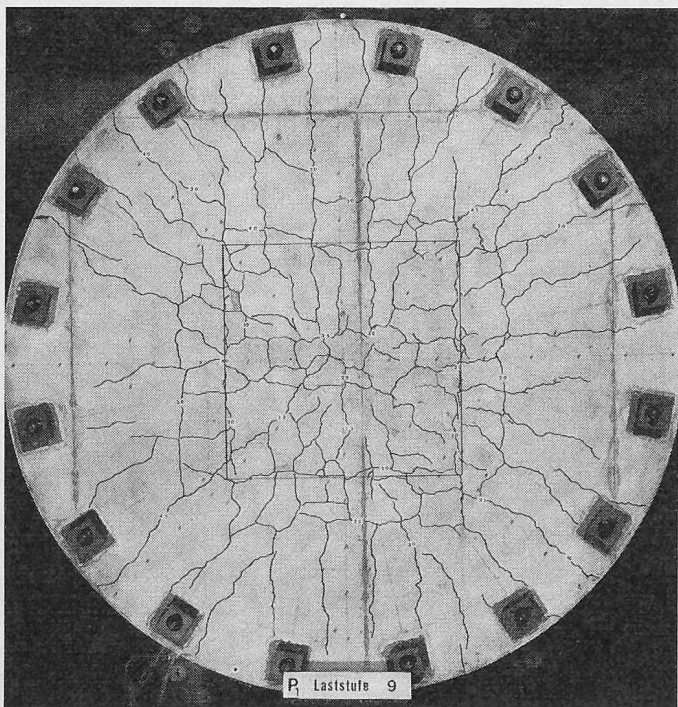


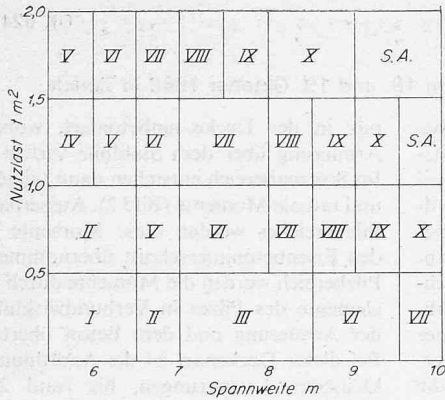
Bild 1. Stahlstütze mit angeschweissten Stahlpilzen

Bild 2. Rissebildung im Stützenbereich einer Flachdecke mit einbetonierten Stahlpilzen. Untersuchung in EMPA Dübendorf. Der äussere Rand des Stahlpilzes ist durch das aufgezeichnete Quadrat angedeutet

(100 × 100 cm). Die Stütze selbst hat eine Abmessung von 20 × 20 cm

Bild 3. Rissebildung im Stützenbereich einer Flachdecke mit grossen Aussparungen. Versuch in EMPA Dübendorf





Typ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Breite cm		80		100		110				120
Höhe cm	14	16	18	20	22	24	26	28	30	

Links:

Bild 5. Systemskizze des normalisierten Pilzes

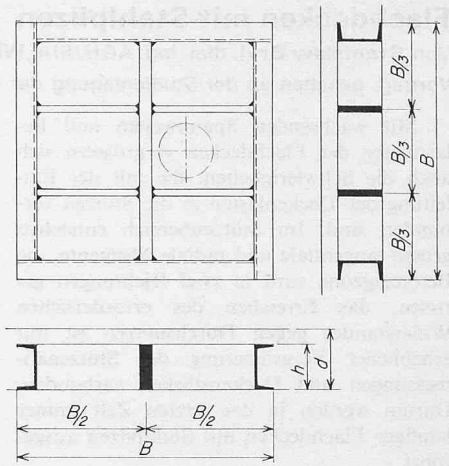


Bild 4. Strukturformeln der normalisierten Stahlpilze

Die Berechnung des Stützenbereiches einer Flachdecke mit Stahlpilzen umfasst:

- Überprüfung der Schubspannungen am Pilzrand,
- Berechnung der erforderlichen Längsarmierung am Pilzrand in bezug auf das Durchstanzen,
- Berechnung der zur Übernahme der Biegemomente ausserhalb des Pilzbereiches erforderlichen Längsarmierung,
- Berechnung der Rand- und Hauptträger auf Querkraft- und radiale sowie tangential Momente im Pilzbereich.

Diese Berechnungen sind mit verhältnismässig grossem Zeitaufwand verbunden. Die Berechnung eines Stützenbereiches umfasst rund 10 Seiten und dauert etwa 5 Stunden. Durch den Computereinsatz kann die Rechenzeit auf ein Minimum reduziert werden. Die Zusammenstellung der Eingabedaten und die Auswertung der Ausgabe dauert durchschnittlich 10 Minuten. Die Rechenzeit des Computers selbst beträgt nur rund 2 Sekunden. Eingetragen werden: Spannweite, Deckenstärke, Pilzbreite, Stützenbreite, Stützenlast, Deckenbelastung, Materialeigenschaften und zulässige Spannungen. Die Ausgabe enthält: Schubspannungen und Vergleichswert beim Durchstanzen, minimale erforderliche Armierung im Stützenbereich, die auf Rand- und

Hauptträger wirkenden Momente und die zugehörigen mitwirkenden Plattenbreiten, sowie die erforderlichen Trägheitsmomente des Rand- und Hauptträgers. Die Nachprüfung der Spannungen für die gewählten Querschnitte des Rand- und Hauptträgers muss durch den Projektierenden durchgeführt werden.

Für Flachdecken mit Spannweiten bis 10 m und Nutzlasten bis 2 t/m<sup>2</sup> wurde eine normalisierte Pilzreihe entwickelt (Bild 4). Diese Reihe besteht aus 10 Pilzen mit einer Höhe von 14 bis 30 cm und einer Breite von 80 bis 120 cm. Die normalisierten Pilze (Bild 5) bestehen aus einem quadratisch angeordneten Randträger aus U NP-Profilen. Die Hauptträger sind aus Flacheisen mit derselben Höhe wie die Randträger ausgebildet, wobei einer der Hauptträger als zweigliedriges Element vorgesehen ist. Durch diese Anordnung kann die Aussparung (zum Beispiel für Abfallrohr) dicht an das Stützenprofil herangebracht werden.

Die Gesamtdicke der Flachdecken mit Stahlpilzen beträgt je nach der Belastung zwischen 1/35 bis 1/25 der Spannweite (Bild 6). Für Flachdecken mit Spannweiten von 6 bis 10 m und Nutzlasten von 500 bis 2000 kg/m<sup>2</sup> sind Dicken von 22 bis 45 cm notwendig.

Die notwendigen Stützenabmessungen sind von der Stützenlast und der Dicke der

allenfalls erforderlichen Brandschutzverkleidungen abhängig. In Bild 7 sind die maximalen Abmessungen der Stützen aus Breitflanschprofilen, einschl. Brandschutzverkleidungen angegeben. Die Stützen wurden für eine Stockwerkhöhe von 5 m und die Belastung durch eine Decke berechnet. Die notwendigen Abmessungen betragen zwischen 26 × 26 cm und 36 × 40 cm für Decken mit 6 bis 10 m Spannweite und 500 bis 2000 kg/m<sup>2</sup> Nutzlast. Bei mehrstöckigen Bauten können die Stützenabmessungen durch entsprechende Wahl des Stützenquerschnittes (Rundstahl, Rohr- und Kastenprofile) ebenfalls sehr gedrungen gestaltet werden.

Die Feldarmierung bleibt bei den Flachdecken mit Stahlpilzen praktisch gleich wie bei Flachdecken ohne Stahlpilze, da die grössere Abstützfläche nur einen geringen Einfluss auf die Verkleinerung der Feldmomente ausübt. Die Armierung im Stützenbereich ist jedoch wesentlich kleiner und beträgt normalerweise rund 1% des Betonquerschnittes. Die Anordnung der Querarmierung (Bügel, abgebogene Eisen) ist im Stützenbereich meistens überflüssig. Der durchschnittliche Armierungsverbrauch ist stark von den Spannweiten und Nutzlasten abhängig und beträgt zwischen 14 und 45 kg/m<sup>2</sup> (Bild 8).

Die Anwendung von Stahlpilzen hat die Kosten der Flachdecken wesentlich beein-

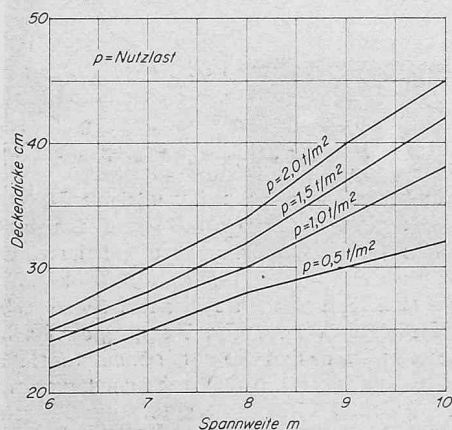


Bild 6. Erforderliche Dicken von Flachdecken mit Stahlpilzen

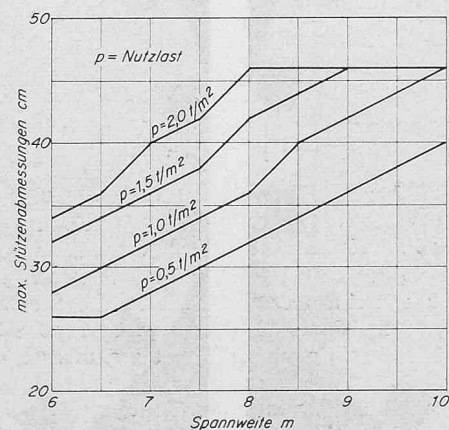


Bild 7. Stützenabmessungen für Flachdecken mit Stahlpilzen

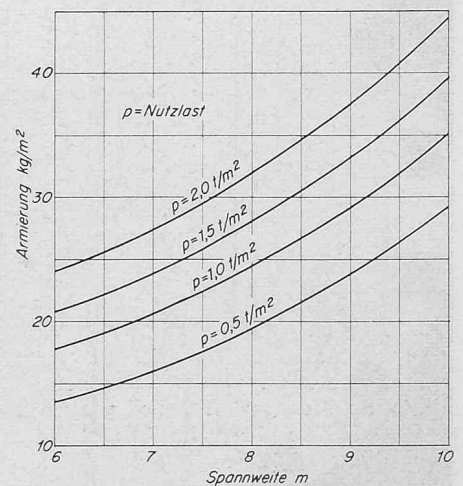


Bild 8. Armierungsverbrauch in Flachdecken mit Stahlpilzen

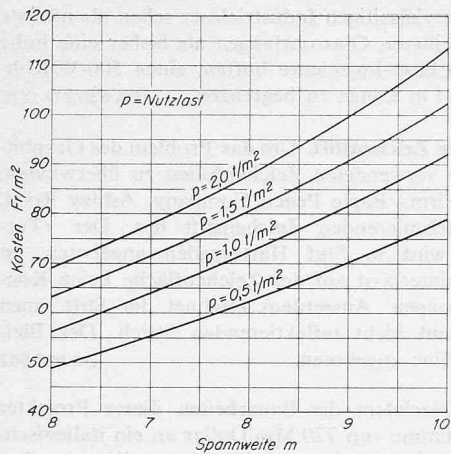


Bild 9. Kosten der Flachdecken mit Stahlpilzen (ohne Stützen)

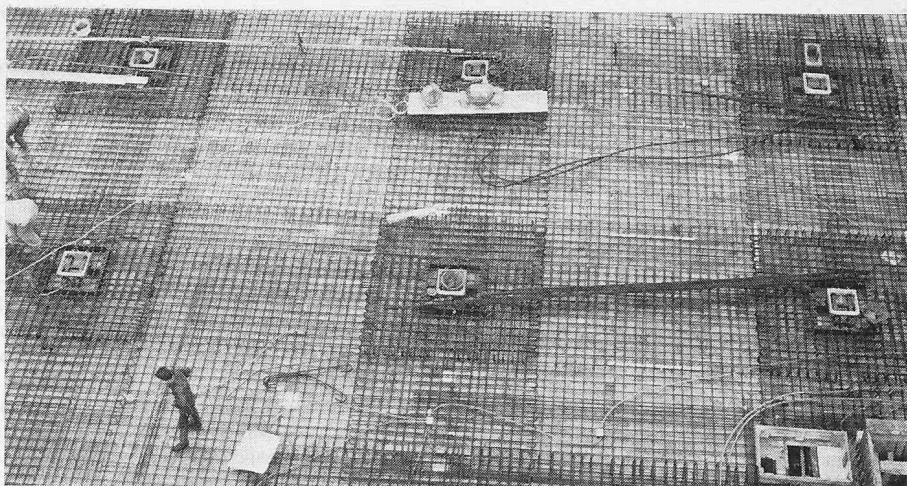


Bild 12. Flachdecken mit Stahlpilzen vor dem Betonieren

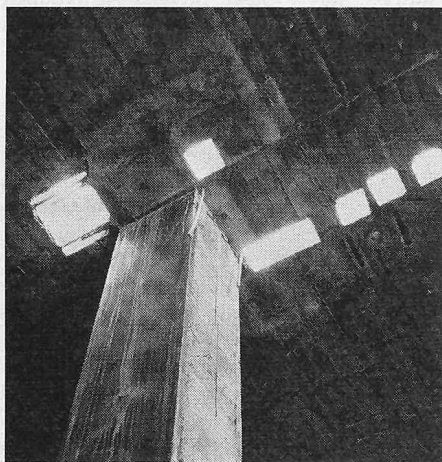
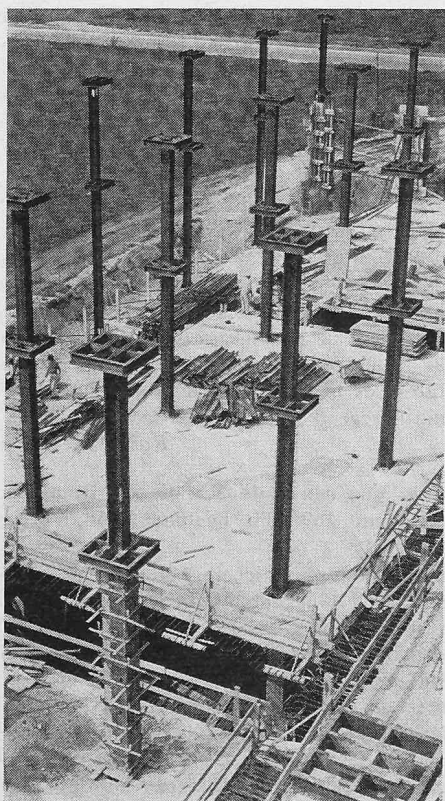


Bild 10. Flachdecke mit grossen Ausparungen im Stützenbereich

Bild 11. Montagebild von zweigeschossigen Stützen mit Stahlpilzen



flusst (Bild 9). Auch die Kosten sind selbstverständlich von Spannweite und Nutzlast abhängig. Die Kurven verlaufen jedoch sehr flach und ergeben praktisch eine lineare Abhängigkeit zwischen Kosten, Spannweiten und Nutzlasten. Bei der Preisberechnung wurden die Kosten der Stahlpilze für eine Serie von 10 Stück ermittelt. Für andere Baumaterialien wurden folgende Preise angenommen: Beton: 85 Fr./m<sup>3</sup>, Armierung: 1,20 Fr./kg, Schalung: 12 Fr./m<sup>2</sup>.

Im Rahmen dieser Ausführungen können die Einzelheiten der Berechnung und die verschiedenen Konstruktionsformen und Konstruktionsdetails des Stahlpilzes und des Anschlusses an Stützen nicht näher erläutert werden. Einige Beispiele von ausgeführten Bauten können jedoch einen Überblick über die Anwendungsmöglichkeiten von Stahlpilzen geben.

*Brauerei Haldgut in Winterthur* (Bild 10)

Flachdecke mit Spannweiten von 8,8 × 8,8 m und einer Nutzlast von 2 t/m<sup>2</sup>. Diese Decke ist charakteristisch für die Möglichkeiten der Anordnung von grossen Ausparungen im Stützenbereich.

*Büro- und Lagergebäude der Firma Hasler AG in Winterthur* (Bild 11)

Die Decken dieses vier Stockwerke umfassenden Lagergebäudes haben Spannweiten von 7,5 × 7,5 m und eine Nutzlast von

1,5 t/m<sup>2</sup>. Alle Stützen wurden als zweigeschossige Montageelemente mit angeschweissten Stahlpilzen und Montagestössen im Bereich des Pilzes ausgeführt.

*Lagergebäude der Firma Osram in Winterthur* (Bild 12)

Das fünfgeschossige Lagergebäude mit Flachdecken hat Spannweiten von rund 6,2 × 5,4 m und eine Nutzlast von 1,0 t/m<sup>2</sup>. Die Stützen mit aufgesetzten Stahlpilzen wurden entsprechend dem Betonierprogramm als eingeschossige Elemente ausgebildet und etappenweise nach dem Betonieren der einzelnen Decken montiert. Die Brandbelastung dieses Lagerhauses besteht nur aus Verpackungsmaterial und beträgt 30 kg/m<sup>2</sup>. Der erforderliche Brandwiderstand wurde durch Ausbetonierung der Stützen zwischen den Flanschen erreicht.

*Fabrikationsgebäude der Firma F. Bodmer AG in Niederwil SG* (Bild 13)

In diesem Bauwerk bilden die Flachdecken (Spannweite 7,1 × 6,9 m) mit Stahlpilzen und Stahlstützen Rahmentragwerke, die auch die Windkräfte übernehmen. Die unter Windbelastung entstehenden Momente konnten dank den Stahlpilzen ohne Schwierigkeiten in die Decken eingeleitet werden.

Adresse des Verfassers: *St. Bryl*, dipl. Ing., AGH/SIA, in Firma Geilinger & Co., 8401 Winterthur.

Bild 13. Die Anwendung von Stahlpilzen erleichtert die Verbindung von Stützen und Flachdecken zu Rahmentragwerken

