

# Wandsysteme aus Fertigteilen für sehr hohe Hallentragwerke

## Precast wall systems for high rise hall-type constructions

Empelmann, Martin; Henke, Volker; Krakowski, Waldemar

### Abstract

Modern high rise hall-type constructions are nowadays carried out with heights up to 50 meter. In order to achieve an efficient and economical erection of these type of structures, new construction and design methods have been developed in recent years. In this paper two common systems will be presented and a design model for stability verification will be introduced.

### 1. Einführung

Hochregallager oder Logistikzentren erreichen heute Bauhöhen von bis zu 50 Metern. Diese Entwicklung erfordert, auch in Bezug auf einen schnellen und rationalen Bauablauf, eine Anpassung der bisherigen Konstruktionspraxis an die teilweise veränderten Anforderungen. Eine oft ausgeführte Konstruktion zeigt Bild 1, wo Wandelemente als raumabschließende Fertigteile zwischen zwei aussteifenden Stahlbetonstützen eingesetzt werden.

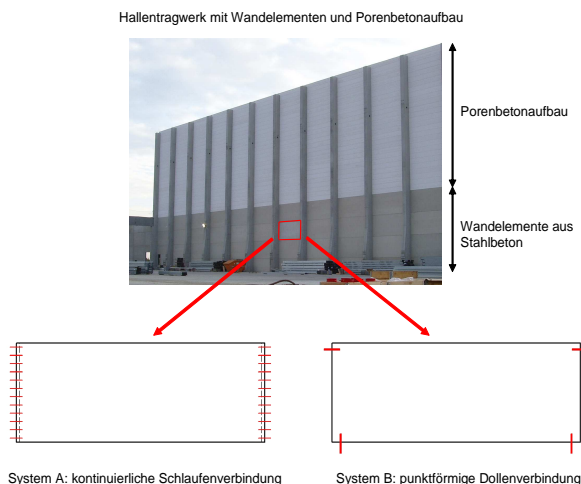


BILD 1 Verschiedene Wandsysteme, kontinuierliche und punktförmige Halterung

Am Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (iBMB), Fachgebiet Massivbau, der TU Braunschweig wurde das Tragverhalten derartiger Wandsysteme mit numerischen Methoden untersucht.

### 2. Lastabtrag

Die Befestigung der Wandelemente kann auf verschiedene Weise erfolgen. Beim System A wird dies durch Schlaufen aus Betonstählen oder Seilen ausgeführt. Die Fugen werden so ausgebildet, dass vertikal und parallel zur Fuge wirkende Kräfte übertragen werden können. Beim System B wird das untere Wandelement auf zwei Vertikaldollen zwangfrei gelagert und im oberen Bereich durch je einen Horizontaldollen gehalten. Auf das erste Wandelement werden die aufgehenden Elemente in die Nut des darunterliegenden Wandbereiches gestellt und jeweils mit zwei oben angeordneten Horizontaldollen gehalten. Letztere übertragen dabei keine vertikalen Kräfte (Langlochhülse), so dass die Vertikalkräfte bis zum untersten Wandelement und dann in die Gründung geleitet werden.

Beide Wandsysteme tragen vertikale (Eigengewicht) und unter Umständen auch horizontale Lasten (Wind). Da die Elemente von System A zwischen den Stützen jeweils frei spannen, werden sie durch die vertikalen Lasten nur gering auf Biegung beansprucht. Dagegen tragen die über dem untersten Wandelement liegenden Elemente des Systems B ihr Eigengewicht nicht über Biegung, sondern lediglich über Normalkräfte an das unterste Wandelement ab, wodurch dieses bei großen Höhen stark auf Biegung beansprucht wird. Dieses Tragverhalten lässt sich anhand einer Systembetrachtung klären, in die die vertikale Dehnsteifigkeit einer Wandscheibe und die Steifigkeit der Zwischenlage eingehen. Wenn dies bei einer Berechnung als Stabtragwerk vernachlässigt wird, kann das Ergebnis auf der unsicheren Seite liegen, da bei einer derartigen Betrachtungsweise die Beanspruchung des untersten Elementes unterschätzt wird.

### 3. Nachweise und Bemessung

Neben den obligatorischen Nachweisen für Biegung und Querkraft der Wandelemente in Scheiben- und Plattenebene sowie dem Nachweis der Anschlüsse, muss für das System B zusätzlich ein Nachweis der Stabilität des untersten Wandelementes geführt werden. Aufgrund der hohen Beanspruchung kann es zum Stabilitätsversagen

der Druckzone des Elementes kommen, noch ehe die planmäßige Biegetragfähigkeit erreicht wird. Es existieren in den aktuellen Normenwerken noch keine Vorgaben zur Bemessung solcher stabilitätsgefährdeter Wandelemente. Die Empfehlungen (DIN 1045-1, Gl. (46) und EC 2 Gl. (4.77)) beziehen sich stets auf stabförmige Bauteile.

Für den Nachweis ausreichender Stabilität punktgestützter Wandscheiben wurde ein erweitertes Bemessungsverfahren für planmäßig vertikal belastete Wandscheiben mit Punktlagerung entwickelt /1/. Das statische System ist in Bild 2 dargestellt. Dabei sind als Einwirkungen eine Auflast (z. B. infolge Wandaufbau), Wind und eine Abtriebslast (infolge Schiefstellung) dargestellt. Als geometrische Imperfektion ist eine Vorkrümmung entlang der Längsachse mit  $L_{\text{eff}}/300$  anzusetzen.

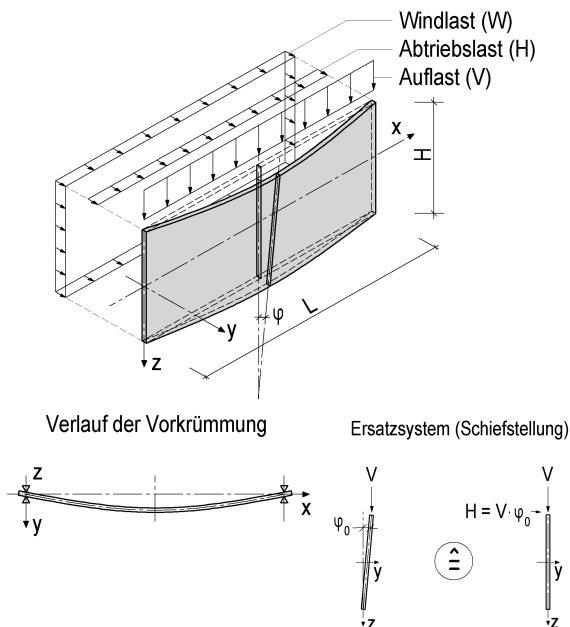


BILD 2 System und Beanspruchungen einer punktgestützten Wandscheibe

#### 4. Konstruktionsempfehlungen

Auf den Untersuchungen in /1/ aufbauend, wird empfohlen bei punktgestützten Wandscheiben folgende Konstruktionsregeln zu beachten, um eine vorzeitiges Stabilitätsversagen zu vermeiden:

- Die Sicherheit gegen seitliches Ausweichen ist für  $L/B \leq 45$  gegeben.
- Es ist eine konstruktive Mindestbewehrung von  $a_{\text{Smin}} = 1,5 \text{ cm}^2/\text{m}$  kreuzweise und je Wandseite einzubauen.

- Es sind keine Aussparungen oder Querschnittsveränderungen in Längsrichtung zulässig.
- Die Angaben gelten für Beanspruchungen infolge Linienlasten von bis zu 150 kN/m (Bemessungswert) und bei Einsatz von Normalbeton.

Ist ein Stabilitätsnachweis mittels des geometrischen Abgrenzungskriteriums  $L/B \leq 45$  nicht möglich, so kann der Nachweis an einem Ersatzstab nach den Angaben in /1/ erfolgen.

#### 5. Weitere Ausführungsmöglichkeiten

Die Stabilität kann auch durch den Einsatz von Vorspannung in der Zugzone des untersten Wandelementes verbessert werden. Die Traglasten lassen sich hiermit um bis zu 60% steigern.

Des Weiteren lässt sich bei Normalbeton durch geeignete Wahl von Querschnittsprofilierungen (Bild 3) eine Einsparung des Eigengewichtes von bis zu 16 % erreichen, ohne dabei die Tragfähigkeit zu vermindern.

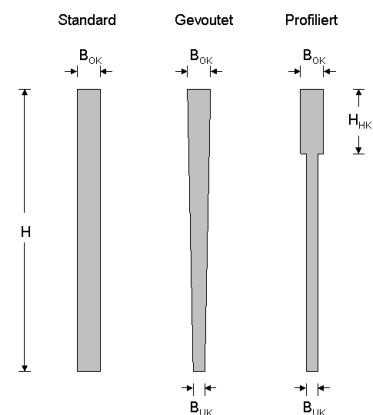


BILD 3 Mögliche Querschnittsprofilierungen

Durch den Einsatz von Leichtbeton kann bei bestimmten Randbedingungen auch eine wirtschaftliche Lösung erreicht werden. Hierbei spielen unter anderem Parameter wie Entfernung zum Herstellwerk, geringere Gründungskosten und Vorhaltekosten von Hebezeug eine Rolle, um die höheren Materialkosten des Leichtbetons zu kompensieren.

#### 6. Literatur

- /1/ Empelmann, M.; Henke, V.; Krakowski, W.: Stabilität punktgestützter Wandscheiben – Ein praxisnahes Bemessungsmodell, Bauingenieur, Band 83, 2008.