

1 Einleitung

Gebäude müssen so konstruiert werden, dass sie sämtlichen Einwirkungen standhalten. Für die Standsicherheit des Bauwerkes ist daher nicht nur eine ausreichende Dimensionierung der tragenden Elemente und ihrer Verbindungen von Bedeutung, sondern insbesondere die räumliche Aussteifung der Konstruktion und ihre Stabilität. In vertikaler Richtung werden die Bauwerke vorrangig durch das Eigengewicht der Konstruktion sowie Nutz- und Schneelasten beansprucht. Horizontale Lasten sind Windlasten, Lasten aus Imperfektionen, Bremskräfte und in gefährdeten Gebieten Erdbebenlasten. Während die Vertikallasten in der Regel relativ einfach als Druckkräfte in die Fundamente abgeleitet werden können, ist es oft schwieriger die Horizontallasten – welche die Konstruktion im Prinzip „umkippen“ wollen – in das Fundament zu führen und dort zu verankern.

Standsicherheit

Während im Massivbau die räumliche Aussteifung der Gebäude durch die Platten- und Scheibentragfähigkeit sowie das hohe Eigengewicht häufig ohne Nachweis als gegeben angesehen werden kann, sind die horizontalen Lasten im Holztafelbau und Holzhallenbau grundsätzlich zu erfassen und die Bauteile einschließlich ihrer Verankerungen nachzuweisen. Zur Abtragung dieser Horizontallasten müssen die Gebäude durch geeignete Bauteile wie Verbände, Rahmen oder Scheiben sowohl in der vertikalen als auch in der horizontalen Ebene ausgesteift werden. Hierbei wird unterschieden zwischen flächigen (Dach-, Decken- und Wandscheiben) und stabförmigen (Verbände, Fachwerke, Rahmen, Stützen) Aussteifungselementen.

Räumliche Aussteifung

Die in Abschnitt 3 aufgeführten tragwerksplanerischen Kriterien sind unabhängig von der Bauweise und gelten gleichermaßen für den Massivbau als auch Stahl- und Holzbau.

Im Rahmen dieser Schrift wird vorrangig auf die Abtragung von Windlasten und die für die Holzbaupraxis relevanten Möglichkeiten zur Aussteifung und Verankerung von Dach-, Decken-, Wand- und Hallenkonstruktionen eingegangen. Die aktuelle Holzbaunorm DIN EN 1995-1-1:2010-12 mit der Änderung DIN EN 1995-1-1/A2 und dem nationalen Anhang DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 wird in dieser Schrift als EC 5 bezeichnet.

2 Horizontale Lasten

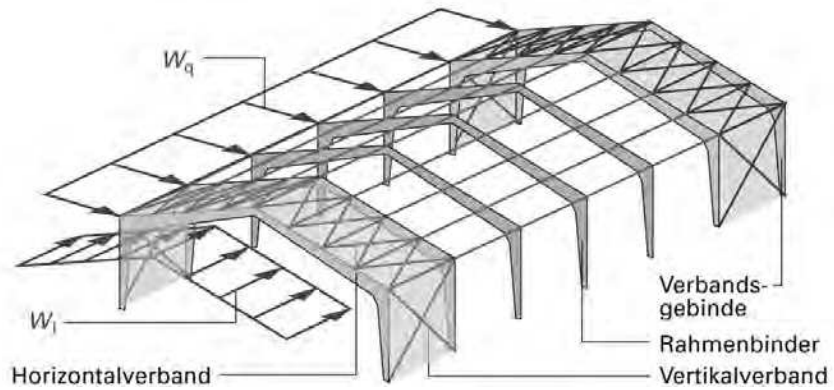
Jedes Tragwerk wird neben vertikalen Lasten durch horizontale Lasten beansprucht. Diese einwirkenden horizontalen Lasten können in zwei Kategorien aufgeteilt werden. Zum einen sind dies die von außen auf das Bauwerk einwirkenden Lasten wie beispielsweise Wind. Zum anderen entstehen durch baupraktisch unvermeidbare Abweichungen von der planmäßigen Lage der Bauteile (Imperfektionen) beispielsweise durch Schiefstellung zusätzliche „innere Lasten“ (Abtriebskräfte). Diese müssen zusammen mit den auftretenden äußeren Lasten vom Tragwerk aufgenommen werden, wobei nur die äußeren Lasten bis in die Fundamente nachgewiesen werden müssen.

Äußere horizontale Lasten:

- Windlasten nach DIN EN 1991-1-4
- Erdbebenlasten nach DIN EN 1998-1
- Waagerechte Verkehrslasten, z.B. Anprall

Innere horizontale Lasten:

- Imperfektionen von Wandtafeln (→ Abschnitt 5.5)
- Kräfte aus Zwischenabstützungen von Druckgliedern
- Kräfte durch Schiefstellungen von Stützen und Rahmen
- Kräfte zur seitlichen Halterung von kippgefährdeten Biegeträgern und Druckgurten von Fachwerken (→ Abschnitt 6.2)

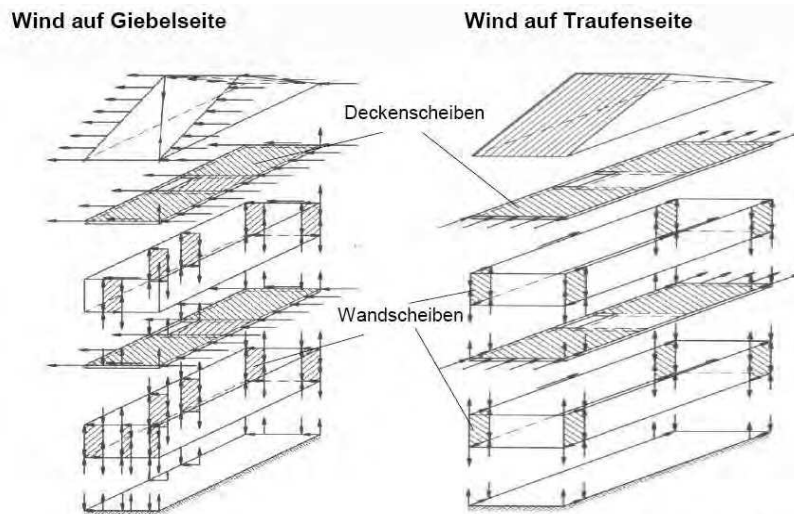


Quelle: Bautechnik nach Lernfeldern – Zimmerer, Europa-Lehrmittel-Verlag, 1. Aufl.

Abbildung 1: Kombination unterschiedlicher Systeme zur Aussteifung einer Halle

Beispiel 2: Aussteifungskonzept Holztafelbau

Die Aussteifung im Holztafelbau erfolgt hauptsächlich durch Scheibensysteme. Sie werden in den Dachflächen, den Decken- und Wandebenen angeordnet. Diese Bauteile sind kraftschlüssig miteinander zu verbinden und an den Fundamenten, der Bodenplatte bzw. Kellerdecke zu verankern. In Abbildung 2 ist das grundsätzliche Tragverhalten anhand eines Holztafelbaus für die Lastfälle „Wind auf Giebel“ und „Wind auf Traufe“ dargestellt.



Quelle: Holzrahmenbau – Bewährtes Hausbau-System, Hrsg.: Bund Deutscher Zimmermeister – BDZ – im Zentralverband des Deutschen Baugewerbes e.V., 5. Aufl.

Abbildung 2: Scheibenstabilisierung im Holztafelbau – Prinzip der Abtragung von Windlasten

Tabelle 4 zeigt, wie sich unterschiedliche Anordnungen der Wandscheiben auf die Stabilität des Gebäudes auswirken.

Mindestanforderungen

Für die räumliche Gebäudeaussteifung müssen folgende Grundregeln beachtet werden:

möglichst:
aussteifende Wand =
tragende Wand

Einfluss der Wandlänge

Die zu verankernde Kraft ergibt sich dabei aus der Differenz der abhebenden Zugkraft (destabilisierende Last) und der entgegenwirkenden minimalen Auflast (stabilisierende Last) infolge ständiger Einwirkungen, die mit dem Teilsicherheitsbeiwert 0,9 ermittelt wird. Aus statischer Sicht ist es daher günstig, zur Gebäudeaussteifung möglichst die bereits für den vertikalen Lastabtrag tragenden Wände heranzuziehen. Durch die Auflast kann in einigen Fällen ganz auf eine Zugverankerung verzichtet werden bzw. die dann noch erforderliche Ankerzugkraft wird reduziert.

Desweiteren hängt die Dimensionierung der Verankerung wesentlich davon ab, ob eine lange oder eine kurze Wand für die Aussteifung zur Verfügung steht. Wie Abbildung 50 zeigt, erzeugt die gleiche Horizontalkraft F_v an einer kurzen Wand aufgrund der ungünstigen Hebelverhältnisse wesentlich größere Zuglasten als an der langen Wand.

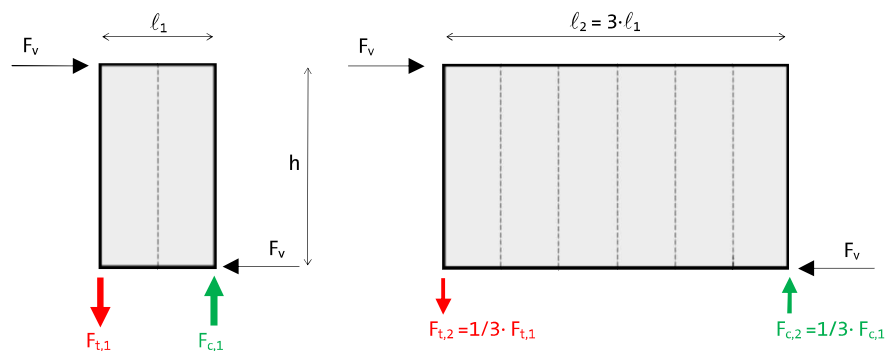


Abbildung 50: Zusammenhang von Wandlänge und Verankerungskraft

Anschluss der Zugkraft an
die Betonplatte

Für die Verankerung der Wandtafel gibt es zahlreiche bauaufsichtlich zugelassene Stahlblechformteile. Die Zugkraft wird aus der Randrippe über entsprechende Verbindungsmittel in den Anker eingeleitet. Die Ableitung der Zugkraft in die Unterkonstruktion kann auf unterschiedliche Arten erfolgen.

a) Direkte Einleitung der Zugkraft in die Betonplatte

Abbildung 51 zeigt die direkte Ableitung der Zugkraft in die Betonplatte durch Verwendung eines einbetonierten Ankers. Die erforderliche Einbetoniertiefe des Verbinders hängt von der Betonqualität und der Größe der abhebenden Kraft ab.

Nachteil: Bei der Verwendung von einbetonierten Ankerteilen ist das genaue Ausrichten und die Möglichkeit des Ausgleichs von Toleranzen sehr beschränkt.

c) *Tragfähigkeit der Wandscheibe*

$$c = \frac{l}{h/2} = \frac{1,25}{1,43} = 0,87 \quad (9.22)$$

$$F_{v,Rd} = \frac{F_{F,Rd} \cdot l \cdot c}{a_1} = \frac{731 \cdot 125 \cdot 0,87}{5} = 15,9 \text{ kN} \quad (9.21)$$

Nachweis

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{6,3}{15,9} = 0,40 \leq 1,0 \quad \checkmark$$

II. Nachweis der Rippen

Die Rand- und Innenrippen sind für die vertikalen Lasten und den Anteil aus den horizontalen Lasten zu bemessen. Für die sich hieraus ergebende Druckkraft ist sowohl der Stabilitätsnachweis der Rippen als auch der Nachweis der Schwellenpressung (i.d.R. maßgebend) zu führen.

Da im Rahmen dieses Beispiels keine Lasten aus der vertikalen statischen Berechnung ermittelt werden, ist der Nachweis der Rippen nicht Bestandteil dieser Beispielrechnung. Rechenweg s. Abschnitt 5.5, Tabelle 14.

III. Nachweis der Verankerung

Die Verankerung der Wände ist für die Horizontalkräfte $F_{H,i,Ed}$ und die vertikalen Ankerzugkräfte $Z_{A,i,Ed}$ auszulegen. Diese Kräfte können obiger Tabelle entnommen werden.

Zur Abtragung der Horizontallasten $F_{H,i,Ed}$ werden üblicherweise Nivellierschwellen kontinuierlich durch Steckanker mit der massiven Kellerdecke verbunden. Der Verbund zwischen Schwelle und dem Wandelement erfolgt durch Verklammerung mit der überstehenden Beplankung.

Für den Nachweis der Zugverankerung darf für die zu verankernde Kraft die entgegenwirkende minimale Auflast aus ständigen Einwirkungen berücksichtigt werden. Für die Verankerung von Wandtafeln gibt es zahlreiche bauaufsichtlich zugelassene Stahlblechformteile.

Der Nachweis der Verankerung ist nicht Bestandteil dieser Beispielrechnung. Rechenweg s. Abschnitt 5.5, Tabelle 14. Hinweise für die Ausführung der Zugverankerung s. Abschnitt 5.6.

6.5 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

Für Wandtafeln, die nach dem Vereinfachten Berechnungsverfahren nachgewiesen werden können (Einhaltung der Randbedingungen nach Abschnitt 6.4.1) kann der Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (Nachweis der horizontalen Verformung der Wandtafel) entfallen.

NCI zu 9.2.4.2(NA.18)