

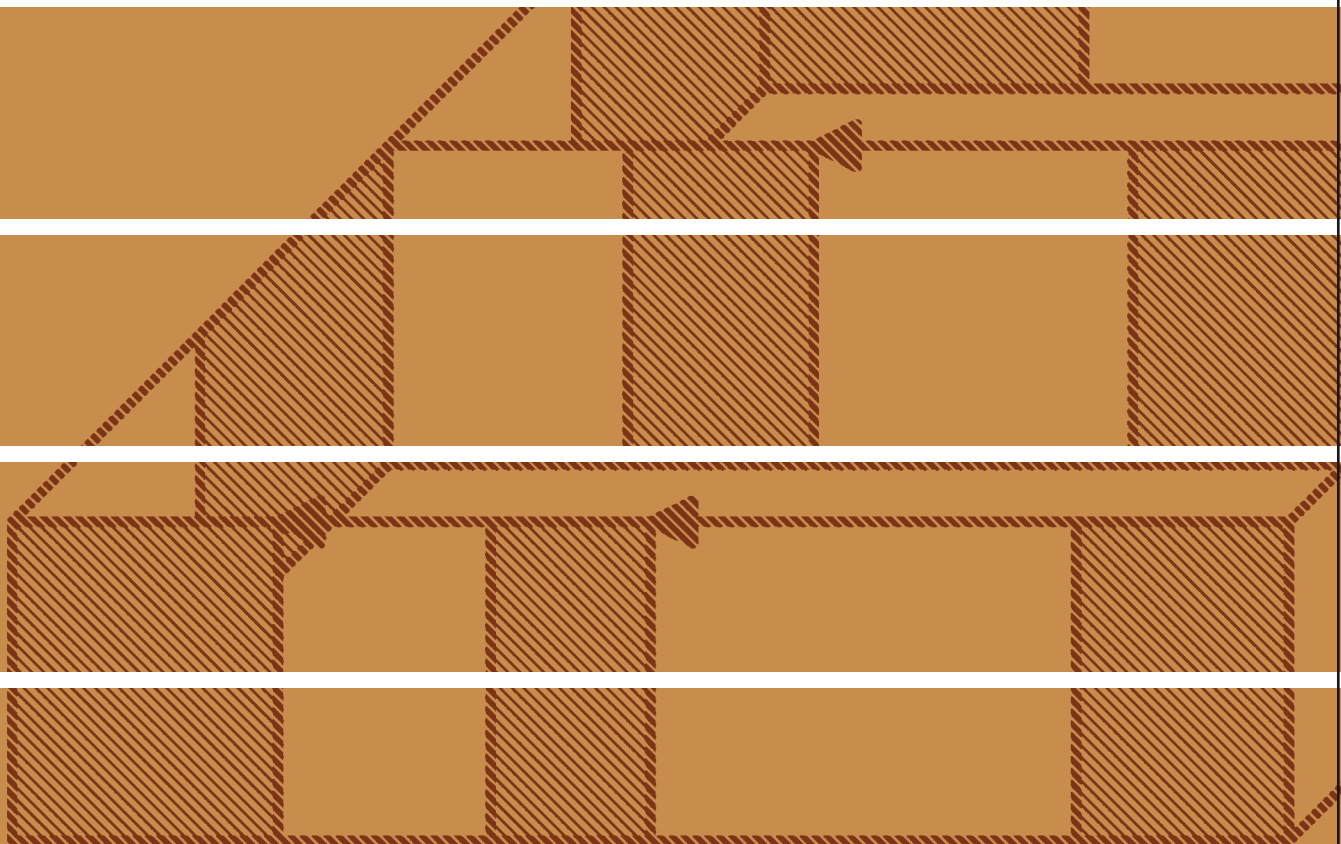


**HOLZBAU  
DEUTSCHLAND  
BUND DEUTSCHER  
ZIMMERMEISTER**

im Zentralverband  
des Deutschen Baugewerbes

# AUSSTEIFUNGSSYSTEME GRUNDLAGEN

## TECHNIK IM HOLZBAU





## Vorwort

Die vorliegende 2. Auflage der Schrift „Aussteifungssysteme – Grundlagen“ aus der Reihe „Technik im Holzbau“ berücksichtigt die Bemessungsnorm DIN EN 1995-1-1:2010 (Eurocode 5 bzw. EC 5). Sie ersetzt die 1. Auflage aus dem Jahr 2009 die noch auf der DIN 1052:2008 basierte. Seit dem 1. Juli 2012 ist die Anwendung sämtlicher Eurocodes verbindlich. Somit sind Holzbauwerke bundesweit nach Eurocode 5 und den zugehörigen nationalen Anhängen zu bemessen.

Die Schriftenreihe „Technik im Holzbau“ stellt Planern und Ausführenden ein Grundlagenwerk für die berufliche Praxis zur Verfügung. Sie unterstützt sie bei der fachgerechten Planung und Ausführung von Konstruktionen im Holzbau. Die Schriftenreihe ist als Beratungsunterlage und Nachschlagewerk konzipiert. Hierfür werden Fachinformationen zusammengestellt sowie Forschungsergebnisse für die praxisgerechte Anwendung aufbereitet. Grundlagen der Ausführung werden vielfach durch detaillierte Abbildungen erläutert. In der Aus- und Weiterbildung im Holzbau hat die Schriftenreihe inzwischen einen festen Platz.

Herausgeber der Schriftenreihe „Technik im Holzbau“ ist Holzbau Deutschland – Bund Deutscher Zimmermeister im Zentralverband des Deutschen Baugewerbes. Sie wird von dem bei Holzbau Deutschland zuständigen Ausschuss Technik und Umwelt sowie unter der Mitwirkung des Holzbau Deutschland Instituts erstellt.

Berlin, November 2017

Holzbau Deutschland  
Bund Deutscher Zimmermeister  
im Zentralverband des Deutschen Baugewerbes



**Zimmermeister Peter Aicher**

Vorsitzender  
Holzbau Deutschland



**Zimmermeister Michael Schöck**

Vorsitzender  
Ausschuss Technik und Umwelt

**In der Schriftenreihe „Technik im Holzbau“ sind folgende Titel erschienen:**

- Arbeitshilfen Grundlagen
- Bauphysik Grundlagen
- Bauordnung und Bauaufsicht
- Technische Grundlagen
- Tragwerksplanung Grundlagen

Mitglieder in der Verbandsorganisation von Holzbau Deutschland können die in der Schriftenreihe „Technik im Holzbau“ erschienenen Schriften kostenlos als pdf-Dokument in der Infoline von Holzbau Deutschland ([www.holzbau-deutschland.de/mitgliederbereich](http://www.holzbau-deutschland.de/mitgliederbereich)) abrufen. In gedruckter Fassung sind die Schriften beim Zeittechnik-Verlag erhältlich.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	<b>1</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>3</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>5</b>
<b>2 Horizontale Lasten</b> .....	<b>7</b>
<b>3 Grundlagen</b> .....	<b>9</b>
3.1 Allgemeines.....	9
3.2 Aussteifungselemente .....	10
3.3 Anordnung aussteifender Bauteile / Aussteifungskonzepte.....	11
<b>4 Aussteifung von Dachkonstruktionen</b> .....	<b>15</b>
4.1 Allgemeines.....	15
4.2 Windrispen .....	19
4.2.1 Allgemeines.....	19
4.2.2 Anordnung von Windrispen aus Stahl .....	22
4.2.3 Ermittlung der Schnittkräfte / Lastabtrag .....	26
4.2.4 Hinweise für die Ausführung.....	29
4.3 Dachscheiben .....	32
<b>5 Dach-, Decken- und Wandscheiben</b> .....	<b>35</b>
5.1 Allgemeines.....	35
5.2 Dach- und Deckenscheiben .....	37
5.2.1 Allgemeines.....	37
5.2.2 Tragverhalten und Beanspruchungen.....	38
5.2.3 Konstruktionsregeln nach EC 5 .....	42
5.2.4 Vereinfachtes Nachweisverfahren nach EC 5.....	43
5.3 Anschluss Deckentafel – aussteifende Wände .....	46
5.3.1 Lastabtrag .....	46
5.4 Anschluss der Deckenscheibe.....	48
5.5 Wandscheiben.....	49
5.5.1 Allgemeines.....	49
5.5.2 Horizontallast infolge Imperfektionen.....	49
5.5.3 Tragverhalten und Beanspruchungen.....	50
5.5.4 Konstruktionsregeln nach EC 5 .....	52
5.5.5 Vereinfachter Nachweis – Verfahren A nach EC 5.....	57
5.5.6 Wandtafeln mit diagonaler Brettschalung.....	60
5.6 Verankerung der Wandtafel .....	61

<b>6</b>	<b>Wind- und Aussteifungsverbände von Hallendächern .....</b>	<b>69</b>
6.1	Allgemeines.....	69
6.2	Lastannahmen.....	71
6.3	Ausführung und Anordnung von Hallenverbänden.....	73
6.3.1	Übliche Verbandssysteme .....	73
6.3.2	Anordnung von Hallenverbänden.....	75
	<b>Beispielrechnung: Gebäudeaussteifung im Holzbau .....</b>	<b>79</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>89</b>
	<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>92</b>
	<b>Impressum .....</b>	<b>93</b>

## 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.

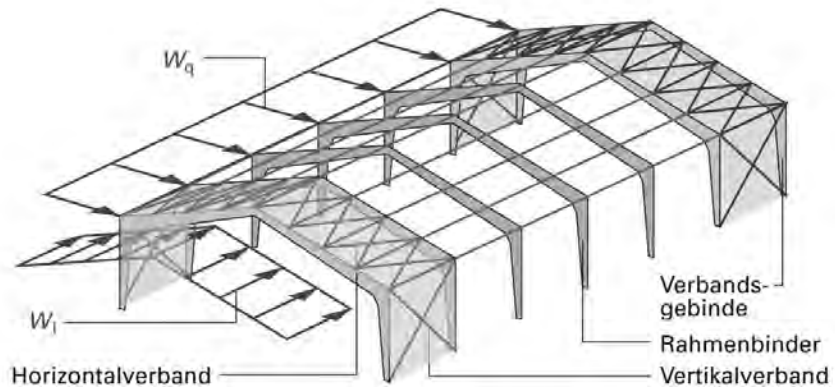
### Äußere horizontale Lasten:

- 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)



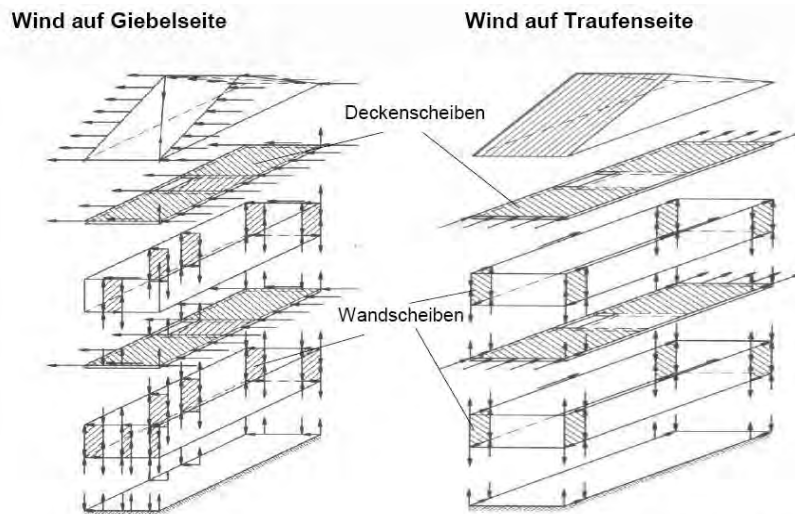


Quelle: Bautechnik nach Lernfeldern – Zimmerer, Europa-Lehrmittel-Verlag, 1. Aufl.

**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

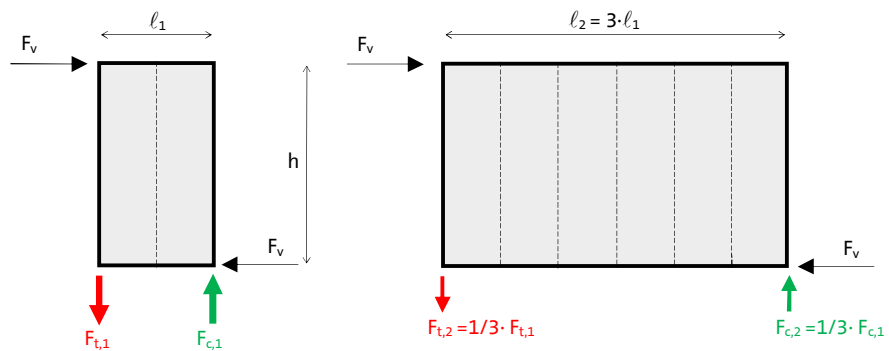
Für die räumliche Gebäudeaussteifung müssen folgende Grundregeln beachtet werden:

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)

## Impressum

### **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie, detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter <http://www.ddb.de> abrufbar.

### **Herausgeber:**

Holzbau Deutschland  
Bund Deutscher Zimmermeister  
im Zentralverband des Deutschen Baugewerbes e.V.

### **Verlag und Vertrieb:**

Zeittechnik Verlag GmbH  
Friedhofstraße 13, 63263 Neu-Isenburg  
und  
Fördergesellschaft Holzbau und Ausbau mbH  
Kronenstraße 55-58, 10117 Berlin

© 2017 Holzbau Deutschland - Bund Deutscher Zimmermeister  
Alle Rechte vorbehalten. / All rights strictly reserved.  
Nachdruck, auch auszugsweise, verboten.

Das Werk einschließlich seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Kein Teil dieses Werkes darf ohne schriftliche Einwilligung des Herausgebers in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder eines anderen Verfahrens) auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Für Irrtümer, Satz- oder Druckfehler übernimmt der Herausgeber keine Haftung.

Die technischen Informationen dieser Schrift entsprechen zum Zeitpunkt der Ausgabe den anerkannten Regeln der Technik. Eine Haftung für den Inhalt kann trotz sorgfältigster Bearbeitung und Korrektur nicht übernommen werden.

## **2. Auflage**

ISBN 978-3-939216-24-7

