10 Nichttragende Wände, Sonderbauteile und Bauliche Durchbildung

10.1 Nichttragende Außenwände

Entsprechend ihrer Definition dürfen nichttragende Wände keine Lasten aus anderen Bauteilen aufnehmen oder weiterleiten. Sie müssen jedoch in der Lage sein, auf sie selbst einwirkende Belastungen - z.B. infolge Eigengewicht oder Wind - auf andere tragende Bauteile abzutragen. Nichttragende Außenwände müssen demzufolge ihr Eigengewicht sowie die auf ihre Fläche wirkenden Windlasten sicher auf die angrenzenden tragenden Bauteile, z. B. Wand- und Deckenscheiben, Stahl- oder Stahlbetonstützen und -unterzüge, abtragen.

Nichttragende Außenwände können entsprechend den gestellten Anforderungen einschalig oder mehrschalig, verputzt oder unverputzt, mit zusätzlicher Wärmedämmung, mit vorgehängter Fassade oder anderen Konstruktionen ausgeführt werden. Sind in nichttragenden Außenwänden Fenster- oder Türöffnungen vorgesehen, die Einfluss auf Stabilität und Lastabtragung der Wand haben, ist ein statischer Nachweis der Wand erforderlich.

Bei vorwiegend windbelasteten, nichttragenden Ausfachungswänden ist nach DIN EN 1996-3/NA Anhang C kein gesonderter Nachweis erforderlich, wenn die Wände durch die angrenzenden Bauteile vierseitig gehalten sind (z.B. durch Verzahnung, Versatz oder Anker) und die Größe der Ausfachungsflächen $A_w = h \cdot l$ nach Tabelle 10-1 eingehalten ist. Außerdem müssen die Mauersteine mindestens die Steindruckfestigkeitsklasse 4 aufweisen. Des Weiteren ist bei Elementmauerwerk zwingend ein Überbindemaß $l_{ol} \geq 0{,}4 \cdot h_u$ erforderlich, damit der Anhang C angewendet werden darf.

Zur Ermittlung des Seitenverhältnisses der Ausfachungsflächen sind die lichten Maße des Ausfachungsmauerwerks zwischen den angrenzenden tragenden Bauteilen (Stützen, Riegel usw.) zu verwenden. Die angegebenen Höhen über Gelände beziehen sich auf die Oberkante der jeweiligen Ausfachungsfläche. Eine Stoßfugenvermörtelung ist entsprechend DIN EN 1996-3/NA auch bei zweiachsigem Lastabtrag nicht zwingend erforderlich, wenn das Überbindemaß $l_{ol} \geq 0{,}4 \cdot h_u$ ist.

Bild 10-1: Beispiele für nichttragende Außenwände (Ausfachungsflächen)

Tabelle 10-1: Größte zulässige Werte der Ausfachungsfläche nichttragender Außenwände nach DIN EN 1996-3/NA ohne rechnerischen Nachweis

1	2	3	4	5
Wanddicke t mm	Größte zulässige Werte[1), 2)] der Ausfachungsfläche in m² bei einer Höhe über Gelände von			
	0 m bis 8 m		8 m bis 20 m	
	h/l = 1,0	h/l ≥ 2,0 oder h/l ≤ 0,5	h/l = 1,0	h/l ≥ 2,0 oder h/l ≤ 0,5
115[3), 4)]	12	8	-	-
150[4)]	12	8	8	5
175	20	14	13	9
240	36	25	23	16
300	50	33	35	23

[1)] Bei Seitenverhältnissen 0,5 < h/l <1,0 und 1,0 < h/l < 2,0 dürfen die größten zulässigen Werte der Ausfachungsflächen geradlinig interpoliert werden.
[2)] Die angegebenen Werte gelten für Normalmauermörtel mindestens der Gruppe NM IIa und Dünnbettmörtel
[3)] In WLZ 4 nur im Binnenland zulässig.
[4)] Bei Verwendung von Steinen der Festigkeitsklassen ≥ 12 dürfen die Werte dieser Zeile um 1/3 vergrößert werden.

Nach DIN EN 1996-1-1 können Ausfachungsflächen mit Hilfe eines Verfahrens unter Verwendung von Biegemomentenkoeffizienten nachgewiesen werden. Gemäß dem Deutschen Nationalen Anhang ist die Anwendung dieses Verfahrens mit den angegebenen Parametern jedoch nicht zulässig, da die im EC 6 angegebenen Biegemomentenkoeffizienten die begrenzte Rotationskapazität von Mauerwerk nicht hinreichend abdecken.

Ein weiteres vereinfachtes Nachweisverfahren wurde im Rahmen von verschiedenen Forschungsvorhaben an der Technischen Universität Darmstadt entwickelt. Für weitere Informationen hierzu wird auf [19] verwiesen.

10.2 Nichttragende Innenwände

10.2.1 Anforderungen und Grenzabmessungen

Nicht tragende Innenwände sind Raumtrennwände, die keine statischen Aufgaben für die Gesamtkonstruktion, auch nicht zur Gebäudeaussteifung, zu erfüllen haben und keine Beanspruchungen aus Wind aufweisen. Sie können entfernt werden, ohne dass die Standsicherheit des Gebäudes beeinträchtigt wird. Die Standsicherheit der nicht tragenden Innenwände ist durch die Verbindung mit den an sie angrenzenden Bauteilen (Querwände oder gleichwertige Maßnahmen und Decken) gegeben, sofern zulässige Grenzlängen (früher: Grenzabmessungen) der Wände nicht überschritten werden. Bei entsprechender Ausführung erfüllen sie hohe Anforderungen an den Wärme-, Schall und Brandschutz.

Im Gegensatz zu nichttragenden Außenwänden, zu denen im Eurocode 6 Regelungen zu finden sind, werden nichttragende Innenwände überwiegend in DIN 4103 geregelt. Danach sind nichttragende Innenwände sowie deren Anschlüsse so auszubilden, dass sie die folgenden Anforderungen nach DIN 4103-1 erfüllen:

- Sie müssen statischen – vorwiegend ruhenden – sowie stoßartigen Belastungen, wie sie im Gebrauchszustand entstehen können, widerstehen.
- Sie müssen, neben ihrer Eigenlast einschließlich Putz oder Bekleidung, die auf ihre Fläche wirkenden Lasten aufnehmen und auf andere Bauteile, wie Wände, Decken und Stützen, abtragen.
- Sie müssen leichte Konsollasten aufnehmen, deren Wert $q_k \leq 0{,}4$ kN/m beträgt (Lastanordnung: Bild 10-2). Bilder, Buchregale, kleine Wandschränke u. ä. lassen sich so an jeder Stelle der Wand unmittelbar mit einem geeigneten Befestigungsmittel anbringen.
- Sie dürfen sowohl bei weichen als auch bei harten Stößen nicht zerstört oder örtlich durchstoßen werden.
- Sie müssen zum Nachweis ausreichender Biegegrenztragfähigkeit eine horizontale Linienlast $q_{h,k}$ aufnehmen, die 0,9 m über dem Fußpunkt der Wand angreift (Bild 10-2).

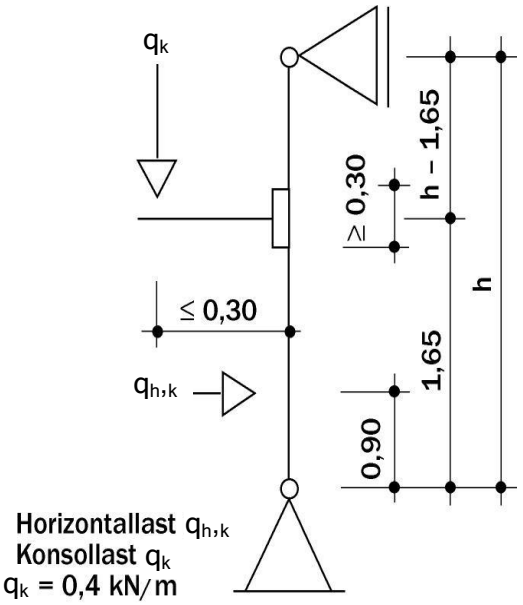


Bild 10-2: Lastanordnung für nichttragende Innenwände nach [2]

Entsprechend der Nutzung der Räume, zwischen denen die nichttragenden Innenwände errichtet werden sollen, sind beim Nachweis der Biegegrenztragfähigkeit in Abhängigkeit vom Einbaubereich unterschiedlich große horizontale Streifenlasten anzusetzen. Nach DIN 4103-1 werden die Einbaubereiche wie folgt definiert:

Einbaubereich 1: Bereiche mit geringer Menschenansammlung, z.B. Wohnungen, Hotel-, Büro-, Krankenräume und ähnlich genutzte Räume einschließlich der Flure:

$$q_{h1,k} = 0{,}5 \text{ kN/m}$$

Einbaubereich 2: Bereiche mit großer Menschenansammlung, z.B. größere Versammlungsräume, Schulräume, Hörsäle, Ausstellungs- und Verkaufsräume und ähnlich genutzte Räume. Hierzu zählen auch stets Trennwände zwischen Räumen mit einem Höhenunterschied der Fußböden ≥ 1,00 m:

$$q_{h2,k} = 1{,}0 \text{ kN/m}$$

Nichttragende innere Trennwände sind auch mit Wanddicken t < 115 mm zulässig. Es muss jedoch eine Mindestwanddicke von t ≥ 50 mm eingehalten werden. Die maximale Wandhöhe nichttragender Innenwände wurden in Abhängigkeit der Lagerungsart (3- oder 4-seitig), einer möglichen vertikalen Auflast sowie der Wanddicke und der verwendeten Steinart bzw. Steinrohdichte durch umfangreiche Versuche ermittelt. Die Ergebnisse werden seit Jahrzehnten im Mauerwerksbau angewendet und haben sich allgemein bewährt. Sie sind in Tabelle 10-2 bis Tabelle 10-4 für verschiedene Fälle dargestellt.

Unter Auflast wird dabei verstanden, dass die Wände bis unter die Decke gemauert wurden und sich diese durch Kriechen und Schwinden konstruktiv auf die Innenwände auflagert. Bei dreiseitiger Lagerung ist zu unterscheiden, ob sich der freie Rand an der Wandseite oder am Wandkopf befindet. Bei Wandhöhen h > 6 m ist stets ein statischer Nachweis erforderlich. Freie Wandlängen l > 12 m sollten vermieden werden.

Die Lasten nichttragender Trennwände auf Decken dürfen vereinfachend über einen flächig anzusetzenden Zuschlag auf die charakteristische Nutzlast berücksichtigt werden, sofern das zulässige Gesamtgewicht der leichten Trennwände 5,0 kN/m nicht überschreitet. Schwerere Trennwände (> 5,0 kN/m) müssen gemäß DIN EN 1991-1-1/NA als Linienlasten in der statischen Berechnung der Decken berücksichtigt werden (siehe auch Kap. 4.2).

Bei Überschreitung der zulässigen Wandlängen, können die Wandflächen durch Aussteifungsstützen zum Beispiel aus Holz, Stahl oder Stahlbeton unterteilt werden. Der Planer muss entscheiden, ob die in Tabelle 10-2 bis Tabelle 10-4 angegebenen Grenzlängen tatsächlich ausgenutzt werden. Bei Wandhöhen > 4,5 m wird empfohlen, solche Wände durch horizontale Tragelemente (z.B. horizontale Riegel aus ausbetonierten U-Schalen mit Bewehrung) zu unterteilen. Insbesondere bei Wandlängen > 6 m ist die Rissesicherheit abzuschätzen und die Verformungsverträglichkeit der nichttragenden inneren Trennwände und der angrenzenden Bauteile zu beurteilen

Tabelle 10-2: Grenzmaße für vierseitig gehaltene Wände ohne Auflast[1),3)] und dreiseitig gehaltene Wände mit einem freien vertikalen Rand[*)] nach [12]

Wanddicke cm	Max. Wandlänge in m im Einbaubereich I (oberer Wert)/ Einbaubereich II (unterer Wert) Wandhöhe in m					
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	≤ 6,0
5,0[2)]	3,0 1,5	3,5 2,0	4,0 2,5	- -	- -	- -
6,0	4,0 2,5	4,5 3,0	5,0 3,5	5,5 -	- -	- -
7,0[2)]	5,0 3,0	5,5 3,5	6,0 4,0	6,5 4,5	7,0 5,0	- -
9,0	6,0 3,5	6,5 4,0	7,0 4,5	7,5 5,0	8,0 5,5	- -
10,0[2)]	7,0 5,0	7,5 5,5	8,0 6,0	8,5 6,5	9,0 7,0	- -
11,5	10,0 6,0	10,0 6,5	10,0 7,0	10,0 7,5	10,0 8,0	- -
17,5	12,0 12,0	12,0 12,0	12,0 12,0	12,0 12,0	12,0 12,0	12,0 12,0
24,0	12,0 12,0	12,0 12,0	12,0 12,0	12,0 12,0	12,0 12,0	12,0 12,0

1) Für Porenbetonsteine gelten die angegebenen Werte bei Verwendung von Normalmörtel der MG III oder Dünnbettmörtel. Bei Wanddicken < 17,5 cm und Verwendung der MG II oder IIa sind die Werte für die zulässigen Wandlängen zu halbieren.

2) Für Kalksandsteine (trockene Kalksandsteine sind vorzunässen) gelten die angegebenen Werte bei Verwendung von Normalmörtel der Mörtelgruppe III oder Dünnbettmörtel bei Wanddicken < 11,5 cm. Bei Wanddicken ≥ 11,5 cm ist Normalmörtel mindestens der Mörtelgruppe IIa oder Dünnbettmörtel zu verwenden.

3) Auf die Vermörtelung von Stoßfugen kann unter bestimmten Bedingungen verzichtet werden.

*) **Bei dreiseitiger Halterung (ein freier vertikaler Rand) gelten die halben Tabellenwerte**

Tabelle 10-3: Grenzmaße für vierseitig gehaltene Wände mit Auflast[2),3)] und dreiseitig gehaltene Wände mit einem freien vertikalen Rand[*)] nach [12]

Wanddicke cm	Max. Wandlänge in m im Einbaubereich I (oberer Wert)/ Einbaubereich II (unterer Wert) Wandhöhe in m					
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	≤ 6,0
5,0[2)]	3,0 1,5	3,5 2,0	4,0 2,5	- -	- -	- -
6,0	4,0 2,5	4,5 3,0	5,0 3,5	5,5 -	- -	- -
7,0[2)]	5,0 3,0	5,5 3,5	6,0 4,0	6,5 4,5	7,0 5,0	- -
9,0	6,0 3,5	6,5 4,0	7,0 4,5	7,5 5,0	8,0 5,5	- -
10,0[2)]	7,0 5,0	7,5 5,5	8,0 6,0	8,5 6,5	9,0 7,0	- -
11,5	12,0 12,0	12,0 12,0	12,0 12,0	12,0 12,0	12,0 12,0	- -
17,5	12,0 12,0	12,0 12,0	12,0 12,0	12,0 12,0	12,0 12,0	12,0 12,0
24,0	12,0 12,0	12,0 12,0	12,0 12,0	12,0 12,0	12,0 12,0	12,0 12,0

1) Für Kalksandsteine (trockene Kalksandsteine sind vorzunässen) gelten die angegebenen Werte bei Verwendung von Normalmörtel der Mörtelgruppe III oder Dünnbettmörtel bei Wanddicken < 11,5 cm. Bei Wanddicken ≥ 11,5 cm ist Normalmörtel mindestens der Mörtelgruppe IIa oder Dünnbettmörtel zu verwenden.

2) Für Porenbetonsteine gelten die angegebenen Werte bei Verwendung von Normalmörtel der MG III oder Dünnbettmörtel. Bei Wanddicken ≥ 11,5 cm ist auch Normalmörtel mindestens der MG II zulässig. Werden Wanddicken ≤ 10 cm mit Normalmörtel der MG II oder IIa ausgeführt, so sind die Werte für die zulässigen Wandlängen zu halbieren.

3) Auf die Vermörtelung von Stoßfugen kann unter bestimmten Bedingungen verzichtet werden.

*) **Bei dreiseitiger Halterung (ein freier vertikaler Rand) gelten die halben Tabellenwerte**

Tabelle 10-4: Grenzmaße für dreiseitig gehaltene Wände (der obere Rand ist frei) ohne Auflast[1),2)] nach [12]

Wanddicke cm	Max. Wandlänge in m im Einbaubereich I (oberer Wert)/ Einbaubereich II (unterer Wert) Wandhöhe in m					
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	≤ 6,0
5,0[2)]	3,0 1,5	3,5 2,0	4,0 2,5	- -	- -	- -
6,0	4,0 2,5	4,5 3,0	5,0 3,5	5,5 -	- -	- -
7,0[2)]	5,0 3,0	5,5 3,5	6,0 4,0	6,5 4,5	7,0 5,0	- -
9,0	6,0 3,5	6,5 4,0	7,0 4,5	7,5 5,0	8,0 5,5	- -
10,0[2)]	7,0 5,0	7,5 5,5	8,0 6,0	8,5 6,5	9,0 7,0	- -
11,5	12,0 12,0	12,0 12,0	12,0 12,0	12,0 12,0	12,0 12,0	- -
17,5	12,0 12,0	12,0 12,0	12,0 12,0	12,0 12,0	12,0 12,0	12,0 12,0
24,0	12,0 12,0	12,0 12,0	12,0 12,0	12,0 12,0	12,0 12,0	12,0 12,0

1) Auf die Vermörtelung von Stoßfugen kann unter bestimmten Bedingungen verzichtet werden.
2) Für Porenbetonsteine gelten die angegebenen Werte bei Verwendung von Normalmörtel der MG III oder Dünnbettmörtel. Bei Verwendung der Mörtelgruppen II und IIa sind die Werte entsprechend abzumindern.
3) Für Kalksandsteine (trockene Kalksandsteine sind vorzunässen) gelten die angegebenen Werte bei Verwendung von Normalmörtel der Mörtelgruppe III oder Dünnbettmörtel bei Wanddicken < 11,5 cm. Bei Wanddicken ≥ 11,5 cm ist Normalmörtel mindestens der Mörtelgruppe IIa oder Dünnbettmörtel zu verwenden.

In **DIN EN 1996-3/NA** ist im Anhang B ein weiteres Verfahren für die Bemessung von nichttragenden Innenwänden enthalten. Unter Einhaltung der folgenden Voraussetzungen können die zulässigen Wandgeometrien für die Ausführungen der seitlichen Halterungen der Wand (Typ a bis d) aus Bild 10-3 entnommen werden:

- Wandlänge $l \leq 12$ m
- lichte Wandhöhe $h \leq 6$ m
- Mindestwanddicke $t \geq 11{,}5$ cm
- Horizontale Einwirkung $h_{Ed} \leq 0{,}5$ kN/m (EB I)
- Die Wand im Inneren des Gebäudes liegt
- Die Wand darf außer ihrem Eigengewicht keine weiteren vertikalen Einwirkungen aufweisen
- Die Wand nicht als Auflager schwerer Gegenstände wie z. B. Möbel, Sanitär- oder Heizungsanlagen, verwendet wird
- Die Stabilität der Wand darf nicht durch Verformungen anderer Bauteile beeinträchtigt sein
- Auswirkungen von Öffnungen ($A_{Öff} > 0{,}025 \cdot A_{wand}$) müssen berücksichtigt werden
- Die größte Fläche einer Einzelöffnung nicht größer als 0,1 m² und die Länge oder Breite einer Einzelöffnung nicht größer als 0,5 m ist.

Ausführung der seitlichen Halterung der Wand nach Bild 10-3:

- Typ a: Halterung an allen vier Rändern;
- Typ b: Halterung an allen Rändern, mit Ausnahme eines vertikalen Randes
- Typ c: Halterung an allen Rändern, mit Ausnahme des oberen Randes
- Typ d: Halterung nur am oberen und unteren Rand

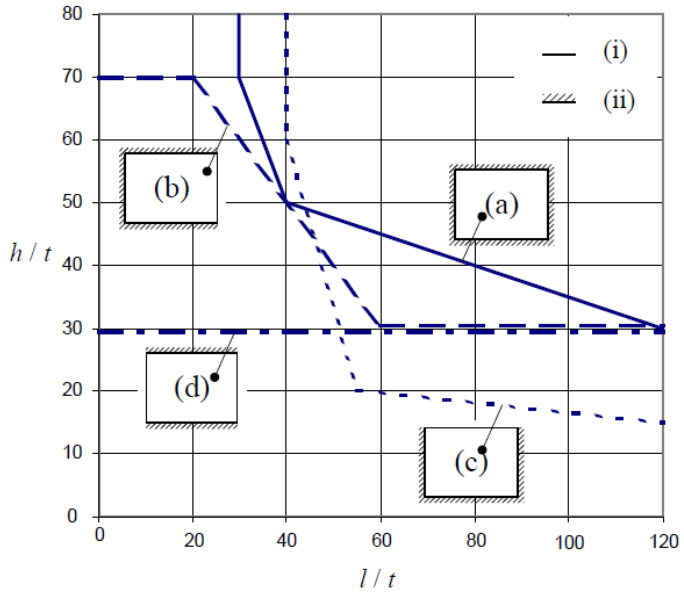
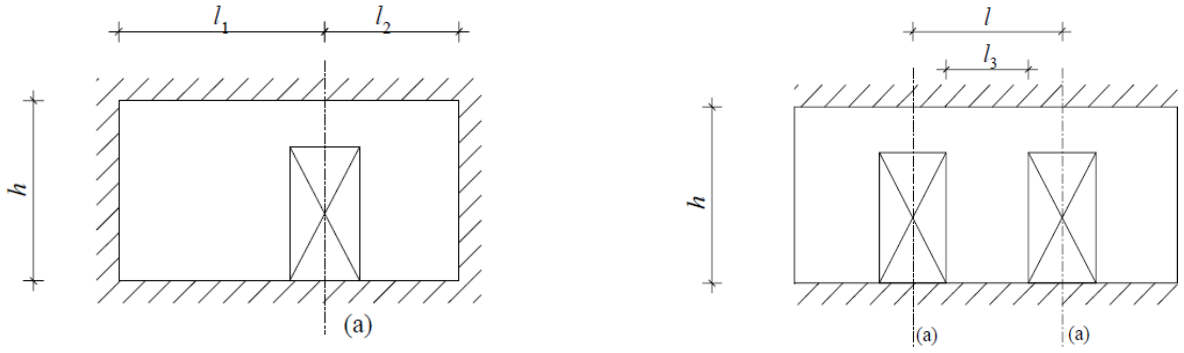


Bild 10-3: Mindestwanddicke und Grenzabmessung von nichttragenden Innenwänden mit begrenzter horizontaler Belastung

Für Wände mit Öffnungen dürfen die Mindestdicke und die Grenzabmessungen ebenfalls nach Bild 10-3 bestimmt werden, wenn der Wandtyp auf der Grundlage der Darstellungen in Bild 10-4 und abgeleitet wird.

Weiterhin sind bei Öffnungen folgende Einschränkungen zu berücksichtigen:

- Wandtyp a mit Öffnung ist als Wandtyp b zu berücksichtigen, wobei l der größere Wert von l_1 und l_2 ist.
- Für Wandtyp c mit Öffnung ist dieser Anhang nicht anwendbar.
- Für Wandtyp d mit Öffnungen ist dieser Anhang für den linken, den mittleren und den rechten Teil der Wand anwendbar, wenn $l_3 \geq 2/3\ l$ und $l_3 \geq 2/3\ h$ ist.



(a): Mittellinie der Öffnung

Bild 10-4: Wand mit einer Öffnung: links: Typ a rechts: Typ d

10.2.2 Anschlussdetails

Nichttragende Innenwände sind im Allgemeinen an den angrenzenden Wänden zu befestigen bzw. an diese anzuschließen. Dies geschieht u.a. derart, dass Flachstahlanker i.d.R. aus Edelstahl in die Mörtelfugen an den Ecken zu den anschließenden Wänden eingelegt werden (s. Bild 10-5). Anschließend wird die Innenwand aufgemauert und die Stoßfuge zwischen nichttragender Wand und Querwand entweder mit Mauermörtel aufgezogen oder knirsch versetzt.

Bild 10-5: Aufmauern und anschließen einer nichttragenden Innenwand aus Kalksandstein

Beim Anschluss der Innenwand an die Decke wird unterschieden, ob die Wand seitlich gehalten wird oder sich frei bewegen kann. Gleich ist bei allen Anschlussarten, dass zwischen der Oberseite der Wand und der Unterseite der Decke ein Füll-/Dämmstoff angeordnet wird, damit zwar ein Raumabschluss vorhanden ist, die Decke sich jedoch auch bei einer geringfügigen Durchbiegung nicht sofort auf die Wand auflagert. Handelt es sich um eine horizontal verschiebliche Wand, werden darüber hinaus keine weiteren Halterungen oder Bauteile angeordnet. Bei einer seitlich gehaltenen Wand werden oftmals Stahlwinkelprofile verwendet, die an der Decke befestigt werden. Diese können entweder links und rechts der Wand montiert werden und damit eine Verschiebung verhindern, oder auch in einer Aussparung in der Wandmitte (s. Bild 10-6).

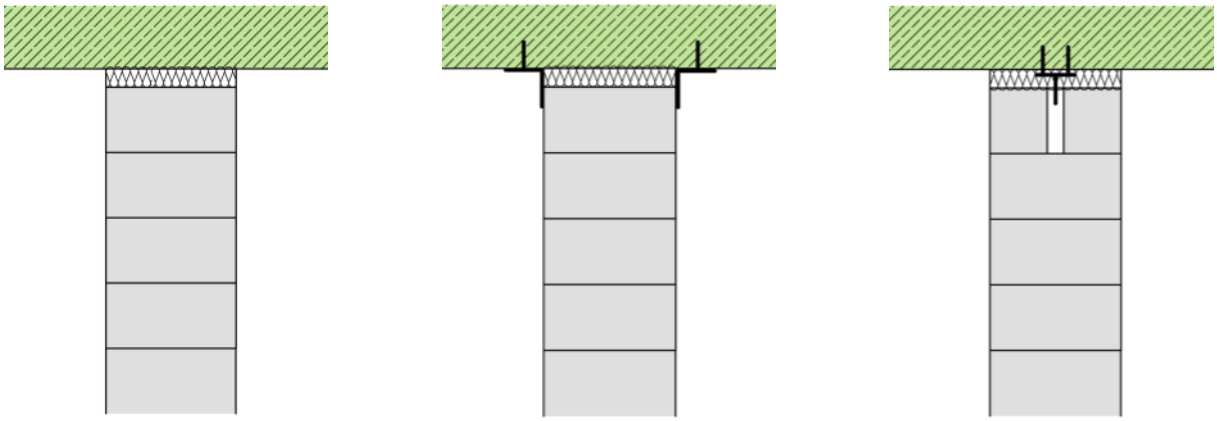


Bild 10-6: Möglichkeiten zur Ausführung des oberen Wandanschlusses

10.3 Ringanker und Ringbalken

10.3.1 Allgemeine Grundlagen

Bei Ringankern und Ringbalken handelt es sich um stabförmige Bauglieder, die der Aufnahme von Aussteifungskräften und Horizontallasten dienen. Sie bestehen meist aus Stahlbeton oder bewehrtem Mauerwerk.

Ringanker werden bei Massivdecken im Regelfall innerhalb der Decken oder kurz darunter angeordnet und halten die tragenden Wände zusammen. Sie übernehmen die in der Deckenscheibe auftretenden Randzugkräfte und leiten die angreifenden Aussteifungskräfte auf die Wandscheiben weiter. Gleichzeitig erhöhen sie die Stabilität von auf Scheibenschub beanspruchten Wänden mit großen Öffnungen. Ringanker sind also im Wesentlichen Zugglieder.

Ringbalken sind stets anzuordnen, wenn auf die Wand Horizontallasten (z.B. aus Wind) einwirken und am Wandkopf die horizontale Festhaltung nicht gewährleistet ist. Gleichzeitig können Ringbalken auch die Funktion von Ringankern zur Ableitung der Aussteifungskräfte übernehmen. Ringbalken sind überwiegend auf Biegung und weniger auf Zug beansprucht.

10.3.2 Ringanker

Nach der Vorgängernorm des Eurocodes 6, der DIN 1053-1, mussten alle Außenwände und diejenigen Innenwände, die der Abtragung der Aussteifungskräfte dienen, Ringanker erhalten, wenn folgende Randbedingungen vorlagen:

- Bauten mit mehr als 2 Vollgeschossen
- Bauten mit Längen größer 18 m
- Wände mit großen Öffnungen
- Bei ungünstigen Bodenverhältnisse

Vergleichbare Regelungen sind im Eurocode 6 nicht enthalten. Es empfiehlt sich jedoch, die bewährten Regeln bei der Planung zu berücksichtigen. Ringanker sind nach DIN EN 1992-1-1/NA für eine aufzunehmende Zugkraft von mindestens N_{Ed} = 70 kN zu dimensionieren bzw. einer Mindeststahlquerschnittsfläche von a_s = 140 mm^2 zu bewehren(z.B. 2 ∅ 10 oder 1 ∅ 14). In einer Stahlbetondecke vorhandene Bewehrung darf in gewissen Grenzen angerechnet werden. Ringanker können auch aus bewehrtem Mauerwerk oder mit sog. Mauerwerksschalen hergestellt werden, wenn die entsprechenden Zugkräfte aufgenommen werden können.

10.3.3 Ringbalken

Wie bereits erwähnt sind Ringbalken im Wesentlichen zur horizontalen Halterung der Wände am Wandkopf notwendig, wenn auf die Wand Horizontallasten einwirken und eine Wandkopfhalterung statisch erforderlich ist. Dies ist z.B. der Fall bei:

- Decken ohne Scheibenwirkung (Holzbalkendecken)
- Anordnung von Gleitschichten unter Deckenauflagern von Flachdecken

Ringbalken sind für die auf sie entfallenden Windlastanteile sowie zur Berücksichtigung von Lotabweichungen auf eine Horizontallast von 1/100 der Vertikallast zu bemessen. Bei Ringbalken unter Gleitschichten sind die verbleibenden Reibungskräfte aus der Decke zusätzlich als Zugkräfte zu berücksichtigen. Ringbalken müssen derart biegesteif ausgeführt werden, dass im auszusteifenden Mauerwerk keine unzulässigen Durchbiegungen und Rissbildung auftreten. Die Weiterleitung der Auflagerkräfte der Ringbalken in die aussteifenden Wände ist nachzuweisen.

10.4 Ausbildung der Deckenauflager

Bei der Ausführung der Deckenauflager sind verschiedene Detailpunkte und konstruktive Anforderungen zu beachten. Insbesondere bei Wänden mit teilaufliegender Decke müssen die konstruktiven Regeln nach DIN EN 1996/NA eingehalten werden.

Wiederkehrende Verformungen von Stahlbetondecken durch unterschiedliche Bauteiltemperaturen (Sommer/Winter), das einmalige Schwinden im Zuge der Austrocknung sowie Verdrehungen im Bereich von Endauflagern bei großen Deckenspannweiten führen zu Spannungen in der Konstruktion. Werden diese Spannungen bei der Planung und Ausführung nicht ausreichend berücksichtigt, führt dies nicht selten zu Rissen an den Wänden. Risse an den Decken sind dagegen selten festzustellen.

Bei großen Deckenspannweiten kommt es insbesondere im Bereich der Endauflager von Decken zu großen Verdrehungen der horizontalen Tragglieder. Daraus ergibt sich eine exzentrische Lasteinleitung in die Mauerwerkswand, die nicht nur zu einer Traglastminderung führt, sondern auch Rissbildungen und Abplatzungen verursachen kann. Sind die Randbedingungen für die Anwendung des vereinfachten Berechnungsverfahrens nach DIN EN 1996-3/NA nicht eingehalten (z.B. Stützweite l_f > 6 m) oder führen die Lastexzentrizitäten zu großen Traglastminderungen (z.B. bei der obersten Geschossdecke), können entsprechende konstruktive Maßnahmen zur Zentrierung des Deckenauflagers am Wandkopf genutzt werden, wobei entsprechende Einflüsse auf die Konstruktion zu beachten sind (z.B. Knicklänge, Übertragung horizontaler Lasten zur Gebäudeaussteifung etc.).

Bei größeren planmäßigen Ausmitten, z.B. Dachdecke mit wenig Auflast oder Decken mit großer Spannweite, sollte zur Verringerung der Biegebeanspruchung, die Lasteinleitung der Stahlbetondecken entsprechend zentriert werden.

Mögliche Maßnahmen zur Zentrierung der Lasteinleitung sind:

- Einbau von Verformungslagern (Zentrierlager)
- Zentrierstreifen

Zu beachten ist beim Einbau von Zentrierlagern jedoch, dass in der Mitte des Wandquerschnitts die konzentrierte Lasteinleitung mit dem Nachweis der Teilflächenpressung zusätzlich nachzuweisen ist. Zudem entsteht durch den Einbau von Zentrierlagern ein annähernd gelenkiges Deckenauflager, so dass die Auswirkungen auf das statische System und die Knicklänge zu berücksichtigen sind. Darüber hinaus dürfen Zentrierungen lediglich am Wandkopf und nicht am Wandfuß angeordnet werden.

Werden Maßnahmen zur Zentrierung der Lasteinleitung von Decken vorgesehen, darf auch bei Stützweiten von mehr als 6 m das vereinfachte Berechnungsverfahren nach DIN EN 1996-3/NA angewendet werden. Dabei ist durch konstruktive Maßnahmen zu berücksichtigen, dass die sich einstellenden Deckenverdrehungen auch am Wandfuß zu keinen Schäden führen.

In Bild 10-7 und Bild 10-8 sind Beispiele zum konstruktiven Aufbau eines Wand-Decken-Knotens einer Geschossdecke sowie einer Dachdecke dargestellt.

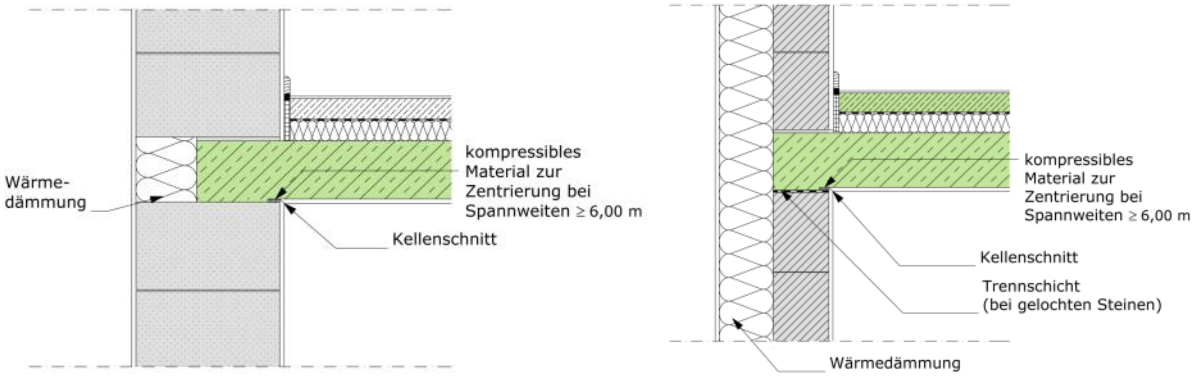


Bild 10-7: Beispielhafter Aufbau eines Wand-Decken-Knotens:
links: monolithische Wand; rechts: einschalige Wand mit Wärmedämmung

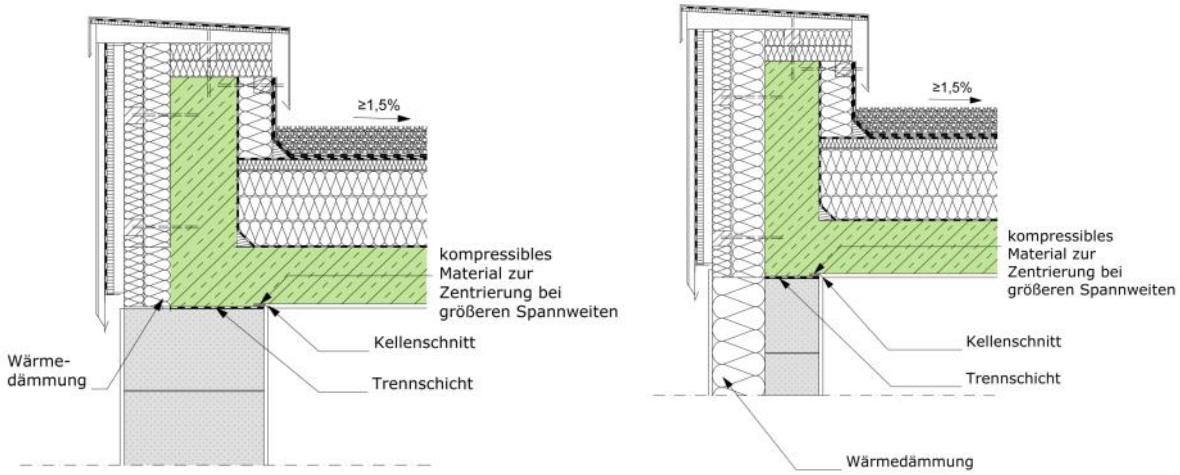


Bild 10-8: Beispielhafter Aufbau eines Wand-Dachdecken-Knotens:
links: monolithische Wand; rechts: einschalige Wand mit Wärmedämmung

10.5 Hinweise zu Entwurf und Ausführung

Bereits beim Entwurf von Mauerwerksbauten sollte sich der Planer oder der Architekt Gedanken über die Ausführung von den verschiedenen Detailpunkten machen, um Rissbildungen und Schäden von vorneherein zu vermeiden. Einer dieser Detailpunkte ist die Ausgleichsschicht, die unter jeder Mauerwerkswand angeordnet werden muss und auf welcher die Wand aufgemauert wird. Diese Schicht wird immer mit Normalmauermörtel der Mörtelgruppe III hergestellt und zwischen 10 und 30 mm dick ausgeführt. Alternativ dürfen auch Ausgleichssteine – sogenannte Kimmsteine – verwendet werden, die jedoch ebenfalls in einem Mörtelbett aus Normalmauermörtel der Mörtelgruppe III verlegt werden müssen.

Die Aufgaben dieser Ausgleichsschicht sind:

- Erstellung einer planebenen Fläche sowohl in Quer- als auch in Längsrichtung
- Ausgleich von Unebenheiten in der Betonoberfläche der Bodenplatte/Decke
- Ausgleich von Höhenunterschieden bzw. eines Gefälles

Die Ausgleichsschicht ist insofern von erhöhter Bedeutung, als dass die exakte Ausführung eine wichtige Voraussetzung dafür ist, dass die Wand in der Folge lotrecht und mit einem schnellen Baufortschritt aufgemauert werden kann. Mit dem Aufmauern darf jedoch erst begonnen werden, wenn die Ausgleichschicht ausreichend erhärtet ist.

Ein weiterer zu beachtender Detailpunkt ist die Auflagerung der Geschossdecken auf der Mauerwerkswand. Damit eine hinreichende Bewegung der Deckenscheibe möglich ist, kann eine Trennschicht zwischen Wand und Decke angeordnet werden. Hierfür eignet sich zum Beispiel eine Bitumenbahn oder eine Mörtelabgleichschicht (s. Bild 10-9). Die Horizontallasten können dabei nach wie vor über Reibung in die Wand abgeleitet werden.

Bild 10-9: Beispielhafte Ausführung eines Wand-Decken-Knotens mit Bitumenbahn bei teilaufliegender Decke

Grundsätzlich ist es bei allen Bauwerken sinnvoll, einen klaren Lastfluss und einen gleichmäßigen Lastabtrag durch einen möglichst gleichmäßigen Grundriss sicherzustellen. Dadurch werden die einzelnen Bauteile in ungefähr der gleichen Größenordnung beansprucht und können somit ähnlich bemessen und das Gebäude wirtschaftlich ausgeführt werden. Hierfür eignen sich insbesondere ein gleichbleibendes Raster und ein symmetrischer Grundriss.

Ein weiterer Punkt, auf den ein gesondertes Augenmerk gelegt werden sollte, ist die oberste Geschossdecke, falls ein Stahlbeton-Flachdach ausgeführt werden soll. In der Regel sind

hier die Decken nicht zugfest mit den Wänden verbunden. Da hier von oben keine Auflasten mehr vorhanden sind, besteht die Gefahr, dass sich die Ecken der Decke nach oben aufwölben. Um solche Eckaufwölbungen zu vermeiden kommen verschiedene Lösungsmöglichkeiten in Betracht: Es kann einerseits eine Attika mit einer ausreichend hohen Steifigkeit auf der obersten Geschossdecke ausgeführt werden, die eine Auflast erzeugt und der Aufwölbung entgegen wirkt. Andererseits können die Eckbereiche der Decke verankert werden. Eine dritte Möglichkeit besteht darin, in den Ecken der Decke eine zusätzliche Drillbewehrung zu verlegen.

Weiterhin ist bei der Erstellung von Mauerwerkswänden zu beachten, dass kein Mischmauerwerk ausgeführt wird (s. Bild 10-10). Weder sollten in einer Wand verschiedenartige Steinsorten verwendet werden, noch dürfen bei gleichen Mauersteinen einzelne Steine gedreht eingebaut werden. Auch unterschiedliche Formate einer Steinsorte sollten nach Möglichkeit nicht innerhalb einer Wand vermischt werden. Der Grund hierfür liegt in den unterschiedlichen Steifigkeiten und Verformungseigenschaften der verschiedenen Steine und Steinsorten. Diese bewirken einen deutlich ungleichmäßigeren Lastabtrag und die Gefahr einer Rissbildung wird maßgeblich erhöht.

Bild 10-10: Beispiel für Mischmauerwerk

Vertikale Schlitze und Aussparungen sind bei der Bemessung stets zu berücksichtigen, wenn die in Tabelle 10-5 angegebenen Grenzwerte überschritten werden. Die Abminderung der Druck-, Schub- und Biegetragfähigkeit von Mauerwerkswänden infolge vertikaler Schlitze und Aussparungen darf vernachlässigt werden, wenn diese Schlitze und Aussparungen nicht tiefer als $t_{ch,v}$ sind. Dabei sollten bei der Bestimmung der rechnerischen Schlitz- und Aussparungstiefe die Löcher berücksichtigt werden, die bei der Herstellung der Schlitze und Aussparungen erreicht werden. Werden die Grenzwerte nach Tabelle 10-5 überschritten, muss die Wandtragfähigkeit mit dem infolge der Schlitze und Aussparungen reduzierten Mauerwerksquerschnitt rechnerisch überprüft werden. Die Restwanddicke nach Tabelle 10-5Spalte 4 sowie der Mindestabstand nach Spalten 6 und 7 sind einzuhalten.

Vertikale Schlitze und Aussparungen sind auch dann ohne Nachweis zulässig, wenn die Querschnittsschwächung, bezogen auf 1 m Wandlänge, weniger als 6 % beträgt und die Wand nicht drei- oder vierseitig gehalten nachgewiesen wird. Hierbei muss jedoch die Restwanddicke nach Tabelle 10-5, Spalte 4 eingehalten sein und der Mindestabstand nach Spalte 6 darf nicht unterschritten werden.

Tabelle 10-5: Ohne Nachweis zulässige Größe $t_{ch,v}$ vertikaler Schlitze und Aussparungen im Mauerwerk nach [8]

1	2	3	4	5	6	7
Wand-dicke	**Nachträglich hergestellte Schlitze und Aussparungen** [c]		**Mit der Errichtung des Mauerwerks hergestellte Schlitze und Aussparungen**			
	maximale Tiefe[a] $t_{ch,v}$	**maximale Breite (Einzelschlitz)**[b]	**Verbleibende Mindestwanddicke**	**maximale Breite**[b]	**Mindestabstand der Schlitze und Aussparungen**	
					von Öffnungen	**unter-einander**
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	≥ 2fache Schlitzbreite bzw. ≥ 240 mm	≥ Schlitz-breite
115 - 149	10	100	-	-		
150 - 174	20	100	-	-		
175 - 199	30	100	115	260		
200 - 239	30	125	115	300		
240 - 299	30	150	115	385		
300 - 364	30	200	175	385		
≥ 365	30	200	240	385		

a Schlitze, die bis maximal 1 m über den Fußboden reichen, dürfen bei Wanddicken ≥ 240 mm bis 80 mm Tiefe und 120 mm Breite ausgeführt werden.
b Die Gesamtbreite von Schlitzen nach Spalte 3 und Spalte 5 darf je 2 m Wandlänge die Maße in Spalte 5 nicht überschreiten. Bei geringeren Wandlängen als 2 m sind die Werte in Spalte 5 proportional zur Wandlänge zu verringern.
c Abstand der Schlitze und Aussparungen von Öffnungen ≥ 115 mm

Horizontale und schräge Schlitze sind mit einer maximalen Schlitztiefe $t_{ch,h}$ nach Tabelle 10-6 ohne gesonderten Nachweis der Tragfähigkeit des reduzierten Mauerwerksquerschnitts auf Druck, Schub und Biegung zulässig, sofern die zusätzliche Exzentrizität in diesem Bereich begrenzt wird. Klaffende Fugen infolge planmäßiger Exzentrizität der einwirkenden charakteristischen Lasten (ohne Berücksichtigung der Kriechausmitte und der Stabauslenkung nach Theorie II. Ordnung) dürfen rechnerisch höchstens bis zum Schwerpunkt des Gesamtquerschnittes entstehen. Generell sind horizontale und schräge Schlitze in den nach DIN 18015-3 vorgesehenen Installationszonen anzuordnen. Horizontale und schräge Schlitze in Langlochziegeln sind jedoch nicht zulässig. Sofern die Schlitztiefen die in Tabelle 10-6 angegebenen Werte überschreiten, muss die Tragfähigkeit mit dem infolge der horizontalen und schrägen Schlitze reduzierten Mauerwerksquerschnitt rechnerisch nachgewiesen werden.

Tabelle 10-6: Ohne Nachweis zulässige Tiefe $t_{ch,h}$ horizontaler und schräger Schlitze und Aussparungen im Mauerwerk nach [8]

Wanddicke [mm]	**Maximale Schlitztiefe $t_{ch,h}$** [a] **[mm]**	
	Unbeschränkte Länge	**Länge ≤ 1 250 mm** [b]
115 - 149	-	-
150 - 174	-	0 [c]
175 - 239	0 [c]	25
240 - 299	15 [c]	25
300 - 364	20 [c]	30
über 365	20 [c]	30

a Horizontale und schräge Schlitze sind nur zulässig in einem Bereich ≤ 0,4 m ober- oder unterhalb der Rohdecke sowie jeweils an einer Wandseite. Sie sind nicht zulässig bei Langlochziegeln.
b Mindestabstand in Längsrichtung von Öffnungen ≥ 490 mm, vom nächsten Horizontalschlitz zweifache Schlitzlänge.
c Die Tiefe darf um 10 mm erhöht werden, wenn Werkzeuge verwendet werden, mit denen die Tiefe genau eingehalten werden kann. Bei Verwendung solcher Werkzeuge dürfen auch in Wänden ≥ 240 mm gegenüberliegende Schlitze mit jeweils 10 mm Tiefe ausgeführt werden.