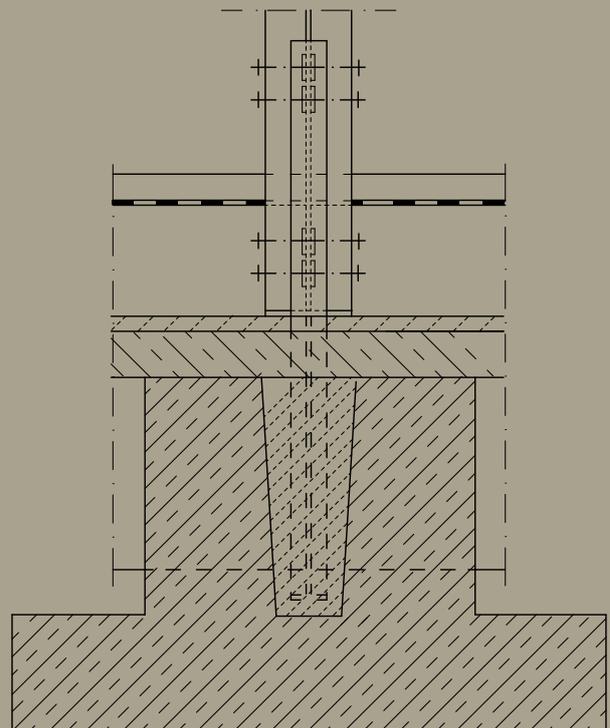




Konstruktion von Anschlüssen im Hallenbau



Impressum

Herausgeber:

Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V.
Heinz-Fangman-Str. 2
D-42287 Wuppertal
+49 (0)202 · 76 97 27 33 Fax
www.ingenieurholzbau.de
www.brettschichtholz.de
info@brettschichtholz.de

Die technischen Informationen dieser Schrift entsprechen zum Zeitpunkt der Drucklegung den anerkannten Regeln der Technik.

Eine Haftung für den Inhalt kann trotz sorgfältigster Bearbeitung und Korrektur nicht übernommen werden.

Hinweise zu Änderungen, Ergänzungen und Errata unter:
www.brettschichtholz.de

Bearbeitung 1. Auflage:

Prof. Dr.-Ing. H. Brüninghoff, Wuppertal
Dipl.-Ing. O. Bosenius, Wuppertal
Dipl.-Ing. H. Jacobs, Wuppertal

Überarbeitung 2. Auflage:

Dr.-Ing. T. Wiegand, Wuppertal

Bildnachweis:

Titel: Zooey Braun Fotografie, Stuttgart,
mönkemöller und kreppel
Architekturbüro, Wien (A)
Zeichnungen: Jacobs, H., Wuppertal
Überarbeitung Zeichnungen: Abb. 1–4, 8–12,
14–22, 24, 26, 29–31, 34–41, 43–51
Amentbrink Architektin + Partner, Lüdenscheid

Gestaltung, Satz:

Schöne Aussichten:
Oliver Iserloh, Düsseldorf

holzbau handbuch

Reihe 1: Entwurf und Konstruktion

Teil 7: Hallen

Folge 2: Konstruktion von
Anschlüssen im Hallenbau

ISSN-Nr. 0466-2114

1. Auflage: erschienen: 12/2000

2. Auflage: Überarbeitung 04/2021

Die Wortmarke INFORMATIONSDIENST HOLZ ist Eigentum des Informationsverein Holz e. V., Franklinstraße 42, 40479 Düsseldorf, www.informationsvereinholz.de.

Inhalt

Seite 4	_ Symbole / Formelzeichen	Seite 26	7 _ Verbandsanschlüsse
4	1 _ Einführung	26	7.1 _ Verbandsanschluss am Stützenfuß (Pendelstütze): Rundstahl an ein außenliegendes Stahlprofil
5	2 _ Hinweise zum Konstruieren	28	7.2 _ Verbandsanschluss im Traufbereich: Rundstahl über T-Profil an den Binder
5	_ Geltungsbereich	30	7.3 _ Anschluss von Rundstahldiagonalen am Binder: durchgebohrt mit Rückverankerung
5	_ Brandschutz	32	7.4 _ Anschluss von Holzdiagonalen am Binder: mit Knotenblechen
5	_ Statisches Systeme	34	8 _ Anschluss Giebelrähm – Stütze
6	_ Anschlussmittel	36	9 _ Firstpunkt Giebelrähm
6	_ Verbindungsmittel	38	10 _ Fußpunkt Dreigelenkrahmen
7	_ Randbedingungen der Herstellung	38	10.1 _ Auflager mit horizontaler Aufstandsfläche
7	_ Eigenschaften des Baustoffes Holz	40	10.2 _ Auflager mit geneigter Aufstandsfläche
7	_ Quellen und Schwinden	41	10.3 _ Auflager mit eingespanntem Stahlformteil
8	_ Querkzugbeanspruchung	42	10.4 _ Auflager mit Kippleisten
9	3 _ Übersicht über die behandelten Details	44	11 _ Eckpunkt Dreigelenkrahmen
10	4 _ Fußpunkt Pendelstütze	44	11.1 _ Verbindung mit Universal-Keilzinkenverbindung
10	4.1 _ Anschluss mit Stahlteil in einer Aussparung im Fundament (Annahme eines Gelenkes im Fundament)	46	11.2 _ Verbindung BS-Holz-Riegel mit Stahlstütze
12	4.2 _ Anschluss mit Stahlteil in einer Aussparung im Fundament (Annahme eines Gelenkes in der Holzstütze)	48	12 _ Firstpunkt Dreigelenkrahmen
14	4.3 _ Anschluss mit außenliegenden Stahlteilen	50	13 _ Anschluss Nebenträger an Hauptträger
16	5 _ Fußpunkt eingespannte Stütze	52	14 _ Anschluss an die Fundamente
16	5.1 _ Einspannung durch Verguss	52	_ Grundsätzliches
18	5.2 _ Anschluss mit eingeschlitztem Stahlteil	52	_ Sockelrandstreifen
20	5.3 _ Anschluss zweiteilige Stütze mit innenliegendem Stahlprofil	53	_ Streifenfundamente
22	6 _ Stützenkopf Binderauflager	54	_ Einzelfundamente
22	6.1 _ Anschluss mit Stahlteilen oder Holzlaschen	54	_ Baulicher Holzschutz
		54	_ Zur Bauausführung
		55	15 _ Literatur

Symbole / Formelzeichen

Hauptzeiger

A	Fläche
b	Querschnittsbreite
C	Verschiebungsmodul, Verbindungsmittel
C _p	Drehfedersteifigkeit
d	Verbindungsmitteldurchmesser
d	Querschnittshöhe
D	Druckkraft
e	Exzentrizität
E	Elastizitätsmodul
f	Festigkeit
F	Resultierende Kraft
h	Stützenhöhe
h	Querschnittshöhe
H	Horizontalkraft
l	Länge
M	Moment
N	Normalkraft
R	Beanspruchbarkeit
S	Beanspruchung
t	Blechdicke
u	Holzfeuchte
V	Querkraft
ω	Knickbeiwert
W	Widerstandsmoment
Z	Zugkraft
α	Kraft-Faser-Winkel
β	Knicklängenbeiwert
μ	Biegemoment
σ	Spannung

Fußzeiger

B	Biegung
c	Druck
d	Bemessungswert
D	Druck
E	Einspannung
H	Horizontal
m	Biegung
m	mittlere
max	maximal
o	oben
Pr	Profil
res	resultierend
S	Schwerpunkt
t	Zug
u	unten
V	Vertikal
x	x-Richtung
y	y-Richtung
z	z-Richtung

Verbindungsmittelabstände (Holz)

a ₁	Abstand untereinander parallel zur Faserrichtung
a ₂	Abstand untereinander rechtwinklig zur Faserrichtung
a _{3,t}	Abstand zum beanspruchten Rand parallel zur Faser
a _{3,c}	Abstand zum unbeanspruchten Rand parallel zur Faser
a _{4,t}	Abstand zum beanspruchten Rand rechtwinklig zur Faser
a _{4,c}	Abstand zum unbeanspruchten Rand rechtwinklig zur Faser

Verbindungsmittelabstände (Stahl)

e	Lochabstand in Krafrichtung
e ₁	Randabstand in Krafrichtung
e ₂	Randabstand rechtwinklig zur Krafrichtung
e ₃	Lochabstand rechtwinklig zur Krafrichtung

1 _ Einführung

Die vorliegenden Ausführungen sollen dem Planer von Hallenbauten Hinweise und Hilfestellungen bei der Wahl konstruktiver Lösungen von Detailpunkten geben. Die Vorschläge eignen sich für Hallen mit Dachbindern auf Stützen bei freien Spannweiten von etwa 15 m bis 30 m. Für Dreigelenkrahmen werden Fußpunkte und Firstgelenke angeboten, die für Spannweiten bis etwa 50 m eingesetzt werden können. Es wird die Verwendung von Vollwandträgern mit Rechteckquerschnitten angenommen. Fachwerkträger, unterspannte Träger und vom Rechteck abweichende Querschnitte werden hier nicht behandelt.

Die Anschlusspunkte werden dargestellt. Bei verschiedenen Lösungen werden die Vor- und Nachteile erläutert. Soweit für sinnvoll erachtet, werden die Beanspruchungen S_d angegeben. Das sind die von den Bemessungswerten der Einwirkungen F_d verursachten Zustandsgrößen im Tragwerk. Dabei kann es sich um Spannungen, Schnittgrößen, Scherkräfte von Schrauben oder um Verformungen handeln. Die Beanspruchungen S_d werden den Beanspruchbarkeiten R_d gegenübergestellt.

Es werden keine Bemessungen vorgeführt, sondern lediglich Beanspruchungen ermittelt. Zudem wird in allgemeiner Form dargestellt, welche Nachweise zu führen sind.

2_ Hinweise zum Konstruieren

Zu verschiedenen Stichwörtern werden Hinweise gegeben, die die später folgenden Konstruktionsvorschläge zusätzlich erläutern und ergänzen sollen.

Geltungsbereich

Die Ausführungen befassen sich nur mit Konstruktionen, die in die Nutzungsklassen 1 und 2 eingestuft werden können, also mit Bauteilen unter Dach, die allenfalls kurzfristig relativen Luftfeuchten von mehr als 80 % ausgesetzt sind. Bauteile aus Fichte in freier Witterung sind wenig dauerhaft, wenn die Details nicht besonders sorgfältig konzipiert und Maßnahmen des baulichen Holzschutzes und der Pflege der Oberflächen ergriffen werden. Dies wird in verschiedenen Beiträgen aus der Reihe „holzbau handbuch“ behandelt [1], [2].

Brandschutz

Holzbauteile, vor allem solche aus BS-Holz mit größeren Querschnitten, weisen eine hohe Feuerwiderstandsdauer im Brandfall auf. Sie sind meist ohne weitere Maßnahmen in die Klassen F30 oder F60 nach DIN 4102-4 einzustufen. Soll die gesamte Hallenkonstruktion einschließlich der Verbindungen und der Stabilisierungselemente in eine Feuerwiderstandsklasse eingeordnet werden, so sind meist zusätzliche Maßnahmen erforderlich, die es nicht mehr zum „Nulltarif“ gibt. Hinweise zur Bemessung im Brandfall enthält [3].

Bei Verbindungen ist es für den Brandschutz vorteilhaft, Stahlteile in das Holz einzulassen. Es wird hier im Übrigen nicht auf die spezielle Darstellung von Lösungen unter den Anforderungen des Brandschutzes eingegangen.

Statische Systeme

Statisch bestimmte Systeme enthalten Gelenke, die einfach und preiswert hergestellt werden können. Gelenkige Anschlüsse an den Fundamenten führen zu meist einfachen und preiswerten Gründungen.

Biegesteife Anschlüsse sind meist aufwändig und erlauben häufig nicht die Ausnutzung der Tragfähigkeit der Holzquerschnitte. Konstruktionen mit einer eingespannten Stütze auf einer und einer Pendelstütze auf der anderen Seite führen zwar zu wirtschaftlichen Querschnitten, nachteilig ist aber die dabei entstehende asymmetrische Ausführung, die zu unterschiedlichen Detaillösungen auf den beiden Hallenseiten führt.

Holzstützen können über Stahlteile oder auch unmittelbar in Stahlbetonfundamente eingespannt werden. Die unmittelbare Einspannung ist in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Z-9.1-135 [4] geregelt. Die Verwendung von eingespannten Stahl- oder Stahlbetonstützen überwiegt aber.

Wird bei einem System mit zwei eingespannten Stützen und einem Dachbinder, wie beispielhaft in Abb. 1 dargestellt, der Binder als Balken auf zwei Stützen berechnet, so ist nach den üblicherweise angesetzten Randbedingungen ein Auflager horizontal verschieblich auszubilden. Es wäre am Anschluss ein Langloch vorzusehen; mit wirkungsvollen Maßnahmen, beispielsweise durch den Einbau geeigneter Gleitfolien, wären Reibungskräfte zu vermindern. Da dies wenig praxisfreundlich ist, wird empfohlen, die Stützen an den Bindern unverschieblich zu befestigen und die Schnittgrößen am kompletten statisch unbestimmten System zu ermitteln. Bei einer steif angenom-

menen Einspannung der Stützen ergeben sich rechnerisch für den Binder und die Stützen die kleinsten Biegemomente und damit oftmals eine wirtschaftliche Lösung. Es sollte jedoch der Einfluss der Nachgiebigkeit der Anschlüsse und des Baugrundes auf die Schnittgrößen beachtet werden. Bei einer Bemessung der Stützen nach dem Ersatzstabverfahren werden z. B. in [5], [6] Hinweise für die Ermittlung der Knicklänge unter Berücksichtigung der Nachgiebigkeiten gegeben.

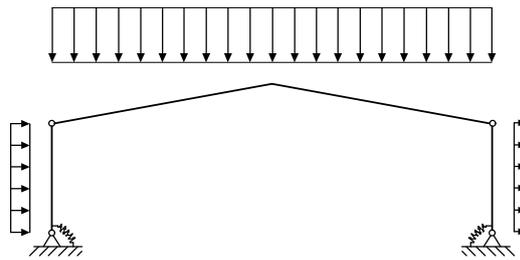


Abb. 1:
Statisches System mit
beidseitig eingespannten Stützen

Anschlussmittel

Bauteile aus Holz können mit Anschlusselementen, z. B. Laschen, miteinander verbunden werden. Diese können aus Holz oder Holzwerkstoffen bestehen. Verbreiteter sind jedoch Formteile aus Stahl. Bei in zwei Ebenen tragenden Teilen, Gabellagerungen an Auflagern von Trägern oder Anschlüssen von Verbänden, werden die Anschlussmittel nach den geometrischen Anforderungen aus Flachstählen verschweißt. Hier empfiehlt sich die Wahl von halbierten Profilen der Reihe IPE, die aufgrund der geringen Materialdicken und ihrer scharfkantigen Ausführung gut verwendbar sind.

Verbindungsmittel

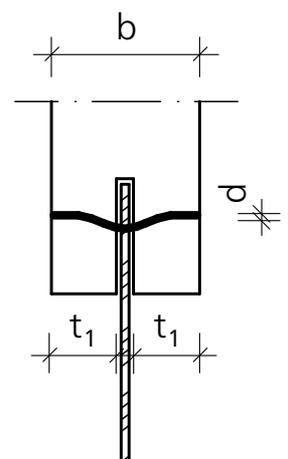
Traditionelle Verbindungsmittel wie Versätze und bisher häufig eingesetzte Dübel besonderer Bauart werden weiterhin verwendet werden. Besondere Vorzüge weisen die stiftförmigen Verbindungsmittel auf: Nägel, diese auch mit profiliertem Schaft, selbstschneidende Schrauben, Stabdübel und Passbolzen. Selbstschneidende Schrauben, die derzeit durch allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen oder europäische technische Bewertungen geregelt sind, haben in vielen Anwendungen genormte Nägel verdrängt.

Stabdübel und Passbolzen sollten mit ihren Durchmessern so an die Dicken der zu verbindenden Hölzer angepasst werden, dass die Verbindungen durch Plastifizierung der Stifte versagen.

Nach DIN EN 1995-1-1 [7] und DIN EN 1995-1-1/NA [5] können in Abhängigkeit von der Streckgrenze des für die Stabdübel verwendeten Stahles und von der Lochlaibungsfestigkeit des Holzes die Stabdübeldurchmesser und die Holzdicken t_1 derart ermittelt werden, dass die in Abb. 2 dargestellte, empfehlenswerte plastische Versagensart auftritt.

Allgemein gilt: Die Spannungskonzentration in der Umgebung dünner Stifte ist geringer als bei dicken Verbindungsmitteln. Mehrere

Abb. 2:
Stabdübel mit
plastischer Verformung
bei Erreichen der Traglast



Verbindungsmittel mit kleinem Durchmesser bewirken eine eher flächenhafte Verbindung als wenige dicke Verbindungsmittel. Daher steigt die Tragfähigkeit.

Randbedingungen der Herstellung

Das Handwerk wandelt sich zur Industrie. Abbundmaschinen sind im Zimmerer- und Holzbaugewerbe weit verbreitet. Der Zimmermann wird Programmierer, Maschinenführer, überwacht den Zusammenbau maschinell abgebundener Bauteile, übernimmt auch Dienstleistungsaufgaben auf der Baustelle und gegenüber der Bauherrschaft. Es wird damit notwendig, bei Planungen das Leistungsspektrum der Abbundanlagen zu beachten. Ferner sollten Leistungen auf der Baustelle reduziert und ins Werk verlagert werden. Auf der Baustelle verbleibende Tätigkeiten sollen möglichst einfach und gut vorbereitet sein.

Die Bauteile und Verbindungselemente sollen gut gekennzeichnet und unverwechselbar sein.

Empfehlungen sind:

- stiftförmige Verbindungsmittel einsetzen
- Durchmesser der Verbindungsmittel weitgehend vereinheitlichen
- einheitliche Dicke von Schlitzeln wählen
- Verbindungsmittel mit Mindestabständen ausführen

Eigenschaften des Baustoffes Holz

Holz ist ein inhomogener und anisotroper Werkstoff. Die einfachen Berechnungsverfahren des Bauingenieurs berücksichtigen dies nicht in jedem Fall. Es sind jedoch immer zuerst die Eigenschaften des Baustoffes zu beachten. Forderungen der Mechanik, beispielsweise

das Gleichgewicht der Kräfte herzustellen, sind unverzichtbar, aber nachrangig.

Falls die gewählte Lösung statisch einwandfrei ist, aber die Eigenschaften des Werkstoffes nicht berücksichtigt, kann sie nicht umgesetzt werden. Es sind Alternativen zu suchen.

Besonders zu beachten sind:

Quellen und Schwinden

Fichte nimmt nach einer gewissen Zeitspanne bei Temperaturen von 20° C und bei relativen Luftfeuchten von 65 % eine mittlere Ausgleichsfeuchte von etwa 12 % an. Es wird daher empfohlen, Holz zu verwenden, das im Einbauzustand trocken ist und dessen Feuchte nicht zu sehr von der Endfeuchte abweicht.

BS-Holz wird bereits mit einer Feuchte von etwa 12 % hergestellt.

Änderungen der Holzfeuchte bewirken Quellen oder Schwinden der Holzquerschnitte. Die Schwindmaße können bei Fichte zu 0,16 % radial zum Jahrring, zu 0,32 % tangential zum Jahrring, jeweils je % Feuchteänderung angenommen werden. Ein mit 12 % Holzfeuchte eingebauter Träger nimmt im Winter unter dem Dach einer beheizten Halle Holzfeuchten von etwa 6 % an. Ein Querschnitt von einem Meter Höhe schwindet dabei je nach Jahrringlage um $6 \cdot 0,16\% \cdot 1000 \approx 10$ mm bis $6 \cdot 0,32\% \cdot 1000 \approx 20$ mm. Wird dieses Schwinden durch absperrende Teile, beispielsweise durch Anschlusselemente aus Stahl, behindert, so entstehen Risse mit Breiten von insgesamt gleichfalls 10 bis 20 mm Breite. Fuß- und Firstgelenke des Dreigelenkbogens der Abb. 3 sind daher nicht empfehlenswert, da sie das Quellen und Schwinden des Holzes behindern.

Abb. 3:
Dreigelenkbogen mit
nicht empfehlenswerter
Ausführung der
Fuß- und Firstgelenke
aufgrund der Rissgefahr
bei Schwinden des Holzes

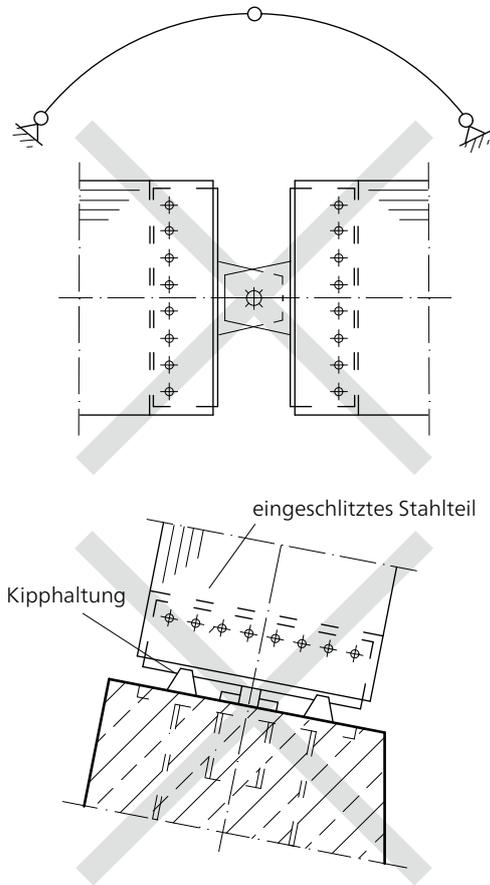
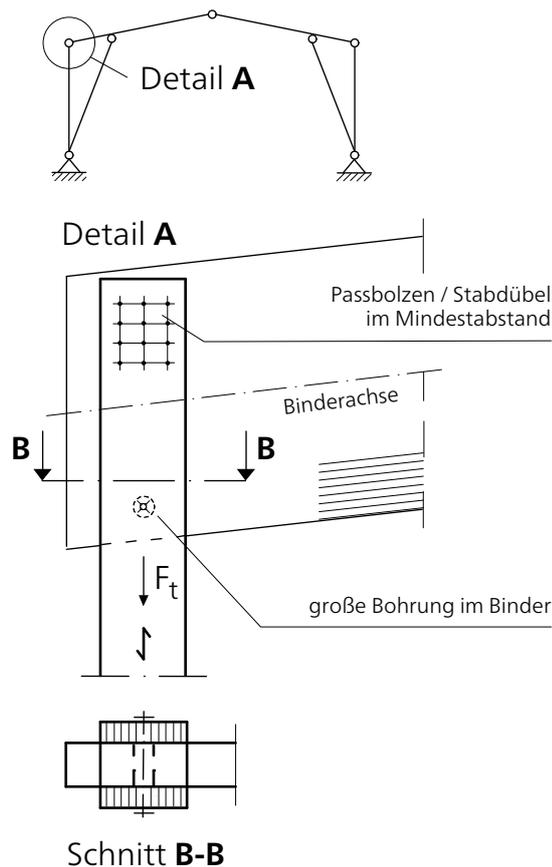


Abb. 4:
Zugstabanschluss
mit Krafteinleitung
in der Druckzone
des Binders



Querzugbeanspruchungen

Die Querzugfestigkeit von Bauholz und BS-Holz aus Fichte ist klein, verglichen mit der Festigkeit in Faserrichtung. Lasten sind daher bei großen Querschnitten, beispielsweise aus BS-Holz, möglichst in die Druckzone der Querschnitte einzuleiten (Abb. 4). Für Anschlüsse in der Zugzone darf ein Querzugnachweis nach [5] geführt werden. Das Verfahren gilt jedoch nicht für Anschlüsse an Trägerenden, wie in Abb. 4 dargestellt. Dort kann eine Krafteinleitung in einigen Fällen mit derjenigen an einer Ausklinkung verglichen werden. Meist erweist es sich als notwendig, Verstärkungen in Form von eingeklebten Stahlstangen oder von aufgeklebten Laschen vorzunehmen.

Zusätzliche Querzugbeanspruchungen durch Schwinden und Quellen des Holzes bei wechselnden Klimaverhältnissen sind nicht immer zutreffend abzuschätzen. Daher sind Konstruktionen ohne Querzugbeanspruchungen, vor allem aus dauernden Lasten, zu bevorzugen.

Ausklinkungen an Auflagern und Durchbrüche an Trägern sind möglichst zu vermeiden, andernfalls sollten sie verstärkt werden. Das ist auch dann zu empfehlen, wenn angebotene Rechenregeln eine Verstärkung gerade noch entbehrlich erscheinen lassen. Alle Regeln berücksichtigen die klimatisch bedingten Querzugbeanspruchungen nicht oder nur unzureichend. Gerade häufig wechselnde Klimabelastungen können zu Schädigungen führen, die erst nach 10 oder 20 Jahren sichtbar werden.

3_ Übersicht über die behandelten Details

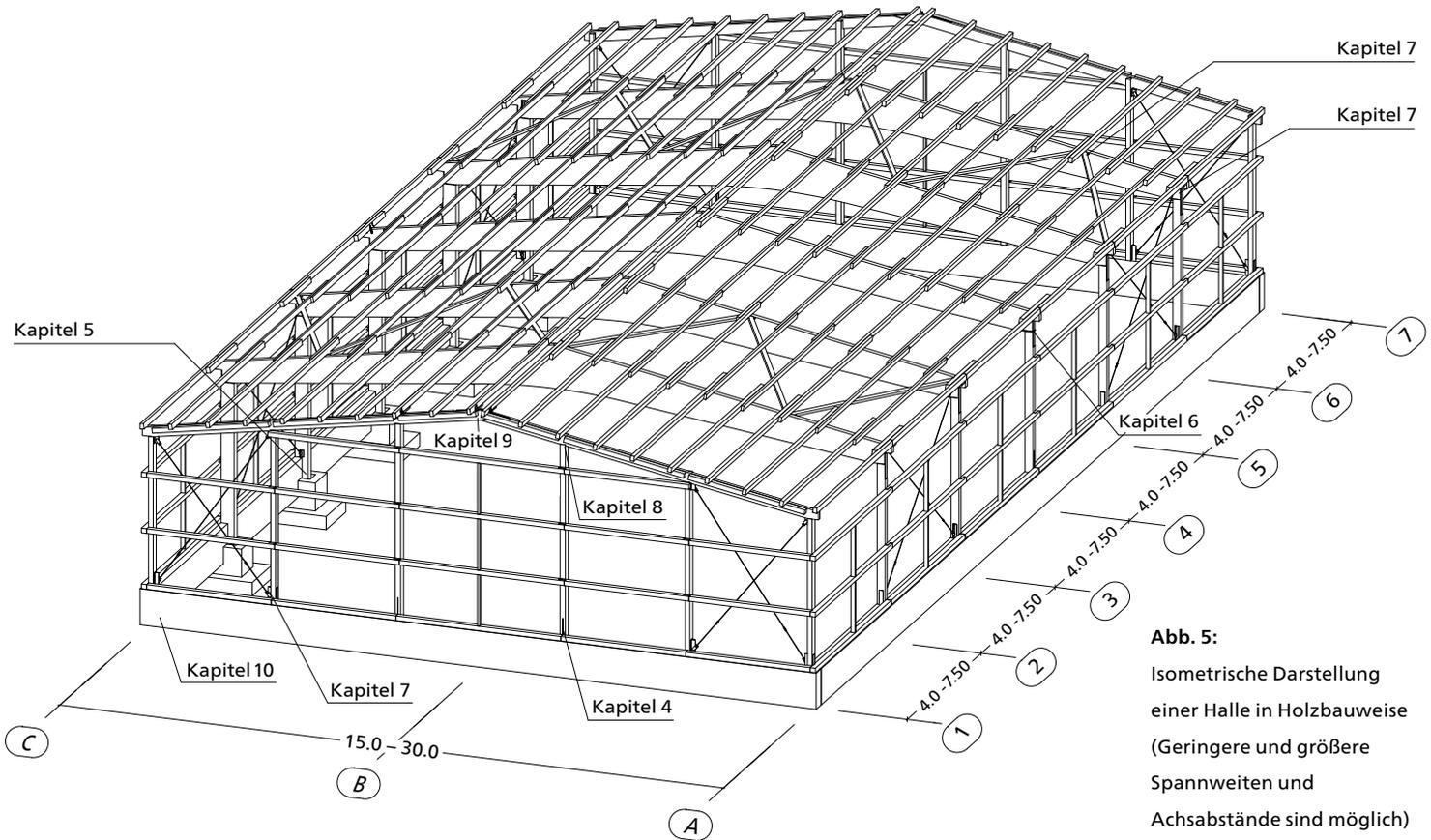


Abb. 5:
Isometrische Darstellung einer Halle in Holzbauweise (Geringere und größere Spannweiten und Achsabstände sind möglich)

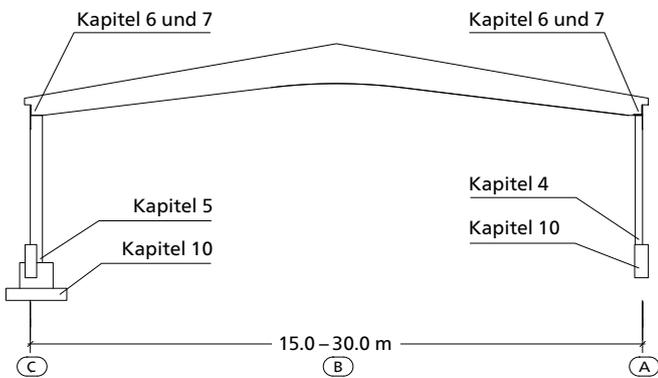


Abb. 6:
Rahmen mit BS-Holz-Binder auf Stützen

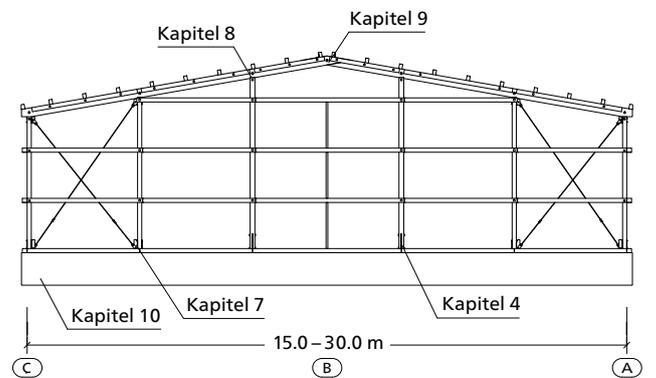
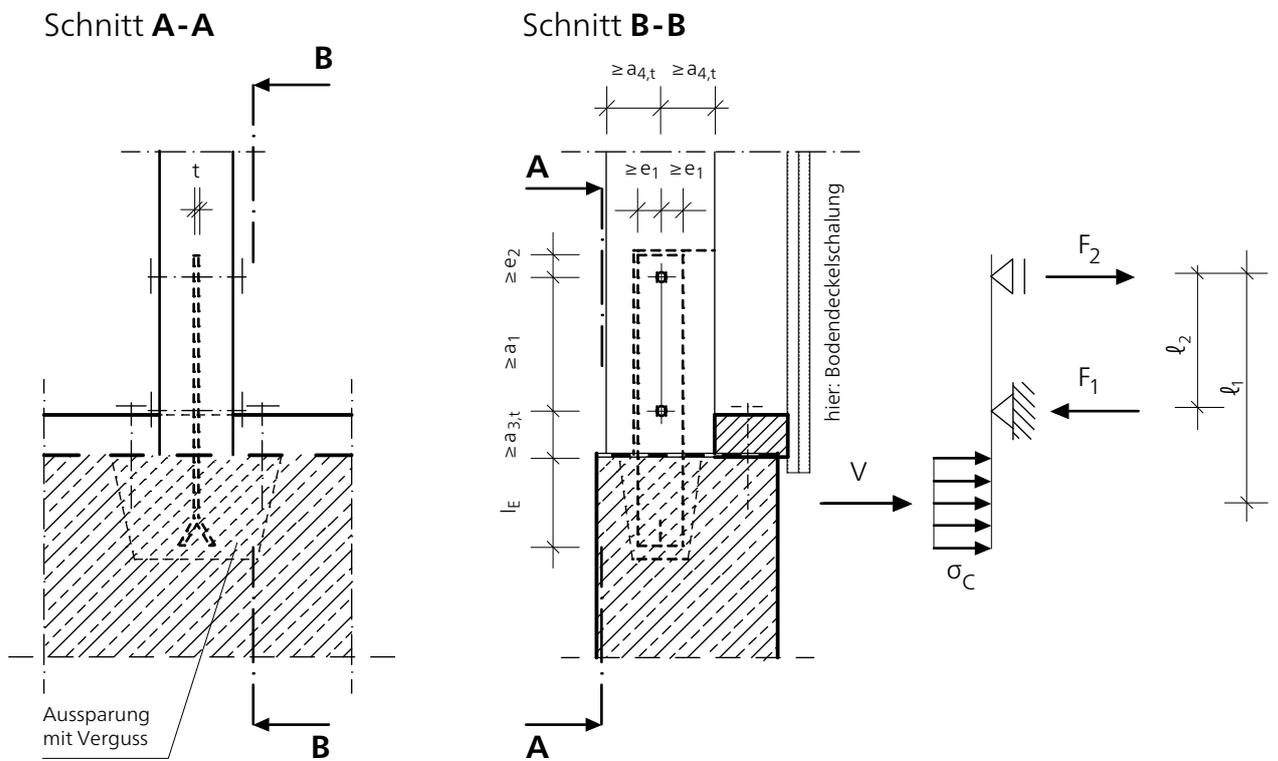


Abb. 7:
Giebelkonstruktion

4_ Fußpunkt Pendelstütze

Abb. 8:
 Ansichten und
 statisches Ersatzsystem

**4.1 _ Anschluss mit Stahlteil
 in einer Aussparung im Fundament
 (Annahme eines Gelenkes im Fundament)**



Hinweise für die Bemessung

- Die Druckkräfte aus der Pendelstütze werden über Kontakt in das Fundament eingeleitet. Eventuell auftretende Zugkräfte, beispielsweise aus Windsog, sind zu berücksichtigen.
- Die Einspanntiefe des Flachstahlankers sollte möglichst kurz gewählt werden.
- Die Beanspruchung der Verbindungsmittel kann durch Wahl eines ausreichend großen Abstandes ℓ_2 reduziert werden. Es ist statisch günstig, den Abstand des unteren Verbindungsmittels zur Hirnholzfläche möglichst klein zu wählen.

Erforderliche Nachweise**Beton**

- Nachweis der Betondruckspannungen σ_c für die Kraft V

$$\sigma_c = \frac{V}{t \cdot \ell_E} \leq f_c$$

f_c = Bemessungswert der Druckfestigkeit des Betons

Stahl

- Nachweise für den Stahl nach einschlägiger Bemessungsnorm, Lochlaibungsspannung in der Lasche und Scherspannung der Schraube für die Kraft F_1 .

Holz

- Nachweis der Verbindungsmittel für die Kraft F_1 (Kraft-Faser-Winkel 90°) für eine zweischnittige Stahl-Holz-Verbindung

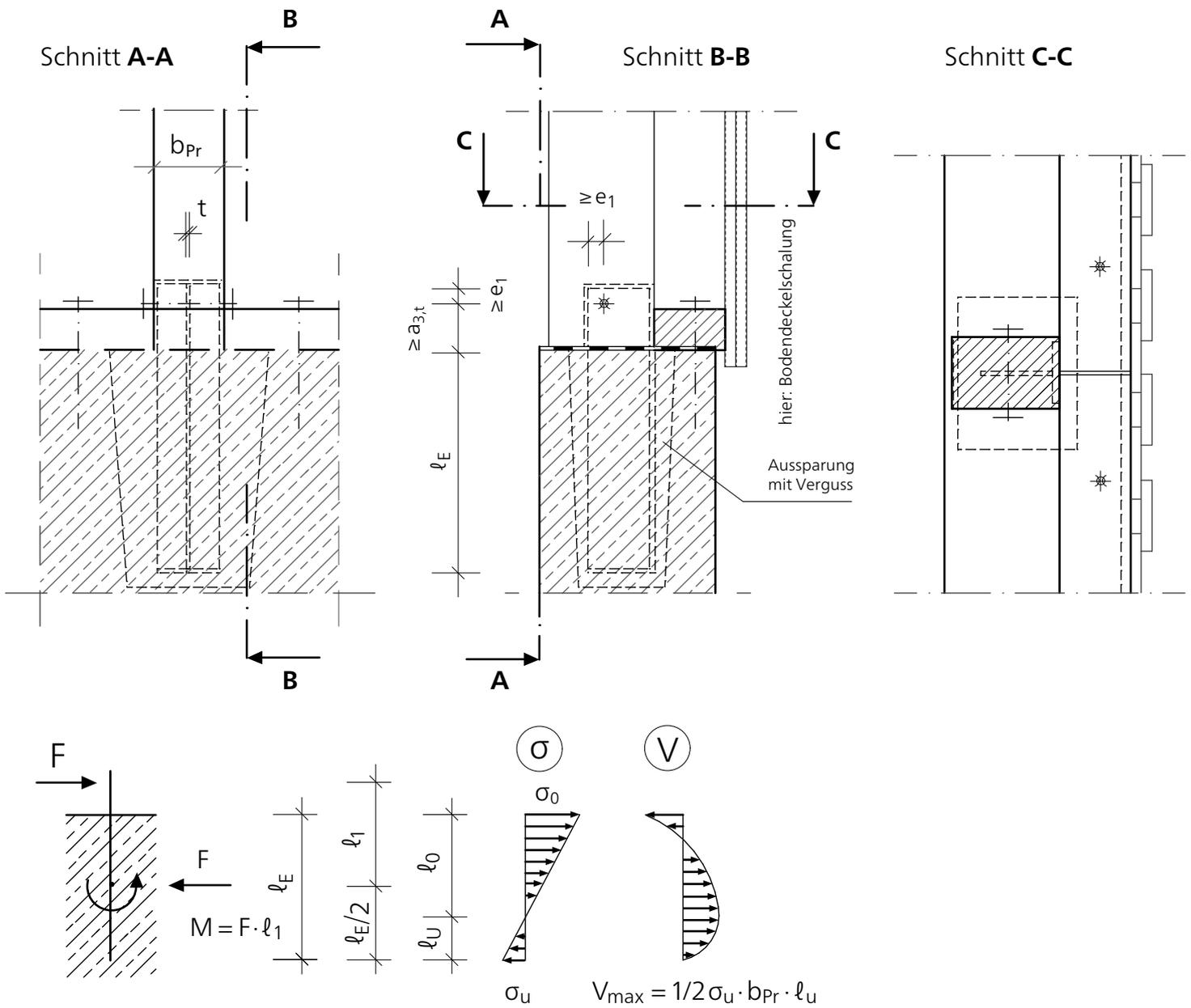
$$F_1 = \frac{V \cdot \ell_1}{\ell_2}$$

Anmerkungen

- Für die Randabstände der Verbindungsmittel rechtwinklig zur Faserrichtung ist wegen wechselnder Windrichtung von beanspruchten Rändern auszugehen.
- Zur Erzielung einer hinreichenden Steifigkeit der Verbindung wird die Verwendung von Passbolzen oder Stabdübeln an Stelle von Bolzen empfohlen.
- Das Hirnholz am Stützenfuß sowie der unterste Fassadenriegel sind durch eine Sperrschicht (z. B. Bitumenpappe) gegen aufsteigende Feuchtigkeit aus dem Fundament zu schützen.
- Der Anschluss ist nur für kleine Horizontalkräfte V geeignet. Eingeschlitzte Stahlbleche zeigen ein günstigeres Verhalten gegen Brandeinwirkung.
- Die weitgehend verdeckte Verbindung ist optisch ansprechend.
- Dem geringen Materialaufwand und der einfachen Montage steht ein erhöhter Arbeitsaufwand für die Herstellung der Schlitzte gegenüber.
- Der Anschluss von Verbandsdiagonalen ist aufgrund großer Verformungen bei einer Beanspruchung rechtwinklig zur Flachstahlebene ohne weitere Maßnahmen nicht möglich. Weitere Hinweise siehe Kapitel 2 und Kapitel 14.

Abb. 9:
 Ansichten und
 statisches Ersatzsystem

**4.2 _ Anschluss mit Stahlteil
 in einer Aussparung im Fundament
 (Annahme eines Gelenkes in der Holzstütze)**



Hinweise für die Bemessung

- Die Druckkräfte aus der Pendelstütze werden über Kontakt in das Fundament eingeleitet. Eventuell auftretende Zugkräfte, beispielsweise aus Windsog, sind zu berücksichtigen.
- Die Einspanntiefe ℓ_E des Stahlprofils ist nach den maximalen Randspannungen im Beton zu dimensionieren. Dabei wird vereinfachend von einer linearen Spannungsverteilung im Beton ausgegangen.
- Der Abstand des Gelenkes zur Hirnholzfläche ist zur Minimierung der Momentenbeanspruchung im Beton klein zu wählen.

Erforderliche Nachweise**Beton**

- Nachweis (näherungsweise) der Betonrandspannungen σ_c infolge der Kraft V

$$\sigma_c = \frac{F}{A} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \ell_1}{\ell_E} \right)$$

$$\text{mit } A = B_{Pr} \cdot \ell_E$$

Stahl

- Nachweise für den Stahl nach einschlägiger Bemessungsnorm – Biegespannungen und, besonders zu beachten, Schubspannungen, Lochlaibungsspannung im Steg des Profils und Scherspannung der Schraube für die Kraft V_{\max} wird für den Nachweis der Schubspannungen im Stahlprofil benötigt.

Holz

- Nachweis des Verbindungsmittels für die Kraft V (Kraft-Faser-Winkel 90°) für eine zweischnittige Stahl-Holz-Verbindung

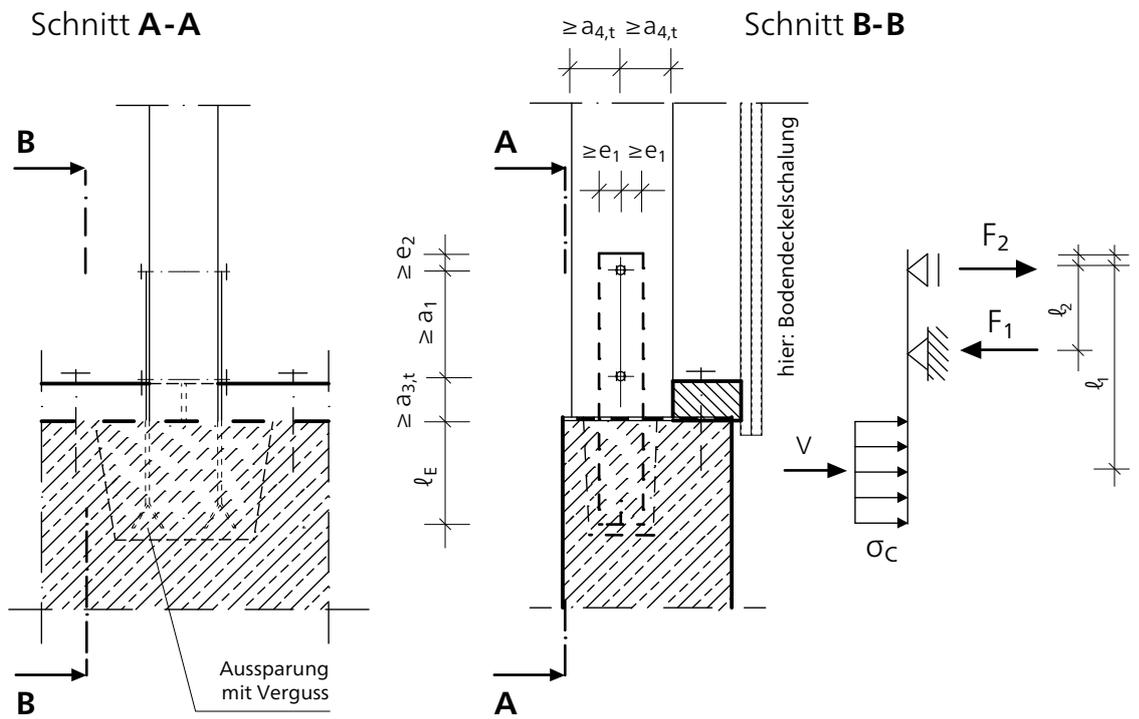
Anmerkungen

- Für die Randabstände der Verbindungsmittel rechtwinklig zur Faserrichtung ist wegen wechselnder Windrichtung von beanspruchten Rändern auszugehen.
- Zur Erzielung einer hinreichenden Steifigkeit der Verbindung wird die Verwendung von Passbolzen oder Stabdübeln an Stelle von Bolzen empfohlen.
- Es ist zu prüfen, ob die Bemessungsvorschrift eine Abminderung der Tragfähigkeit bei nur einem Verbindungsmittel (Gelenkbolzen) fordert (z. B. DIN EN 1995-1-1/NA, NCI zu 8.5 (NA.6)).
- Das Hirnholz am Stützenfuß sowie der unterste Fassadenriegel ist durch eine Sperrschicht (z. B. Bitumenpappe) gegen aufsteigende Feuchtigkeit aus dem Fundament zu schützen. Dem geringen Materialaufwand und der einfachen Montage steht ein erhöhter Arbeitsaufwand für die Herstellung der Schlitzte gegenüber. Die weitgehend verdeckte Verbindung ist optisch ansprechend.
- Der Anschluss von Verbandsdiagonalen ist bei Ausführung mit einem Flachstahl aufgrund großer Verformungen bei einer Beanspruchung rechtwinklig zur Flachstahlebene nicht möglich. Für einen Verbandsanschluss sollte beispielsweise ein halbiertes IPE-Profil gewählt werden.

Weitere Hinweise siehe Kapitel 2 und 14.

Abb. 10:
 Stützenanschluss mit
 außenliegenden Stahlteilen

**4.3 _ Anschluss mit
 außenliegenden Stahlteilen**



**Hinweise für die Bemessung
und erforderliche Nachweise**

- Die Hinweise entsprechen denen eines Anschlusses mit einem innenliegenden Stahlteil (vgl. Kapitel 4.1).

Anmerkungen

- Für die Randabstände der Verbindungsmittel rechtwinklig zur Faserrichtung ist wegen wechselnder Windrichtung von beanspruchten Rändern auszugehen.
- Zur Erzielung einer hinreichenden Steifigkeit der Verbindung wird die Verwendung von Passbolzen und Stabdübeln empfohlen.
- Das Hirnholz am Stützenfuß sowie der unterste Fassadenriegel ist durch eine Sperrschicht (z. B. Bitumenpappe) gegen aufsteigende Feuchtigkeit aus dem Fundament zu schützen. Der Anschluss ist nur für kleine Horizontalkräfte V geeignet.
- Der Arbeitsaufwand zur Herstellung der Schlitze entfällt. Die Verbindung ist einfach zu montieren.

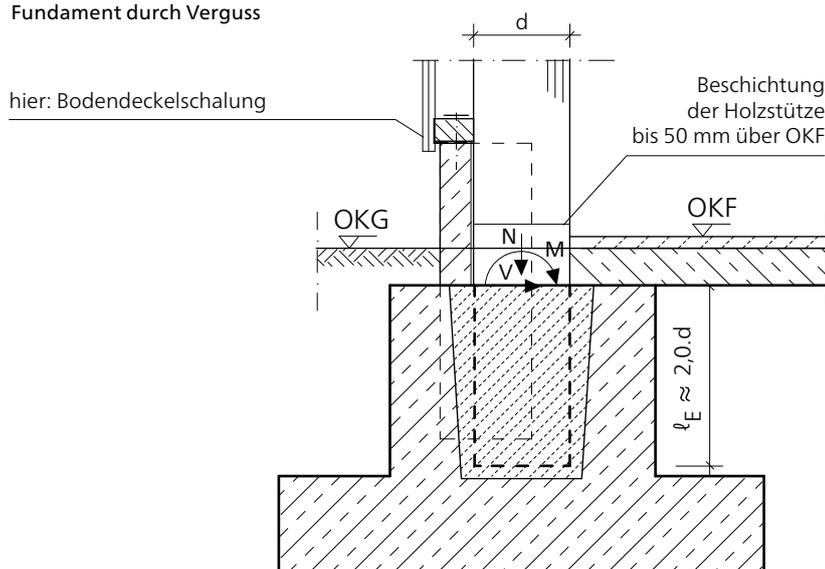
- Die Verbindung wird unter Umständen als ästhetisch unbefriedigend angesehen.
- Die Verbindung zeigt ein ungünstigeres Verhalten bei Brandeinwirkung.
- Der Anschluss von Verbandsdiagonalen ist bei Ausführung mit einem Flachstahl aufgrund großer Verformungen bei einer Beanspruchung rechtwinklig zur Flachstahlebene nicht möglich. Für einen Verbandsanschluss sollte beispielsweise ein halbiertes IPE-Profil gewählt werden.

Weitere Hinweise siehe Kapitel 2 und 14.

5_ Fußpunkt eingespannte Stütze

Abb. 11: 5.1 _ Einspannung durch Verguss

Anschluss eingespannte Stütze –
Fundament durch Verguss



Hinweise für die Bemessung

- Die Übertragung der vertikalen Lasten erfolgt über Kontakt in der Stirnfläche.
- Die Querkraft und das Moment werden über Druck rechtwinklig zur Faser in das Fundament eingeleitet.
- Die eingespannten Stützen dürfen nur in den Nutzungsklassen 1 und 2 nach DIN 1995-1-1 verwendet werden. Die Stützen einschließlich ihres Einspannbereiches sind vor Niederschlägen sowie sonstiger Nässe (auch solcher aus der Nutzung) zu schützen. Die Fundamentsohle muss mindestens 0,5 m über dem höchsten Grundwasserstand liegen, sofern nicht besondere Maßnahmen zur Abhaltung des Grundwassers vom Fundament getroffen werden.

Erforderliche Nachweise

Beton

- Bemessung des Köchers unter Annahme nicht profilierter Köcherwandungen
- Bemessung der Fundamentplatte

Holz

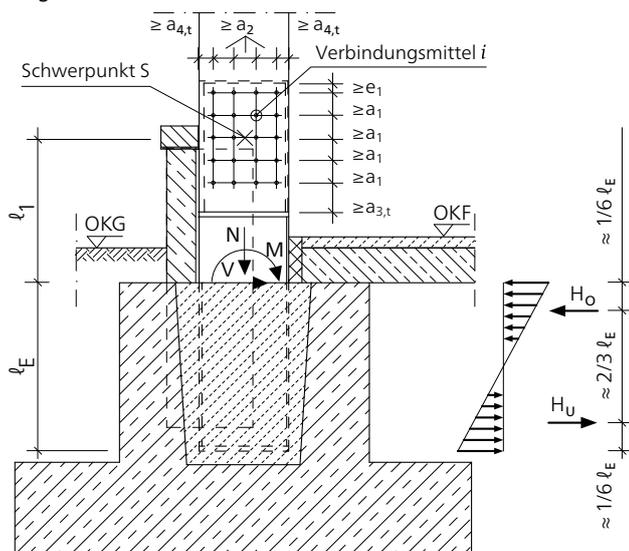
- Der Nachweis der Einspanntiefe l_E ist nach der bauaufsichtlichen Zulassung Z-9.1-136 „Stützen aus Brettschichtholz zur Einspannung durch Verguss in Stahlbetonfundamente“ [4] zu führen. Bei Einhaltung der dort genannten maximalen Biege- und Druckspannung und der Mindesteinspanntiefe $l_E \geq 2,0 \cdot d$ sind die nachfolgenden Nachweise immer erfüllt:
 - Nachweis von Schubspannungen
 - Nachweis der Biegedruckspannungen rechtwinklig zur Faser Nachweis der Einspanntiefe l_E der Stütze. Dabei dürfen die Biege- und Druckspannungen in der Stütze (ohne Berücksichtigung einer Normalkraft) den Wert von 14 MN/m^2 nicht überschreiten. Ein genauere Nachweis kann der Zulassung entnommen werden.

Anmerkungen

- Konstruktion und Montage der Stützen richten sich nach den Anforderungen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Z-9.1-136.
- Es dürfen bisher ausschließlich Stützen aus BS-Holz mit rechteckigem Querschnitt verwendet werden.
- Die Oberflächen der Stützen sind durch eine Beschichtung aus Epoxidharz oder durch Verguss eines den Stützenfuß umschließenden Metallkastens gegen Feuchteinwirkungen zu schützen, die mindestens bis Fußbodenoberkante und mindestens bis 5 cm über Fundamentoberkante hochgeführt sein muss.
- Die Stützen dürfen nur durch geschultes Personal hergestellt werden. Die Arbeitsgänge sind im Rahmen einer Eigenüberwachung zu protokollieren.
- Die Stützen sind im Werk von einem der in der bauaufsichtlichen Zulassung genannten Sachverständigen abzunehmen (Fremdüberwachung). Hierüber stellt er ein Abnahmeprüfzeugnis A nach DIN EN 10024 aus, das der Lieferung der Stützen beizufügen und zusätzlich an die Inhaberin der Zulassung zu senden ist.
- Der Anschluss eignet sich besonders für Hallen mit aggressivem Umgebungsklima (Korrosionsschutz).
- Der Anschluss weist eine hohe Widerstandsdauer gegen Brandeinwirkung auf.
- Beschädigung der Beschichtung bei Transport und Montage sind zu vermeiden.
- Die Bauart ist wirtschaftlich, da die Schnittgrößen nicht an der Stelle der größten Beanspruchungen mit Verbindungsmitteln auf Stahlprofile übertragen zu werden brauchen. Vielmehr können die Kräfte unmittelbar in das Fundament eingeleitet werden.

Abb. 12: 5.2 _ Anschluss mit eingeschlitztem Stahlteil

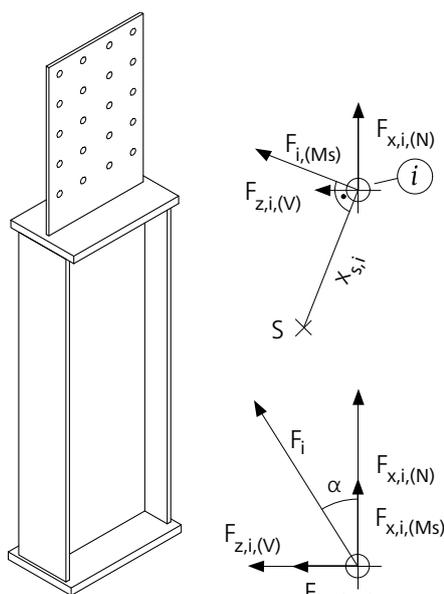
Fundamentanschluss mit isometrischer Darstellung des Stahlformteils



Hinweise für die Bemessung

- Es wird mit den Bezeichnungen von Abb. 12 davon ausgegangen, dass die Einspannung im statischen Gesamtsystem an der Oberkante des Köchers angenommen wurde und die Schnittgrößen M, N und V dort angreifen.
- Meist werden alle Schnittgrößen über die Verbindungsmittel übertragen. Zur Verminderung der Anschlusskräfte kann die Vertikalkraft auch planmäßig von der Hirnholzfläche in die Fußplatte übertragen werden. Auf eine notwendige passgenaue Fertigung soll hingewiesen werden. Außerdem ist darauf zu achten, dass sich die Verbindungsmittel im Versagensfall plastisch verformen. Dies wurde bereits grundsätzlich empfohlen. In den hier angebotenen Berechnungsgleichungen darf dann $N = 0$ gesetzt werden.
- Bei der Ermittlung der Schnittgrößen unter Berücksichtigung der Verformungen (Theorie II. Ordnung) sollte die Nachgiebigkeit der Verbindung beachtet werden [6], [7]. Dies gilt auch für die Berechnung der Knicklängen, falls das Ersatzstabverfahren gewählt wird. Für ein System mit einer eingespannten und beliebig vielen Pendelstützen ergibt sich die Knicklänge mit Abb. 14 zu

Abb. 13: Kräfte am Verbindungsmittel i



$$\ell_{ef} = \beta \cdot h$$

$$\beta = \sqrt{\left(4 + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{h \cdot C_\varphi}\right) \cdot (1 + \alpha)}$$

$$\alpha = \frac{h}{N} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{N_i}{h_i}$$

$$C_\varphi = C \cdot \sum_{i=1}^n (x_i^2 + y_i^2)$$

C = Verschiebungsmodul eines Verbindungsmittels in N/m

Erforderliche Nachweise

Beton

- Nachweis der Betondruckspannungen, Bemessung der Köcherwandungen und der Fundamentplatte. Im Köcher wird vereinfacht ein linearer Verlauf der Betonpressungen über die Köchertiefe angenommen. Diese werden nur für jeweils einen Flansch des eingespannten Profils angesetzt. Die Bemessung erfolgt dann für die Kräfte

$$H_O = \frac{3}{2} \frac{M}{\ell_E} + \frac{5}{4} V \text{ und}$$

$$H_u = \frac{3}{2} \frac{M}{\ell_E} + \frac{1}{4} V$$

Stahl

- Nachweise für die Stahlbauteile nach den einschlägigen Bemessungsnormen. Die Kraft H_u erzeugt als Querkraft Schubspannungen.

Holz

- Nachweis der Tragfähigkeit der Verbindungsmittel für eine zweischnittige Stahl-Holz-Verbindung. Dabei ergibt sich die Kraft F_i eines beliebigen Verbindungsmittels i mit den Gleichungen

$$M_s = M - V \cdot \ell_1$$

$$F_i = \sqrt{(F_{x,i}^N + F_{x,i}^{M_s})^2 + (F_{z,i}^V + F_{z,i}^{M_s})^2}$$

$$F_{x,i}^N = \frac{N}{n} \quad F_{x,i}^{M_s} = \frac{M_s \cdot z_i}{\sum_{j=1}^n (x_j^2 + z_j^2)}$$

$$F_{z,i}^N = \frac{V}{n} \quad F_{z,i}^{M_s} = \frac{M_s \cdot x_i}{\sum_{j=1}^n (x_j^2 + z_j^2)}$$

$$\alpha = \arctan\left(\frac{F_{z,i}^N + F_{z,i}^{M_s}}{F_{x,i}^V + F_{x,i}^{M_s}}\right)$$

α ist der Winkel zwischen der Kraft- und der Faserrichtung des betrachteten Verbindungsmittels. Da der Bemessungswert des Widerstandes bei Stabdübeln oder Passbolzens von α abhängt, ist oft nicht das am stärksten beanspruchte Verbindungsmittel für die Bemessung maßgebend. Es ist vielmehr dasjenige zu ermitteln, das bei großer Kraft eine geringe Tragfähigkeit aufweist. Näherungsweise kann die größte Kraft dem kleinsten Widerstandswert, das ist derjenige bei $\alpha = 90^\circ$, gegenüber gestellt werden.

Anmerkungen

- Größere Verbindungsmittelabstände ergeben kleinere Verbindungsmittelkräfte.
- Die Schlitzte werden meist mit einer Kettenstemmmaschine hergestellt. Die Längen der zugehörigen handelsüblichen Schwerter betragen bis zu 400 mm. Größere Schlitztiefen sind daher mit vergrößertem Aufwand verbunden.

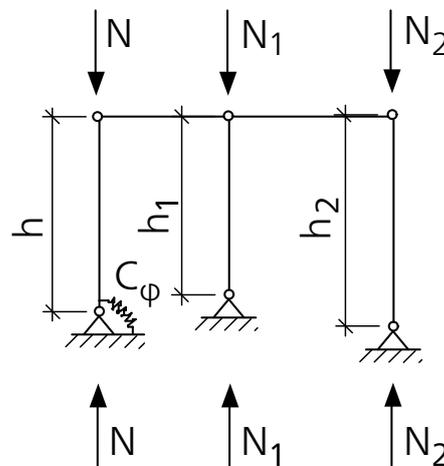


Abb. 14:
Elastisch eingespannte Stütze mit Pendelstützen

5.3 _ Anschluss zweiteilige Stütze mit innenliegendem Stahlprofil

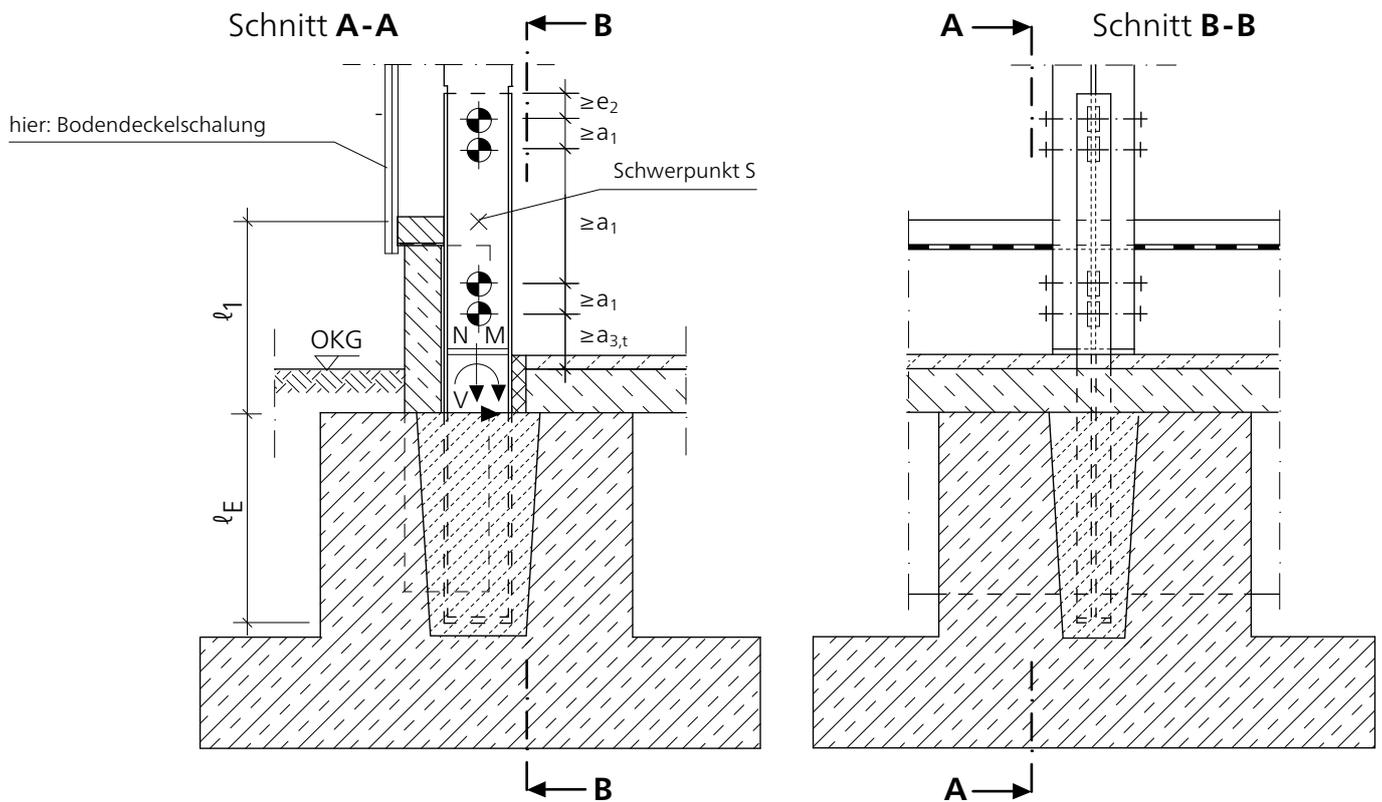


Abb. 15:
Anschluss zweiteilige Stütze –
Fundament mit innenliegendem Stahlprofil

Hinweise für die Bemessung

- Es wird mit den Bezeichnungen von Abb. 15 davon ausgegangen, dass die Einspannung im statischen Gesamtsystem an der Oberkante des Köchers angenommen wurde und die Schnittgrößen M, N und V dort angreifen.
- Die Kräfte werden über die Verbindungsmittel, hier wurden beispielhaft Dübel besonderer Bauart gewählt, in den Steg des Stahlprofils eingeleitet.
- Es eignen sich besonders einseitige Scheibendübel mit Dornen, Typ C11, nach DIN EN 14545 [8] mit DIN EN 912 [9], da diese eine große Tragfähigkeit aufweisen und auf der dem Stahlprofil zugewandten Seite nicht profiliert sind. Bei Wahl von Dübeln besonderer Bauart sollten alle Schnittgrößen über die Verbindungsmittel übertragen werden. Wird dennoch unterstellt, dass die Vertikalkraft planmäßig über die Hirnholzfläche in das Fundament übertragen wird, so ist eine passgenaue Fertigung besonders wichtig, damit auch bei geringen Verschiebungen der Verbindungsmittel im Versagensfall der Kontakt zwischen Holzstütze und Fundament wirksam ist.

Erforderliche Nachweise

- Die Nachweise für den Anschluss mit eingeschlitztem Stahlteil (siehe oben) gelten entsprechend.

Anmerkungen

- Stahlprofile aus der Reihe IPE eignen sich wegen ihrer Geometrie gut.
- Die Flansche der Stahlprofile sollten aus verschiedenen konstruktiven und funktionellen Gründen derart eingelassen werden, dass die Stützenaußenkanten durchwegs bündig verlaufen. Dies stellt bei einem Abbund der Stützen von Hand einen zusätzlichen Aufwand dar.
- In keinem Fall darf die mögliche Pressung zwischen Holzstütze und Stahlflanschen statisch in Rechnung gestellt werden, da diese Lastabtragung wegen des unvermeidbaren Schwinden des Holzes, dies vor allem bei beheizten Gebäuden, nicht hinreichend zuverlässig ist.

6_ Stützenkopf Binderauflager

6.1 _ Anschluss mit Stahlteilen oder Holzlaschen

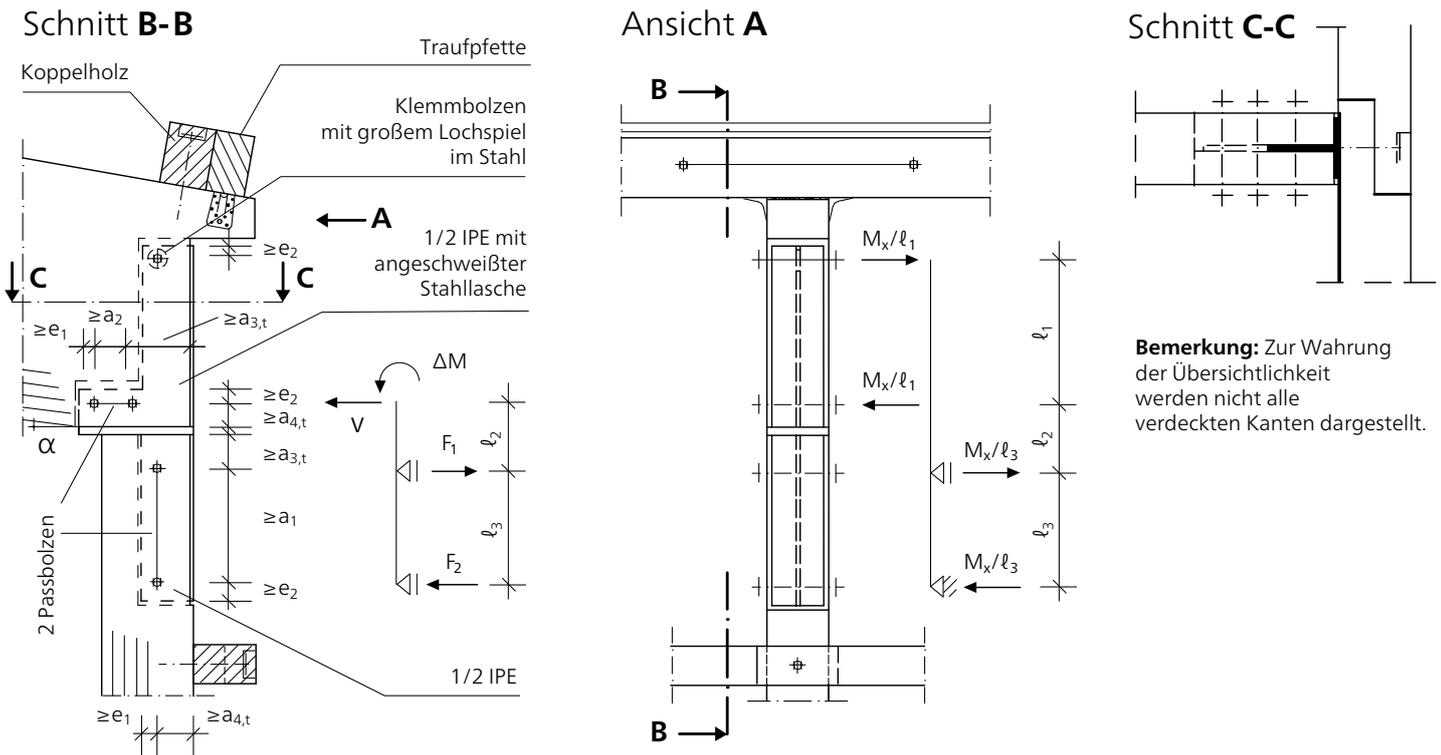


Abb. 16:
 Stützenanschluss mit
 eingeschlitztem Stahlteil

$\Delta M = N \cdot e$
 mit
 $N =$ lotrechte Auflagerlast
 am Stützenkopf
 $e =$ Abstand zwischen
 Mitte Stützenkopfplatte
 und
 der resultierenden
 Normalkraft
 in der Stützenachse

Hinweise für die Bemessung

- Das Stahlteil kann für die Auflagerung des Binders auf Holz-, Stahl- und Betonstützen eingesetzt werden. Es bildet die notwendige Gabelauflagerung. Halbierte Profile der Reihe IPE lassen sich vorteilhaft verwenden.
- Die lotrechten Auflagerkräfte aus dem Binder werden über Kontaktpressung in die Stütze eingeleitet. Für die Bestimmung der Größe der Auflagerfläche ist die Spannung $\sigma_{c,90^\circ-\alpha}$ (mit $\alpha =$ Winkel zwischen Kraft und Faserrichtung) maßgebend.
- Die horizontalen Auflagerkräfte aus dem Binder werden über die unten im Binder angeordneten Verbindungsmittel, vorzugsweise Passbolzen, übertragen. Der Abstand dieser Passbolzen untereinander soll klein

sein, damit eine hinreichende Gelenkwirkung erhalten bleibt. Außerdem ist grundsätzlich bei der Wahl der Durchmesser und Materialfestigkeiten der Verbindungsmittel darauf zu achten, dass diese sich im Versagensfall plastisch verformen.

- Das in der Gabel oben angeordnete Verbindungsmittel darf nur als Klemmbolzen wirken. Im Steg des Stahlprofils ist eine so große Bohrung vorzunehmen, dass eine Verdrehung des im statischen System als Gelenk angenommenen Auflagers nicht behindert wird. Zusätzlich dürfen Quell- und Schwindverformungen des Binders, die mit den klimatischen Änderungen auftreten, nicht zu Schäden führen. Der notwendige Durchmesser der Bohrung kann aus den zu erwartenden Verformungen bestimmt

Bemerkung: Zur Wahrung der Übersichtlichkeit werden nicht alle verdeckten Kanten dargestellt.

werden. Als grobe Annahme können die Durchmesser für Bolzen M 16 zu mindestens 36 mm, für Bolzen M 20 zu mindestens 45 mm gewählt werden.

- Bei abhebenden Kräften, beispielsweise bei offenen Hallen mit leichter Dacheindeckung und Unterwind, ergeben sich durch die unten im Binder angeordneten tragenden Verbindungsmittel Querkzugspannungen. Hier können Verstärkungen durch in den Binder eingeklebte Gewindestangen, eingebaute selbstbohrende Schrauben oder durch aufgeklebte Verstärkungen mit Holz oder Holzwerkstoffen erforderlich werden. Keinesfalls darf unter vermeintlichen statischen und konstruktiven Zwängen der im Anschluss oben liegende Bolzen passgenau eingebaut werden. Die Gefahr von Rissen aus Querkzug bei gelegentlichem Unterwind ist gering gegenüber unvermeidbaren Rissen bei behinderten Quell- und Schwindverformungen.
- Bei der Wahl eines Profils aus der Reihe IPE ist häufig die Steghöhe nicht hinreichend groß, um die Mindestabstände der unteren Passbolzen zum Binderende zu wahren. Das Profil kann dann durch eine in den Binder hineinreichende Lasche im Bereich der Verbindung ergänzt werden.
- Betonstützen werden überwiegend als in die Fundamente eingespannte Bauteile konzipiert. Es handelt sich im Hallenbau fast ausschließlich um Fertigteilstützen. Bei der Herstellung wird eine stählerne Kopfplatte eingebaut, auf die vor der Montage die Gabelkonstruktion aufgeschweißt wird (vgl. Abb. 17). Betonstützen weisen meist Dimensionen auf, die genügend Flächen zur Auflagerung der Holzbinder bieten. Die Kopfkonstruktion dient somit neben der

Übertragung von horizontalen Kräften nur als Gabellagerung.

- Stahlstützen benötigen oft nur Profilhöhen, die zur Auflagerung weitgespannter Holzbinder zu klein sind. Die Holzpressungen rechtwinklig zur Faserrichtung des Holzes bestimmen die notwendigen Größen der Auflagerflächen. Wird die Kopfplatte der Stütze über die Profilkanten hinaus verlängert, so werden bei großen Kraglängen dicke Kopfplatten benötigt. Es empfiehlt sich dann, die Kopfplatten mittig konsolenartig zu stützen. Hierbei entsteht ein T-förmiges Profil, dessen Steg in das Holz eingelassen wird (vgl. Abb. 18).
- Holzstützen können in gleicher Weise, wie oben beschrieben, mit über den Querschnitt hinausreichenden Auflagerplatten versehen werden. Häufig ist es jedoch wirtschaftlicher, die Dimensionen der Holzstütze über das statisch notwendige Maß hinaus zu vergrößern, um eine ausreichende Auflagerfläche für den Dachträger zu erhalten.
- Bei Annahme einer gleichmäßig verteilten Auflagerpressung wird bei über den Querschnitt hinausreichenden Auflagerkonstruktionen die lotrechte Auflagerkraft nicht mehr zentrisch in die Stützen eingetragen; es entsteht ein Zusatzmoment. Dieses kann der Stütze zugewiesen werden. Die Dimensionen der Stützen werden davon meist nicht beeinflusst. Es sind jedoch die Verbindungen für die zusätzlichen Kräfte aus dem Zusatzmoment auszulegen.
- Bei Anordnung nur eines Stabdübels oder Passbolzens fordert beispielsweise DIN EN 1995-1-1/NA, NCI zu 8.5 (NA.6) eine Abminderung der zulässigen Tragkraft auf die Hälfte des Normalwertes.

Erforderliche Nachweise

Stahl

- Die Nachweise für die Stahlbauteile und deren Verbindungen sollen nach den einschlägigen Bemessungsnormen erfolgen. Profile aus der Reihe IPE weisen relativ geringe Stegdicken auf. Hier ist auf den Nachweis der Lochlaibungsspannungen zu achten. Die Kopfplatten sind unter den auf sie wirkenden Auflagerpressungen nachzuweisen. Hier darf näherungsweise ein Plattenstreifen als Kragarm oder Balken oder auch ein Plattenstück, zwei- oder dreiseitig gelagert als Platte bemessen werden. Hier sollte man nicht sparen. Wenn das gewählte statische Modell zu einer Kopfplattenstärke von 15 mm führt, so sollten 20 mm ausgeführt werden.

Holz

- Die Verbindungsmittel im Binder sind für die Horizontalkraft V , in der Holzstütze für die Kraft F_1 zu bemessen, dies jeweils unter Berücksichtigung der Kraft- und der Faserrichtung. Die Spannungen $\sigma_{c,a}$ sind zu berechnen; diese dürfen den Widerstandswert erreichen, damit Überstände einer Kopfplatte und daraus entstehende Exzentrizitäten klein gehalten werden.
- Die Ausbildung der Gabellagerung erfolgt oft unter konstruktiven Gesichtspunkten. In DIN EN 1995-1-1/NA, NCI zu 9.2.5.3 (NA.4) ist ein Moment zur Bemessung der Gabellagerung gegeben mit

$$M_{\text{tor,d}} = \frac{M_d}{80}$$

Dabei ist M_d das größte Moment des BS-Holz-Binders, betrachtet auf zwei Stützen unter Gleichlast. Bei einem mittig eingeschlitzten Stahlprofil wird dieses Moment im Binder und in einer Holzstütze durch ein Paar von Kräften, die in den Bolzenachsen angesetzt werden können, aufgenommen, wie auch in Abb. 16 dargestellt. Nachzuweisen sind die Druckspannungen rechtwinklig zu den Holzoberflächen unter den Unterlegscheiben.

- Torsionsspannungen im Holz können unter Beachtung der in DIN EN 1995-1-1/NA, NCI zu 9.2.5.3 (NA.4) genannten Randbedingungen vernachlässigt werden.

Anmerkungen

- Bei Verwendung eingeschlitzter Stahlteile können Bauteile unterschiedlicher Breite angeschlossen werden.
- Bei mit voller Höhe durchlaufendem Binder, beispielsweise zur Ausbildung eines Vordaches, kann das in einen Schlitz eingebaute T-Profil wegen der damit verbundenen Querschnittsschwächungen nicht mehr verwendet werden. Ein mittig eingebauter Flachstahl kann bei praxisüblichen Dicken das Gabelmoment M_x nicht übertragen. Der Anschluss mit Gabellagerung ist dann über außenliegende Holzlaschen, Winkel- oder U-Profile sicherzustellen.
- Einige Bemessungsvorschriften, beispielsweise DIN EN 1995-1-1/NA, NCI zu 8.5 (NA.6), fordern eine Abminderung der Beanspruchbarkeit bei Verwendung nur eines stiftförmigen Verbindungsmittels.

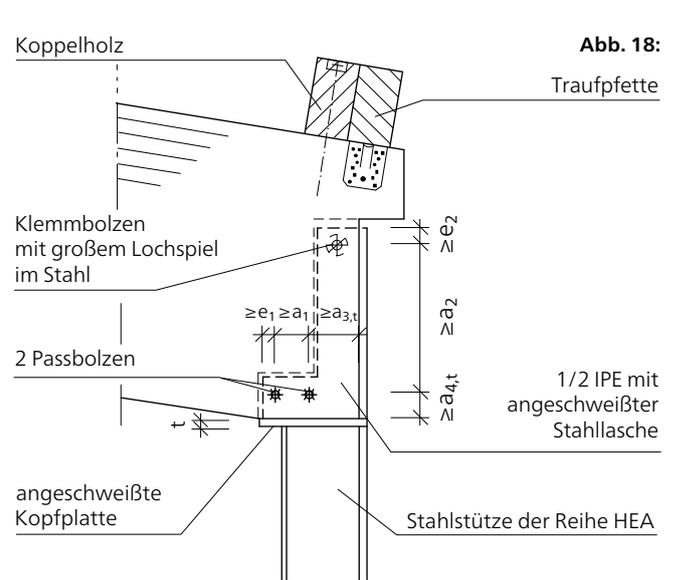
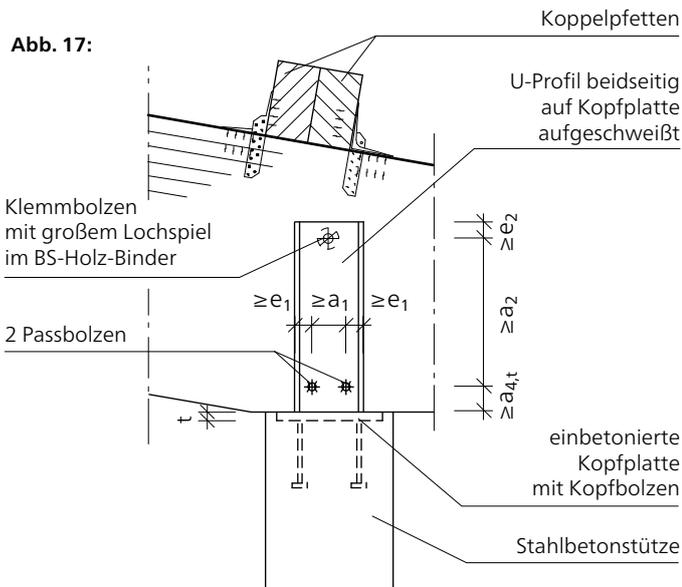


Abb. 17:
Anschluss an eine Stahlbetonstütze mit außenliegendem Stahlteilen

Abb. 18:
Anschluss an eine Stahlstütze mit eingeschliztem Stahlteil

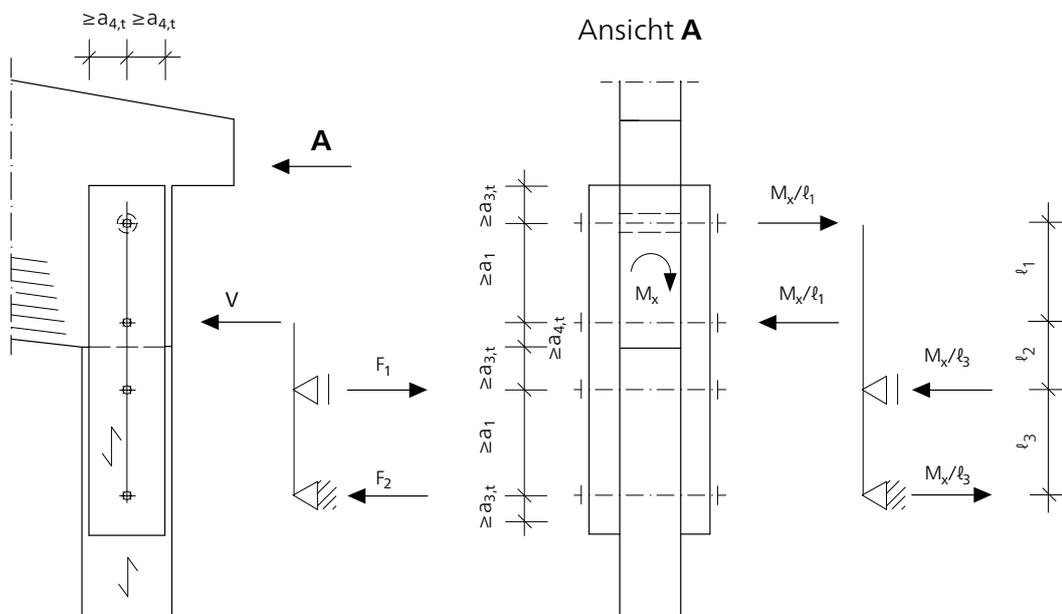


Abb. 19:

Abb. 19:
Anschluss mit außenliegenden Holzlaschen

7 _ Verbandsanschlüsse

7.1 _ Verbandsanschluss am Stützenfuß (Pendelstütze): Rundstahl an ein außenliegendes Stahlprofil

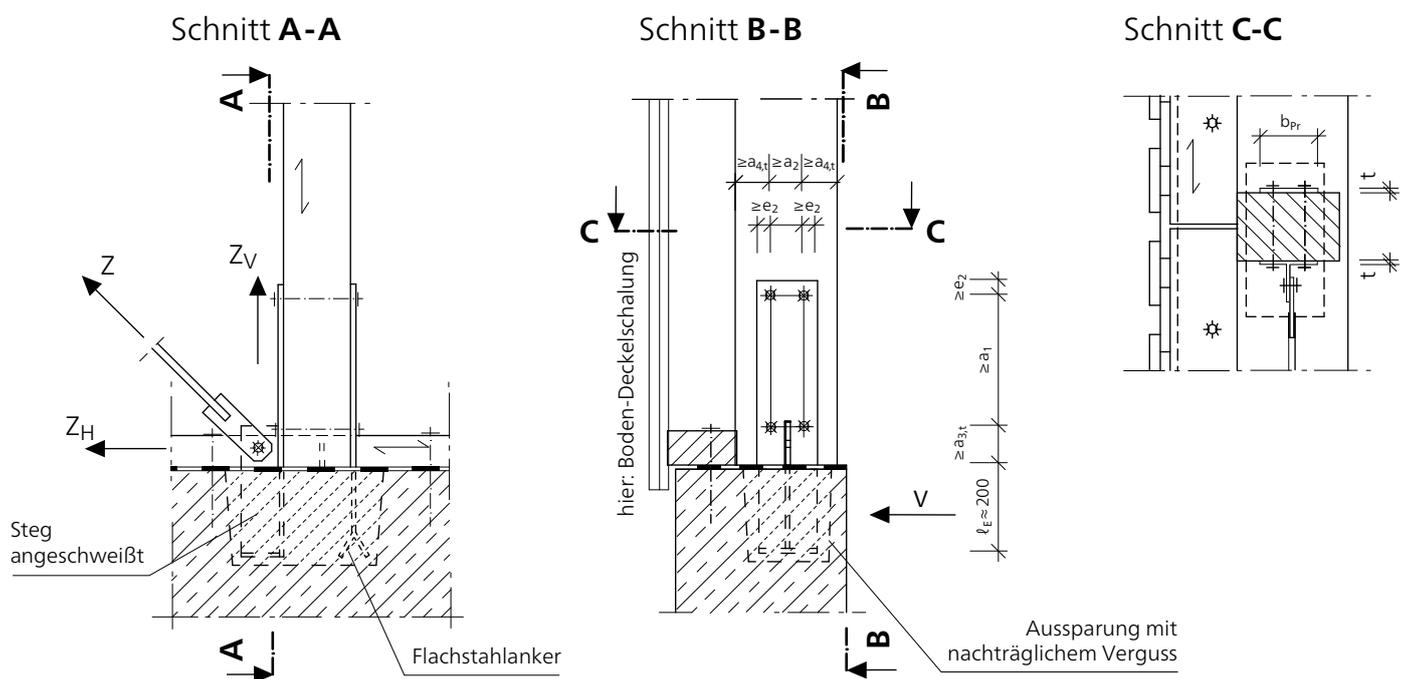


Abb. 20:
Anschluss von Diagonalen
am Stützenfußpunkt an ein
außenliegendes Stahlprofil

Hinweise für die Bemessung

– Die Konstruktion wird durch die horizontale Einwirkung V rechtwinklig zur Verbands ebene und die Einwirkung Z aus dem Verband beansprucht. Die lotrechten Kräfte der Stütze werden über die Kontaktfläche des Hirnholzes in das Fundament übertragen. Eventuelle abhebende Kräfte werden nicht betrachtet. Diese müssten zusätzlich mit den hier betrachteten Kräften (Z_V) über die Verbindungsmittel geleitet werden.

- Annahmen für die Aufnahme der Einwirkung V :
 - Es wird ein Gelenk im Beton mit einer konstanten Verteilung der Betondruckspannungen angenommen.
 - Der Abstand ℓ_2 in der Stütze wird durch die Tragfähigkeit der gewählten Verbindungsmittel bestimmt.
- Annahmen für die Aufnahme der Einwirkung Z :
 - Es wird eine Einspannung im Beton mit einer linearen Verteilung der Betondruckspannungen angenommen.
 - Die vertikale Komponente Z_V wird über die Fußplatte des Profils übertragen. Die horizontale Komponente Z_H und das daraus folgende Versatzmoment Δ_M erzeugen Druckspannungen $\sigma_{c,z}$ im Einspannbereich des Stahlprofils.

Erforderliche Nachweise

Beton

- Betondruckspannungen $\sigma_{c,y}$ infolge V

$$\sigma_{c,y} = \frac{V}{\sum (t \cdot \ell_E)}$$

- Nachweis der Betondruckspannungen $\sigma_{c,x}$ über der Fußplatte, Schubspannungen τ in einem Ausbruchkegel unter der vertikalen Komponente Z_V (hinreichende Verankerungstiefe erforderlich).

- Nachweis der Randspannungen im Beton $\sigma_{c,z}$ infolge der Kraftkomponente Z_H und dem Versatzmoment ΔM .

$$\Delta M = Z_H \cdot \ell_3$$

Holz

- Nachweis der unteren Passbolzen für die Kraft F_1 als zweischnittige Stahl-Holz-Verbindung.

$$F_1 = V \cdot \frac{\ell_1}{\ell_2}$$

Stahl

- Nachweis des Gelenkbolzens als einschnittige ungestützte Verbindung mit der Kraft Z.
- Nachweis des Flachstahlanschlusses mit Schweißnähten zum Rundstahl.
- Nachweis des Rundstahls im Voll- und im Spannungsquerschnitt (beim Übergang zum Spanschluss).

Anmerkungen

- Als Anschlussprofil kann alternativ zum geschweißten Profil ein halbiertes IPE-Profil verwendet werden.
- Es können auch Stabanker mit Anschlussenden aus Gussstahl eingesetzt werden. Für deren Tragfähigkeit gibt es meist typengeprüfte Berechnungen.
- Die Verbände sind einfach zu montieren.
- Eine Aufnahme des Versatzmomentes aus Z über die Schraubenpaare des Hauptanschlusses wird nicht empfohlen, da durch Formänderungen aus dem Quellen und Schwinden der Holzstütze zusätzliche Verformungen möglich sind.

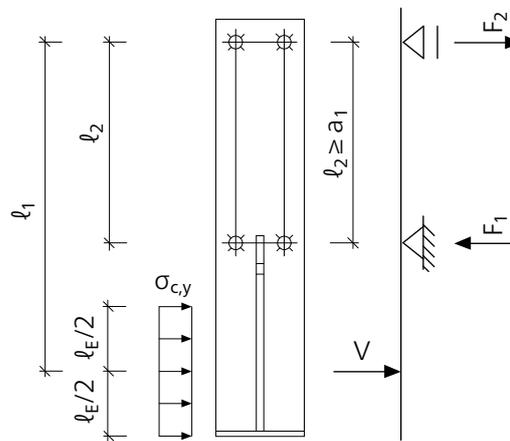


Abb. 21: Statisches Ersatzsystem – Aufnahme von V

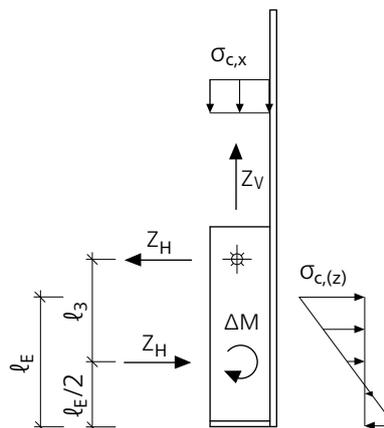


Abb. 22: Betondruckspannungen – Aufnahme von Z

7.2 _ Verbandsanschluss im Traufbereich: Rundstahl über T-Profil an den Binder

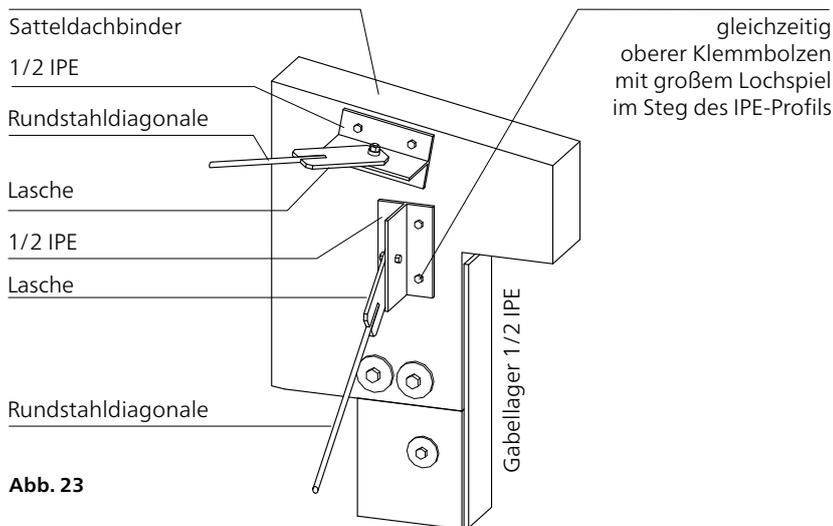


Abb. 23

Abb. 23:
Anschluss von
Rundstahldiagonalen
über halbierte IPE-Profile

Abb. 24:
Statisches Ersatzsystem

Hinweise für die Bemessung

- Bei der konstruktiven Durchbildung des Anschlusses sollten größere Exzentrizitäten vermieden werden. Ein gemeinsamer Schnittpunkt der Achsen sollte gebildet werden. Exzentrizitäten sind im Übrigen bei der Ermittlung der Beanspruchungen zu berücksichtigen.
- Der Diagonalenanschluss besteht jeweils aus einer am Rundstahl angeschweißten Stahl-lasche, die über einen Gelenkbolzen mit dem Steg eines halbierten IPE-Profils verbunden ist. Das Stahlprofil ist mit Passbolzen an den Binder angeschlossen.

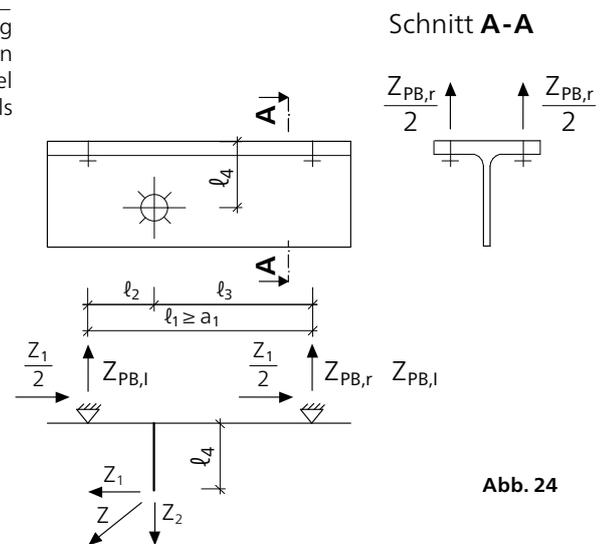


Abb. 24

- Die Traufpfette überträgt als Verbands-pfosten eine Druckkraft, die über eine zusätzlich angeordnete Kragge in den Binder eingeleitet wird.
- Die zu übertragende Zugkraft Z aus dem jeweiligen Verband wird in Komponenten parallel zum Binder/Stütze (Kraft Z_1) und rechtwinklig zum Binder/Stütze (Kraft Z_2) aufgeteilt.

Erforderliche Nachweise**Stahl**

- Nachweis des Gelenkbolzens und des Rundstahlankers nach der maßgebenden Bemessungsnorm, wie grundsätzlich in Abschnitt 7.1 beschrieben.

Holz

- Nachweis der Druckspannungen rechtwinklig zur Faser unter der Unterlegscheibe infolge der Kraftkomponente $Z_{PB,r}$ bzw. $Z_{PB,l}$ (abhängig von der geometrischen Anordnung des Gelenkbolzens).

$$Z_{PB,r} = \left[\frac{Z_2 \cdot \ell_2}{\ell_1} + \frac{Z_1 \cdot \ell_4}{\ell_1} \right] \text{ (Kraft je Bolzenpaar)}$$

$$Z_{PB,l} = \left[\frac{Z_2 \cdot \ell_3}{\ell_1} + \frac{Z_1 \cdot \ell_4}{\ell_1} \right] \text{ (Kraft je Passbolzenpaar)}$$

- Ein Nachweis der Druckspannungen rechtwinklig zur Faserrichtung des Holzes in der Kontaktfläche zwischen dem T-Profil und dem Binder ist meist entbehrlich. Wird er geführt, so ist hierfür eine sinnvolle Verteilung der Spannungen anzunehmen.
- Nachweis der Tragfähigkeit der Passbolzen als einschnittige Stahl-Holz-Verbindung auf Lochleibung für die Kraft Z_1 . Der Nachweis der Schrauben auf Zug für die Kraft $Z_{PB,r}$ bzw. $Z_{PB,l}$ ist nicht maßgebend.

Anmerkungen

- Die Bauteile sind einfach zu montieren.
- Es können standardisierte Teile verwendet werden.
- Die Anordnung der Anschlussprofile für den Dach- und den Wandverband, für die Gabellagerung der Binder und für den Anschluss der Pfette kann geometrische Probleme verursachen. Bei zu geringen Anschlussflächen sind Sonderlösungen notwendig (z. B. Kapitel 7.3).
- Es ist anzustreben, dass sich die Systemlinien von Stütze, Binder und Verbandsstäben schneiden, so dass keine Momente aus exzentrischen Anschlüssen entstehen, deren Wirkung dann beachtet werden müsste.

7.3 _ Anschluss von Rundstahldiagonalen am Binder: durchgebohrt mit Rückverankerung

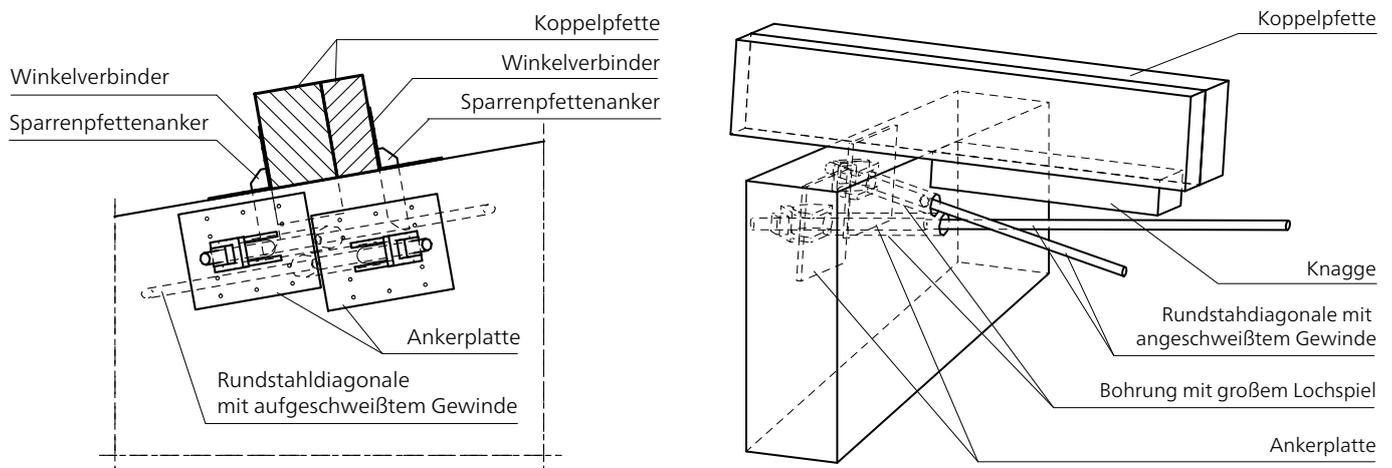


Abb. 25:
Diagonalenanschluss,
durchgebohrt
mit Rückverankerung

Hinweise für die Bemessung

- Die Diagonalen werden durch den Binder geführt und rückverankert. Die Rückverankerung besteht jeweils aus einer Stahlplatte mit zwei aufgeschweißten Halbkreisprofilen und einer mittigen Langlochbohrung. Die Muffe ist konkav mit dem Radius des runden Gegenstückes ausgebildet.
- Die Komponente Z_1 parallel zum Binder wird mit Nägeln oder Schrauben angeschlossen. Die Komponente Z_2 rechtwinklig zum Binder erzeugt Querdruckkräfte.
- Die Pfette überträgt als Verbandspfosten eine Druckkraft, die über eine zusätzlich angeordnete Knagge in den Binder eingeleitet wird.

Erforderliche Nachweise

Stahl

- Nachweis der Zugspannungen in der Rundstahldiagonale
- Nachweis der Zugspannungen im Spannungsquerschnitt des Gewindes.

Holz

- Nachweis der Tragfähigkeit der Nägel oder Schrauben als einschnittige Stahl-Holz-Verbindung für die Kraft Z_1 .
- Nachweis der Druckspannungen rechtwinklig zur Faser unter der Ankerplatte für die Kraft Z_2
- Nachweis der Verbindungsmittel zur Befestigung der Knagge an der Pfette für eine Holz-Holz-Verbindung.
- Nachweis der Druckspannungen rechtwinklig zur Faser in der Kontaktfläche zwischen Knagge und Binder.

Anmerkungen

- Die Bohrung durch den Binder sollte hinreichend größer gewählt sein als der Rundstahldurchmesser, um ungewollte Zwängungen zu vermeiden und eine Kraftübertragung ausschließlich über die Ankerplatte zu erreichen.
- Der Abstand zwischen der oberen Bohrung und Oberkante Binder richtet sich nach der Knaggenhöhe, sollte jedoch mindestens $3d_L$ betragen. Dabei ist d_L der Durchmesser der Bohrung. Der Abstand der Bohrungen untereinander sollte hinreichend groß gewählt werden, so dass eine Verschneidung der Bohrungen im Kreuzungspunkt ausgeschlossen werden kann.
- Der Knotenpunkt kann zentrisch ausgeführt werden.
- Die Rückverankerungskonstruktion ist universell für jede Diagonalenneigung einsetzbar.
- Ein Spannschloss ist nicht erforderlich.

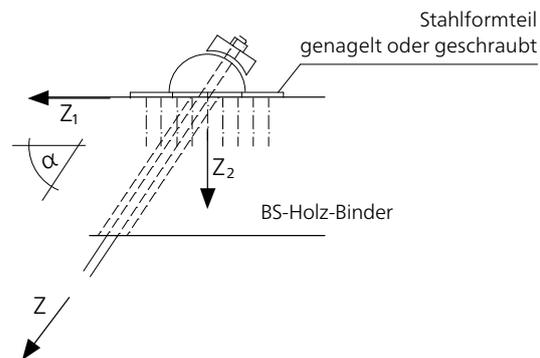


Abb. 26:
Lastverteilung
an der Ankerplatte

7.4 _ Anschluss von Holzdiagonalen am Binder: mit Knotenblechen

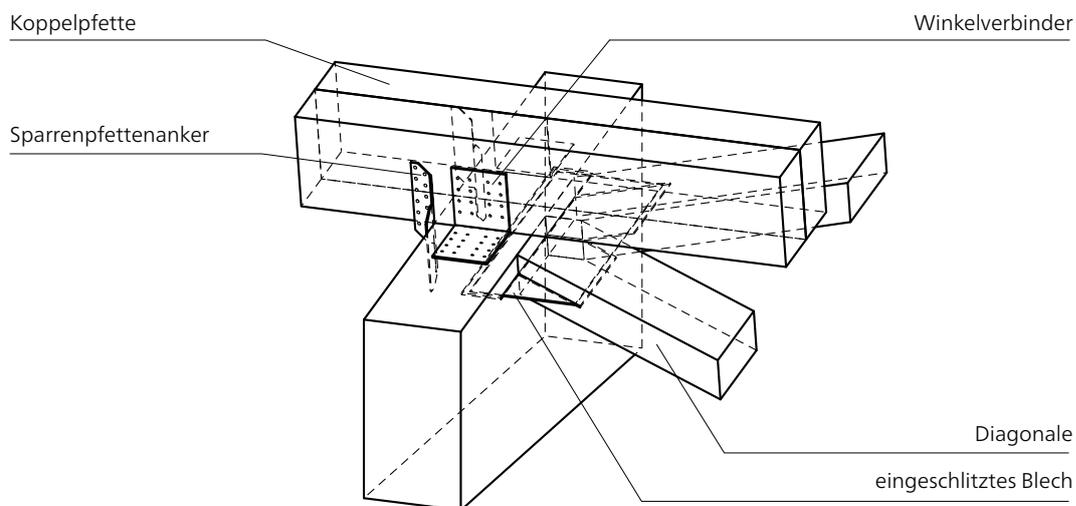


Abb. 27:
Darstellung mit
eingeschlitztem
Knotenblech

Hinweise für die Bemessung

- Die Holzdiagonalen werden über Stahlbleche mit Nägeln angeschlossen. Die Bleche werden mittig in die Verbandsstäbe eingeschlitzt (Abb. 27) oder einseitig aufgelegt (Abb. 28).
- Bei der Ausführung des Verbandes mit Holzdiagonalen können diese Druck- oder Zugkräfte aufnehmen.
- Zur Verkürzung der Knicklänge der Diagonalen bei Knicken rechtwinklig zur Dachebene können die Stäbe an Zwischenpfetten befestigt werden. Die Verbindung und die Pfetten sind für eine Stützeinzellast zu bemessen. Diese kann beispielsweise nach DIN EN 1995-1-1:2010, 9.2.5.2 ermittelt werden.

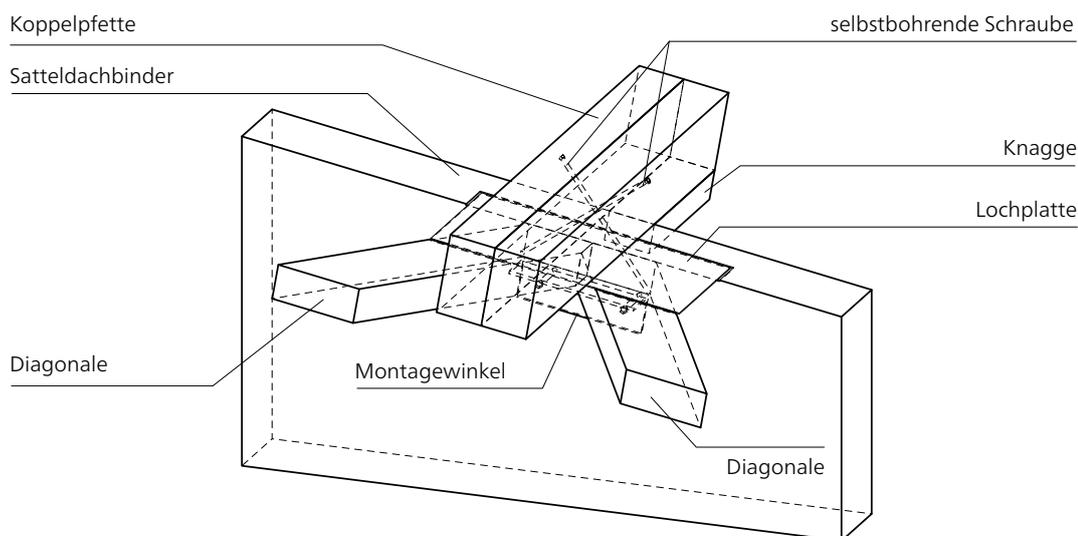
Erforderliche Nachweise

Stahl

- In den maßgebenden Schnitten der Stahlbleche sind die Zug-, Druck-, Schub- und Vergleichsspannungen den Widerstandswerten nach den maßgebenden Bemessungsnormen gegenüber zu stellen.

Holz

- Nachweis der Tragfähigkeit der Nägel für eine Stahl-Holz-Verbindung.
- Bei Zugstäben: Nachweis der Spannungen im Nettoquerschnitt des Anschlusses.
- Bei Druckstäben: Stabilitätsnachweis nach dem Ersatzstabverfahren.


Abb. 28:

Darstellung mit
einseitig aufgelegtem
Knotenblech

Anmerkungen

- Bei kleinen Kräften der Diagonalen können die Anschlussbleche auf die zu verbindenden Teile gelegt werden. Eine unter den Füllstäben befestigter Winkel kann als Montagehilfe dienen. Das durch die exzentrische Krafteinleitung entstehende Moment ist bei der Bemessung zu berücksichtigen.
- Bei großen Kräften der Diagonalen wird empfohlen, die Anschlussbleche mittig in die Füllstäbe zu führen. Die zweischnittige Verbindung hat gegenüber der zuvor beschriebenen die doppelte rechnerische Tragfähigkeit. Exzentrizitäten bei der Krafteinleitung in die Diagonalstäbe treten nicht auf.
- Besonders leistungsfähige Anschlüsse ergeben sich, wenn die Nagellöcher vorgebohrt werden. Die dann geringeren zulässigen Nagelabstände gemeinsam mit den höheren Nageltragfähigkeiten ergeben hohe Anschlusskräfte bei kleinen Blechflächen.
- Das Knotenblech sollte vor allem im Binder möglichst klein gehalten werden, um hinreichend große Anschlussflächen für die Pfetten frei zu lassen. Die Momente aus exzentrischem Anschluss des Knotenblechs werden im Binder übernommen.
- In Abb. 28 ist eine Befestigung der Pfetten auf dem Binder mit selbstbohrenden Schrauben dargestellt. Diese Schrauben und ihre Einbauweise sind in einer bauaufsichtlichen Zulassung geregelt.

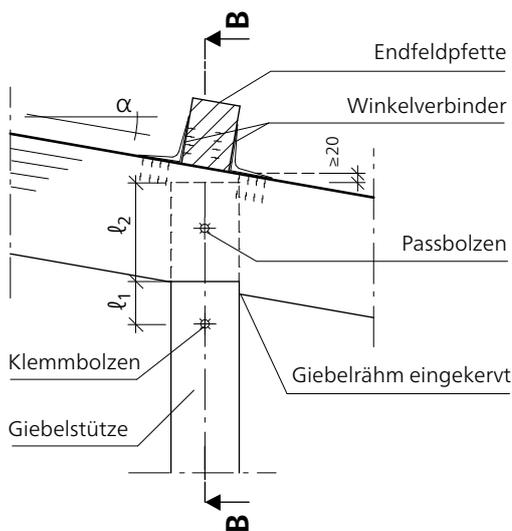
8_ Anschluss Giebelrähm – Stütze

Hinweise für die Bemessung

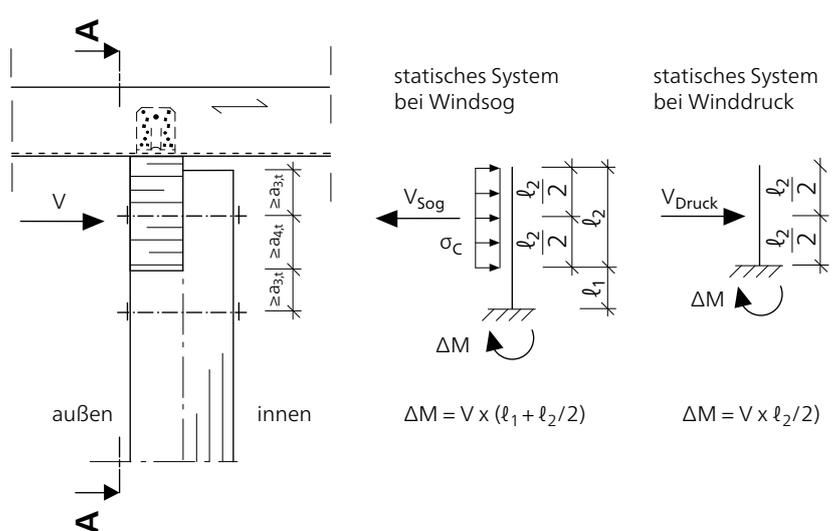
- Die Stütze ist gelenkig mit dem Rähm verbunden.
- Im Regelfall werden Rähm und Stütze außen bündig angeordnet.
- Die Querkräfte aus der Windbelastung auf den Giebel werden bei Winddruck über den Bolzen und dessen Unterlegscheibe, bei Windsog unmittelbar über Kontaktpressung übertragen.
- Die vertikalen Lasten aus dem Dach werden über Kontakt in die Stütze eingeleitet.
- Bei geneigten Dächern kann das Rähm am Stützenauflager eine Kerbe oder einen aufgeklebten Keil erhalten. Die Anordnung einer Knagge unter dem Rähm zur Weiterleitung der in Dachrichtung abtreibenden Kräfte ist möglich.

Abb. 29:
Anschluss Giebelrähm –
Stütze mit Kerbe im Rähm

Schnitt A-A



Schnitt B-B



Erforderliche Nachweise

Holz

- Nachweis der Schubspannungen für die Kraft V und der Biegespannungen infolge ΔM im Restquerschnitt der Stütze Nachweis der Auflagerpressung unter Beachtung des Kraft-Faser-Winkels.
- Nachweis der Spannungen im durch eine Kerbe geschwächten Querschnitt des Rähms.
- Nachweis der Druckspannungen rechtwinklig zur Faser unter der Unterlegscheibe bei Winddruck.
- Bei Anordnung einer Knagge Nachweis der Kontaktpressung gegen die Stütze und der Verbindungsmittel.

Anmerkungen

- Das das Rähm umfassende Längsholz der Stütze sollte hinreichend dick sein, um bei Transport und Montage nicht beschädigt zu werden. Beispielsweise sollte für eine Rähmbreite von 120 mm die Stütze mindestens 200 mm dick sein, damit nach der Ausklingung im Rähmbereich eine Dicke von 80 mm verbleibt.
- Die Stützen sollten mindestens 20 mm unter der Oberkante des Rähms enden, damit die Dachkonstruktion nicht beim Schwinden des Rähms auf der Stützenoberkante aufsitzt.
- Werden die Fassaden an den Außenkanten der Giebelkonstruktion bündig bekleidet, beispielsweise mit Stahlblech-Elementen, so sind die Schraubenköpfe und die Unterlegscheiben in Stütze und Rähm einzulassen.
- Hat das Rähm eine große Höhe h bei kleiner Breite b , mit etwa $h/b \geq 4$, oder eine Höhe h von mehr als etwa 300 mm, so werden für eine Gabellagerung zwei Verbindungsmittel übereinander benötigt. Das obere sollte dabei eine den Schwindverformungen angepasste hinreichend große Bohrung aufweisen.
- Im Falle abhebender Kräfte bei offenen Hallen mit leichtem Dachaufbau sind die Verbindungen nachzuweisen.
- Windsog bewirkt in der Ausklingung Querkzug- und Schubkräfte. Zur Sicherung gegen Aufreißen sind Bolzen geeignet, falls diese nach einem Schwinden des Holzes nachgespannt werden. Dauerhafte und im Holz versenkte Verstärkungen sind eingeklebte Stahlstangen oder selbstbohrende Schrauben.

- Zur Vermeidung zu großer Querschnittschwächungen durch eine Kerbe, wird für Dachneigungen $> 12^\circ$ die Ausführung nach Abb. 30 oder Abb. 31 empfohlen.
- Bei Verwendung eines Keils ist dieser im Werk aufzukleben. Eine Knagge kann auf der Baustelle montiert werden.

Ansicht

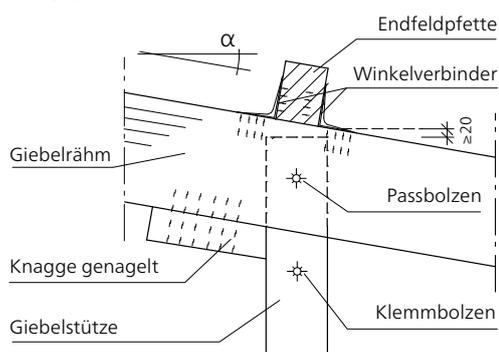


Abb. 30:
Anschluss Giebelrähm –
mit Knagge

Ansicht

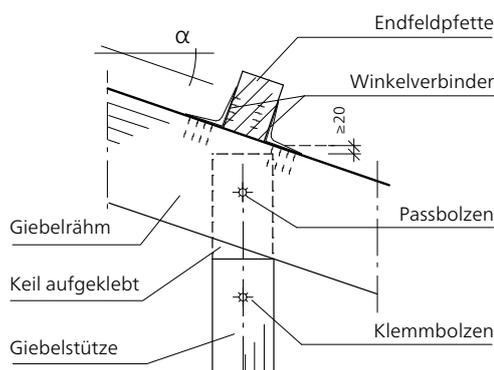


Abb. 31:
Dachneigungen $> 12^\circ$:
Anschluss mit
aufgeklebtem Keil

9_ Firstpunkt Giebelrähm

Abb. 32:
Blattung mit Bolzen

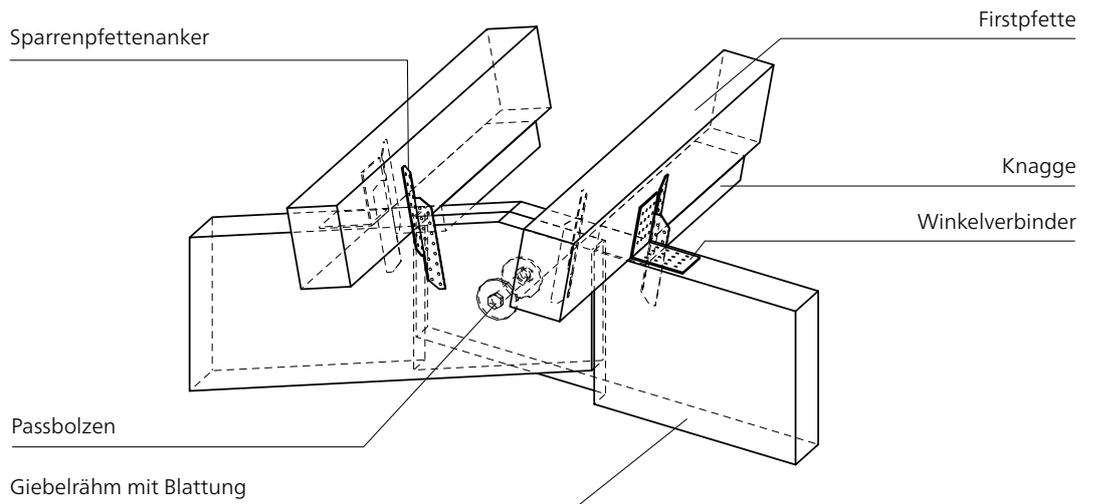
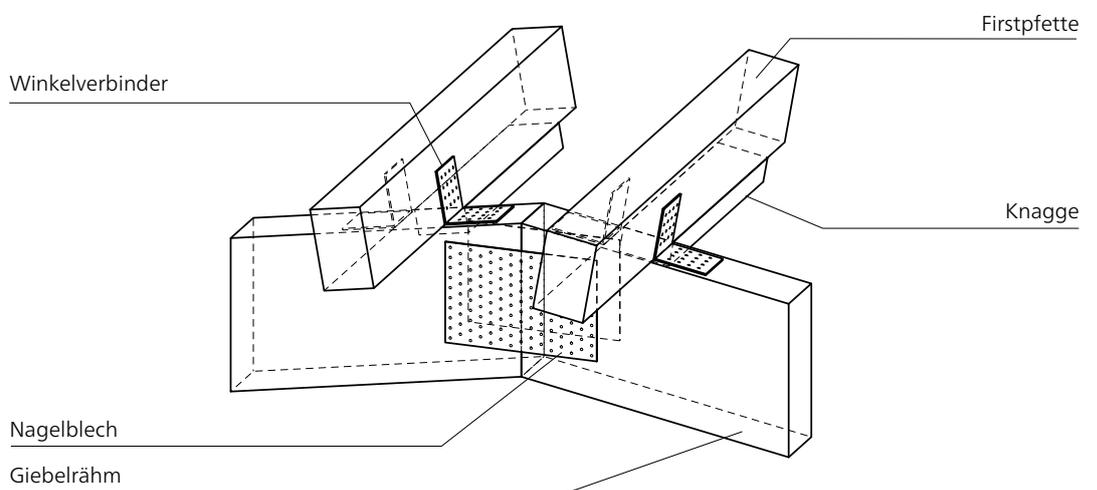


Abb. 33:
Stumpfer Stoß mit außen-
liegenden Lochblechen



Hinweise für die Bemessung

- Das Rähm wird für die Abtragung lotrechter Lasten als Durchlaufträger mit einem Gelenk im First betrachtet. In horizontaler Richtung stützt sich das Rähm gegen feste Punkte, im Allgemeinen gegen die Pfetten, die von Verbandsknoten gegen Verschiebungen gehalten werden. Es ergibt sich daher für lotrechte Lasten ein statisches System mit Auflagern in den Stützenachsen, für horizontale Lasten mit Auflagern in den Achsen der Verbandspfetten. Das Rähm darf im Firstpunkt als Ende eines Kragarms angenommen werden. Der in Abb. 32 dargestellte Bolzen ist dann lediglich konstruktiv anzuordnen. Bei Annahme des Firstpunktes als Gelenk sollten Passbolzen die Kräfte aus lotrechten Lasten übertragen. In horizontaler Richtung ist der Firstpunkt gestützt, sofern die Firstpfetten, wie überwiegend üblich, an Verbandsknoten angeschlossen sind.

Erforderliche Nachweise

- Die Verbindung im First ist für die im Gelenk auftretenden Kräfte zu bemessen.

Anmerkungen

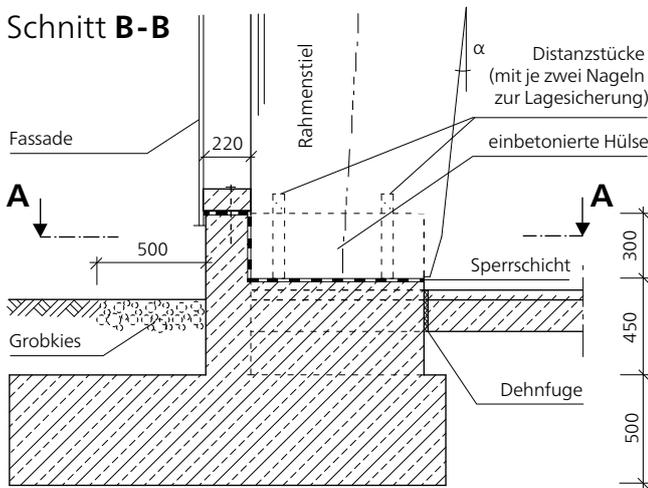
- Die Überblattung nach Abb. 32 ist konstruktiv klar und einfach zu montieren. Ein Abbund von Hand ist aufwändig. Die Herstellung mit einer geeigneten Abbundanlage ist problemlos, wenn die geometrischen Daten aus der konstruktiven Bearbeitung unmittelbar an die Maschine übergeben werden können. Eine gesonderte Programmierung der Maschine bringt für diesen Punkt, der in einer Halle nur zweimal gegeben ist, zusätzliche Kosten.
- Bei einer an der Außenkante der Giebelkonstruktion bündig montierten Bekleidung sind die Verbindungsmittel, Schraubenköpfe und Scheiben, einzulassen. Der stumpfe Stoß nach Abb. 33 ist mit geraden Kappschnitten einfach herzustellen. Als Verbindungen eignen sich außenliegende Nagelbleche, eingeschlitzte Stahlbleche mit Passbolzen oder auch Holzlaschen, falls diese die Montage der Fassadenelemente nicht behindern.

10_ Fußpunkt Dreigelenkrahmen

Abb. 34:
Darstellung Stützenfuß
mit horizontaler Aufstands-
fläche

10.1 _ Auflager mit horizontaler Aufstandsfläche

Schnitt B-B



Schnitt A-A

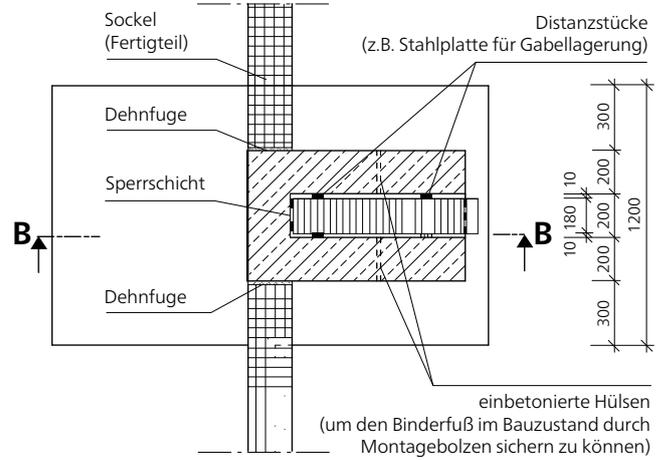
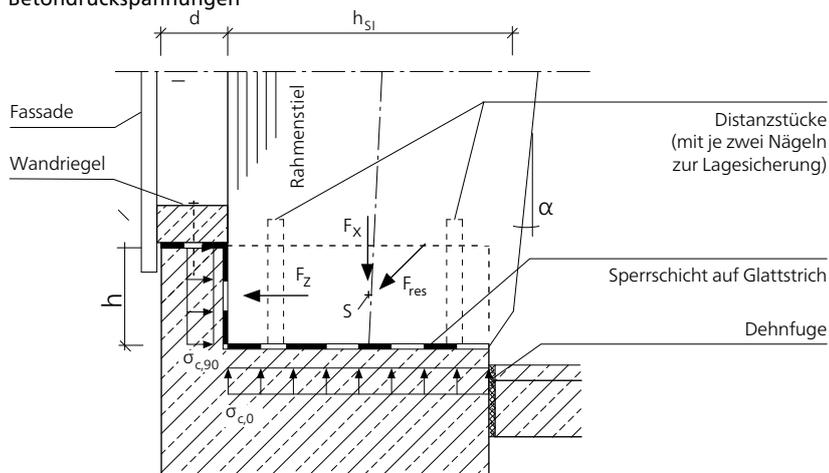


Abb. 35:
Betondruckspannungen



Hinweise für die Bemessung

- Die Auflagerkräfte werden über Kontaktpressung unmittelbar in den Fundamentkopf eingeleitet.
- Seitliche Betonwangen bilden eine Gabellagerung.
- Die Höhe h (siehe Abb. 35) der horizontal belasteten Aufkantung sollte möglichst klein sein. Die Spannungen sollten hier die Bemessungswerte des Widerstandes erreichen.
- Die Geometrie des Anschlusses sollte so gewählt werden, dass sich die Resultierenden der Kontaktpressungen mit der Binderachse schneiden. Ansonsten entstehen am Stützenfuß Momente, die für die Ermittlung der Auflagerpressungen und auch der Schnittkräfte des Rahmens zu berücksichtigen sind.

Erforderliche Nachweise

Beton

- Bei Wahl der Krafteinleitung über einen betonierten Fundamentkopf erfolgt die Einleitung der Horizontalkraft in ein dreiseitig gelagertes Betonteil. Zur Ermittlung der Schnittgrößen ist ein sinnvolles statisches System anzunehmen. Hier bietet sich ein Balken an, der von einer seitlichen Wange zur anderen spannt. Die Annahme einer beidseitigen Einspannung führt zu einer Verteilung der Schnittgrößen über die betrachtete Länge.

Holz

- Die resultierende Auflagerkraft F_{res} ist in die Richtungen rechtwinklig zu den Kontaktflächen zu zerlegen. Mit den erhaltenen Komponenten (F_z , F_x) sind die Druckspannungen rechtwinklig bzw. parallel zur Faser in den Kontaktflächen zu ermitteln und mit den Beanspruchbarkeiten zu vergleichen.

Anmerkungen

- Je nach Montageart der Rahmen kann ein Bolzen zur Lagesicherung für den Bauzustand notwendig werden (vgl. Abb. 34).
- Betontaschen sollen seitlich mit etwa 10 mm Luft geplant werden. Dies erleichtert die Montage und gewährleistet eine Belüftung des Holzes. Die Binder sind an den Auflagern mit Kontaktstücken gegen Verdrehen zu sichern (Gabellagerung). Als Kontaktstücke eignen sich Keile aus Hartholz, Metall oder Kunststoff. Diese sind links und rechts, vorne und hinten in den Betontaschen kraftschlüssig einzubauen. Eine natürliche Belüftung des Fußpunktes im Beton soll erhalten bleiben.
- Die horizontal belasteten Betonteile bilden im Allgemeinen auch den Sockel der Wandbekleidung. Für die Festlegung der Geometrie sind daher sowohl statische als auch konstruktive Randbedingungen zu beachten.
- Die Kontaktflächen zwischen Holz und Beton sind mit einer Feuchtesperre zu versehen. Eine Bitumendachbahn oder eine diffusionshemmende Folie ist hier ausreichend.
- Bei Holzflächen, die rechtwinklig zur Faserrichtung beansprucht sind, können ohne weitere Maßnahmen gleichmäßig verteilte Druckspannungen angenommen werden.
- In Holzflächen, die parallel zur Faserrichtung beansprucht werden, sind die Kräfte gleichmäßig verteilt einzuleiten. Hierzu sind ebene Auflagerflächen zu schaffen, beispielsweise durch einen Glattstrich oder durch den Einbau nachgiebiger Zwischenlagen. Lager aus Neoprene sind geeignet.

10.2 _ Auflager mit geneigter Aufstandsfläche

Hinweise für die Bemessung

- Eine Neigung der Aufstandsfläche der Binder vermindert die in der lotrechten Binderfläche aufzunehmenden Horizontalkräfte (Abb. 36 u. 37).

Abb. 36:

Betondruckspannungsverteilung Stützenfuß mit geneigter Aufstandsfläche

- Die resultierende Auflagerkraft F_{res} wird rechtwinklig zu den Richtungen der Kontaktflächen zerlegt und weiterverfolgt.

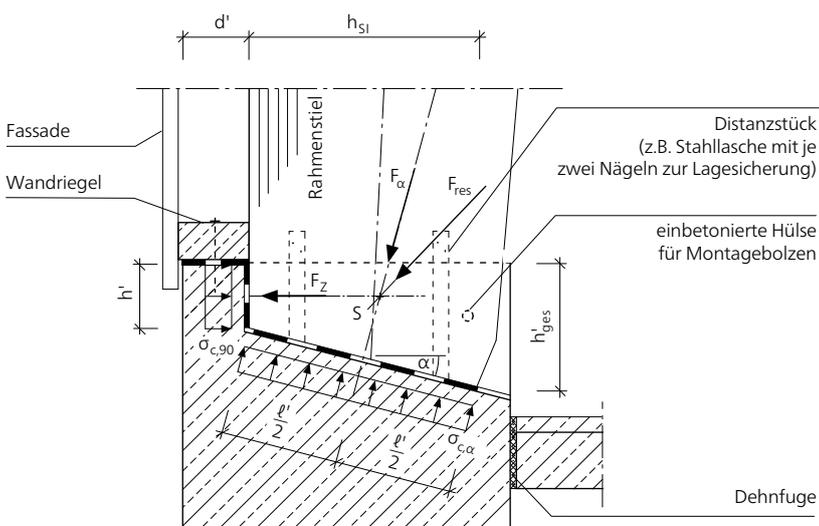
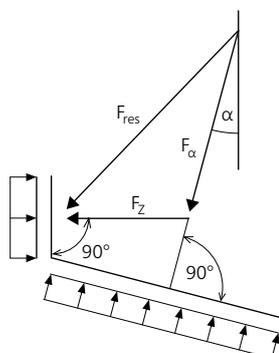


Abb. 37:

Krafteck



Erforderliche Nachweise

- Für die erforderlichen Nachweise gilt Abschnitt 10.1 entsprechend. Bei den Nachweisen der Druckspannungen im Holz ist die jeweilige Kraftfaserrichtung zu berücksichtigen.

Anmerkungen

- Bei der Wahl einer geneigten Aufstandsfläche, in Abb. 36 mit $\alpha = 15^\circ$ dargestellt, ist darauf zu achten, dass die resultierende Auflagerkraft bei allen möglichen Lastkombinationen immer eine zuverlässig große Horizontalkomponente aufweist, die über die Kontaktfläche der Betonauflagerung übertragen wird. Andernfalls ist die Lage der Rahmen nicht gesichert.

10.3 _ Auflager mit eingespanntem Stahlformteil

Hinweise für die Bemessung

- Anschlusselemente aus Stahlformteilen (Abb. 38) können U-förmig oder T-förmig eingeschlitzt gestaltet werden.
- Die rechtwinklig zur Aufstandsfläche des Holzquerschnitts gerichtete Kraft F_x bewirkt über Kontakt Normalspannungen parallel zur Faserrichtung, die als gleichmäßig verteilt angenommen werden können, falls das eingeschlitzte T-förmige Stahlteil eine hinreichend große Steifigkeit aufweist.
- Die Kraft F_z erzeugt Querdruckspannungen $\sigma_{c,90}$ unter dem Stahlteil an der äußeren Binderflanke. Außerdem entsteht ein Versatzmoment $\Delta M = F_z \cdot \ell_1$ im Schwerpunkt der Einspannung im Beton. Dieses Versatzmoment kann bei einer ausmittigen Anordnung des eingespannten I-Profils um das Maß $\Delta M' = F_x \cdot \ell_2$ reduziert werden.

Erforderliche Nachweise

Beton

- Nachweis der Randspannungen

$$\sigma_{c,y} = \frac{F_z}{A} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \ell_1}{\ell_E}\right) - \frac{F_x \cdot \ell_1 \cdot 6}{A \cdot \ell_E}$$
 mit $A = \ell_E \cdot b_{pr}$ (b_{pr} = Flanschbreite des I-Profils) Bei zentrischer Anordnung des I-Profils wird $\ell_2 = 0$.
- Nachweis der Betondruckspannungen $\sigma_{c,x}$ unter der Auflagerplatte.

Stahl

- Es sind die Biege-, Schub- und Vergleichspannungen für die Stahlteile einschließlich Schweißnähten nach den maßgebenden Bemessungsnormen zu führen.

Holz

- Nachweis der Querdruckspannungen $\sigma_{c,90}$ an der Stirnplatte infolge F_z
- Nachweis der Längsdruckspannungen $\sigma_{c,0}$ aus der Auflagerkraft F_x .

Anmerkungen

- Die Stirnplatte sollte möglichst niedrig sein, um das Versatzmoment klein zu halten.
- Der Binder wird durch Stahlwinkel, die auf den Beton aufgeschraubt werden können, gegen seitliches Ausweichen gehalten.
- Bei großen Holzquerschnitten, ab etwa 800 mm Höhe, wird empfohlen, an der Stirnfläche des Stützenfußes Gleitfolien einzulegen, um die Reibungskräfte zu vermindern und damit ein weitgehend ungehindertes Quellen und Schwinden zu ermöglichen.

Abb. 38: Stützenfuß mit eingespanntem Stahlformteil

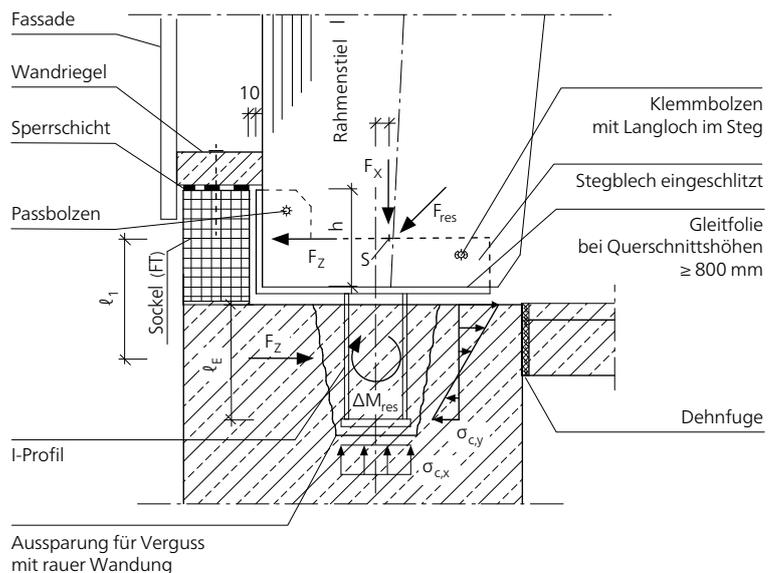


Abb. 39:
Fußpunktausbildung
mit Kippleiste

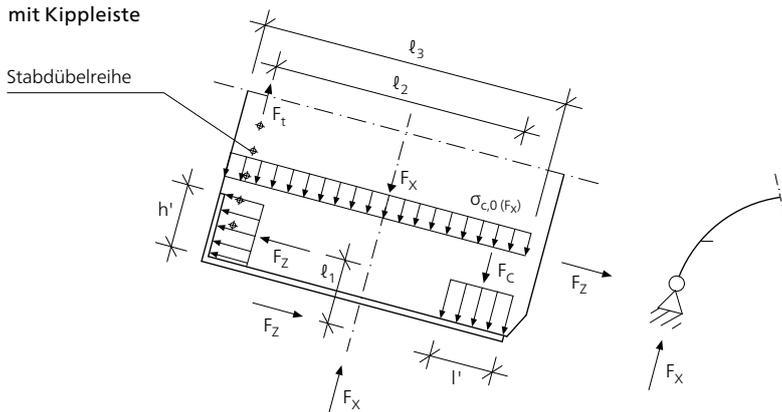
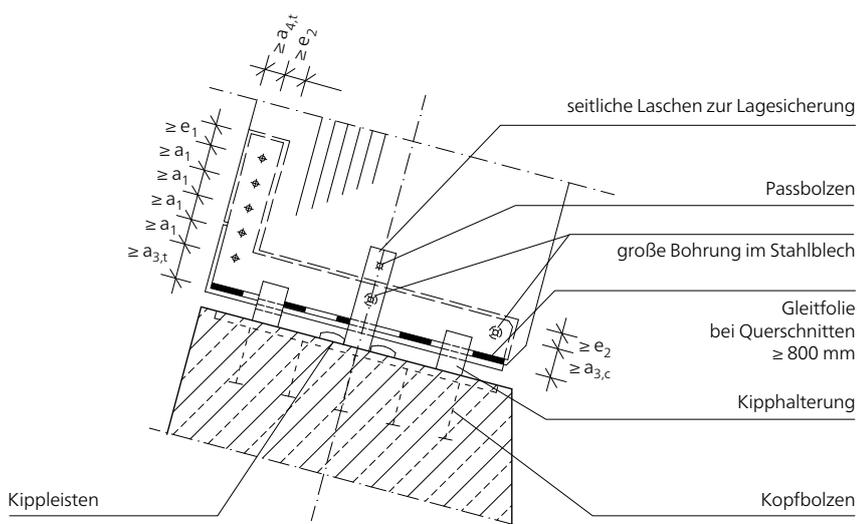


Abb. 40:
Fußpunktausbildung mit
Kippleiste Anmerkungen

Verbindungsmittel Stabdübel / Passbolzen $\varnothing 16$ mm



Hinweise für die Bemessung

- Die Auflagerkräfte des Rahmens, in Abb. 40 mit F_x und F_z bezeichnet, werden über die Kippleisten vom oberen in das untere Stahlformteil übertragen.
- Die Kraft F_z erzeugt Querdruckspannungen $\sigma_{c,90}$ unter dem Stahlteil an der äußeren Binderflanke. Außerdem entsteht ein Versatzmoment $\Delta M = F_z \cdot l_1$.
- Dem Moment ΔM steht ein Kräftepaar $F_t = -F_c$ mit dem gegenseitigen Abstand l_2 entgegen. F_t kann mit Stabdübeln übertragen werden. Für F_c wird eine Kontaktübertragung über eine Länge $l' \approx 0,2 \cdot l_3$ (alle Bezeichnungen aus Abb. 40) mit konstanter Spannung angenommen. Andere Annahmen, beispielsweise eine dreiecksförmige Spannungsverteilung mit einer klaffenden Fuge bis zur Grundplattenmitte, ergeben Kräfte etwa gleicher Größenordnung. Dabei wird vorausgesetzt, dass das eingeschlitze T-förmige Stahlteil eine hinreichend große Steifigkeit aufweist.

Erforderliche Nachweise

Beton

- Nachweis der Betondruckspannungen unter der Auflagerplatte Nachweis der Spaltzugkräfte, falls die Lasteintragsfläche am Fundamentkopf kleiner ist als der Kopf selbst, so dass durch die Lastausbreitung Querspannungen entstehen.

Stahl

- Es sind die Biege-, Schub- und Vergleichsspannungen für die Stahlteile einschließlich Schweißnähten nach den maßgebenden Bemessungsnormen zu führen.

Holz

- Nachweis der Querdruckspannungen infolge F_z an der Stirnplatte Nachweis der Längsdruckspannungen aus der Auflagerkraft F_x und der anteiligen Kraft des Versatzmomentes F_c an der Grundplatte.
- Nachweis der Stabdübel für die Kraft F_t aus dem Versatzmoment.

Anmerkungen

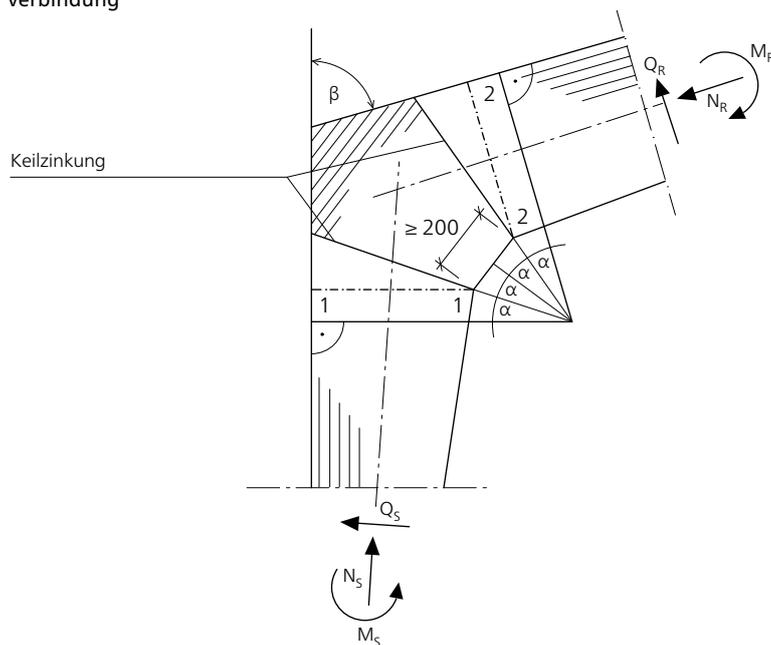
- Die Stirnplatte sollte möglichst niedrig sein, um das Versatzmoment klein zu halten.
- Die Verbindungsmittel zur Übertragung der Kraft F_t sind hintereinander und parallel zur Faserrichtung angeordnet. Um eine gleichmäßige Mitwirkung aller Stabdübel oder Passbolzen zu erzielen, sind hinreichend kleine Stiftdurchmesser zu wählen, so dass sich diese vor dem Versagen plastisch verformen können. Wegen der groben Annahme des Hebelarmes l_2 des Kräftepaars wird empfohlen, die Anzahl der statisch erforderlichen Stifte um etwa 20 % zu erhöhen.

- Statt über Kippleisten kann die Auflagerkraft auch über einen Gelenkbolzen übertragen werden. Hier sind die erforderlichen Randabstände in den Stahlteilen zu beachten. Dadurch ergibt sich ein größeres Versatzmoment als bei der Wahl der Kippleisten. Für die Gelenkbolzen spricht die optische Betonung des Gelenkpunktes. Erleichterungen für die Montage der Hallenkonstruktion sind gegeben, wenn geplant wird, diese mit zwei oder drei Bindern, den zugehörigen Pfetten und Verbänden auf dem Boden vor zu richten, anschließend um die Gelenke drehend anzuheben und im Firstpunkt zu verbinden.
- Die stählernen Anschlusssteile im Binder und im Fundament erhalten innen und außen Führungen, um eine Gabellagerung herzustellen.
- Zur Lagesicherung wird im Zuge der Binderachse eine Befestigung vorgesehen. Diese Befestigungen dürfen das eingeschlitzte Blech nur in großen Bohrungen durchdringen, um Zwängungen bei Verformungen durch Quellen und Schwinden zu vermeiden.
- Bei großen Holzquerschnitten, ab etwa 800 mm Höhe, wird empfohlen, an der Stirnfläche des Stützenfußes Gleitfolien einzulegen, um die Reibungskräfte zu vermindern und damit ein weitgehend ungehindertes Quellen und Schwinden zu ermöglichen.

11 _ Eckpunkt Dreigelenkrahmen

Abb. 41:
Universal-Keilzinken-
verbindung

11.1 _ Verbindung mit Universal-Keilzinkenverbindung



Hinweise für die Bemessung

- Die Schnittgrößen werden mit Universal-Keilzinkenverbindungen übertragen, die in den Winkelhalbierenden der aneinanderstoßenden Teile angeordnet werden.
- Es wird hier der Einbau eines Zwischenstückes vorausgesetzt. Dieses sollte an der Innenseite des Rahmens eine Länge von mindestens 200 mm aufweisen.
- An den inneren Knickpunkten erhält man bei einer Berechnung nach der Elastizitätstheorie beliebig hohe Spannungen. Die Nachweise von Druckspannungen werden daher in Schnitten (1-1 und 2-2 aus Abb. 41) geführt, die rechtwinklig zu den Stabachsen durch die inneren Knickpunkte verlaufen.
- Die Biegefestigkeit der Universal-Keilzinkenverbindung ist einer Leistungserklärung nach DIN EN 14080 [10] zu entnehmen. Die zugehörige Anwendungsnorm DIN 20000 [11] und DIN EN 1995-1-1-/NA [5] sind zu beachten.
- Die Lamellen der miteinander verbundenen Trägerabschnitte sollten auf der gezogenen Seite des Querschnitts nicht angeschnitten sein.
- Die hier gegebenen Bemessungsregeln gelten nur für negative Eckmomente. Bei positiven Eckmomenten entstehen innen Zugspannungen, ferner im Querschnitt Querzugspannungen. Zuverlässige Bemessungsverfahren liegen hierzu nicht vor, auch dann nicht, wenn die Querzugkräfte Verstärkungsmaßnahmen, wie aufgeklebten Laschen oder eingeklebten Profilstäben, zugewiesen werden.

Erforderliche Nachweise

Holz

- Nachweis der Druckspannungen an den inneren Knickpunkten in einem Schnitt rechtwinklig zu den Stabachsen unter Berücksichtigung der Querschnittsverschwächung durch die Universal-Keilzinkenverbindung und Vergleich mit den Bemessungswerten der Beanspruchbarkeiten $f_{c,\alpha}$ unter dem Winkel α zwischen Kraft- und Faserrichtung.
- Bemessungsgleichungen können z. B. DIN EN 1995-1-1/NA:2013, NCI NA 11.3 [5] entnommen werden. Die anzusetzenden Festigkeiten finden sich in DIN 14080 [10] mit DIN 20000-3 [11].

Anmerkungen

- Das Versagen einer Universal-Keilzinkenverbindung wird dadurch eingeleitet, dass sich auf der Druckseite im Bereich der Knickpunkte Druckfalten bilden. Die plastischen Verformungen führen zu einer Verschiebung der neutralen Achse des Spannungsverlaufes in Richtung auf die Zugseite und zu einer Erhöhung der Zugspannungen. Der Bruch erfolgt immer auf der Zugseite. Daher sollen dort die Holzfasern nicht angeschnitten sein, da sonst neben den Normalspannungen am Außenrand Schub- und Querspannungen auftreten und in ihrer Kombination ein frühzeitiges Versagen bewirken würden. Eine Abmessung von mindestens 200 mm an der Innenkante des Zwischenstückes soll bewirken, dass vor dem Versagen entstehende Druckfalten sich nicht gegenseitig beeinflussen.
- Rahmenteile mit keilgezinkten Verbindungen werden im Werk gefertigt. Bei der Festlegung der Geometrie ist daher darauf zu achten, dass die Bauteile zur Baustelle transportiert werden können.
- Die Verbindung ohne mechanische Verbindungsmittel bewirkt ein gutes optisches Erscheinungsbild mit glatten Oberflächen.
- Rahmen mit Keilzinkenverbindungen können bevorzugt in Hallen eingesetzt werden, in denen die Verwendung von stählernen Anschlussteilen problematisch ist (z. B. in aggressivem Umgebungsklima).
- Hoher Widerstand gegen Brandeinwirkung.

Abb. 42: **11.2 _ Verbindung**
Verbindung BS-Holz-Riegel **BS-Holz-Riegel mit Stahlstütze**
mit Stahlstütze

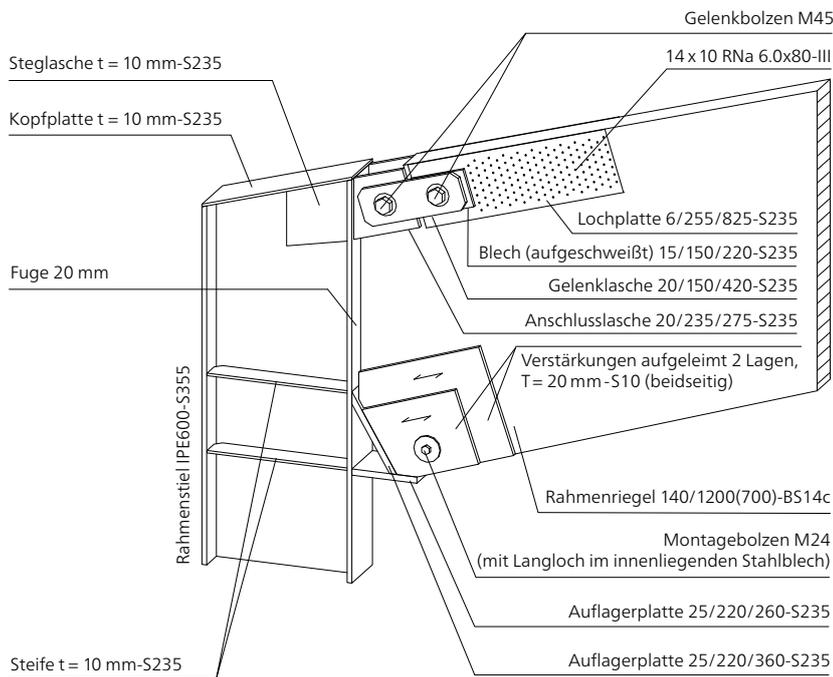
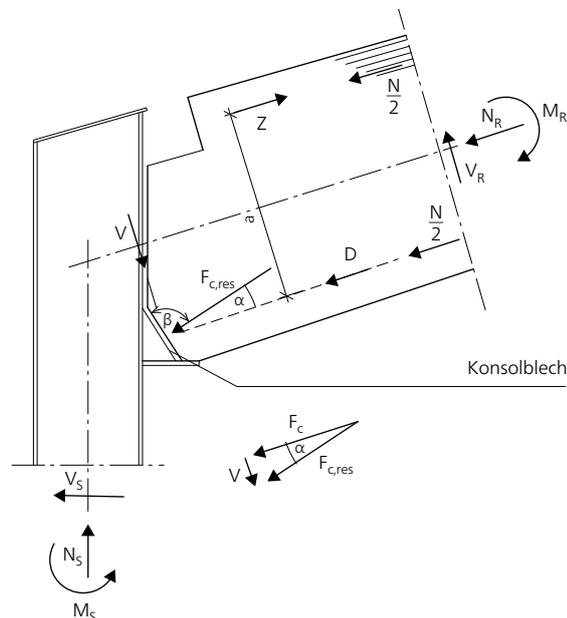


Abb. 43:
Statisches Modell



Hinweise für die Bemessung

– Die Schnittgrößen werden auf der Druckseite des Querschnitts über Kontaktpression, auf der Zugseite mit stiftförmigen Verbindungsmitteln und Stahlformteilen übertragen.

– Das Biegemoment wird in die Kräfte $Z = -D$ mit dem Abstand a zerlegt. Es ergeben sich

$$F_c = D + \frac{N}{2} \quad \text{und} \quad F_t = Z - \frac{N}{2}$$

mit Addition der Querkraft V zur Druckkraft F_c die Resultierende

$$F_{c, \text{res}} = \sqrt{F_c^2 + V^2} \quad \text{und} \quad \alpha = \arctan \frac{V}{F_c}$$

– Die Druckkraft $F_{c, \text{res}}$ wird in das Konsolblech der Stütze eingeleitet. Dieses wird bei symmetrischen Systemen rechtwinklig zur Kraft unter dauernder Belastung angeordnet. Bei Lastkombinationen, die andere Angriffswinkel der Kraft bewirken, ist diese in die Richtungen rechtwinklig zur schrägen und zur horizontalen Auflagerfläche zu zerlegen. Die Druckfläche des Holzquerschnitts kann durch seitliches Aufkleben von Brettlagen vergrößert werden.

– Die Zugkraft F_t wird mit stiftförmigen Verbindungsmitteln, Nägeln oder schlanken Stabdübeln, und Stahlblechen angeschlossen.

– Die hier gegebenen Bemessungsregeln gelten nur für negative Eckmomente.

Erforderliche Nachweise

Stahl

- Nachweis der Stahldicken bei den Zug- und Druckanschlüssen Nachweis der Gelenkbolzenverbindung des Zuganschlusses.

Holz

- Nachweis der Spannungen im Kontaktanschluss unter Berücksichtigung der Kraft- und der Faserrichtungen.
- Nachweis der Stifte der Verbindung im Zuganschluss.

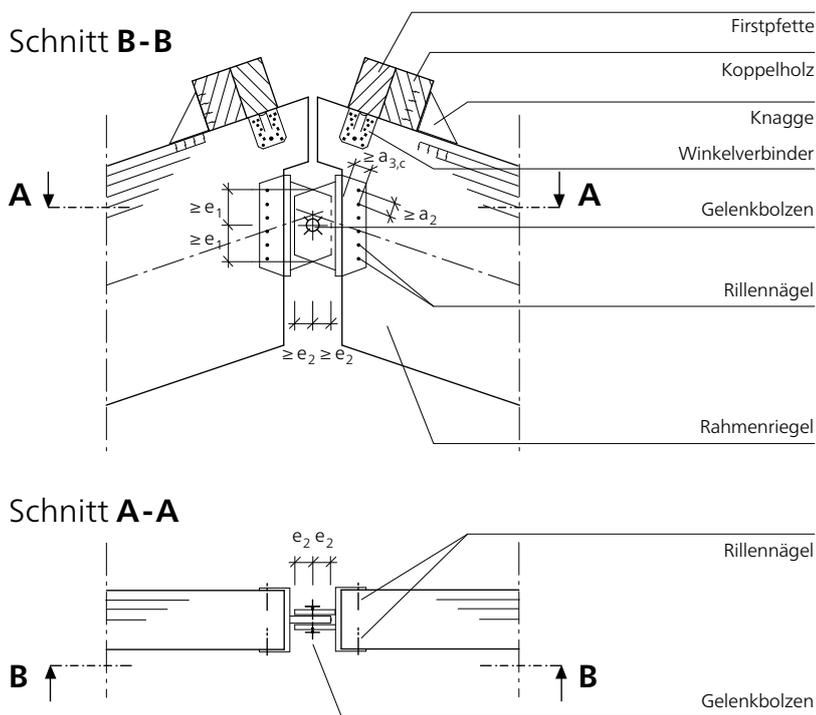
Anmerkungen

- Der Druckanschluss mit den aufgeklebten Verstärkungen sollte möglichst kompakt gehalten werden, um einen großen Hebelarm der inneren Kräfte a zu erhalten.
- Die Verstärkungselemente sollten eine größere Steifigkeit in Faserrichtung des BS-Holzes als rechtwinklig dazu haben. Hierzu können Brett lamellen oder aus Brett schichtholz geschnittene Stäbchenplatten verwendet werden. Hiermit wird erreicht, dass sich die Druckspannungstrajektorien mit flachen Neigungen ausbreiten, Quer- und Schubspannungen im Einleitungsbereich dadurch klein bleiben.
- Der Zuganschluss kann mit außen- oder innenliegenden Blechen ausgeführt werden. Als Verbindungsmittel eignen sich Nägel oder Stabdübel.
- Für Stabdübel sind schlanke Stifte zu wählen, so dass im Versagensfall plastische Verformungen der Verbindungsmittel auftreten. Ist dies sicher gestellt, so kann auf eine Abminderung der Tragfähigkeit bei mehreren hintereinander liegenden Verbindungsmitteln verzichtet werden. Die Angaben in der verwendeten Bemessungsnorm sind zu beachten.

- Es wird empfohlen, vorgebohrte Nägel zu verwenden. Die gegenüber nicht vorgebohrten Nägeln verkleinerten Mindestabstände führen zu kompakten Anschlüssen. Hierbei sollten auch Sondernägel Einschlagtiefen von mindestens $12 d_n$ aufweisen. Dies ist erforderlich, da die Auszugsfestigkeiten der Nägel ohne Vorbohren ermittelt wurden.
- Die Gelenkbolzen, nur außen durch Muttern oder Splinte gesichert, werden auch durch Biegemomente beansprucht. Ein Nachweis nach der Bemessungsnorm für Bauteile aus Stahl, z. B. nach DIN EN 1993-1-1 [12] ist erforderlich.
- Das im Zuganschluss angeordnete Doppelgelenk soll unbehinderte Quell- und Schwindverformungen des Riegels ermöglichen. Die Laschen sollten daher nicht zu kurz sein.
- Der Bolzen im Druckanschluss dient nur zur Lagesicherung. Wird dieser durch ein Langloch im innenliegenden Stahlblech geführt, wobei diese Bohrung parallel zur Binderunterkante angeordnet sein soll, so kann hierdurch die Montage erleichtert werden. Bei eingespannten Stützen, die zunächst montiert werden, können die Riegel eingehängt, Pfetten und Verbände über zwei oder drei Felder eingebaut werden. Die Hallenhälften werden angehoben, die Riegel schieben sich im Langloch in die vorbestimmte Position, Gelenkbolzen des Zuganschlusses können eingesetzt und die Hälften im First verbunden werden.

12_ Firstpunkt Dreigelenkrahmen

Abb. 44:
Gelenkausbildung
im First

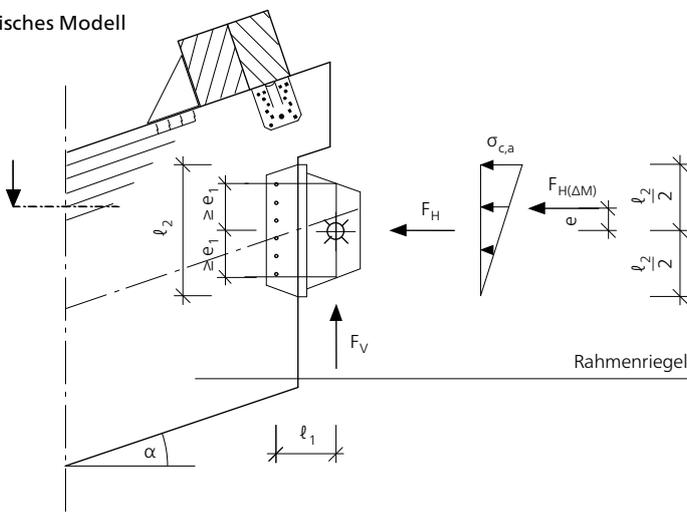


Hinweise für die Bemessung

- Die Gelenkkräfte F_H und F_V werden über einen Gelenkbolzen übertragen.
- Die Kraft F_H wird über Kontaktpressungen ins Holz übertragen.
- Die Kraft F_V wird von stiftförmigen Verbindungsmitteln, Nägeln oder Stabdübeln, übertragen.
- F_V im Gelenk und im Schwerpunkt der Verbindungsmittelgruppe bewirken ein Versatzmoment $\Delta M = F_V \cdot \ell_1$. Die Kontaktlänge ℓ_2 des Firstprofils ist so zu wählen, dass die Kraft F_H unter Berücksichtigung des Momentes ΔM im Kern der Anschlussfläche steht. Dies ist erfüllt, falls

$$\frac{\Delta M}{F_H} \leq \frac{\ell_2}{6} \quad \text{ode} \quad \ell_2 \geq 6 \cdot \ell_1 \cdot \frac{F_V}{F_H}$$

Abb. 45:
Statisches Modell



Erforderliche Nachweise

Stahl

- Nachweis der Blechstärken und der Gelenkbolzenverbindung nach den maßgebenden Bemessungsnormen.

Holz

- Nachweis der Druckspannungen aus der Horizontalkraft F_H unter Berücksichtigung der exzentrischen Krafteinleitung und der Richtung zwischen Kraft- und Faserverlauf.
- Nachweis der Stabdübel oder Nägel für die Kraft F_V Abschätzung der Spaltzugkräfte bei im Vergleich zur Trägerhöhe niedrigen Gelenken.
- Abschätzung der Beanspruchungen aus behindertem Quellen und Schwinden bei im Vergleich zur Trägerhöhe hohen Gelenken.

Anmerkungen

- Das Maß der Exzentrizität ℓ_1 sollte klein sein. Zur Festlegung können die Mindestabstände der Gelenkbolzen zu den Rändern herangezogen werden.
- Die Länge ℓ_2 der Stirnplatte sollte möglichst klein sein, um Zwängungsspannungen aus behindertem Quellen und Schwinden klein zu halten. Sind diese bei großen Exzentrizitäten der horizontalen Gelenkkraft nicht zu vermeiden, so sind Querszugverstärkungen durch eingeklebte Gewindestangen oder aufgeleimte Verstärkungen notwendig.

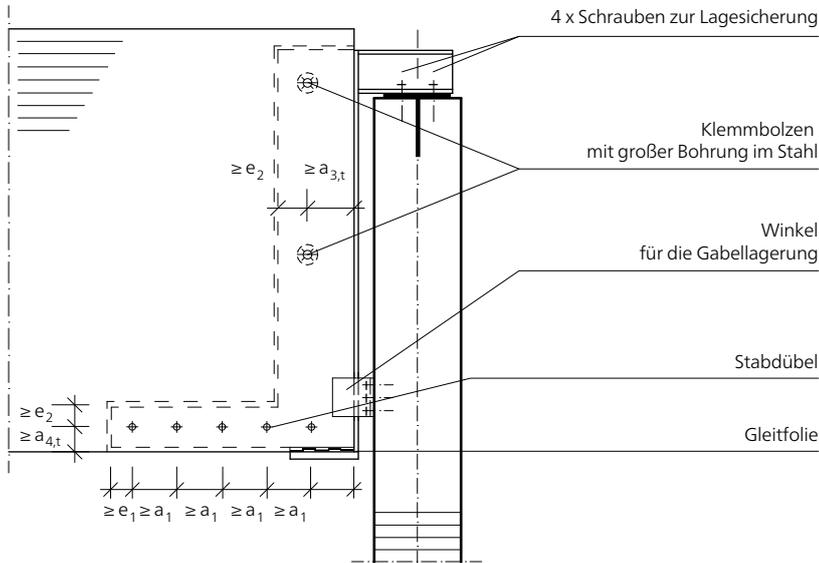
- Bei geringer Exzentrizität und sich daraus ergebenden kompakten Stahlformteilen treten Spaltzugkräfte auf. Diese sind wegen der Orthotropie des Holzes kleiner als bei Massivbauteilen mit gleichen Dimensionen. Für die achsparallelen Längskräfte wird empfohlen, die Ausbreitung der Druckspannungen von der lokalen Einleitungsstelle am Gelenkpunkt bis zur Verteilung über die volle Querschnittshöhe h mit $2h$ anzunehmen. Aus dem sich hieraus ergebenden Ausbreitungswinkel der Spannungsverteilung kann die Spaltzugkraft berechnet werden. Für die rechtwinklig zur Achse wirkenden Querkkräfte ist gleichfalls ein Quersugnachweis zu führen. Dies kann, ähnlich wie bei Anschlüssen mit Zapfen, wie für einen ausgeklinkten Träger erfolgen.
- Die Stahlformteile können U-förmig ausgebildet, außen aufgesetzt und mit Nägeln befestigt werden. In die Querschnitte eingeschlitzte T-förmige Teile können mit Stabdübeln angeschlossen werden. Es sind hinreichend dünne Stifte zu verwenden, so dass im Versagensfall Fließgelenke in den Verbindungsmitteln entstehen.
- An Stelle der Gelenkausbildung mit einem Gelenkbolzen können auch Stahlformteile mit Kippleisten verwendet werden. Das Versatzmoment ΔM wird hierdurch gegenüber der zuvor vorgestellten Lösung deutlich kleiner. Zusätzlich ist eine horizontale Laschenverbindung zur Lagesicherung der beiden Binderhälften notwendig.

13_ Anschluss Nebenträger an Hauptträger

Abb. 46:

Anschluss eines Nebenträgers
an einen Hauptträger

Schnitt **A-A**



Aufsicht

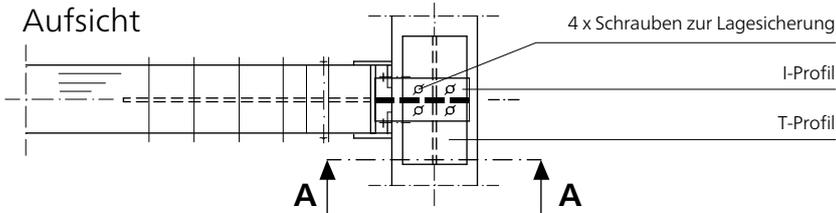
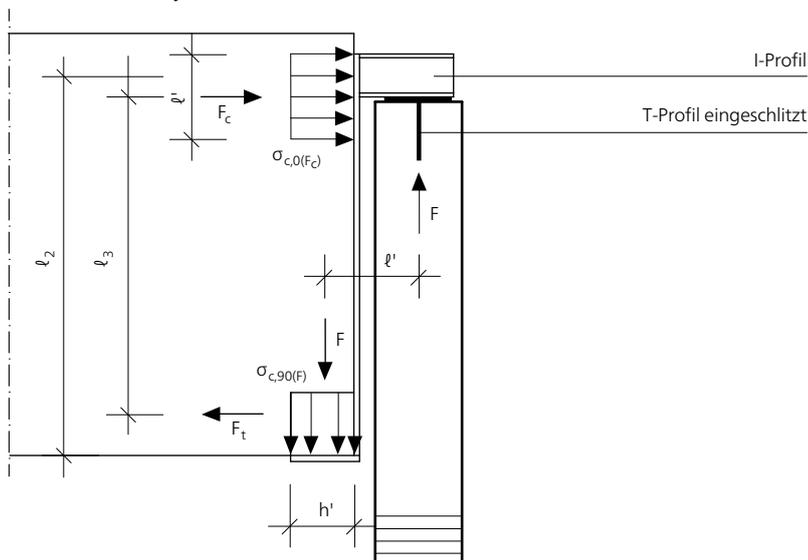


Abb. 47:

Statisches Ersatzsystem



Hinweise für die Bemessung

- Die Auflagerkraft des Nebenträger, in Abb. 47 mit F bezeichnet, wird über Kontaktpression in die Grundplatte des Stahlformteils eingetragen.
- Das Stahlformteil überträgt die Kraft F auf den Hauptträger. Zur Begrenzung der Querdruckspannungen im Hauptträger wird rechtwinklig zum kraftübertragenden I-Profil ein T-Profil in den Hauptträger eingeschlizt.
- Die Wirkungslinien der Kraft F am Haupt- und Nebenträger verlaufen im Abstand l_1 und erzeugen das Versatzmoment $\Delta M = F \cdot l_1$.
- Dem Moment ΔM steht ein Kräftepaar $F_t = -F_c$ mit dem gegenseitigen Abstand l_2 entgegen. F_t kann mit Stabdübeln übertragen werden. Für F_c wird eine Kontaktübertragung über eine Länge $l' \approx 0,2 \cdot l_3$ mit konstanter Spannung angenommen (alle Bezeichnungen aus Abb. 47).
- Der Nebenträger wird im unteren Binderdrittel durch am Hauptträger befestigte Winkel gegen Verdrehen gesichert.
- Bei großen Holzquerschnitten wird empfohlen, an druckbeanspruchten Grenzflächen zwischen Holz und Stahl Gleitfolien einzulegen, um die Reibungskräfte zu vermindern.

Erforderliche Nachweise

Stahl

- Nachweis der Normal-, Schub- und Vergleichsspannungen sowie der Tragfähigkeiten der Verbindungsmittel nach den maßgebenden Bemessungsnormen.

Holz

- Nachweis der Querdruckspannungen $\sigma_{c,90}$ infolge F an der unteren Auflagerplatte.
- Nachweis der Längsdruckspannungen $\sigma_{c,0}$ infolge F_c an der Stirnplatte des Nebenträgers.
- Nachweis der Stabdübel für die anteilige Kraft des Versatzmomentes.

Anmerkungen

- Mit dieser Konstruktion können Nebenträger an Hauptträger, beispielsweise Dachbinder an Unterzüge angeschlossen werden. Unvermeidliche Verformungen aus Quellen und Schwinden des Holzes werden nicht behindert. Der Anschluss ist beispielhaft für eine zwängungsfreie Lösung, die bei Querschnittshöhen der Nebenträger von mehr als etwa 50 cm gewählt werden sollte. Anschlüsse mit Stahlteilen im Hirnholz und übereinander angeordneten Verbindungsmitteln führen zu Schwindrissen im Nebenträger.

- Die Grundplatte des Nebenträgers sollte möglichst klein sein, um das Versatzmoment klein zu halten.
- Für die resultierende Kraft F_c wurde eine konstante Spannungsverteilung mit einer Länge $l' = 0,2 \cdot l_3$ angenommen. Andere Annahmen, beispielsweise eine dreiecksförmige Spannungsverteilung mit einer klaffenden Fuge bis zur Stirnplattenmitte, ergeben Kräfte etwa gleicher Größenordnung.
- Die Verbindungsmittel zur Übertragung der Kraft F_t sind hintereinander und parallel zur Faserrichtung angeordnet. Um eine gleichmäßige Mitwirkung aller Stabdübel oder Passbolzen zu erzielen, sind hinreichend kleine Stiftdurchmesser zu wählen, so dass sich diese vor dem Versagen plastisch verformen können. Eine Abminderung der Tragkraft hinter einander liegender Verbindungsmittel ist dann nicht erforderlich. Es sind jedoch die Bemessungsnormen zu beachten. Wegen der groben Annahme des Hebelarmes l_2 des Kräftepaars wird empfohlen, die Anzahl der statisch erforderlichen Stifte um etwa 20% zu erhöhen.

14_ Anschluss an die Fundamente

Grundsätzliches

Hinweise zur Anordnung und Ausführung von Gründungskörpern werden nur soweit gegeben, wie dies für die Dauerhaftigkeit oder Gebrauchstauglichkeit der Holzbauteile und der Bekleidungen zu berücksichtigen ist. Für Standardsituationen werden beispielhafte Lösungen gegeben.

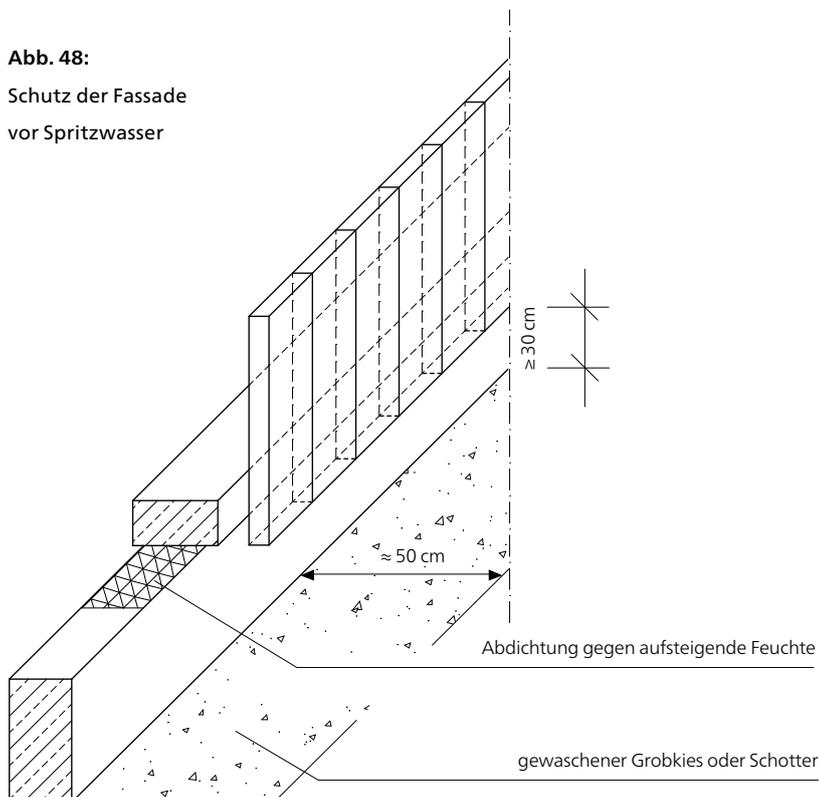
Für die Festlegung der Größe der Fundamentflächen wird bei den hier behandelten leichten Hallenkonstruktionen selten der Grenzwert der Bodenpressung erreicht. Für die Lastfallkombination Eigengewicht + Wind ist meist die Beschränkung der Lastausmitte und damit der Kippnachweis maßgebend. Hierauf muss bei der Festlegung der Geometrie der Gründungskörper geachtet werden.

Sockelrandstreifen

Auf den Streifenfundamenten sollte ein um die Halle umlaufender Sockelrandstreifen vorgesehen werden. Zur Erzielung eines hinreichenden Schutzes vor Spritzwasser bei Regen sollte die Fassade mindestens 30 cm Abstand vom außen anstehenden Boden haben. Hier sollte in einer Breite von etwa 50 cm gewaschener Grobkies oder grober Schotter den Übergang zwischen dem Bauwerk und dem gewachsenen Boden bilden (Abb. 48). Da der Hallenboden höher liegen sollte als das Gelände, sind vor allem die Übergänge im Bereich der Tore besonders zu beachten.

Es wird empfohlen, die Sockelrandstreifen außerhalb der Stützen um die Halle umlaufen zu lassen (Abb. 49), also nicht zwischen den Stützen anzuordnen. Dies wird bei eingespannten Stützen für notwendig gehalten, da bei zwischen den Stützen positionierten Randstreifen die Außenflächen der Stützen im Bereich der Sockelrandstreifen unterhalb der Bekleidungen der Witterung ausgesetzt sind. Deren Dauerhaftigkeit ist daher durch Korrosion oder Fäulnis eingeschränkt. Außerdem sind die Fugen zwischen Stütze und Randstreifen ohne größeren Aufwand dauerhaft nicht zu beherrschen.

Abb. 48:
Schutz der Fassade
vor Spritzwasser



Bei nicht eingespannten Stützen, also bei gelenkig aufgelagerten Rahmenstielen und Pendelstützen können bei zwischen den Stützen angeordneten Randstreifen die Riegelwände unterbrochen und die Fassadenbekleidungen weitergeführt werden. Außen durchlaufende Randstreifen erleichtern immer die Montage vorgefertigter Fassadenelemente. Den Vorteilen steht ein Nachteil gegenüber: Bei gegebenen Abmessungen des Hausgrundes, also des Abstandes zwischen den Außenkanten der aufgehenden Fundamente, wird bei außen durchlaufenden Randstreifen die lichte Innenbreite der Halle im Binderabstand von etwa sechs Metern um die Tiefe der Stützen vermindert.

Die Randstreifen sollten bei beheizten Gebäuden gedämmt sein. Die Dämmung soll an die Wärmedämmung der aufgehenden Wand anschließen. Sie sollte möglichst außen vorgesehen werden. Bei einer Innendämmung besteht die Gefahr, dass an der kalten Seite der Dämmung Tauwasser entsteht.

Streifenfundamente

Die Randstreifen sollten außen bündig auf die Streifenfundamente gesetzt werden, damit bei veränderlichen Geländehöhen keine Kanten sichtbar werden. Dies bewirkt eine exzentrische Beanspruchung in der Bodenfuge. Statisch wäre es daher günstig, die Streifenfundamente an die Stahlbetonbodenplatte anzuschließen, falls eine solche vorgesehen ist. Wenn jedoch unterschiedliche Setzungen der frostfrei zu gründenden Streifenfundamente und der Bodenplatte nicht auszuschließen sind, sollte auf eine Verbindung der Bodenplatte mit dem Fundament verzichtet werden.

Für die Streifenfundamente können wirtschaftliche Betonfertigteile verwendet werden. Diese spannen dann frei von einem Einzelfundament zum nächsten. Dimensionen, die bis in frostfreie Tiefen reichen, sind nicht erforderlich, wenn sich die Bauteile unbehindert durchbiegen können oder eine Unterfütterung mit nicht frostempfindlichem Material erfolgt.

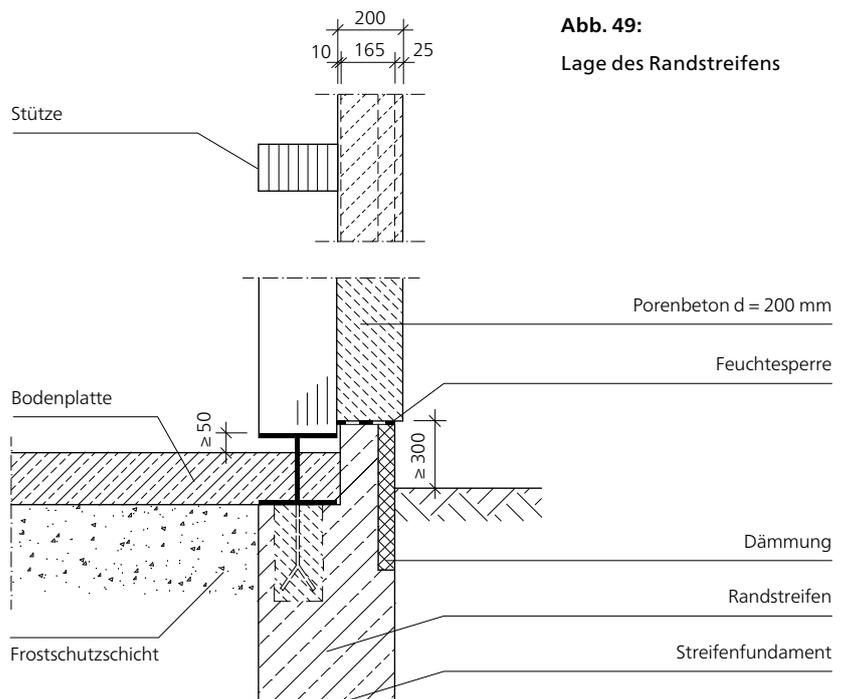


Abb. 49:

Lage des Randstreifens

Einzelfundamente

Gründungskörper für eingespannte Stützen werden als Köcherfundamente ausgebildet. Die Köcher sollten außen unter dem anstehenden Gelände liegen, somit in der Regel mit ihrer Oberkante mindestens unterhalb der Bodenplatte im Halleninnern (Abb. 50).

Pendelstützen können auf Einzelfundamente aufgesetzt werden. Oft sind die Querschnitte von Streifenfundamenten hinreichend. Diese können bei Bedarf auch mit Pfeilervorlagen versehen werden.

Baulicher Holzschutz

Holzstützen sollten etwa 5 cm oberhalb des fertigen Fußbodens enden. Sie können auf Vorlagen aus Stahlbeton stehen oder über Stahlteile mit dem tragenden Fundament verbunden sein.

Unmittelbar in Stahlbetonfundamente eingespannte Holzstützen oder andere in den Bodenaufbau eingreifende Holzbauteile sind bis zu einer Höhe von mindestens 5 cm zu beschichten. Vorgaben hierzu können [4] entnommen werden.

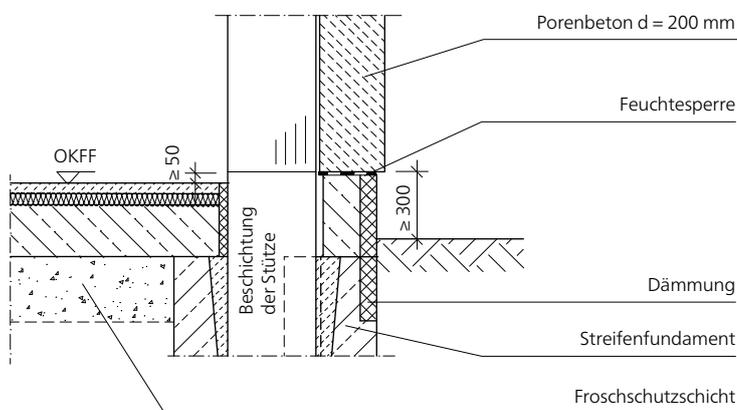


Abb. 50:
Baulicher Holzschutz einer eingespannten Stütze durch Verguss

Zur Bauausführung

Es wird empfohlen, Einzel-, Streifenfundamente und umlaufende Sockelrandstreifen vor der Montage der Hallenkonstruktion komplett fertig zu stellen. Die Verbindung der Konstruktion mit den Fundamenten erfolgt über Aussparungen, die nach der Montage und Ausrichtung der aufgehenden Bauteile vergossen werden. Um hierbei eine seitliche Vergussmöglichkeit zu erhalten, sollte die Grundrissfläche der vorgesehenen Aussparung nicht in allen Richtungen größer sein als der betreffende Stützenquerschnitt (Abb. 51).

Von einem vorherigen Einbau der Anschluss-elemente in den Beton wird abgeraten. Dabei wird die Gefahr gesehen, dass die Anschluss-teile nicht hinreichend passgenau eingebaut werden und bei den Arbeiten beschädigt oder verschmutzt werden, so dass die Montage der Konstruktion unnötig erschwert wird.

Gering beanspruchte Bauteile, oder auch Schwellen von Wandfachwerken, können unmittelbar angedübelt werden, falls die aufzunehmenden Kräfte und die häufig geringen Dimensionen der Betonsockel dies erlauben.

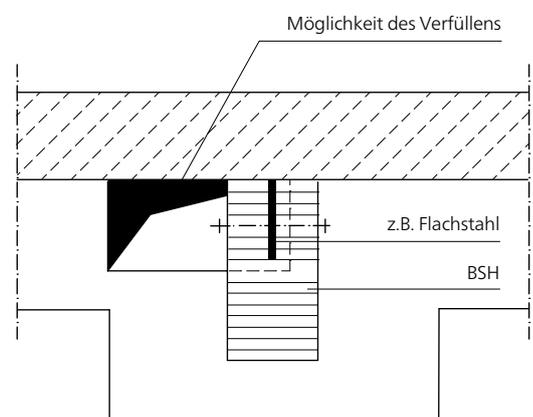


Abb. 51:
Aussparung mit seitlicher Vergussmöglichkeit

15_ Literatur

- [1] Schmidt, D. (2015):
Holzschutz – Bauliche Maßnahmen,
INFORMATIONSDIENST HOLZ,
holzbau handbuch, Reihe 5, Teil 2, Folge 2;
Holzbau Deutschland Institut e.V., Berlin
- [2] Mohrmann, M.; Wiegand, T. (2015):
Holzschutz bei Ingenieurholzbauten
INFORMATIONSDIENST HOLZ
holzbau handbuch, Reihe 5, Teil 2, Folge 1;
Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V.,
Wuppertal
- [3] Winter, S.; Hofmann, V. (2014):
Ergänzungen zu DIN EN 1995-1-2 und
DIN EN 1995-1-2 (Fassung 2013),
INFORMATIONSDIENST HOLZ
holzbau handbuch, Reihe 3, Teil 4, Folge 5
Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V.,
Wuppertal
- [4] Deutsches Institut für Baukultur
Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung
Z 9.1-136 „Stützen aus Brettschichtholz
zum Verguss in Stahlbetonfundamente“
- [5] DIN EN 1995-1-1:2013,
Nationaler Anhang
National festgelegte Parameter –
Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion
von Holzbauten – Teil 1-1:
Allgemeines – Allgemeine Regeln
und Regeln für den Holzbau
- [6] Heimeshoff, B. (1987):
„Probleme der Stabilitätstheorie und
Spannungstheorie II. Ordnung im Holzbau“
In: INFORMATIONSDIENST HOLZ,
Holzbau-Statik-Aktuell, Ausgabe März 1987/9,
Arbeitsgemeinschaft Holz e.V., Düsseldorf
- [7] DIN EN 1995-1-1:2010, Eurocode 5:
Bemessung und Konstruktion
von Holzbauten – Teil 1-1:
Allgemeines – Allgemeine Regeln
und Regeln für den Holzbau
- [8] DIN EN 14545:2009,
Holzbauwerke –
Nicht stiftförmige Verbindungsmittel –
Anforderungen
- [9] DIN EN 912:2011,
Holzverbindungsmittel –
Spezifikationen für Dübel
besonderer Bauart für Holz
- [10] DIN EN 14080:2013,
Holzbauwerke –
Brettschichtholz und Balkenschichtholz –
Anforderungen
- [11] DIN 20000-3:2015,
Anwendung von Bauprodukten
in Bauwerken – Teil 3:
Brettschichtholz und Balkenschichtholz
nach DIN EN 14080
- [12] DIN EN 1993-1-1:2010, Eurocode 3:
Bemessung und Konstruktion
von Stahlteilen – Teil 1-1:
Allgemeine Bemessungsregeln
und Regeln für den Holzbau



**Ingenieur
Holzbau.de**

Eine Initiative der
Studiengemeinschaft Holzeimbau e.V.

Studiengemeinschaft Holzeimbau e.V.

Heinz-Fangman-Str. 2

D-42287 Wuppertal

02 02 / 76 97 27 33 fax

info@brettschichtholz.de

www.brettschichtholz.de

www.brettsperrholz.org

www.balkenschichtholz.org

www.ingenieurholzbau.de

Technische Anfragen an:

Fachberatung Holzbau

Telefon 030 / 57 70 19 95

Montag bis Freitag 9 bis 16 Uhr

Dieser Service ist kostenfrei.

fachberatung@informationsdienst-holz.de

www.informationsdienst-holz.de

Ein Angebot des

Holzbau Deutschland Institut e.V.

in Kooperation mit dem

Informationsverein Holz e.V.