

32F Allgemeines Dach mit/ohne Kehltriegel DIN 1052

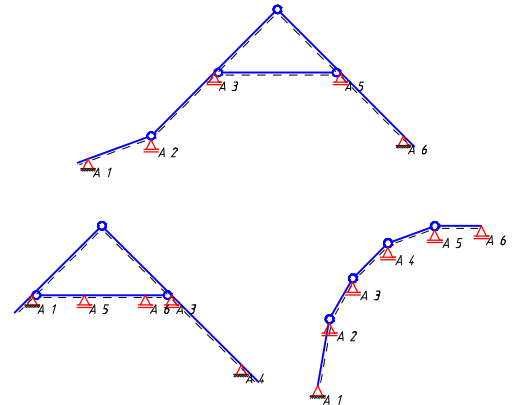
(Stand: 26.08.2009)

Das Programm bestimmt die Schnittgrößen von Sparren- oder Kehlriegeldächern nach dem Sicherheitskonzept der DIN 1055-100 und führt eine Bemessung wahlweise nach DIN 1052:2004-08 oder DIN 1052:2008-12 und DIN 4102 für den Brandfall durch. Alle erforderlichen Wind- und Schneelasten nach DIN 1055-4 und -5 können automatisch ermittelt werden.

Leistungsumfang

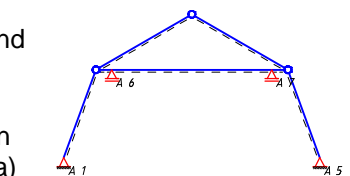
///➡ **System**

- 1 bis 12 Sparrenfelder mit oder ohne Kragarme
- Anordnung von bis zu 2 Kehlriegeln (1- oder 2-teilig) mit beliebiger Zwischenlagerung
- Beliebige Lagerabordnung (horizontal, vertikal, Gelenke, Federn)
- Stabweise unterschiedliche Dachneigungen mit max. einem Vorzeichenwechsel (First)
- Stabweise unterschiedliche Steifigkeiten für die Sparren.



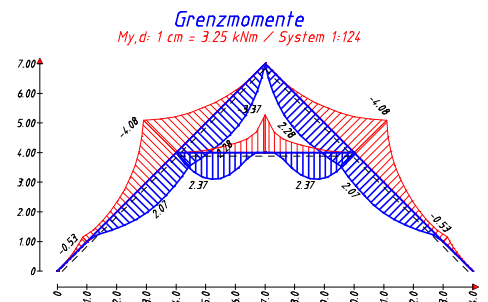
///➡ Einwirkungen / Schnittgrößen

- Genaue Erfassung der **Windlasten nach DIN 1055-4** einschließlich Unterwind und Innendruck für alle Anströmrichtungen (0°, 90°, 180° und 270°).
- Genaue Erfassung der **Schneelasten nach DIN 1055-5** einschließlich Verwehungen, Schneeüberhang und Schneefanggitter. Berücksichtigung von Nachbarbebauung (Reihenhaus, Sheddach, Höhengsprung, Wand bzw. Attika)
- Automatische Generierung aller erforderlichen Lastfälle und Kombinationen für die Schnittgrößenberechnung nach dem **Sicherheitskonzept der DIN 1055-100**.
- **Mannlast** nach DIN 1055-3 Abs.6.2(2)



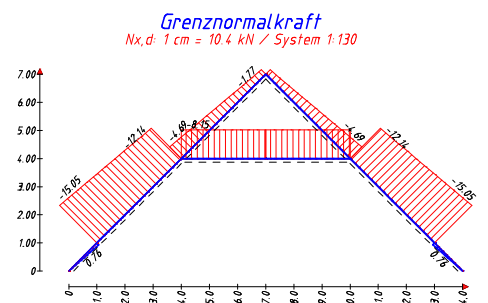
///➔ Baustoffe

- C14-C50, D30-D70
- GL24h-GL36h, GL24c-GL36c
- keilgezinktes Nadelholz
- Kerto S, Kerto Q, KVH, MH, Duo-Balken, Trio-Balken



➡ Nachweise der Tragfähigkeit/Gebrauchstauglichkeit

- Biegespannungsnachweis
- Schubnachweis
- Kippnachweis
- Auflagerpressung (Kerven)
- Lagesicherheit
- Durchbiegungsnachweis
- Schwingungsnachweis (für Kehlriegel)
- Tragfähigkeit im Brandfall für Feuerwiderstandsklassen F30B/F60B

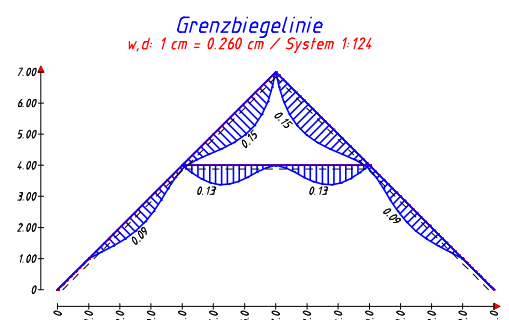


➡ Grafiken

- System mit Einwirkungen, Schnittgrößenverläufe, Detailbilder der gewählten Querschnitte.

➡ Nachweis folgender Anschlusspunkte

- Zugkraftverankerung an den Auflagerpunkten
- Traufpunktausbildung
- Firstpunkt
- Anschluss Kehlriegel/Zugband - Sparren



System

Das statische System für ein Sparren- oder Kehlriegeldach wird durch die Eingabe der Geometriedaten und der Lageranordnung festgelegt. Durch die Wahl des Dachsystems (z.B. „Sparrendach“ oder „Kehlbalkendach (n-Feld) verschieblich“ usw.) zu Beginn der Systemeingaben wird programmintern ein entsprechendes Eingabeschema aktiviert, welches auf das jeweilige Dachsystem abgestimmt ist.

Geometrie

Die Stablängen (max. 12 Felder bzw. Stäbe) werden als „Grundrissmaße“, d.h. in der Projektion auf die Horizontale angegeben. Die Neigung der Stäbe kann über den Neigungswinkel oder über die vertikale Länge definiert werden. Ein positiver Neigungswinkel gibt ein steigendes und ein negativer Neigungswinkel beschreibt ein fallendes System.

Es können mehrere Neigungswinkel eingegeben werden mit der Einschränkung, dass nur positive bzw. nach einem Vorzeichenwechsel nur negative Winkel vom Programm akzeptiert werden. Kehlriegel können nur an einem Stabende bzw. an einem Stabanfang berücksichtigt werden. Bei der Eingabe der Feldlängen ist ein Feld gegebenenfalls entsprechend der gewünschten Riegelhöhe in zwei Felder aufzuteilen. Bei der Kehlriegeleingabe bietet das Programm die möglichen Kehlriegellagen in einem Menü an.

Für jedes Sparrenfeld und die Kehlriegel ist die jeweilige Nutzungsklasse nach DIN 1052 und für die Sparrenfelder zusätzlich das Eigengewicht der Konstruktion anzugeben.

Lageranordnung

Für jede Stütze kann ein vertikales oder horizontales Lager oder ein Momentengelenk gewählt werden. Werden keine Auflagerungs- und Gelenkbedingungen gewählt, wird der Stützpunkt als frei verschieblich und als biegesteifer Anschlusspunkt zum Nachbarfeld betrachtet. Zu beachten ist, dass in diesem Fall die Durchbiegungsbeschränkung (z.B. $l/300$) sowie beim Knick- und Kippnachweis (l_{eff}) die Feldlänge l vom gelagerten Auflagerpunkt bis zum nächsten gelagerten Auflagerpunkt angesetzt wird. Bei einem unverschieblichen Kehlriegeldach ist in der Tabelle der Lageranordnung ein horizontales Lager am Kehlriegelanfang und am Kehlriegelende zu setzen.

Alternativ zu einer festen vertikalen oder horizontalen Lagerung können auch Federn (CV und CH in kN/cm) definiert werden. An Zwischenauflagern können zudem noch Momentenfedern (GM in kNm/cm/m) eingegeben werden. Diese bewirken, dass die angrenzenden Sparren über dem Auflager nachgiebig miteinander verbunden sind. Im Bezug auf das Auflager selbst gilt der Sparren als frei verdrehbar gelagert.

An jedem Auflager kann eine Kerbe eingegeben werden, welche bei den entsprechenden Nachweisen die Querschnittsfläche reduziert. Einzugeben ist die Kerventiefe (t) welche senkrecht zur Sparrenunterseite gemessen wird. Die sich daraus ergebende horizontale Auflagerlänge (l_a) wird vom Programm berechnet und ausgegeben. Wird die Kerventiefe zu null eingegeben, so wird davon ausgegangen, dass die Pfette bündig unter dem Sparren angeordnet wird.

Unter den Kehlriegeln können jeweils bis zu 12 Zwischenauflager angeordnet werden. Auch hier sind, wie beim Sparren, Federn (CV, CH, GM) möglich.

Gelenkdrehfederberechnung

Zur wirklichkeitsnahen Modellierung von Stabtragwerken wurde in der neuen DIN 1052 das Modell der drehsteifen Anschlüsse Abs. 8.8.1 (Bild 14b) aufgenommen. Im Programm 32F kann die Drehsteifigkeit in Form von Gelenkdrehfedern GM [kNm/cm/m] bei der Schnittgrößenberechnung berücksichtigt werden. Eine mögliche Berechnung der Drehfederkonstante für das Gelenk soll hier exemplarisch an einem Beispiel durchgerechnet werden:

Einwirkungen

Die Eingabe der Einwirkungen erfolgt in drei separaten Tabellen, jeweils für den Sparren, den ersten und den zweiten Kehrlriegel (sofern vorhanden).

Automatische Lastgenerierung

Bei der automatischen Lastgenerierung stehen folgende Optionen zur Verfügung:

- Schneelasten nach DIN 1055-5:2005 [5]
- Windlasten nach DIN 1055-4:2005 [4]
- Mannlast nach DIN 1055-3:2006 [3]

Wird eine der Optionen für Wind- und Schneelasten aktiviert, so sind zunächst die globalen Grunddaten für das Gebäude und den Bauort einzugeben. Dazu zählen z.B. die Geländehöhe über NN, die Schneelastzone, die Windlastzone usw. Auf Wunsch werden die wichtigsten Parameter, unter Angabe von Landkreis und Gemeinde, aus einer Datenbank ermittelt und zur manuellen Korrektur angeboten. Welche dieser Globaldaten später im Formular ausgegeben werden sollen kann frei gewählt werden.

Schneelasten nach DIN 1055-5

Wird diese Option gewählt, so werden alle erforderlichen Schneelasten [5] automatisch ermittelt. Dazu zählen:

- Schneegrundlasten für Satteldächer gemäß Abs. 4.2.3 Bilder 4 (a),(b) und (c).
- Schneelasten auf aneinander gereihte Sattel- und Sheddächer gemäß Abs. 4.2.4.
- Berücksichtigung von Höhengsprüngen links und/oder rechts gemäß Abs. 4.2.7
- Verwehungen an Wänden und Aufbauten links und/oder rechts gemäß Abs. 4.2.8
- Schneeüberhang links und/oder rechts gemäß Abs. 5.1
- Schneefanggitter links und/oder rechts gemäß Abs. 5.2. Der Abstand von der Traufe frei wählbar.
- Zusätzlich alle Schneelasten als „außergewöhnliche“ Last, für den Fall, dass die Besonderheiten des „Norddeutschen Tieflandes“ zu berücksichtigen sind.

Windlasten nach DIN 1055-4

Wird diese Option gewählt, so werden alle erforderlichen Windlasten [4] automatisch ermittelt. Dazu zählen:

- Ermittlung der Dachbereiche für Pult- und Satteldächer, Walmdächer (Haupt- oder Walmsparren)
- Windlasten für alle Dachbereiche für die Anströmrichtung 0° (Wind von links)
- Windlasten für alle Dachbereiche für die Anströmrichtung 180° (Wind von rechts)
- Windlasten für alle Dachbereiche für die Anströmrichtung 90°/270° (Wind auf Giebel)
- Unterwind an Kragarmen oder unterstützten Vordächern (Lage der Hauswand frei wählbar)
- Innendruck für geschlossene Gebäude mit durchlässigen Wänden gemäß Abs. 12.1.8
- Innendruck für seitlich offene Gebäude gemäß Abs. 12.1.9 (1-, 2-, 3-seitig offen)
- Unterwind für freistehende Dächer (0° bis 10° Neigung)

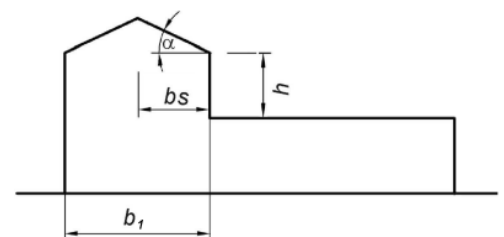
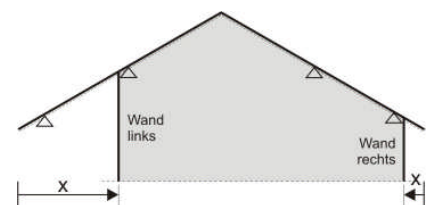
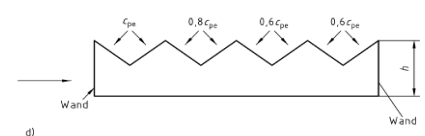
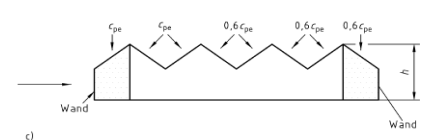
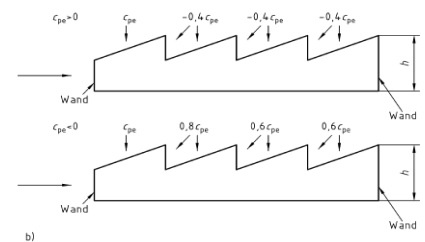
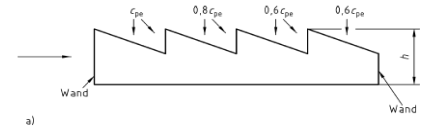
Hinweis zum Innendruck:

Beim Ansatz des Innendrucks bleiben die Kehlbalken unberücksichtigt; d.h. der Innendruck wirkt nur auf die Sparren, unabhängig davon, ob die Kehlbalkenlage windundurchlässig ist oder nicht.

Schnee- und Wind-Parameter

Für die korrekte Bestimmung der Schnee- und Windlasten sind noch einige zusätzliche Eingaben erforderlich welche das Gebäude und die Randbedingungen näher beschreiben. Wichtige Eingaben sind:

- Bei Einzelsparren muss gewählt werden ob es sich um ein Pultdach oder die Hälfte eines Sattel- oder Walmdaches handelt. Ebenso könnte es sich um einen Sparren innerhalb einer Sattel- oder Sheddachreihe handeln.
- Bei einem Satteldach ist noch auszuwählen, ob es sich um ein einzelnes Satteldach, den Hauptbereich eines Walmdaches oder um aneinander gereihte Satteldächer handelt.
- Gebäudelänge quer zur Spannrichtung (b_y) zur Bestimmung der Abmessungen der Wind-Dachbereiche. Bei Einzelsparren, welche als Teile eines Satteldaches bemessen werden, ist auch die Gebäudebreite in Spannrichtung (b_x) einzugeben.
- Bei aneinander gereihten Satteldächern oder Sheddächern muss die Anzahl der Dachflächen links und rechts des zu bemessenden Bauteils angegeben werden um die genaue Lage innerhalb der Reihe bestimmen zu können. **Wichtig:** Es ist die Anzahl der Dachflächen einzugeben (2 Satteldächer bestehen also aus 4 Dachflächen).
- Bei Satteldächern ist anzugeben, auf welche Weise Schneeverwehungen bzw. Abtauen berücksichtigt werden sollen. Die „Unsymmetrische Belastung“ entspricht der DIN 1055-5: Bild 4. Alternativ können, links und rechts unterschiedlich, Nebenbebauungen oder ein Höhengsprung berücksichtigt werden.
- Lage der Wände: In der Regel ist die Lage der Gebäudeaußenwände durch die Definition der Kragarme bekannt. Bei einem linken Kragarm mit einer horizontalen Länge von 0,75 m befindet sich auch die linke Außenwand 0,75 m vom linken Systemende entfernt. Der Abstand der Außenwände von den Systemenden kann dennoch frei geändert werden damit z.B. auch der Unterwind unter unterstützten Vordächern (als Dachverlängerung) berücksichtigt werden kann.
- Bei offenen Gebäuden mit Innendruck sind die Gebäudeseiten anzugeben welche geschlossen sind. Für die linke und rechte Wand kann, falls vorhanden, noch der Abstand vom Systemende eingegeben werden. Für vorhandene Giebelwände (vorne = 90° , hinten = 270°) wird automatisch $x = 0,00$ eingetragen. Offene Seiten werden im Ausgabefeld für x mit einem Minuszeichen gekennzeichnet.
- Bei geschlossenen Gebäuden ist für jede Seite separat die Summe der Öffnungsflächen anzugeben. Diese werden benötigt um nach DIN 1055-4:12.1.8(5) Gl(19) den Flächenparameter μ für die jeweilige Windanströmrichtung bestimmen zu können. In der Regel brauchen die Öffnungen einer Wand nur dann angesetzt werden, wenn sie betriebsbedingt auch bei Sturm geöffnet werden müssen (\rightarrow DIN 1055-4:12.1.8)
- Höhengsprung: Bei Höhengsprüngen ist neben den Abmessungen h und b_1 des Bildes 9 der DIN 1055-5 noch das Maß b_s einzugeben. Dieses ist die Breite der Dachfläche von der Schnee abrutschen kann. Bei einem Nachbargebäude mit symmetrischen Satteldach gilt: $b_s = \frac{1}{2} \cdot b_1$.



Mannlast

Durch das Aktivieren dieser Option generiert das Programm Mannlasten (gemäß [3] Abs.6.2(2) Nutzlast auf Dächer) als Einzellasten von jeweils 1 kN in Feldmitten und an Kragarmenden. Diese Einzellasten werden separat voneinander betrachtet und nicht, wie die übrigen Flächenlasten, mit dem Sparrenabstand multipliziert. Sie wirken somit direkt auf den Einzelsparren. Die Auflagerkräfte aus Mannlasten werden nicht in Folgebauteile weitergeleitet da sie nur der Sicherstellung einer örtlichen Mindesttragfähigkeit dienen.

Einwirkungsgruppen (EWG)

Damit die unterschiedlichen Einwirkungen später zu Lastfällen zusammengestellt werden können, wird jede Einwirkung einer Einwirkungsgruppe (EWG) zugeordnet. Die EWG sind programmseitig vordefiniert. So gibt es z.B. die EWG 100 = „Eigengewicht“, die EWG 200 = „Schnee-Volllast“, die EWG 300 = „Wind von links, Luv Druck“ usw. Weiterhin stehen 2 EWG zur benutzerdefinierten Verwendung zur Verfügung. Bei der Lastautomatik erfolgt die Zuordnung der Einwirkungen zu den EWG automatisch. Eine EWG kann mehrere Lastabschnitte oder Einzellasten enthalten. So enthält z.B. die EWG 300 (Wind von links, Luv Druck) bei Satteldächern 2 Lastabschnitte, den Bereich F an der Traufe und den Bereich H zwischen F und dem First (siehe [4] Bild 7).

Lastfälle (LF)

Aus den Einwirkungsgruppen können bis zu 99 voneinander unabhängige Lastfälle (LF) gebildet werden.

Bei der Lastautomatik werden folgende Lastfälle automatisch generiert:

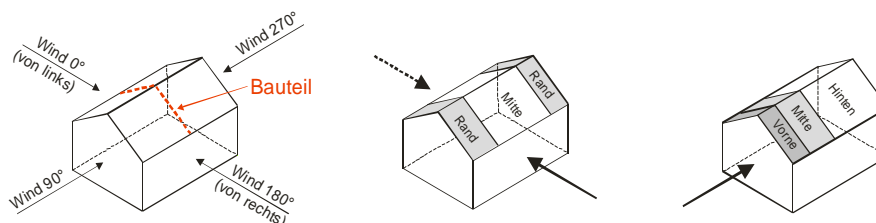
- Schnee Volllast ¹⁾
- Schnee unsymmetrisch (Abtauen links/rechts) oder Verwehungen ¹⁾
- Wind von links ^{2) 3)}
- Wind von rechts ^{2) 3)}
- Wind auf Giebel ^{2) 3)}
- Überlagerung aller Schneelaststellungen mit allen Windlaststellungen in denen Winddruck auftritt ^{1) 2) 3)}

¹⁾ Für den Fall, dass die „Fußnote Norddeutsches Tiefland“ zu berücksichtigen ist, werden alle Lastfälle, in denen Schneelasten vorkommen gedoppelt, wobei die Schneelasten als „außergewöhnliche“ Einwirkung mit dem 2,3-fachen charakteristischen Werten berücksichtigt werden. Bei manueller Eingabe sind die außergewöhnlichen Schnee-Einwirkungen, zusätzlich zu den normalen Schnee-Einwirkungen, in der Einwirkungstabelle für den Sparren einzugeben und den dafür vorgesehenen EWG zuzuordnen.

²⁾ Bei flachen Dachneigungen können beim Ansatz einer bestimmten Anströmrichtung (z.B. 0° → Wind von links) sowohl auf der Luv-Seite Winddruck oder Windsog als auch auf der Lee-Seite Winddruck oder Windsog auftreten. In diesen Fällen werden für die jeweilige Anströmrichtung bis zu 4 LF gebildet:

1. Luv-Druck → Lee-Druck
2. Luv-Druck → Lee-Sog
3. Luv-Sog → Lee-Druck
4. Luv-Sog → Lee-Sog

Da gemäß [4] das Dach in Bereiche (A bis N) aufgeteilt wird, sind mitunter mehrere Dachquerschnitte zu untersuchen. Bei einem Satteldach (→ [4] Bild 7) ergeben sich z.B. bei Wind aus 0° zwei Schnitte. Einer im Randbereich (F-H-J-I) und einer im Mittelbereich (G-H-J-I). Bei Wind aus 90° ergeben sich 3 Schnitte: Vorne (F-G), Mitte (H) und Hinten (I). Für jeden Schnitt und jede Anströmrichtung werden separate LF gebildet. Somit werden in einem Rechengang alle erforderlichen Schnitte untersucht.



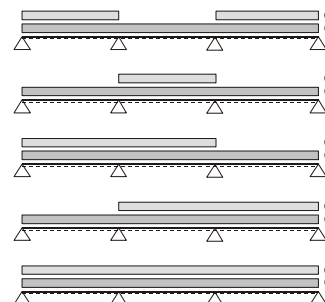
³⁾ Der Unterwind oder Innendruck, falls vorhanden, wird bei allen LF der jeweiligen Anströmrichtung angesetzt.

Kombinationen

Innerhalb eines jeden Lastfalls werden automatisch alle erforderlichen Kombinationen für den Nachweis der Tragsicherheit, Lagesicherheit und der Gebrauchstauglichkeit nach DIN 1055-100 gebildet. Treten in einem Lastfall z.B. außergewöhnliche Einwirkungen auf, so werden neben den entsprechenden außergewöhnlichen Kombinationen (DIN 1055-100, 9.4 Gl.(15)+(16)) auch die Kombinationen für die ständige und vorübergehende Bemessungssituation (Gl.(14)) untersucht. Für den Brandfall werden die Kombinationen nach DIN 4102-22 Abs. 4.1(1) gebildet, welche den außergewöhnlichen Kombinationen nach DIN 1055-100 entsprechen, wobei der Einwirkungsanteil $A_d=0$ ist.

Ungünstigste Laststellung

Bei Kehlbalken mit mehreren Faldern können für jede Kombination nach DIN 1055-100 die veränderlichen Einwirkungen feldweise angesetzt werden, um die ungünstigsten Schnittgrößen zu ermitteln. Alle Verkehrslasten der Kehlriegel sollten der EWG „Verkehrslast auf Kehlriegel“ oder den benutzerdefinierten EWG zugeordnet werden, da nur die Einwirkungen dieser Gruppen feldweise angesetzt werden. Momente auf Auflagern werden bei allen Laststellungen angesetzt da sie sich keinem Feld zuordnen lassen. **Ständige Einwirkungen (G) werden nicht feldweise angesetzt.** Es werden jedoch 2 Rechenläufe, einmal mit $\gamma_{G,inf}$ und einmal mit $\gamma_{G,sup}$, gemacht, wobei γ_G gemäß DIN 1045-1:5.3.3(5) jeweils für das gesamte System konstant angesetzt wird.



Einwirkungen (Lasten)

Die charakteristischen Lastbeträge der einzelnen Einwirkungen werden vom Programm vorgeschlagen und zur Korrektur und Ergänzung angeboten. Die Einwirkungszeilen, welche durch die Lastautomatik generiert wurden, sind geschützt und können nicht verändert werden. Ein inaktiv setzen ist jedoch möglich.

Einwirkungen auf den Sparren

aus Freie textliche Beschreibung der Einwirkung. An dieser Stelle können auch die verschiedenen Eingabehilfen aufgerufen werden. Mit „?“ kann ein Hilfefenster mit Erläuterungen zu den Eingabehilfen aufgerufen werden.

Last

- q = Flächenlast vertikal, bezogen auf die Dachfläche (Gleichlast, Trapezlast, Dreiecklast) [kN/m²]
- qz = Flächenlast senkrecht zum Stab (Gleichlast, Trapezlast, Dreiecklast) [kN/m²]
- qZ = Flächenlast vertikal, bezogen auf die Grundfläche (Gleichlast, Trapezlast, Dreiecklast) [kN/m²]

- Fz = Linienlast quer zur Spannrichtung, senkrecht zum Stab [kN/m]
- FZ = Linienlast quer zur Spannrichtung, global vertikal [kN/m]
- Fx = Linienlast quer zur Spannrichtung, in Stablängsrichtung [kN/m]
- FX = Linienlast quer zur Spannrichtung, global horizontal [kN/m]

My = Linien-Moment quer zur Spannrichtung, rechtsdrehend positiv [kNm/m]

Art/Kat. Kategorie der Einwirkung (G, Q, A1...Q, W, A). Bei der Eingabe werden in einem Menü die Einwirkungskategorien der DIN 1055-3 angeboten.

EWG [Einwirkungsgruppe](#)

Wert Charakteristische Größe der Einwirkung.

a Abstand der Einwirkung vom linken Systemende (horizontale Projektion). [m]

c Länge der Einwirkung (horizontale Projektion). [m]

Alpha Abminderungsfaktor (α_a) nach DIN 1055-3:2002-1, 6.1 für die Nutzlasten nach Tabelle 1

Einwirkungen auf die Kehlriegel

Die Tabellen für Einwirkungen auf die Kehlriegel sind, bis auf folgende Ausnahmen, identisch mit der Tabelle der Sparren-Einwirkungen:

Last q_z = Flächenlast senkrecht zum Stab (Gleichlast, Trapezlast, Dreiecklast) [kN/m²]

F_z = Linienlast quer zur Spannrichtung, senkrecht zum Stab [kN/m]

F_x = Linienlast quer zur Spannrichtung, in Stablängsrichtung [kN/m]

M_y = Linien-Moment quer zur Spannrichtung, rechtsdrehend positiv [kNm/m]

a Abstand vom Kehlbalkenanfang (horizontale Projektion). [m]

Je nach dem, welche lichte Raumhöhe sich zwischen OK-Kehlriegel und dem First bzw. der darüber liegenden Kehlbalkenlage ergibt, wird die entsprechende Verkehrslast aus DIN 1055-3 und ein pauschales Eigengewicht vorgeschlagen. Diese Werte können, im Gegensatz zu den Vorschlagswerten für die Sparren-Einwirkungen, frei geändert werden. In einem erneuten Rechenlauf werden diese Werte nicht mehr vom Programm verändert.

Kategorien

Die Einwirkungen sind entsprechend der Häufigkeit ihres Auftretens gemäß DIN 1055-3 zu kategorisieren:

G = Ständige Einwirkungen (z.B. Eigengewicht)

Q = Veränderliche Einwirkungen (z.B. Nutzlasten)

A = Außergewöhnliche Einwirkungen (z.B. Transport, Montagelasten)

Für die einzelnen Einwirkungskategorien werden die zugehörigen Teilsicherheitsbeiwerte γ , die Kombinationsbeiwerte (ψ_0 , ψ_1 , ψ_2) nach DIN 1055-100 und die Klasseneinwirkungsdauer nach DIN 1052 Tabelle 3 und 4 ermittelt.

Berechnungsvorgaben

Die für die Schnittgrößenberechnung und die Bemessung erforderlichen Parameter werden in einem übersichtlichen Dialogfenster angezeigt und können bei Bedarf durch das Setzen von Checkboxen (Häkchen) und Radiobuttons (Auswahl-Knöpfe) angepasst werden.

Bemessung

Für die Bemessung der Sparren und der Kehlbalken stehen folgende Optionen zur Verfügung:

- Stabilitätsnachweis (Kippen/Knicken):

- Ermittlung der Ersatzstablänge l_{ef} gemäß DIN 1052 Anhang E.2 Tabelle E.1
- Ermittlung der Ersatzstablänge l_{ef} aus dem Verzweigungslastfaktor.

- Lagesicherheit

- Es werden die maximalen und minimalen Auflagerkräfte aus den Kombinationen für den Nachweis der Lagesicherheit für je Klasse der Lasteinwirkungsdauer (KLED) ausgegeben.

- Auflagerpressung nach DIN 1052:10.2.4

- Brandschutz nach DIN 4102-22 für Sparren und Kehlriegel/Zugband

- Branddauer F30-B oder F60-B
- 3- oder 4-seitiger Abbrand.

- Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

- Verformungen (Durchbiegung) nach DIN 1052 Gl(40-42)
- Schwingungsnachweis für Kehlbalken nach DIN 1052:9.3(2)

- Querschnittswahl

- Querschnitt neu bemessen: Programm versucht einen optimalen Querschnitt für die Sparren und Kehlbalken zu ermitteln.
- Querschnitt nachweisen: Für die eingegebenen oder bereits eingetragenen Querschnitte werden alle Nachweise geführt. Überschreitungen werden entsprechend angezeigt. Es erfolgt kein Vorschlag durch das Programm.
- Alle Querschnitte für ein Bauteil gleich: Wird diese Option aktiviert, so werden jeweils die Sparren und die Kehlbalken in allen Feldern mit dem gleichen Querschnitt und Abstand bemessen. Bei Deaktivierung der Option ist eine feldweise unterschiedliche Bemessung möglich.
- Zwischenhölzer für Kehlbalken: Für die Bemessung 2-teiliger Kehlbalken können optional Zwischenhölzer bemessen werden. Zur Verbindung mit den Kehlbalken stehen Stiftverbindungen (z.Zt. Nägel) und Dübel besonderer Bauart zur Verfügung. Da die Zwischenhölzer rechnerisch keine Kräfte zu übertragen haben, besteht die Bemessung darin, für die gewählte Sparren- und Kehlbalkengeometrie die optimalen Abmessungen für die Zwischenhölzer und die Verbindungsmittel bestimmen. Dabei werden intern die Mindestholzabmessungen nach DIN 1052 geprüft.

Berechnungsoptionen

Für die Schnittgrößenberechnung, Ausgaben und Lastweiterleitung können folgende Parameter verändert werden:

- Schubverformungen

- Bei der Schnittgrößenberechnung werden Schubverformungen berücksichtigt.

- Ausgabe der Nachweise

- Wird „nur maßgebende Nachweise ausgeben“ gewählt, so werden bei den einzelnen Nachweisen nur die jeweils maßgebenden Nachweise, unter Angabe der Kombinationsnummer, ausgegeben. Auch in der Listen der untersuchten Lastfälle und Kombinationen werden nur diejenigen aufgeführt, welche bei einem Nachweis maßgebend wurden.

- Stabteilungsraaster. Neben den System- und Lastunstetigkeiten wird jeder Stab zusätzlich an folgenden Punkten untersucht:

- grob: 5-tels-Punkte
- fein: 10-tels-Punkte
- sehr fein: 15-tels-Punkte

- Lastweiterleitung

- Extremalwerte: Es werden die maximalen und minimalen Auflagerkräfte aus allen Lastfällen für jedes Auflager, getrennt nach Kategorien, weitergeleitet. (empfohlen)
- Getrennt für jeden Lastfall: Es werden die maximalen und minimalen Auflagerkräfte für jeden Lastfall getrennt, für jedes Auflager, getrennt nach Kategorien, weitergeleitet.

Baustoffe

Für die Sparren- und Kehlriegelbemessung stehen folgende Baustoffe zur Verfügung:

- Nadelholz	C14-C50
- Laubholz	D30-D70
- homogenes Brettschichtholz	GL24h - GL36h
- kombiniertes Brettschichtholz	GL24c - GL36c
- keilgezinktes Nadelholz	C16 - C40
- Furnierschichtholz Kerto S, Q	Zulassung (Z-9.1-100)
- Konstruktionsvollholz (KVH)	C24 - C40 (sichtbar/nicht sichtbar)
- Massivholz (MH)	C24 - C40 (sichtbar/nicht sichtbar)
- Duo-Balken	C24, C30 Zulassung (Z-9.1-440)
- Trio-Balken	C24, C30 Zulassung (Z-9.1-440)

Nachweise

Alle Nachweise werden nach DIN 1052 bzw. DIN 1055 geführt. Nachgewiesen werden im Einzelnen:

- **Biegespannung** nach 10.2.6 - 10.2.8
- **Schubnachweis** nach Gl.(59-62). Die Erhöhung der Schubfestigkeit ab 1,5 m Abstand vom Hirnholz berücksichtigt, wenn die Bemessung mit konstantem Querschnitt erfolgt. Als Hirnholz werden dabei das linke und rechte Systemende sowie der First angesehen. An den Stützungen werden die Querschnittsschwächen durch Kerven berücksichtigt.
- **Kipp-/Knicknachweis** feldweise nach dem Ersatzstabverfahren für alle Unstetigkeitsstellen der Schnittgrößenberechnung und alle Stabteilungspunkte. Die Beiwerte ($\beta_m, \beta_y, \beta_z$) zur Bestimmung der Kipp- und Knicklängen (l_{ef}) können feldweise frei gewählt werden. Entsprechend den Einstellungen in den Berechnungsvorgaben macht das Programm Vorschläge für die Beiwerte.
- **Auflagerdruck** nach 10.2.4. Die wirksame Quерdruckfläche A_{ef} und der Quерdruckbeiwert $k_{c,90}$ werden automatisch ermittelt. Bei einer indirekten Lagerung wird kein Pressungsnachweis geführt.
- **Lagesicherheit**: Es muss gewährleistet sein, dass das Bauteil gegen Abheben gesichert ist. Hierbei werden die maximalen und minimalen Kräfte im Grenzzustand der Lagesicherung ermittelt und ausgegeben. Um die Teilsicherheitsbeiwerte für eine Anschlussbemessung richtig bestimmen zu können, werden die Auflagerkräfte für jede KLED separat ermittelt. Für die abhebenden Kräfte ist - falls vorhanden - noch ein Standsicherheitsnachweis zu führen. Diesen kann der Anwender entweder durch Verwendung der Nachweise der Anschlusspunkte im Programm oder durch eigenhändige Nachweise erbringen.
- **Brandnachweis nach dem genaueren Verfahren nach DIN 4102-22**, Kapitel Holzbau, 5.5.2.1 b). Dabei wird die Biegespannung, der Schub- und Kippnachweis nach DIN 1052 mit dem verbrannten Restquerschnitt und reduzierten Festigkeitseigenschaften geführt. Als Bemessungssituation wird die außergewöhnliche Bemessungssituation angesetzt.
- **Durchbiegungsnachweis** nach 9.2 Gl.(40-42). Nach DIN 1052 müssen die 3 folgenden Durchbiegungsnachweise geführt werden.
 - **W_{qinst}** (elast. Anfangsdurchbiegung aus veränderlichen Einwirkungen) muss kleiner sein als $l/300$ bei Feldern und $l/150$ bei Kragarmen. Die Ermittlung der Durchbiegung erfolgt in der seltenen Bemessungssituation.
 - **$W_{fin} - W_{G,inst}$** (Enddurchbiegung abzüglich der elastischen Anfangsdurchbiegung aus Eigenlast) muss kleiner sein als $l/200$ bei Feldern und $l/100$ bei Kragarmen. Die Ermittlung der Durchbiegung erfolgt ebenfalls in der seltenen Bemessungssituation.
 - **$W_{fin} - W_0$** (Gesamtdurchbiegung abzüglich Überhöhung = Durchhang) muss kleiner sein als $l/200$ bei Feldern und $l/100$ bei Kragarmen. Die Ermittlung der Durchbiegung erfolgt in der quasi-ständigen Bemessungssituation.

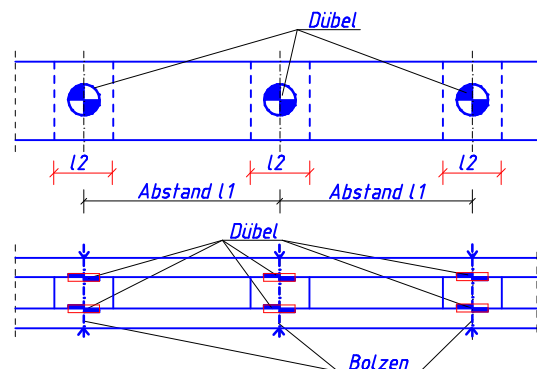
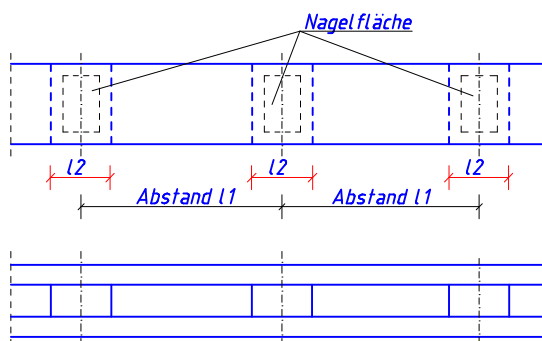
Die Grenzdurchbiegungen werden gemäß DIN 1052 vom Programm vorgeschlagen und können bei Bedarf frei geändert werden. Für den Nachweis der Gesamtdurchbiegung kann feldweise eine Überhöhung w_0 eingegeben werden.

- Der **Schwingungsnachweis** für die Kehlträger wird vereinfacht mit der größten ermittelten Durchbiegung am n-Feld-System aus der quasi-ständigen Bemessungssituation geführt (DIN 1052, 9.3, (2)). Die Durchbiegung sollte 6 mm nicht überschreiten.

Details

Zwischenhölzer (konstruktiv)

Für 2-teilige Kehlbalken können Zwischenhölzer und deren Verbindungsmittel gewählt werden. Bei der Bemessung der Kehlbalken und den statischen Nachweisen werden die Zwischenhölzer nicht berücksichtigt, es werden jedoch alle konstruktiven Anforderungen der DIN 1052 an die Hölzer und die Verbindungsmittel (z.B. Mindestholzabmessungen, erf. Nagellänge, Randabstände etc.) überprüft.



Nachweis der Anschlusspunkte

Das Programm bietet die Möglichkeit beliebige Anschlusspunkte, auch alternativ mit unterschiedlichen Anschlussarten als Holz/Holz oder Stahlblech/Holz-Verbindung, nach DIN 1052 nachzuweisen. Es werden für den Grenzzustand der Tragfähigkeit das Versagen des Anschlusses und der Verlust der Lagesicherheit untersucht.

Hierbei ist der Einsatz von Nägeln, Bolzen, Passbolzen und Dübeln besonderer Bauart als Verbindungsmittel möglich. Die Bemessung der Anschlüsse erfolgt unter Berücksichtigung der Mindestabmessung der Hölzer bzw. Stahlbleche und der Abstände der Verbindungsmittel untereinander und zu den Rändern. Eine vorhandene Ausklinkung wird durch einen modifizierten Schubnachweis nach 11.2 nachgewiesen. Ggf. werden Nachweise für die Kontaktpressungen sowie Zug- und Druckspannungsnachweise bei Laschen- und Knaggenkonstruktionen ausgegeben. Verwendete Stahlbleche, bzw. Stahlblechformteile werden durch einen Normal-, Schub- und Vergleichsspannungsnachweis nach DIN 18800 Element 747 nachgewiesen.

Es wird kein Brandschutznachweis geführt, da nicht für alle vorhandenen Anschlussvarianten entsprechende Nachweiskonzepte vorliegen. Es wird daher davon ausgegangen, dass die Anschlüsse durch konstruktive Maßnahmen ausreichend geschützt sind.

Die Bearbeitung der Anschlussarten erfolgt sequentiell, wobei im Vorfeld der Ausgabeumfang festgelegt werden kann. Zur Evaluation werden während der Eingabe Detailskizzen dargestellt.

Zugkraftverankerung

Durch den Nachweis der Zugkraftverankerung kann die Lagesicherheit des Sparrens sichergestellt werden. Es werden alle vertikal und horizontal abhebenden Kräfte berücksichtigt. Nachfolgende Traufpunkt- oder Kehlriegel-/Zugbandanschlüsse an demselben Anschlusspunkt sind gemeinsam zu betrachten.

Folgende Anschlussarten werden für die Zugkraftverankerung angeboten:

- Sparrenpfettenanker

Abhängig von den Beanspruchungen werden zwei oder vier vertikale und/oder horizontale Sparrenpfettenanker zur Verankerung von vertikalen und horizontalen abhebenden Kräften angeboten. Die Querschnitte müssen eine entsprechende Abmessungen haben, damit die Sparrenpfettenanker mit den entsprechenden Ankerdübeln ohne Überstand angeordnet werden können. Die Dachneigung und die Kerventiefe müssen so gewählt sein, dass durch Verwendung der vorgegebenen Löcher die erforderliche Nagelanzahl unter Berücksichtigung der Randabstände angeordnet werden kann.

- Sparrennagel

Die Sparrennägeln werden senkrecht und/oder parallel zur Faserrichtung des vorgebohrten Sparrens mit oder ohne Kerbe angeordnet. Folgende Kriterien haben auf Anzahl und Art der Anordnung einen Einfluss:

• Kerventiefe

Die durch die Kerbe resultierende Öffnung in Sparrenrichtung, muss so groß sein, dass die erforderlichen Sparrennägeln unter Beachtung der Mindest- und Randabstände eingebaut werden können. Hierzu werden bei der Eingabe der Kerventiefe Hinweise angezeigt. Bei deaktivierter Kerbe (Kerventiefe = 0 cm) wird die Pfette bündig unter dem Sparren angeordnet.

• Sparrenbreite

Die durch die Sparrenbreite, muss so groß sein, dass die erforderlichen Sparrennägeln unter Beachtung der Mindest- und Randabstände eingebaut werden können. Hierzu wird bei der Eingabe der Sparrenbreite ein Hinweis angezeigt.

• Schwellen-/Pfettenquerschnitt

Der Schwellen- / Pfettenquerschnitt muss so groß sein, dass auf der gesamten Eindringtiefe des Sparrennagels die erforderlichen Randabstände eingehalten sind. Alternativ kann bei einer Kerbe ohne Berücksichtigung des Pfettenquerschnitts gerechnet werden.

• Länge des Sparrennagels

Der Sparrennagel muss von beiden Querschnitten aufgenommen werden können.

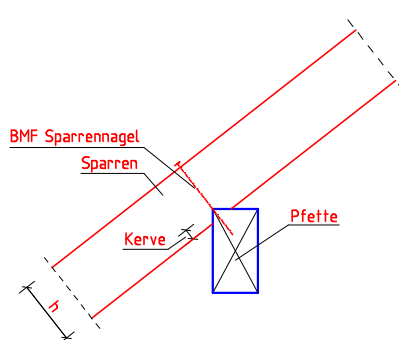


Bild 1: Sparrennagel mit Kerbe

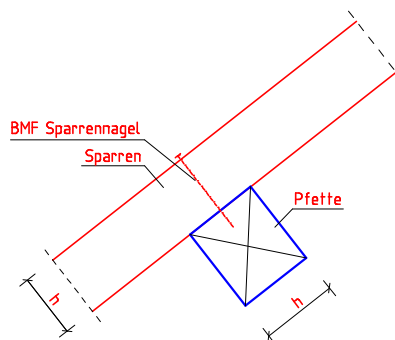


Bild 2: Sparrennagel ohne Kerbe

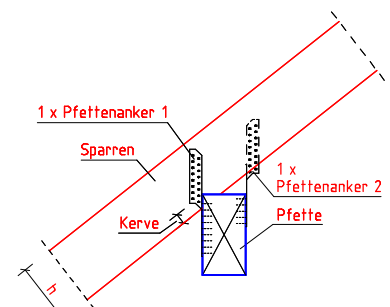


Bild 3: zwei vertikale Sparrenpfettenanker

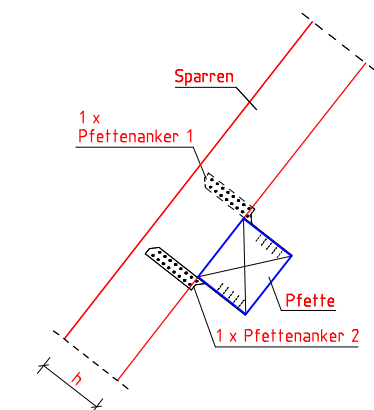


Bild 4: zwei vertikale Sparrenpfettenanker (ohne Kerbe)

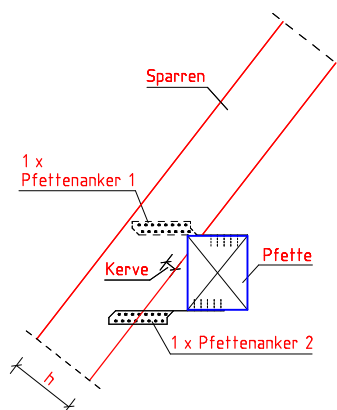


Bild 5: zwei horizontale Sparrenpfettenanker

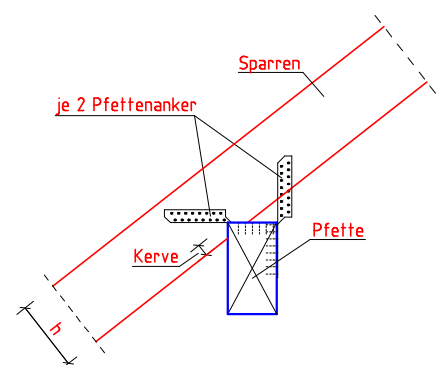


Bild 6: zwei vertikale und zwei horizontale Sparrenpfettenanker

Traufpunkt

Mithilfe des Traufpunktnachweises wird das Auflager am Sparrenfußpunkt modelliert. Es sind direkte Anschlüsse des Sparrens an Schwellen, bzw. Pfetten, wie auch Versätze und indirekte Anschlüsse über Knaggen, bzw. Stemmhölzer möglich.

Folgende Anschlussarten werden für den Traufpunktanschluss angeboten:

- **direkte Anschlüsse**
 - Fußschwelle mit/ohne Dremel und Bolzen
 - Fußschwelle mit/ohne Dremel und Dübel besonderer Bauart
 - Fußpfette mit Bolzen und Ausklinkung
 - Fußpfette mit Dübel besonderer Bauart und Ausklinkung
- **indirekte Anschlüsse**
 - Fußpfette mit Bolzen und Stemmholz mit veränderlicher Breite
 - Fußpfette mit Bolzen und Stemmholz mit veränderlicher Dicke
 - Fußpfette mit Bolzen und Vorholzknaagge mit Dübeln besonderer Bauart
 - Fußpfette mit Bolzen und Vorholzknaagge mit Nägeln
- **Versätze**
 - Stirnversatz
 - Rückversatz
 - doppelter Versatz

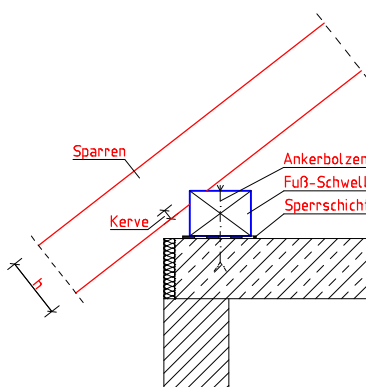


Bild 7: Fußschwelle ohne Dremel mit Bolzen

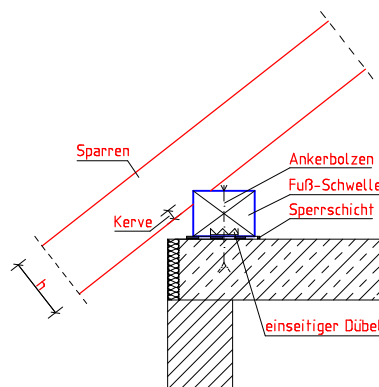


Bild 8: Fußschwelle ohne Dremel mit Dübel besonderer Bauart

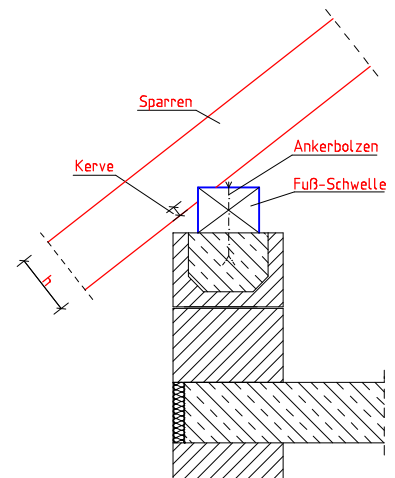


Bild 9: Fußschwelle mit Dremel und Bolzen

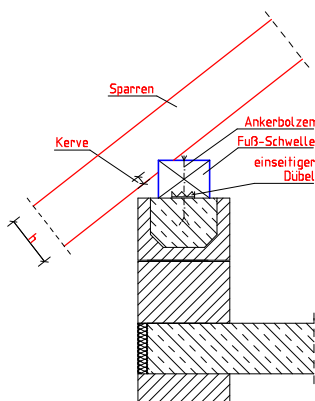


Bild 10: Fußschwelle ohne Dremel und Dübel besonderer Bauart

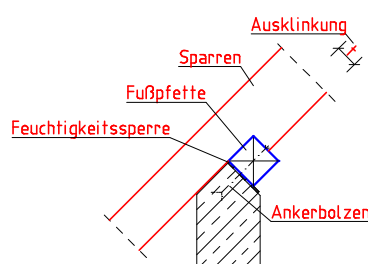


Bild 11: Fußpfette mit Bolzen und Ausklinkung

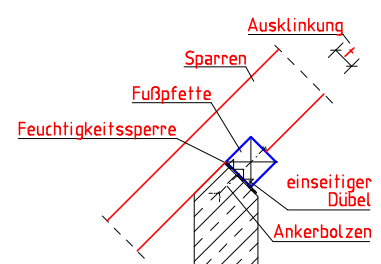


Bild 12: Fußpfette mit Dübel besonderer Bauart und Ausklinkung

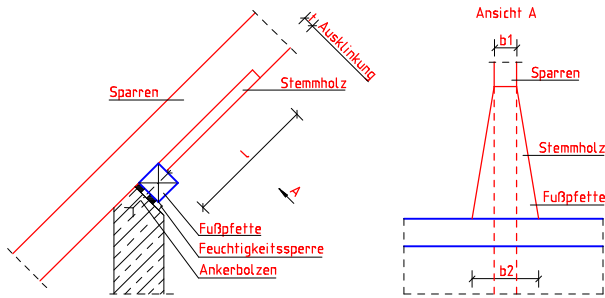


Bild 13: Fußpfette mit Bolzen und Stemmholz mit veränderlicher Breite

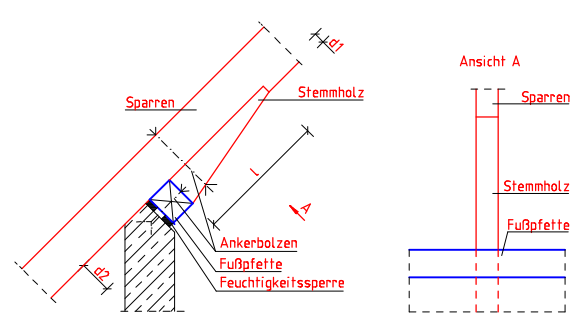


Bild 14: Fußpfette mit Bolzen und Stemmholz mit veränderlicher Dicke

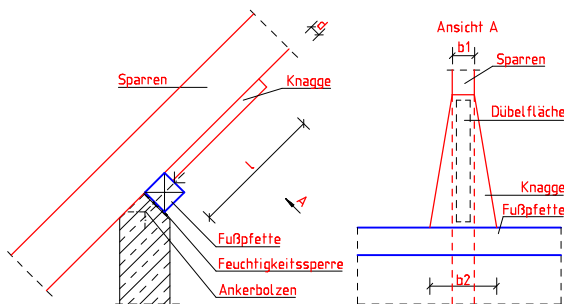


Bild 15: Fußpfette mit Bolzen und Vorholzknaagge mit Dübeln besonderer Bauart

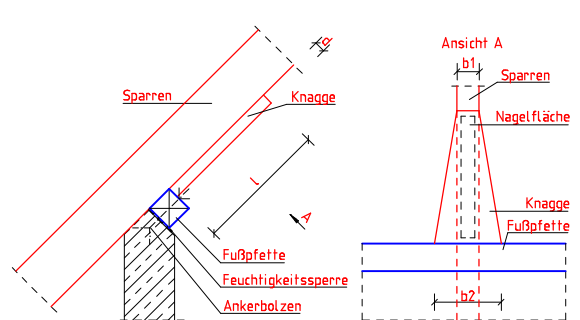


Bild 16: Fußpfette mit Bolzen und Vorholzknaagge mit Nägeln

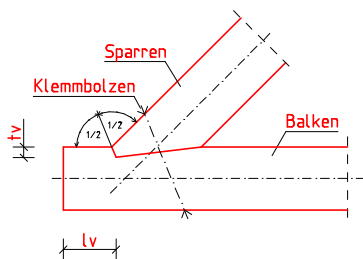


Bild 17: Stirnversatz

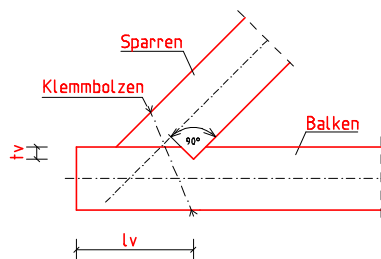


Bild 18: Rückversatz

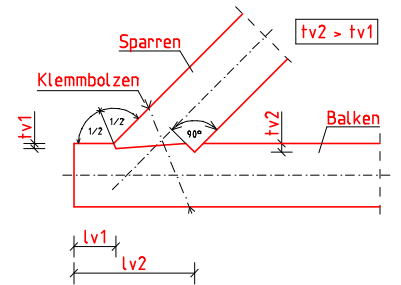


Bild 19: doppelter Versatz

Firstpunkt

Der Firstpunkt stellt die Verbindung von zwei Sparren unterschiedlicher Neigung her. Hierbei sind die zwei grundsätzlichen Konstruktionsprinzipien Überblattung und Stumpfstoß in vielfältigen Varianten implementiert.

Folgende Anschlussstypen werden für die Zugkraftverankerung angeboten:

- **Überblattung**
 - ohne Firstlaschen
 - mit konstruktive Firstlaschen und Firstbohle
 - mit Firstlaschen und konstruktive Richtpfette
- **Stumpfstoß**
 - mit Firstlaschen und Firstbohle konstruktiv
 - mit Firstlaschen und Firstpfette konstruktiv
 - mit Lochblechen und Richtbohle konstruktiv
 - mit tragender Firstpfette und Firstlaschen
 - mit tragender Firstpfette ohne Firstlaschen
 - Firstbohle im Sparrenstoß und Firstlaschen

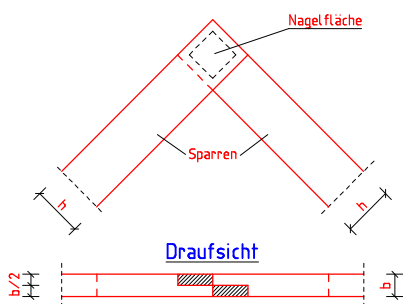


Bild 20: Überblattung ohne Firstlaschen

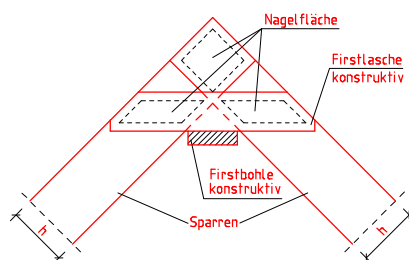


Bild 21: Überblattung mit konstruktive Firstlaschen und Firstbohle

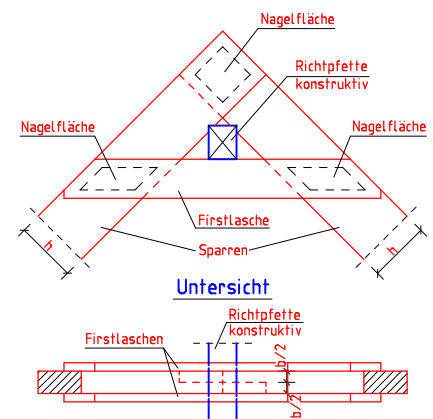


Bild 22: Überblattung mit Firstlaschen und konstruktiver Richtpfette

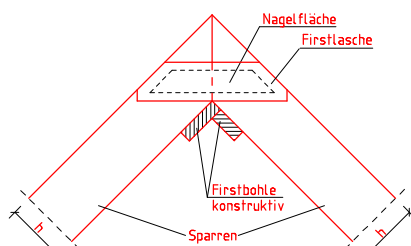


Bild 23: Stumpfstoß mit Firstlaschen und Firstbohle konstruktiv

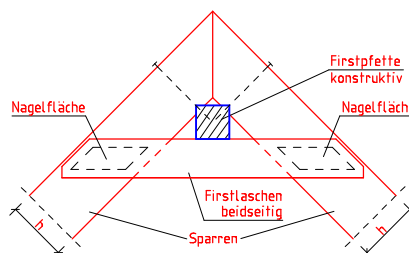


Bild 24: Stumpfstoß mit Firstlaschen und Firstpfette konstruktiv

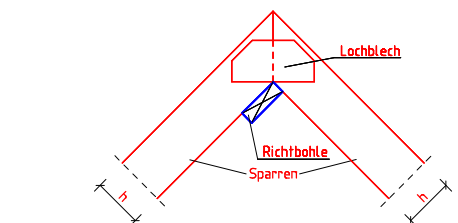


Bild 25: Stumpfstoß mit Lochblechen und Richtbohle konstruktiv

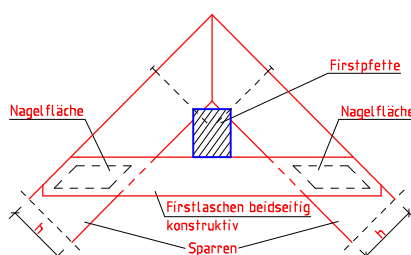


Bild 26: Stumpfstoß mit tragender Firstpfette und Firstlaschen

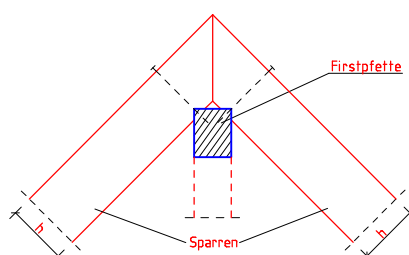


Bild 27: Stumpfstoß mit tragender Firstpfette ohne Firstlaschen

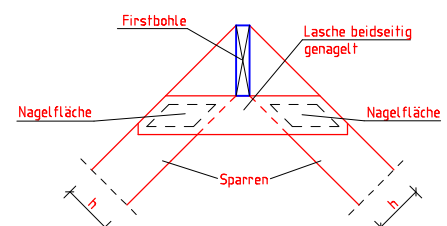


Bild 28: Firstbohle im Sparrenstoß und Firstlaschen

Anschluss Kehltriegel/Zugband – Sparren

Durch den Kehltriegel-/Zugbandanschluss wird entweder ein zweiteiliger Kehltriegel/Zugband direkt oder ein einteiliger Kehltriegel/Zugband indirekt an den Sparren angeschlossen.

Folgende Anschlussstypen werden für die Zugkraftverankerung angeboten:

- direkter Anschluss

- mit Dübel besonderer Bauart
- mit Nägel
- oberhalb der Pfette mit Dübel besonderer Bauart
- oberhalb der Pfette mit Nägel
- unterhalb der Pfette mit Dübel besonderer Bauart
- unterhalb der Pfette mit Nägel

- indirekter Anschluss

- über Laschen mit Dübeln besonderer Bauart
- über Laschen mit Nägeln
- über Lochbleche mit Nägeln
- Kontaktanschluss mit Knagge und Lasche zur Lagesicherung

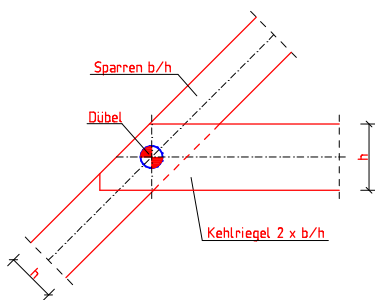


Bild 29: direkter Anschluss mit Dübeln besonderer Bauart

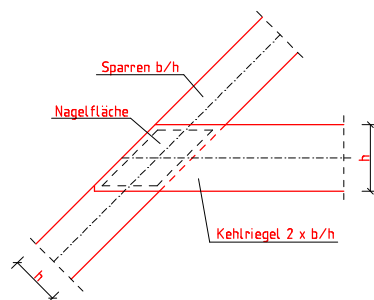


Bild 30: direkter Anschluss mit Nägeln

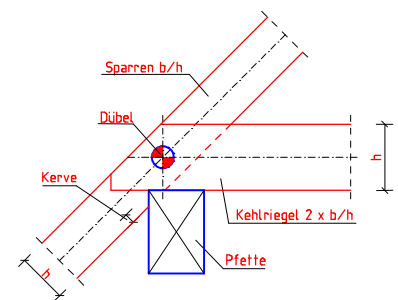


Bild 31: direkter Anschluss oberhalb der Pfette mit Nägeln

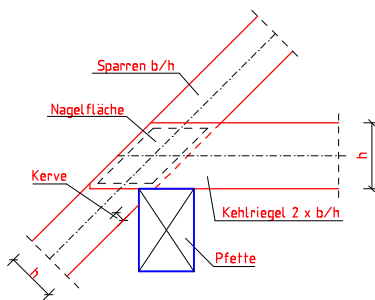


Bild 32: direkter Anschluss oberhalb der Pfette mit Dübeln

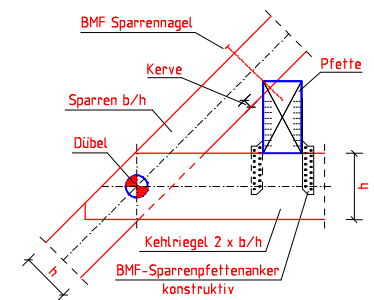


Bild 33: direkter Anschluss unterhalb der Pfette mit Dübeln

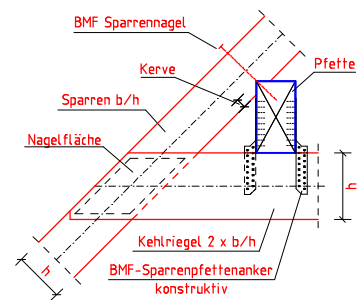


Bild 34: direkter Anschluss unterhalb der Pfette mit Nägeln

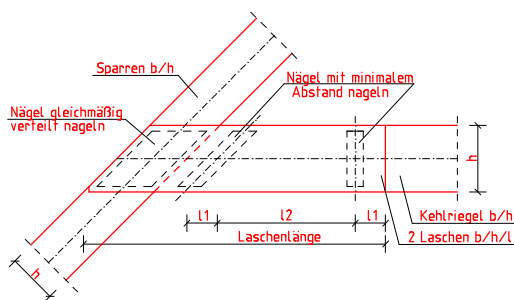


Bild 35: Laschenanschluss mit Nägeln

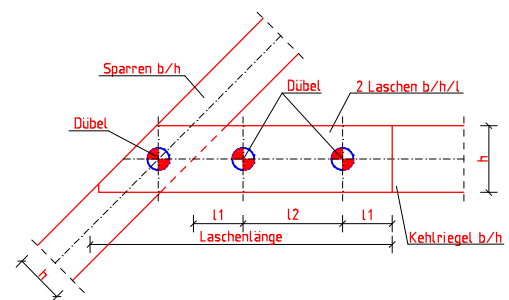


Bild 36: Laschenanschluss mit Dübeln bes. Bauart

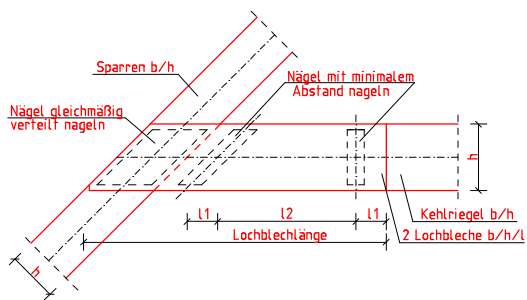


Bild 37: Lochblechanschluss mit Nägeln

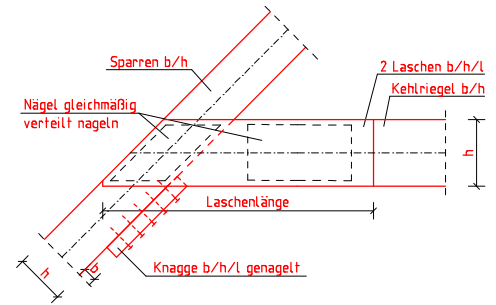


Bild 38: Kontaktanschluss mit Knagge und Lasche zur Lagesicherung

Lastweiterleitung

Je nach Einstellung in den Berechnungsoptionen werden die charakteristischen Auflagerkräfte lastfallweise oder als Extrema aller Lastfälle getrennt nach Kategorien weitergeleitet. Bei der Übernahme in andere Positionen sind diese Werte dann erneut mit Teilsicherheiten zu versehen.

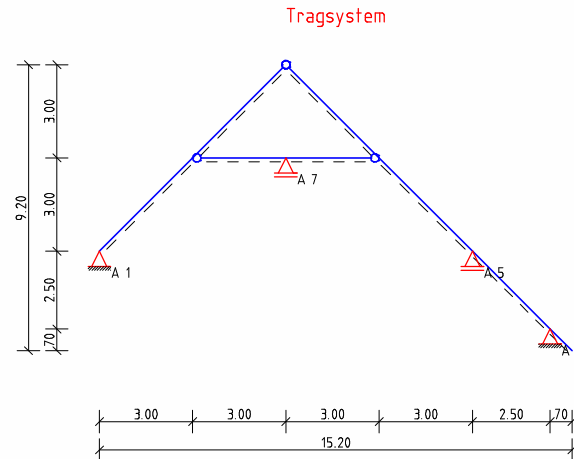
Literatur

- [1] DIN 1052:2004-08 / DIN 1052:2008-12
- [2] DIN 1055-100:2001-03
- [3] DIN 1055-3:2006-03 (Nutzlasten)
- [4] DIN 1055-4:2005-03 (Windlasten)
- [5] DIN 1055-5:2005-07 (Schneelasten)
- [6] DIN 4102-22:2004-11
- [7] DIN 18800:1990-11

POS. 262 KEHLBALKENDACH

Grundlagen: DIN 1052:2008-12, DIN 1055-100:2001-03

System:



Feld Nr.	Länge [m]	winkel [Grad]	h [m]	s [m]	Nutzungs- klasse [-]	Auflasten			
						Dach	EG	Ausbau	g,k
1	3.000	45.00	3.000	4.243	1	0.55	0.15	0.20	0.90
2	3.000	45.00	3.000	4.243	1	0.55	0.15	0.20	0.90
3	3.000	-45.00	-3.000	4.243	1	0.55	0.15	0.20	0.90
4	3.000	-45.00	-3.000	4.243	1	0.55	0.15	0.20	0.90
5	2.500	-45.00	-2.500	3.536	1	0.55	0.15	0.00	0.70
Kr.re	0.700	-45.00	-0.700	0.990	2	0.55	0.15	0.00	0.70

Auflager Sparren					Lagerung / Gelenke		
Nr.	x	Art	Kerbe	la	CV	CH	GM
[-]	[m]	[-]	[cm]	[cm]	[kN/cm]	[kN/cm]	[kNm/cm/m]
1	0.000	direkt	-	-	fest	fest	-
2	3.000	-	-	-	-	-	-
3	6.000	-	-	-	-	-	Gelenk
4	9.000	-	-	-	-	-	-
5	12.000	direkt	5.00	7.07	fest	-	-
6	14.500	direkt	5.00	7.07	fest	fest	-

kehlbalken am Auflager Nr. 2-4: Nutzungsklasse 1
 Balkenhöhe ab Traufpunkt gemessen $h_u = 3.000$ m, Balkenlänge $l = 6.000$ m

Zwischenaufleger kehlbalken				Lagerung / Gelenke		
Nr.	x	Art	la	CV	CH	GM
[-]	[m]	[-]	[cm]	[kN/cm]	[kN/cm]	[kNm/cm/m]
7	6.000	direkt	24.00	fest	-	-

Einwirkungen:

Angaben zu wind und Schneelasten

Bauort: Kreis Kassel
 Gemeinde Grebenstein

Geländehöhe üNN = 120 m, Gebäudehöhe über Grund 15.0 m

Wind: Windzone 1, Profil: Binnenland

Windansatz: Regelfall (DIN 1055-4 10.3)

 Windgeschwindigkeit $v_{ref} = 22.5 \text{ m/s}$

 Windgeschwindigkeitsdruck $q_{ref} = 0.32 \text{ kN/m}^2$, Faktor für $q_{ref} = 1.00$

Schnee & Eis: Schneelastzone 2a

 Wichte Schnee = 2.00 kN/m^3 , bei Schneeüberhang = 3.00 kN/m^3

Schneeansatz: Schneelast nach DIN 1055-5 4.1

 Grundwert der Schneelast $s_k = 1.06 \text{ kN/m}^2$

Parameter für wind-/Schneelasten:

 Windrichtungen: von links (0°), von rechts (180°), auf Giebel ($90^\circ/270^\circ$)

System: Satteldach

 Dachabmessungen: $b_x = 15.20 \text{ m}$, $b_y = 18.00 \text{ m}$, $h = 15.00 \text{ m}$

Innendruck: NICHT berücksichtigen

 Wände: $x(\text{links/rechts/vorne/hinten}) = 0.00 / 3.20 / - / - \text{ m}$

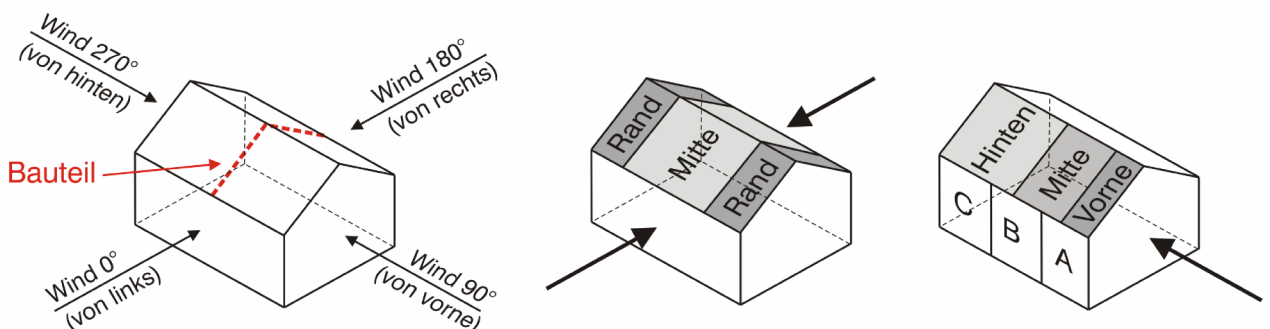
Verwehungs- und Abtaueinflüsse berücksichtigen für Satteldächer

Sonderfälle:

 Schneefanggitter: Abstand von der Traufe: links 0.50 m , rechts 0.50 m

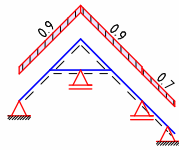
EWG	Einwirkungsgruppe	ungünst. Lastst.
100	Ständige Einwirkungen	Nein
110	Verkehrslast auf Kehlbalken	Ja
111	Mannlast	Nein
200	Schnee: Volllast	Nein
201	Schnee: Abtauen links (Bild 4b)	Nein
202	Schnee: Abtauen rechts (Bild 4c)	Nein
300	Wind v.li. Luv Druck (Rand)	Nein
302	Wind v.li. Luv Druck (Mitte)	Nein
305	Wind v.li. Lee Sog	Nein
400	Wind v.re. Luv Druck (Rand)	Nein
402	Wind v.re. Luv Druck (Mitte)	Nein
405	Wind v.re. Lee Sog	Nein
502	Wind $90/270^\circ$ Sog (Vorne)	Nein
504	Wind $90/270^\circ$ Sog (Mitte)	Nein
506	Wind $90/270^\circ$ Sog (Hinten)	Nein

Die "ungünstigste Laststellung" (feld-wechselweise Anordnung) wird »nur« für veränderlichen Einwirkungen auf Durchlaufträger-kehlbalken untersucht!

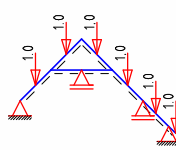


Einwirkungen auf den Sparren

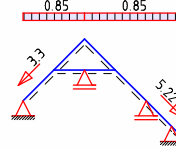
EWG 100 Ständige Einwirkungen (Kat. G)



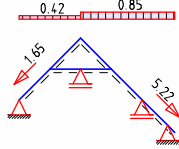
EWG 111 Mannlast (Kat. Q,H)



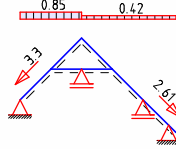
EWG 200 Schnee: Volllast (Kat. Q,S)



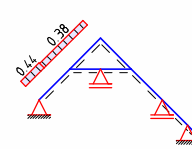
EWG 201 Schnee: Abtauen links (Bild 4b) (K...



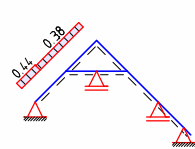
EWG 202 Schnee: Abtauen rechts (Bild 4c) ...



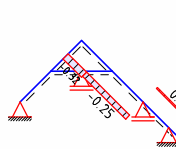
EWG 300 Wind v.li. Luv Druck (Rand) (Kat...



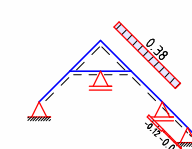
EWG 302 Wind v.li. Luv Druck (Mitte) (Kat....



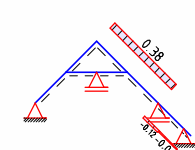
EWG 305 Wind v.li. Lee Sog (Kat. Q,W)



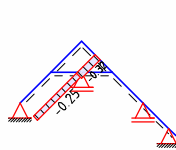
EWG 400 Wind v.re. Luv Druck (Rand) (Kat....



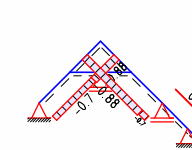
EWG 402 Wind v.re. Luv Druck (Mitte) (Kat....



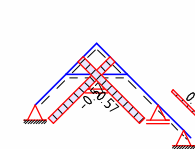
EWG 405 Wind v.re. Lee Sog (Kat. Q,W)



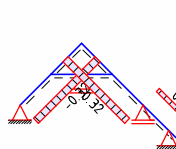
EWG 502 Wind 90/270° Sog (Vorne) (Kat. ...



EWG 504 Wind 90/270° Sog (Mitte) (Kat. Q,W)



EWG 506 Wind 90/270° Sog (Hinten) (Kat....



Lasten: F = Linienlast, quer [kN/m], q = Flächenlast [kN/m²]

M = Linienmoment, quer [kNm/m]

Richtung: x,y,z = Stabachsen, x,z = global horizontal, vertikal

Lastangriff: a = Lastanfang/-achse v. linken Systemende, c = Lastlänge

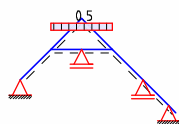
Einwirkung aus	Art,	- wert,k -	a	c	Abmin.
Dach, Eigengewicht, Ausbau	Last Kat. EWG	li. re. [m]	[m]	Alpha	
	q G 100	0.90 0.90	0.00 12.00	-	
	q G 100	0.70 0.70	12.00 3.20	-	
Schnee-Volllast	qZ Q,S1 200	0.85 0.85	0.00 6.00	-	
	qZ Q,S1 200	0.85 0.85	6.00 9.20	-	
Schneefanggitter links	Fx Q,S1 200	-3.30 -	0.50 -	-	
Schneefanggitter rechts	Fx Q,S1 200	5.22 -	14.70 -	-	
Bild 4b: 1/2 Schnee links	qZ Q,S1 201	0.42 0.42	0.00 6.00	-	
	qZ Q,S1 201	0.85 0.85	6.00 9.20	-	
Schneefanggitter links	Fx Q,S1 201	-1.65 -	0.50 -	-	
Schneefanggitter rechts	Fx Q,S1 201	5.22 -	14.70 -	-	
Bild 4c: 1/2 Schnee rechts	qZ Q,S1 202	0.85 0.85	0.00 6.00	-	
	qZ Q,S1 202	0.42 0.42	6.00 9.20	-	

Einwirkung aus	Last	Art, Kat.	EWG	- wert, k - li. re.	a [m]	c [m]	Abmin. Alpha
Schneefanggitter links	Fx	Q,S1	202	-3.30 -	0.50	-	-
Schneefanggitter rechts	Fx	Q,S1	202	2.61 -	14.70	-	-
Wind v.li. Luv Druck (Rand)	qz	Q,W	300	0.44 0.44	0.00	1.80	-
	qz	Q,W	300	0.38 0.38	1.80	4.20	-
Wind v.li. Luv Druck (Mitte)	qz	Q,W	302	0.44 0.44	0.00	1.80	-
	qz	Q,W	302	0.38 0.38	1.80	4.20	-
Wind v.li. Lee Sog	qz	Q,W	305	-0.32 -0.32	6.00	1.80	-
	qz	Q,W	305	-0.25 -0.25	7.80	7.40	-
	qz	Q,W	305	0.31 0.31	12.00	3.20	-
Wind v.re. Luv Druck (Rand)	qz	Q,W	400	0.38 0.38	6.00	7.40	-
	qz	Q,W	400	0.44 0.44	13.40	1.80	-
	qz	Q,W	400	-0.50 -0.50	12.00	3.20	-
Wind v.re. Luv Druck (Mitte)	qz	Q,W	402	0.38 0.38	6.00	7.40	-
	qz	Q,W	402	0.44 0.44	13.40	1.80	-
	qz	Q,W	402	-0.50 -0.50	12.00	3.20	-
Wind v.re. Lee Sog	qz	Q,W	405	-0.25 -0.25	0.00	4.20	-
	qz	Q,W	405	-0.32 -0.32	4.20	1.80	-
Wind 90/270° Sog (Vorne)	qz	Q,W	502	-0.70 -0.70	0.00	3.80	-
	qz	Q,W	502	-0.88 -0.88	3.80	2.20	-
	qz	Q,W	502	-0.88 -0.88	6.00	5.40	-
	qz	Q,W	502	-0.70 -0.70	11.40	3.80	-
	qz	Q,W	502	0.76 0.76	12.00	3.20	-
Wind 90/270° Sog (Mitte)	qz	Q,W	504	-0.57 -0.57	0.00	6.00	-
	qz	Q,W	504	-0.57 -0.57	6.00	9.20	-
	qz	Q,W	504	0.76 0.76	12.00	3.20	-
Wind 90/270° Sog (Hinten)	qz	Q,W	506	-0.32 -0.32	0.00	6.00	-
	qz	Q,W	506	-0.32 -0.32	6.00	9.20	-
	qz	Q,W	506	0.51 0.51	12.00	3.20	-
Mannlast 1)	FZ	Q,H	111	1.00 -	1.50	-	-
	FZ	Q,H	111	1.00 -	4.50	-	-
	FZ	Q,H	111	1.00 -	7.50	-	-
	FZ	Q,H	111	1.00 -	10.50	-	-
	FZ	Q,H	111	1.00 -	13.25	-	-
	FZ	Q,H	111	1.00 -	15.20	-	-

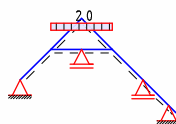
1) Mannlasten (EWG 111) nach DIN 1055-3 Abs.6.2(2) Tab.2 werden jeweils nur einzeln in separaten Rechengängen angesetzt und nicht mit dem Bauteilabstand multipliziert.

Einwirkungen auf den Kehlbalken

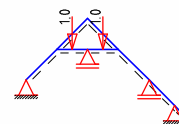
EWG 100 Ständige Einwirkungen (Kat. G)



EWG 110 Verkehrslast auf Kehlbalken (Kat. Q,A3)



EWG 111 Mannlast (Kat. Q,H)



Faktoren:

 R = Reduzierung um 0.5 kN/m² zur weiterleitung

* = Lastanteil wurde bereits in Vorposition abgemindert

Einwirkung aus	Last	Art, Kat.	EWG	- wert, k - li. re.	a [m]	c [m]	Abmin. Alpha
Eigengewicht	qz	G	100	0.50 0.50	0.00	6.00	-
Verkehrslast	qz	Q,A3	110	2.00 2.00	0.00	6.00	R -
Mannlast 1)	Fz	Q,H	111	1.00 -	1.50	-	-
	Fz	Q,H	111	1.00 -	4.50	-	-

Kategorie	Komb.-Beiwerte			Tragwerksversagen		Lagesicherheit		KLED
	Psi0	Psi1	Psi2	P/T	A	P/T	A	
G,sup	-	-	-	1.35	1.00	1.10	1.00	ständig
G,inf	-	-	-	1.00	1.00	0.90	0.95	ständig
Q,A3	0.70	0.50	0.30	1.50	1.00	1.50	1.00	mittel
Q,H	-	-	-	1.50	1.00	1.50	1.00	kurz
Q,S1	0.50	0.20	-	1.50	1.00	1.50	1.00	kurz
Q,W	0.60	0.50	-	1.50	1.00	1.50	1.00	kurz

Bemessungssituationen: P = ständig, T = vorübergehend, A = außergewöhnlich

Kat. Bezeichnung

G Ständige Einwirkungen
 Q,A3 Wohnfläche: ohne Querverteilung
 Q,H Dächer: Nutzlast nicht begehbare Dächer
 Q,S1 Schnee-,Eislasten: Höhe ≤ NN +1000 m
 Q,W Windlasten

Lastfall Einwirkungsgruppen (EWG), Beschreibung

LF	1	100,110,200	Ständige Einwirkungen + Verkehrslast auf Kehlbalken + Schnee: Volllast
LF	4	100,110,300,305	Ständige Einwirkungen + Verkehrslast auf Kehlbalken + wind v.li. Luv Druck (Rand) + Lee Sog
LF	5	100,110,302,305	Ständige Einwirkungen + Verkehrslast auf Kehlbalken + wind v.li. Luv Druck (Mitte) + Lee Sog
LF	6	100,110,400,405	Ständige Einwirkungen + Verkehrslast auf Kehlbalken + wind v.re. Luv Druck (Rand) + Lee Sog
LF	7	100,110,402,405	Ständige Einwirkungen + Verkehrslast auf Kehlbalken + wind v.re. Luv Druck (Mitte) + Lee Sog
LF	8	100,110,502	Ständige Einwirkungen + Verkehrslast auf Kehlbalken + wind 90/270° Sog (Vorne)
LF	11	100,110,111,300,305	Ständige Einwirkungen + Verkehrslast auf Kehlbalken + Mannlast + wind v.li. Luv Druck (Rand) + Lee Sog
LF	13	100,110,111,400,405	Ständige Einwirkungen + Verkehrslast auf Kehlbalken + Mannlast + wind v.re. Luv Druck (Rand) + Lee Sog
LF	18	100,110,200,300,305	Ständige Einwirkungen + Verkehrslast auf Kehlbalken + Schnee: Volllast + wind v.li. Luv Druck (Rand) + Lee Sog
LF	19	100,110,200,302,305	Ständige Einwirkungen + Verkehrslast auf Kehlbalken + Schnee: Volllast + wind v.li. Luv Druck (Mitte) + Lee Sog
LF	20	100,110,200,400,405	Ständige Einwirkungen + Verkehrslast auf Kehlbalken + Schnee: Volllast + wind v.re. Luv Druck (Rand) + Lee Sog
LF	24	100,110,201,400,405	Ständige Einwirkungen + Verkehrslast auf Kehlbalken + Schnee: Abtauen links (Bild 4b) + wind v.re. Luv Druck (Rand) + Lee Sog
LF	25	100,110,201,402,405	Ständige Einwirkungen + Verkehrslast auf Kehlbalken + Schnee: Abtauen links (Bild 4b) + wind v.re. Luv Druck (Mitte) + Lee Sog

Lastfall	Einwirkungsgruppen (EWG), Beschreibung
LF 26	100,110,202,300,305 Ständige Einwirkungen + Verkehrslast auf kehlbalken + Schnee: Abtauen rechts (Bild 4c) + wind v.li. Luv Druck (Rand) + Lee Sog
LF 27	100,110,202,302,305 Ständige Einwirkungen + Verkehrslast auf kehlbalken + Schnee: Abtauen rechts (Bild 4c) + wind v.li. Luv Druck (Mitte) + Lee Sog

Kombinationen nach DIN 1055-100

KNr.	LF	Bem.-Sit.	Kombination	KLED
7	1	T, P/T	G, sup+Q, A3	mittel
12	1	T, AB	G+Q, A3	kurz
33	4	T, P/T	G, inf+Q, W+(Q, A3)	kurz
47	5	T, AB	G+Q, W+(Q, A3)	kurz
63	7	T, AB	G+Q, W+(Q, A3)	kurz
65	8	T, P/T	G, inf+Q, W	kurz
66	8	T, P/T	G, inf+Q, W+(Q, A3)	kurz
91	11	T, P/T	G, sup+Q, H+(Q, A3+Q, W)	kurz
94	13	T, P/T	G, inf+Q, H+(Q, A3+Q, W)	kurz
108	18	T, P/T	G, sup+Q, S1+(Q, A3+Q, W)	kurz
114	19	T, P/T	G, sup+Q, S1+(Q, A3+Q, W)	kurz
120	20	T, P/T	G, sup+Q, S1+(Q, A3+Q, W)	kurz
151	25	T, P/T	G, sup+Q, W+(Q, A3+Q, S1)	kurz
157	26	T, P/T	G, sup+Q, W+(Q, A3+Q, S1)	kurz
163	27	T, P/T	G, sup+Q, W+(Q, A3+Q, S1)	kurz
304	1	L, P/T	G, inf	ständig
305	1	L, P/T	G, inf+Q, A3	mittel
306	1	L, P/T	G, inf+Q, A3+(Q, S1)	kurz
309	1	L, P/T	G, sup	ständig
310	1	L, P/T	G, sup+Q, A3	mittel
327	4	L, P/T	G, inf+Q, W	kurz
339	6	L, P/T	G, inf+Q, W	kurz
351	8	L, P/T	G, inf+Q, W	kurz
387	18	L, P/T	G, sup+Q, A3+(Q, S1+Q, W)	kurz
388	18	L, P/T	G, sup+Q, S1+(Q, A3+Q, W)	kurz
400	20	L, P/T	G, sup+Q, S1+(Q, A3+Q, W)	kurz
424	24	L, P/T	G, sup+Q, S1+(Q, A3+Q, W)	kurz

T, P/T = Tragfähigkeit, ständig u. vorübergehend

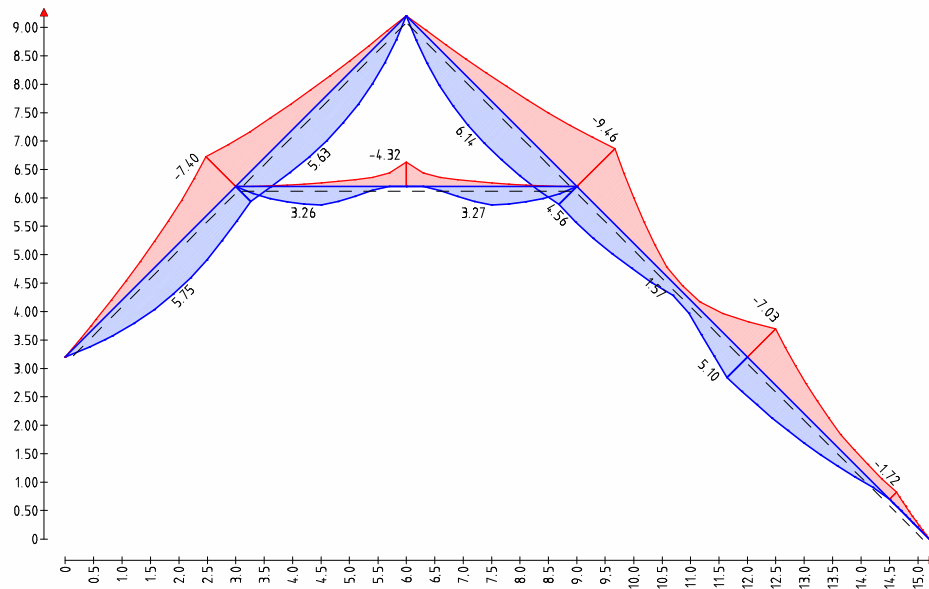
T, AB = Tragfähigkeit, infolge Brand

L, P/T = Lagesicherheit, ständig u. vorübergehend

Schnittgrößen im Grenzzustand der Tragfähigkeit mit Schubverformung:

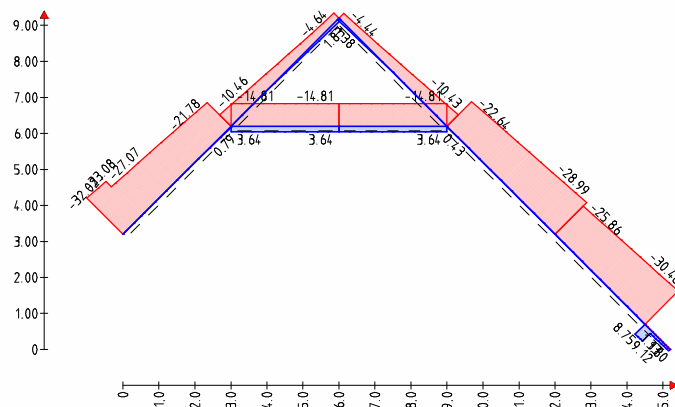
Grenzmomente

$M_{y,d}$: 1 cm = 13.3 kNm/m / System 1:133



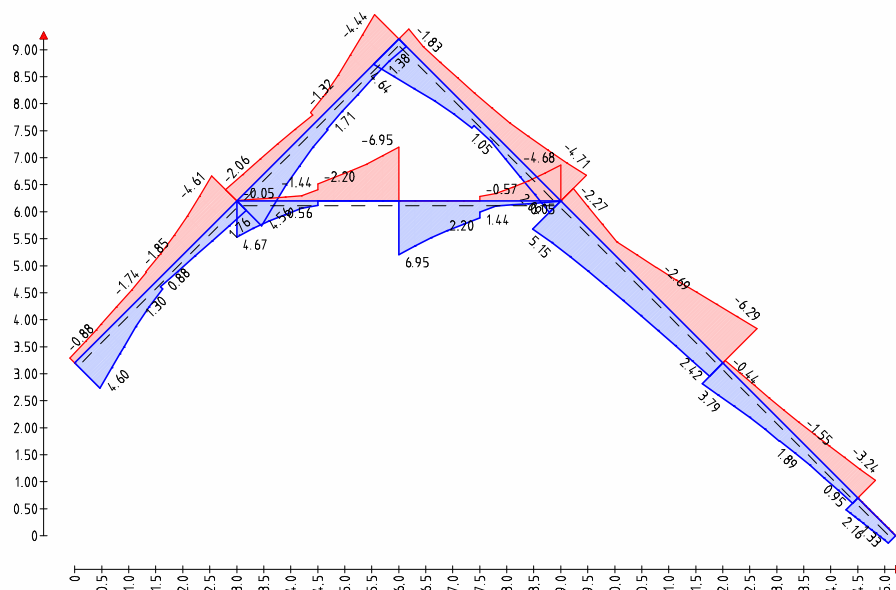
Grenznormalkraft

$N_{x,d}$: 1 cm = 49.0 kN/m / System 1:210



Grenzquerkraft

$V_{z,d}$: 1 cm = 9.80 kN/m / System 1:140



Schnittgrößen für den Sparren:

Stützmomente, Querkräfte:

Stz. Nr.	x [m]	min.Msd [---- kNm/m ----]	max.Msd [---- kNm/m ----]	min.Vld [---- kN/m ----]	max.Vrd [---- kN/m ----]	max.Vld [---- kN/m ----]	min.Vrd [---- kN/m ----]
1	0.000	0.000	0.000	-	4.597	-	-0.879
2	3.000	-7.397	3.726	-4.605	4.564	1.756	-2.064
3	6.000	0.000	0.000	-4.436	4.636	1.375	-1.828
4	9.000	-9.462	4.453	-4.706	5.150	2.091	-2.267
5	12.000	-7.030	5.098	-6.293	3.786	2.422	-0.442
6	14.500	-1.724	-0.198	-3.245	2.157	0.947	0.401

Auflagerkräfte:

Stz. Nr.	x [m]	min.AVd [---- kN/m ----]	max.AVd [---- kN/m ----]	min.AHd [---- kN/m ----]	max.AHd [---- kN/m ----]	min.Md [---- kNm/m ----]	max.Md [---- kNm/m ----]
1	0.000	1.050	24.904	-22.250	-1.648	-	-
5	12.000	-3.881	13.872	-	-	-	-
6	14.500	3.421	30.938	2.224	25.066	-	-

Feldmomente:

Feld Nr.	Länge [m]	max.Mfd [kNm/m]	zug.Nd [kN/m]	zug.x [m]	min.Mfd [kNm/m]	zug.Nd [kN/m]	zug.x [m]
1-2	8.485	5.749	-16.899	1.769	-7.397	-15.532	3.000
3-4	8.485	6.149	-2.555	7.876	-9.462	-17.429	9.000
5	3.536	5.007	-20.907	12.193	-5.906	-8.970	12.250
Kr.re	0.990	0.000	1.326	15.200	-1.724	1.987	14.500

Schnittgrößen für den Kehlbalcken:

Stützmomente, Querkräfte:

Stz. Nr.	x [m]	min.Msd [---- kNm/m ----]	max.Msd [---- kNm/m ----]	min.Vld [---- kN/m ----]	max.Vrd [---- kN/m ----]	max.Vld [---- kN/m ----]	min.Vrd [---- kN/m ----]
2	3.000	0.000	0.000	-	4.673	-	-0.049
7	6.000	-4.321	-0.556	-6.953	6.953	-0.935	0.935
4	9.000	0.000	0.000	-4.678	-	0.054	-

Auflagerkräfte:

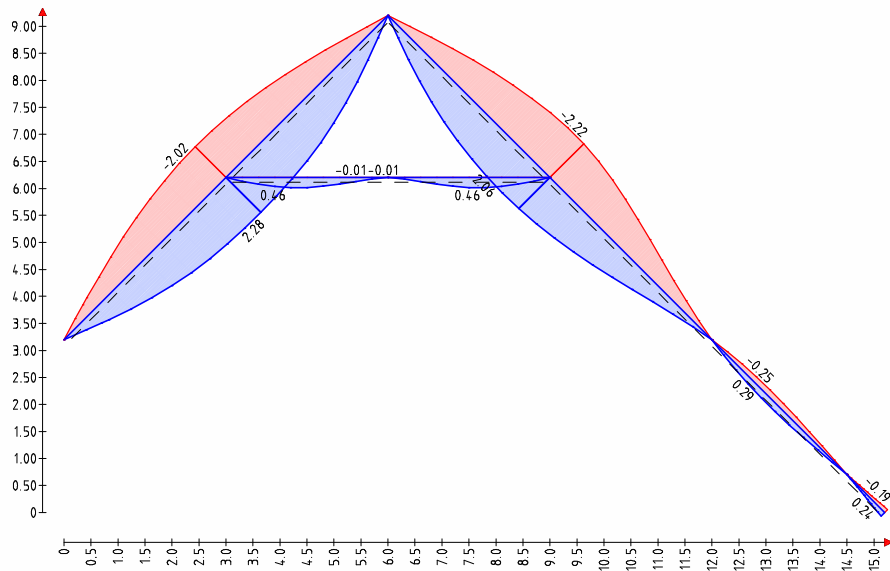
Stz. Nr.	x [m]	min.AVd [---- kN/m ----]	max.AVd [---- kN/m ----]	min.AHd [---- kN/m ----]	max.AHd [---- kN/m ----]	min.Md [---- kNm/m ----]	max.Md [---- kNm/m ----]
7	6.000	1.870	13.905	-	-	-	-

Feldmomente:

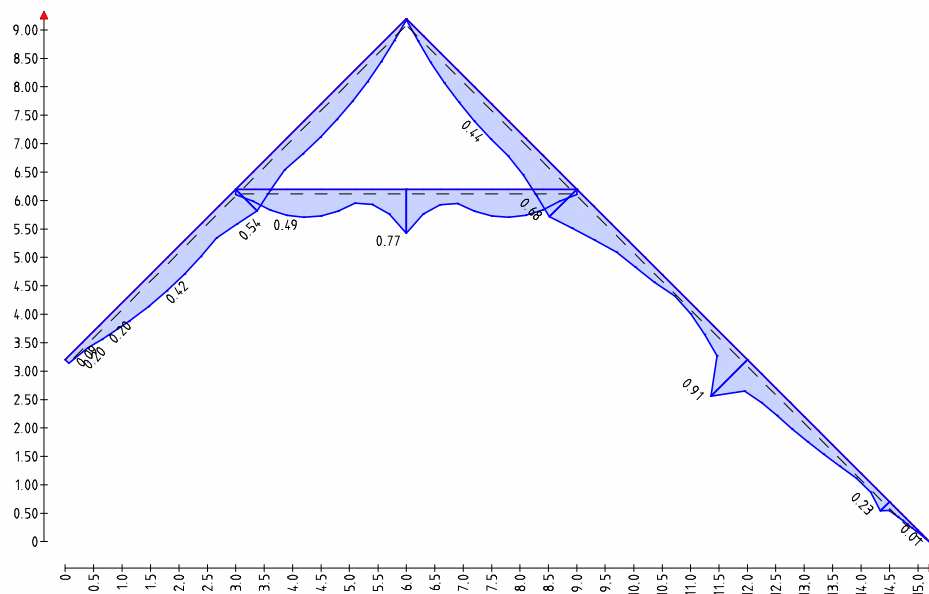
Feld Nr.	Länge [m]	max.Mfd [kNm/m]	zug.Nd [kN/m]	zug.x [m]	min.Mfd [kNm/m]	zug.Nd [kN/m]	zug.x [m]
1	3.000	3.261	-2.071	4.500	-3.786	-10.657	6.000
2	3.000	3.268	-1.845	7.500	-3.786	-10.657	6.000

Schnittgrößen im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit mit Schubverformung:

Grenzbiegelinie
w,d: 1 cm = 3.50 cm / System 1:140

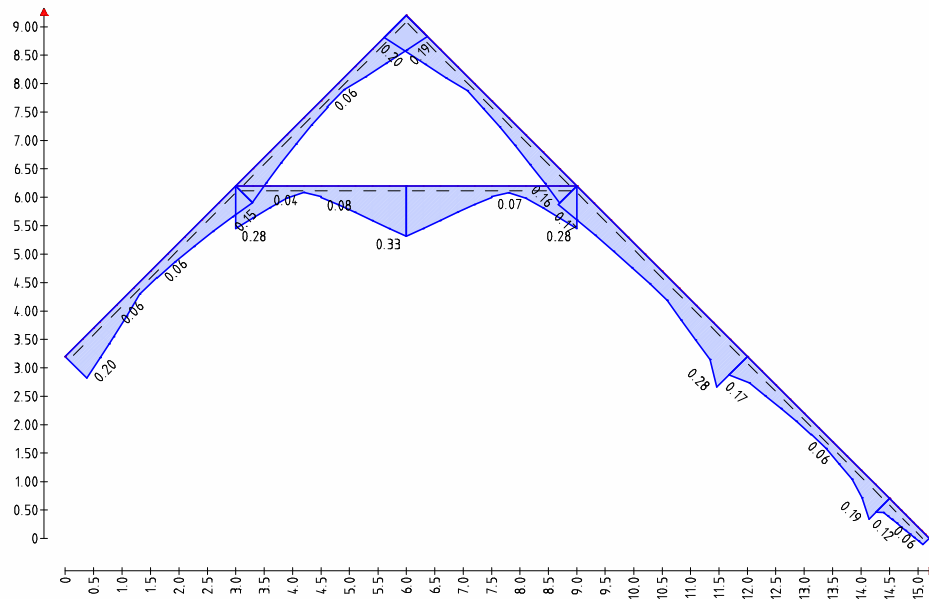


Extremale Ausnutzung Biegespannung (Druck/Zug)
Efa: 1 cm = 1.33 [-] / System 1:133



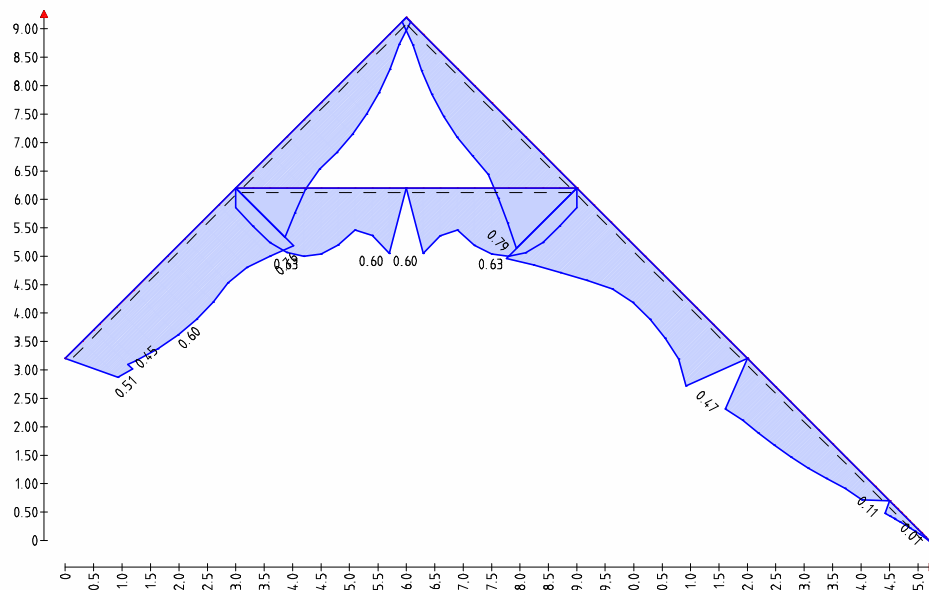
Extremale Ausnutzung Schubspannung

Efa: 1 cm = 0.490 [-] / System 1:133



Extremale Ausnutzung Stabilität (Ersatzstab)

Efa: 1 cm = 0.700 [-] / System 1:133



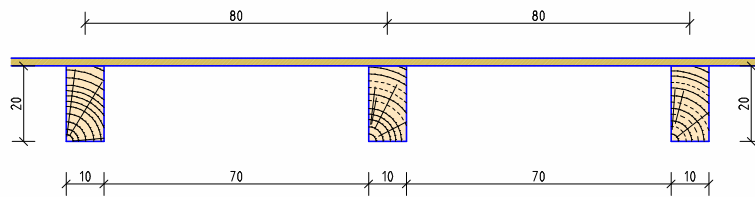
Nachweise für den Sparren:

Sparrenabstand e = 80.0 cm

Baustoff: Nadelholz C24

Kennwerte [N/mm ²]:	$f_{c,0,k} = 21.0$	$f_{m,k} = 24.0$	$E_{0,mean} = 11000$
	$f_{c,90,k} = 2.5$	$f_{v,k} = 2.0$	$E_{90,mean} = 370$
	$f_{t,0,k} = 14.0$	$G_{mean} = 690$	$E_{0,05} = 7333$
	$f_{t,90,k} = 0.4$	$G_{05} = 460$	$E_{90,05} = 247$

	b [cm] / h [cm]	I_y [cm ⁴]	W_y [cm ³]	A [cm ²]	A_v [cm ²]	g,k [kN/m ²]
gewählt: 1 x	10.0 / 20.0	6667	667	200.0	166.7	0.09



Feld Nr.	Länge [m]	Beta,m [-]	Beta,y [-]	Beta,z [-]	lef,m [m]	lef,y [m]	lef,z [m]
1-2	8.485	-	0.80	-	- *)	6.788	- *)
3-4	8.485	-	0.80	-	- *)	6.788	- *)
5	3.536	-	1.00	-	- *)	3.536	- *)
Kr.re	0.990	-	4.00	-	- *)	3.960	- *)

*) Knicken / Kippen rechtwinkelig zur Systemebene durch Scheibe verhindert

Grenzzustand der Tragfähigkeit

Biegespannungsnachweis für Feld und Stütze:						mit $w_{y,netto}$ bei Kernen		
		Sigma,c/t,0,d		Sigma,m,d				
Ort	KNr.	Nd [kN]	vhd. zul. [N/mm ²]	Md [kNm]	vhd. zul. [N/mm ²]	Ausnutzung Gl. (55-58)		
St. 5	151	-15.6	-1.04 14.54	-5.62	-15.0 16.62	0.91 < 1		

Schubspannungsnachweis:						mit A_{netto} bei Kernen		
		Aef [cm ²]	Vd [kN]	Tau,d [N/mm ²]	f v,d [N/mm ²]	Ausnutzung Gl. (59-62)		
St. 5,li	151	150.0	-5.03	-0.50	1.80	0.28 < 1		

Nachweise nach dem Ersatzstabverfahren:										
- Knicken - - Kippen -										
Feld Nr.	KNr	Ri.	lef [m]	kc,y/z [-]	lef,m [m]	km [-]	Nd [kN]	vhd./zul. [-]	Md [kNm]	vhd./zul. [-]
4	163	y	6.79	0.22	-	1.00	-15.62	0.24	-7.57	0.68
Ausnutzung Gleichung (67/71-74)										
0.92 < 1										

Nachweis der Auflagerpressung bezogen auf den Sparren:										mit $kc,90 = 1.00$
Stz. Nr.	KNr.	Alpha [Grad]	lef [cm]	Aef [cm ²]	kc,A [-]	Ad [kN]	Sigma c,A,d [N/mm ²]	f c,A,d [N/mm ²]	Ausnutzung Gl. (47/49)	
6	114	45.00	11.3	113	1.00	24.75	2.19	2.96	0.74 < 1	

Grenzzustand der Tragfähigkeit, Brand nach DIN 4102-22, 5.5.2.1 b) Feuerwiderstandsklasse F30-B, 3-seitig dem Feuer ausgesetzt

Biegespannungsnachweis für Feld und Stütze (Brand):						mit $w_{y,netto}$ bei Kernen		
		Sigma,c/t,0,d		Sigma,m,d				
Ort	KNr.	Nd [kN]	vhd. zul. [N/mm ²]	Md [kNm]	vhd. zul. [N/mm ²]	Ausnutzung Gl. (55-58)		
St. 5	63	-5.94	-0.91 14.84	-1.83	-13.3 22.76	0.59 < 1		

Schubspannungsnachweis (Brand):						mit A_{netto} bei Kernen		
		Aef [cm ²]	Vd [kN]	Tau,d [N/mm ²]	f v,d [N/mm ²]	Ausnutzung Gl. (59-62)		
St. 5,li	63	45.2	-1.91	-0.63	3.25	0.19 < 1		

Nachweise nach dem Ersatzstabverfahren (Brand):

			- Knicken -	- Kippen -	Sigma,c/t,0,d		Sigma,m,d		Ausnutzung		
Feld			lef	kc,y/z	lef,m	km	Nd	vhd./zul.	Md	vhd./zul.	Gleichung
Nr.	KNr	Ri.	[m]	[-]	[m]	[-]	[kN]	[-]	[kNm]	[-]	(67/71-74)
4	47	y	6.79	0.24	-	1.00	-7.79	0.22	-2.77	0.44	0.66 < 1

Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Durchbiegung nach DIN 1052, Gleichung 40-42:

w_{Qinst} = elast. Anfangsdurchbiegung aus veränderlicher Einwirkung

w_{fin}-w_{Ginst} = Enddurchbiegung - elast. Anfangsdurchbiegung aus Eigenlast

w_{fin}-w_o = Gesamtdurchbiegung abzüglich Überhöhung (= Durchhang)

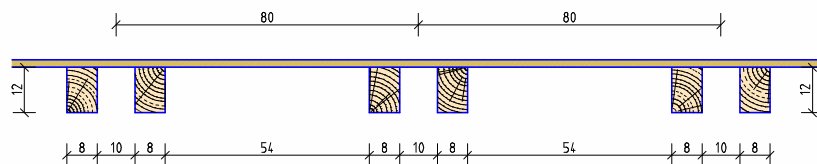
Feld	l	w _{Qinst}		w _{fin} -w _{Ginst}		w _{fin} -w _o	
		vhd.	zul.	vhd.	zul.	wo	vhd. zul.
Nr.	[m]	[--- cm ---]		[--- cm ---]		[----- cm -----]	
1-2	8.49	2.17	< 2.83 (1/300)	2.27	< 4.24 (1/200)	0.00	0.39 < 4.24 (1/200)
3-4	8.49	2.16	< 2.83 (1/300)	2.23	< 4.24 (1/200)	0.00	0.00 < 4.24 (1/200)
5	3.54	0.27	< 1.18 (1/300)	0.29	< 1.77 (1/200)	0.00	0.07 < 1.77 (1/200)
Kr.re	0.99	0.24	< 0.66 (1/150)	0.24	< 0.99 (1/100)	0.00	0.00 < 0.99 (1/100)

Nachweise für den Kahlbalken:

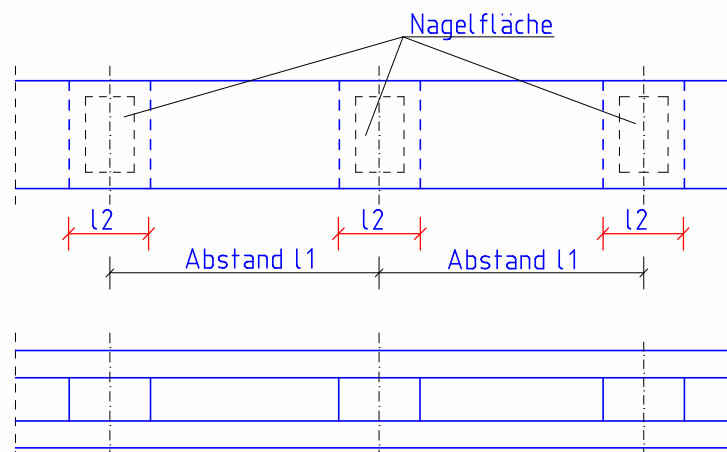
Kahlbalkenabstand e = 80.0 cm

Baustoff: Nadelholz C24

		b [cm] / h [cm]		I _y [cm ⁴]	W _y [cm ³]	A [cm ²]	A _v [cm ²]	g,k [kN/m ²]
gewählt:	2 x	8.0	/ 12.0	2304	384	192.0	160.0	0.08



Zwischenhölzer: Anz. = 3, b/h/12 = 10.0/12.0/11.0 cm, Abst. l₁ = 150.0 cm mit 4 Nägeln 4.6x120mm je Seite am Kahlriegel befestigen



Feld	Länge	Beta,m	Beta,y	Beta,z	l _{ef,m}	l _{ef,y}	l _{ef,z}
Nr.	[m]	[-]	[-]	[-]	[m]	[m]	[m]
1	3.000	-	1.00	-	- *)	3.000	- *)
2	3.000	-	1.00	-	- *)	3.000	- *)

*) Knicken / Kippen rechtwinkelig zur Systemebene durch Scheibe verhindert

Grenzzustand der Tragfähigkeit

Biegespannungsnachweis für Feld und Stütze:

Ort	KNr.	Nd [kN]	Sigma,c/t,0,d		Md [kNm]	Sigma,m,d		Ausnutzung Gl. (55-58)
			vhd.	zul.		vhd.	zul.	
			[N/mm ²]			[N/mm ²]		
St. 7	7	-8.23	-0.43	12.92	-3.40	-8.86	14.77	0.60 < 1

Schubspannungsnachweis:

Ort	KNr.	Aef [cm ²]	Vd [kN]	Tau,d [N/mm ²]	f v,d [N/mm ²]	Ausnutzung Gl. (59-62)
St. 7,li	7	192.0	-5.54	-0.43	1.60	0.27 < 1

Nachweise nach dem Ersatzstabverfahren:

Feld	Nr.	KNr	Ri.	- Knicken -		- Kippen -		Sigma,c/t,0,d		Sigma,m,d		Ausnutzung Gleichung (67/71-74)
				lef	kc,y/z	lef,m	km	Nd	vhd./zul.	Md	vhd./zul.	
				[m]	[-]	[m]	[-]	[kN]	[-]	[kNm]	[-]	
1	7	y	3.00	0.39	-	1.00	-	-5.54	0.06	2.36	0.42	0.47 < 1

Nachweis der Auflagerpressung bezogen auf den Kehlbalken: mit kc,90 = 1.00

Stz.	Alpha	lef	Aef	kc,A	Ad	Sigma c,A,d	f c,A,d	Ausnutzung
Nr.	KNr.	[Grad]	[cm]	[cm²]	[-]	[kN]	[----- N/mm² -----]	Gl. (47/49)
7	7	90.00	30.0	480	1.00	11.09	0.23	1.54
								0.15 < 1

Grenzzustand der Tragfähigkeit, Brand nach DIN 4102-22, 5.5.2.1 b) Feuerwiderstandsklasse F30-B, 3-seitig dem Feuer ausgesetzt

Biegespannungsnachweis für Feld und Stütze (Brand):

Ort	KNr.	Nd [kN]	Sigma,c/t,0,d		Md [kNm]	Sigma,m,d		Ausnutzung Gl. (55-58)
			vhd.	zul.		vhd.	zul.	
			[N/mm ²]			[N/mm ²]		
St. 7	12	-5.00	-0.81	8.75	-1.42	-14.5	18.89	0.77 < 1

Schubspannungsnachweis (Brand):

Ort	KNr.	Aef [cm ²]	Vd [kN]	Tau,d [N/mm ²]	f v,d [N/mm ²]	Ausnutzung Gl. (59-62)
St. 7,li	12	32.0	-2.27	-1.06	3.25	0.33 < 1

Nachweise nach dem Ersatzstabverfahren (Brand):

Feld	Nr.	KNr	Ri.	- Knicken -		- Kippen -		Sigma,c/t,0,d		Sigma,m,d		Ausnutzung Gleichung (67/71-74)
				lef	kc,y/z	lef,m	km	Nd	vhd./zul.	Md	vhd./zul.	
				[m]	[-]	[m]	[-]	[kN]	[-]	[kNm]	[-]	
1	12	y	3.00	0.53	-	1.00	-	-4.10	0.15	0.91	0.49	0.63 < 1

Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Durchbiegung nach DIN 1052, Gleichung 40-42:

wQinst = elast. Anfangsdurchbiegung aus veränderlicher Einwirkung

wfin-wGinst = Enddurchbiegung - elast. Anfangsdurchbiegung aus Eigenlast

wfin-wo = Gesamtdurchbiegung abzüglich Überhöhung (= Durchhang)

Feld	l [m]	wQinst		wfin-wGinst		wfin-wo	
		vhd.	zul.	vhd.	zul.	wo	vhd. zul.
		[cm]		[cm]		[cm]	
1	3.00	0.37	< 1.00 (1/300)	0.46	< 1.50 (1/200)	0.00	0.25 < 1.50 (1/200)
2	3.00	0.37	< 1.00 (1/300)	0.46	< 1.50 (1/200)	0.00	0.25 < 1.50 (1/200)

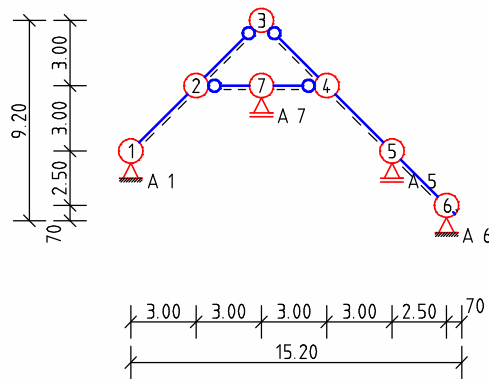
Schwingungsnachweis:

Nach DIN 1052, 9.3(2): $Fe. 2 \times = 7.80 \text{ m}$, $w_{Ginst} + \Psi_{i2} \cdot w_{Qinst} = 0.16 < 0.6 \text{ cm}$

Grenzzustand der Tragfähigkeit für Verlust der Lagesicherheit

Stz. Nr.	KLED	Auswert.	KNr.	Av,d [kN/m]	Ah,d [kN/m]	Auswert.	KNr.	Av,d [kN/m]	Ah,d [kN/m]
1	ständig	max.Av	309	8.95	-7.28	max.Ah	304	7.32	-5.96
		min.Av	304	7.32	-5.96	min.Ah	309	8.95	-7.28
	mittel	max.Av	310	12.33	-10.65	max.Ah	305	10.70	-9.32
		min.Av	305	10.70	-9.32	min.Ah	310	12.33	-10.65
	kurz	max.Av	388	22.92	-17.98	max.Ah	351	0.23	-0.99
		min.Av	351	0.23	-0.99	min.Ah	400	22.55	-20.64
5	ständig	max.Av	309	3.30	-	max.Ah	304	2.70	-
		min.Av	304	2.70	-	min.Ah	304	2.70	-
	mittel	max.Av	310	3.32	-	max.Ah	305	2.72	-
		min.Av	305	2.72	-	min.Ah	305	2.72	-
	kurz	max.Av	424	11.27	-	max.Ah	306	4.41	-
		min.Av	327	-2.33	-	min.Ah	306	4.41	-
6	ständig	max.Av	309	9.25	7.28	max.Ah	309	9.25	7.28
		min.Av	304	7.57	5.96	min.Ah	304	7.57	5.96
	mittel	max.Av	310	12.60	10.65	max.Ah	310	12.60	10.65
		min.Av	305	10.92	9.32	min.Ah	305	10.92	9.32
	kurz	max.Av	388	28.88	23.46	max.Ah	388	28.88	23.46
		min.Av	339	2.60	2.93	min.Ah	351	4.06	1.56
7	ständig	max.Av	309	2.09	-	max.Ah	304	1.71	-
		min.Av	304	1.71	-	min.Ah	304	1.71	-
	mittel	max.Av	310	13.33	-	max.Ah	305	12.95	-
		min.Av	305	12.95	-	min.Ah	305	12.95	-
	kurz	max.Av	387	13.35	-	max.Ah	306	12.96	-
		min.Av	351	1.68	-	min.Ah	306	12.96	-

Anschlusspunkte

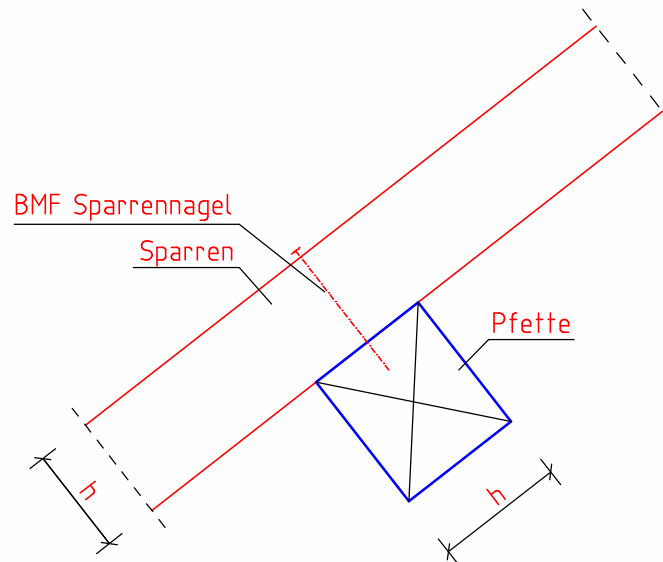


Zugkraft - Anschlusspunkt 1:

Anschluss-Typ: Zugverankerung mit Sparrennagel

ohne Brandschutznachweis

(Zugkräfte negativ)



gewählt: Pfette oder Schwelle

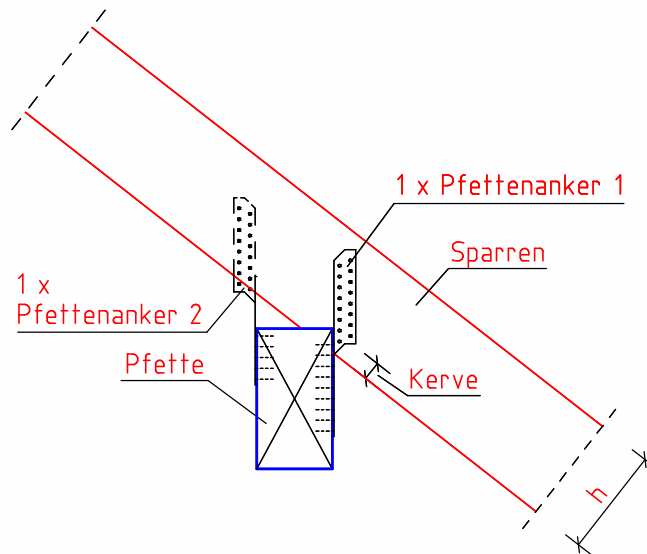
$b / h = 12.0 / 10.0$ cm

2 BMF-Sparrennägel 6.0x260 quer zur Sparrenrichtung anordnen

Der Sparren ist vorzubohren.

Auflager		$A_{v,d}$	$A_{h,d}$	$F_{la,d}$	$R_{la,d}$	η_a	$F_{ax,d}$	$R_{ax,d}$	η_a	Ausnutzung
Nr.	KNr.	[--- kN ---]	[--- kN ---]	[--- kN ---]	[--- kN ---]	la	[--- kN ---]	[--- kN ---]	ax	Gl. (237)
1	94	6.59	-9.24	-	3.44	-	-1.87	2.87	0.65	0.65 < 1

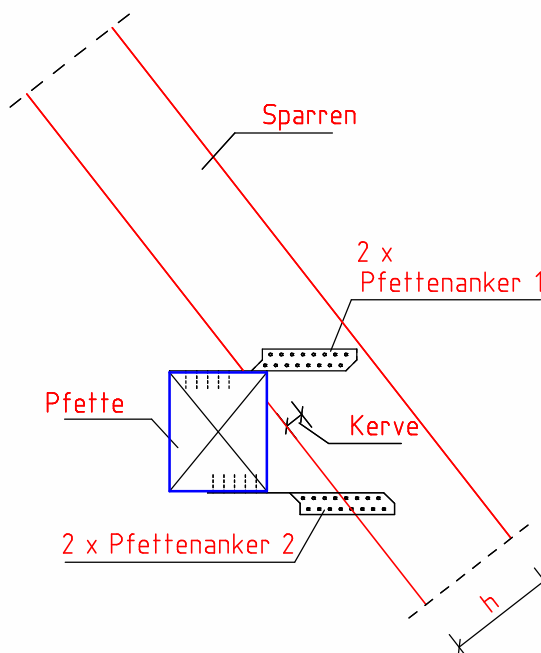
Zugkraft - Anschlusspunkt 5: ohne Brandschutznachweis
Anschluss-Typ: Zugverankerung mit Sparrenpfettenanker (Zugkräfte negativ)



gewählt: Pfette oder Schwelle $b / h = 12.0 / 14.0 \text{ cm}$
 diagonal gegenüberliegend 2 vertikale
 BMF-Sparrenpfettenanker 330 mm
 mit jeweils 4 BMF-Kammnägeln 4.0x40 mm je Schenkel befestigen

Auflager		$A_{v,d}$	$A_{h,d}$	$F_{la,d}$	$R_{la,d}$	η_a	$F_{ax,d}$	$R_{ax,d}$	η_{ax}	Ausnutzung
Nr.	KNr.	[— kN —]	[— kN —]	[— kN —]	[— kN —]	la	[— kN —]	[— kN —]	ax	max
5	33	-3.11	-	-3.11	5.10	0.61	-	-	-	0.61 < 1

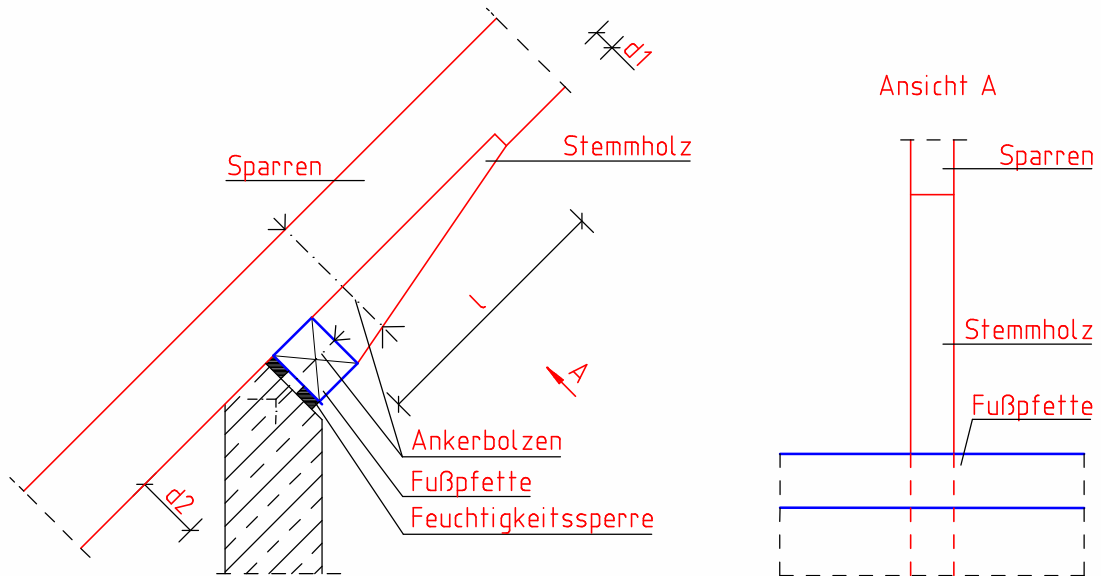
Zugkraft - Anschlusspunkt 6: ohne Brandschutznachweis
Anschluss-Typ: Zugverankerung mit Sparrenpfettenanker (Zugkräfte negativ)



gewählt: Pfette oder Schwelle $b / h = 12.0 / 14.0 \text{ cm}$
 diagonal gegenüberliegend 4 horizontale
 BMF-Sparrenpfettenanker 330 mm
 mit jeweils 6 BMF-Kammnägeln 4.0x60 mm je Schenkel befestigen

Auflager		Av,d	Ah,d	Fla,d	Rla,d	eta	Fax,d	Rax,d	eta	Ausnutzung
Nr.	KNr.	[-- kN --]	[-- kN --]	[-- kN --]	[-- kN --]	la	[-- kN --]	[-- kN --]	ax	max
6	388	23.11	-18.8	-18.8	19.40	0.97	-	4.60	-	0.97 < 1

Trauf - Anschlusspunkt 1: ohne Brandschutznachweis
Anschluss-Typ: Fußpfette mit Bolzen und Stemmholz Dicke veränderlich



gewählt: Fußpfette mit Bolzen M16 3.6 DIN 13-1 im Abstand $e = 1.00$ m anordnen
 Ausklinktiefe am Sparren: $t = 3.0$ cm
 Stemmholz: $b / d1 / d2 / l = 10.0 / 3.0 / 12.0 / 30.0$ cm
 1 Bolzen M12 3.6 von unteren Stemmholzrand bei 5.0 cm anordnen

Nachweis der Fußpfettenverankerung (Bolzen):

Auflager		AV,d	AH,d	Fla,d	Rla,d	eta	Fax,d	Rax,d	eta	Ausnutzung
Nr.	KNr.	[-- kN --]	[-- kN --]	[-- kN --]	[-- kN --]	la	[-- kN --]	[-- kN --]	ax	max
1	91	15.53	-7.63	5.58	7.62	0.73	-	12.91	-	0.73 < 1

Nachweis der Pressung für Sparren und Fußpfette:

mit $k_{c,90} = 1.25$

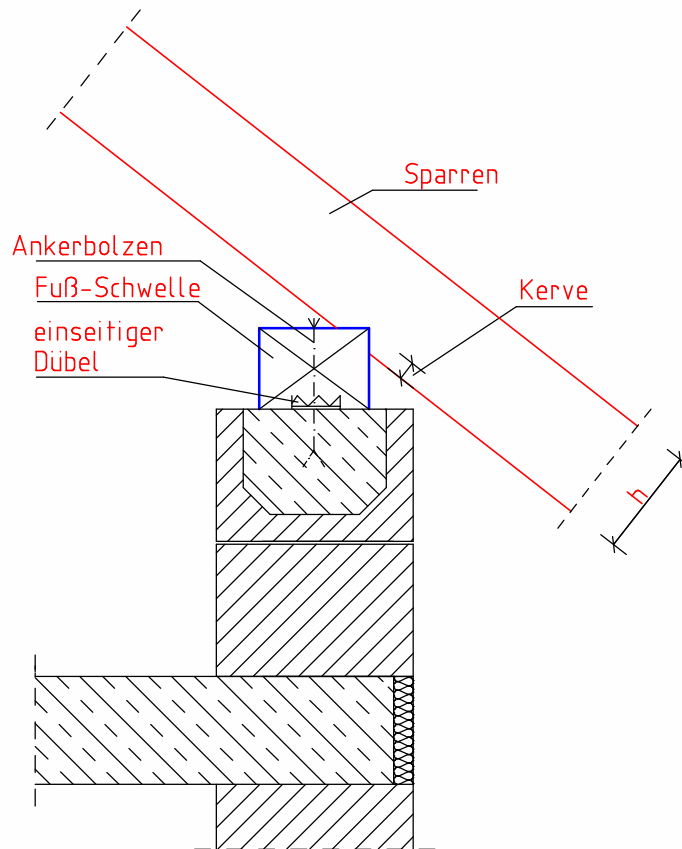
Auflager		N,d	Aef	Sig,d	fc,0	eta	Aef	Sig,d	fc,90	eta	Ausnutzung		
Nr.	KNr.	[kN]	[cm²]	[-	N/mm²	-]	(46)	[cm²]	[-	N/mm²	-]	(47)	max
1	120	-25.1	30.0	-8.38	14.54	0.58	120	-2.09	1.73	0.97	0.97	< 1	

Nachweis des Versatzmomentes:

mit $k_{c,90} = 1.25$

Auflager		N, d	ex	Zax, d	Rax, d	eta	Aef	Sig, d	fc, 90	eta	Ausnutzung
Nr.	KNr.	[kN]	[cm]	[-- kN --]	ax		[cm²]	[- N/mm² -]	(47)		max
1	120	-25.1	4.5	5.65	10.33	0.55	75.0	-0.06	1.73	0.03	0.55 < 1

Trauf - Anschlusspunkt 6: ohne Brandschutznachweis
Anschluss-Typ: Fußschwelle mit Dübel besonderer Bauart

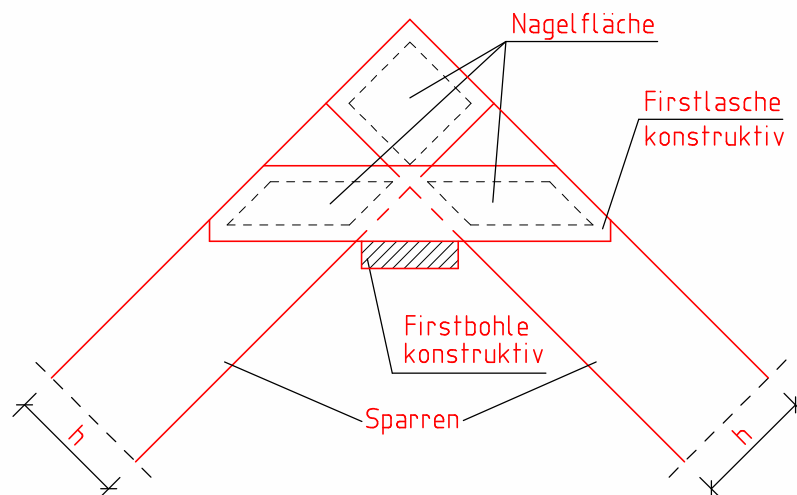


gewählt: Fußschwelle $b / h = 12.0 / 14.0$ cm
 mit Dübel C2 75 Bolzen M20 8.8 im Abstand $e = 1.00$ m anordnen

Nachweis der Fußschwellenverankerung (Dübel):

Auflager		AV,d	AH,d	Fla,d	Rla,d	eta	Fax,d	Rax,d	eta	Ausnutzung
Nr.	KNr.	[-- kN --]	[-- kN --]	[-- kN --]	[-- kN --]	la	[-- kN --]	ax	ax	max
6	108	28.59	-22.7	22.71	23.63	0.96	-	16.35	-	$0.96 < 1$

First - Anschlusspunkt 3: ohne Brandschutznachweis
Anschluss-Typ: Überblattung mit konstruktiven Firstflaschen und Firstbohle



gewählt: 4 Nägel 3.0x70 DIN EN 10230-1

in 2 Reihen x 2 Nägel im Firstbreich der Überblattung anordnen

min. Nagelabstände: $a_{1,t} / a_{2,t} = 35 / 21$ mm, $a_1 = 29$ mm

gewählt: konstruktive Firstlaschen $2 \times b / h / l = 3.0 / 12.0 / 80.0$ cm

Firstlaschen mit 2×4 Nägeln 3.0x70 DIN EN 10230-1

in 2 Reihen x 2 Nägel je Seite an die Sparren befestigen

min. Nagelabstände: $a_{1,t} / a_{2,t} = 21 / 24$ mm, $a_1 = 15$ mm

Nachweis der Kontaktpressung (Druckkräfte Überblattung):

Auflager		b	h	A _{ef}	k _{c,90}	V _d	Sigma _d	f _{c,90,d}	Ausnutzung
Nr.	KNr.	[— cm —]		[cm ²]	[—]	[kN]	[— N/mm ² —]		Gl.(47)
3	157	5.0	20.0	100.0	1.00	-3.55	-0.35	1.73	0.21 < 1

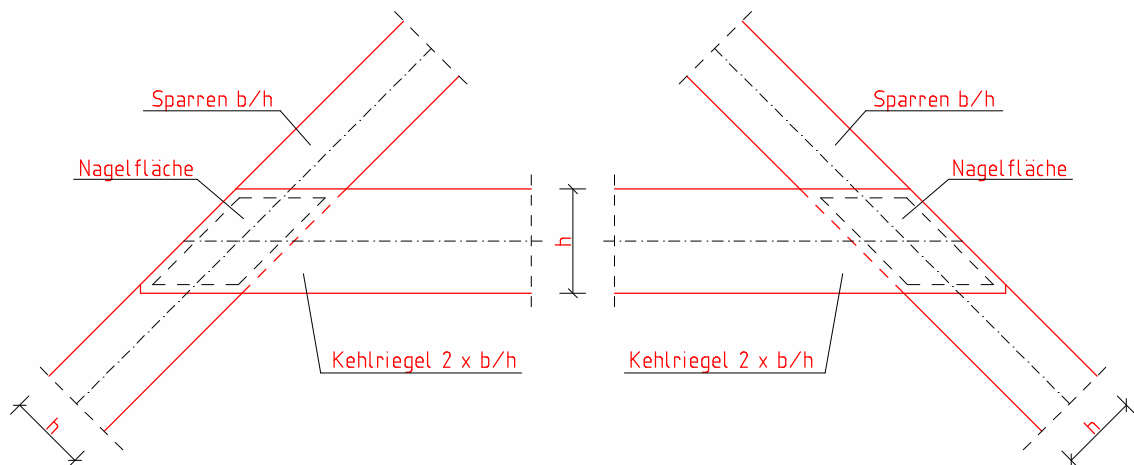
Nachweis der Nagelverbindung (Zugkräfte Überblattung):

Auflager		AV _d	AH _d	Fl _{a,d}	Rl _{a,d}	eta	Fax _d	Rax _d	eta	Ausnutzung
Nr.	KNr.	[— kN —]		[— kN —]		[a]	[— kN —]		[a]	Gl.(237)
3	66	-	-	1.52	1.66	0.92	-	-	-	0.92 < 1

Kehlbalken / Sparren - Anschluss 2,4:

ohne Brandschutznachweis

Anschluss-Typ: direkter Anschluss mit Nägeln



gewählt: 9 Nägel 4.6x120 in 3 Reihen in Sparrenricht. je Seite

min. Nagelabstände: $a_{1,t} / a_{2,t} = 55 / 30$ mm, $a_1 / a_2 = 46 / 23$ mm

Nachweis der Nagelverbindung (eine Anschlussseite, n=2):

Auflager		V _d	H _d	F _{p,d}	F _{s,d}	F _d	Fl _{a,d}	Rl _{a,d}	Ausnutzung
Nr.	KNr.	[— kN —]		[— kN —]			[— kN —]		max
2	108	-0.23	-11.8	-8.54	-8.21	11.85	5.93	8.77	0.68 < 1
4	108	-2.75	-11.8	-10.3	-6.43	12.16	6.08	8.77	0.69 < 1

Nachweis der Zugkraft (durch Verbindungsmittel geschwächter Querschnitt):

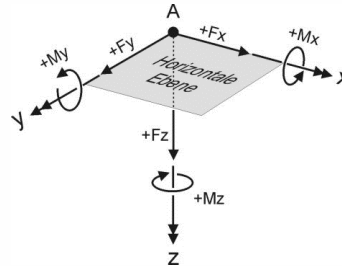
Auflager		V _d	H _d	N _{a,d}	kt _e	A _{ef}	Sig _d	ft _{0,d}	Ausnutzung
Nr.	KNr.	[— kN —]		[kN]	[—]	[cm ²]	[— N/mm ² —]		Gl.(43)
2	65	-0.45	2.91	2.91	0.67	170	0.26	9.69	0.03 < 1
4	65	-0.45	2.91	2.91	0.67	170	0.26	9.69	0.03 < 1

Weiterleitung der Einwirkungen (charakt.):

Bereich 1 = Mittelbereich

Bereich 2 = Randbereich

Die Kraftarttrichtungen sind auf das globale Koordinatensystem bezogen.
Dabei sind die Beträge der Kraftarten q in [kN/m] und m in [kNm/m].



Lager	Kraftart	Bereich	Kategorie	Maximal	Minimal
1	qx	1	G	-6.62	-6.62
			Q,A3	0.00	-1.68
			Q,S1	0.00	-6.37
			Q,W	2.08	-1.61
			Summe, k	-4.54	-16.28
		2	G	-6.62	-6.62
			Q,A3	0.00	-1.68
			Q,S1	0.00	-6.37
			Q,W	3.31	-1.61
			Summe, k	-3.31	-16.28
	qz	1	G	8.14	8.14
			Q,A3	1.69	0.00
			Q,S1	7.39	0.00
			Q,W	0.58	-3.40
			Summe, k	17.80	4.74
		2	G	8.14	8.14
			Q,A3	1.69	0.00
			Q,S1	7.39	0.00
5	qz	1	G	3.00	3.00
			Q,A3	0.01	0.00
			Q,S1	3.19	0.00
			Q,W	3.53	-3.35
			Summe, k	9.73	-0.35
		2	G	3.00	3.00
			Q,A3	0.01	0.00
			Q,S1	3.19	0.00
			Q,W	3.53	-3.35
			Summe, k	9.73	-0.35
	qx	1	G	6.62	6.62
			Q,A3	1.68	0.00
			Q,S1	7.73	0.00
			Q,W	2.48	-2.69
			Summe, k	18.51	3.93
		2	G	6.62	6.62
			Q,A3	1.68	0.00
			Q,S1	7.73	0.00
6	qx	1	G	6.62	6.62
			Q,A3	1.68	0.00
			Q,S1	7.73	0.00
			Q,W	2.48	-2.69
			Summe, k	18.51	3.93
		2	G	6.62	6.62
			Q,A3	1.68	0.00
			Q,S1	7.73	0.00
	qz	1	G	8.41	8.41
			Q,A3	1.68	0.00
	qx	1	G	6.62	6.62
			Q,A3	1.68	0.00
			Q,S1	7.73	0.00
			Q,W	2.48	-2.69
			Summe, k	18.51	3.93
		2	G	6.62	6.62
			Q,A3	1.68	0.00
			Q,S1	7.73	0.00
	qz	1	G	8.41	8.41
			Q,A3	1.68	0.00

Lager	Kraftart	Bereich	Kategorie	Maximal	Minimal
7	qz	2	Q,W	3.72	-3.31
			Summe,k	23.10	5.10
			G	8.41	8.41
			Q,A3	1.68	0.00
			Q,S1	9.29	0.00
			Q,W	3.72	-3.31
		1	Summe,k	23.10	5.10
			G	1.90	1.90
			Q,A3	5.62	0.00
			Q,S1	0.01	0.00
			Q,W	0.00	-0.01
			Summe,k	7.53	1.89
		2	G	1.90	1.90
			Q,A3	5.62	0.00
			Q,S1	0.01	0.00
			Q,W	0.00	-0.02
			Summe,k	7.53	1.88