

Dipl.-Ing. Thomas Blüm

Aussteifende Dachtafeln

Leistungsbeschreibung des BauStatik-Moduls

S144.de Holz-Dachscheibe - EC 5, DIN EN 1995-1-1

Mit dem Modul S144.de können Dachscheiben zur Aussteifung von Gebäuden in wenigen Schritten effizient bemessen werden. Hierzu werden Sparren, Gurte, Beplankung und Verbindungsmittel in der Eingabe definiert. Dabei werden die Windlasten programmseitig nach Norm ermittelt. Zusätzlich können Stabilisierungslasten der Sparren und weitere horizontale Aussteifungslasten auf die Dachscheibe eingegeben werden. Die Ermittlung der Schubflüsse an den Plattenrändern erfolgt nach dem Schubfeldträger-Modell und die Tragfähigkeitsnachweise auf der Grundlage der DIN EN 1995-1-1 für die vorhandenen Bauteile.

mbAEC S144.de - Holz-Dachscheibe (S144.de)

Eingabe:

- Dachgeometrie:**
 - Typ: Satteldach
 - B: 10.000 m (Breite (Schieferblech))
 - L: 12.500 m (Länge (Traufbreite))
 - H: 6.000 m (Höhe (Firsthöhe))
- Dachneigung:**
 - Sym: ☒ symmetrisch ☐ unsymmetrisch
 - 6: 35,0° (links und rechts)
 - Höhenunterschied der Traufkanten: ☐ vorgeben
 - I/N: ☐ vorgeben
 - Dachneigungswinkel: °
 - h₁: 1.000 m (links)
 - h₂: 1.000 m (rechts)
 - Spannabstand: m

Ausgabe:

Gebäudeabmessungen:

Parameter	Wert	Einheit
Gebäudebreite (Schieferblech)	B = 10,00	m
Gebäudelänge (Traufbreite)	L = 12,50	m
Firsthöhe	H = 6,00	m
Gebäudehöhe über Meeressniveau	A = 600,00	m

Satteldach:

Parameter	Wert	Einheit
Dachneigungswinkel	α ₀ = 35,00	°
Dachhöhe	h ₀ = 35,00	m
Dachneigung	h ₁ = 3,50	m
Dachneigung	h ₂ = 3,50	m
Spannabstand	s = 0,625	m

Dachscheibe links:

Parameter	Wert	Einheit
Dachscheibe links	B = 6,10	m
Länge Firstscheibe 1	L = 2,50	m
Länge Firstscheibe 2	L = 2,50	m
Firstbreite	B = 6,10	m
Länge Firstscheibe 1	L = 2,50	m
Länge Firstscheibe 2	L = 2,50	m

Dachscheibe rechts:

Parameter	Wert	Einheit
Dachscheibe rechts	B = 6,10	m
Länge Firstscheibe 1	L = 2,50	m
Länge Firstscheibe 2	L = 2,50	m
Firstbreite	B = 6,10	m
Länge Firstscheibe 1	L = 2,50	m
Länge Firstscheibe 2	L = 2,50	m

Beplankung:

Material	t	b	h	NEL
Sparren	11,0	21,0	1	
Gurtbalken	8,0	6,0	1	
Gurtbalken	8,0	6,0	1	

Verbindungsmittel:

Art	Art	d ₀ x l ₀	W
1	1	12,0 x 1,25	1
2	2	12,0 x 1,25	1

Belastungen:

Parameter	Wert	Einheit
Einwirkung (EN 1991)	q ₀ = 0,50	m
Windlast nach DIN EN 1991-1-4:2010-12	q ₀ = 0,50	m
Windlast (Innenland)	q ₀ = 0,50	m
Windlast (Außenland)	q ₀ = 0,50	m
Windlast (Außenland)	q ₀ = 0,50	m

Wingungsfaktoren:

Parameter	Wert	Einheit
Wingungsfaktor	W _{0,0} = 6,88	m ²
Wingungsfaktor	W _{0,0} = 6,88	m ²
Wingungsfaktor	W _{0,0} = 6,88	m ²

Rechnung:

Parameter	Wert	Einheit
Rechnung	q ₀ = 0,50	m
Rechnung	q ₀ = 0,50	m
Rechnung	q ₀ = 0,50	m

Allgemein

Der Nachweis der Gebäudeaussteifung ist ein elementarer Bestandteil der statischen Berechnung. Ein Gebäude, dessen räumliche Aussteifung nicht sichergestellt ist, läuft Gefahr, dass es zu Schäden kommt oder im schlimmsten Fall ganz versagt. Trotzdem kommt es vor, dass dieser Nachweis untergeordnet behandelt und aufgrund vermeintlicher Erfahrungswerte vernachlässigt wird.

Eine funktionierende Gebäudeaussteifung besteht mindestens aus folgenden Bestandteilen:

- einer aussteifenden Dach- oder Deckenscheibe, die die horizontalen Lasten aus Wind auf die darunter liegenden Wandscheiben weiterleitet,
- aussteifenden Wandscheiben, die die horizontalen Lasten von der Dach- bzw. Deckenscheibe aufnehmen und nach unten weiterleiten,
- Verankerungen, die die abhebenden Kräfte in aussteifende Wandscheiben aufnehmen und an die Unterkonstruktion weitergeben.

Im Zusammenhang mit der Gebäudeaussteifung wird häufig von Wand- und Deckenscheiben gesprochen. Im Gegensatz zum Massivbau sind diese „Scheiben“ im Holzbau allerdings kein homogenes Bauteil. Sie bestehen aus Rippen, Beplankung und Verbindungsmitteln. Deshalb spricht man auch von scheibenartig beanspruchten Tafeln.

In DIN EN 1995-1-1, 9.2.3 wird ein vereinfachtes Nachweisverfahren für Dach- und Deckentafeln beschrieben, das auf der sogenannten Schubfeldtheorie basiert. Diese beschreibt das Trag- und Verformungsverhalten als ideale Schubfelder. Die Anwendbarkeit der Schubfeldtheorie für Holztäfelung wurde aus Versuchen abgeleitet. Dabei gelten folgende Bedingungen:

- Alle Tafelränder sind durch Rippen unterstützt.
- Beplankung und Rippen sind über Verbindungsmittel kontinuierlich miteinander verbunden.
- Die Beplankung beult nicht aus.
- Die Tafelelemente insgesamt ist in seiner Ebene sehr steif.
- Die Verbindungsmittel weisen im Vergleich zu Rippen und Beplankung eine gewisse Nachgiebigkeit auf.

Die Regelungen in [1] und [2] enthalten noch weitere Randbedingungen, die die Nachweisführung von bestimmten Tafeln erschweren. So treten insbesondere bei Dach- und Deckenscheiben ausführungsbedingt freie Plattenränder auf. Dies führt unter anderem zu folgenden Einschränkungen:

- Forderung nach versetzter Plattenanordnung
- Beschränkung des Tafelformats auf $2H \leq L \leq 6H$
- Beschränkung auf $L \leq 12,5\text{ m}$ oder max. 3 Plattenreihen übereinander
- Abminderung der Schubtragfähigkeit um $\frac{1}{3}$

Um die bei freien Plattenrändern auftretenden Schubflüsse s_{90} auch rechnerisch abzubilden und die zuvor genannten Beschränkungen zu umgehen, wurde von M.H. Kessel das erweiterte Schubfeldträger-Modell entwickelt. Der Begriff soll darauf hinweisen, dass sich Dach- und Deckentafeln wie schubweiche Biegeträger verhalten.

Um bei der Berechnung von aussteifenden Dachtafeln eine möglichst große Flexibilität zu bieten, wird für das Modul S144.de dieser Rechenansatz verwendet. Dies setzt aber voraus, dass bei der Berechnung bereits die genaue Anordnung der Platten bekannt ist, da dies unmittelbare Auswirkungen auf die auftretenden Beanspruchungen für die Platten hat. Gegebenenfalls ist eine Abstimmung des Tragwerksplaners mit dem ausführenden Betrieb sinnvoll.

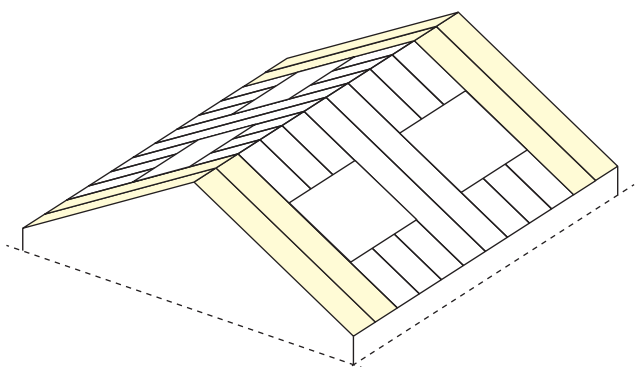


Bild 1. Anordnung der Teilscheiben auf der Dachfläche

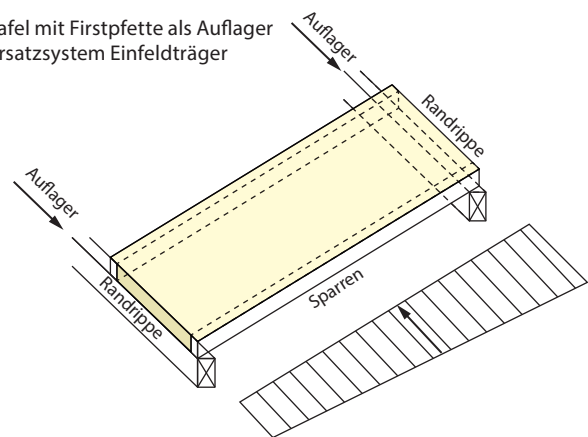
Bei der Dachtafel dienen die Sparren als Rippen, auf denen die Beplankung mit Verbindungsmitteln kontinuierlich befestigt wird. Dachscheiben werden häufig als Teilscheiben ausgebildet, weil die Dachfläche beispielsweise durch Öffnungen unterbrochen wird. Die aussteifenden Teile werden meist an den Giebelwänden angeordnet. In der Praxis wird dabei häufig die gesamte Dachfläche mit Platten belegt, während nur die statisch wirksamen Bereiche durchgehend mit den erforderlichen Verbindungsmitteln befestigt werden.

System

Im Eingabekapitel „System“ werden zunächst die Dachform – Satteldach oder Pultdach – und die Gebäudeabmessungen definiert. Satteldächer können mit symmetrischen oder unsymmetrischen Dachseiten ausgebildet werden. Zusätzlich sind die Dachneigung, die Drempehöhen, mögliche Höhenunterschiede an den Traufen und der Sparrenabstand vorzugeben. Wie bereits beschrieben, müssen die Platten für die Schubübertragung auf den Sparren gestoßen werden. Deshalb müssen Sparrenabstand und Plattenabmessungen aufeinander abgestimmt sein.

Bei der Lagerung der Dachscheibe wird festgelegt, welches statische Ersatzsystem für die Tafel angesetzt wird. Entscheidend ist dabei, ob die First- und/oder die Mittelpfetten als Auflager dienen. Hierfür muss sichergestellt sein, dass die Pfetten in Dachlängsrichtung als feste Auflager ausgebildet sind. Das Modul geht grundsätzlich davon aus, dass an der Traufe ein festes Auflager für die Scheibe vorhanden ist.

a) Tafel mit Firstpfette als Auflager
Ersatzsystem Einfeldträger



b) Tafel ohne Firstpfette als Auflager
Ersatzsystem Kragarm

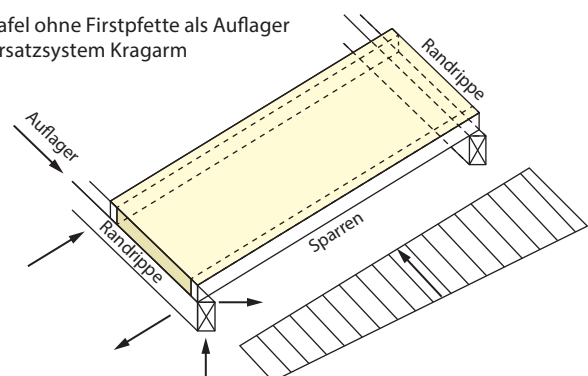


Bild 2. Auflagerreaktionen bei verschiedenen Ersatzsystemen

Bei einer Ausführung als Kragarm entstehen horizontale Auflagerkräfte, die durch die darunterliegende Konstruktion aufgenommen und weitergeleitet werden müssen. Außerdem kann an dieser Stelle definiert werden, ob die gesamte Dachfläche als eine Scheibe wirkt oder in bis zu zwei Teilscheiben aufgeteilt wird. Bei der Eingabe von Teilscheiben sind ausgehend vom vorderen Giebel der Abstand und die Länge der jeweiligen Teilscheibe anzugeben.

Bild 3. Eingabe Kapitel „System“

Wind

Ein wesentlicher Anteil der auf die Dachtafel wirkenden horizontalen Aussteifungslasten entsteht durch die Windbelastung der Giebelwände. Das Modul S144.de ermöglicht es, diese Windlasten nach DIN EN 1991-1-4 zu ermitteln. Durch die Vorgabe der Windlastzone und der Gebäudeparameter wird die Belastung der Giebelwand automatisch bestimmt. Über die Lasteinzugsfläche berechnet das Modul daraus die auf die Dachtafel wirkenden Kräfte. Bei Situationen, in denen die Windlastzonen nicht vorliegen, lässt sich der Geschwindigkeitsdruck des Windes manuell vorgeben.

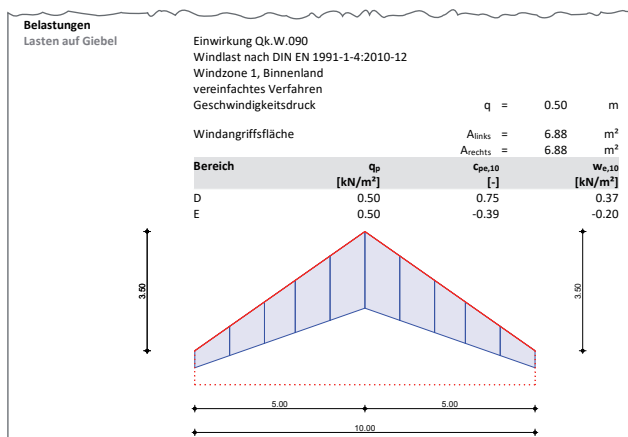


Bild 4. Ausgabe der Windbelastung auf den Giebel

Belastung

Neben den Windlasten können weitere horizontale Belastungen aus den Stabilisierungslasten der Sparren auf die Dachtafel wirken. Das Modul S144.de kann bei Vorgabe der maximalen Normalkräfte der Sparren die daraus resultierenden Aussteifungslasten auf die Scheibe nach [1], Abschnitt 9.2.5.3, ermitteln.

Bild 5. Eingabe der Belastungen

Darüber hinaus können weitere Lasten in Form von Gleichlasten manuell definiert werden. Diese wirken direkt auf die Scheibe und können am vorderen oder hinteren Giebel angebracht werden.

Material/Querschnitt

Als Material für die Sparren und die optionalen Gurthölzer stehen Nadelholz, Laubholz und Brettschichtholz, Konstruktionsvollholz, Duo- und Trio-Balken sowie Furnierschichtholz (STEICO, Kerto und BauBuche) zur Auswahl. Die Materialien sind in den Stammdaten hinterlegt. In Abhängigkeit von der gewählten Festigkeitsklasse werden die entsprechenden Festigkeits-, Steifigkeits- und Rohdichtewerte entnommen. Die Querschnittsabmessungen können für die Sparren und Gurthölzer getrennt definiert werden.

Die Beplankung kann mit Furnierschichtholz, Sperrholz, OSB-Platten, kunstharzgebundene und zementgebundene Spanplatten, Faserplatten und Holzfaserspanplatten (STEICOuniversal) ausgeführt werden. Neben den Abmessungen muss auch die Verlegerichtung der Platten angegeben werden. Hierbei ist darauf zu achten, dass ein Plattenrand auf den Sparren gestoßen sein muss. Das bedeutet, dass die Plattenabmessungen und der Sparrenabstand aufeinander abgestimmt sein müssen.

Für die Verbindung der Beplankung mit den Sparren beziehungsweise Gurten stehen die in den Stammdaten hinterlegten Nägel, Klammern und Schrauben zur Auswahl. Auf Grundlage des gewählten Verbindungsmittels und des Verbindungsmittelabstands wird der entsprechende Tragwiderstand ermittelt.

In der Praxis kommt es häufig vor, dass die Plattenabmessungen weder in Sparrenlängsrichtung noch in Traufrichtung mit den Abmessungen der Dachfläche übereinstimmen und die

Platten zugeschnitten werden müssen. Für die Bemessung ist entscheidend, an welcher Stelle die Platten angeordnet sind und welche Abmessungen sie aufweisen.

Für die Anordnung der Passplatten in x-Richtung – also in Traufrichtung – stehen folgende Optionen zur Verfügung:

- Links, Rechts, Links + Rechts, Mitte oder Manuell

Für die y-Richtung, also in Sparrenrichtung, stehen folgende Optionen zur Verfügung:

- Oben, Unten, Oben + Unten, Mitte oder Manuell

Das Modul übernimmt anschließend die Aufteilung der Passplatten entsprechend der gewählten Vorgabe. Bei der manuellen Vorgabe lassen sich die Passplatten gezielt auf bestimmte Plattenreihen aufteilen.

Die Tragfähigkeit eines Holzbauteils nimmt mit zunehmender mittlerer Holzfeuchtigkeit ab. Diese Abhängigkeit wird über die Definition der Nutzungsklasse berücksichtigt, die am Ende des Eingabekapitels zu tätigen ist.

Schnittgrößen

Aufgrund des gewählten statischen Systems und der vorhandenen Belastung ermittelt das Modul den Momenten- und Querkraftverlauf für jede Dachhälfte und – falls vorhanden – jede Teilscheibe.

Für die Berechnung der Schubflüsse an den Rändern jeder Platte ist es erforderlich, zunächst die Querkraften an den jeweiligen Rändern und in Plattenmitte zu ermitteln.

Für die erste Plattenspalte ergeben sich folgende Kräfte auf die Platten:

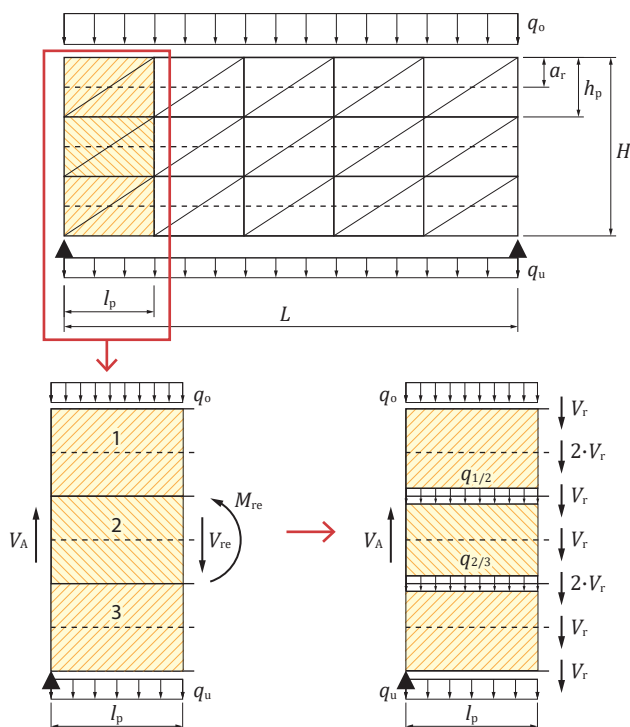
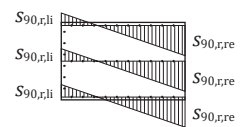
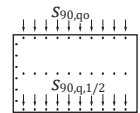
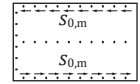
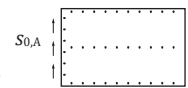


Bild 6. Dachtafel mit freien Plattenrändern – erste Plattenspalte (System zur Darstellung gedreht)

Hieraus ergeben sich folgende Schubflüsse – hier beispielhaft für Platte 1 mit einem freien Rand:

- Die über die Plattenhöhe wirkende anteilige Querkraft $V_A \cdot h_p / H$ erzeugt in der Auflagerrippe den parallel zur Rippe wirkenden Schubfluss $s_{0,A}$.
- Die mittlere Querkraft V_m erzeugt in der Gurtrippe und in der Rippe am Plattenstoß den parallel zur Rippe beziehungsweise zum Plattenrand wirkenden Schubfluss $s_{0,m}$.
- Die ein- bzw. weiterzuleitenden Lasten q_{li} und $q_{1/2}$ erzeugen in den Verbindungsmittelreihen des Gurtes und der Rippe am Plattenstoß Schubflüsse s_{90} rechtwinklig zu den Rippen (bzw. zu den Plattenrändern), die genauso groß sind wie die Lasten selbst.
- Die Rippen-Querkraften V_r können nur von den Verbindungsmittelreihen der Rippen aufgenommen werden. Diese werden „verdreht“ und erfahren Schubflüsse $s_{90,r}$ rechtwinklig zu den Rippen.



Schubfluss in der Auflagerrippe

$$s_{0,A} = \frac{V_A}{H_{ef}}$$

Mittlerer Plattenschubfluss

$$s_{0,m} = \frac{V_m}{H_{ef}}$$

Schubfluss infolge Lastenleitung

$$s_{90,q} = \max(q_{li}; q_{re})$$

Schubfluss infolge Querkraft an den Plattenrändern

$$1 \text{ freier Rand: } s_{90,r} = 4 \cdot \frac{V_{re}}{n_{r,ef} \cdot l_p}$$

$$2 \text{ freie Ränder: } s_{90,r} = \frac{4 \cdot V_{li} + 2 \cdot V_{re}}{n_{r,ef} \cdot l_p}$$

Resultierender Schubfluss

$$s_{res} = \sqrt{(s_{0,m})^2 + (s_{90,q} + \max s_{90,r})^2}$$

mit

H_{ef} wirksame Tafelhöhe

l_p Länge der betrachteten Platte

$n_{r,ef}$ Anzahl der Verbindungsmittelreihen über die Tafelhöhe (in Lastrichtung)

$$= \frac{H_{ef}}{a_r} + n_{hp}$$

Das Modul S144.de ermittelt für jede Einwirkungskombination die Beanspruchungen für jede einzelne Platte. In der Ausgabe-Steuerung kann der Umfang der Schnittgrößenausgabe festgelegt werden – von einer kompakten Ausgabe mit den maßgebenden Platten in der maßgebenden Kombination bis hin zu einer detaillierten Ausgabe für alle Platten und Kombinationen.

Da die Abmessungen der Tafel nicht immer mit den Plattenabmessungen übereinstimmen, werden Passplatten erforderlich. Wie aus den zuvor dargestellten Formeln hervorgeht, hängt der Schubfluss unmittelbar von den Plattenabmessungen ab.

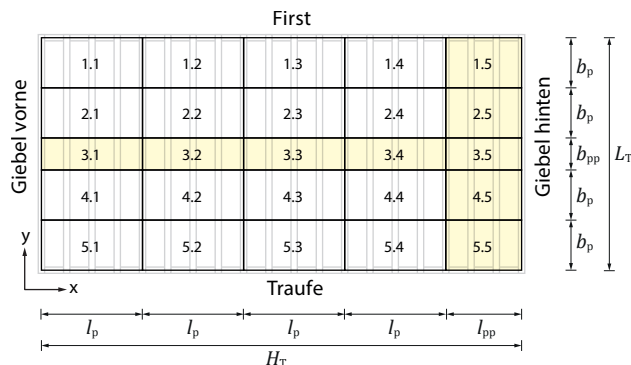


Bild 7. Dachtafel mit Passplatten

Dabei erzeugen kleinere Abmessungen größere Schubflüsse. Außerdem spielt die Lage der Passplatten eine wesentliche Rolle, da die Schubflüsse auf Grundlage der jeweils vorliegenden Querkräfte berechnet werden. So ist es oft zweckmäßig, die Passplatten nicht am Rand anzuordnen.

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Die Nachweise erfolgen nach [1] und Schubfeldträger-Modell. Dabei werden separate Nachweise für die Schubtragfähigkeit der Scheibe, die Normalkrafttragfähigkeit der Gurte sowie die Tafeldurchbiegung im Grenzzustand der Tragfähigkeit geführt.

Für die Anwendung des Schubfeldträger-Modells gelten folgende Randbedingungen:

- durchlaufende zug- und druckfest angeschlossene Gurte an allen vier Rändern
- ein kontinuierlicher Verbund zwischen Rippen und Beplankung durch Verbindungsmittel
- Rippen und Beplankung sind deutlich steifer als der Verbund durch die Verbindungsmittel

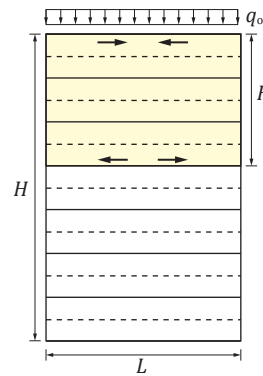
Durch verschiedene Annahmen liegen beim Schubfeldträger-Modell Tragreserven vor, die rechnerisch nicht angesetzt werden. Es kann als genauerer Nachweis für Dachtafeln angesehen werden. Dadurch können bestimmte Einschränkungen aus [1] bei entsprechender Anwendung des Modells entfallen (vgl. [3], 5.2).

Bei Tafeln mit freien Plattenrändern treten Schubflüsse rechtwinklig zu den Rippen auf, die größere Verformungsanteile mit sich bringen. Dies führt dazu, dass bei sehr hohen Tafeln nicht mehr die volle Tafelhöhe „aktiviert“ werden kann. Daher wird in [3] empfohlen für Tafeln mit Lasteinleitung senkrecht zu den Sparren die wirksame Tafelhöhe zu begrenzen.

$$H_{ef} = \min(H; L) \quad \text{bei einseitiger Lasteinleitung}$$

$$H_{ef} = \min(H; 2L) \quad \text{bei beidseitiger Lasteinleitung}$$

Einseitige Lasteinleitung



Beidseitige Lasteinleitung

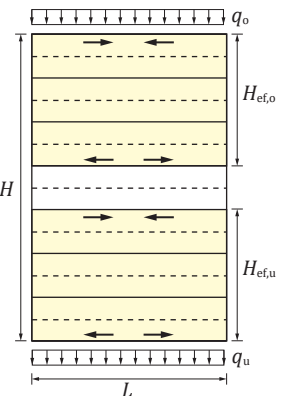


Bild 8. Wirksame Tafelhöhe bei sehr hohen Tafeln

Nachweis Scheibenbeanspruchung

Die Schubtragfähigkeit wird anhand von drei möglichen Versagensfällen bestimmt. Maßgebend ist dabei der Versagensfall mit der geringsten Tragfähigkeit. Im Nachweis wird nur dieser Wert ausgegeben. Es gibt allerdings die Möglichkeit, über die Ausgabesteuerung alle drei Tragfähigkeiten auszugeben.

Tragfähigkeit Verbund

Die Schubtragfähigkeit einer Tafel wird auf Grundlage des Bemessungswerts der Tragfähigkeit des verwendeten Verbindungsmittels und des Verbindungsmittelabstands ermittelt.

$$f_{v,d} = \frac{F_{v,Rd}}{a_v}$$

mit

$F_{v,Rd}$ Tragfähigkeit eines Verbindungsmittels
 a_v Verbindungsmittelabstand

Schubtragfähigkeit der Platte

Für den Plattenwerkstoff wird folgende Schubtragfähigkeit angesetzt:

$$f_{v,d} = k_{v2} \cdot f_{v,d,Platte} \cdot t$$

mit

k_{v2} Beiwert zur Berücksichtigung von Zusatzbeanspruchungen; hier: 0,33
 $f_{v,d,Platte}$ Bemessungswert der Schubfestigkeit der Platte
 t Plattendicke

Tragfähigkeit bei Beulen

Nach [1] wird das Schubbeulen mithilfe eines modifizierten Schubspannungsnachweises berücksichtigt:

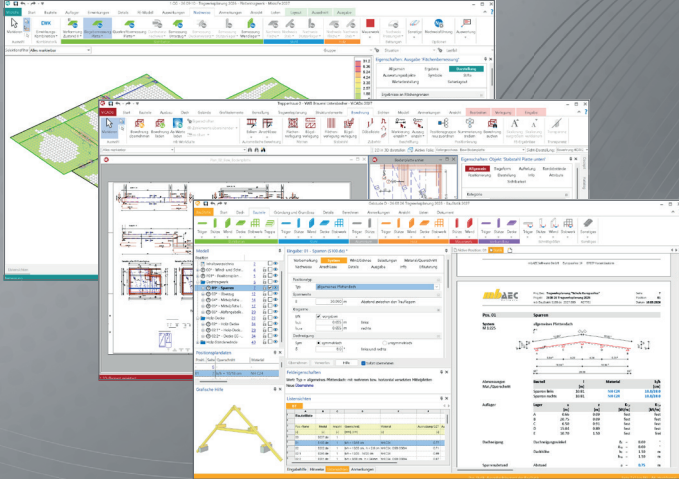
$$f_{v,d} = k_{v2} \cdot k_B \cdot f_{v,d,Platte} \cdot t$$

mit

k_B Faktor zur Berücksichtigung des Beulens
 $= 1,0$ für $t \geq \frac{a_r}{35}$
 $= \frac{35t}{a_r}$ für $t < \frac{a_r}{35}$
 a_r Sparrenabstand

mb WorkSuite 2027

Ing⁺ – Komplettpakete aus Statik, FEM und CAD



Die mb WorkSuite beinhaltet eine Fülle aufeinander abgestimmter Programme für Architekten und Ingenieure aus dem gesamten AEC-Bereich: Architecture. Engineering. Construction.

Mit Ing⁺ stehen drei Standardpakete zur Auswahl, die mit einem intelligenten Mix aus BauStatik, MicroFe und ViCADO eine Grundausstattung für Tragwerksplaner bilden. Von der Positionsstatik, den FE-Berechnungen, den Positions-, Schal- und Bewehrungsplänen bis hin zu den zugehörigen Dokumenten kann alles mit Ing⁺ bearbeitet und verwaltet werden.

Ing⁺ – Komplettpakete aus Statik, FEM und CAD

Ing⁺ compact 2027

Das Einsteigerpaket

Das preisgünstige Einsteigerpaket beinhaltet alle notwendigen Komponenten für den Ingenieurbau in kleineren und mittleren Ingenieurbüros.

- ProjektManager – zentrale Projektverwaltung aller mb WorkSuite-Applikationen
- über 20 BauStatik-Module
- „M100.de MicroFe 2D Platte – Stahlbeton-Plattensysteme“ zur Berechnung und Bemessung von Decken- und Bodenplatten

1.999,- EUR

Ing⁺ classic 2027

Das klassische Ing⁺-Paket

Das klassische Ing⁺-Paket enthält weitere BauStatik-Module und ViCADO.ing zur CAD-Bearbeitung:

- ProjektManager – zentrale Projektverwaltung aller mb WorkSuite-Applikationen
- über 50 BauStatik-Module
- „M100.de MicroFe 2D Platte – Stahlbeton-Plattensysteme“ zur Berechnung und Bemessung von Decken- und Bodenplatten
- ViCADO.ing – 3D-CAD für die Tragwerksplanung

7.999,- EUR

Ing⁺ comfort 2027

Das Rundum-Sorglos-Paket

Das Rundum-Sorglos-Paket umfasst alle Möglichkeiten des Komplettsystems Ing⁺:

- ProjektManager – zentrale Projektverwaltung aller mb WorkSuite-Applikationen
- über 80 BauStatik-Module
- MicroFe comfort – Berechnung und Bemessung von ebenen und räumlichen Stab- und Flächentragwerken
- ViCADO.ing – 3D-CAD für die Tragwerksplanung

10.999,- EUR

Detaillierte Paketbeschreibungen auf www.mbaec.de.

© mb AEC Software GmbH. Alle Preise zzgl. Versandkosten und ges. MwSt. Für Einzelplatzlizenz Hardlock je Arbeitsplatz erforderlich (95,- EUR). Folgelizenz-/Netzwerkbedingungen auf Anfrage. Es gelten unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen. Änderungen & Irrtümer vorbehalten. | Stand: September 2026
Betriebssysteme: Windows 11 (25H2), Windows Server 2025 mit Windows Terminalserver. Ausführliche Informationen auf www.mbaec.de/service/systemvoraussetzungen

Normalkrafttragfähigkeit der Gurte

Die jeweils linken und rechten Sparren einer Scheibe beziehungsweise Teilscheibe übernehmen die Funktion der Gurte. Die Momentenbeanspruchung wird über die Tafelhöhe in eine Normalkraftbeanspruchung der Gurte umgerechnet.

$$\max N_{G,d} = \frac{M_d}{H_{ef}}$$

Für die oberen und unteren Gurte der Tafel ergibt sich die Normalkraft aus der Auflagerkraft des angesetzten Ersatzsystems.

Die Nachweise der Gurte erfolgen nach den Formeln nach [1] unter Berücksichtigung der Stabilität bei Druckbeanspruchung.

Voraussetzung für die Anwendung des Schubfeldträger-Modells sind Gurte am oberen und unteren Rand der Tafel. Bei sehr geringen Gurtkräften kann die Übertragung über die Beplankung selbst erfolgen. Diese wirkt dann als Gurt und ist zug- und druckfest an die Rippen anzuschließen.

Als wirksame Breite für den Ersatzgurt können etwa 10 % der Tafelhöhe H angesetzt werden (vgl. [3]). Um die Kräfte von Platte zu Platte zu übertragen, werden die Verbindungsmittel in diesem Bereich konzentriert angeordnet. Dabei ist zu beachten, dass bei Zugkräften in den Sparren Querzugbeanspruchungen entstehen können. Dies muss zusätzlich nachgewiesen werden. Zusätzlich ist ein mögliches Ausbeulen der Beplankung zu untersuchen.

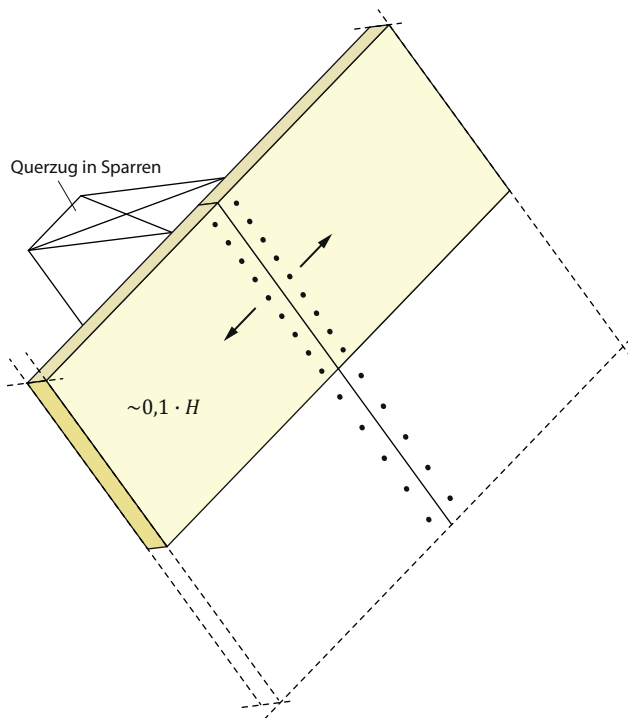


Bild 9. Beplankung als Ersatzgurt

Nachweis der Tafeldurchbiegung

Beim vorliegenden Berechnungsansatz wird davon ausgegangen, dass das Tafелеlement eine hohe Steifigkeit in seiner Ebene aufweist. Um dies zu gewährleisten, muss die Durchbiegung der Tafel im Grenzzustand der Tragfähigkeit untersucht werden. Dabei werden die Biegeverformungen der Sparren und der Beplankung vernachlässigt. Die Durchbiegung der Dachtafel setzt sich aus folgenden Anteilen zusammen:

$$v_{ges} = v_G + v_E + v_{K,0} + v_{K,90}$$

mit

v_G	Schubverformungen der Platten
v_E	Längsverformungen der Rippen
$v_{K,0}$	Verformungen infolge der Beanspruchung s_0
$v_{K,90}$	Verformungen infolge der Beanspruchung s_{90}

Für Tafeln mit freien Plattenrändern gilt:

$$v_G = 1,5 \cdot \frac{L^2}{8GH_{ef}t} \cdot q_d$$

$$v_E = \frac{5}{192} \cdot \frac{L^4}{H_{ef}^2} \cdot \frac{q_d}{EA}$$

$$v_{K,0} = \frac{L}{4H_{ef}} \cdot \left[\frac{L}{H_{ef}} \cdot n_{hp,ef} + 2 \right] \cdot \frac{a_v}{K_{ser}} \cdot q_d$$

$$v_{K,90} = \left[\frac{3}{2} \cdot n_{lp}^2 - 4n_{lp} + n_{hp} \cdot n_{r,ef} + 2 \right] \cdot \frac{a_v}{n_r \cdot K_{ser}} \cdot q_d$$

mit

q_d	Bemessungswert der Last auf das Tafелеlement
L	Tafellänge (bei Kragträgern $L = 2 \cdot l_K$)
a_r	Sparrenabstand
$n_{r,ef}$	Anzahl der Verbindungsmittelreihen über die Tafelhöhe H_{ef}

$$n_{r,ef} = \frac{H_{ef}}{a_r} + n_{hp}$$

n_{lp} Anzahl der Platten in Richtung der Tafellänge L

$n_{hp,ef}$ Anzahl der Platten über die wirksame Tafelhöhe H_{ef}

G Schubmodul der Beplankung

E E-Modul der Sparren

A Querschnittsfläche der Sparren

a_v Abstand der Verbindungsmittel

K_{ser} Verschiebungsmodul der Verbindungsmittel

Ausgabe

Das BauStatik-Modul S144.de stellt eine vollständige, übersichtliche und prüffähige Ausgabe der statischen Berechnungen zur Verfügung. Der Umfang der Ausgabe kann in gewohnter Art und Weise flexibel gesteuert werden. Die Ausgabesteuerung ermöglicht es dem Anwender, den Detaillierungsgrad entsprechend dem jeweiligen Verwendungszweck anzupassen – von kompakten Übersichtsdarstellungen bis hin zu detaillierten Vollausgaben mit sämtlichen Zwischenwerten.

Sämtliche relevanten Informationen werden tabellarisch dokumentiert. Die maßstabsgetreuen Systemskizzen ermöglichen eine schnelle Orientierung und verbessern die Nachvollziehbarkeit der Berechnung.

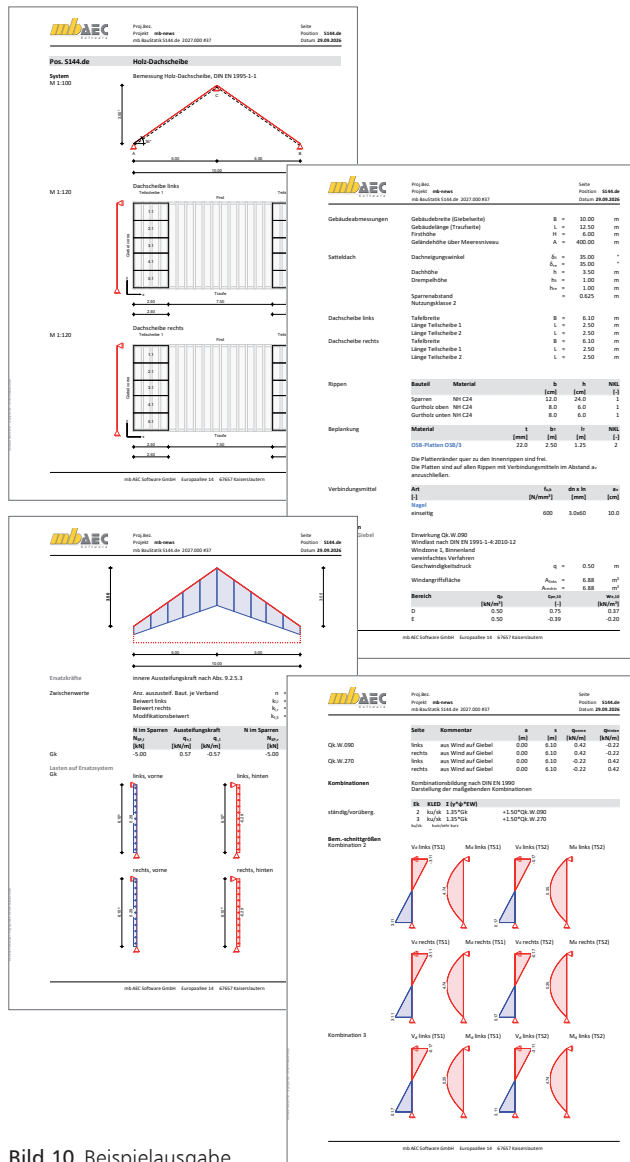


Bild 10. Beispielausgabe

Fazit

Mit dem Modul S144.de lassen sich Holzdachscheiben zur Aussteifung von Gebäuden komfortabel und praxisgerecht bemessen. Die Eingabe von Sparren, Gurten, Beplankung und Verbindungsmitteln ermöglicht eine detaillierte Abbildung des Dachaufbaus. Neben den normgerecht ermittelten Windlasten können auch Stabilisierungslasten der Sparren und weitere horizontale Aussteifungslasten berücksichtigt werden.

Die Berechnung der Dachscheibe erfolgt auf Grundlage des Schubfeldträger-Modells. Ein besonderer Vorteil dieses Ansatzes liegt darin, dass bestimmte Einschränkungen des Eurocodes 5 für Tafeln mit freien Plattenrändern nicht zum Tragen kommen und die Systemeingabe mit Teilscheiben flexibler gestaltet werden kann.

Die Beanspruchungen der Beplankung, der Verbundfugen und der angrenzenden Bauteile werden systematisch ermittelt und in den entsprechenden Nachweisen berücksichtigt. S144.de unterstützt damit eine durchgängige Bearbeitung von der Eingabe des Dachsystems über die Lastermittlung bis zur übersichtlichen und prüffähigen Ausgabe der Ergebnisse.

Dipl.-Ing. Thomas Blüm
mb AEC Software GmbH
mb-news@mbaec.de

Literatur

- [1] DIN EN 1995-1-1: Eurocode 5 – Bemessung und Konstruktion von Holzbauten. Ausgabe Dezember 2010. Beuth Verlag.
- [2] DIN EN 1995-1-1/NA: Nationaler Anhang Eurocode 5 – Bemessung und Konstruktion von Holzbauten. Ausgabe Dezember 2010. Beuth Verlag.
- [3] F. Colling, P. Janßen: Aussteifung von Gebäuden in Holztafelbauart – 3. Auflage, 2021, Ingenieurbüro Holzbau
- [4] Holzbau Statik Aktuell 04: Bemessung von aussteifenden Deckentafeln nach dem Schubfeldträger-Modell – genauere Nachweise, Mai 2024, Informationsdienst Holz

Preise und Angebote

S144.de Holz-Dachscheibe - EC 5, DIN EN 1995-1-1
Weitere Informationen unter
<https://www.mbaec.de/modul/S144.de>

BauStatik 4er-Paket
bestehend aus 4 BauStatik-Modulen
deutscher Norm nach Wahl

BauStatik 10er-Paket
bestehend aus 10 BauStatik-Modulen
deutscher Norm nach Wahl

Es gelten unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Alle Preise zzgl. Versandkosten und MwSt. – Hardlock für Einzelplatzlizenz je Arbeitsplatz erforderlich (95,- EUR). Folgekosten-/Netzwerkbedingungen auf Anfrage. – Stand: Oktober 2026

Betriebssysteme: Windows 11 (25H2), Windows Server 2025 mit Windows Terminalserver
Ausführliche Informationen auf www.mbaec.de/service/systemvoraussetzungen

Preisliste: www.mbaec.de