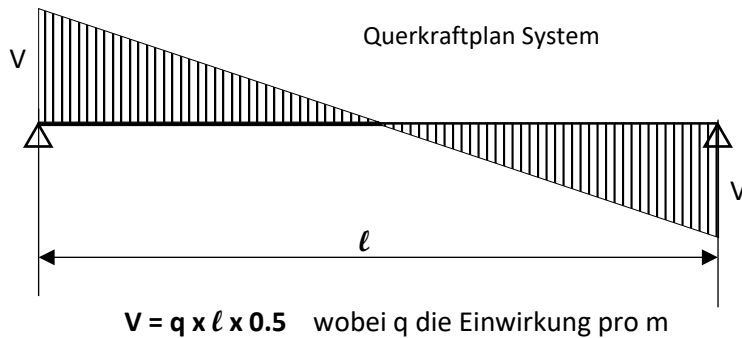
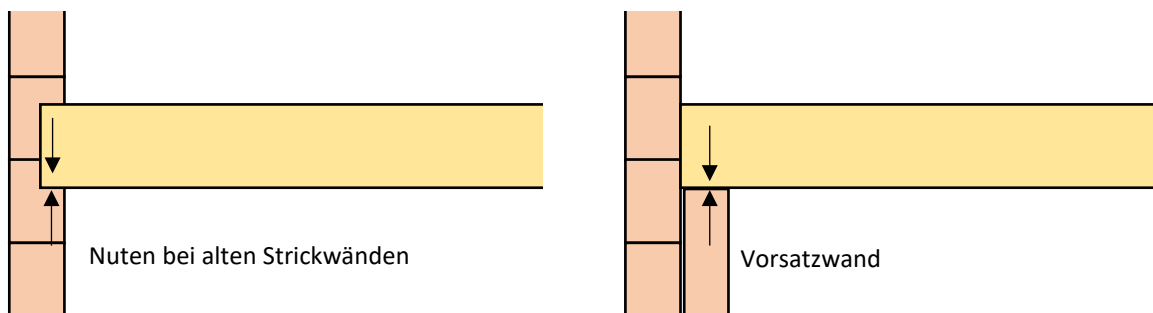


HOLZBAU / AUFLAGER / Ausklinkungen an Trägerauflagern

"Moderne Deckenaufleger" / Querkrafteinleitung mit Verschraubung

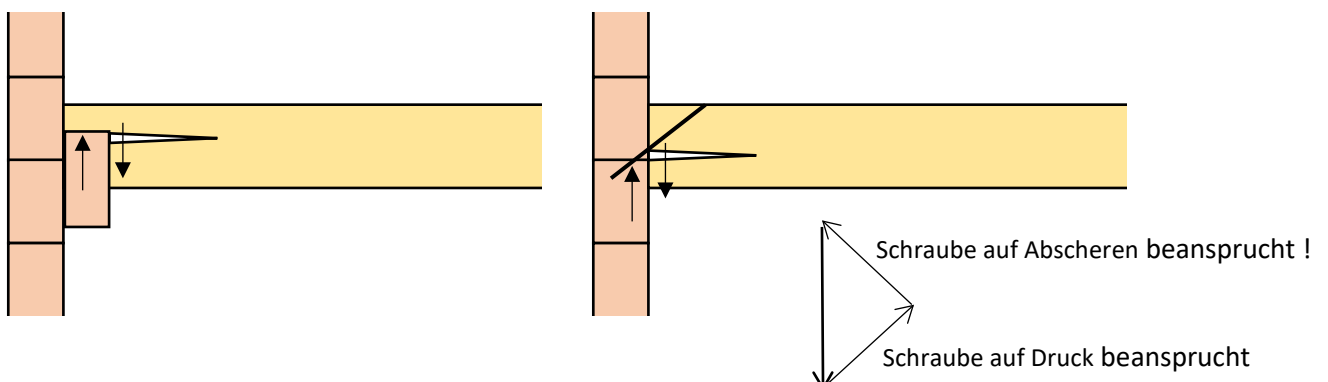


Die Querkraft V an den Auflagern muss vom Holzbalken oder vom Elementsteg in die Auflager übertragen werden. Am besten geschieht dies über eine direkte Unterstützung der unteren Balkenkante.

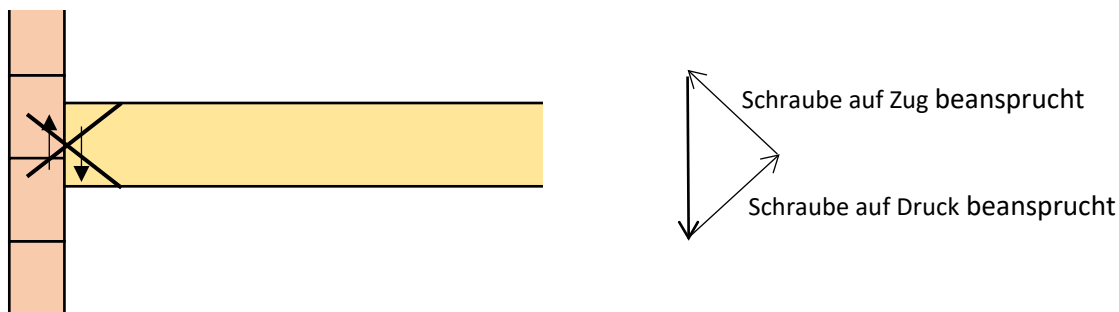


Die Schraubtechnik lässt es zu, dass die Querkraft auch mittels Vollgewindeschrauben übertragen werden kann. Dabei ist aber unbedingt darauf zu beachten, dass auch in geschraubten Anschlüssen Querkzugspannungen vorhanden sind. Das Aufreißen durch Querkzug muss verhindert werden.

Nur eine Verschraubung von oben genügt wegen der Gefahr des Aufreißens nicht! Die Kräftezerlegung zeigt, dass in diesem Fall die Schraube auf Abscheren und Druck beansprucht, aber dadurch der Querkzug nicht aufgehoben ist.



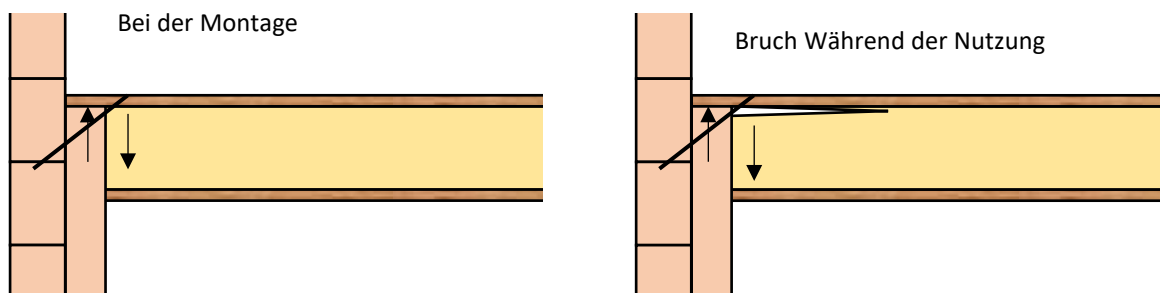
Ein geschraubter Anschluss mit Vollgewindeschrauben sieht so aus :



Die Kräftezerlegung zeigt, dass in diesem Fall die eine Schraube auf Druck, die andere auf Zug beansprucht ist. Ob letztlich diese Art von Auflagern sinnvoll ist, muss der Konstrukteur von Fall zu Fall entscheiden. Wird innen zusätzlich eine Vorsatzwand erstellt, ist anzuraten, die Decke auf diese abzustützen und der Verschraubung lediglich die Verbindung zwischen Wand und Decke zuzuordnen.

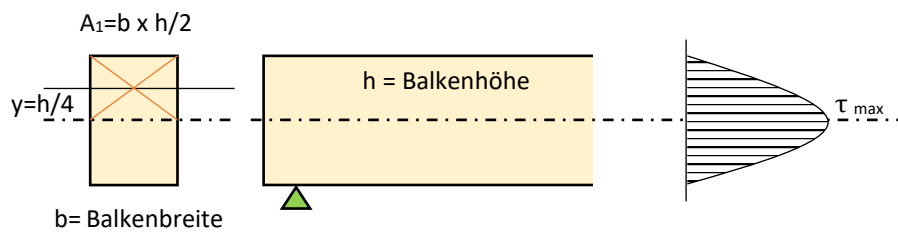
Bei der Montage von Elementen ist zu beachten, dass die Querkraft von den Stegen übertragen wird und nicht von der Beplankung. Die Vollgewindeschrauben müssen also die Querkraft im Steg in das Auflager übertragen. Die Vollgewindeschrauben dürfen folglich nicht wahllos angeordnet sein !

Bei nachfolgender, immer wieder angetroffenen ausgeklinkten Auflagerung von Elementen ist das Aufreißen der Klebefuge zwischen Beplankung und Stegen vorprogrammiert. Eine zusätzliche diagonale Verschraubung von oben reicht nicht aus, um den Schaden zu verhindern.



Auch wenn infolge praktisch geringer Deckenlasten "nichts passiert" sind fehlerhaft ausgeführte Auflager Mängel und müssen von der Bauleitung gerügt werden. Eine Behebung des Mangels durch die Unternehmung ist zwingend. Im Schadenfall wird nicht nur mangelnde Sorgfaltspflicht der Bauleitung geltend gemacht, sondern auch ein absichtlich herbeigeführter Mangel durch die Unternehmung. Ungemütlich wird im Schadenfall die Sache dann, wenn die Holzbauunternehmung geplant und ausgeführt hat.

Es sind nachfolgend die Bedingungen am Auflager dargestellt (Alle Werte auf Bemessungsniveau !):



Die maximale Schubspannung τ_{max} ist

$$\tau_{max} = \frac{V \cdot S}{J \cdot b} = \frac{V \cdot b \cdot h \cdot h \cdot 12}{b \cdot h^3 \cdot b \cdot 2 \cdot 4} = \frac{V \cdot 1.5}{b \cdot h}$$

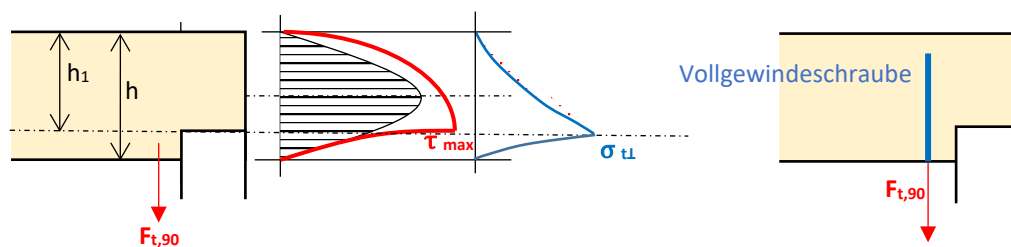
allgemein

Rechteckquerschnitt

Wobei S = Statisches Moment bezogen auf die Trägerschwerachse : $S = A_1 \times h/4 = b \times h/2 \times h/4$

J = Flächenmoment 2. Grades, im Rechteckquerschnitt : $J = b \times h^3 / 12$

Beim ausgeklinkten Querschnitt verschiebt sich die maximale Schubspannung in den Restquerschnitt.



Die Querkzug-Kraft $F_{t,90}$, die vom anzuordnenden Verbindungsmittel aufzunehmen ist, ist abhängig vom Wert " h_1/h " und wird wie folgt berechnet :

$$F_{t,90} = 1.3 \cdot V \cdot \left[3 \cdot \left(1 - \frac{h_1}{h} \right)^2 - 2 \cdot \left(1 - \frac{h_1}{h} \right)^3 \right]$$

Die Querkzugkraft sollte nach Norm mit eingeklebten Gewindestäben aufgenommen werden. Versuche haben gezeigt, dass Vollgewindeschrauben durchaus genügen. Seitlich aufgeleimte Sperrholzlaschen sind infolge der Querholzverklebung äusserst fragwürdig.

In der Fachliteratur wird angegeben, dass bis zu einem gewissen Grad Ausklinkungen ohne Querkzugverstärkungen ausgeführt werden können. Das ist aufgrund von Versuchen erwiesen, solange die Trägerbreite nicht zu schmal ist. Es wird auch angegeben, dass Ausklinkungen mit schrägem Anzug den

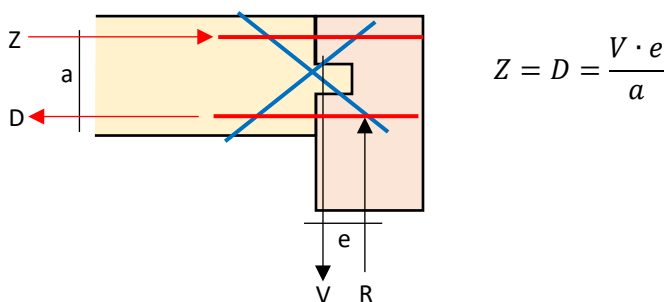
Querzug eliminieren. Der Einschnitt darf dabei höchstens $\frac{1}{4}$ der Trägerhöhe sein. Die Neigung des Anzugs darf dabei höchstens 4 Grad betragen; müsste also bei einem Einschnitt von 50 mm 715 mm lang sein. Wenn immer möglich sind Ausklinkungen an Trägern mit ausgelasteter Schubspannung zu vermeiden oder auf die schon früher gebräuchliche Verobholzung von 15 bis 30 mm zu beschränken.

Der alt bewährte Zapfen ist oft auch ein Querkraft-Anschluss mit Ausklinkung. Bei schwer belasteten Balkenlagen, z.B. im Mühlenbau, haben die alten Zimmerleute darauf geachtet, quadratische Balken zu verwenden, um das Einreissen zu mindern. Je grösser die Fläche des Restquerschnitts, desto geringer wird die Schubspannung. Dennoch sind meistens an den Balken Einrisse unterhalb des Zapfens sichtbar. Im Zwischenzug entsteht auch Querzug. Dieser führt zu gefährlichen Rissen unterhalb der Zapfenlöcher, im Extremfall zum Aufspalten und Versagen des Zwischenzugs.



Der Zapfen ist immer noch eine ideale Steckverbindung, um den Zusammenbau und/oder das Aufrichten zu erleichtern. Er sollte nicht mehr als reine Querkraftverbindung verwendet werden. Ist er gesteckt, kann der Anschluss mit Vollgewindeschrauben vollkommen gemacht werden.

Durch die Exzentrizität des Lastangriffs zur Trägerachse des Zwischenzugs entsteht ein Kräftepaar V-R, das ein Torsionsmoment erzeugt. Mit zwei horizontalen Vollgewindeschrauben kann das Torsionsmoment in den Balken aufgelöst werden. Die Zug- und Druckkräfte Z und D in den Vollgewindeschrauben sind :



Aus Gründen der Erdbebensicherheit ist grosses Augenmerk auf die Auflager von Decken, Dächern, also Balken und Elementen zu richten. Die Tabelle 26 der Schweizer Norm SN 505 261 gibt (auch für den Holzbau) folgende zwingende Verbindlichkeiten an :

Konstruktion in allen Erdbebenzonen und allen Bauwerksklassen :

1. Vorfabrizierte Elemente müssen mit anderen Bauteilen gut verbunden werden
2. Bei vorgefertigten Elementen mit verschiebbaren Auflagern (dies ist im Holzbau immer der Fall !) muss eine Auflagerlänge von $1/70$ der Spannweite oder mindestens 150 mm eingeplant werden. (Das heisst, dass geschraubten Auflager, Auflagerschuhe und Spezialverbinder nur mit genauem Erdbebennachweis zulässig sind und angewendet werden dürfen!).
3. Für sekundäre Bauteile, die im Falle des Versagens Personen gefährden, das Tragwerk beschädigen oder den Betrieb wichtiger Anlagen beeinträchtigen können, muss sowohl für das Bauteil als auch dessen Verbindungen und Befestigungen oder Verankerungen die Bemessungssituation Erdbeben berücksichtigt werden.

Sekundäre Bauteile sind z.B.

- Aussen- und Innenwände
- Trennwände und Fassadenbauteile
- Schornsteine
- Verankerungen für ständig von den Decken zu tragende Wandschränke und Bücherregale
- Verankerungen für abgehängte Decken und Beleuchtungsarmaturen

Es ist also wichtig, dass "das Auflager" bei den heute auszubildenden Polierern, Projektleitern, Technikern und Ingenieuren im Holzbau besonderen Augenmerk erhält und bereits tätige Fachleute sich in dieser Beziehung weiterbilden. Dieser Download ist ein Beitrag dazu.