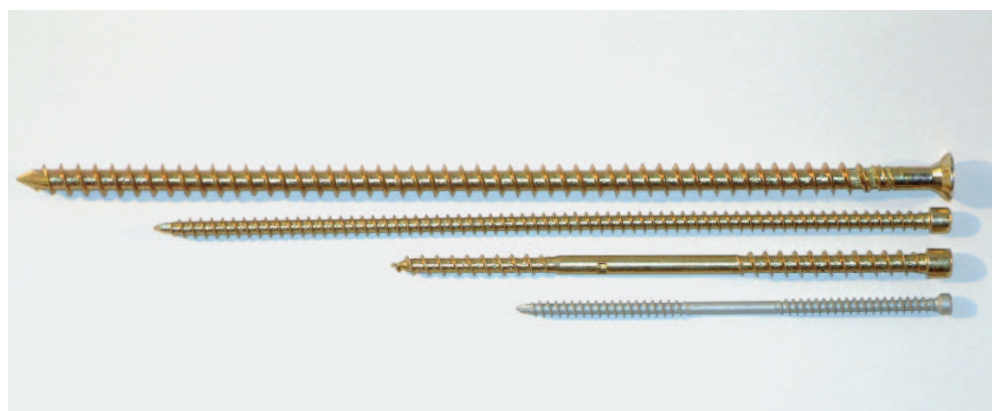


Spezialschrauben, Teil 1

# Volle Kraft verschraubt

Vollgewindeschrauben bieten interessante Möglichkeiten, bislang sehr aufwendige Querdruck- oder Querkzugverstärkungen einfach konstruktiv zu lösen. *mikado* gibt einen Überblick zu horizontalen und vertikalen Anschlussformen.



DIN HELFER

**S**pezialschrauben erlangen zunehmende Bedeutung im Ingenieurholzbau. Ergänzt man die Eigenschaften „volles Gewinde“, „hochfest“ und „selbstbohrend“ mit den Attributen „lang“ und „schräg eingeschraubt“, so lässt sich allein aus der Aufzählung dieser Parameter ein riesiges Anwendungsfeld dieser teilweise noch wenig bekannten Spezial-Holzschrauben erahnen.

Das Hauptpotenzial der Vollgewindeschrauben liegt in ihrer Fähigkeit, hohe Zug- und Druckbeanspruchungen in Achsrichtung aufzunehmen und weiterzuleiten. Schräg, unter 45 Grad, bringen sie zudem noch einen hohen Verschiebungsmodul, der sie für nachgiebige Verbindungen prädestiniert.

Bevor jedoch verschiedene Anwendungsfälle behandelt werden, wirft der Autor zunächst ein Blick auf den Stand der Technik.

---

### Stand der Technik

---

Seit Jahrzehnten im Einsatz sind die bekannten genormten Holzschrauben nach

- DIN 96:1986-12: „Halbrund-Holzschrauben mit Schlitz“,
- DIN 97:1986-12: „Senk-Holzschrauben mit Schlitz“ oder
- DIN 571:1986-12 „Sechskant-Holzschrauben“.

Die Schrauben in den Durchmessern 4 bis ca. 20 mm werden in der Regel in scherbeanspruchten Verbindungen eingesetzt. Hinter dem Kopf befindet sich ein glatter Schaft, dessen Durchmesser im Normalfall dem Gewindedurchmesser entspricht. Diese Schrauben sind nicht gehärtet und besitzen alle eine Gewindeform nach

- DIN 7998:1975-02: „Gewinde und Schraubenenden für Holzschrauben“.

Selbstbohrende Voll- und Teilgewindeschrauben verschiedener Hersteller, bis max. 600 mm Länge

Die Anwendung der Normschrauben ist mit einer Vorbohrung von  $0,7 \cdot d$  über die gesamte Einschraubtiefe verbunden. Die relativ großen Mindestabstände der Verbindungsmittel führen zu großen Bauteilabmessungen. Oft definiert die Anschlusskonstruktion die Tragfähigkeit und die Abmessungen des Holztragwerks. Die Einsatzbereiche im Ingenieurholzbau sind daher sehr begrenzt.

Seit ca. fünf Jahren gibt es Spezialschrauben am Markt, die mit einem gehärteten Schaft und einer so genannten CUT-Spitze ohne Vorbohren in Holz oder Holzwerkstoffe eingedreht werden können.

Hierfür ist eine spezielle Einschraubtechnik mit hohen Drehmomenten erforderlich.

---

### Bitte nur mit Zulassung

---

Die Anwendungsspezifika und die Schraubenparameter sind in allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen geregelt. Die Anzahl der Hersteller derartiger Schrauben ist derzeit jedoch sehr gering. In jedem Fall empfiehlt der Autor, nur Produkte mit bautechnischer Zulassung einzusetzen.

Großen Anteil an der Entwicklung der Anschluss-, Verbindungs- und Bewehrungssysteme mit den Vollgewindeschrauben hat der Bereich Ingenieurholzbau und Baukonstruktionen an der Universität Karlsruhe.

## Selbstbohrende Vollgewindeschrauben

Die Ingenieurholzbaupraxis unterscheidet zwei Hauptgruppen dieser Spezialschrauben:

Es gibt die „kurzen“ in den Abmessungen von 5 x 60 mm bis ca. 5 x 100 mm und die „langen“ von 6 x 160 mm bis 12 x 600 mm. Die kürzere Variante kommt z.B. zum Einsatz beim Anschluss von speziellen Holzverbindern im Hirnholzbe- reich (45 Grad Verschraubung im Nebenträger).

Ingenieurtechnisch wesentlich interessanter und mit einem großen Zukunftspotenzial zeigen sich die langen Vollgewindeschrauben. Das „Flaggschiff“ ist nach Meinung des Autors zurzeit die Schraube Spax-S in den Abmessungen 12 x 600 mm Hauptgeometrie. Allerdings ist der praktische Einsatz dieser extremen Länge an ganz spezielle Anwendungen gebunden.

In der Ingenieurarbeit spielen die Abmessungen bis 8 x 450 mm bzw. 10 x 450 mm die Hauptrolle.

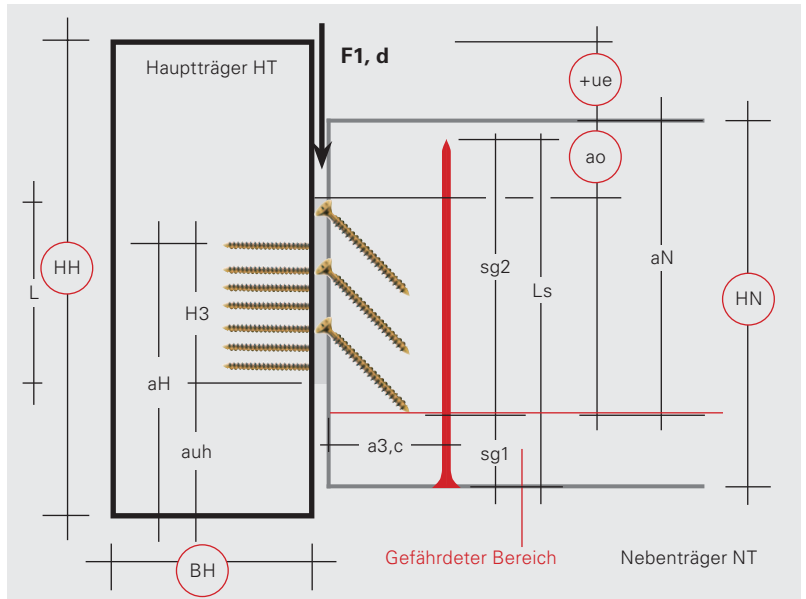
## Tragfähigkeitsparameter

Vollgewindeschrauben können in Verbindungen mit Scherbeanspruchungen ebenso eingesetzt werden wie die Normschrauben. Aufgrund der geringeren Schaftdicke können allerdings keine größeren Biegemomente aufgenommen werden.

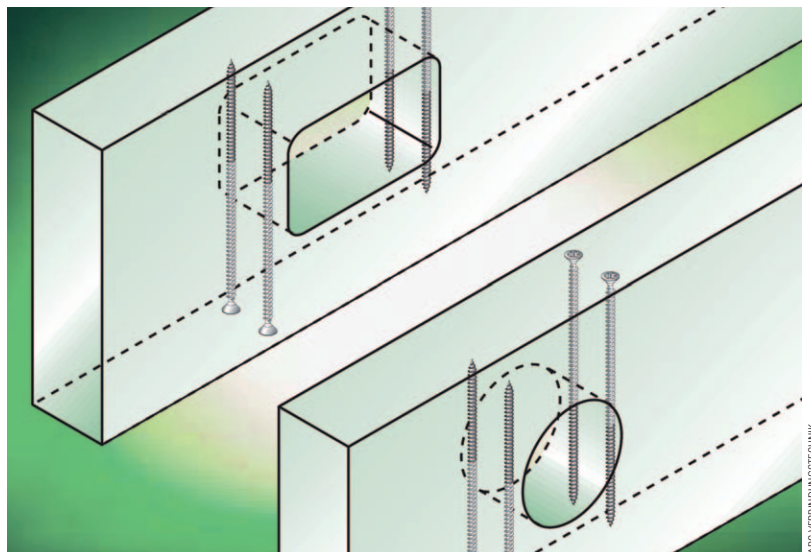
Die reine Scherbeanspruchung würde ihre statische Leistungsfähigkeit weit unterfordern, sodass derartige Anwendungen hier nicht weiter dargestellt werden. Auch die Beanspruchung auf Herausziehen (Kopf-Durchziehgefahr) soll hier außer Acht bleiben, da mit unterschiedlicher Kopfgestaltung (Tellerkopf, Kegel-Senkkopf) den Schrauben entsprechende Eigenschaften gegeben werden können.

Die eindeutige Stärke der Vollgewindeschrauben liegt in ihrer Beanspruchbarkeit in Schaft- bzw.

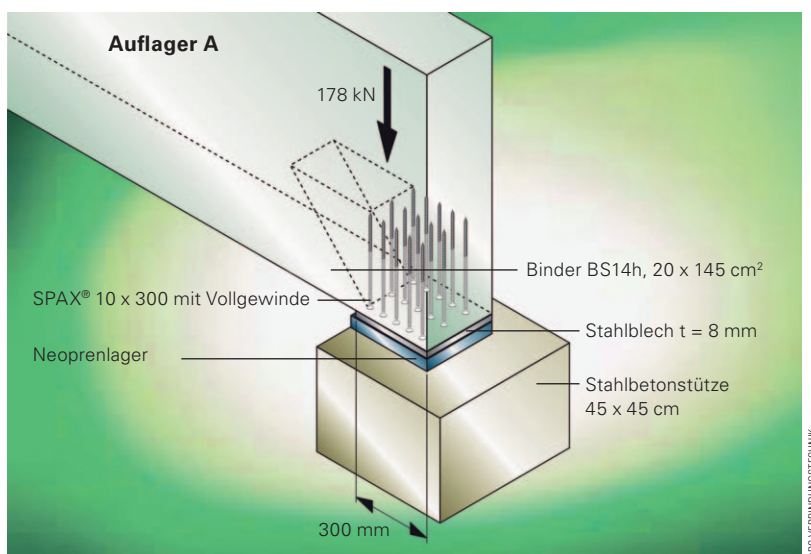
Passverbinder ET, Vollgewindeschrauben als Quersicherung und Anschluss an einen Nebenträger

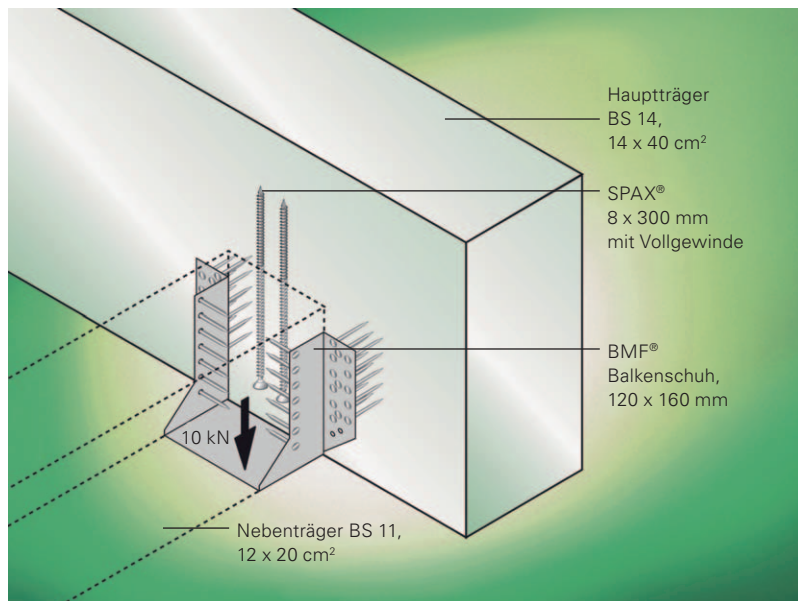


Quersugbewehrung bei Trägerdurchbrüchen



Einfache Quersdruckverstärkung: Vollgewindeschrauben erhöhen die Auflagerpressung und machen eingeleimte Gewindestangen überflüssig





Querzugsicherung bei Anschlüssen mit Blechformteilen

- Mindestholzdicke:  $< 12 \cdot d_1$
  - Einhaltung der Mindestabstände nach DIN 1052:2004 für Nagelverbindungen mit nicht vorgebohrten Löchern
- Ähnlich wie bei Dübeln wird in der Praxis eine Minimierung der Achs- und Randabstände angestrebt. So darf nach Z-9.1-519 der Achsabstand  $a_2$  bis auf  $2,5 \cdot d_1$  verringert werden, wenn für jede Schraube eine Anschlussfläche  $a_1 \cdot a_2 = 25 \cdot d_1^2$  eingehalten ist.

### Senkrecht eingeschraubt

Die klassische Einschraubung rechtwinklig zur Holzfaserrichtung findet auch bei den Vollgewindeschrauben breite Anwendung. Allerdings steht hier nicht die Beanspruchung auf Abscheren, sondern axialer Zug oder Druck im Vordergrund. Die Schrauben werden wie im Stahlbetonbau als Zug- oder Druckbewehrung in den gefährdeten Holzbereichen eingesetzt. Ein Phänomen, das selbst Fachleute erstaunt, ist die Möglichkeit des Ausknickens der Schraube unter Axialdruck bei bestimmten Parametern.

Senkrecht eingedrehte Vollgewindeschrauben finden ihren Einsatz u.a. in den Bereichen:

- Pressleimung
- Elementbau/Fertighausbau
- Sparren/Binder- oder Pfetten/Binderanschlüsse
- jede Art Queranschlüsse
- Verminderung des Spaltversagens bei Stabdübelverbindungen
- Firstbereiche gekrümmter Träger (hier auch Vollgewindestangen bis 2000 mm Länge)
- Zuganschlüsse, Verstärkung von Kehlbalkenebenen (Sanierung)

### Effiziente Querzugbewehrung

Für Anschlüsse Hauptträger/Nebenträger oder Stütze/Nebenträger (Pfosten/Riegel-Verbindung) stehen mittlerweile diverse Holzverbinder aus Stahlblech oder Aluminium zur Verfügung.

Achsrichtung. Die charakteristischen Werte der max. Zug- oder Druckkräfte liegen hier zwischen 17 und 38 kN bei 8 bzw. 12 mm Durchmesser. Der praktisch maßgebende charakteristische Tragfähigkeitswert ist allerdings wesentlich von der Einschraubtiefe  $l_{ef}$  und dem Durchmesser abhängig.

### Verformungsparameter

Eine wichtige Eigenschaft, die insbesondere für unter 45 Grad zur Holzfaserrichtung eingedrehte, in Achsrichtung beanspruchte Schrauben relevant wird, ist der relativ große Verschiebungsmodul  $C = K_{ser}$ . Einflussfaktoren sind auch hier der Schraubendurchmesser und die Einschraubtiefen in den Einzelquerschnitten. Bei nachgiebig zusammengesetzten Biegeträgern wie verstärkten Pfetten oder Deckenbalken (UHB-Decke) erlangt diese Eigenschaft eine besondere Bedeutung.

### Konstruktive Parameter

Die Anwendung der Vollgewindeschrauben ist an diverse konstruktive Forderungen in der DIN 1052:2004 bzw. in den entsprechenden Zulassungen gebunden.

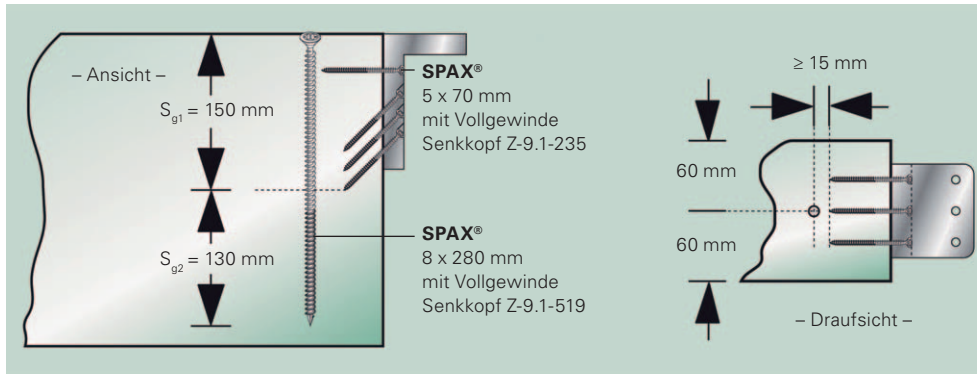
Die nachfolgende Auflistung gibt einen Überblick über die Basiswerte (nach Z-9.1-519, Spax S):

- Mindestholzdicke:  $12 \cdot d_1$
- Mindestabstand in Faserrichtung:  $a_1 = 5 \cdot d_1$
- Mindestabstand senkrecht zur Faser:  $a_2 = 5 \cdot d_1$
- Mindestabstand von Hirnholzfläche:  $a_{3,c} = 5 \cdot d_1$
- Mindestabstand von Seitenholzfläche:  $a_{4,c} = 4 \cdot d_1$



Diese Vollgewindeschrauben dienen in einem Versuch als Querdruckverstärkung eines Auflagers. Die Last war zu groß – die Verbindungsmittel knickten aus

DR. BETIKA UNIVERSITÄT KARLSRUHE (FH)



BEIDE BILDER: ABC VERBINDUNGSTECHNIK

Diese verdeckten oder sichtbaren Verbinder bringen auch neue Anwendungsbereiche für die Vollgewindeschrauben. Balkenschuhe, Balkenträger, Passverbinder oder Topverbinder erfordern unter Umständen besondere Maßnahmen zur Quersicherung. Die traditionellen Lösungen, Einleimen von Gewindestangen oder Aufkleben von Holzwerkstoffen, werden durch die „elegante“ Einschraubung von Vollgewindeschrauben von oben oder unten abgelöst. Die verfügbare Produktpalette dieser Schrauben erlaubt eine hocheffiziente Lösung nahezu jedes Quersugsproblems, beispielsweise bei der Quersugsicherung im Anschlussbereich Neben- an Hauptträger.

Quersugsicherung mittels Vollgewindeschraube bei einem BMF-Topverbinder (oben Schemazeichnung)

Ein Musterbeispiel ist dabei der Einsatz am verdeckten Passverbinder ET des Anbieters Simpson Strong-Tie. Er erfordert ggf. eine Quersugsicherung mit Vollgewindeschrauben im Haupt- und/oder Nebenträger (s. Bild S.59 oben).

### Ausklinkungen und Durchbrüche

Altbekannt sind die erhöhten Zugbeanspruchungen quer zur Holzfaser im Bereich von Ausklinkungen und Durchbrüchen. Auch hier wurden bisher die bereits erwähnten aufwendigen Verstärkungselemente eingebaut. Als Beispiel für eine Quersugsverankerung mit Vollgewindeschrauben können z.B. Trägerdurchbrüche genannt werden. In historischen Holzkonstruktionen findet man oft Balken, die im Ausklinkungsbereich gerissen sind. Eine Zugbewehrung, von oben oder unten eingeschraubt, ist auch hier ein ideales Sanierungsmittel.

### Quersugsbewehrung

In der Ingenieurpraxis noch wenig benutzt ist die Bewehrung des Holzes für die Einleitung größerer Druckkräfte quer zur Faser. Zwischen- oder Endauflager mit geringer Fläche, z.B. bei schlanken Stahlbetonstützen, stellen für hochbelastete Brettschichtholzbinde ein Problem dar.

Mithilfe von Lasteinleitungsplatten und evtl. eingefrästen Schraubenköpfen der Vollgewindeschrauben lassen sich auf kleinstem Raum für diese Anwendung jedoch sehr effektive Auflager konstruieren.

Neue Forschungsergebnisse und Bemessungsansätze der Universität Karlsruhe beleuchten jeden Versagensmechanismus bis hin zum Ausknicken der Schrauben im Holz. Die Einleitung von Druckkräften über Vollgewindeschrauben, die bei der Rückverformung vorhandener Deckenbalken im Rahmen der UHB-Sanierung eingesetzt wird, stellt einen weiteren Anwendungsfall dar.

*In der nächsten Ausgabe erläutert der Autor die Möglichkeiten von schräg eingebauten Vollgewindeschrauben. Dabei geht er auch auf die statischen Hintergründe bei der UHB-Sanierung (unterspannte Holzbalkendecke) ein.*



### DER AUTOR

**Dr. Hanfried Heller** ist Geschäftsführer des gleichnamigen Ingenieurbüros im thüringischen Weimar. Arbeitsschwerpunkt des Büros ist die Entwicklung neuartiger ingenieurtechnischer Tools im Internet (Web-services). Im Vordergrund stehen statisch-konstruktive Nachweise von Spezialprodukten im Kontext neuer Normen, wie z.B. Schrauben und Holzverbinder im Zusammenspiel mit der DIN 1052:2004. Anwenderzielgruppen der Internetdienste sind sowohl Planer (Statiker) als auch Ausführungsbetriebe.

Kontakt: [ibh@windimnet.de](mailto:ibh@windimnet.de)