

## Schraubenverbindungen, Teil 1

# Ganz schön schräg

Holzschrauben sind seit jeher universell einsetzbare Verbindungsmittel. Die kontinuierliche Weiterentwicklung der Schrauben vergrößert den Anwendungsbereich für tragende Holzverbindungen stetig. Für tragende Holzverbindungen kommen sowohl genormte (DIN 96, DIN 97 und DIN 571) als auch bauaufsichtlich zugelassene, selbstbohrende Holzschrauben (z.B. SPAX-S) zum Einsatz.

**G**enormte Holzschrauben haben den Nachteil, dass sie nur mittels Vorbohren in die Hölzer eingeschraubt werden dürfen. Das führt zu einer heutzutage wenig werkgerechten und unwirtschaftlichen Lösung. Auf dem Gebiet der genormten Holzschrauben ist in den letzten Jahren keine nennenswerte Weiterentwicklung erfolgt, ganz im Gegensatz zum Bereich der bauaufsichtlich zugelassenen, selbstbohrenden Holzschrauben.

## Selbstbohrende Holzschrauben

Selbstbohrende Holzschrauben haben einen möglichst dünnen Kernquerschnitt, um beim Einschrauben weniger Holz zu verdrängen. Dies ermöglicht ein Einschrauben ohne Vorbohren. Die zulässige Tragfähigkeit auf Herausziehen erhöht sich im Vergleich zu genormten Schrauben um bis zu 100 Prozent. Damit diese Schrauben mit ihrem dünnen Kern beim Einschrauben nicht abdrehen, müssen sie nach dem Walzen des Gewindes gehärtet werden, um die Festigkeit des Schraubenwerkstoffes zu erhöhen. Dann ist eine ausreichend hohe Sicherheit zwischen Einschraub- und Bruchdrehmoment vorhanden. Schrauben aus Edelstahl können in der Regel nicht



Selbstbohrende Holzschrauben in Abmessungen von 2,5 x 20 mm bis 6 x 120 mm mit Teil- und Vollgewinde



Selbstbohrende Holzschrauben in Abmessungen von 10 x 100 mm bis 12 x 600 mm mit Teil- und Vollgewinde

gehärtet werden. Diese Schrauben weisen ein geringeres Bruchdrehmoment auf. Bei der Anwendung in harten Hölzern ist ein Vorbohren deshalb erforderlich.

Selbstbohrende Holzschrauben sind seit einigen Jahrzehnten in den Durchmessern von 2 bis 6 mm auf dem Markt. In den letzten Jahren

werden zunehmend durchmesserstärkere, selbstbohrende Holzschrauben entwickelt und hergestellt, auch mit Vollgewinde bis zum Kopf. Ein Hersteller bietet maximale Schraubenabmessungen von 12 mm Durchmesser und 600 mm Länge mit Vollgewinde an. Größere Durchmesser und Längen selbstbohrender Holzschrauben machen da wenig Sinn, da die Einschraubmomente dann über 40 Nm liegen und sowohl Mensch als auch Einschraubmaschine an ihre zumutbaren Grenzen stoßen.

Für die selbstbohrenden Holzschrauben – insbesondere schräg eingeschraubt – ergeben sich folgende Anwendungsgebiete:

- Die Befestigung von Aufdach-Dämmsystemen
- Befestigung von Wärmedämmverbund-Systemen (WDVS)
- Anschluss von Bauteilen/Anschluss sehr hoher Zug- und Druckkräfte
- Die Hauptträger-Nebenträger-Anschlüsse
- Verstärkungen von Ausklinkungen, Durchbrüchen und Queranschlüssen mit planmäßiger Zugkraft senkrecht zur Faser („Querzugverstärkung“)
- Verstärkungen zur Erhöhung der Querdrukfestigkeit
- Querbewehrung („Armierung“) zur Rissbegrenzung bzw. Rissver-

teilung sowie zur Vermeidung des Spaltversagens des Holzes

- Querkzugverstärkung in Satteldachbindern aus Brettschichtholz
- Verbindung von Einzelquerschnitten in nachgiebig verbundenen Biegeträgern, Rippendecken
- Alternative zu Schrauben nach DIN 571

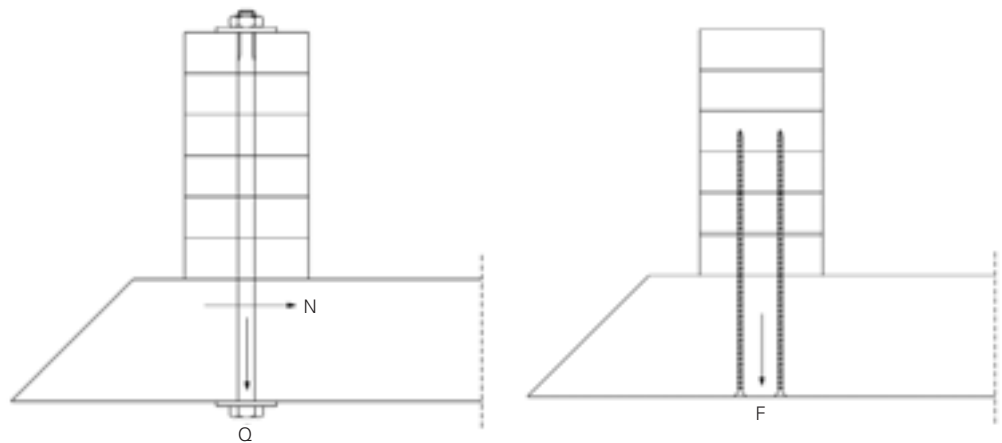
Es sind weitere Anwendungsgebiete denkbar und werden sich in Zukunft entwickeln, sobald die Ingenieure und Handwerker ihren Erfindungsreichtum auf neu zur Verfügung gestellte Schrauben lenken.

### Anschluss von Bauteilen mit hohen Zug- und Druckkräften

Kehlbalken, Deckenbalken u.ä. Biegeträger werden i.d.R. mit Blechformteilen wie Sparrenpfettenankern oder langen, durchgehenden Bolzen an Pfetten und Überzügen angehängt. Gerbergelenke von Pfetten werden oft noch mit Bolzen ausgeführt. Dies kann zukünftig mit Vollgewindeschrauben erfolgen und bietet folgende Vorteile:

- Die Querkzugproblematik beim Anschluss mit kurzen Blechformteilen entfällt
- Beim Bolzenanschluss entfällt das mühselige, passgenaue Bohren der Bolzenlöcher
- Vollgewindeschrauben leiten die Kraft gleichmäßiger in das Holz, wohingegen beim Bolzenanschluss meist die Flächenpressung an der U-Scheibe maßgebend wird
- Die Bohrlochfehlfläche muss bei der Bemessung der Hölzer berücksichtigt werden, bei selbstbohrenden Schrauben nur der dünne Kerndurchmesser
- Es muss nicht auf der gegenüberliegenden Seite die Mutter festgehalten werden (Anwendung also auch im Bereich eingeschränkter Zugänglichkeit mit Werkzeugen, insbesondere Sanierungsbereich)
- Das Nachziehen der Verbindung kann entfallen, da die Vollgewindeschraube über die gesamte Länge

### Gegenüberstellung einer Verbindung mit Bolzen und mit selbstbohrenden Vollgewindeschrauben



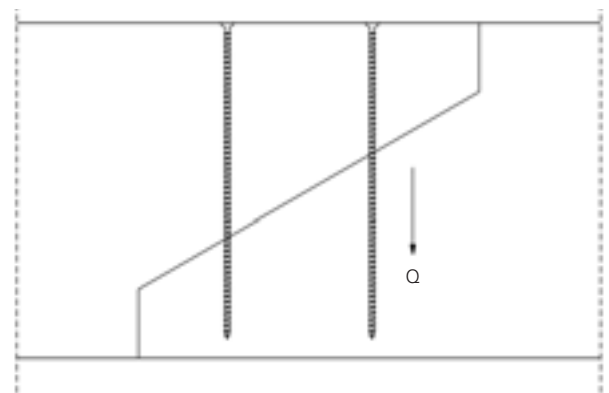
im Holz eingebunden ist, und entsprechend mit dem Holz „mitarbeitet“

- Die Verbindung ist auch für den sichtbaren Anwendungsbereich geeignet, da sie im Holz verdeckt ist.
- Bei hohen Pfetten sind lange Bolzen aufgrund der Holzabmessungen erforderlich, wohingegen Vollgewindeschrauben nur so lang wie statisch notwendig eingesetzt werden
- Vollgewindeschrauben können sowohl Zug- als auch Druckkräfte aufnehmen (ohne Schlupf)
- Die vom Vollgewinde aufnehmbaren Zugkräfte können bei entsprechender Verankerungslänge im Holz (ca. 300 mm) so hoch werden, dass die Zugtragfähigkeit der Schraube erreicht wird (also die Zugfestigkeit des Schraubenmaterials maßgebend wird); bei 12 mm Schrauben liegt die zulässige Schraubentragfähigkeit bei 19 kN!

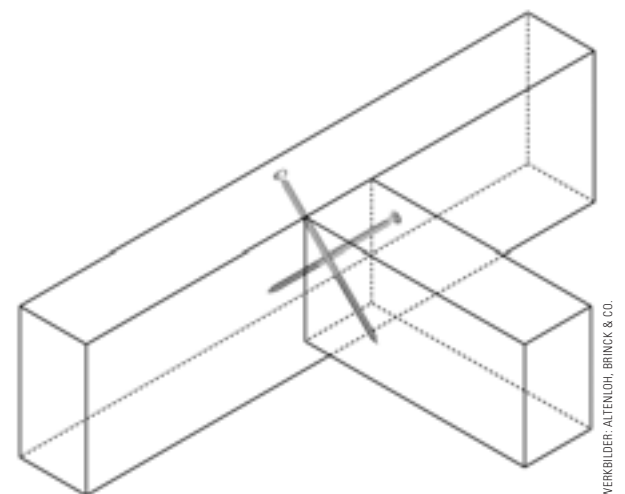
### Hauptträger-Nebenträger-Anschlüsse

Solch hohe Zugtragfähigkeiten bieten die Möglichkeit Sogkräfte spielend leicht zu verankern; auch die Kombination aus Abscher- und Zugbelastung ist möglich. Hauptträger-Nebenträger-Anschlüsse, wenn mit schräg eingeschraubten Vollgewindeschrauben ausgeführt, zeigen

### Gerbergelenk mit selbstbohrenden Vollgewindeschrauben anstelle von Bolzen



### Schematische Darstellung einer Haupt-Nebenträger-Verbindung mit kreuzweise angeordneten Vollgewindeschrauben

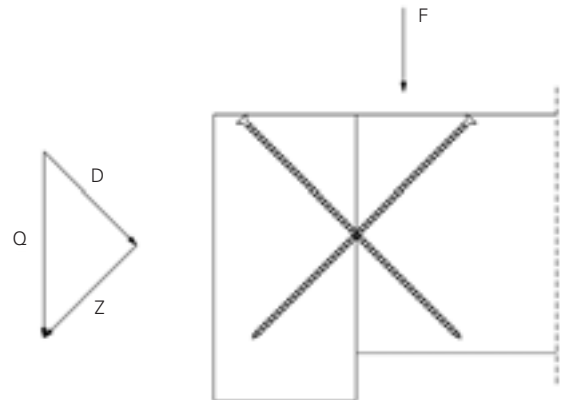


WERKBILDER ALTENLOH, BRINCK & CO.



WERKBILD: ALTENLOH, BRINCK &amp; CO.

Kräftezerlegung nach der Fachwerkanalogie vereinfachend ohne Berücksichtigung der Lagerung des Hauptträgers



Verstärkung einer Schwalbenschwanz-Zapfenverbindung durch kreuzweise angeordnete Vollgewindeschrauben

Schräge Anordnung von Vollgewindeschrauben im Hirnholz beim BMF ET-Verbinder



WERKBILD: BMF-SIMPSON

ein Rationalisierungspotenzial im Holzbau. Die Tragfähigkeit der Verbindung ist im Vergleich zu Balkenschuhen vergleichbar oder höher, zudem steigt die Verbindungssteifigkeit erheblich an. Bei reiner Querkraftübertragung führt der konventionelle Ansatz der Fachwerkanalogie zu einer Belastung der Schrauben auf Zug bzw. Druck, wodurch die hohen Haltekraften in Schraubenlängsrichtung voll ausgenutzt werden können. Durch die planmäßig axiale Belastung der Schrauben entsteht keine weitere Spaltwirkung im Holz. Die Randabstände müssen lediglich so groß gewählt werden, dass beim Einschrauben ein Spalten sicher vermieden wird. Auch ist die Möglichkeit gegeben, einen Anschluss bei durchlaufender innerer Beplankung (Stichwort Luftdichtigkeit) auszuführen, ohne diese Beplankung zu durchbrechen und ohne in diese Beplankung hinein zu befestigen.

Klassische Holzverbindungen erfreuen sich bedingt durch die wirtschaftliche Herstellung auf modernen Abbundmaschinen (z.B. Hundegger) zunehmender Beliebtheit. Hier ist die Kombination aus

einer Schwalbenschwanz-Zapfenverbindung und schrägen Schrauben ideal. Nähere Untersuchungen haben gezeigt, dass die Verbindungssteifigkeit der reinen Holz-Holz-Verbindung zu gering ist. In der Kombination bringt die Holzverbindung die Montagefixierung der Bauteile, die Schrauben die

Tragfähigkeit und Steifigkeit der Verbindung. Bei der Auslegung der Holzverbindung sollte die Tiefe des Zapfenloches auf ein für die Montage notwendiges minimales Maß reduziert werden (z.B. nur 10 mm). Das schwächt den Querschnitt des Hauptträgers nicht übermäßig, was sich günstig auf eine schlanke Dimensionierung auswirkt.

Eine Kombination aus Schrägverschraubung und Stahlblechformteil stellt der BMF ET-Verbinder dar, der auf die Schwalbenschwanz-Geometrie zurückgreift. Für diesen Verbinder ist die bauaufsichtliche Zulassung beantragt. Im Hauptträger wird eine Hälfte der Verbindung rechtwinklig an das Holz angelegt, die andere Hälfte wird im Hirnholz des Nebenträgers schräg verschraubt. Hier werden die Vollgewindeschrauben vorwiegend auf Zug beansprucht, was kein Aufspalten des Holzes bewirkt.

*Im zweiten Teil der Veröffentlichung beschäftigt sich der Autor mit Innovationen bei Schraubenverbindungen im Holzbau.*

Dipl.-Ing. (FH) Micha Hochstrate, Düsseldorf