

Systemverbinder auf Basis selbst-bohrender Holzschrauben SIHGA IdeFix - nicht sichtbarer Hirn- holzanschluss mit statischem Nachweis

Sihga IdeFix – concealed butt joint with structural calculations for conformity

Sihga IdeFix – assemblages invisibles en bois de bout et justification statique

Sihga IdeFix – raccordo non visibile del legno di testa e calcolo statico

Patrick Schädle
Holzbau und Baukonstruktionen
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Karlsruhe, Deutschland



2 | SIHGA IdeFix - nicht sichtbarer Hirn-holzanschluss mit statischem Nachweis | P. Schädle

SIHGA IdeFix - nicht sichtbarer Hirn-holzanschluss mit statischem Nachweis

1. Allgemeines, Einleitung

Hirnholzanschlüsse stellen seit jeher besondere Anforderungen an den Tragwerksplaner sowie an die Ausführenden. Meist müssen große Kräfte übertragen werden, zudem sollen die Anschlüsse ästhetisch anspruchsvoll sein. Zimmermannsmäßige Holzverbindungen sind bei Hirnholzanschlüssen aufgrund ihrer begrenzten Tragfähigkeit oftmals nicht geeignet. Mit Stahlblechformteilen, die über stiftförmige Verbindungsmittel angeschlossen werden, können Anschlüsse zwischen Haupt- und Nebenträger für höhere Kräfte konzipiert werden. Dennoch besteht bei sichtbaren Anschlüssen mit Stahlblechformteilen meist der Wunsch, diese in den Hölzern zu verbergen, um einen „unsichtbaren“ Anschluss entstehen zu lassen.

1.1. Ästhetik durch Verborgeneheit

Sowohl der Aspekt hoher Kraftübertragung als auch die Unsichtbarkeit der Verbindungsmittel im Hirnholzanschluss kann mit dem SIHGA IdeFix-Anschluss erreicht werden. Die Firma SIHGA (Systemvertrieb Innovativer Holzbauprodukte Gmunden Austria) entwickelte dieses Verbindungsmittel speziell für Hirnholzanschlüsse, der Produktname gibt schon gleich die wesentlichen Eigenschaften wieder: IdeFix steht für I = Innovativ, d = dauerhaft, e = einfach, FIX = fixieren.

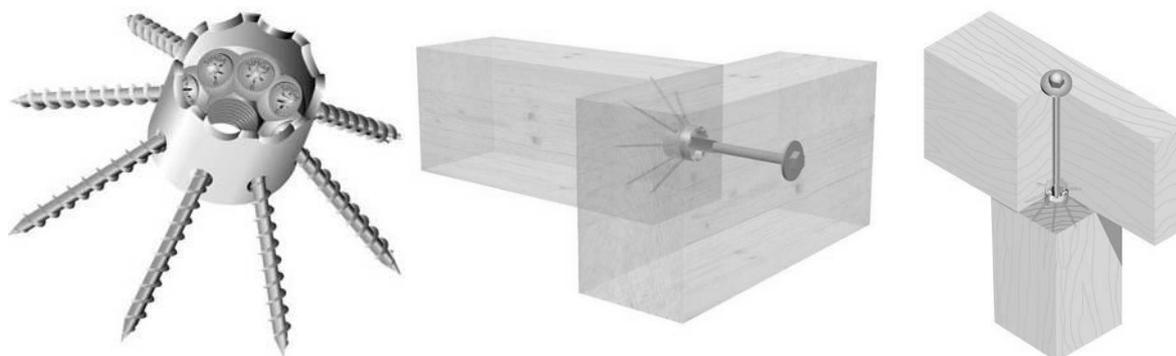


Abbildung 1: IdeFix-Verbindersystem mit Schraubenkranz (links), Einsatzbeispiele (Mitte und rechts)

Abbildung 1 (links) zeigt die Grundidee des IdeFix-Verbinders: ein gedrehtes Stahlformteil wird in ein vorgebohrtes Loch in einem Bauteil eingelassen und dort mit geneigt angeordneten Schrauben fixiert. Das Zentral im IdeFix sitzende Gewinde wird durch einen Bolzen oder eine Gewindestange durch das andere Bauteil hindurch so gefasst, dass eine kraftschlüssige Verbindung entsteht.

Verbindungsmittel in Hirnholzanschlüssen sind problematisch. Diese Einbausituation wird mit dem IdeFix-Verbindersystem elegant gelöst. Der IdeFix wird jeweils am Hirnholz-Bauteil angebracht, durch die geneigt angeordneten Schrauben findet die Lastenleitung schräg zur Faser statt, was die Traglast erheblich steigert. So entsteht eine dreidimensionale Lastenleitung, d.h. bei angreifenden Kräften muss nicht mehr zwischen den Achsen des Anschlussbauteils unterschieden werden. Die Gewindestange bzw. der Bolzen kann in den meisten Fällen weitgehend unsichtbar eingebracht werden, was zu ästhetisch anspruchsvollen Holzverbindungen führt.

1.2. Vielseitigkeit bei müheloser Montage

Beim IdeFix-Verbindersystem handelt es sich um einen Holzverbinder, der bei der Ausführung vieler Verbindungen im Holzbau Verwendung findet und dessen Anwendungsvielfalt nahezu unbegrenzt ist. Er findet Anwendung bei Haupt- Nebenträgeranschlüssen (Quer-

kraftanschlüsse), beim Anschluss von Stützen an Querpfetten (Übertragung von Zugkräften) sowie beim Fixieren von Stützenfüßen. Beginnend bei 40 mm Holzbreite können IdeFix-Verbinder einzeln oder auch mehrfach pro Holzverbindung eingesetzt werden. Durch die geringen Rand- und Achsabstände sind selbst Schwerlastanschlüsse mit geringstem Platzbedarf auszuführen.

Die spezielle Formgebung kombiniert mit der 45-Grad-Verschraubung ermöglicht eine dreidimensionale Lastaufnahme bei normalen und winkligen Verbindungen, wodurch der IdeFix-Verbinder extrem hohe Zug- und Scherkräfte auch im Hirnholz übertragen kann. Die integrierte Verdrehsicherung für Holzanschlüsse sorgt für problemlose Montage, da die Hölzer vorab in ihrer Position fixiert werden (siehe auch Abschnitt 2.1 sowie Abbildung 1. Der Bolzen des Verbinders bleibt zugänglich, somit kann der eingebaute IdeFix jederzeit nachgespannt werden. IdeFix sitzt im Bauteil, dadurch ist optimaler konstruktiver Holzschutz sowie eine perfekte Optik gewährleistet. IdeFix ist blauverzinkt für dauerhafte Verbindungen und ausserdem umweltschonend hergestellt.

Durch die Ausschraubungsvarianten „VOLL“ und „TEIL“ (Abbildung 2) kann je nach statischer Erfordernis auf geringere Holzabmessungen für den Nebenträger zurückgegriffen werden.

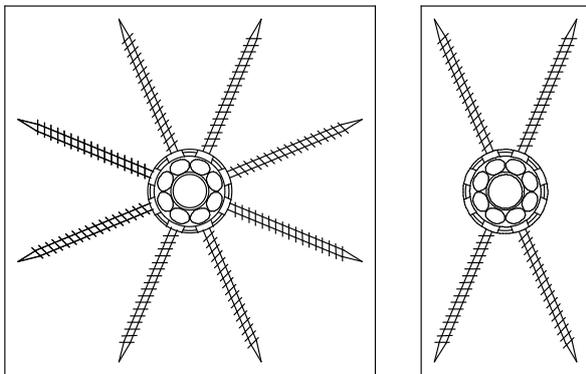


Abbildung 2: Reduzierung des Holzquerschnitts bei Verschraubungsart „VOLL“ (links) zu Verschraubungsart „TEIL“ (rechts)

2. Anwendungsmöglichkeiten des Idefix

IdeFix besitzt eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung vom deutschen Institut für Bautechnik. Um die hohe Qualität sicherzustellen, werden laufend Produktionskontrollen und Fremdüberwachung durchgeführt.

2.1. Hirnholz- und Querkraftanschlüsse

Zeitgemäße Architektur und Anforderungen an die statische Realisierung im Wohn- und Industriebau erfordern innovative Lösungen. Die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten des IdeFix bei Hirnholz- und Querkraftanschlüssen erstrecken sich auf Horizontalanschlüsse, Vertikalanschlüsse, Schräganschlüsse, Mehrfachanschlüsse einreihig, Mehrfachanschlüsse mehrreihig usw. Je nach Anforderung bietet der IdeFix Möglichkeiten, um die optimale Lösung zu finden.

Einige Möglichkeiten seien nachfolgend präsentiert:

Detail Hirnholzanschluss

Die Oberkante des IdeFix ist mit halbrunden Vertiefungen wellenförmig ausgebildet. Durch die Aussparungen können die schrägen Befestigungsschrauben mühelos eingebracht werden, der angeschrägte Rand presst sich beim Zusammenziehen in das anzuschließende Holz. Dies dient als integrierte Verdrehsicherung wenn die Mutterschraube bzw. die Gewindestange angezogen wird (Abbildung 3 (links)). Diese Verbindung ist bei Schräganschlüssen ebenfalls einsetzbar.

Bei kombinierten Zug- und Querkraftanschlüssen kann der IdeFix als zapfenartige Verbindung ausgeführt werden. Hierzu ist in das anzuschließende Holz ebenfalls eine kleine Bohrung so einzubringen, dass die Verdrehsicherung voll wirksam bleibt (Abbildung 3 (rechts)). Neben der Erweiterung der statischen Möglichkeiten erleichtert sich die Montage der Bauteile, da der zapfenartige Überstand eine Lagesicherung dar-

stellt. Die Vorteile sind in Abbildung 4 klar zu erkennen: Durch die passgenaue Einbringung der Verbinder können die Bauteile auf der Baustelle einfach zusammengebaut und aufgestellt werden. Die Verbindung ist ebenfalls bei Schräganschlüssen einsetzbar.

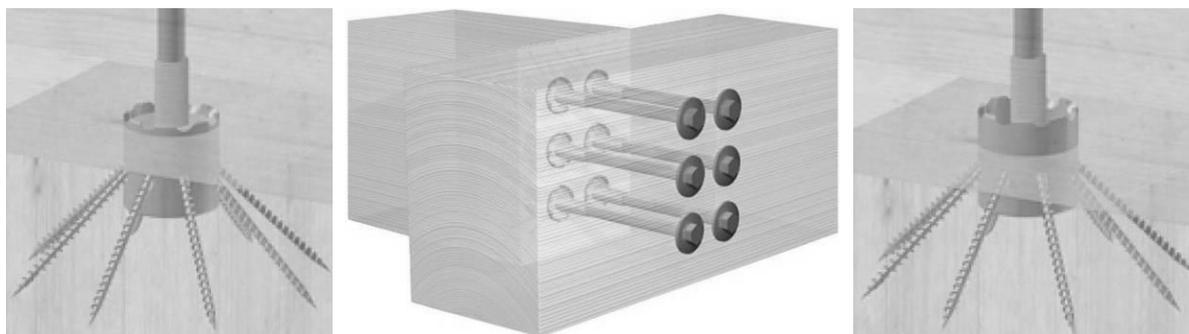


Abbildung 3: IdeFix-Verbindung ohne Überstand, wellenförmige Ausbildung Oberkante als Verdrehsicherung (links), Mehrfachanschluss (Mitte), IdeFix-Verbindung mit Überstand („Zapfenartige Verbindung“) (rechts)

SIHGA IdeFix Hirnholz Mehrfachanschluss, einreihig oder mehrreihig

Durch die geringen Rand- und Achsabstände sind hier hohe Lasten in kombinierter Beanspruchung (Zug- und Querkraft) übertragbar. Die Hölzer können jederzeit, auch nachträglich, aneinander gespannt werden. Die Verbindungen können wiederum ohne Überstand des IdeFix oder als zapfenartige Verbindung ausgeführt werden (Abbildung 3 (rechts), Abbildung 4 sowie Abbildung 10). Diese Verbindung ist bei Schräganschlüssen ebenfalls einsetzbar. Je nach statischer Erfordernis ist der IdeFix in folgenden Größen erhältlich: Außendurchmesser \varnothing 30 mm mit Innengewinde M 12, Außendurchmesser \varnothing 40 mm mit Innengewinde M 16, Außendurchmesser \varnothing 50 mm mit Innengewinde M 20.



Abbildung 4: Aufbau einer Halle mit IdeFix-Verbindung mit Überstand („Zapfenartige Verbindung“)

2.2. Anschlüsse mit dem Stützenfuß

Um die hohe Lastübertragung zwischen den Hölzern gegebenenfalls bis auf die Fundamente übertragen zu können, wurde das IdeFix System um eine Stützenfuß-Familie erweitert. Die verdeckte Anbringung des IdeFix ohne Schlitz oder Bohrlocher sorgt für optimalen konstruktiven Holzschutz, durch die Wahl des passenden Modells mit entsprechendem Bodenabstand wird der Spritzwasserschutz sichergestellt.

Die Abdeckhülse aus rostfreiem Edelstahl sorgt für einwandfreie Optik und verbirgt gleichzeitig die Höhenverstellung, welche im eingebauten Zustand zu justieren ist. Alle weiteren Oberflächen sind nanogeen beschichtet, was einen Selbstheilungseffekt der Oberfläche bei Beschädigungen bewirkt. Die Stützenfüße sind umweltfreundlich, chrom6-frei, hergestellt. Hohe Windsogkräfte treten am stärksten im Eck- und Randbereich von Dachkonstruktionen auf. Durch die Kombination von Stützenfuß und der Verbindung zwischen Stütze und Querpfette können die Zugkräfte durchgängig aufgenommen werden. Der Stützenfuß ist für die IdeFix-Größen \varnothing 30 mm und \varnothing 40 mm erhältlich und einfach durch eine Handbohrung zu montieren. Wie gewohnt wird der IdeFix in das Bohrloch gesteckt und mit Schrauben fixiert. Die Verbindung ist jederzeit nachträglich höhenverstellbar und bei Bedarf demontierbar (Abbildung 5).

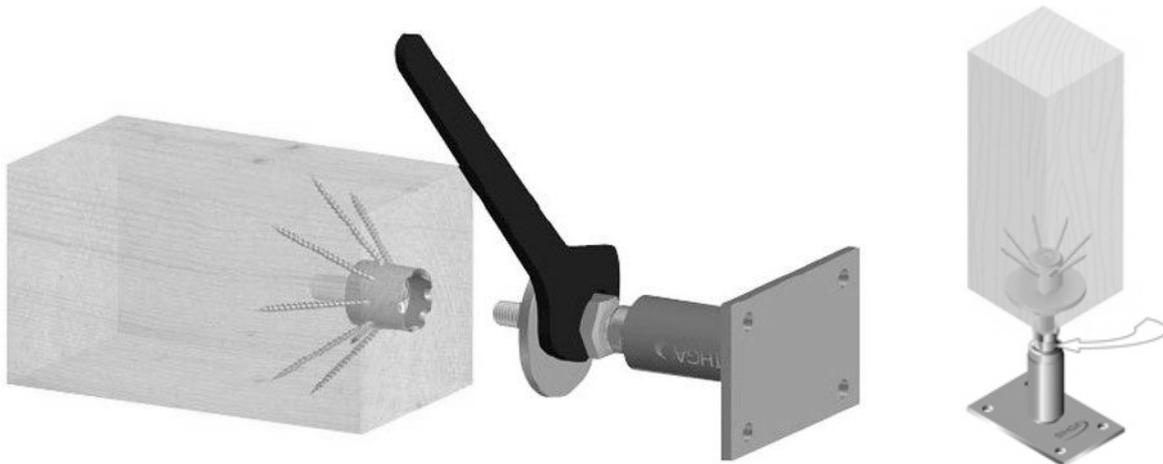


Abbildung 5: Montage IdeFix mit Stützenfuß (links), Fertiger Stützenfuß mit Justierschraube (rechts)

3. Montage und Handhabung des IdeFix

Der Einbau eines IdeFix ist einfach und leicht und ist ohne Fräsarbeiten durchzuführen. Es ist eine Bohrung von Hand oder mittels Abbundanlage im entsprechenden Durchmesser ($\varnothing 30$ mm, $\varnothing 40$ mm oder $\varnothing 50$ mm) auszuführen. Der Verbinder wird anschließend in das Bohrloch gesteckt und mit schräg eingedrehten Schrauben fixiert. Das anzuschließende Holz wird mit einer Standard-Mutterschraube oder einer Gewindestange in Verbindung mit einer Unterlegscheibe angeschlossen. Diese Verbindung ist jederzeit nachträglich nachzuziehen oder bei Bedarf auch demontierbar.

Zur einfachen Montage sind passende Bohrer mit einer speziell für Hirnholzbohrungen ausgelegten Geometrie sowie Bohrlehren mit Tiefeneinstellung erhältlich. Für Mehrfachanschlüsse können Bohrschablonen mit runden Ausnehmungen verwendet werden, die gleichzeitig die Mindest-Achsabstände vorgeben. Damit sind passende Bohrungen an Haupt- und Nebenträger in beliebiger Anzahl möglich.

4. Zulassungs- und Versuchswesen

Als Grundlage für die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung [1] wurden an der Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine des Karlsruher Instituts für Technologie Zulassungsprüfungen durchgeführt. Diese umfassten Zugversuche, Versuche an Haupt-Nebenträger-Verbindungen sowie Versuche mit dem Stützenfuß.

4.1. Zugbeanspruchung

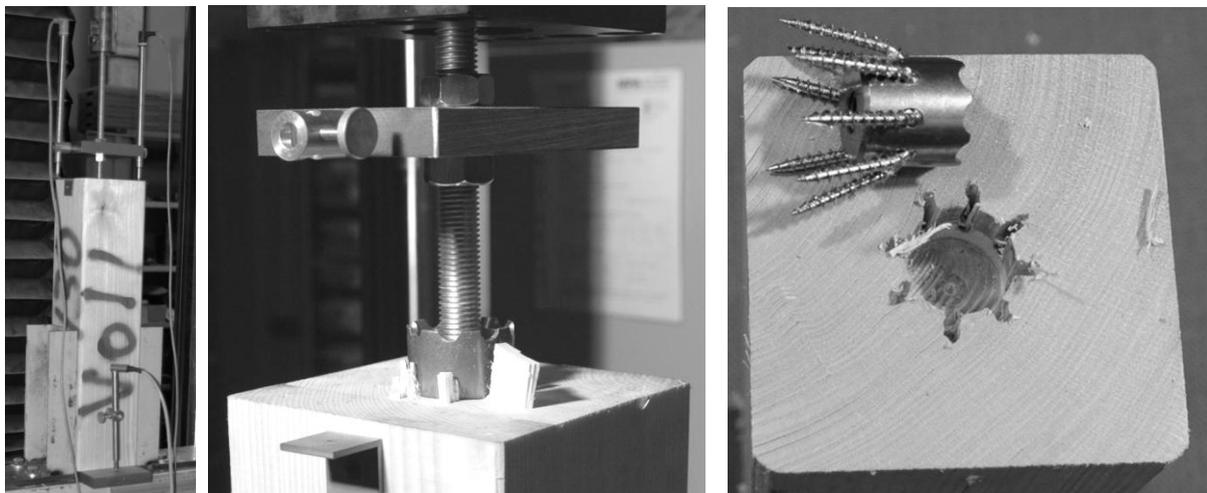


Abbildung 6: Zugversuch mit einem IdeFix-Verbinder $d=30$ mm (links), Ausziehen eines $d=50$ mm Verbinders (Mitte), Verbinder $d=30$ mm nach dem Ausziehen (rechts)

Die Prüf- und Messvorrichtung für die Versuche zur Ermittlung der aufnehmbaren Zugkraft für den IdeFix - Verbinder mit $d = 30$ mm zeigt Abbildung 6 (links). Die Zugkraft wird direkt in die Gewindestange eingeleitet, die Relativverschiebung zwischen der Gewindestange und dem Prüfkörper wird über eine an der Gewindestange angebrachte Metallplatte gemessen.

An seinem unteren Ende ist der Prüfkörper fest mit der Prüfmaschine verbunden. Die Ausziehversuche wurden nach wurden in Anlehnung an DIN EN 26891 durchgeführt, d.h. es wurden Vorlastzyklen zur Ermittlung der Steifigkeitseigenschaften der Verbindungen durchgeführt.

Typische Last- Verschiebungskurven für Zugversuche mit IdeFix-Verbindern zeigt Abbildung 7, nach Erreichen der Höchstlast war Grundsätzlich ein Ausziehen des IdeFix - Verbinders einschließlich der Schrauben zu beobachten. Hierbei bildete sich ein Fließgelenk in der Schraube direkt außerhalb des Systemverbinders aus (vgl. Abbildung 6 (rechts)), an der Oberseite des Holzes konnte jeweils das Ausbrechen eines kleinen Holzblockes oberhalb der Schraube beobachtet werden (vgl. Abbildung 6 (Mitte)). Die Lage der Fließgelenke und der ausgebrochenen Holzblöcke an der Oberseite sowie die gutmütige Art des Versagens (langsames Ausziehen der Schrauben) unterschied sich weder für die beiden geprüften Durchmesser, noch für die Ausschraubungen „VOLL“ und „TEIL“.

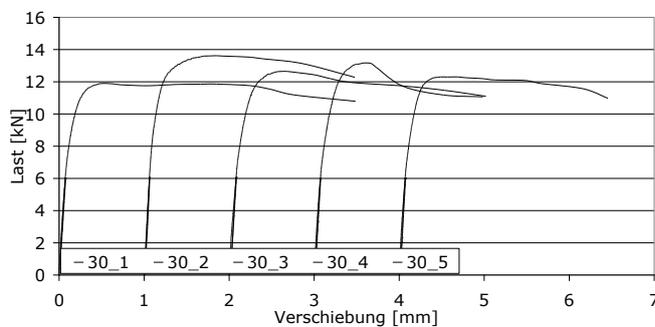


Abbildung 7: Last-Verschiebungskurven von Zugversuchen mit IdeFix-Verbindern $d=30$ mm (links), (rechts)

Bei einer Zugbeanspruchung rechtwinklig zur Hirnholzfläche des Nebenträgers werden die Schrauben auf Herausziehen beansprucht. Durch die Form der IdeFix-Verbinder und die zentrische Lage der Gewindestange des Anschlusses werden dabei die Schrauben gleichmäßig beansprucht. Zur Bemessung eines zugbeanspruchten Anschlusses mit IdeFix-Verbindern wird die Tragfähigkeit von Schrauben auf Herausziehen in Anlehnung an [2] berechnet:

$$R_{1,t,k} = 0,35 \cdot n \cdot \sqrt{d_1} \cdot \ell_{ef}^{0,9} \cdot \rho_k^{0,8} \quad (1)$$

Hierin bedeuten:

- d_1 Gewindeaußendurchmesser der Schraube in mm;
- ℓ_{ef} Gewindelänge der Schraube im Holz in mm;
- ρ_k charakteristische Rohdichte des Nebenträgers in kg/m^3 , ρ_k darf höchstens mit 460 kg/m^3 in Rechnung gestellt werden;

Mit der Anzahl der Schrauben n und unter Berücksichtigung der Versuchsergebnisse wurde die charakteristische Tragfähigkeit eines Anschlusses vorgeschlagen zu:

Gleichung (1) führt zu einer konservativen Bemessung zugbeanspruchter Verbindungen mit IdeFix-Verbindern. Damit bestehen auch keine Bedenken, den IdeFix-Verbinder auch bei schräg angeschnittenen Hirnholzflächen zu verwenden, wenn die Sacklochbohrung rechtwinklig zur Hirnholzfläche eingebracht wird.

Für alle in diesem Abschnitt angegebenen Gleichungen gilt das in DIN 1052:2008-12 bzw. in Eurocode 5 verwendete Nachweiskonzept mit Teilsicherheitsbeiwerten, d.h.

$$R_d = \frac{R_k \cdot k_{mod}}{\gamma_m} \quad (2)$$

Hierin bedeuten:

R_d	Bemessungswert (Index „d“ für „Design“)
R_k	Charakteristischer Wert der Tragfähigkeit
k_{mod}	Modifikationsbeiwert, Berücksichtigt die Lasteinwirkungsdauer und die Nutzungsklasse
γ_m	Teilsicherheitsbeiwert für Festigkeitseigenschaften des Baustoffs, z.B. $\gamma_m = 1,3$ für Holz und Holzwerkstoffe

4.2. Druckbeanspruchung

Der Bemessungswert der Tragfähigkeit der IdeFix-Verbinder bei einer mittigen Druckbeanspruchung rechtwinklig zur Anschlussfuge bei Anschluss an eine Stütze in Verbindung mit den Stützenfüßen ist nach DIN 1052 zu ermitteln, wobei als druckbeanspruchte Fläche der Stütze vereinfacht die Gesamtkreisfläche der IdeFix-Verbinder angesetzt werden kann. Die Stützenfüße selbst sind nach DIN 18800-2 zu bemessen, wobei als Knicklänge die maximale Länge des Stützenfußes in Rechnung zu stellen ist. Die verwendeten Gewindestangen sind generell möglichst kurz gehalten, um die Gefahr des Ausknickens möglichst zu minimieren, bei der Ermittlung der Querschnittsfläche der Gewindestange ist der Kernquerschnitt in Rechnung zu stellen. Diese Berechnungen braucht der Tragwerksplaner allerdings nicht selbst durchzuführen, ein Beispiel einer Bemessungstabelle für die Stützenfüße ist in Abschnitt 5 wiedergegeben.

4.3. Querkraftbeanspruchung

Für die Versuche zur Ermittlung der aufnehmbaren Querkraft (vgl. Abbildung 8 (links)) wurde eine symmetrische Versuchsanordnung gewählt, d.h. die Nebenträger wurden mit beiden Enden an die Hauptträger angeschlossen.

Es wurden verschiedene Versuchsreihen unter Querkraftbeanspruchung durchgeführt, wobei folgende Größen variiert wurden: a) Durchmesser des Verbinders (30 mm, 50 mm), b) Anordnung der Verbinder (Verbinder einzeln, zwei Verbinder nebeneinander, drei Verbinder übereinander), c) die Art der Verschraubung („VOLL“, „TEIL“) sowie das Versuchsholz (Vollholz, Brettschichtholz).

Bei allen Versuchsreihen zeichnete sich das Versagen der Verbindung jeweils durch die Aufnahme von großen Verformungen (teilweise bis zu der in den Prüfnormen angegebenen Maximalverschiebung von 15 mm) aus. Diese großen Verschiebungen setzen sich aus der Querdruk-Verformung des Holzes im Hauptträger, der plastischen Verformung der Gewindestange sowie einem leichten Einziehen der Unterlegscheibe in den Hauptträger zusammen. Bei einigen Versuchskörpern konnte Querkzugversagen am Haupt- Nebenträgeranschluss beobachtet werden, weshalb der Querkzugnachweis Teil des Nachweisformats ist. Gestörter Faserverlauf am Nebenträger kann die Tragfähigkeit eines Anschlusses erheblich mindern. Für größere Querschnitte sollte daher Brettschichtholz verwendet werden.

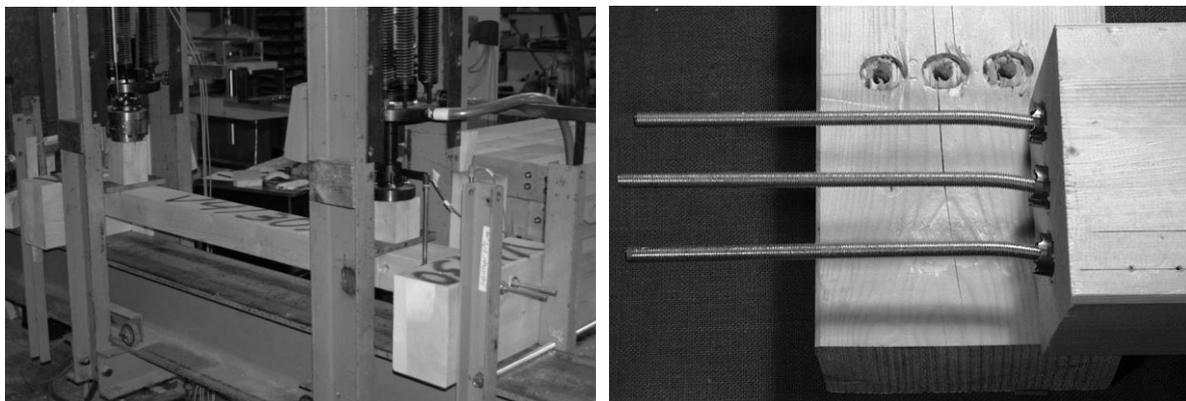


Abbildung 8: Querkraftversuch mit IdeFix-Verbindern (links), Geöffnete Verbindung nach dem Versuch (rechts)

Die Tragfähigkeit des Hauptträgeranschlusses wird als Summe der Tragfähigkeiten der IdeFix-Verbinders (hier behandelt wie ein Einlass/Einpressdübel) und der auf Abscheren beanspruchten Gewindestangen angenommen. Die Tragfähigkeit eines auf Abscheren beanspruchten IdeFix-Verbinders mit Gewindestangen folgt als kleinerer Wert der Tragfähigkeit des Neben- bzw. Hauptträgeranschlusses zu:

$$R_{23,k} = 1,15 \cdot \min \left\{ \begin{array}{l} n_{ef} \cdot 0,473 \cdot \sqrt{d_1} \cdot \ell_{ef}^{0,9} \cdot \rho_{k,NT}^{0,8} + \frac{35 \cdot k_H}{1,35} \cdot d_c^{1,5} \\ f_{h,k} \cdot d \cdot \left(\sqrt{e^2 + \frac{2 \cdot M_{y,k}}{f_{h,k} \cdot d}} - e \right) + \frac{0,1 \cdot d_c^{1,5} \cdot \rho_{k,HT}}{1,35 \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} \end{array} \right. \quad (3)$$

Für Verbindungen ohne Gewindestangen oder Schraubenbolzen (d.h. mit Hilfe einer Fixierschraube) beträgt $R_{23,k}$:

$$R_{23,k} = 1,15 \cdot \min \left\{ \begin{array}{l} n_{ef} \cdot 0,473 \cdot \sqrt{d_1} \cdot \ell_{ef}^{0,9} \cdot \rho_{k,NT}^{0,8} + \frac{35 \cdot k_H}{1,35} \cdot d_c^{1,5} \\ \frac{0,1 \cdot d_c^{1,5} \cdot \rho_{k,HT}}{1,35 \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} \end{array} \right. \quad (4)$$

Hierin bedeuten:

- n_{ef} 1,85 bei Vollausschraubung; 1,30 bei Teilausschraubung;
- n_{ef} 1,30 bei Teilausschraubung;
- d_1 GewindeaußenDdurchmesser der selbstbohrenden Schrauben zur Befestigung des IdeFix-Verbinders in mm;
- ℓ_{ef} Einschraubtiefen in mm, Einschraubtiefen kleiner als dürfen nicht in Rechnung gestellt werden Gewindelänge der Schraube im Holz in mm;
- $\rho_{k,NT}$ charakteristische Rohdichte des Nebenträgers (bzw. Index HT für Hauptträger) in kg/m^3 , ρ_k darf höchstens mit 460 kg/m^3 in Rechnung gestellt werden;
- d_c Durchmesser des IdeFix Verbinders in mm;
- k_H Beiwert zur Berücksichtigung des Einflusses des Hirnholzes des anzuschlies-senden Nebenträgers nach DIN 1052; $k_H = 0,65$ bei einem oder zwei bzw. $k_H = 0,80$ bei drei, vier oder bis fünf IdeFix Verbindern hintereinander in Krafrichtung hintereinander
- $f_{h,k}$ Charakteristischer Wert der Lochleibungsfestigkeit des Hauptträgers oder der Stütze Seitenholzes in N/mm^2 ;
- d Durchmesser der Gewindestange oder der Sechskantschrauben in mm;
- e Dicke des Luftspalts, der IdeFix-Verbinders, den die Gewindestangen überbrücken müssen, $e = 10 \text{ mm}$ für IdeFix 30, $e = 15 \text{ mm}$ für IdeFix 40, $e = 20 \text{ mm}$ für IdeFix 50;
- $M_{y,k}$ Charakteristischer Wert des Fließmoments der Gewindestange oder der Sechskantschrauben mit Schaft in Nmm;
- α Winkel zwischen Kraft und Faserrichtung des Hauptträgers oder der Stütze;

4.4. Kombinierte Beanspruchung

Für kombinierte Beanspruchung wurden keine Versuche durchgeführt. Es wird empfohlen, die Interaktionsgleichung

$$\left(\frac{F_{1,d}}{R_{1,d}}\right)^2 + \left(\frac{F_{23,d}}{R_{23,d}}\right)^2 \leq 1 \quad (5)$$

zu verwenden. Hierin bedeuten:

$R_{1,d}$ Bemessungswert der Tragfähigkeit im Falle der alleinigen Beanspruchung rechtwinklig zur Anschlussfuge (=Zugkraftbeanspruchung)

$R_{23,d}$ Bemessungswert der Tragfähigkeit im Falle der alleinigen Beanspruchung in Anschlussfuge (=Querkraftbeanspruchung)

$F_{1,d}$ und $F_{23,d}$ sind die Bemessungswerte der genannten Beanspruchungen.

4.5. Nachweis Querzug Nebenträger

Sofern $a_N/H_N > 0,7$ ist oder die Nebenträgerbreite mindestens 120 mm je IdeFix-Verbinder beträgt oder ein Aufspalten des Nebenträgers durch eine Querzugverstärkung mit selbst-bohrenden Vollgewindeschrauben nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung verhindert wird, darf dieser Nachweis entfallen.

Beanspruchung in der Anschlussfuge: Die im Nebenträger Querzug erzeugende Komponente der Anschlusskraft darf folgenden Bemessungswert der Tragfähigkeit nicht überschreiten:

$$R_{90,d} = 0,5 \cdot k_s \cdot k_r \cdot \left(6,5 + 18 \cdot \left(\frac{a_N}{H_N}\right)^2\right) \cdot t_{ef} \cdot H_N^{0,8} \cdot f_{t,90,d} \quad (6)$$

$$k_s = \max \left\{ \begin{array}{l} 1 \\ 0,7 + \frac{1,4 \cdot a_r}{H_N} \end{array} \right. \quad (7)$$

$$k_r = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{h_i}{h_i}\right)^2} \quad (8)$$

t_{ef} Wirksame Anslusstiefe in mm, $t_{ef} = B_N - 2 \cdot e_r$

B_N Breite des Nebenträgers in mm

e_r Kleinster Abstand der Spitzen der selbstbohrenden Schrauben zum Nebenträgerrand

a_N Abstand des untersten (entferntesten) Verbindungsmittels (Schraubenspitze) vom beanspruchten Rand in mm

a_r Abstand der Spitze der selbstbohrenden Schrauben rechtwinklig von der Anschlussfuge

k_s Beiwert zur Berücksichtigung mehrerer nebeneinander angeordneter Verbindungsmittel

k_r Beiwert zur Berücksichtigung der Anordnung der Schrauben

H_N Höhe des Nebenträgers in mm

n Anzahl der Schraubenreihen
Für einen IdeFix-Verbinder gilt $n=5$ bei Vollverschraubung
 $n=2$ bei Teilverschraubung

h_i Abstand der jeweiligen Verbindungsmittelreihe vom unbeanspruchten Bauteilrand

$f_{t,90,d}$ Bemessungswert der Zugfestigkeit rechtwinklig zur Faserrichtung im Nebenträger nach DIN 1052 in N/mm^2

4.6. Steifigkeits- und Festigkeitseigenschaften

Der Rechenwert des Verschiebungsmoduls K_{ser} für den Gebrauchstauglichkeitsnachweis für IdeFix-Verbinder beträgt

- bei einer mittigen Beanspruchung rechtwinklig zur Anschlussfuge (Zug- oder Druckbeanspruchung)
 $K_{ser} = 70 \text{ kN/mm}$
- bei einer Beanspruchung in der Anschlussfuge (Querkraftbeanspruchung) je IdeFix-Verbinder
 $K_{ser} = 15 \text{ kN/mm}$

Der Rechenwert des Verschiebungsmoduls für den Tragfähigkeitsnachweis ist zu 2/3 des Rechenwertes des Verschiebungsmoduls für den Gebrauchstauglichkeitsnachweis anzunehmen.

4.7. Technische Weiterentwicklungen

Forschungsarbeiten am Karlsruher Institut für Technologie beschäftigten sich mit der Möglichkeit, IdeFix-Verbinder in weiteren Anwendungen wie Knotenpunkten von Fachwerken zu verwenden. Aufgrund der umfangreichen Möglichkeiten des IdeFix-Verbinders werden weitere Untersuchungen zum Einsatz des IdeFix bei der Altbausanierung und dem Transport von Bauteilen durchgeführt.

5. Bemessungstabellen

Um die in Abschnitt 4 gezeigten Berechnungsschritte nicht bei jedem Aufstellen einer statischen Berechnung durchführen zu müssen, bietet sich die Tabellierung der Werte für die gebräuchlichen Einbausituationen an. Die Traglasten verschiedener Einbausituationen (z.B. für die Vorbemessung unter der jeweiligen Beanspruchung) sind unter Berücksichtigung verschiedener Rohdichten und Qualitäten der Hölzer wie in Abbildung 9 berechnet. IdeFix erweitert seit neuestem auch die Bauteilebibliothek gängiger Statik- sowie CAD-Programme.

Vor der Ausführung sind sämtliche Berechnungen vom verantwortlichen Planer zu überprüfen und freizugeben.
Alle Daten vorbehaltlich Satz- und Druckfehler.

montagepack		IdeFix® IF	Nebenträger Mindestquerschnitt		System Schraube	Beanspruchung in Anschlussfuge kN zul. Wert charakteristische Werte $R_{23,k}$			
Art.Nr	Stk	Type	mm	Schraubbild	GoFix FK mm	V_{ed}	ρ_k 350	ρ_k 380	ρ_k 410
28806	24	304	100 x 100		5,0 x 40	4,36	8,68	9,20	9,71
28816	24	308	140 x 140		5,0 x 80	4,36	8,68	9,20	9,71
28826	12	406	120 x 120		6,0 x 60	6,77	13,51	14,30	15,09
28836	12	410	180 x 180		6,0 x 100	6,77	13,51	14,30	15,09
28846	6	509	160 x 160		8,0 x 90	10,47	18,56	19,66	20,73
28806	24	304	60 x 100		5,0 x 40	3,58	7,28	7,56	7,84
28816	24	308	100 x 140		5,0 x 80	4,36	8,68	9,20	9,71
28826	12	406	80 x 120		6,0 x 60	5,73	11,65	12,11	12,56
28836	12	410	120 x 180		6,0 x 100	6,77	13,51	14,30	15,09
28846	6	509	120 x 160		8,0 x 90	9,00	18,24	19,01	19,77
28806	24	304	40 x 100		5,0 x 40	3,58	7,28	7,56	7,84
28816	24	308	60 x 140		5,0 x 80	4,36	8,68	9,20	9,71
28826	12	406	60 x 120		6,0 x 60	5,73	11,65	12,11	12,56
28836	12	410	80 x 180		6,0 x 100	6,77	13,51	14,30	15,09
28846	6	509	80 x 160		8,0 x 90	9,00	18,24	19,01	19,77
28806	24	304	60 x 60		5,0 x 40	3,58	7,28	7,56	7,84
28816	24	308	100 x 100		5,0 x 80	4,36	8,68	9,20	9,71
28826	12	406	80 x 80		6,0 x 60	5,73	11,65	12,11	12,56
28836	12	410	120 x 120		6,0 x 100	6,77	13,51	14,30	15,09
28846	6	509	120 x 120		8,0 x 90	9,00	18,24	19,01	19,77

HT = Hauptträger, NT = Nebenträger; Charakteristische Werte nach Eurocode 5 / DIN 1052:2008-12 / ρ_k = Rohdichte Holz
Bolzen od. Gewindestangen der Härte 4,6 / Scheibe DIN 440 / Bemessungswert R_d = charakteristischer Wert \times k_{mod} : γ_M

Abbildung 9: Beispiel einer Bemessungstabelle für den IdeFix-Verbinder unter Querkraftbeanspruchung

Die IdeFix-Produktfamilie, d.h. alle Produkte einschliesslich der dazugehörigen statischen Werte sind in den Softwarepaketen von Dietrich's und Wallner&Mild enthalten, IdeFix-Systempakete stehen für HSB Cad sowie für CADWORK zur Verfügung.

6. Ausführungsbeispiele

6.1. Autohaus in Bad Leonfelden, Österreich

Neubau eines Autohandelshauses mit einer in Büro, Werkstatt und Schauraum aufgeteilten Fläche von ca. 900 m².



Abbildung 10: Schwerlastanschluss mit dem SIHGA IdeFix-Verbinder (links), Detail mit 24 Verbindern (Mitte links), Schwerlastanschluss mit dem SIHGA IdeFix-Verbinder (Mitte rechts), Detail mit 36 Verbindern (rechts)

Neubau eines Autohandelshauses mit einer in Büro, Werkstatt und Schauraum aufgeteilten Fläche von ca. 900 m².

Die Hauptanwendung des IdeFix besteht in den Haupt- und Nebenträgerverbindungen für die Schwerlastanschlüsse mit Belastungen von bis zu 160 kN pro Knoten. Die leichten Anschlüsse wurden teilweise vorab in der Werkstätte sichtbar mit Balkenschuhen ausgeführt.

Ausführung und Planung: Kapl Bau GmbH, Zimmerei und Bauunternehmen, Bad Leonfelden, Österreich. www.kaplbau.at

6.2. Sanierung mit Holz-Beton-Verbund, Reichental, Österreich

Bestand war ein alter Dachboden mit alter Deckenbalkenlage mit einer Spannweite von ca. 8,7 m, in dem zusätzlicher Wohnraum geschaffen werden sollte. Hierfür war eine zusätzliche Deckenaufhängung auf einen neu eingezogenen Unterzug notwendig. Dabei war aber das darunterliegende Geschoss ausgebaut und bewohnt und somit kein Eingriff möglich. Durch die kraftschlüssige Verbindung mit IdeFix an den Stahlträger konnte dieses Bauvorhaben dennoch problemlos durchgeführt werden. Ohne die bestehende Unterziege zu öffnen, wurden die Lasten an die einzelnen Balkenaufleger gehängt.

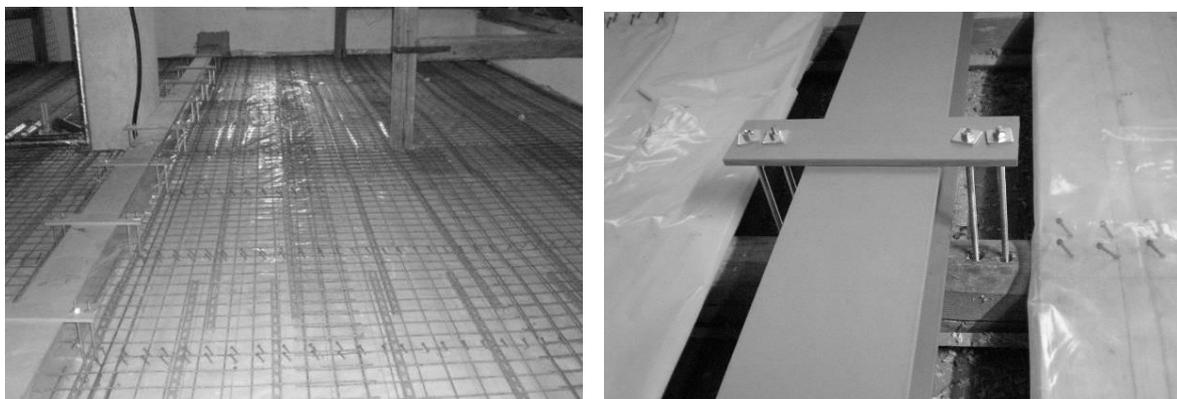


Abbildung 11: HBV-Decke mit Deckenaufhängung vor dem Betonieren (links), Aufhängung der Deckenbalken mit dem SIHGA IdeFix

Ausführung und Planung: Zimmermeister Josef Flotzinger, Hohenzell, Österreich

6.3. Sonderanwendung Messebau

Befestigung von ca. 8,5 m hohen Baumstämmen auf einer Stahlplatte für eine Messe. Für eine ausreichende Standsicherheit der Stämme mit einem Durchmesser von bis zu 1 m stellte sich IdeFix als einzige effiziente Möglichkeit dar, diesen Anschluss ausführen zu können. Die Standsicherheit wurde vom Tragwerksplaner nachgewiesen.



Abbildung 12: Fertiger Messeraum (links), Baumstämme bei Ausgestaltung der Messe (Mitte), Befestigung der Baumstämme an der Bodenplatte mit IdeFix (rechts)

Ausführung und Planung: Zeeh, Design Messebau Ges.m.b.H., Puchheim, Deutschland

6.4. Artdomus Pavillion, Kirchham, Österreich

Der IdeFix fand seine Anwendung in der Befestigung der Kuppel auf dem Bodenkranz, dabei wird der IdeFix auf Zug (Abhebende Kräfte) sowie durch Querkräfte belastet. Die Forderung nach einer unsichtbaren Verbindung mit hoher statischer Belastbarkeit führte zum Einsatz von IdeFix. Das Projekt ist ein Ruheraum nach dem Saunagang und berücksichtigt in den Proportionen den goldenen Schnitt. Nach dem Artdomus-Prinzip werden die vier Elemente Wasser, Erde, Feuer und Luft eingebunden. Schnitt, Farben, Gestaltung, Licht und Materialien bilden so ein harmonisches Ganzes. Der Ruhe suchende Mensch ist im Mittelpunkt.

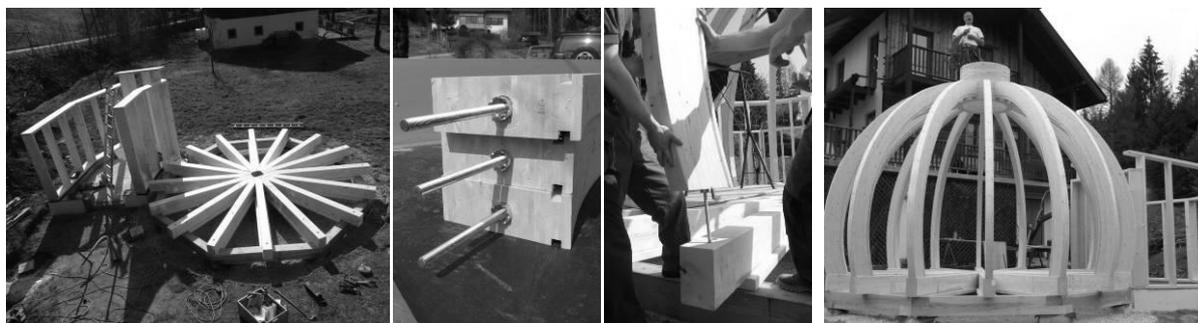


Abbildung 13: Artdomus Ruheraum bei der Montage (links), Hauptträgeranschluss mit IdeFix (Mitte links), Aufbau der Hauptträger (Mitte rechts), Richtfest für den Pavillion (rechts)

Ausführung und Berechnung: Zimmerei Markus Hessenberger, Kirchham, Österreich
Planung: artdomus (Inhalt: www.artdomus.at)

6.5. Sonderanwendung Pool

Für einen 6 m langen, 3 m breiten und 1 m tiefen Holzpool wurde der IdeFix zur Verbindung der Stirnseiten der 8 cm dicken Brettsperrholzplatten verwendet. Unterwasserpflanzen, Sitzgelegenheit sowie ein kleiner Steg befinden sich im Pool, so dass der Wasserinhalt des Pools ca. 14 m³ beträgt. Die hohen Belastungen durch den Wasserdruck werden bei dieser Sonderanwendung zuverlässig vom IdeFix aufgenommen.



Abbildung 14: IdeFix in den Stirnseiten (links) und beim Anschluss des Bodens (Mitte links), Pool beim Transport (Mitte rechts), Fertiger Pool (rechts)

Planung und Berechnung: Prof. Bruno Dujic, Ph.D., Universität Ljubljana

7. Literatur

- [1] Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-9.1-713 „IdeFix-Verbinder IF 30, IF 40 und IF 50 als Holzverbindungsmittel“, herausgegeben am 9. April 2010, Deutsches Institut für Bautechnik
- [2] Blaß, H. J.; Bejtka, I.; Uibel, T. (2006): Tragfähigkeit von Verbindungen mit selbst-bohrenden Holzschrauben mit Vollgewinde. Band 4 der Karlsruher Berichte zum Inge-nieurholzbau, Universitätsverlag Karlsruhe 2006