

WP 1 | Konstruktion und Technik | Fügung ... von Hand

Frankfurt University of Applied Sciences | FB 1 Architektur | Entwerfen und Baukonstruktion | Prof. Tatjana Vautz | LA Andreas Zahn



WP 1 | Konstruktion und Technik | Fügung ... von Hand

Frankfurt University of Applied Sciences | FB 1 Architektur | Entwerfen und Baukonstruktion | Prof. Tatjana Vautz | LA Andreas Zahn

Seitdem die Menschheit baut, baut sie auch mit Holz, die Bedeutung in der Baukultur hat sich jedoch immer wieder verändert. Das steigende Bewusstsein für eine notwendige Änderung im Umgang mit der Umwelt sorgt für einen Wiederanstieg in der Relevanz, die Holz für das Bauen in großen Teilen der Welt haben muss. Holz hat als CO₂-Speicher und als nachwachsender Rohstoff das Potenzial einen großen Beitrag dafür leisten zu können, dass die Baubranche ihre CO₂-Emissionen massiv reduzieren muss. Holz eignet sich darüber hinaus hervorragend für ein kreislauffähiges Bauen: werden die richtigen Komponenten und Verbindungen genutzt, haben Holzbauten einen hohen Grad an Rückbaubarkeit und Wiederverwendbarkeit einzelner Bauteile. Um diese sortenreine Trennbarkeit zu gewährleisten sind lösbare, und im besten Fall einstoffliche Verbindungen zwischen den Bauteilen nötig. Möglich wird dies durch die Vereinfachung von Fügungen und Details, was gleichzeitig die Bauzeit und -kosten eines Holzbaus senken kann.

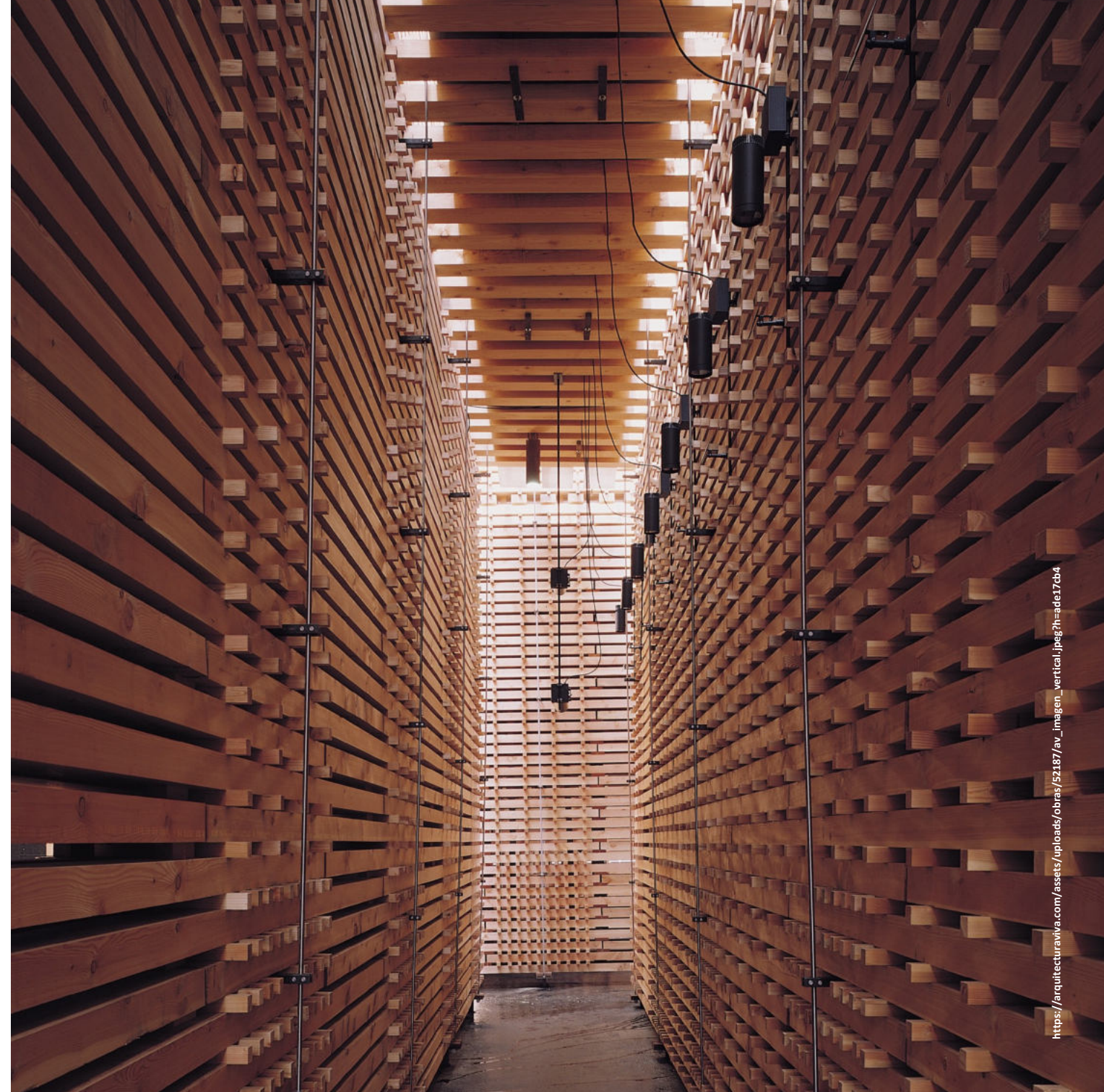
Ein Bau, welcher die Vereinfachung von Fügungen zwischen Holzbauteilen auf die Spitze treibt, ist Peter Zumthors Pavillon für die Expo 2000 in Hannover. Dieses temporäre Gebäude schichtete Lärchen- und Föhrenbalken in handelsüblichen Formaten übereinander, getrennt durch kleine Stapelhölzer, die die Balken austrocknen lassen. Vertikale Zugstangen halten die Wandstapel zusammen und machen damit jede Schraube, Dübel oder Leim überflüssig. Nach dem Ende der Expo wurden die inzwischen getrockneten Hölzer abgebaut, verkauft und in anderen Bauprojekten eingesetzt. Diese volle Rückbaubarkeit und Wiederverwendbarkeit bei gleichzeitiger vollständiger Reduktion von Fügungsgeometrien und Details mag bei den meisten, auf Dauer ausgelegten Bauten so konsequent nicht umsetzbar sein. Trotzdem ist es ein schönes Beispiel dafür, wie man im Optimalfall mit Holz umgehen und bauen kann.

Diese Vereinfachung, kombiniert mit digitalen Vorfertigungsmöglichkeiten ist die Motivation für die hier vorliegenden Untersuchungen zu Holzbaufügungen.

Ever since mankind has been building, it has also been building with wood, but its significance in building culture has changed again and again. The growing awareness of the need to change the way we treat the environment has led to a resurgence in the relevance that wood must have for construction in large parts of the world. As a CO₂ reservoir and as a renewable raw material, wood has the potential to make a major contribution to the building industry's mandatory massive reduction of CO₂ emissions. Wood is also ideally suited for circular construction: if the right components and connections are used, timber constructions have a high degree of deconstructability and reusability of individual components. To ensure this sortable separability, detachable, and in the best case, mono-material connections between the components are necessary. This is made possible by simplifying joints and details, which at the same time can reduce the construction time and costs of a timber construction.

One building that takes the simplification of joints between timber components to the extreme is Peter Zumthor's pavilion for Expo 2000 in Hannover, Germany. This temporary building stacked larch and pine beams in commercial sizes, separated by small stacking timbers that allow the beams to dry out. Vertical tie rods hold the wall stacks together, eliminating the need for any screws, dowels or glue. After the Expo ended, the now-dried timbers were dismantled, sold and used in other construction projects. This full deconstructability and reusability, while completely reducing joint geometries and details, may not be so consistently feasible in most buildings designed to last. Nonetheless, it is a fine example of how, optimally, wood can be handled and built.

This simplification, combined with digital prefabrication options, is the motivation for the investigations into timber construction joints presented here.



WP 1 | Konstruktion und Technik | Fügung ... von Hand

Frankfurt University of Applied Sciences | FB 1 Architektur | Entwerfen und Baukonstruktion | Prof. Tatjana Vautz | LA Andreas Zahn

Bei der Vorfertigung von Bauteilen im Holzbau kann man grundsätzlich zwischen drei Ansätzen unterscheiden:

1D: Stabförmige Bauteile (Skelettbau), digitale und robotische Fertigung

2D: Vorfertigung flächiger Bauteile

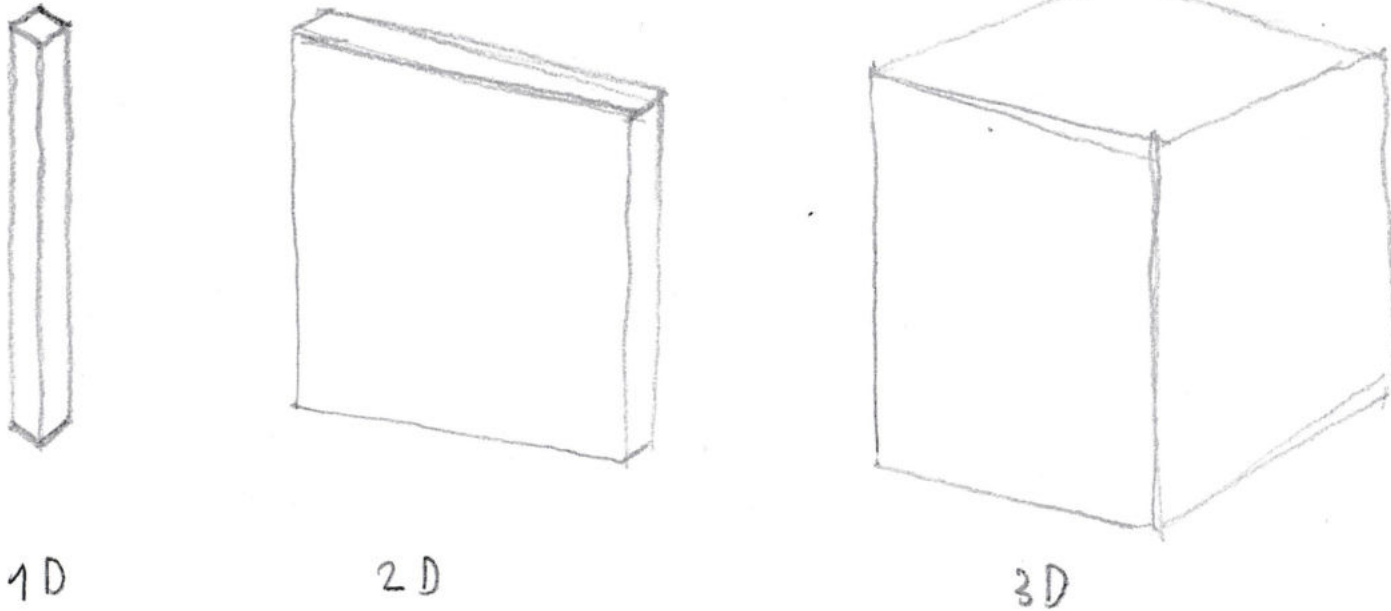
3D: Vorgefertigung von Raum-Modulen

In the prefabrication of components in timber construction, a basic distinction can be made between three approaches:

1D: component systems (skeleton construction), digital and robotic manufacturing.

2D: Prefabrication of flat components

3D: Prefabrication of room modules



1D:

Der Ansatz mit dem niedrigsten Vorfertigungsgrad bietet im Gegenzug die größte Flexibilität. Die stabförmigen Bauteile ermöglichen eine Trennung von Tragwerk und Hülle, sowie eine freie Organisation des Innenraums.

Holz eignet sich für Skelettbauten sehr gut, es hat von allen gängigen Baumaterialien das günstigste Verhältnis von Eigengewicht zu Tragfähigkeit.

Verbindungen stabförmiger Bauteile mit Vorfertigungspotenzial werden im Folgenden untersucht.

2D:

Flächige Wand- und Deckenelemente bilden sowohl Tragwerk als auch den Raumabschluss.

Diese Form der Vorfertigung wird am häufigsten eingesetzt, sie erreicht einen hohen Vorfertigungsgrad im Werk. Die Elemente können schnell montiert werden, der Ausbau wird danach vorgenommen. Die räumliche Flexibilität ist geringer als bei Skelettbauten.

3D:

Raum-Module können tragend oder nicht tragend ausgebildet werden. Tragende Module müssen auf der Baustelle nur noch zu einem Gebäude zusammengefügt werden. Der Vorfertigungsgrad ist mit Abstand der höchste, ein Großteil der Installationen kann bereits im Werk vorgenommen werden.

Die Modul-Maße werden durch den Transport eingeschränkt. Größere Räume werden durch das Aneinanderreihen von mehreren Modulen hergestellt.

1D:

The approach with the lowest degree of prefabrication offers the greatest flexibility in return. The bar-shaped components allow separation of the structure and envelope, as well as free organization of the interior.

Wood is very well suited for skeletal buildings; of all common building materials, it has the most favorable ratio of dead weight to load-bearing capacity.

Connections of bar-shaped structural members with prefabrication potential are examined below.

2D:

Planar wall and floor elements form both the load-bearing structure and the room enclosure.

This form of prefabrication is most commonly used, achieving a high degree of prefabrication at the factory. The elements can be assembled quickly, and the finishing work is carried out afterwards. Spatial flexibility is less than with skeleton buildings.

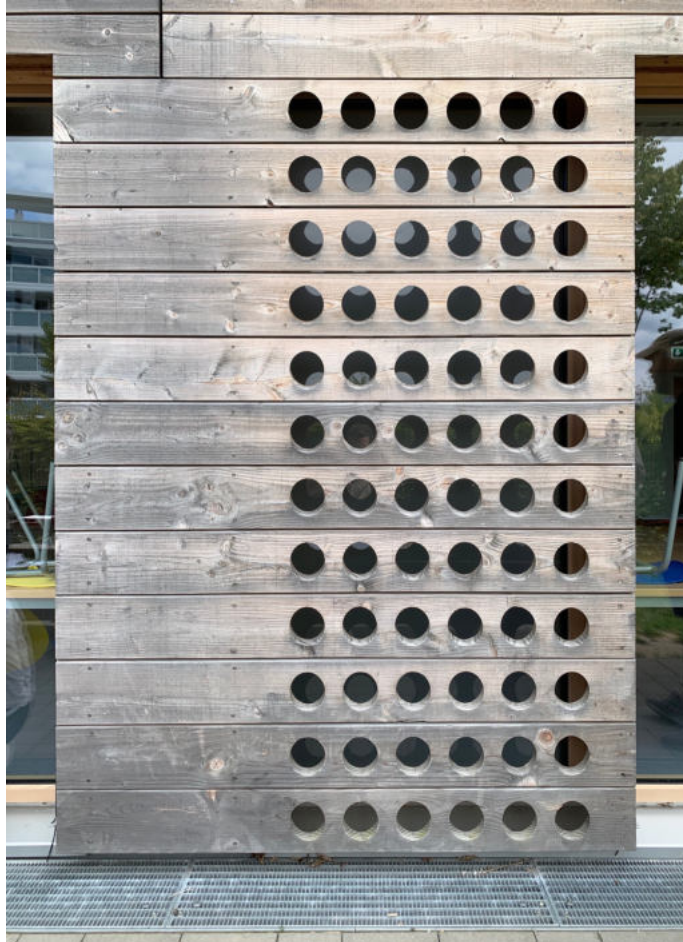
3D:

Space modules can be load-bearing or non-load-bearing. Load-bearing modules only need to be assembled into a building at the construction site. The degree of prefabrication is by far the highest; a large part of the installations can already be made in the factory.

Module dimensions are limited by transportation. Larger rooms are produced by stringing several modules together.

WP 1 | Konstruktion und Technik | Fügung ... von Hand

Frankfurt University of Applied Sciences | FB 1 Architektur | Entwerfen und Baukonstruktion | Prof. Tatjana Vautz | LA Andreas Zahn



Im Rahmen einer Exkursion besuchten wir die Integrierte Gesamtschule in Frankfurt-Riedberg. Diese wurde vom Frankfurter Architekturbüro NKBAK von 2015-2016 geplant und ausgeführt. Die kurze Bauzeit war notwendig, Modulbau war die einzige Möglichkeit um so kurzfristig neuen Schulraum zur Verfügung stellen zu können.

Die einzelnen Module sind tragend, die Holzträger aus Baubuche im Innenraum sichtbar. Die Module haben ein Maß von 3 x 7 m, ein Klassenraum besteht aus drei aneinander gereihten Modulen. Auch Reihungen von 10 Modulen sind möglich, wie etwa in der Mensa.

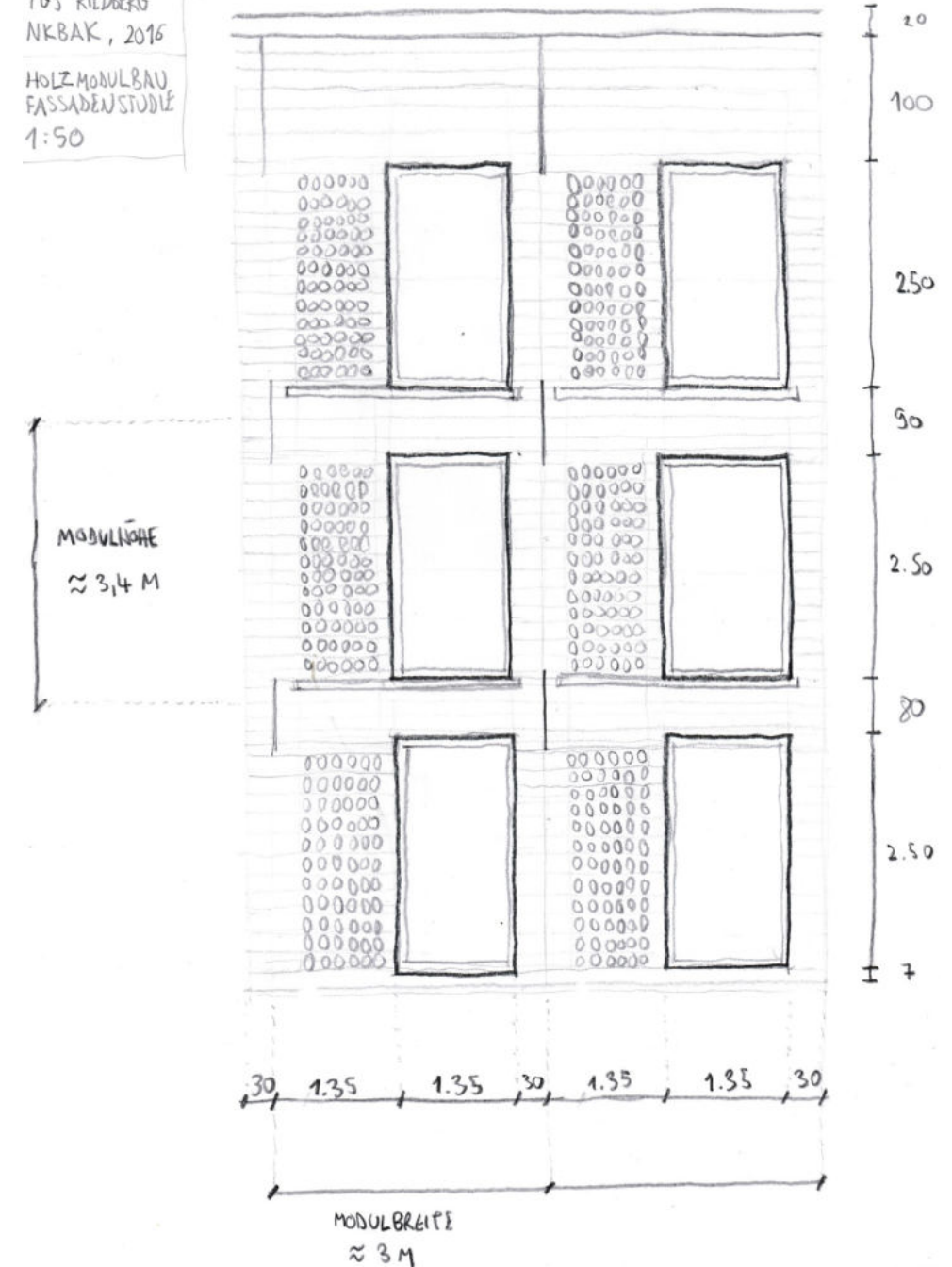
Ein weiterer Vorteil des Modulbaus ist die flexible Erweiterbarkeit, die Schule wurde in den folgenden Jahren für weitere Jahrgänge erweitert.

As part of a field trip, we visited the IGS in Frankfurt-Riedberg. The School was planned and executed by the Frankfurt architectural office NKBAK from 2015-2016. The short construction period was necessary, modular construction was the only way to be able to provide new school space at short notice.

The individual modules are load-bearing, the wooden beams made of beech are visible in the interior. The modules have a dimension of 3 x 7 m, a classroom consists of three modules arranged in a row. Rows of 10 modules are also possible, such as in the cafeteria.

Another advantage of the modular construction is the flexible expandability; the school was expanded in the following years for additional grades.

IGS RIEDBERG
NKBAK, 2016
HOLZ-MODULBAU
FASSADENSTUDIE
1:50



WP 1 | Konstruktion und Technik | Fügung ... von Hand

Frankfurt University of Applied Sciences | FB 1 Architektur | Entwerfen und Baukonstruktion | Prof. Tatjana Vautz | LA Andreas Zahn

Die Frage, wie horizontale und vertikale Bauteile miteinander verbunden sind, ist eine der elementarsten Fragen der Baukonstruktion.

Hierfür einfache Lösungen innerhalb des Holzbaus zu finden, die sich in der Zukunft vielseitig anwenden lassen und einfach herzustellen sind, ist das Ziel, an welches sich die folgenden Modelluntersuchungen annähern wollen.

Nimmt man eine einfache, mehrgeschossige Skelettstruktur als Grundlage, ergeben sich für einen Knotenpunkt in der Mitte dieser Struktur drei verschiedene zu lösende Fügungsprobleme:

1. Träger auf Stütze
2. Träger kreuzt Träger
3. Stütze auf Träger

Die Untersuchung dieser verschiedenen Fügungssituationen im Einzelnen soll Aufschluss darüber geben, wie sie möglichst einfach gelöst werden können.

Im Anschluss werden Überlegungen angestellt, wie diese drei Prinzipien zu einer Holzverbindung kombiniert werden könnten, die Einfachheit und Modularität verkörpert.

The question of how horizontal and vertical components are connected to each other is one of the most elementary questions of building construction.

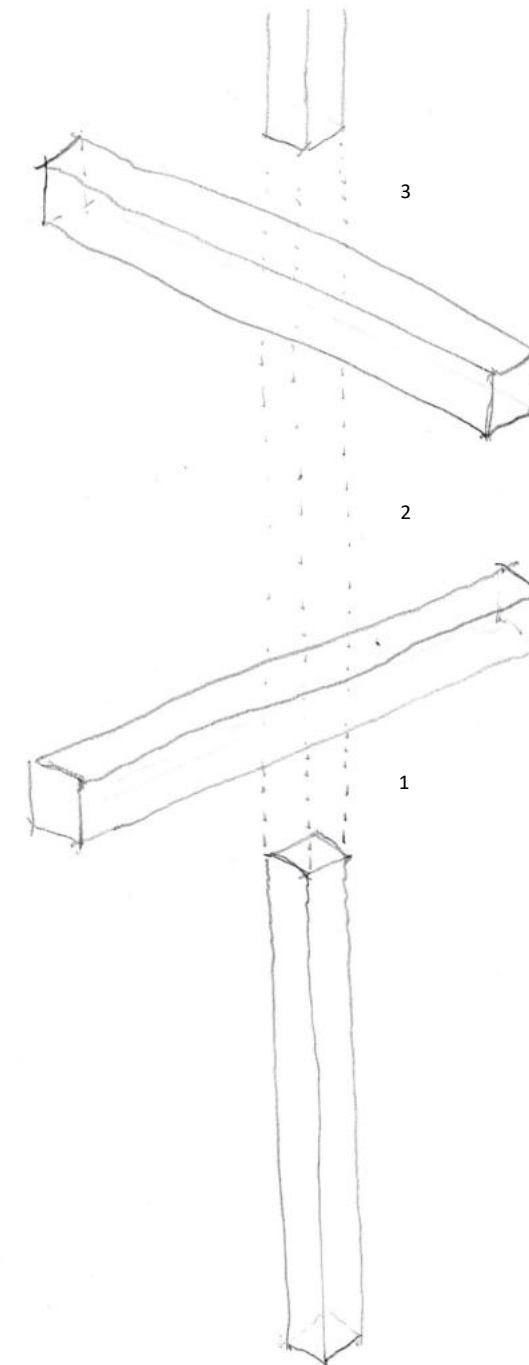
The aim of the following model investigations is to find simple solutions within timber construction that can be used in many ways in the future and are easy to manufacture.

Taking a simple, multi-storey skeleton structure as a basis, three different joining problems to be solved arise for a node in the middle of this structure:

1. Beam on column
2. Beam crosses beam
3. Column on beam

The examination of these different jointing situations in detail should provide information on how they can be solved as simply as possible.

Subsequently, considerations will be made as to how these three principles could be combined to create a wooden joint that embodies simplicity and modularity.

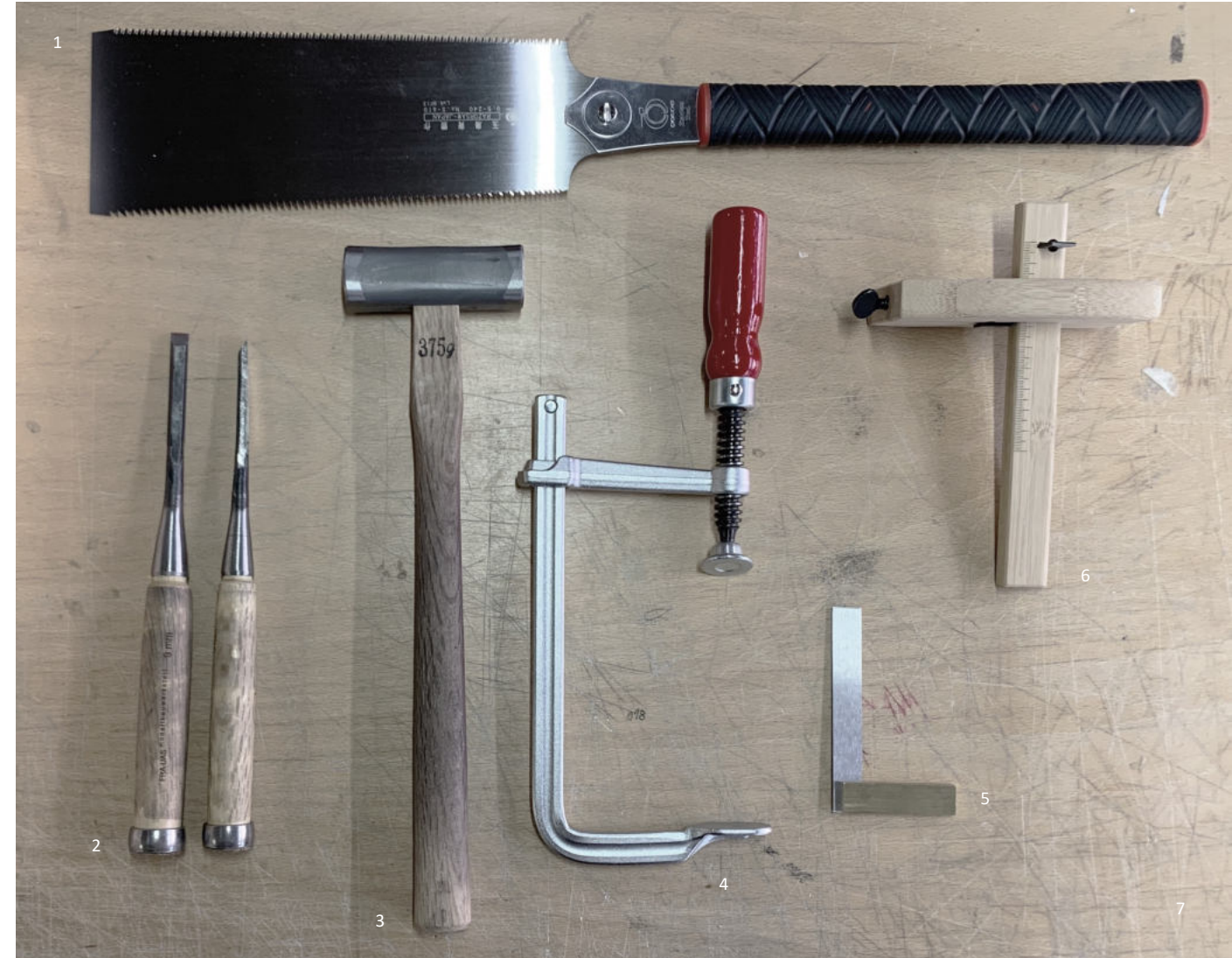


WP 1 | Konstruktion und Technik | Fügung ... von Hand

Frankfurt University of Applied Sciences | FB 1 Architektur | Entwerfen und Baukonstruktion | Prof. Tatjana Vautz | LA Andreas Zahn

1. Ryoba, japanische Handsäge
2. Stemmeisen, verschiedene Breiten
3. Hammer
4. Schraubzwingen
5. Anschlagswinkel
6. Streichmaß
7. Werkbank

1. Ryoba, japanese handsaw
2. Chisel, various widths
3. Hammer
4. Clamps
5. Angle
6. Scratch gauge
7. Work bench



WP 1 | Konstruktion und Technik | Fügung ... von Hand

Frankfurt University of Applied Sciences | FB 1 Architektur | Entwerfen und Baukonstruktion | Prof. Tatjana Vautz | LA Andreas Zahn

Die Wahl des Holzes für die Modelluntersuchungen folgt dem Anspruch, möglichst einfache, vorfertigte Verbindungsprinzipien zu finden. So wurde konsequenterweise ein Holz gewählt, welches relativ günstig, (regional) verfügbar und im Holzbau üblich ist.

Fichte/Tanne gehört zu den Holzarten, die am häufigsten im kontemporären Holzbau eingesetzt werden, zum Beispiel als Konstruktionsvollholz. Sie zählen zu den am häufigsten vorkommenden Nadelhölzern in Mitteleuropa.

Für den Modellbau ist das Holz ebenfalls gut geeignet, als Weichholz lässt es sich gut mit Hilfe der verschiedenen Werkzeuge von Hand bearbeiten. Es wurden relativ große **Kantholz-Querschnitte von 75mm x 75mm** gewählt. Dadurch war es möglich im Rahmen des Modellbaus näher an „echte“ Konstruktionsquerschnitte zu kommen.

The choice of wood for the model investigations follows the requirement to find connecting principles that are as simple as possible and can be prefabricated. Consequently, a wood was chosen that is relatively inexpensive, (regionally) available and common in timber construction.

Spruce/fir is one of the wood species most frequently used in contemporary timber construction, for example as solid structural timber. They are among the most common softwoods in Central Europe.

The wood is also well suited for model making; as softwood, it can be easily worked by hand with the help of various tools. Relatively large **squared timber cross-sections of 75mm x 75mm** were chosen. This made it possible to get closer to "real" construction cross-sections in the context of model making.



WP 1 | Konstruktion und Technik | Fügung ... von Hand

Frankfurt University of Applied Sciences | FB 1 Architektur | Entwerfen und Baukonstruktion | Prof. Tatjana Vautz | LA Andreas Zahn



1. Nachdem das Werkstück ausgemessen und die zu bearbeitenden Teile angerissen wurden, wird es mit einer Schraubzwinge in die Werkbank eingespannt.

2. Nun werden die Schnitte mit der Säge durchgeführt, zuerst die, die den herauszutrennenden Teil begrenzen, danach mehrere Schnitte zum Aufteilen des herauszutrennenden Teils.

1. after measuring the workpiece and scribing the parts to be edited, clamp it in the workbench with a screw clamp.

2. now the cuts are made with the saw, first those that delimit the part to be cut out, then several cuts to divide the part to be cut out.



3. Die Schnitte im herauszutrennenden Teil helfen beim Herausstemmen des Holzes. Die einzelnen Holzriegel werden bis kurz vor der gewünschten Tiefe mit Hilfe von Hammer und verschiedener Stemmeisen entfernt. Dabei ist zu beachten, immer wieder die Stemmseite zu wechseln, um ein ungleichmäßiges Herausbrechen zu verhindern.

3. the cuts in the part to be cut out help to chisel out the wood. The individual wooden bars are removed to just before the desired depth using a hammer and various chisels. It is important to keep changing the chisel side to prevent uneven breaking out.



4. Wenn der Großteil des gewünschten Holzes entfernt ist und die ungefähre Form des Bauteils erreicht ist, werden feinere Stemmeisen eingesetzt um die bearbeiteten Oberflächen zu glätten und um die genauen Dimensionen des Bauteils herzustellen.

5. Zum Abgleich und Kontrolle der Passform sollte das zugehörige Bauteil immer wieder herangezogen werden.

4. when the majority of the desired wood is removed and the approximate shape of the component is achieved, finer chisels are used to smooth the edited surfaces and to produce the exact dimensions of the component.

5. the associated component should always be referred to in order to adjust and check the fit.



Die simplen Geometrien der jeweiligen Knotenpunkte sorgte für eine ähnliche Abfolge an Arbeitsschritten und Bearbeitungsprinzipien.

Die gleiche, geringe Anzahl an Werkzeug war notwendig, um die verschiedenen Verbindungen herzustellen. Daher steht der hier geschilderte Arbeitsprozess stellvertretend für alle gebauten Verbindungstypen. Die Ähnlichkeit der Abläufe würde eine digitale Vorfertigung der Bauteile wesentlich vereinfachen, sowie schneller und günstiger machen.

The simple geometries of the respective nodes ensured a similar sequence of work steps and editing principles. The same, small number of tools was necessary to produce the connections. Therefore, the work process described here is representative of all joint types built. The similarity of the sequences would make digital prefabrication of the components much easier, as well as faster and cheaper.

WP 1 | Konstruktion und Technik | Fügung ... von Hand

Frankfurt University of Applied Sciences | FB 1 Architektur | Entwerfen und Baukonstruktion | Prof. Tatjana Vautz | LA Andreas Zahn

Die Einhalsung ist eine simple Holzverbindung des Zimmermannshandwerks. Ihren Ursprung hat diese Art der Verbindung in natürlich gewachsenen Astgabeln, die schon in der Altsteinzeit verwendet wurden, um vertikale mit horizontalen Hölzern zu verbinden.

Daraus entstanden handwerklich hergestellte Halsverbindungen, die sich über die Jahrhunderte hinweg immer weiter an die Form des aufzunehmenden Holzes anpassten.

Das horizontale Bauteil wird an der Stelle, an der es mit dem vertikalen Bauteil verbunden werden soll, auf ein Drittel seiner Breite reduziert und in den geschlitzten Kopf einer Stütze gelegt.

Durch den beachtlichen Verlust ihres Querschnitts müssen die horizontalen Bauteile ausreichend dimensioniert sein. Ist dies der Fall, können die aufliegenden Hölzer sehr große Auflasten in die vertikalen Bauteile übertragen.

Die Einhalsung lässt sich sowohl handwerklich als auch maschinell einfach herstellen.

The fork joint is a simple wood joint of the carpenter's trade.

This type of joint originated in naturally grown branch forks, which were used as early as the Paleolithic era to join vertical timbers to horizontal timbers.

This gave rise to handcrafted fork joints, which over the centuries have continued to adapt to the shape of the timber to be accommodated.

The horizontal member is reduced to one-third of its width at the point where it is to be joined to the vertical member and placed in the slotted head of a column.

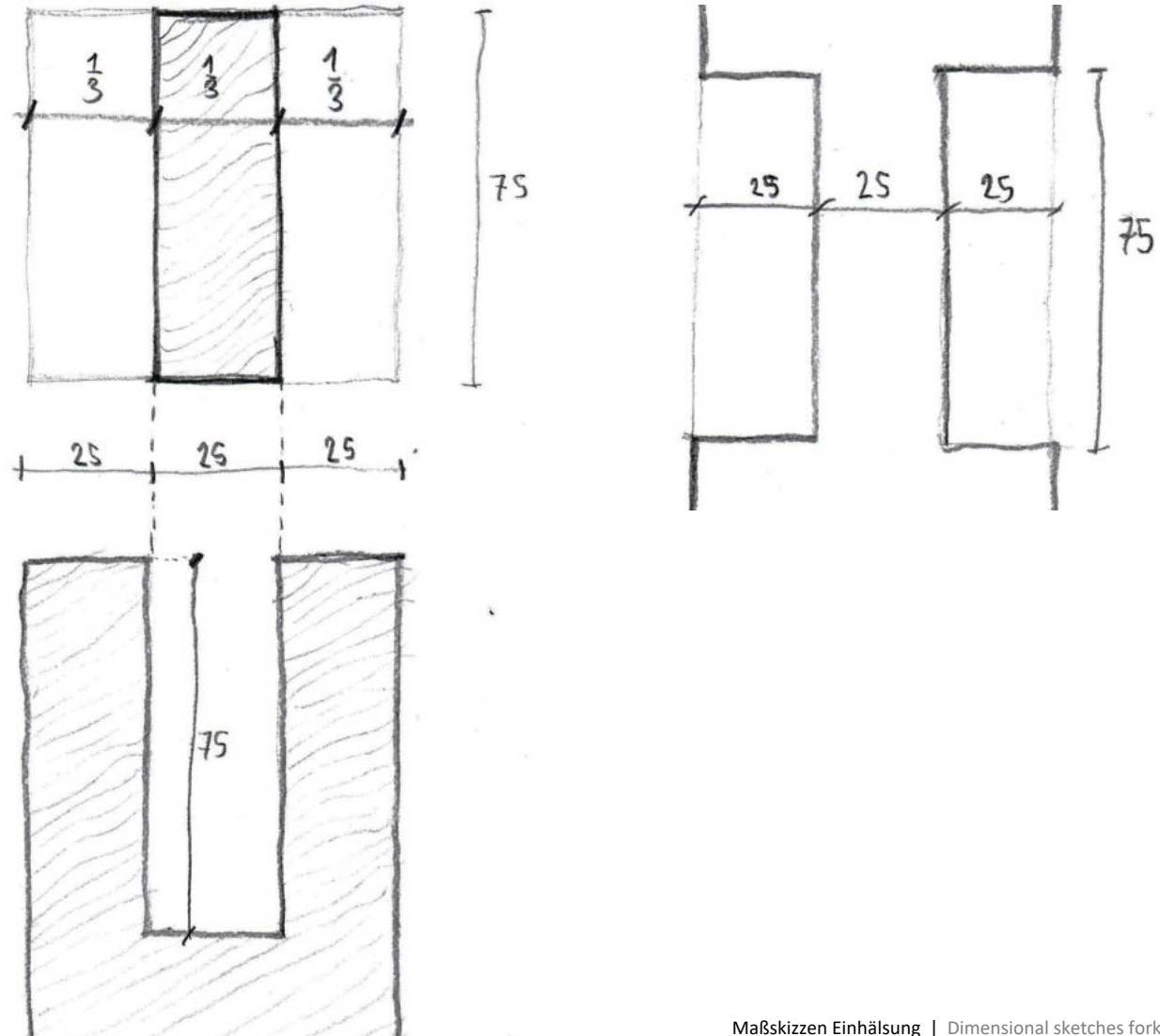
Due to the considerable loss of their cross-section, the horizontal components must be sufficiently dimensioned. If this is the case, the overlying timbers can transfer very large superimposed loads into the vertical members.

The fork joint can be easily produced both by hand and by machine.



WP 1 | Konstruktion und Technik | Fügung ... von Hand

Frankfurt University of Applied Sciences | FB 1 Architektur | Entwerfen und Baukonstruktion | Prof. Tatjana Vautz | LA Andreas Zahn

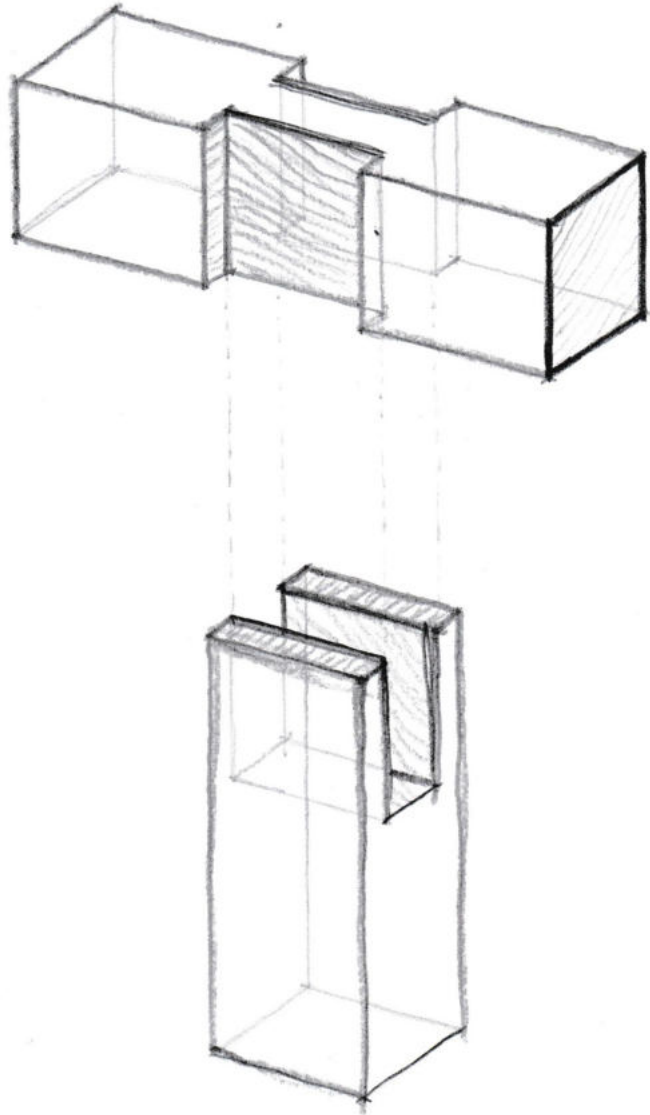


Maßskizzen Einhälsung | Dimensional sketches fork joint



WP 1 | Konstruktion und Technik | Fügung ... von Hand

Frankfurt University of Applied Sciences | FB 1 Architektur | Entwerfen und Baukonstruktion | Prof. Tatjana Vautz | LA Andreas Zahn



Fügungszeichnung Einhälsung | Joint drawing fork joint

Einhälsung | Fork joint



WP 1 | Konstruktion und Technik | Fügung ... von Hand

Frankfurt University of Applied Sciences | FB 1 Architektur | Entwerfen und Baukonstruktion | Prof. Tatjana Vautz | LA Andreas Zahn

Blattverbindungen bestehen aus zwei Hölzern, die je zur Hälfte ausgenommen sind. Dadurch liegen sie in einer Ebene bündig aufeinander auf.

Die hier verwendete Variante ist die gekreuzte Überblattung. Sie ist die einfachste Möglichkeit einer Verbindung zwischen zwei durchlaufenden, horizontalen Bauteilen in einer Ebene.

Die simplen Geometrien ermöglichen eine einfache handwerkliche oder maschinelle Fertigung.

Lap joints consist of two pieces of wood, half of which are recessed. As a result, they lie flush on top of each other in one plane.

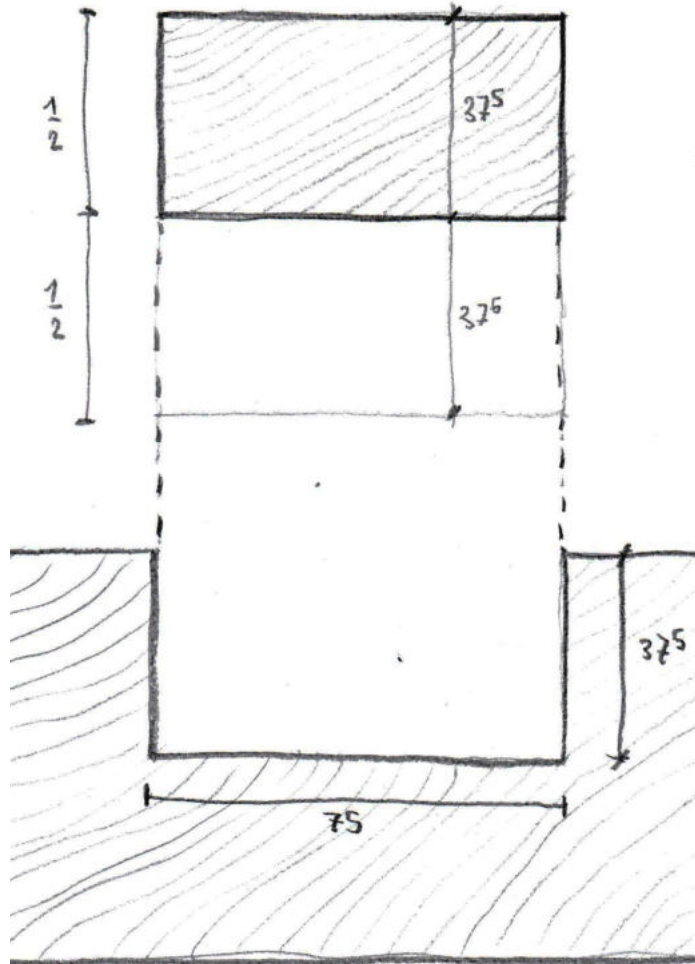
The variant used here is the crossed over leaf joint. It is the simplest possibility of a connection between two continuous, horizontal components in one plane.

The simple geometries make it easy to manufacture by hand or machine.



WP 1 | Konstruktion und Technik | Fügung ... von Hand

Frankfurt University of Applied Sciences | FB 1 Architektur | Entwerfen und Baukonstruktion | Prof. Tatjana Vautz | LA Andreas Zahn

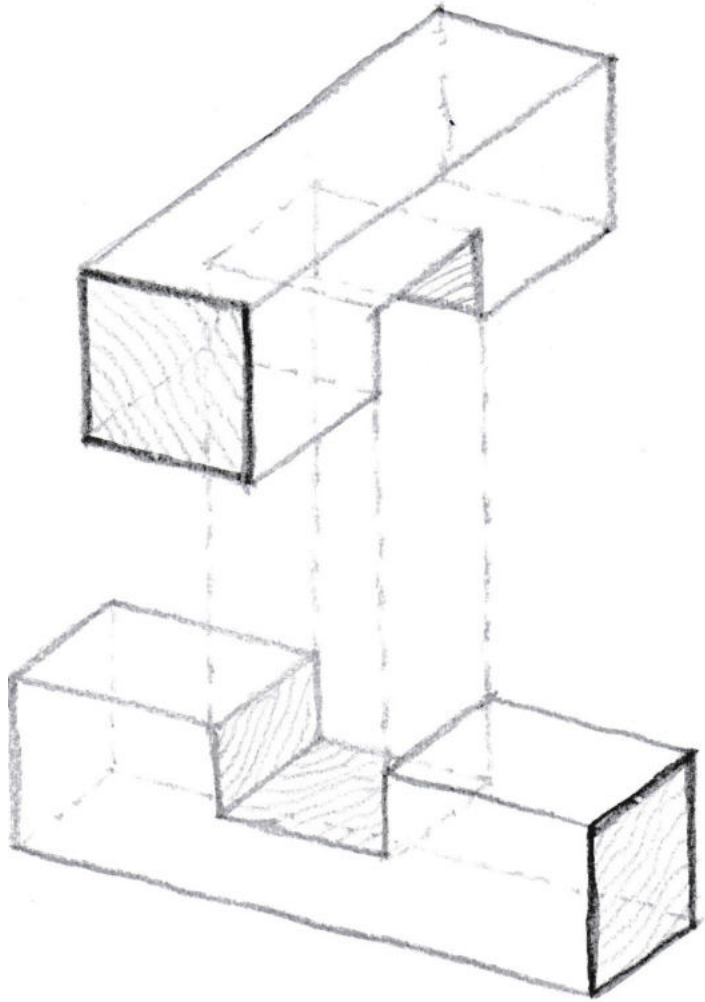


Maßskizzen Überblattung | Dimensional sketches lap joint



WP 1 | Konstruktion und Technik | Fügung ... von Hand

Frankfurt University of Applied Sciences | FB 1 Architektur | Entwerfen und Baukonstruktion | Prof. Tatjana Vautz | LA Andreas Zahn



Fügungszeichnung Überblattung | Joint drawing lap joint



WP 1 | Konstruktion und Technik | Fügung ... von Hand

Frankfurt University of Applied Sciences | FB 1 Architektur | Entwerfen und Baukonstruktion | Prof. Tatjana Vautz | LA Andreas Zahn

Bei der Zapfenverbindung, die im Schreiner- und Zimmererhandwerk Anwendung findet, wird in einem Bauteil ein rechteckiger Vorsprung gebildet (Zapfen) und im anderen Bauteil ein entsprechender Hohlraum (Zapfenloch).

Als eine der ältesten und wichtigsten Holzverbindungsprinzipien wird sie zur Fügung in Längs-, Quer- und Schrägrichtung verwendet. Hier wird sie als Querverbindung eingesetzt, das Vertikale Bauteil bildet den Zapfen aus, das horizontale nimmt diesen auf.

Der Zapfen wird kürzer als das Zapfenloch ausgebildet, sodass die Stütze ihre Kräfte in das horizontale Bauteil nicht über den Zapfen einleitet, sondern über den Rest ihres Querschnitts. Der Zapfen dient lediglich der Lagesicherung.

Der hier gebaute Zapfen wird zu zwei Seiten von der Holzaußenkante zurückversetzt. Diese, sowie viele weitere Varianten sind handwerklich und maschinell ohne Schwierigkeiten herzustellen.

The mortise and tenon joint, which is used in carpentry and joinery, involves the formation of a rectangular projection in one component (tenon) and a corresponding cavity in the other component (mortise).

As one of the oldest and most important wood joining principles, it is used for joining in longitudinal, transverse and diagonal directions. Here it is used as a transverse joint, the vertical component forms the tenon, the horizontal one receives it.

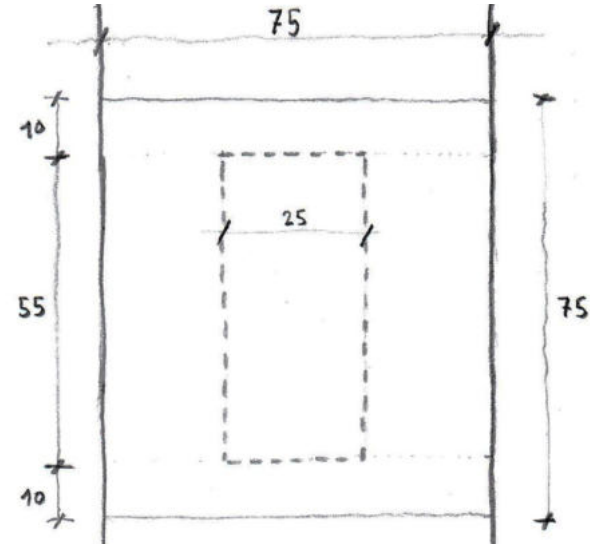
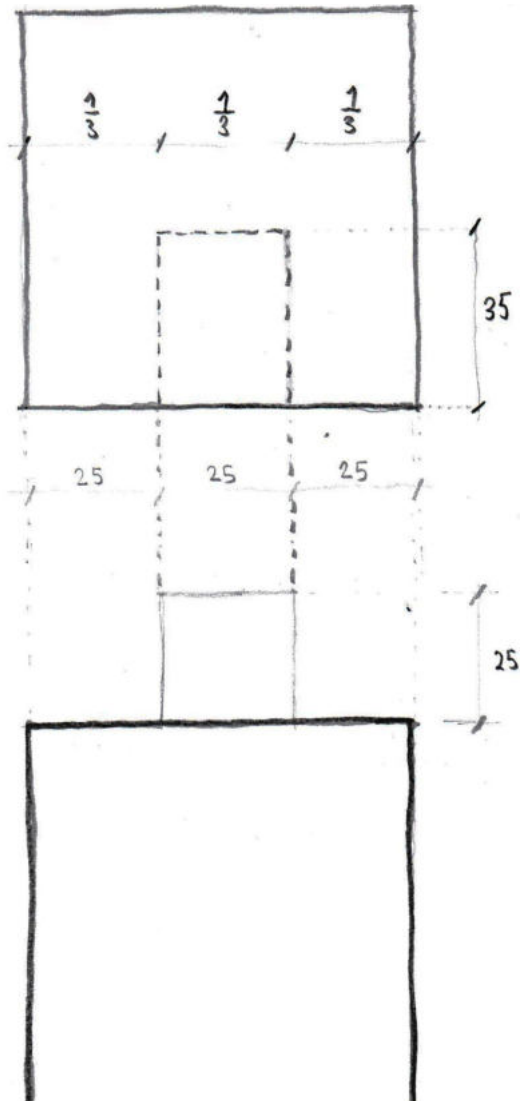
The tenon is made shorter than the mortise, so that the column does not introduce its forces into the horizontal component via the tenon, but via the rest of its cross-section. The tenon serves only to secure the position.

The tenon built here is set back from the outer edge of the timber on two sides. These, as well as many other variants, can be produced by hand and machine without difficulty.



WP 1 | Konstruktion und Technik | Fügung ... von Hand

Frankfurt University of Applied Sciences | FB 1 Architektur | Entwerfen und Baukonstruktion | Prof. Tatjana Vautz | LA Andreas Zahn

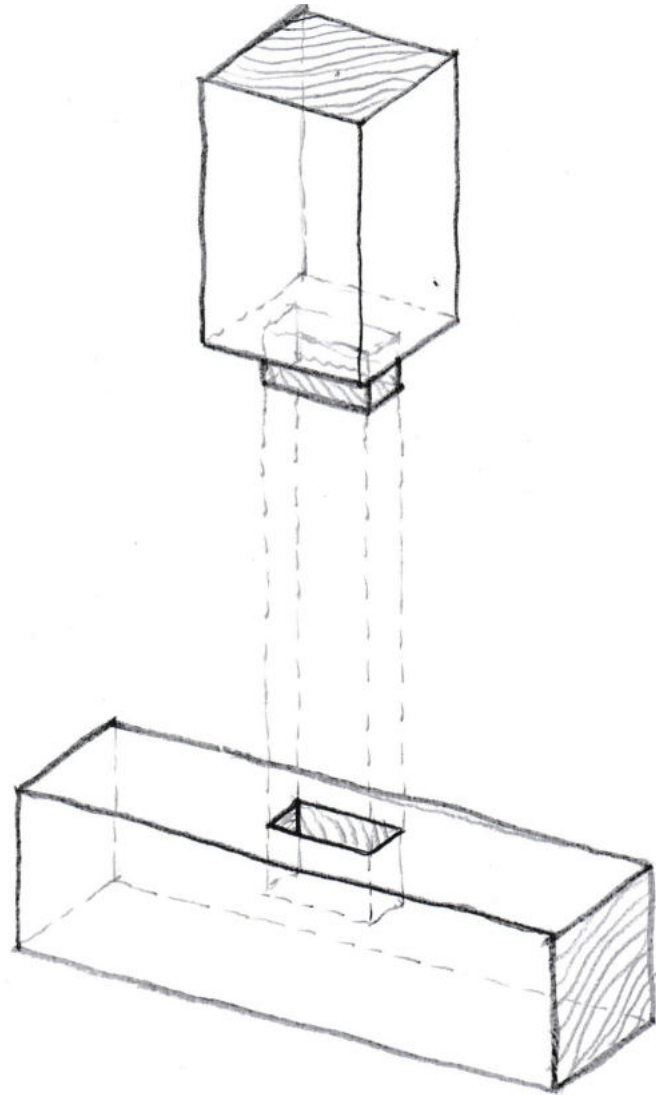


Maßskizzen Zapfen | Dimensional sketches mortise and tenon



WP 1 | Konstruktion und Technik | Fügung ... von Hand

Frankfurt University of Applied Sciences | FB 1 Architektur | Entwerfen und Baukonstruktion | Prof. Tatjana Vautz | LA Andreas Zahn



Fügungszeichnung Zapfen | Joint drawing mortise and tenon

Zurückgesetzter Zapfen | Recessed mortise and tenon



WP 1 | Konstruktion und Technik | Fügung ... von Hand

Frankfurt University of Applied Sciences | FB 1 Architektur | Entwerfen und Baukonstruktion | Prof. Tatjana Vautz | LA Andreas Zahn

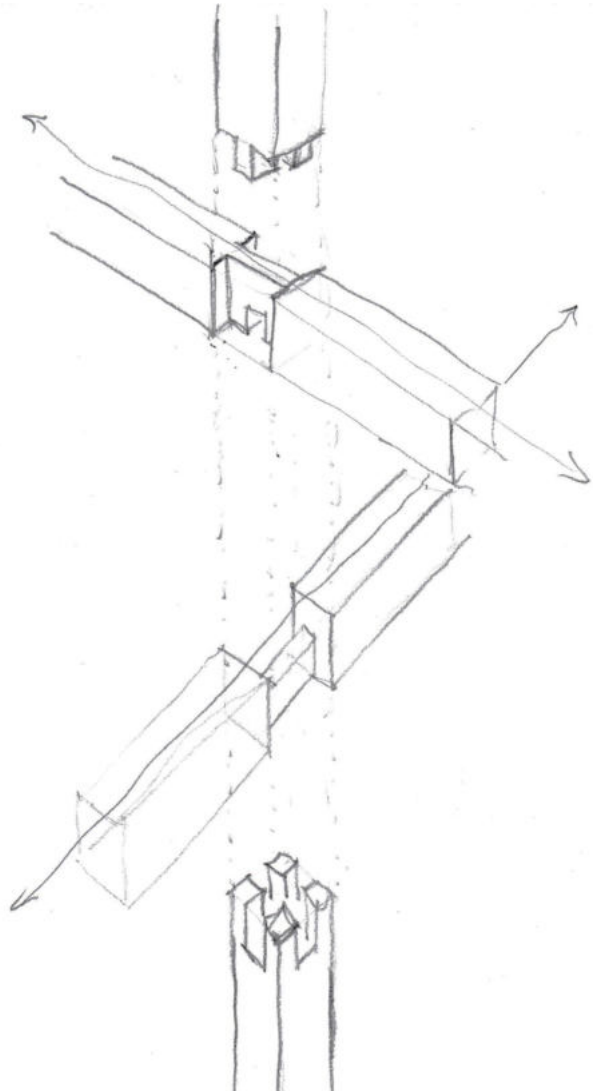


Kombinierte Holzverbindung | Combined wood joint

Einzelteile | Individual parts

WP 1 | Konstruktion und Technik | Fügung ... von Hand

Frankfurt University of Applied Sciences | FB 1 Architektur | Entwerfen und Baukonstruktion | Prof. Tatjana Vautz | LA Andreas Zahn



Die simplen Prinzipien der drei untersuchten Verbindungen ließen sich bei der Suche nach einer Fügung für den angestrebten Knotenpunkt gut übertragen und in angepassten Geometrien kombinieren.

Die in beide Richtungen durchlaufenden Träger **überblatten** einander.

Sie liegen gemeinsam als **kreuzförmige Einhälsung** auf der Stütze auf.

Die über den beiden Trägern aufsteigende Stütze verläuft in der Achse der Stütze **darunter** und ist durch zwei **Zapfen** auf den Trägern gelagert.

The simple principles of the three examined joints could be transferred well in the search for a joint for the intended node and were combined in adapted geometries.

The beams, which run continuous in both directions, **overlap** each other.

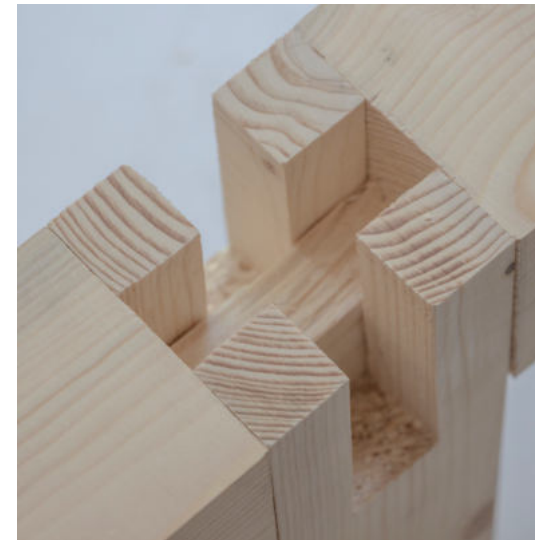
They rest together on the column as a **crossed fork joint**.

The column rising above the two beams runs along the axis of the column below and is supported on the beams by two **tenons**.



Die Einhälsung dient als Lagesicherung für die auf der Stütze liegenden Träger. Hier wird sie als kreuzförmige Einhälsung ausgeführt, da sie zwei orthogonal zueinander durchlaufende Träger in sich aufnimmt. Der Kopf ist kreuzförmig um das Maß geschlitzt, welches der Höhe der Träger entspricht.

The fork joint serves to secure the position of the beams lying on the column. In this case, it is designed as a cruciform fork joint because it accommodates two beams that are orthogonal to each other. The head is slotted crosswise by the dimension corresponding to the height of the beams.

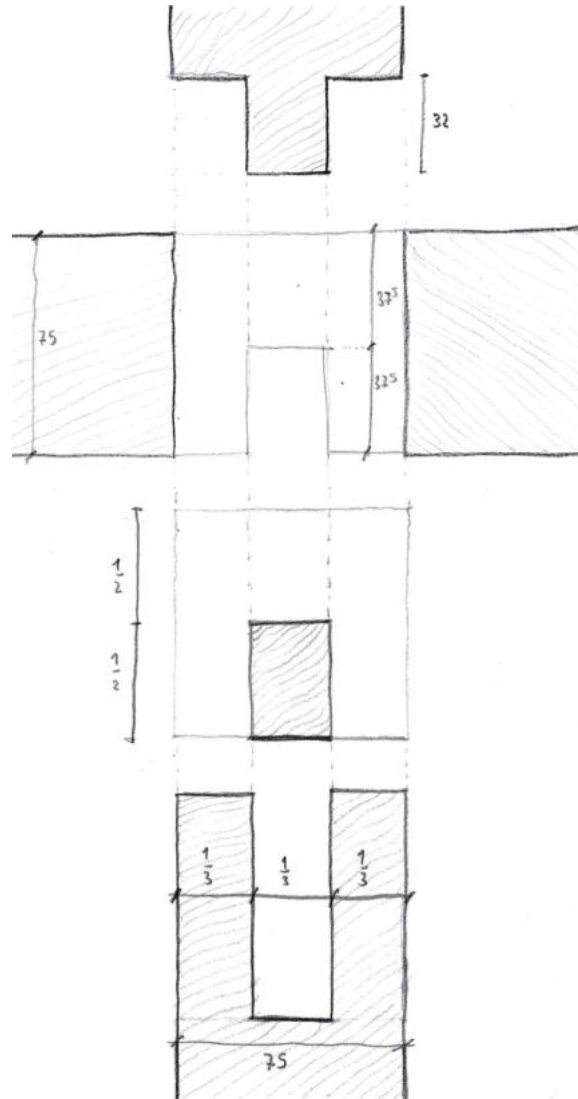


Der zuerst eingesetzte Träger hat einen stark verjüngten Querschnitt, der statisch beachtet werden muss. Dieser bildet gemeinsam mit der als Auflager dienenden Stütze die Geometrie in welcher der orthogonal verlaufende Träger gelagert wird.

The beam inserted first has a strongly tapered cross-section, which must be taken into account statically. Together with the column serving as a support, they form the geometry in which the orthogonally running beam is supported.

WP 1 | Konstruktion und Technik | Fügung ... von Hand

Frankfurt University of Applied Sciences | FB 1 Architektur | Entwerfen und Baukonstruktion | Prof. Tatjana Vautz | LA Andreas Zahn



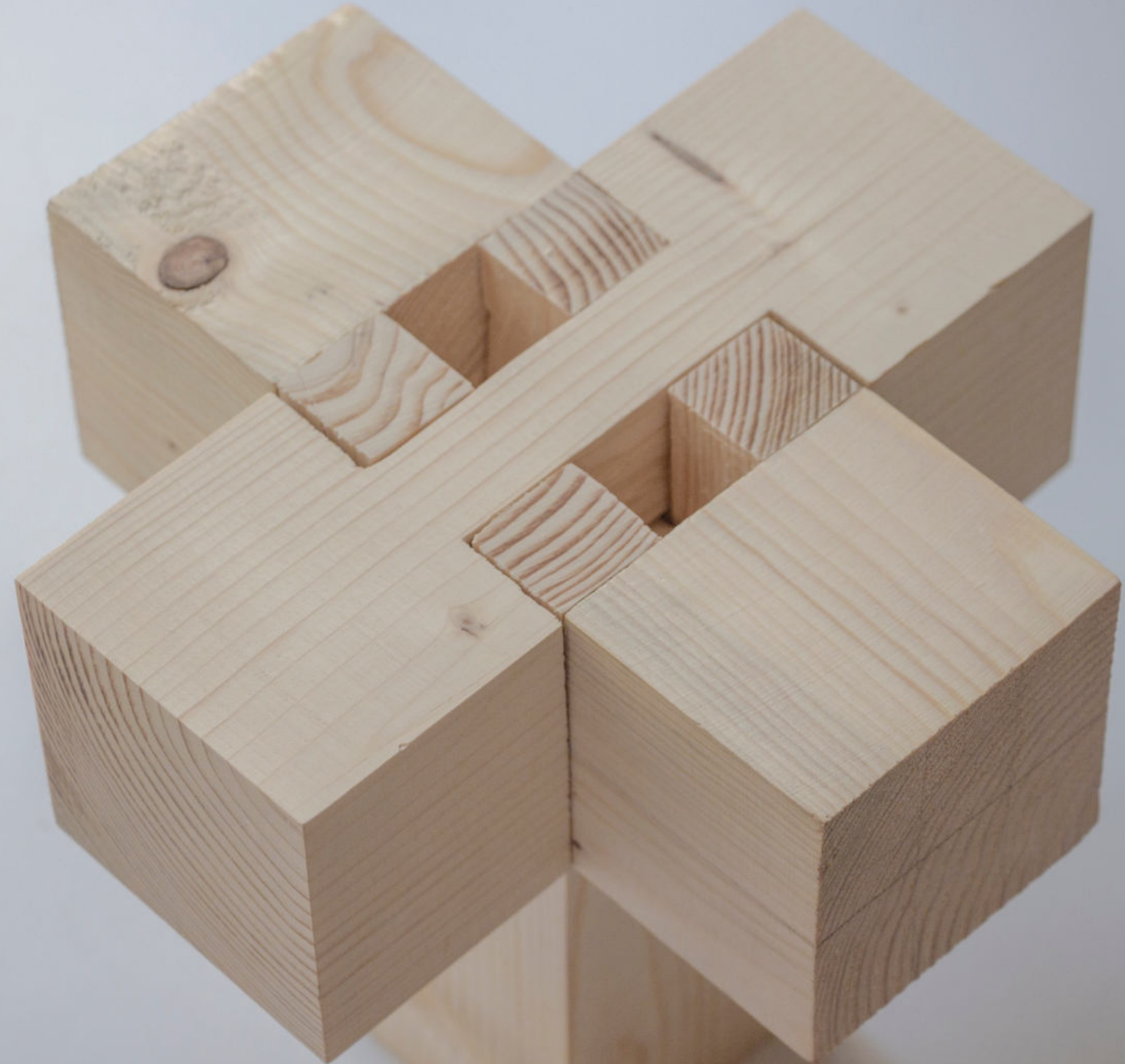
Beide Träger haben an ihrer schlanksten Stelle die gleiche statische Höhe. Sie überblatten sich auf der Stütze liegend und füllen die gekreuzte Einhälsung fast komplett aus.

Es bleiben zwei Zapfenlöcher frei, die aus der Verbindung der Träger- und Sützengeometrien entstehen. Diese bieten die Möglichkeit eine Stütze aufsteigen zu lassen.

Both beams have the same static height at their slimmest point. They overlap each other lying on the column and almost completely fill the crossed fork joint.

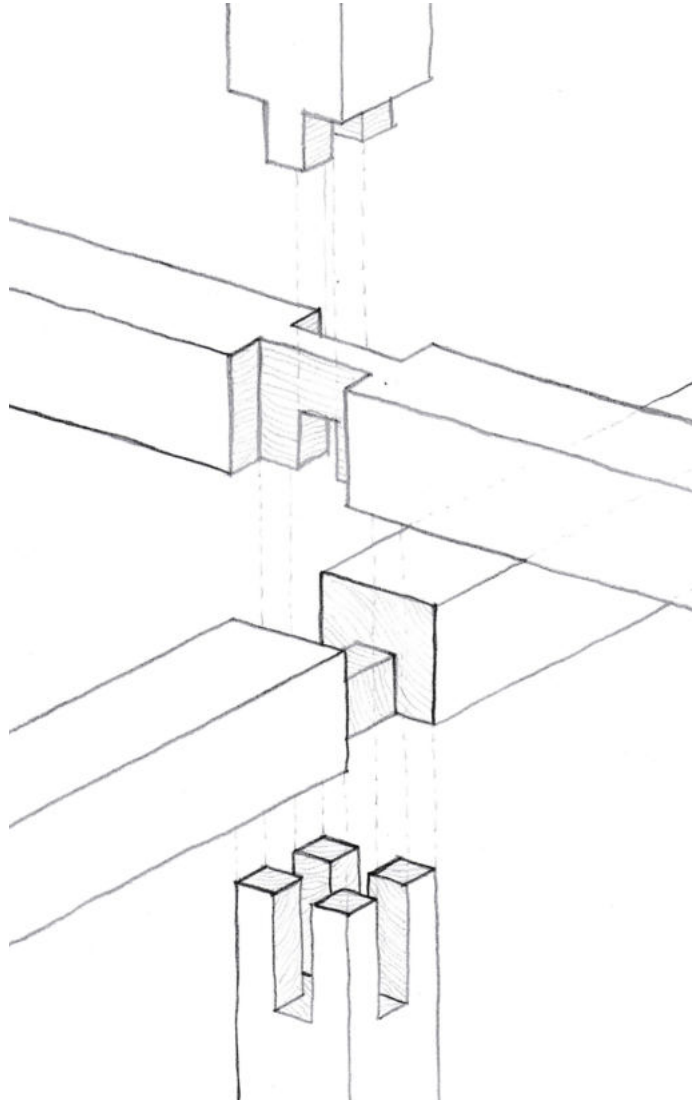
Two mortises remain free, resulting from the connection of the beam and column geometries. These offer the possibility of allowing a column to rise.

Maßskizzen kombinierte Verbindung | Dimensional sketches combined joint



WP 1 | Konstruktion und Technik | Fügung ... von Hand

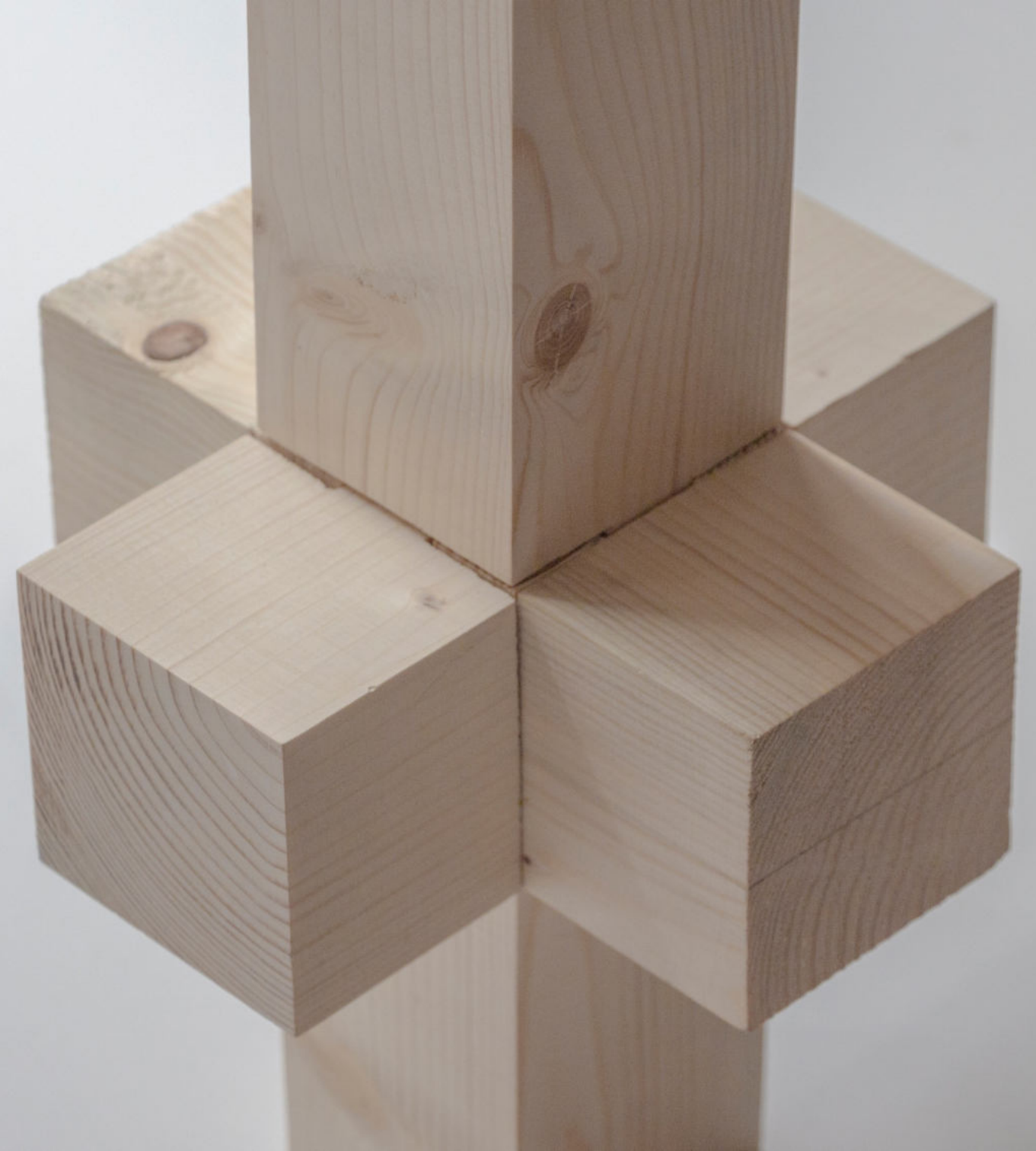
Frankfurt University of Applied Sciences | FB 1 Architektur | Entwerfen und Baukonstruktion | Prof. Tatjana Vautz | LA Andreas Zahn



Die aufsteigende Stütze wird durch die beiden Zapfenlöcher auf den Trägern gelagert. Sie liegt in der Achse der darunterliegenden Stütze und kann so die auf sie wirkenden Kräfte vertikal weitergeben. Prinzipiell kann die Verbindung vertikal wiederholt und so über mehrere Geschosse angewandt werden.

The rising column is supported on the beam by the two mortises. It lies in the axis of the underlying column and can thus pass on the forces acting on it vertically. In principle, the connection can be repeated vertically and thus applied over several floors.

Füguingszeichnung kombinierte Verbindung | Joint drawing combined joint

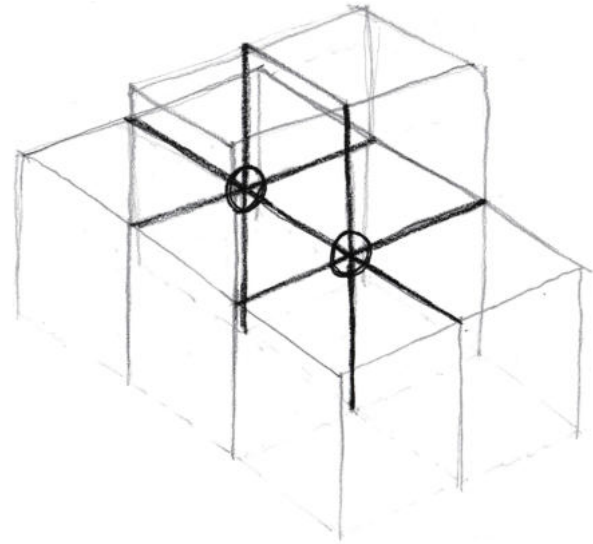


WP 1 | Konstruktion und Technik | Fügung ... von Hand

Frankfurt University of Applied Sciences | FB 1 Architektur | Entwerfen und Baukonstruktion | Prof. Tatjana Vautz | LA Andreas Zahn

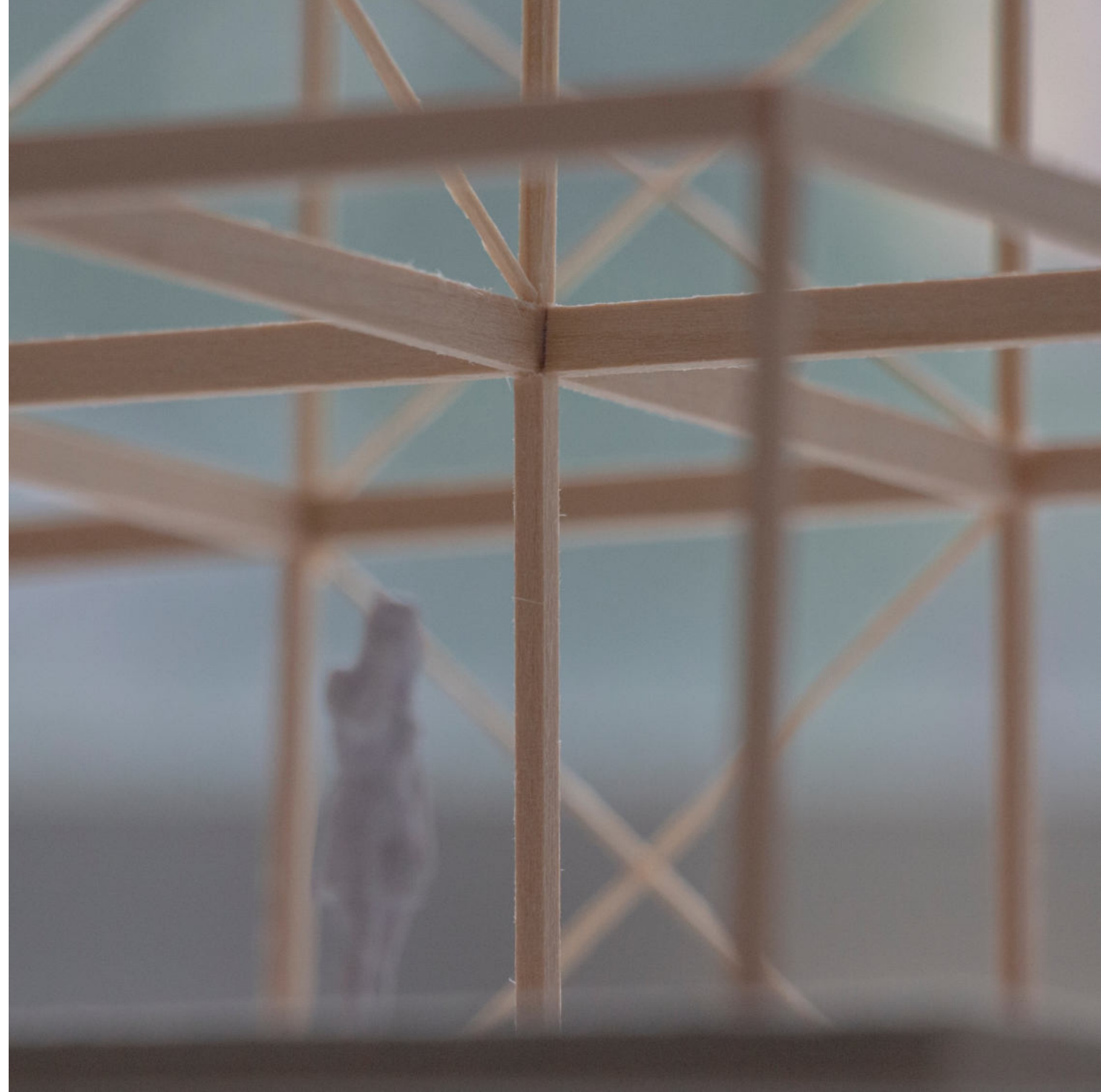
Da alle drei Achsen, die der Knotenpunkt verbindet, durchlaufen, ist die Fügung vielseitig anwendbar und kann für Verbindungen im Gebäudeinneren beliebig wiederholt werden. Für obere Abschlüsse oder Eckpunkte können angepasste Lösungen gefunden werden, die den selben Fügungsprinzipien folgen.

Der entstandene Knotenpunkt stellt die Fügungsprinzipien der einzelnen Bauteile dar, in der praktischen Anwendung würden die Bauteildimensionen je nach statischen Ansprüchen optimiert werden. Die statische Höhe der Träger kann angepasst werden, die Grundfläche der aufsteigenden Stütze kann beispielsweise kleiner werden als die der Stütze darunter. Das Fügungsprinzip bleibt anwendbar.



Since all three axes that the node connects are continuous, the joint is versatile and can be repeated at will for connections inside the building. For upper finish or corner points, solutions can be found that follow the same joining principles.

The resulting node represents the joining principles of the individual components; in practical application, the component dimensions would be optimized according to static requirements. The static height of the beams can be adjusted, for example, the footprint of the ascending column can become smaller than that of the column below. The joining principle remains applicable.



WP 1 | Konstruktion und Technik | Fügung ... von Hand

Frankfurt University of Applied Sciences | FB 1 Architektur | Entwerfen und Baukonstruktion | Prof. Tatjana Vautz | LA Andreas Zahn

Literaturquellen

Klaus Zwerger: Das Holz und seine Verbindungen: Traditionelle Bautechniken in Europa, Japan und China, Boston 2020, Birkhäuser Verlag, 3. Auflage

Internetquellen

<https://www.e-periodica.ch/digbib/view?pid=hoc-001:1999:12::1092#450> (aufgerufen 23.07.22, 14:18)

https://dgj.eu/dgj/wp-content/uploads/2020/03/res022_BBSR_HFKS_Abschlussbericht-LAYOUT-_2020.02.13_pr_5.4.pdf (aufgerufen 24.07.22, 12:02)

https://materialarchiv.ch/de/vacuum/s=ma:Procedure;detail=ma:procedure_86e71924-bf24-493a-b19d-3d8b4fff18b0 (aufgerufen 22.07.22, 18:40)

https://materialarchiv.ch/de/vacuum/s=ma:Procedure;detail=ma:procedure_1014 (aufgerufen 22.07.22, 19:13)

https://materialarchiv.ch/de/vacuum/s=ma:Procedure;detail=ma:procedure_b328a495-b806-497d-994e-4d50919b385b?maapi:f_events=ma:event_00664 (aufgerufen 22.07.22, 16:34)

https://materialarchiv.ch/de/vacuum/s=ma:Procedure;filter=ma:procedure_fe97c4f5-190a-4146-b600-32ae385c7c71;detail=ma:procedure_fe97c4f5-190a-4146-b600-32ae385c7c71 (aufgerufen 22.07.22, 14:53)

Bildquellen

https://arquitecturaviva.com/assets/uploads/obras/52187/av_imagen_vertical.jpeg?h=ade17cb4 (abgerufen am 24.07.22, 13:45)