

# Wie planen wir den Holzbau

Falk Hoffmann-Berling  
Marx Krontal Partner, MKP GmbH  
Hannover, Deutschland





# Wie planen wir den Holzbau

Der Holzbau heute ist weit mehr als Image- und Marketinginstrument von Auftraggebern und beweist seine Leistungsfähigkeit im mehrgeschossigen Bauen im urbanen Raum durch stetig wachsende Marktanteile.

Hinzu kommt das zuletzt gewachsene Interesse der Politik am Bauen mit Holz und einer damit verbundenen breiteren öffentlichen Wahrnehmung.

Technische Schwierigkeiten und Nachteile gegenüber anderen Bauweisen sind abgebaut und ein «**guter**» Holzbau kann die gleichen Anforderungen hinsichtlich Gestaltung, Tragfähigkeit, Dauerhaftigkeit, Schallschutz, Wärmeschutz und Brandschutz erfüllen.

Dies eröffnet die Möglichkeit das Potenzial des Holzbaus weiter zu nutzen und die Entwicklung hin zu mehr Holzbau fortzusetzen.

Diese Entwicklung stellt gleichzeitig aber auch Herausforderungen an die Tragwerksplaner und Bauingenieure, denn im Unterschied zum konventionellen Massivbau sind im Holzbau die tragenden und aussteifenden Bauteile immer im Zusammenwirken mit den weiteren Funktionen zu betrachten. Insbesondere die Aspekte des Schall- und Brandschutzes sowie der Feuchte- und Wärmeschutz sind zu berücksichtigen, da im Holzbau die mehrere Anforderungen in der Regel von gleichzeitig von mehreren Schichten eines Bauteils erfüllt werden. Dies erfordert eine Abstimmung oder gemeinsame Planung der Bauteilaufbauten.

Die klassische Trennung zwischen Rohbau, Ausbau und Fassade ist im Holzbau kaum noch vorhanden.

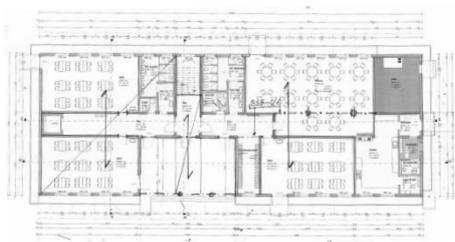
Die Planung eines guten Holzbaus erfordert ein holzbauspezifisches Wissen im Planungsteam. Für die Tragwerksplanung heisst dies: Das Wissen um und die Sensibilität für die Besonderheiten des Baustoffes Holz sowie die Berücksichtigung der Vorfertigung sind die entscheidenden Voraussetzungen für eine holzbaugerechte Tragwerksplanung.

## 1. Tragwerksplanung im Holzbau

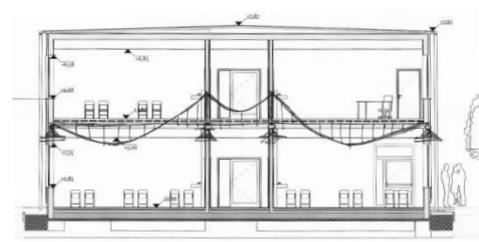
Grundsätzlich ist die Planung eines Tragwerkes ein kreativer Prozess. Dazu müssen Bauingenieure das Entwerfen und Konstruieren, also mehr als Berechnung und Bemessung, beherrschen.

Nur auf diese Weise sind oder werden wir ernstzunehmende Partner in den immer interdisziplinärer werdenden Planungsteams im Hochbau und im speziellen im Holzbau. Und nur so lassen sich Holzbauprojekte im integralen Planungsteam entwickeln und wirtschaftlich realisieren.

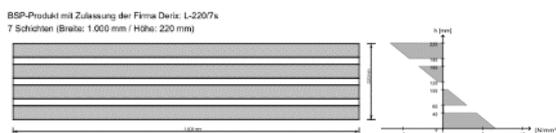
### Entwerfen



### Modellieren



### Bemessen



### Konstruieren

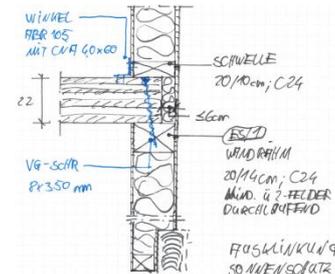


Abbildung 1: Entwerfen-Modellieren-Bemessen-Konstruieren

Die Grundbausteine dieses Prozesses sind die tägliche Arbeit des Tragwerkplaners.

- **Entwerfen:** in diesem ersten und deshalb ganz wichtigen Schritt der Planung werden das Konzept des Tragwerkes sowie signifikante Details festgelegt.
- **Modellieren:** Abstraktion des Konzeptes. Modellbildung für die statische oder dynamische Berechnung, Festlegung der Lasten sowie Bestimmung der Schnittkräfte und Verformungen.
- **Bemessen:** Bestimmung der Querschnittsabmessungen in Abhängigkeit von der Art und der Kombination der gewählten Werkstoffe.
- **Konstruktives Durchbilden:** Endgültige Detaillierung aller Verbindungen und Knoten des Tragwerkes und deren zeichnerische Darstellung.

### 1.1. Entwerfen

Der Entwurf stellt die wichtigste Phase dar. Funktionstüchtigkeit, Wirtschaftlichkeit, äussere Erscheinung, Bauausführung, Bauzeit und vieles andere müssen bedacht werden, wenn Materialien, System und Abmessungen gewählt werden. Dabei müssen bereits beim Entwurf alle späteren Schritte vorausgedacht werden, d. h. man muss im Voraus bereits abschätzen, wie die spätere Bemessung und konstruktive Durchbildung gelingt.

Im Rahmen der Vorplanung werden gemeinsam mit dem Architekten unterschiedliche Tragwerkskonzepte entwickelt und diskutiert. Dabei geht es darum, abgestimmt auf die geplante Architektur, eine Vorzugslösung für das Tragsystem zu erarbeiten.

Für den Holzbau bedeutet dies zunächst die grundsätzliche Entscheidung zwischen Element- und Modulbauweise zu treffen. Ziel der Raummodulbauweise ist es häufig wiederkehrende Elemente rationell herzustellen und mit einem sehr hohen Vorfertigungsgrad zu versetzen. Dafür bieten sich insbesondere Grundrisse mit standardisierten Räumen und typisierten Bauteilen, wie sie beispielsweise häufig in Hotels, Schulen, Kranken- und Pflegeeinrichtungen sowie Bürogebäuden vorkommen, an. Mit der Elementbauweise können frei gestaltete Grundrisse und eine «anspruchsvolle» Architektur realisiert werden.

Für beide Bauweisen ist zwischen Skelett-/Rahmenbauweise oder Massivholzbauweise (Brettsperrholz) für die Wandkonstruktionen abzuwägen. Die einzelnen Wandsysteme können wiederum mit unterschiedlichen Deckensystemen kombiniert werden; Holzbalckendecken, Massivholzdecken, Holzbetonverbunddecken, Rippen- und Kastendecken bis zu vorgefertigten Element- oder vor Ort gegossenen Betondecken.

Entscheidend in der Diskussion des Entwurfes ist die Kenntnis des Tragwerkplaners über die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Wand- und Deckensysteme.

Die erste Betrachtung des Tragwerkskonzeptes gilt in der Regel dem vertikalen Lastabtrag. Anzustreben ist ein «einfacher» Entwurf, in dem ein direkter Lastabtrag möglich ist. Das bedeutet die Achsen tragender und aussteifender Wände und Stützen stehen übereinander, was zu einer wirtschaftlichen Konstruktion führt.

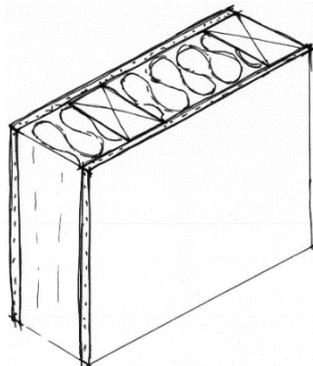
Im Holzbau ist natürlich auch die Umsetzung aus tragwerkplanerischer Sicht anspruchsvollerer Architektur möglich, dies hat fast immer einen erhöhten Planungs- und Materialaufwand zur Folge.

Bei den Überlegungen zur Ausbildung tragender Wandachsen müssen immer auch die Aspekte des Brand- und Schallschutzes berücksichtigt werden. Für den Brandfall ist neben der Anforderung die Funktion des Tragwerkes für einen gewissen Zeitraum sicherzustellen auch zwischen nicht- und raumabschliessenden Wänden zu unterscheiden. Aus der schallschutztechnischen Trennung zwischen Räumen kommen zusätzliche Anforderungen an eine Wandkonstruktion. Je mehr Anforderungen hinsichtlich Tragfähigkeit, Brandschutz und Schallschutz eine Wand gleichzeitig erfüllen muss, desto komplexer wird nicht nur der Aufbau der Konstruktion, sondern auch die Ausbildung der konstruktiven Anschlussdetails. Bei steigenden Anforderungen an die Wände empfiehlt es sich im Entwurf eine Trennung der Funktionen zu untersuchen, da komplexe und vielschichtige Aufbauten in der Regel auch kostenintensiver sind. Beispielsweise können tragende

Wände durch Unterzüge und Stützen ersetzt werden. Die Anpassung der Deckenspannrichtung kann unter Umständen trotz einer gering erhöhten Deckenspannweite zu einer wirtschaftlichen Konstruktion führen, wenn so in tragende Wände ohne und nicht tragenden Trennwände mit Schallschutzanforderungen unterschieden werden kann.

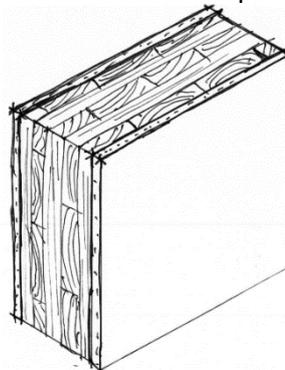
Tabelle 1: Übersicht Wandkonstruktionen

## Holzrahmenbauweise/ Holztafelbauweise



- Einsatz bei geringer bis mittlerer Vertikal- Horizontallast bei gleichzeitigem gutem Wärmeschutz
- weniger Materialverbrauch
- grössere Vorfertigung, Wertschöpfung im Holzbaubetrieb
- bei hohen Schallschutzanforderungen als Doppelwand

## Massivholzbauweise Brettspertholz



- Einsatz bei grösseren Vertikal- und Horizontallasten
- grösserer Materialverbrauch
- in der Regel geringere Vorfertigung
- wenige Hersteller/ Lieferanten
- bei hohen Schallschutzanforderungen als Doppelwand
- auch als Brandwandersatzwand

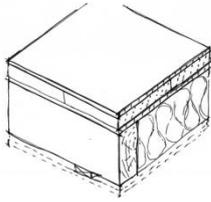
Diese Abwägungen und Überlegungen im Rahmen der Vor- und Entwurfsplanung ist eine Aufgabe, die nur in einem Planungsteam gelingt das über die spezialisierte Holzbaukompetenz für den mehrgeschossigen, vorgefertigten Holzbau hinsichtlich Tragwerksplanung und Holzbaukonstruktion, Brandschutz, Schall- und Wärmeschutz sowie Haustechnik verfügt.

## 1.2. Modellieren

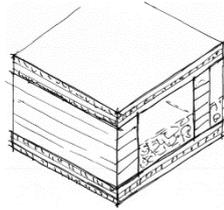
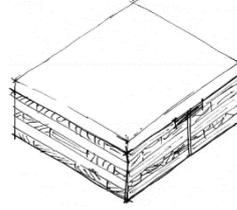
Um die Gesamttragwerke von Gebäuden mit sinnvollem Aufwand berechnen zu können, werden sie gedanklich in überschaubare einzelne (häufig ebene) Tragwerke gegliedert. Diese wiederum müssen zu Systemen idealisiert werden. Für übergeordnete Tragwerksfunktionen, z. B. die horizontale Aussteifung eines Gebäudes die durch das Zusammenwirken von Decken, Wänden und Kernen erfüllt werden, sind dabei andere, gröbere Systeme zweckmässig als für die Bemessung einzelner Bauteile wie Stützen, Träger oder Deckenplatten.

Für einen Grossteil der Gebäude ist die Schnittgrössenermittlung für die Decken, Unterzüge und Stützen an einfachen statischen Systemen und mit geringem Aufwand möglich. Für Stützen und Unterzüge sollte/muss in der Vorbemessung grundsätzlich von «schweren» Decken ausgegangen werden. Auf Grund des Trittschallschutzes ist entweder eine Deckenbeschwerung erforderlich oder es kommen Holz-Beton-Verbunddecken mit einem höheren Eigengewicht zur Anwendung. Zu berücksichtigen sind weiter bei hohen Schallschutzanforderungen erforderliche Deckentrennfugen. Zur Unterbrechung der Schalllängsleitung erfolgt die Trennung und Auflagerung auf zwei getrennten Wänden (Doppelwand).

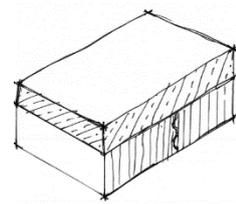
Tabelle 2: Übersicht Deckenkonstruktionen

**Holzbalkendecke**

- Einsatz bei leichten Decken und Dachdecken
- Einsatz bei geringen bis mittleren Schallschutz Anforderungen
- Deckenbeschwerung für Trittschallschutz erforderlich

**Kastendecke****Massivholzdecke  
Brettstapel- und  
Brettsperrholzdecken**

- Geringe Deckenstärke erforderlich
- Höhere Längs- und Quersteifigkeit; besseres Schwingungsverhalten
- Einsatz bei mittleren bis hohen Schall- und Brandschutzanforderungen

**Holz-Beton-  
Verbunddecken**

Ein Vorteil von Massivholzdecken aus Brettsperrholz ist die Möglichkeit des Querlastabtrages. So sind beispielsweise Deckendurchbrüche ohne zusätzliche Wechselhölzer möglich oder lassen sich «deckengleiche Unterzüge» ausbilden. Für Wandkonstruktionen kann dieser zweiachsige Lastabtrag zur Umsetzung von Stürzen genutzt werden. Neben dem feineren statischen Modell, welches sich je nach Beanspruchung von einfachen Stab-/Balkenmodellen über Trägerrostmodelle hin zu Finite-Element-Modellen entwickeln kann, sind bereits beim Entwerfen von Brettsperrholzkonstruktionen die materialspezifischen und fertigungstechnischen Randbedingungen zu berücksichtigen. Abgestimmt auf die maximal liefer- und bearbeitbaren Plattengrößen ist die Elementierung zu planen und die Elementstöße in dem statischen Modell zu integrieren.

**1.3. Bemessung**

Nachdem die Schnittgrößen am statischen System ermittelt sind, wird schliesslich mit der Bemessung und konstruktiven Durchbildung das statische System wieder materialisiert. Um die Schnittgrößen aufnehmen zu können, muss die Systemlinie durch einen Stab oder Balken mit ähnlicher Dicke und Breite ersetzt werden. Baustoffunabhängig sind ergänzend zur Bemessung der wesentlichen Tragwerksbestandteile an den massgebenden Stellen, sind auch Detailpunkte beispielsweise zur Lastein- und -ausleitung zu betrachten.

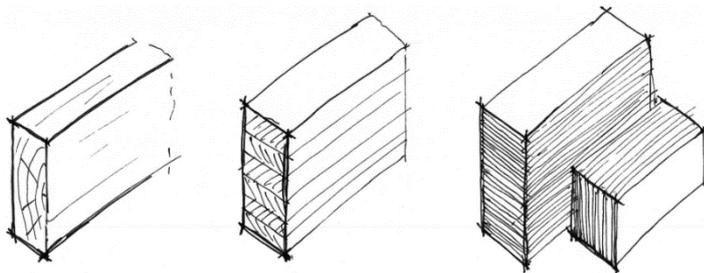


Abbildung 2: Materialübersicht

Für den Holzbau bedeutet dies, dass besonders sensibel auf Querzug und Querdruckbeanspruchungen geachtet werden muss. Insbesondere mit zunehmender Geschosshöhe und grösseren Spannweiten gewinnt dieser Aspekt an Bedeutung. Mit den heute im Holzbau zur Verfügung stehenden Materialien kann gezielt auf unterschiedliche Beanspruchungen reagiert werden. Brettschichtholz aus Laubholz, Brettsperrholz oder Furnierschichtholz sind Beispiele für Materialien die in ihren technischen Eigenschaften wesentlich leistungsfähiger sind als normales Vollholz.

## 1.4. Konstruktives Durchbilden

Neben der Wahl geeigneter Materialien ist das materialgerechte Konstruieren ein weiterer entscheidender Aspekt bei der Planung von Holzbautragwerken. Das konsequente und detaillierte Planen sowie konstruktive Durchbilden ist Grundvoraussetzung für die Planung eines robusten Holzbaus.

Allgemein besteht die Aufgabe beim Konstruieren darin, die Knotenbereiche sowie Auflager- und Krafteinleitungsbereiche so auszubilden, dass alle auf sie einwirkenden Kräfte dort ihren Ausgleich finden können.

Im Holzbau materialgerecht zu konstruieren bedeutet hoch querdruckbeanspruchte Konstruktionen zu vermeiden. Neben der verhältnismässig geringen Drucktragfähigkeit quer zur Faser sind solche Beanspruchungen immer auch mit Setzungen verbunden. Durch die heute für den Abbund und die Bearbeitung zur Verfügung stehenden technischen Anlagen können Anschlussdetails konstruiert werden welche diese Anforderung berücksichtigen.

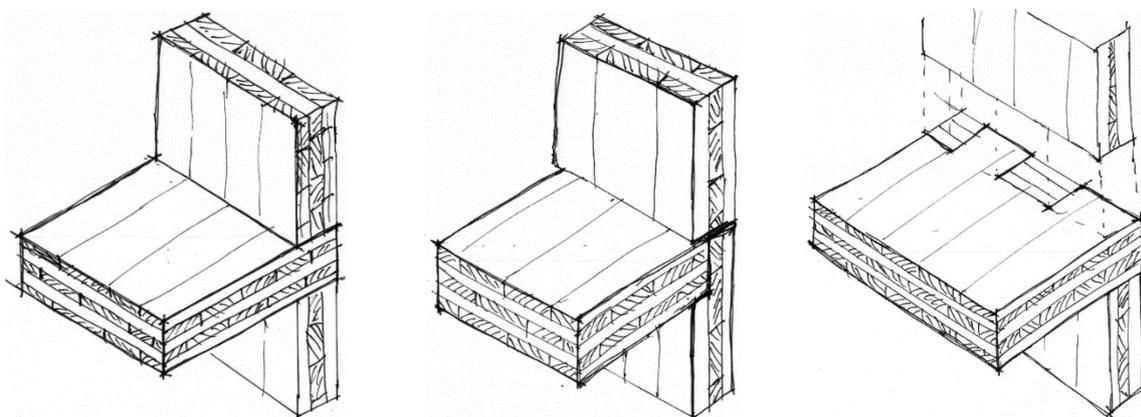


Abbildung 3: Materialgerechtes Konstruieren; Setzungs- und verformungsarm

Robuste Holztragwerke zu planen erfordert zum einen Setzungen zu begrenzen und zum anderen verformungsarme Knoten- und Verankerungspunkte zu konstruieren. Auch hierfür stehen im heutigen Holzbau weit mehr als nur auf Abscheren beanspruchte stiftförmige Verbindungsmittel zur Verfügung. Die Anwendung axial beanspruchter Verbindungsmittel ermöglicht die Übertragung hoher Anschlusskräfte bei gleichzeitig geringen Verformungen. Insbesondere mit selbstbohrenden Vollgewindeschrauben die in zahlreichen unterschiedlichen Durchmessern und Längen verfügbar sind, können heute leistungsfähige Knotenpunkte konstruiert werden.

## 2. Ausblick

Die Entwicklung im Bereich der Verbindungs- und Fügetechniken sind längst nicht abgeschlossen. Die Herstellung hybrider Bauteile als Kombination aus Holz, Holzwerkstoffen, Beton und Stahl durch Kleben wird möglich. Daher werden sich das Potenzial vergrössern und die Einsatzmöglichkeiten erweitern.

Holz kann mehr als nur im wirtschaftlichen Vergleich zu anderen Baustoffen bestehen und besitzt eine enorme Akzeptanz. Als ein wesentlicher Teil unserer Natur und als nachwachsender sowie umweltfreundlicher Rohstoff ist es vertraut und geschätzt. Für eine weitere Verbreitung und Weiterentwicklung muss der Holzbau seine Exklusivität überwinden und darf nicht das Spezialgebiet einiger (Architekten und) Ingenieure sein. Daher sollte er auch in der Ausbildung einen wichtigen Platz einnehmen. Die generelle Förderung des Entwurfsdeckens im Bauingenieurwesen; ein konstruktiv geprägter Entwurfsprozess und ein materialgerechtes Konstruieren führen auch zukünftig zu **guten** Holzbauten.

### 3. 10 Thesen für gute Holzbauten

(nach den 10 Thesen für gutes Design von Dieter Rams)

#### 1. Gute Holzbauten sind innovativ.

Die Möglichkeiten für Innovationen sind noch längst nicht ausgeschöpft. Die technologische Entwicklung im Holzbauwesen bietet immer wieder neue Ausgangspunkte für innovative Konzepte, die die Eigenschaften eines Holztragwerks optimieren. Innovationen im Bauwesen entstehen im Zusammenhang mit den Anforderungen aus den Projekten und sind niemals Selbstzweck. Innovation bedeutet immer ein abzuwägendes Risiko – aber ohne Innovation gibt es keine Entwicklung.

#### 2. Gute Holzbauten sind zweckmässig.

Bauwerke sind da, um bestimmte Funktionen zu erfüllen – Primärfunktionen (Bewohnen, Befahren, Begehen) ebenso wie ergänzende psychologische und ästhetische Funktionen (Weite, Raum, Gestalt, Einpassung). Gute Holzbauten optimieren ihre Funktionalität und lassen alles unberücksichtigt, was nicht diesem Ziel dient oder ihm gar entgegensteht.

#### 3. Gute Holzbauten sind ästhetisch.

Die ästhetische Qualität eines Bauwerkes ist integraler Aspekt der Akzeptanz seiner Benutzer. Denn Holzbauten, die man täglich benutzt, prägen das persönliche Umfeld und beeinflussen das Wohlbefinden. Unästhetische Bauten zerstören die natürliche Umwelt und die menschliche Seele.

#### 4. Gute Holzbauten zeigen ihr Tragverhalten.

Sie verdeutlichen klar die Struktur des Bauwerks. Mehr noch: Ein gutes Tragwerk kann das Bauwerk zum Sprechen bringen. Im besten Fall erklärt sich die Struktur des Bauwerkes dann selbst.

#### 5. Gute Holzbauten sind ehrlich.

Ein Bauwerk kann nicht innovativer, leistungsfähiger, wertvoller erscheinen, als es in Wirklichkeit ist. Es versucht nicht, durch schmückende Elemente die Umwelt zu manipulieren.

#### 6. Gute Holzbauten sind unaufdringlich.

Holzbauten, die einen Zweck erfüllen, sind weder dekorative Objekte noch Kunstwerke. Ihre Gestaltung sollte deshalb neutral und unabhängig vom Zeitgeist sein und dem Menschen Raum zur Selbstverwirklichung geben.

#### 7. Gute Holzbauten sind langlebig.

Holzbauten sind dauerhaft und müssen deshalb auch zukünftige Anforderungen erfüllen. Langlebige Bauwerkskonzepte vermeiden modisch zu sein und wirken deshalb nie antiquiert.

#### 8. Gute Holzbauten sind konsequent bis ins letzte Detail.

Nichts darf der Willkür oder dem Zufall überlassen werden. Gründlichkeit und Genauigkeit des Entwurfs und der Konstruktion sind letztlich Ausdruck des Respekts den Menschen und der Umwelt gegenüber.

#### 9. Gute Holzbauten sind umweltfreundlich.

Gute Holzbauten leisten einen wichtigen Beitrag zum Erhalt der Umwelt. Sie beziehen die Schonung der Ressourcen ebenso wie die Minimierung von physischer und visueller Beeinträchtigung der Umwelt sowohl während der Bauzeit als auch der Lebensdauer ein.

#### 10. Gute Holzbauten sind so wenig Bauten wie möglich.

Weniger Bau ist mehr.