

Systeme im Holzbau – Systematik, Einordnung, Ausführung

Systems in timber construction –
classification and execution

Les systèmes constructifs du bois –
nomenclature, organigramme,
mise en pratique

Ivan Brühwiler
Josef Kolb AG
Ingenieure & Planer
Holzbau und Brandschutz
CH-Romanshorn



Systeme im Holzbau – Systematik, Einordnung, Ausführung

1. Einleitung

Bauen ist – ob mit Holz oder mit anderen Baustoffen – eine komplexe Aufgabe, die nicht Einzelwissen, sondern das Erkennen von Zusammenhängen in einem Feld wechselnder Beziehungen zwischen verschiedenen Anforderungen verlangt. Bereits in der Entwurfsphase müssen Konzepte vorliegen, die dies berücksichtigen.

Dies gilt für das Projekt als Ganzes, für Situation und Ort, Funktion und Raum, für Konstruktion und Material. Stimmen die Konzepte im Entwurf, werden die späteren Projektphasen, aber auch die Ausführungsphasen vereinfacht. Abbildung 1 verdeutlicht die Wechselwirkungen zwischen dem gewählten Holzbausystem, der Ausbildung von Bau- und Tragstrukturen (einschliesslich Bauhülle, Bauteilen und Haustechnik) und der Form. [1]

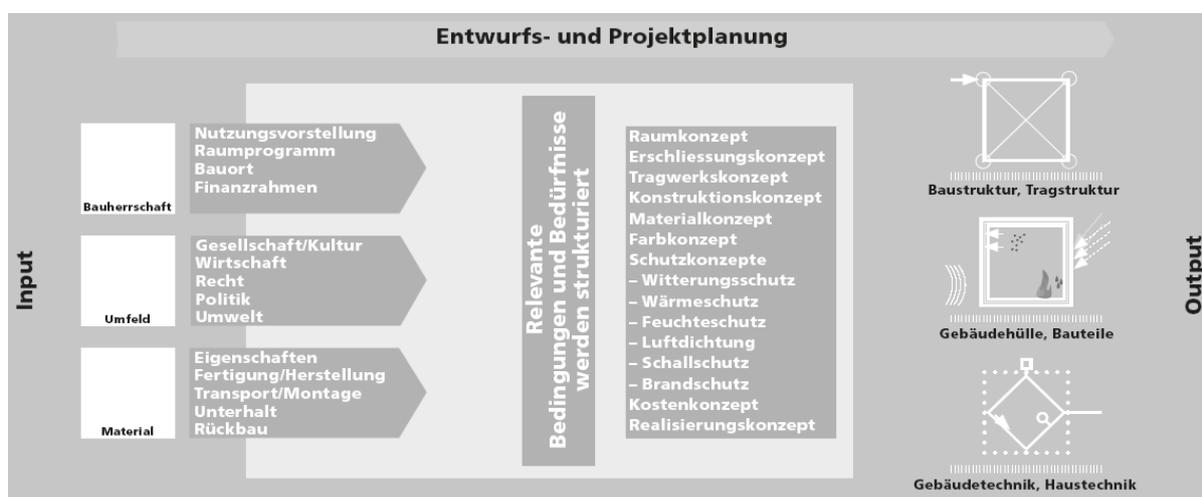


Abbildung 1: Informationen, Bedingungen und Abhängigkeiten, welche die bauliche Konzeption beeinflussen [1]

Entsprechend diesen Überlegungen bildet der Entwurf die massgebliche Grundlage für ein erfolgreiches Holzbauwerk. Bereits in dieser Phase muss das Holzbausystem ausgewählt werden, welches die Wahl des Tragsystems beeinflussen wird. Dazu kommen Fragen des Brandschutzes, Wärmeschutzes, Schallschutzes, Holzschutzes, der Luftdichtigkeit und Dauerhaftigkeit sowie des Unterhaltes, die ebenfalls systemgerecht zu beantworten sind. [1]

Aus der grossen Vielzahl an verschiedenen Bausystemen im Holzbau gilt es, das geeignetste Bausystem oder allenfalls eine Kombination von verschiedenen Systemen auszuwählen. Des Weiteren ist zu entscheiden, welche Fertigungsprozesse, Bauprinzipien sowie Fertigungsstufen für ein bestimmtes Bauvorhaben zur Anwendung gelangen sollen.

Die im Holzbau verwendeten Begrifflichkeiten für die unterschiedlichen Systeme, Prozesse und Prinzipien, wie sie aus Abbildung 2 hervorgehen, werden im Praxisalltag teilweise sehr unterschiedlich verwendet und teilweise auch willkürlich zugeordnet.

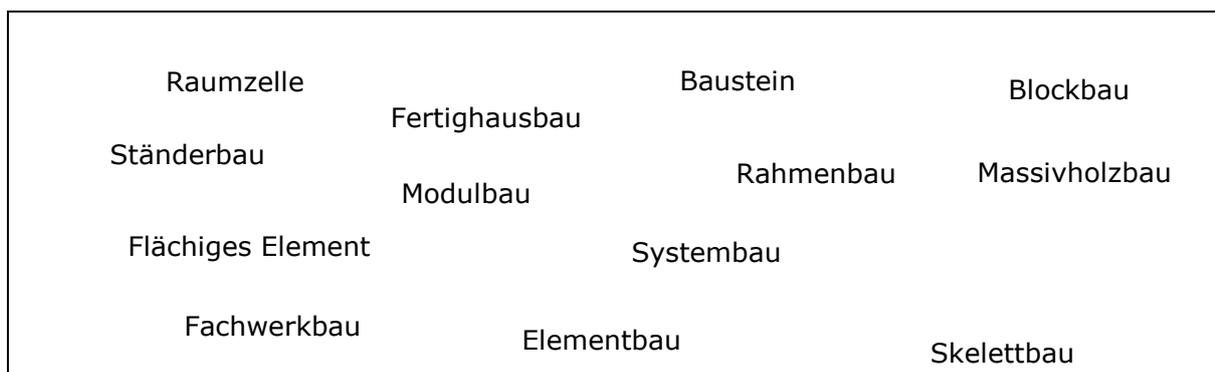


Abbildung 2: Gängige Begriffe für Bausysteme, Prozesse und Prinzipien im Holzbau

2. Systematik und Einordnung der Holzbausysteme

2.1. Einleitung

Aufgrund der Vielzahl an Systemen, Prozessen und Prinzipien sowie Fertigungsstufen im Holzbau scheint eine Einordnung nach folgenden Kriterien zielführend, welche in den nachfolgenden Kapiteln beschrieben werden [1]:

- Bausysteme des Holzbaus
- Fertigungsprozesse
- Bauprinzipien
- Fertigungsstufen

2.2. Bausysteme des Holzbaus

Im Holzbau sind in Bezug auf das Bausystem folgende gebräuchlichsten Grundtypen zu unterscheiden:

- Blockbau
- Fachwerkbau / Riegelbau
- Balloon-Frame, Platform-Frame
- Rahmenbau
- Skelettbau
- Massivholzbau

Gegenwärtig sind im Holzbau insbesondere die letzten drei Systeme von Bedeutung. Weiter gibt es produktbezogene Systeme, welche unter einem geschützten Markennamen vertrieben werden. Diese meist seriell hergestellten Bausysteme können, sofern der Massivholzanteil über 50 Prozent des eigentlichen Tragsystems ausmacht, dem Massivholzbau zugeordnet werden. [1]

Die oben erwähnten Gesamtsysteme lassen sich in Bezug auf Wände, Decken und Dächer in einzelne Bauteilsysteme gliedern. Diese Bauteilsysteme bilden entweder ein Gesamtsystem oder können – wie es heute im Sinne der Optimierung alltäglich ist – kombiniert werden. Sie sollten jedoch auch als Mischsystem einen Bezug zum Gesamtsystem haben. Beispielweise sind im Skelettbau solche Kombinationen alltäglich, in dem das stabförmige Tragwerk durch die unterschiedlichsten Bauteilsysteme ergänzt wird. Der Trend zeigt sich auch vermehrt in der Kombination von Holz- oder Holzwerkstoffen mit anderen Werkstoffen (Hybridkonstruktionen oder -bauten). Auf die einzelnen, in ausgeprägter Anzahl vorhandener Bauteilsysteme soll an dieser Stelle nicht weiter eingegangen werden.

2.3. Fertigungsprozesse, bezogen auf die Bausysteme

Bei allen Holz-Bausystemen wird eine, wenn auch zum Teil bescheidene Vorfertigung betrieben (vgl. Abbildung 3). In Bezug auf die möglichst weitgehende Fertigung im Werk stehen drei Grundsysteme des Holzbaus im Vordergrund: der Rahmenbau, der Massivholzbau und bei grösseren Bauwerken der Skelettbau.

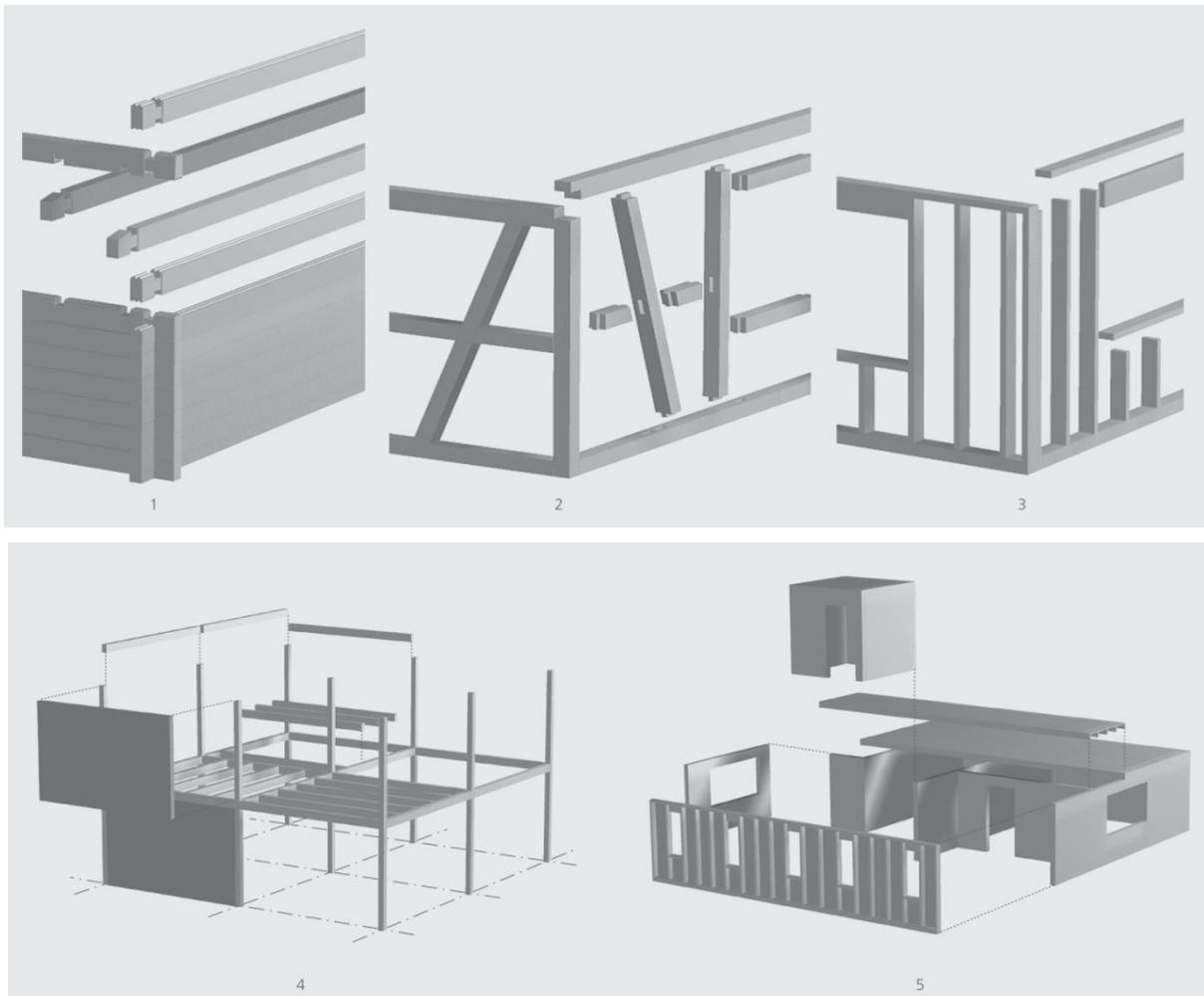


Abbildung 3: Fertigungstiefe im Vergleich der einzelnen Holz-Bausysteme (1 Blockbau, 2 Fachwerkbau, 3 Ständerbau (Balloon-Frame, Platform-Frame), 4 Skelettbau, 5 Rahmenbau) [1]

2.4. Bauprinzipien

Während in der Praxis die Zuordnung bzw. Bezeichnung der Holz-Bausysteme und Fertigungsprozesse gem. vorherigen Kapiteln meist einheitlich ist, gibt es in Bezug auf die Benennung der Bauprinzipien eher Abweichungen. Unter dem Begriff «Modulbau» werden in der Holzbranche häufig ausschliesslich «Raumsysteme» oder «Raumzellen» verstanden, während die Bezeichnung «Systembau» häufig für den flächigen Holz-Rahmenbau verwendet wird. Dazu nachfolgend die Bedeutung der Begriffe «Modularität» und «Systembau»:

Modularität

- Aufteilung eines Ganzen in Teile (Module, Komponenten, Bauelemente, Bausteine)
- Baustein- oder Baukastenprinzip
- klare Schnittstellen
- Austauschbarkeit / Erweiterung der einzelnen Module
- Gegenteil: monolithisch (griech. «der Einstein»)
- Typische Beispiele aus anderen Branchen: Lego, Möbelsystem USM Haller usw.

Systembau

- Bauprinzip aus vorgefertigten Modulen oder Bauelementen
- Vorfertigung im Werk
- Montage am Bau

Demnach werden unter dem Begriff «Modulbau» – entgegen der häufigen Meinung in der Praxis – nicht nur Raumsysteme bzw. Raumzellen verstanden, er bezeichnet auch Bauten aus einzelnen Bausteinen, Kleinmodulen oder flächigen Elementen. Der Begriff «Systembau» umfasst nicht ein bestimmtes Bausystem, sondern ist charakterisiert

durch eine Vorfertigung, über welche die meisten Systeme im Holzbau verfügen. Abbildung 4 zeigt den Zusammenhang und die Einordnung der Bauprinzipien.

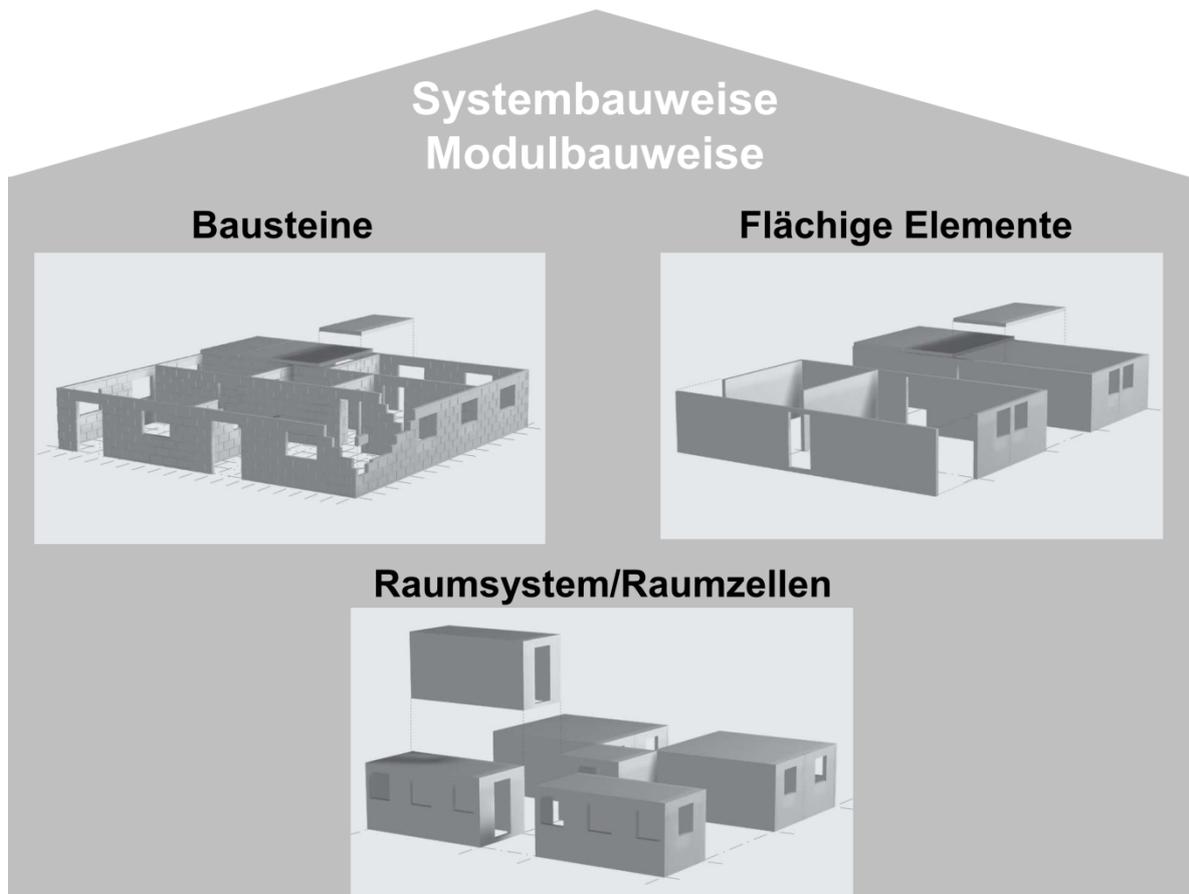


Abbildung 4: Zusammenhang und Einordnung Bauprinzipien

Je nach gewähltem Bauprinzip ergeben sich unterschiedliche Abhängigkeiten und Einflüsse, was aus Abbildung 5 hervorgeht.

Abhängigkeiten der Bauprinzipien			Bausteine		Flächige Elemente		Raumsystem/ Raumzellen	
			-	+	-	+	-	+
Raster	- abhängig	unabhängig +	■	■	■	■	■	■
Planung	- intensiv	einfach +	■	■	■	■	■	■
Gestaltungsfreiheit	- klein	gross +	■	■	■	■	■	■
Serienproduktion	- beschränkt	möglich +	■	■	■	■	■	■
Spezialisierung Hersteller	- gross	klein +	■	■	■	■	■	■
Spezialisierung Montage	- gross	klein +	■	■	■	■	■	■
Produktionszeit	- lang	kurz +	■	■	■	■	■	■
Montagezeit	- lang	kurz +	■	■	■	■	■	■
Transport	- aufwändig	einfach +	■	■	■	■	■	■
Kranarbeiten	- aufwändig	einfach +	■	■	■	■	■	■

Abbildung 5: Abhängigkeiten der Bauprinzipien ([1], modifiziert)

2.5. Fertigungsstufen, bezogen auf die Bauteile

Bei Holzbauteilen sind je nach Bauablauf und verfügbarer Technologie unterschiedliche Fertigungs- oder Vorfertigungsstufen möglich. Abbildung 6 zeigt verschiedene Fertigungsstufen bei flächigen Elementen. Die erste Vorfertigungsstufe beginnt damit, dass Teile des Tragwerkes und mindestens eine flächige Schicht zu einem flächigen Bauteil vormontiert und in Höhe und Breite formatiert und die Öffnungen für Türen und Fenster passgenau vorbereitet sind (Fertigungsstufe 2 in Abbildung 6). Eine hohe Vorfertigungs-

stufe wird erreicht, wenn auch der Fassadenaufbau und die Fassadenbekleidung im Werk erfolgt und allenfalls auch die innere Wandbekleidung bereits montiert ist (Fertigungsstufe 5 in Abbildung 6). Einzelne Hersteller gehen heute so weit, dass sie auch die Oberflächenbehandlung im Werk durchführen, was einen einwandfreien Schutz der Bauteile bei Transport, Montage und bis zur Übergabe des Werkes an die Bauherrschaft bedingt.

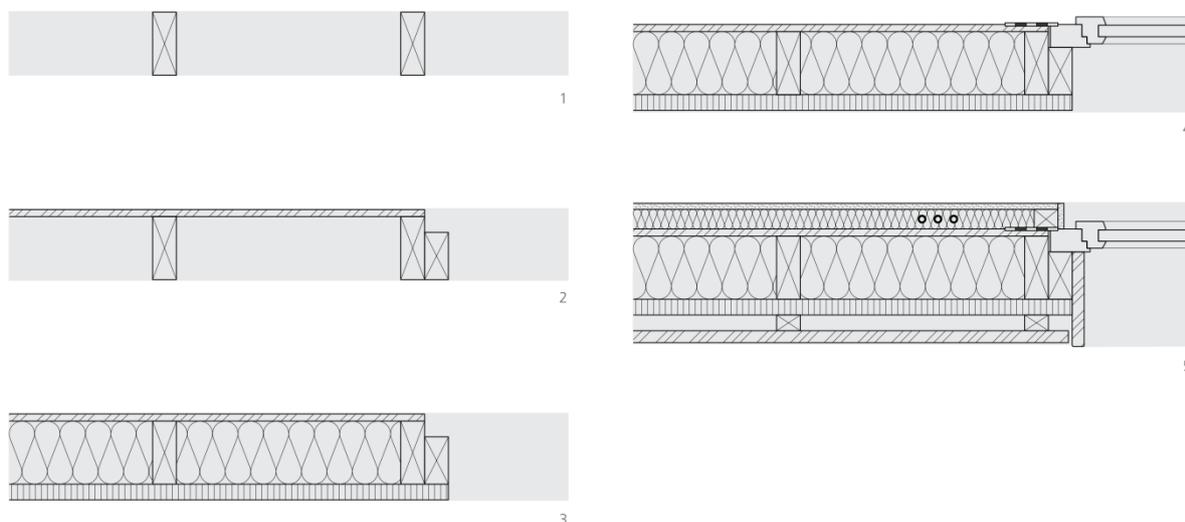


Abbildung 6: Unterschiedliche Fertigungsstufen von Holzbauteilen [1]

3. Ausführung der Holzbausysteme

3.1. Bausysteme und Fertigung

Im modernen Holzbau sind im Geschossbau vorwiegend der Rahmenbau, Skelettbau sowie der Massivholzbau von Bedeutung. Diese Systeme lassen einen hohen Vorfertigungsgrad zu und ermöglichen, wirtschaftliche Gebäude in Holzbauweise zu erstellen. Die Holzbauunternehmen haben in den letzten Jahren grosse Produktionskapazitäten aufgebaut. Dies nicht nur für die Produktion von flächigen Elementen, sondern auch für eine serienmässige Fertigung von Raumzellen.

Eine wichtige Voraussetzung für wirtschaftliches Bauen im Holzbau ist Serienfertigung. Serienfertigung und individuelle Gestaltung scheinen jedoch unvereinbare Gegensätze zu sein. So steht auf den ersten Blick die Serienfertigung mit kurzen Bauzeiten und tiefen Baukosten im Gegensatz zum Wunsch nach individueller Gestaltung, denn die Serienfertigung von vorgegebenen Grundrisstypen, also ganzen Raumzellen, kann wohl kaum individuelle Baulösungen ergeben. Serienfertigung fordert demnach eine eingeschränkte Individualität und lässt weniger Selbstverwirklichung zu.

In der Praxis zeigt sich, dass Serienfertigung insbesondere im Bereich von produktbezogenen Systemen sowie bei Raumzellen für den temporären Einsatz (z.B. Schul- oder Bürobauten) möglich ist. Zudem ist ein Einsatzgebiet im Bereich von modular aufgebauten, grösseren Hotelanlagen zu finden, bei welchen durch den grossen Wiederholungseffekt die hohen Entwicklungskosten von Raumzellen kompensiert werden können (Skaleneffekt).

Auf Grund der individuellen Gestaltungs- und Bauwünsche seitens Bauherrschaft und Architektur wird eine Serienfertigung in den übrigen Bereichen auch künftig schwierig bleiben.

Daneben zeigt sich die Holzbaubranche stark in der Erstellung von Sonderlösungen und -bauten sowie der Forschung und Entwicklung von neuen Produkten und Systemen. Beispielsweise ist es durch den Einsatz von Laubholz in unterschiedlichen Variationen möglich, filigrane und hochleistungsfähige Strukturen zu erstellen, welche vor einiger Zeit undenkbar waren.

3.2. System-, Material- und Bauprinzipkombinationen

Häufig werden Holzbauten nicht durchgängig mit dem gleichen Bausystem ausgeführt, sondern eine Kombination der Systeme. Dabei werden beispielsweise Wände in Holz-

rahmenbauweise und Decken in Massivholzbauweise oder Holz-Beton-Verbundbauweise erstellt.

Ein Trend im Holzbau zeigt sich auch in der Kombination von verschiedenen Materialien (Hybridkonstruktionen und -bauten). Die Kombination erfolgt dabei sowohl innerhalb von Bauteilen (z.B. Holz-Beton-Verbunddecken) als auch innerhalb des Bauwerkes (z.B. Skelettbauten in Stahlbeton mit Aussenwandelementen in Holzbauweise). Dabei lassen sich die Vorzüge der einzelnen Materialien optimal und gezielt ausnutzen. Beim nachfolgend dargestellten Hybridbau-Beispiel des Studentenwohnheims der ETH Zürich (vgl. Abbildung 7) wurden Aussenwände in Holzbauweise parallel zum Stahlbetonbau hochgezogen. Diese Vorgehensweise brachte den Vorteil, dass infolge der anspruchsvollen Fassadengeometrie kein Rück- und Wiederaufbau des Fassadengerüsts erforderlich war sowie die Aussenwandelemente direkt als Abschaltung der Stahlbetondecken dienen. Bedingung war jedoch ein einwandfreier Witterungsschutz der Holzelemente.

Bezüglich Bauprinzip kann die Kombination von unterschiedlichen Prinzipien innerhalb eines Bauwerkes sinnvoll sein. Dies kann anhand des Beispiels Hotel Säntispark in Abtwil gezeigt werden, bei dem die Nasszellen auf Grund des hohen Installationsgrades und Wiederholungsfaktors als vorgefertigte Raumzellen im Werk gefertigt und anschliessend am Bau montiert wurden. Das restliche Gebäude wurde – bis auf die massiven Erschliessungskerne – als flächige Elemente in der Werkstatt vorgefertigt und auch als solche auf Baustelle zusammengefügt (vgl. Abbildung 8).

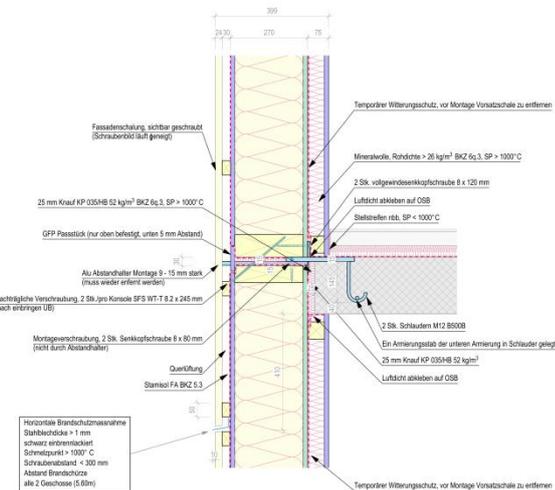


Abbildung 7: Hybridbau mit nicht tragenden Aussenwandelementen in Holzbauweise; Aussenwände in Holzbauweise parallel zum Stahlbetonbau hochgezogen [2]



Abbildung 8: Kombination von Raumzellen mit flächigen Elementen [3]

4. Fazit

Holzbauten sind auf Grund der Vielzahl an Systemen, Prozessen und Prinzipien sowie Fertigungsstufen nicht einfach einzuordnen bzw. zu bezeichnen. Die Einordnung kann systematisch anhand von vier Kriterien erfolgen: Bausysteme, Fertigungsprozesse, Bauprinzipien und Fertigungsstufen. Während die Zuordnung der Bausysteme und Fertigungsprozesse meist einheitlich gehandhabt wird, ergeben sich bezüglich Bauprinzipien grössere Abweichungen. Es zeigt sich, dass insbesondere die Bezeichnungen «Modulbau» und «Systembau» teilweise sehr unterschiedlich und auch willkürlich verwendet werden.

Eine klare Zuordnung der letztgenannten Begriffe ist nicht möglich, da es sich um übergeordnete Begriffe für mehrere Prinzipien handelt. Es wird vorgeschlagen, die Holzbauten in Bezug auf die Bauprinzipien nicht anhand dieser beiden Überbegriffe einzuordnen, sondern die klarer definierten Bezeichnungen wie «flächige Elemente» oder «Raumsystem/ Raumzellen» zu verwenden.

Unabhängig der Begriffsdefinitionen fällt die grosse Anzahl an verschiedenen Bausystemen auf, welche derzeit zur Anwendung gelangen. Im Sinne von wirtschaftlichen Holzbaulösungen und der Konkurrenzfähigkeit gegenüber anderen Bauweisen ist fraglich, ob dies künftig zielführend ist. Der Ansatz liegt eher in standardisierten Konstruktionsaufbauten und -details, mit welchen eine grosse Anzahl der Holzbauten im Geschossbau flexibel und wirtschaftlich erstellt werden kann. Damit ist es nicht nötig, jedes Gebäude als Prototyp zu entwerfen, denn die standardisierten Konstruktions- und Ausführungsdetails bringen Kosten- und Qualitätsvorteile. Nach wie vor muss aber die Innovation und Entwicklung von standardisierten Bauteillösungen intensiv weiter getrieben werden und auch die Umsetzung von Sonderbauten soll einen hohen Stellenwert haben, da hierin ebenfalls grosse Stärken des Holzbaus liegen.

5. Literatur und Quellenverzeichnis

- [1] Kolb, J, 2012: Holzbau mit System, Dritte, aktualisierte Auflage, Birkhäuser Verlag, Basel
- [2] Wohnsiedlung für Studierende ETH, CH-Hönggerberg (2015); Architekt: Stücheli Architekten, Zürich; Holzbauunternehmung: Implenia Schweiz AG, Rümlang
- [3] Erweiterung Hotel Säntispark, CH-Abtwil (2014); Architekt: Carlos Martinez Architekten AG SWB SIA, Berneck; Holzbauunternehmung: Blumer-Lehmann AG, Gossau