

Aussenwandkonstruktionen in Holz – Ein Erfahrungsbericht

Ivan Brühwiler
B3 Kolb AG, Romanshorn

1 EINLEITUNG

Das Bauteil «Aussenwand» als Teil der Gebäudehülle ist wohl eines der Bauteile mit den vielfältigsten Einflüssen und Anforderungen. Dies führt zu vielen Schnittstellen zwischen verschiedenen beteiligten Parteien, die es zu koordinieren gilt, damit optimale und wirtschaftliche Aussenwandkonstruktionen entworfen und realisiert werden können.

Die Praxis zeigt, dass die Auslegung und Beurteilung von Aussenwandkonstruktionen stark von den beteiligten Parteien abhängig ist, obwohl die Anforderungen dieselben sind. Hier ist künftig eine einheitlichere Beurteilung und Auslegung bzw. eine gewisse Standardisierung in der Praxis anzustreben.

Nachfolgend werden die Anforderungen an Aussenwandkonstruktionen aufgezeigt. Es erfolgt eine Einordnung und Bewertung in die Bau- und Bauteilsysteme sowie die Bauteilgliederung, ergänzt mit erläuternden Beispielen. Abschliessend werden die aktuellen Herausforderungen aus Sicht des Verfassers aufgezeigt und daraus ein Fazit gezogen.

2 ANFORDERUNGEN

Der Entwurf einer Aussenwandkonstruktion ist eine komplexe Aufgabe, welche nicht Einzelwissen, sondern das Erkennen von Zusammenhängen in einem Feld wechselnder Beziehungen zwischen verschiedenen Anforderungen verlangt (Abb. 1). Bereits in der Entwurfsphase gilt es ein Konstruktionskonzept zu entwickeln, welches die verschiedenen Anforderungen optimal erfüllt.



Abb. 1: Anforderungen an Aussenwandkonstruktionen ([1] modifiziert)

3 BAU- UND BAUTEILSYSTEME

3.1 Bausysteme

Für die gegenwärtig verwendeten Bausysteme im Holzbau wie Rahmenbau, Skelettbau, Massivholzbau und Raummodulbau stehen unterschiedliche Bauteilsysteme der Aussenwandkonstruktion zur Auswahl. In der Praxis werden die Bausysteme häufig so kombiniert, dass die Anforderungen an die Bauteile mit den spezifischen Eigenschaften des jeweiligen Bauteilsystems optimal erfüllt werden können.

Ergänzend zu den reinen Holzbausystemen ist in Bezug auf die Aussenwandkonstruktionen die Hybridbauweise von Bedeutung. Dabei werden unter Hybridbauten Gebäude in Massivbauweise mit Decken aus Stahlbeton verstanden, welche durch eine Gebäudehülle in Holzbauweise ergänzt werden. Sowohl bei reinen Holzbauten als auch bei Hybridbauten können die Aussenwände tragend oder nicht tragend ausgebildet werden, wobei tragende Aussenwände bei Hybridbauten eher von untergeordneter Bedeutung sind (Abb. 2).



Abb. 2: Einordnung Aussenwandkonstruktionen nach Bausystemen

Durch den Einsatz von Aussenwandkonstruktionen bei Hybridbauten ergab sich die Möglichkeit, Holzbauteile auch bei Gebäuden zu verwenden, für welche gemäss früheren Brandschutzvorschriften keine Holzanwendung bei tragenden und brandabschnittsbildenden Bauteilen möglich war. Damit konnte der Holzbau durch die energetischen und ökologischen Vorteile von Aussenwänden in Holzbauweise Einzug in weitere Gebäudetypologien finden und das Holzbauvolumen vergrössert werden. Dieses Bausystem wurde und wird in unterschiedlichen Ausprägungen umgesetzt, z.B. in Bezug auf den Bauablauf (Aussenwände nachträglich oder vorgängig montiert) oder der Art der Elementierung und Auflagerung (Elemente geschosshoch oder über mehrere Geschosse durchlaufend). Abb. 3 zeigt ein Beispiel einer vorgängig montierten, nicht tragenden Aussenwandkonstruktion, welche als seitliche Abschalung für die Ortbetondecke genutzt wurde. Die Entwicklung dieser Vorgehensweise erfolgte aufgrund einer anspruchsvollen Fassadengeometrie, bei welcher eine nachträgliche Montage den Rückbau und Wiederaufbau des Fassadengerüsts zur Folge gehabt hätte. Aufgrund der langen freien Bewitterung ist ein erhöhter Aufwand für den Elementschutz erforderlich, weshalb sich dieser Bauablauf für standardmässige Fassaden nicht durchsetzen konnte.



Abb. 3: Vorgängig montierte, nicht tragende Aussenwandkonstruktion (anspruchsvolle Fassadengeometrie)

Eher nachteilig wirkt sich die Hybridbauweise in Bezug auf Toleranzen, den Bauablauf sowie die vielen Anschlüsse infolge zweier verschiedener Bauweisen aus. Mit den heutigen Anwendungsmöglichkeiten des Holzbau über fast alle Nutzungen und Gebäudegeometrien hinweg hat dieses Bausystem an Attraktivität verloren und wird aus Sicht des Verfassers in Frage gestellt.

3.2 Bauteilsysteme

Für den heutigen Holzbau sind für Aussenwandkonstruktionen die Bauteilsysteme «Beplankte Systeme» und «Massivholzsysteme» von Bedeutung (Abb. 4). Beide Systeme werden in der Praxis in einer grossen Vielfalt an Aufbauten umgesetzt.

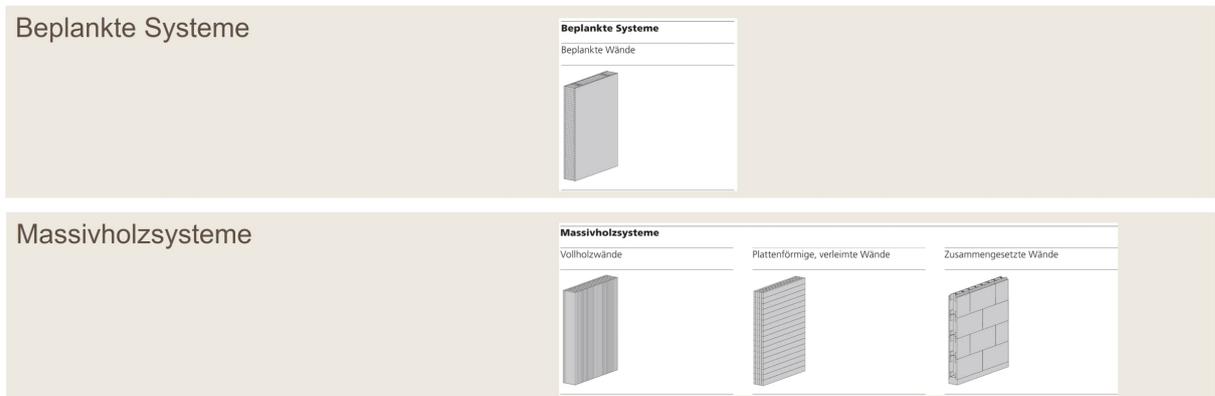


Abb. 4: Einordnung Aussenwandkonstruktionen nach Bauteilsystemen [2]

Für Aussenwandkonstruktionen findet die Holzrahmenbauweise in der Schweiz mit Abstand die breiteste Anwendung, gefolgt von der Brettsperrholzbauweise. Vollholzwände und zusammengesetzte Wände bzw. produktspezifische Wände sind gemessen am gesamten Holzbauvolumen eher von untergeordneter Bedeutung. Die beiden Systeme weisen unterschiedliche Eigenschaften auf, deren Vor- und Nachteile in Abb. 5 beschrieben sind.

	Vorteile	Nachteile
Beplankte Systeme (Holzrahmenbauweise)	<ul style="list-style-type: none"> Mit einer Wandstärke kann optimal auf unterschiedliche Anforderungen reagiert werden Optimierter/minimierter Holzeinsatz Variantevielfalt bez. Dämmung, Beplankung, Aufbau Wertschöpfung Holzbaubetrieb 	<ul style="list-style-type: none"> Systemtrennung/Rückbaubarkeit
Massivholzsysteme (Brettspertholz)	<ul style="list-style-type: none"> Einfaches System, Philosophie wie bei Massivbau möglich (Tragwerk/aussenliegende Dämmung) Systemtrennung/Rückbaubarkeit 	<ul style="list-style-type: none"> Viel Materialeinsatz (Auslegung auf massgebendes Element) Wenig Wertschöpfung im Holzbaubetrieb Tendenziell mehr Bauarbeit

Abb. 5: Vor- und Nachteile von Aussenwandkonstruktionen in Holzrahmen- und Brettspertholzbauweise

Bei der Holzrahmenbauweise haben sich im Laufe der Zeit bewährte Aufbauten und Anschlussdetails herauskristallisiert. Optimal und wirtschaftlich sind Aufbauten mit nur einer äusseren Beplankung, welche in Abhängigkeit des Brandschutzes als brennbare oder nicht brennbare Schicht ausgeführt wird. Als innere Beplankung wird häufig eine Gipsplatte als Luftdichtungsschicht verwendet, auf welche eine weitere Beplankung aufgebracht wird. Sofern viele Installationen in den Aussenwänden erforderlich sind, empfiehlt sich eine zusätzliche Installationsebene. Im Bereich der Geschossdecken haben sich bei Holzbauten mit mehr als drei oder vier Geschossen ausgeklinkte Ständer in Kombination mit Vollholz- oder Furnierschichtholzeinbindern bewährt, um einen Lastabtrag über Stirnholz zu ermöglichen (Querdruck, Setzungen). Abb. 6 zeigt zwei mögliche Beispiele von Aussenwandaufbauten und Anschlussdetails.

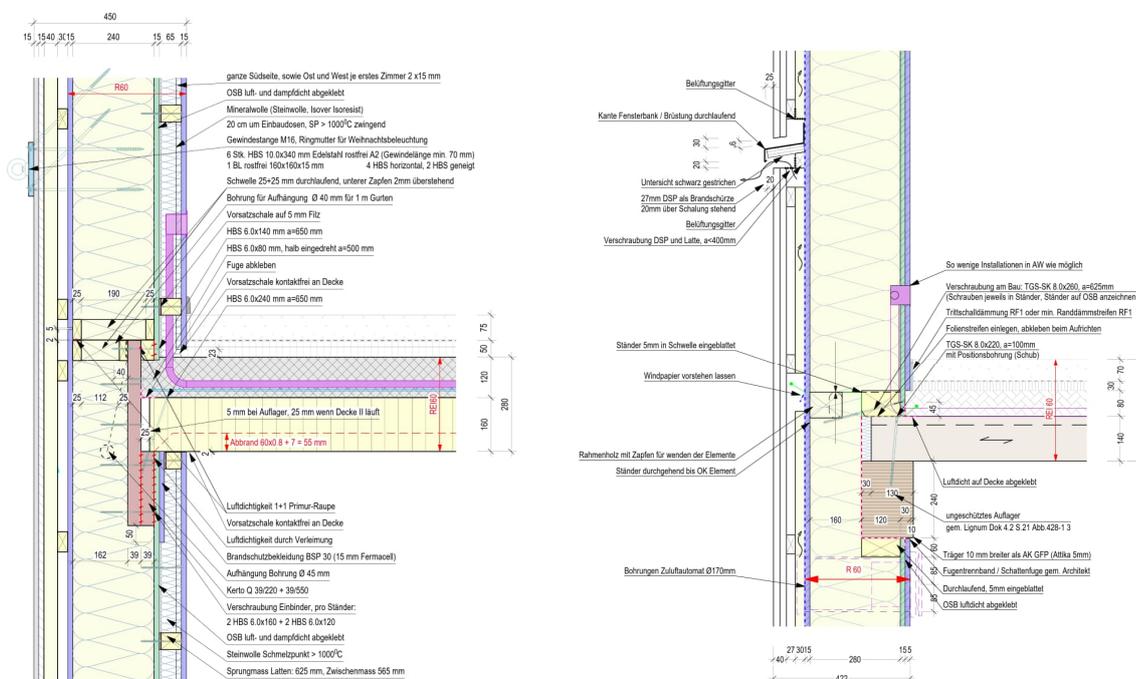


Abb. 6: Aussenwandaufbauten und Anschlussdetails Holzrahmenbauweise (links: mit Vorsatzschale, Furnierschichtholzeinbinder; rechts: ohne Vorsatzschale, Brettschichtholzeinbinder)

Bei der Brettsperrholzbauweise wird die Dämmebene häufig aussen aufgebracht, innen bleiben die Platten sichtbar oder es wird eine Bekleidung montiert, allenfalls mit zusätzlicher Installationsebene. Die Luftdichtigkeit wird durch die Brettsperrholzplatten selbst oder über eine zusätzliche Folie gewährleistet. Die Geschossdecken liegen direkt auf den Wänden auf oder auf Ausklinkungen, um bei mehrgeschossigen Bauten die Lasten über Stirnholz übertragen zu können (Querdruck, Setzungen).

Durch die Vielfalt an Möglichkeiten von verschiedenen Bauteilsystemen und Konstruktionsaufbauten ist es nicht unüblich, dass im Holzbau anforderungsspezifisch Spezialsysteme entwickelt werden. Das Beispiel in Abb. 7 zeigt eine Kombination eines Holzrahmenbaus mit einer dünnen Brettsperrholzplatte. Hintergrund für diese Entwicklung war die Idee, das Aussenwandsystem mit den horizontalen Elementen (Brüstungen) und schmalen vertikalen Elementen zwischen den Fenstern zur Abtragung von Horizontallasten (Wind/Erdbeden) als Vierendeelsystem auszubilden. Damit konnte eine gleichmässige Lastenleitung auf den Bestand erreicht werden.

Ein weiteres Beispiel einer Kombination von modifizierter Holzrahmenbauweise und Brettsperrholzbauweise geht aus Abb. 8 hervor. Der Wunsch nach einer sehr gut gedämmten Gebäudehülle aus Stroh forderte die Entwicklung dieses Systems. Durch die innenliegende Brettsperrholzplatte werden die Lasten der viergeschossigen Gebäude setzungsfrei abgetragen. Die Rahmenkonstruktion aus dünnen Brettsperrholzplatten bildet die Gefache für die Strohdämmung bzw. den Elementabschluss und dient der Stabilisierung der tragenden Platten.

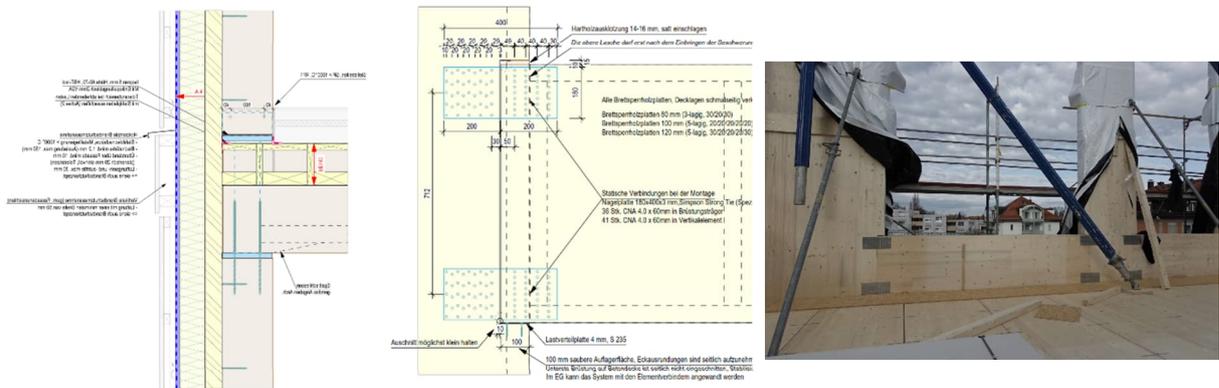


Abb. 7: Aussenwandkonstruktion als Kombination von Holzrahmen- und Brettsperrholzbauweise (Vierendeelsystem)

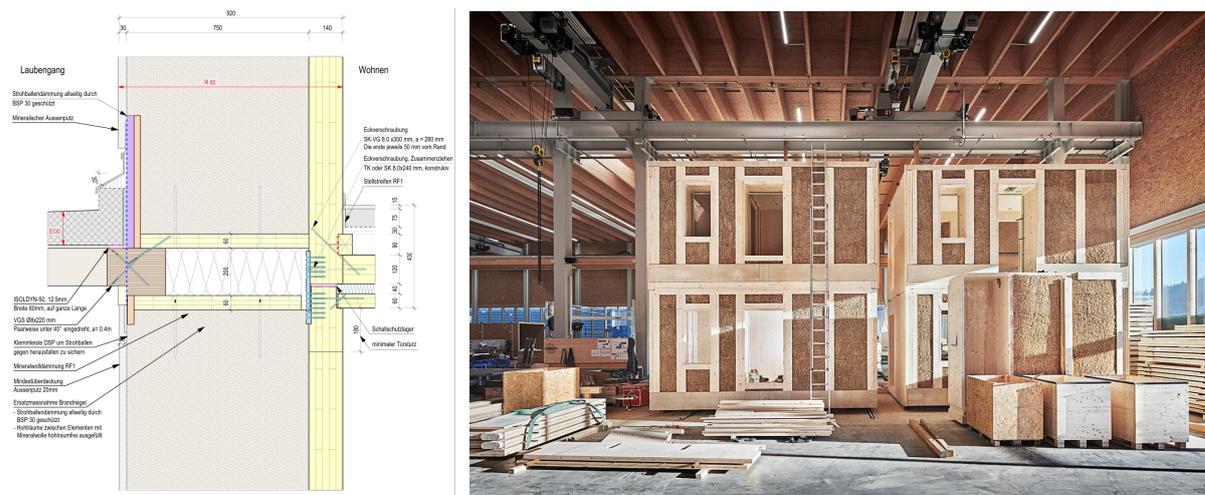


Abb. 8: Aussenwandkonstruktion als Kombination von Holzrahmen- und Brettsperrholzbauweise (Strohdämmung)

3.3 Bauprinzipien und Fertigungsstufen

In Bezug auf die Bauprinzipien lassen sich Aussenwandkonstruktionen in Holz in folgende vier Bereiche einordnen [2]:

- Kleinmodule im Rastermass
- Elemente im Rastermass
- Elemente im Raum- oder Grundrissmass
- Raumsysteme

In der Praxis zeigt sich eine klare Tendenz hin zu Elementen im Raum- oder Grundrissmass sowie zu Raumsystemen. Kleinmodule oder Elemente im Rastermass sind im modernen Holzbau eher von untergeordneter Bedeutung. Hinsichtlich Fertigungsstufen wird bei flächigen Aussenwandelementen häufig das Tragwerk/Holzsystembau inklusive der Fenster im Werk vorgefertigt. Eine werksseitige Montage der inneren und äusseren Bekleidung hängt von objektspezifischen Gegebenheiten ab und ist fallweise zu entscheiden. Bei Raumsystemen ist mindestens die innere Bekleidung meist werksseitig montiert.

3.4 Bauteilgliederung/Schichten

Bauteilaufbauten in Holzbauweise charakterisieren sich durch ihre Mehrschichtigkeit. Entsprechend ist es in Abhängigkeit der Planungsphase sinnvoll, das Bauteil Aussenwand in einer frühen Planungsphase in die Schichttypen «Tragwerk/Holzsystembau», «Innere Bekleidung» und «Äussere Bekleidung» einzuordnen (Abb. 9). Mit zunehmender Planungstiefe werden die einzelnen Schichttypen detailliert und spezifischen Schichten zugeordnet. Diese Vorgehensweise hat sich sowohl für die phasengerechte Bearbeitung/Modellbildung, die Verantwortlichkeitsregelung zu den Leistungsbereichen eines Holzbauingenieurs (Abb. 10) wie auch der Gliederung in der Holzbausubmission bewährt.

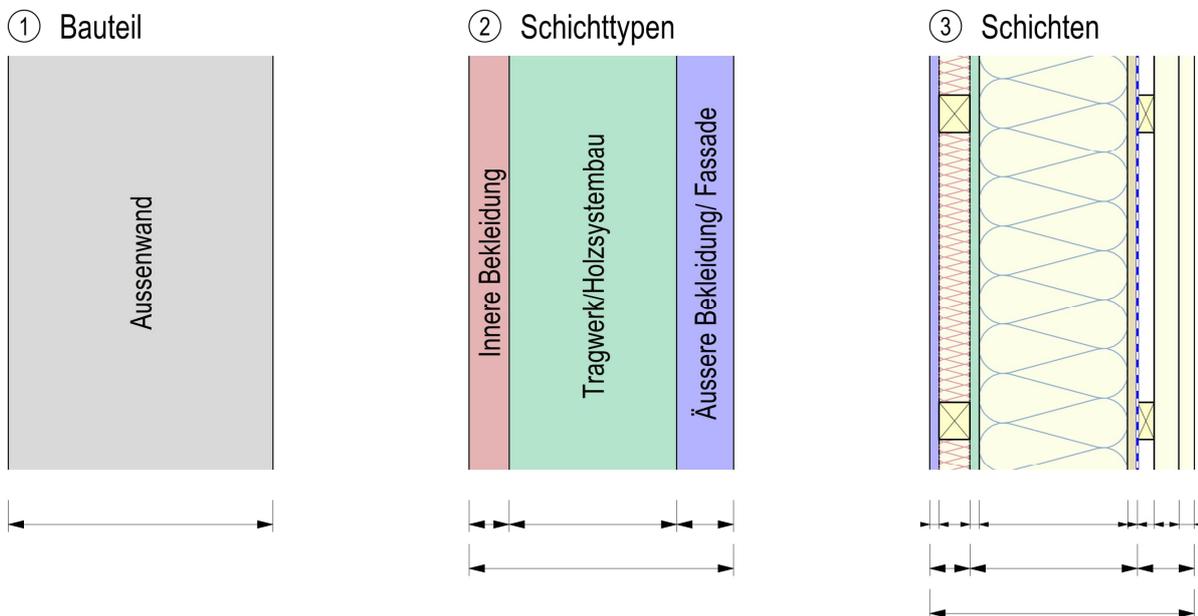


Abb. 9: Schichtenmodell Aussenwandkonstruktion [1]

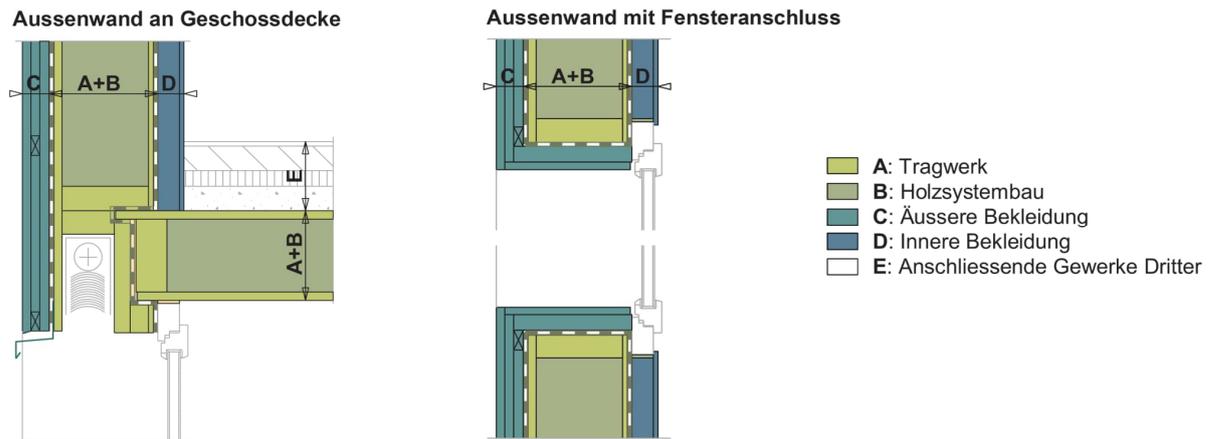


Abb. 10: Einteilung Aussenwand gemäss Leistungsbereiche des Holzbauingenieurs [3]

4 HERAUSFORDERUNGEN

In der Praxis lässt sich feststellen, dass Aussenwandkonstruktionen hinsichtlich Bauphysik sehr unterschiedlich beurteilt werden. Häufig werden in einer frühen Planungsphase unter Nennung unterschiedlicher Beweggründe vielschichtige Bauteile gefordert. Auch gegenüber dem Massivbau mit seiner naturgemäss höheren Masse sind deutlich hochwertigere und damit aufwendigere Detailausbildungen nicht unüblich. Dies treibt die Kosten von Holzbauten in die Höhe und führt nach einer ersten Kostenermittlung zu unnötigen Optimierungsschlaufen. Nach Ansicht des Verfassers resultiert dies aus Unsicherheiten oder mangelnder Erfahrung bei den beteiligten Bauphysikern, insbesondere in den Bereichen des sommerlichen Wärmeschutzes sowie dem Schallschutz. Die Kosten von Aussenwänden aus Holz müssen zudem stets aus übergeordneter Sicht beurteilt werden. So werden reduzierte Kosten bei Folgegewerken wie Elektroinstallateur, Storen- und Fensterbauer häufig nicht eingerechnet oder auch noch gar nicht von den beteiligten Unternehmen als Effizienzgewinn kalkuliert.

Eine weitere Thematik stellt die zeitliche Koordination zwischen verschiedenen beteiligten Gewerken dar. Beispielsweise ist darauf zu achten, dass die Definition/Vergabe der Fenster, welche optimalerweise im Werk eingebaut werden, rechtzeitig erfolgt. Dies stellt sicher, dass die Fensterdetails rechtzeitig geplant und im Werk eingebaut werden können. Damit kann eine höhere Prozess- und Kostensicherheit sowie Qualität erreicht werden.

5 FAZIT

Für wirtschaftliche Aussenwandkonstruktionen ist die Schichtenanzahl möglichst gering zu halten: «so viel wie nötig, so wenig wie möglich». Mit den heutigen hochgedämmten Aussenwandkonstruktionen ist fraglich, ob durch die Erhöhung der Schichtenanzahl (z.B. zusätzliche Dämmschicht aussen, Überdämmung von Ständern/Fensterrahmen) das Kosten-Nutzen-Verhältnis gegeben ist.

An Bedeutung gewinnt künftig die Nachhaltigkeitsbetrachtung, Holzbauaussenwände oder generell Holzbauten sind nicht (mehr) per se nachhaltig. Themen wie Systemtrennung, die Rückbaubarkeit und Wiederverwendung sowie die Verwendung von nachhaltigen Baustoffen wie Dämmungen und Plattenwerkstoffe oder beispielsweise Lehm sind bzw. werden relevanter. Es gilt den Holzanteil im Hinblick auf die endliche Ressource Holz sorgfältig und optimiert einzusetzen. Zudem hat sich die Branche künftig damit auseinanderzusetzen, wie bereits gebaute Konstruktionen nach Erreichen der Nutzungsdauer im Optimalfall wiederverwendet oder unsere «Bauabfälle» weitergenutzt werden können.

Von grosser Bedeutung ist eine vernetzte Zusammenarbeit sowie einheitliche Branchenunterlagen zur Beurteilung (z.B. sommerlicher Wärmeschutz). Jede der beteiligten Parteien (Bauherrschaft, Architektur, Holzbau, Bauphysik) hat eine eigene Sichtweise zur Erfüllung ihrer/seiner Anforderungen und Wünsche. Durch gegenseitiges Verständnis und Mitdenken für die weiteren Projektpartner gelingt es deutlich besser, optimierte und wirtschaftliche Lösungen gemeinsam zu erarbeiten und Zielkonflikte zu vermeiden.

6 LITERATUR

- [1] Masterthesis Digitales Bauen: Vom Entwurf zum VDC-Anforderungsmodell im Holzbau, Stefan Signer, B3 Kolb AG, 2021
- [2] Holzbau mit System, Josef Kolb, 2020, Birkhäuser Verlag
- [2] STE Compact 01: Leistungen der Holzbauingenieure, 2020, Swiss Timber Engineers