

Grundlegende Überlegungen zur Konstruktion

Basic design ideas

Réflexions fondamentales quant au mode constructif

Konrad Merz
merz kley partner
AT-Dornbirn



Raumzellenbauweise

Grundlegende Überlegungen zur Konstruktion

1. Einleitung und Abgrenzung

Unsere Beteiligung an Bauten in Raumzellenbauweise beschränkt sich auf Projekte mit einem traditionellen Bauablauf. Das heißt ein Bauherr sucht sich für seine Bauaufgabe einen Architekten, dieser plant ein individuelles Gebäude und entschließt sich aufgrund der projektspezifischen Randbedingungen für eine Modulbauweise in Holz. Diese Module sind dann immer „Spezialanfertigungen“ auf das gegebene Projekt zugeschnitten. Sie werden in der Regel von mittelständischen Holzbaufirmen hergestellt und montiert. Die Holzbaufirma tritt dabei für die im Modul benötigten Gewerke als „Teil-GU“ auf.

Dies im Unterschied zu Projekte von spezialisierten Systemanbietern, wie z.B. Cadolto, Alho, de Meeuw, die meistens standardisierte Stahllösungen direkt dem Bauherrn anbieten und neben der Planung natürlich auch die Ingenieurleistungen selber erbringen.



Abbildung 1: Vorfertigung von Raumzellen in einer Zimmerei

2. Welche Bauaufgaben sind geeignet?

Je nach Betrachter wird die Antwort sehr unterschiedlich ausfallen. Aus unserer Sicht steigen Chancen für eine erfolgreiche Umsetzung eines Projektes in Raumzellenbauweise je mehr der unten aufgeführten Randbedingungen zutreffen:

- Architekt will mit Raumzellen arbeiten
- Bauaufgabe mit vielen kleinen Einheiten, wie Hotel, Wohnheime, Kleinwohnungen, Schulen usw.
- Hoher Grad an Installationen in den einzelnen Zellen
- Genügend Planungsvorlauf
- Wiederholungsfaktor
- Regelmäßigkeit
- Kurze Bauzeit
- Temporäre Bauten mit Option der Nachnutzung



Abbildung 2: Alpenhotel Ammerwald

Die wenigsten Bauten sind „reine“ Modulbauten. Gewisse Teile der Konstruktion werden immer konventionell gebaut werden. Wichtig ist es die richtige Schnittstelle zwischen den Bauweisen zu finden.

3. Woraus besteht ein Modul?

In der Regel sind Raumzellen Quader, d.h. sie haben einen rechteckigen Grundriss und sechs Begrenzungsflächen von denen jeweils zwei die gleiche Fläche aufweisen. Aus konstruktiver, produktionstechnischer und logistischer Sicht sind im Idealfall alle 6 Seiten geschlossen. Das heißt beim aneinander Fügen von mehreren Raumzellen zu einem Gebäude entstehen „doppelte“ Wände und Decken.

Das ist wohl der wesentliche Unterschied zum konventionellen Elementbau. Das führt normalerweise zu einem Mehrkosten bei der Konstruktion hat aber auch Vorteile z.B. in Bezug auf die Bauphysik, die diesen Nachteil zum Teil wieder kompensieren.

Natürlich können von den sechs Seiten eines Quaders auch beliebig viele Seiten weggelassen und durch ein Stützen/Träger System ersetzt werden. Allerdings ist das Quader nach dem Weglassen der dritten Seitenfläche statisch nicht mehr stabil. Zumindest für den Transport muss die Zelle temporär versteift und natürlich auch provisorisch geschlossen werden um Witterungseinflüsse auf den Innenausbau zu vermeiden.

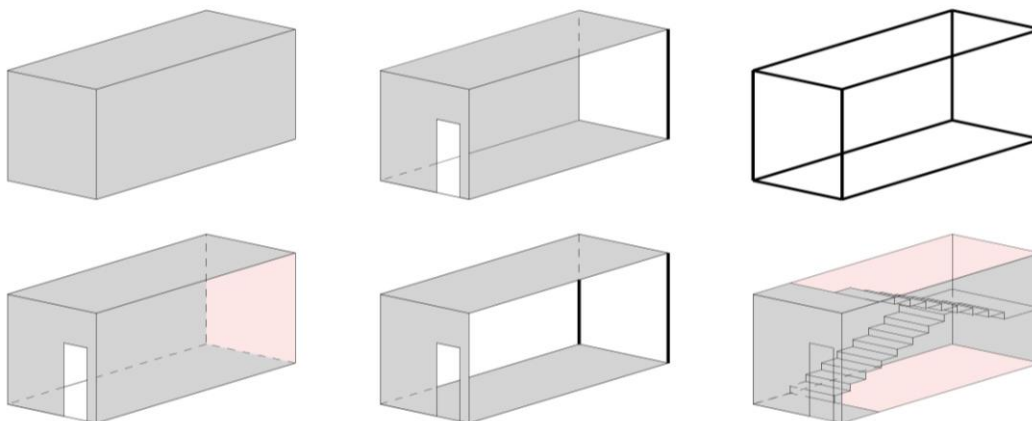


Abbildung 3: Raumzellen mit unterschiedlichen Öffnungen

4. Was ist die maximale Größe einer Raumzelle?

Das ist alleine von den Randbedingungen bezüglich:

- Produktionsstätte des Herstellers
- Straßentransport
- Montage auf der Baustelle

abhängig und von Projekt zu Projekt unterschiedlich.



Abbildung 4: Transport von vorgefertigten Raumzellen

5. Welche (Holz)-bauweise ist zu bevorzugen?

Diese Frage ist nicht eindeutig zu beantworten. Grundsätzlich sind die gleichen Systeme oder Systemkombinationen wie im konventionellen Elementbau einsetzbar. Die Kriterien für die Wahl sind:

- Spannweite bzw. Spannrichtung (läng oder quer) des Bodens und der Decke
- Beanspruchung der Wände (Geschoßigkeit)
- Formale Anforderung an die Oberflächen
- Brandanforderungen
- Präferenzen der ausführenden Firmen

Bei mehrgeschossigen Anordnungen ist je nach Wahl des Holzbausystems darauf zu achten, die „Addierung“ von zu viel liegendem Holz zu vermeiden. Insbesondere wegen der Verdoppelung der Decken kommt es vor allem bei Holzrahmensystemen (Plattformbauweise) sehr rasch zu einer großen Höhe von liegendem Holz, was an den Übergängen zu anders konstruierten Bauteilen zu Problemen auf Grund unterschiedlichen Setzungen führen kann.

6. Wie können Module angeordnet werden?

Es genügt der Blick auf ein Containerschiff oder einen Containerterminal um sich ein Bild von der wirtschaftlichen Anordnung von Raumzellen zu machen. Natürlich sind der Phantasie keine Grenzen gesetzt. Jede Abweichung von einer kongruenten Schichtung hat unweigerlich Konsequenzen auf die Regelmäßigkeit und damit auf die Wirtschaftlichkeit.



Abbildung 5: Containerschiff als Sinnbild für wirtschaftliche Anordnung von Raummodulen

Neben dem klassischen Schichten von Modulen übereinander gibt es natürlich auch die Möglichkeit des Einbaus von Raumzellen in unabhängige Tragstrukturen. Ein oft angewendetes Beispiel sind etwa Liftschächte aus Holz bei mehrgeschossigen Holzbauten oder vorgefertigte Sanitär- oder Küchenzellen.

7. Wie werden Module untereinander verbunden?

Am besten gar nicht. In vielen Fällen sind die Begrenzungsflächen der Raumzellen entweder Teil einer Geschosdecke oder einer Trennwand zwischen unterschiedlichen Nutzungseinheiten. Systembedingt kommt es an diesen Stellen, wie oben schon erwähnt, zu einer „Verdoppelung“ der Flächen. Was aus konstruktiver Sicht ein Mehraufwand und damit ein Nachteil bedeutet ist aus bauphysikalischer Sicht ein Vorteil. Zu viele Verbindungen machen diesen Vorteil wieder zunichte. Wir trachten darum danach die Module, mit entsprechenden Zwischenlagen, zu entkoppeln und die Querkraftübertragung mit geometrischem Formschluss (Nocken, Taschen, Nuten) sicher zu stellen.

8. Wie werden Module ausgesteift?

Wir versuchen Module immer über Scheiben-Plattensysteme oder in Kombination mit angrenzenden Stahlbetonkernen zu stabilisieren. Da die Raumzellenbauweise bei eher kleinteilig strukturierten Nutzungen im Vordergrund steht, ist das normalerweise kein Problem. Selbst bei einem Schulbau gibt es alle 8-10 m eine Trennwand und die Wand zum Gang ist normalerweise aus Gründen des Schall- und Brandschutz ebenfalls geschlossen.

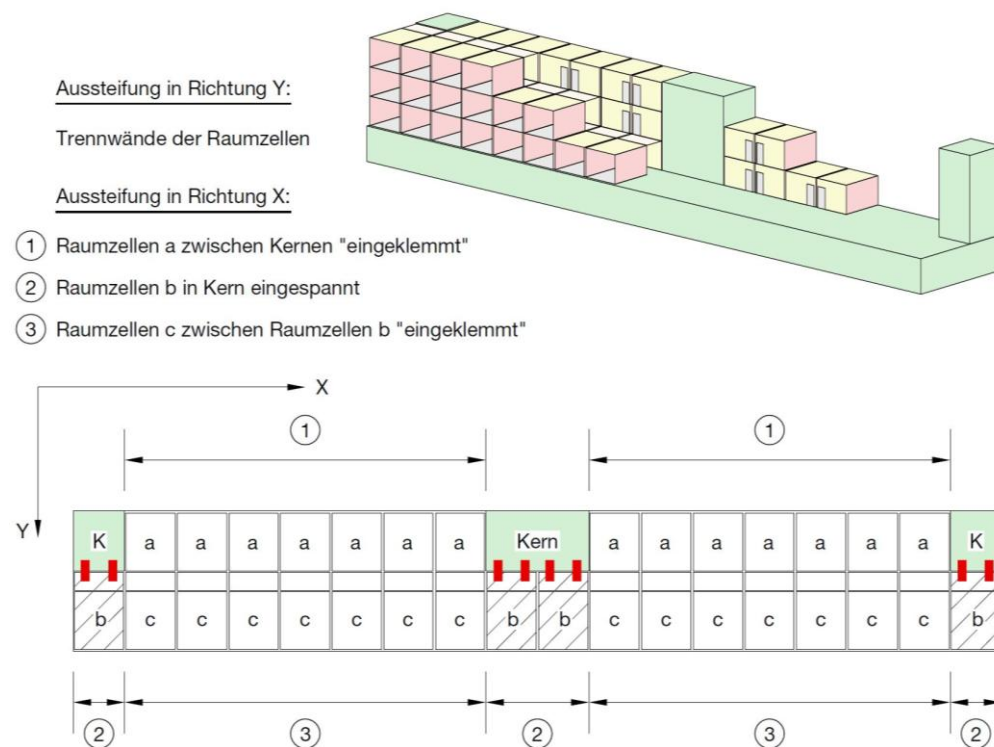


Abbildung 6: Aussteifung Alpenhotel Ammerwald

Die Anordnung von biegesteifen Knoten in den Ecken der Raumzellen, wie sie im Stahlbau und vereinzelt auch im Holzbau zum Einsatz kommen, können so vermieden werden. Solange die biegesteifen Knoten mit Stahlteilen und mechanischen Verbindungsmitteln ausgeführt werden sind sie teuer und wenig leistungsfähig insbesondere was die Steifigkeit betrifft.