



*Prof. Dr.-Ing. Martin H. Kessel
Prüfingenieur für Baustatik VPI
Ingenieurbüro kgs
Hildesheim, D*

Bauen mit Raummoduln

Bauen mit Raummoduln

Einleitung

Das Bauen mit Raummoduln stellt nach wie vor für den Fertighausbau eine Herausforderung dar, wenn es um die Schaffung von preiswertem Wohnraum unter Beibehaltung eines hohen Qualitätsstandards geht. Während der konventionelle Fertighausbau ebene Dach-, Decken- und Wandtafeln bauseitig zu einem Raum oder mehreren Räumen zusammenfügt, werden beim Bauen mit Raummoduln im Betrieb Teile von Räumen vorgefertigt. Diese Bauweise in Verbindung mit Holz-Beton-Verbunddecken ermöglicht eine Vorfertigung, die bis zum Einbau der Geschosstreppe, der Sanitärobjekte und der Kücheneinrichtung reicht.

Das hier beschriebene Bauen mit Raummoduln unterscheidet sich vom konventionellen Tafelbau keinesfalls durch die Qualität des Produktes, sondern durch das veränderte Produktionsverfahren, das größere Möglichkeiten für die Rationalisierung und insbesondere für die Qualitätssicherung bietet.

In der Vergangenheit hat es immer wieder Versuche von Unternehmen des Holzfertigbaus gegeben, Lösungen mit Raummoduln in Holz zu entwickeln. Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit konnten sich diese Lösungen jedoch nicht durchsetzen. Die Gründe, weshalb sich diese Unternehmen dennoch immer wieder für das Bauen mit Raummoduln interessieren, liegen

- in den ständig steigenden Kosten aller bauseitigen Leistungen,
- in der mangelnden Qualitätskontrolle bauseitiger Leistungen und
- in den veränderten Fertigungsmöglichkeiten im Betrieb.



Abbildung 1: Eingeschossiger Prototyp aus Raummoduln der Otto Baukmeier Fertighaus GmbH, Fertigstellung 1989

Am Labor für Holztechnik LHT ist bereits in den Jahren 1987-89 im Rahmen eines Forschungs- und Entwicklungsvorhabens ein Raummodulsystem für eingeschossige Fertighäuser (Abbildung 1) mit Holz-Beton-Verbunddecken entwickelt worden [1,2]. Dieses System macht es möglich, einen wesentlichen Teil des Innenausbaus bereits im Herstellerwerk auszuführen und damit die Bauzeit erheblich zu reduzieren.

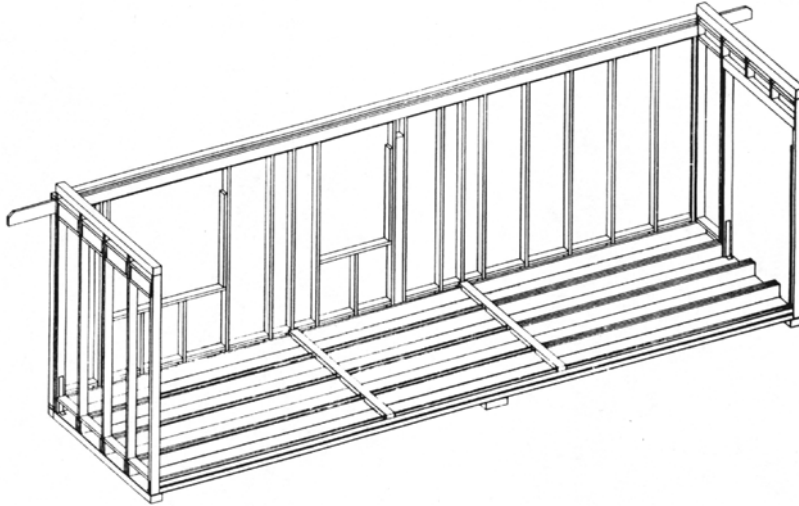


Abbildung 2: Raummodul für eingeschossige Wohngebäude

Durch das Zusammenfügen der Wand- und Deckentafeln zu Raummoduln (Abbildung 2) und durch die Wahl arbeitssparender Montageverbindungen konnte die kostenintensive Montagezeit auf der Baustelle soweit minimiert werden, dass die Montage der Raummodule des Prototypen einschliesslich des Dachgeschosses und der Dachtafeln an nur einem Arbeitstag erfolgte. Einen besonderen Schwerpunkt bildete neben der optimierten Vorbereitung des Zusammenbaus der einzelnen Module auf der Baustelle die konstruktive Gestaltung der Anschlussdetails, um eine mechanisierte und teilautomatisierte Fertigung der Raummodule im Werk zu ermöglichen [2].

Aufbauend auf diesen Erfahrungen erfolgte die Entwicklung des im folgenden beschriebenen Raummodultyps, der für die mehrgeschossige Bauweise vertikal stapelbar ist und für dessen Tragkonstruktion wieder ausschliesslich Holz verwendet wird [3]. Die am LHT für Wohnungsdecken entwickelte Holz-Beton-Verbundbauart und die im Fertighaus übliche Wand-, Decken- und Dachtafelbauart, verbunden mit transport- und montagefreundlichen Raummodulanschlüssen, führen zu einer zukunftssträchtigen Bauart. Dies belegt der Bau eines Prototyps in Hastenbeck bei Hameln, dessen Fertigung und Montage im folgenden beschrieben wird. Der Prototyp wurde für den Entwurf und die Arbeitsvorbereitung konsequent mit dem dreidimensionalen CAD/CAM-System cadwork durchgearbeitet. Die Vorfinanzierung und Ausführung des Prototyps übernahm die Otto Baukmeier Fertighaus GmbH in Hameln.

Tragwerksentwurf

Das gleichzeitige Verlangen nach preiswertem Wohnraum und nach hoher Wohnqualität lässt sich trotz der aktuellen Material- und Lohnkosten dann erfüllen, wenn an das Wohngebäude insbesondere hohe technische und weniger individuelle architektonische Anforderungen gestellt werden [4]. Zu den hohen technischen Anforderungen zählen der Wärmeschutz, der hier die Anforderungen der damals gültigen WSchVO noch überschreitet, der Brand- und Schallschutz, der die Anforderungen der Landesbauordnungen erfüllt, die Verwendung gesundheitlich unbedenklicher Baustoffe und die kurze Montagezeit, die gewährleistet, dass alle Gebäudeteile bis zur Abdichtung des Daches ausschliesslich einem kontrollierten, trockenen Klima ausgesetzt werden.

Aus diesem Verständnis von Wohnqualität resultiert der im folgenden beschriebene Entwurf eines Doppelhauses (Abbildung 3). Er entstand mehr auf der jedem Architekten widerstrebenden Grundlage klarer technischer Vorgaben als auf der Grundlage architektonischer Wünsche [4]. Architektur reduziert sich hier bewußt auf die Gestaltung von Fassade, Balkon, Terrasse und Hauseingang.

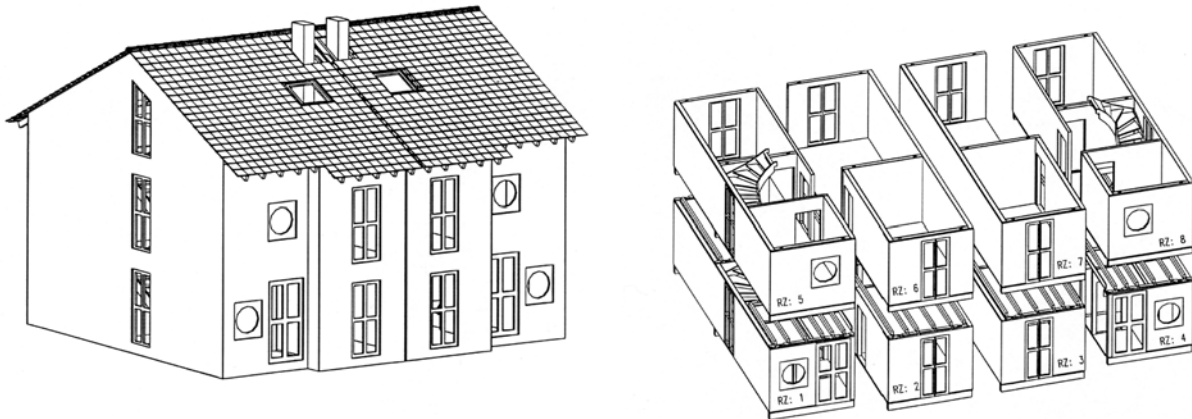


Abbildung 3: Doppelhaus aus 8 Raummoduln

Fertigung der Wand- und Deckentafeln

Die Wandtafeln wurden als beidseitig beplankte Großtafeln in konventioneller Weise gefertigt. Für die spätere Durchführung der Gewindestangen zur Aufhängung der Raummodule (Abbildung 3) wurden Langlöcher in die betroffenen Rähme, Stürze und Schwellen auf der Abbundanlage gestemmt. Auf dem Fertigungstisch wurden die Wandrippen für 4 Raummodulquerwände (Abbildung 4) gleichzeitig mit der Innenseite nach oben ausgelegt. Nach dem Verpressen der Rippen wurde eine Gipsfaserplatte aufgelegt und nach statischen Anforderungen automatisch befestigt. Alle Öffnungen wurden ebenfalls vollautomatisch ausgeschnitten. Nach dem Wenden der einseitig beplankten Wandtafeln wurden zur Weiterleitung von Zugkräften infolge Wind Lochbleche an die Stiele genagelt. Um das spätere Durchstecken der Gewindestangen zu erleichtern und die Zerstörung der Dämmung zu verhindern, wurden die Langlöcher in Schwelle und Rähm durch ein PVC-Rohr (D = 40 mm) verbunden. Im Anschluß an die Elektro- und Wasserinstallation wurde die Mineralfaserdämmung eingelegt und die Wandtafeln auf der Außenseite mit einer Gipsfaserplatte geschlossen.



Abbildung 4: Fertigung der Wandtafeln mit CNC-gesteuerter Bearbeitungsbrücke der Otto Baukmeier Fertigung GmbH

Die Raummoduldecke als Holz-Beton-Verbunddecke besteht in Längsrichtung aus zwei Einfeldträgern mit einer Spannweite von maximal 5,50 m. Als End- und Zwischenaufleger dienen senkrecht zu den Deckenbalken verlaufende Querträger. Die Fertigung der Deckentafeln erfolgte ebenfalls konventionell in der Art von Großtafeln. Als Rissebewehrung wurden Q-Stahlmatten mit Krampen auf die Deckenbalken genagelt. Die Verarbeitung des Betons im Werk hat fertigungstechnische Vorteile gegenüber der herkömmlichen Estrichfertigung auf der Baustelle. Anders als auf der Baustelle lässt sich die Qualität der Betonoberfläche während der Vorfertigung im Werk fortlaufend kontrollieren.



Abbildung 5: Fertigung der Deckentafeln mit CNC-gesteuerter Bearbeitungsbrücke der Otto Baukmeier Fertigung GmbH

Zusammenbau der Raummodule

Auf die in Kapitel 3 beschriebenen 8 Deckentafeln wurden zunächst die Wandtafeln montiert, wie in Abbildung 6 zu sehen ist. Die Obergeschoßdecke wurde als konventionelle Deckentafel und nicht als Verbunddecke ausgeführt. Die Decken der Erdgeschoßraummodule bestehen aus Blindbalken mit untergeschraubter Gipskartonplatte. Alle Wand- und Deckentafeln wurden untereinander zur Weiterleitung der auf sie einwirkenden Schubbeanspruchungen verschraubt.

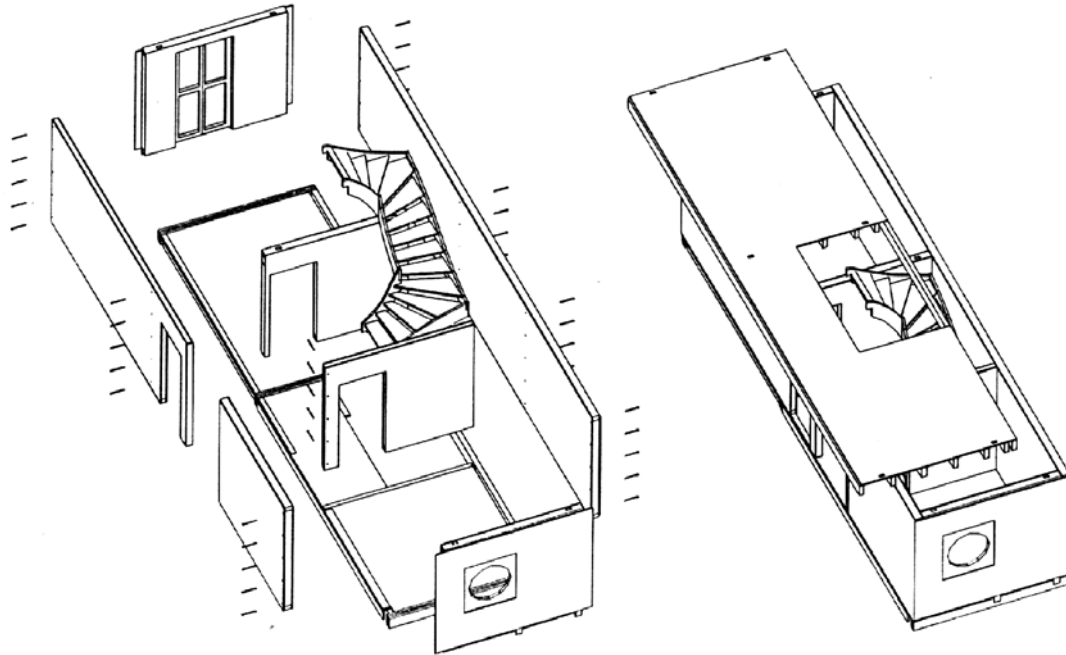


Abbildung 6: Zusammenbau eines Raummoduls

Durch die exakte Ausführung der Betonoberfläche und der darin integrierten Anschlußhölzer konnte eine sehr hohe Anschlußgenauigkeit erzielt werden. Der Zusammenbau im Werk bietet den Vorteil, unter kontrollierten Bedingungen montieren zu können und ermöglicht eine konsequente Überwachung.

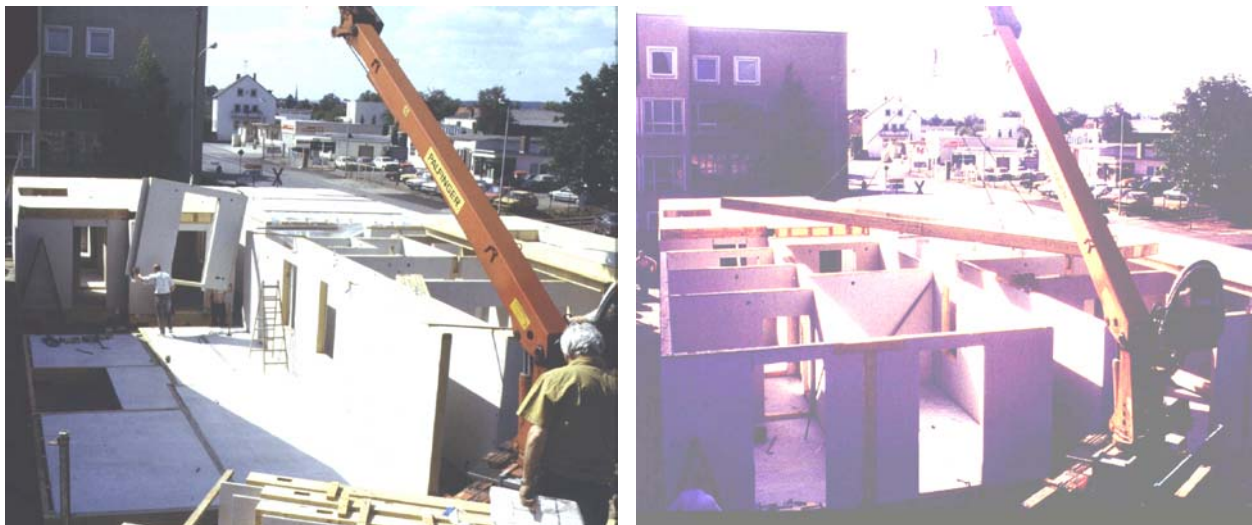


Abbildung 7: Wand- und Deckenmontage im Werk der Otto Baukmeier Fertigbau GmbH

Transport der Raummodule

Zum Verladen und Montieren der Raummodule mit Hilfe eines Autokrans wurde eine Traverse konstruiert, deren Aufhängungspunkte variabel sind (Abbildung 8). Für das genaue Ausrichten der Raummodule während der Montage konnte der Lasthaken lotrecht über dem Schwerpunkt der Raummodule durch Seillängenveränderung eingestellt werden. Bereits ein geringfügiges Schiefhängen der Raummodule würde die Montage erheblich erschweren. Die Raummodule wurden innerhalb von 4 Stunden auf Trailer verladen.

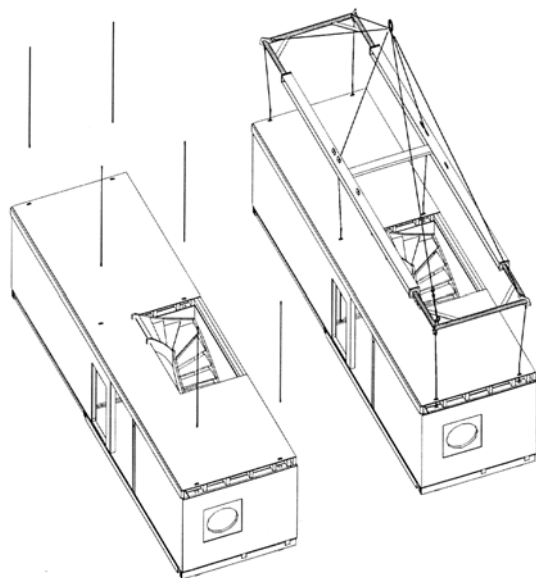


Abbildung 8: Transport der Raummodule

Montage des Doppelhauses

Die Montage der Raummodule auf der Baustelle wurde am nächsten Tag durchgeführt und dauerte 7 Stunden. Da das Doppelhaus nicht unterkellert wurde, wurden die Raummodule hier auf einer vorhandenen Sohlplatte aufgesetzt (Abbildung 9). Als Gründung wären jedoch auch Fundamentstreifen ausreichend gewesen.



Abbildung 9: Versetzen der Raummodule

Da der Raummodul Abbildung 9 in die Giebelwand enthält, liegt der Schwerpunkt links von der Mitte der Raummodulbreite, wie an der Stellung des Lasthakens deutlich zu erkennen ist. Abbildung 9 zeigt das Absetzen einer OG-Raummodul. Da für die Ausführungs- und Fertigungsplanung für eine Doppelhaushälfte ein konsistentes Gebäudemodell mit Hilfe des 3D-CAD/CAM-Systems cadwork erarbeitet wurde, konnten auch sämtliche Montagezustände am Rechner auf ihre Durchführbarkeit überprüft werden. Beispielhaft ist in Abbildung 9 die Simulation des in Abbildung 9 dargestellten Montagezustandes wiedergegeben. Um das Tragsystem und insbesondere die Aufhängungen besser erkennen zu können, sind in Abbildung 9 die Wandbeplankungen entfernt worden.

Das Aufstellen der Giebeldreiecke (Abbildung 10) und das Verlegen der Dachtafeln erfolgte wie im konventionellen Grosstafelbau noch an demselben Tag.



Abbildung 10: Montage der Giebeldreiecke und der Dachtafeln durch die Otto Baukmeier Fertigbau GmbH, Fertigstellung 1994

Literatur

- [1] Kessel M. H., Stallkamp M.: Entwicklung der Raummodulbauart mit Holz-Beton-Verbunddecken. Labor für Holztechnik LHT, Fachhochschule Hildesheim Bericht 3/1989
- [2] Baukmeier O., Kessel M.H.: Modul-Haus in Holz-Beton-Verbundbauweise. Bauen mit Holz 94 (1992) 904 - 905
- [3] Kessel M. H., Grillmeier D.: Entwicklung der Raummodulbauart für den verdichteten Wohnungsbau. Labor für Holztechnik LHT, Fachhochschule Hildesheim Bericht 4/1994
- [4] Conrad, H.: Holzbaukultur in Deutschland - mehr als nur regionale Romantik. In: Die neue Qualität des Bauens. Glunz Forum '94, Glunz AG, Hamm (1994) 30 - 39
- [5] Tebbe J., Woest A.: Dokumentation - Architektonische und konstruktive Möglichkeiten für verdichtete Wohnbauten in Holzbauweise. DGfH e.V. München 1990