

5
1088
Zu Bericht Nr. 2330

Kosteneinsparung durch Selbsthilfe im Wohnungsbau mit Skelettkonstruktionen

96,9 %

Kurzbericht

BMBau-Förderkennzeichen B I 5 - 80 01 95-23

Bearbeiter:

**Dr. M. H. Brillinger
T. Kerschenlohr
K.- Th. Orth**

**ME-Consult GmbH
Architekten und Ingenieure
Würzburg**

September 1997

Kosteneinsparung durch Selbsthilfe im Wohnungsbau mit Skelettkonstruktionen

Ziel der Untersuchung ist es, festzustellen, inwieweit Skelettbausysteme beim Einfamilienhausbau geeignet sind, die Baukosten zu senken, indem sie den Bauherrn die Möglichkeit der Selbsthilfe bieten. Die Skelettkonstruktionen können, da sie aus vorgefertigten Teilen bestehen, innerhalb weniger Tage aufgebaut werden und bilden die Tragkonstruktion für die Wände, die Geschoßdecken und das Dach. Wird die Dachkonstruktion vollendet, und das Dach gedeckt, hat der Bauherr für den weiteren Ausbau in Selbsthilfe zwei Vorteile. Zum einen kann er die weiteren Arbeiten im Trockenen ohne Witterungseinflüsse durchführen, zum anderen hat er mit der Tragkonstruktion eine "Richtschnur", die ihm den weiteren Ausbau erheblich erleichtert. Mit dieser "Richtschnur" wird es dem Bauherrn möglich, den Bau der Innen- und Außenwände sowie der Geschoßdecken auf der Grundlage der Skelettkonstruktion in Eigenleistung fertigzustellen, ohne daß er in weiten Bereichen die Hilfe eines Fachmannes benötigt.

Im Rahmen der Untersuchung wurden realisierte in- und ausländische Beispiele von Einfamilienhäusern in Holz- oder Stahlskelettbauweise analysiert.

Die zahlreichen realisierten Wohngebäude in Holzbauweise lassen sich unterscheiden in

- Gebäude, die individuell geplant und von örtlichen Zimmer- und Holzbaubetrieben ausgeführt wurden
- Gebäude mit individueller Planung, jedoch Ausführung nach einem vom Hersteller festgelegten Konstruktionssystem
- Gebäude mit festgelegten Grundrissen, die vom Hersteller vertrieben und montiert werden und sich nur in Ausstattungsdetails unterscheiden.

Bei den Wohnhäusern in Holzbauweise wurden häufig Selbsthilfemaßnahmen durchgeführt, teilweise mit einer Ersparnis von bis zu 20% der Bauwerkskosten. Das Konstruktionsprinzip mit sichtbaren Balken in "klassischer" Skelettbauweise ist dabei für den Selbsthilfebauer wegen der zahlreichen Anschlüsse der Ausfachungen an die Balken schwieriger zu handhaben als solche Konstruktionen, bei denen die Verschalung der Wände über die Stützen- und Riegelkonstruktion durchgezogen wird.

Bei den realisierten Stahlskelettbauten - bei weitem nicht so zahlreich wie im Holzbau - sind zwei grundsätzliche Tragwerkskonzeptionen festzustellen. Zum einen werden Stützen mit großen Achsabständen und entsprechend großen statischen Querschnitten ausgeführt, wobei die Ausfachung mit Hilfsstützen oder -riegeln vorgenommen wird. Zum anderen gibt es Systeme mit sehr kleinen Stützabständen und entsprechend dünnwandigen Profilen, die eine Beplankung der Wände ohne weitere Unterkonstruktion zulassen.

Die Stahlskelettkonstruktionen werden, neben wenigen individuell realisierten Lösungen, von in- und ausländischen Systemherstellern angeboten und vertrieben. Dabei wird dem Selbsthilfegedanken bisher wenig Rechnung getragen, da die meisten Häuser schlüsselfertig angeboten werden.

Kosteneinsparung durch Selbsthilfe im Wohnungsbau mit Skelettkonstruktionen

Die grundsätzlichen Untersuchungen der bauphysikalischen Problemstellungen von Skelettbauten unter dem Aspekt von Eigenleistungen haben gezeigt, daß vor allem im Bereich des Wärme- und Feuchteschutzes Schwierigkeiten bei Selbsthilfemaßnahmen auftreten können. Dabei sind weniger die konstruktionsbedingten Wärmebrücken im Bereich der Stützen und Riegel von Bedeutung, die durch entsprechende Wärmedämmschichten auf der Außenseite kompensiert werden können. Probleme liegen im Einbau der Dampfsperren bzw. im Herstellen von winddichten Anschlüssen. Hier muß in der Organisation der Selbsthilfe sichergestellt werden, daß die Bauherren ein Bewußtsein für die Bedeutung dieser Detailpunkte bekommen, und die Ausführung von Fachleuten überwacht wird, um zu verhindern, daß Undichtigkeiten entstehen, wie sie bei Luftdichtheitsmessungen an 87 über Deutschland verteilten Holzhäusern festgestellt wurden, bei denen nur 30% die Anforderungen an Luftdichtheit nach DIN 4108 Teil 7 erfüllt haben.

Die fehlende Wärmespeicherfähigkeit von Skelettbauten wirkt sich in der Abwägung von fehlenden Speichermassen für die passive Solarenergienutzung einerseits und schneller Aufheizbarkeit bei Temperaturabsenkung während der Nacht andererseits nicht negativ aus. Der Einbau von schweren Konstruktionsteilen in die Skelettkonstruktion - z.B. Stahlbetondecken im Stahlskelett - erscheint deshalb unter diesem Gesichtspunkt nicht erforderlich, zumal die Eigenleistungsmöglichkeiten bei derartigen Konstruktionen erheblich reduziert werden.

Der Schallschutz im Skelettbau kann allenfalls bei den Geschoßdecken zu Problemen führen. Aber auch hier gibt es Konstruktionen, die selbsthilfegerecht sind und Werte adäquat zu denen im Massivbau aufweisen. Wird Wert auf einen erhöhten Schallschutz gelegt, ist auch hier eine Unterweisung und Überwachung der Selbsthilfebauer in der Details Ausbildung erforderlich.

Die Anforderungen des vorbeugenden Brandschutzes bei Einfamilienhäusern bis zu 2 Wohnungen und 2 Vollgeschossen machen bei Skelettkonstruktionen grundsätzlich keine Probleme, da mit einer entsprechenden Beplankung die geforderte Feuerwiderstandsdauer von F 30 B erreicht werden kann. Eine Ausnahme bildet die Gebäudetrennwand bei aneinandergereihten Gebäuden. Hier wird eine Konstruktion mit F 30 von der Innenseite und F 90 zum Nachbarhaus verlangt. Diese Feuerwiderstandswerte werden im Mauerwerksbau z.B. mit einer 17,5 cm starken Kalksandsteinwand erfüllt. Auch für den Skelettbau gibt es eine Konstruktion mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung für diese Vorgaben. Die Konstruktion besteht aus 2 x 18 mm Gipskartonfeuerschutzplatten zum Nachbarhaus, der Skelettkonstruktion aus Holz- oder Metallständern mit einer Mineralwolleausfachung sowie einer 12,5 mm starken Gipskartonfeuerschutzplatte innen. Für das erste Gebäude in einer Reihe stellt die Errichtung einer derartigen Konstruktion kein Problem dar. Die Beplankung der Wand zum Nachbarn kann von Außen vorgenommen werden. Schwierig wird es, wenn die Wand des zweiten, danebenliegenden Hauses aufgebaut wird. Hier ist eine Beplankung von Außen nach Errichtung der Skelettkon-

Kosteneinsparung durch Selbsthilfe im Wohnungsbau mit Skelettkonstruktionen

struktion nicht mehr möglich, weshalb die Stützen und Riegel vor dem Aufrichten mit den Gipskartonfeuerschutzplatten beplankt und dann aufgestellt werden müssen. Diese Arbeitsgänge mit ihren komplizierten Fugenausbildungen sind in Selbsthilfe kaum fachgerecht auszuführen.

Die Installationsführung in Skelettbaukonstruktionen sollte von vorne herein so konzipiert sein, daß vertikale Heizungs- und Sanitärleitungen in Vorwandkonstruktionen geführt werden. Horizontale Leitungen lassen sich in Balkendecken unproblematisch verlegen. Für die Elektroinstallation sollte in den Wandbereichen mit innenseitiger Dampfsperre eine "Installationsebene" geschaffen werden, in dem auf die erste innere Beplankung eine Lattung und darauf eine zweite Beplankung aufgebracht wird. Dies bedeutet bei Eigenleistung einen geringen Mehraufwand, führt aber durch die Abdeckung der Dampfsperre mit der ersten Beplankung zu einer größtmöglichen Sicherheit vor Beschädigungen der Abdichtung.

Um eine möglichst genaue Ermittlung der Einsparung durch Selbsthilfe mit Skelettkonstruktionen vornehmen zu können, wurde eine Modelluntersuchung durchgeführt, bei der 3 verschiedene Skelettbausysteme mit einem Massivbau verglichen wurden. Für alle Bausysteme wurden die gleichen Wohngebäudetypen, was die äußeren Abmessungen, die Geschößzahl, die Dachform und -neigung, die Fensterflächen, die Ausstattung und die Wohnflächen angeht, angenommen. Die Modellrechnung basiert auf einer exakten Ausführungsplanung und Massenermittlung für alle Bauweisen. Die Kosten wurden auf der Grundlage von Einzelleistungen errechnet, die von durchgeführte und abgerechneten Bauvorhaben übernommen wurden.

Die 3 in der Modelluntersuchung betrachteten Skelettbaukonstruktionen sind:

- Holzskelett mit Pfosten- Riegel -System in einem Achsabstand der Pfosten von 2,50 m sowie Holzbalkendecken und Holzdachstuhl
- Stahlskelettsystem 1: Stützen und Riegel aus quadratischen Stahlhohlprofilen 100 x 100 mm mit einem Achsabstand der Stützen von 1,25 m sowie Stahlbeton- Fertigteildecken und Holzdachstuhl
- Stahlskelettsystem 2: Skelett konstruktion aus C- und U-Stahlblechprofilen mit einer Wandstärke von 1,6 mm. C-Profile als Stützen im Achsabstand von 62,5 cm in untere und obere U-Profile eingeschoben. Decken und Dach ebenfalls mit C-Profilen.

Als Gebäudetypen wurden für die Modelluntersuchung ein Reihenend- und ein Reihemittelhaus mit 2 Geschossen, jeweils mit und ohne Unterkellerung und jeweils mit und ohne Dachgeschoßausbau, angenommen. Die Wohnfläche beträgt ca. 130 qm ohne und 170 qm mit Dachgeschoßausbau. Die Gebäudetypen wurden für alle 3 Konstruktionsarten untersucht. Für den Keller wurde - unverändert für alle Konstruktionsarten - von Massivbauweise mit Stahlbetondecken ausgegangen, wobei Eigenleistungen hier nicht angesetzt wurden.

Die Bauwerkskosten (Kostengruppe 300 und 400 nach DIN 276) der 3 Konstruktionsar-

Kosteneinsparung durch Selbsthilfe im Wohnungsbau mit Skelettkonstruktionen

ten unterscheiden sich nur geringfügig. Anders sieht es bei den Einsparmöglichkeiten durch Selbsthilfe aus. Hier wurde unterschieden in skelettspezifische Selbsthilfemaßnahmen und allgemeine Selbsthilfemaßnahmen. Unter skelettspezifischen Selbsthilfemaßnahmen werden solche verstanden, die in der Ausfachung der Skelettkonstruktionen bestehen, und die beim konventionellen Massivbau nicht anfallen:

- Beplankung der Außenwände und tragenden Innenwände innen und außen inklusive Einbau der Dämmung
- Beplankung der Gebäudetrennwände innen inklusive Einbau der Dämmung
- Montage der Deckenschalung inklusive Einbau der Dämmung und der abgehängten Decke (nicht bei Stahlskelettsystem 1).

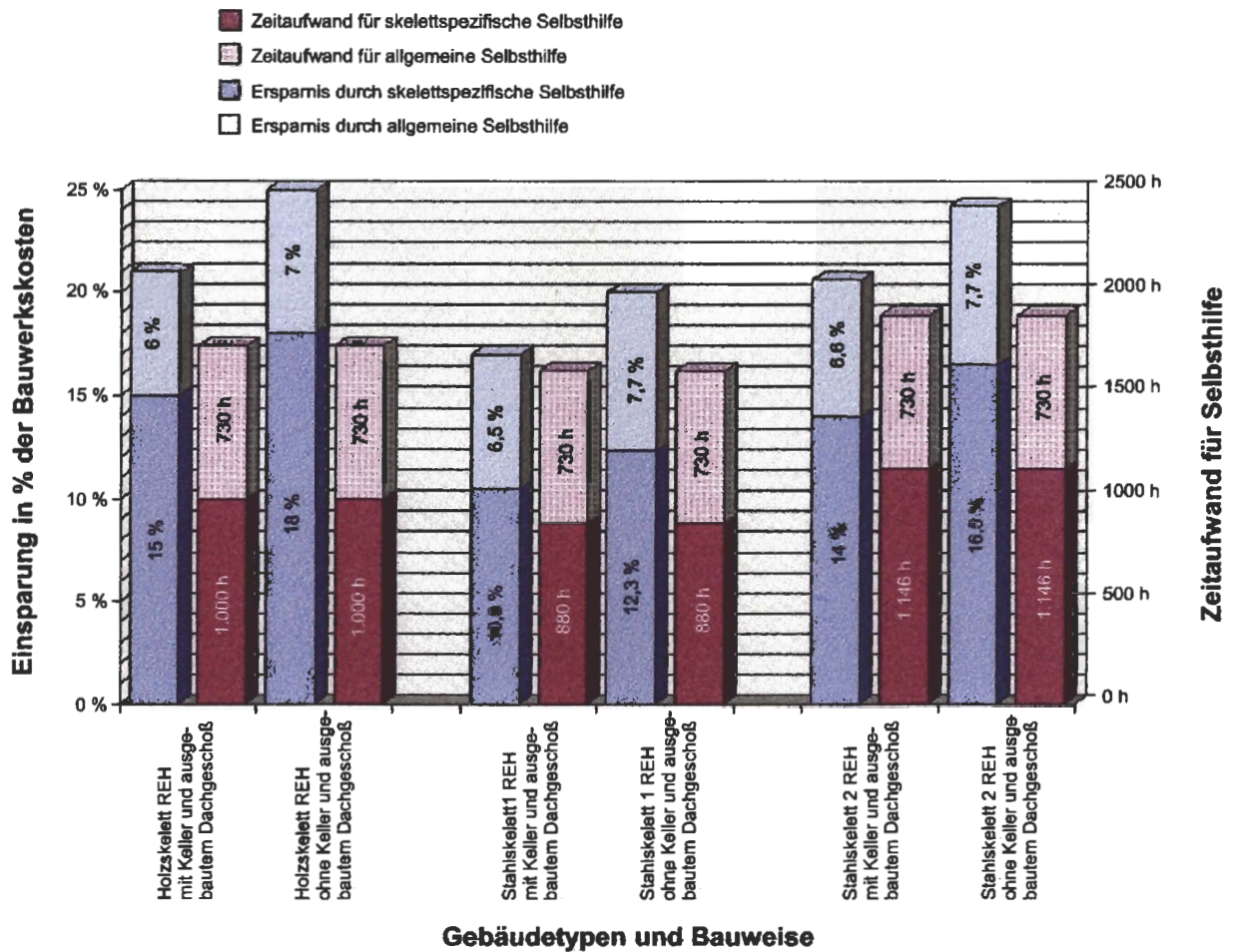
Als allgemeine Selbsthilfemaßnahmen, die auch beim Massivbau durchgeführt werden können, wurden angenommen:

- Einbau eines Trockenestrichs auf der Kellerdecke
- Verlegen des Teppichbodens
- Montage der Holzstufen auf Stahlkonstruktion der Treppe
- Einbau der Zwischensparrendämmung
- Verschalung der Dachkonstruktion innen
- Deckung des Daches
- Tapezieren der Wände und Decke inkl.. Anstrich.

Die in der Modelluntersuchung ermittelten Einsparmöglichkeiten durch die skelettspezifischen Selbsthilfemaßnahmen liegen bei einem Reihenendhaus mit Unterkellerung und Dachgeschoßausbau (Kosten des Bauwerks ca. 335.000,--DM) bei ca. 51.000,--DM oder 15%, bei einem Reihenendhaus ohne Unterkellerung mit Dachgeschoßausbau (Kosten des Bauwerks ca. 284.000,-- DM) bei ca. 18%. Werden die allgemeinen Selbsthilfemaßnahmen hinzugenommen, ergibt sich bei dem Haus mit Unterkellerung eine Einsparquote von 21% und ohne Unterkellerung von 25%. Beim Stahlskelett 1 liegen die Werte wegen der Geschoßdecken aus Stahlbetonfertigteilen, bei denen skelettspezifische Selbsthilfemaßnahmen nicht durchführbar sind, deutlich niedriger : beim Reihenendhaus mit Unterkellerung und mit Dachgeschoßausbau bei 10,5% und ohne Unterkellerung bei 12,3% für die skelettspezifischen Maßnahmen und bei 17% bzw. 20% inkl.. der allgemeinen Selbsthilfemaßnahmen. Ähnlich hoch wie bei der Holzbauweise sind die Selbsthilfeeinsparquoten beim Stahlskelettsystem 2.

Die Einsparungen infolge Selbsthilfe müssen im Zusammenhang mit den dafür aufzuwendenden Arbeitsstunden gesehen werden. Der durchschnittliche Arbeitnehmer kann - unter Einbeziehung des Jahresurlaubs - maximal 1300 Stunden im Jahr für Selbsthilfeleistungen am Bau aufwenden. Dementsprechend wurden für die jeweiligen Selbsthilfeleistungen die dafür benötigte Zeit eines durchschnittlich handwerklich begabten Selbsthilfebauers nach Erfahrungen aus der Praxis ermittelt und den Einsparungen gegenübergestellt. Werden alle untersuchten skelettspezifischen Eigenleistungen durchgeführt, sind beim Holzbausystem ca. 1000 Stunden, beim Stahlbausystem 1 wegen des Wegfalls von Eigenleistungen bei den Decken 880 Stunden und beim Stahlskelettsystem 2

Kosteneinsparung durch Selbsthilfe im Wohnungsbau mit Skelettkonstruktionen



Diagr.: Einsparungen durch und Zeitaufwand für Selbsthilfemaßnahmen beim Reihenhendhaus der Modelluntersuchung

ca. 1150 Stunden erforderlich. Der Zeitaufwand für die allgemeinen Selbsthilfemaßnahmen, die bei allen Systemen gleich angenommen wurden, beträgt zusätzlich 730 Arbeitsstunden. Bei einem Vergleich der aufzuwendenden Stunden zu den erzielten Einsparungen wird deutlich, daß die skelettspezifischen Eigenleistungen wirtschaftlich effektiver sind. Die größte Effektivität wird bei dem Holzbausystem erreicht.