



LIWOOD / SASCIA KLETZSCH

Studentenwohnheim

## Modulbau macht's möglich

▶ Der Modulbau fasziniert seit jeher Investoren, Planer und Architekten. Er ist daher eine immer wieder neu entdeckte Bauweise. Die drei fünfgeschossigen Apartmenthäuser für Studenten in Heidelberg entstanden nach einem neu gedachten Modulbau-Konzept.



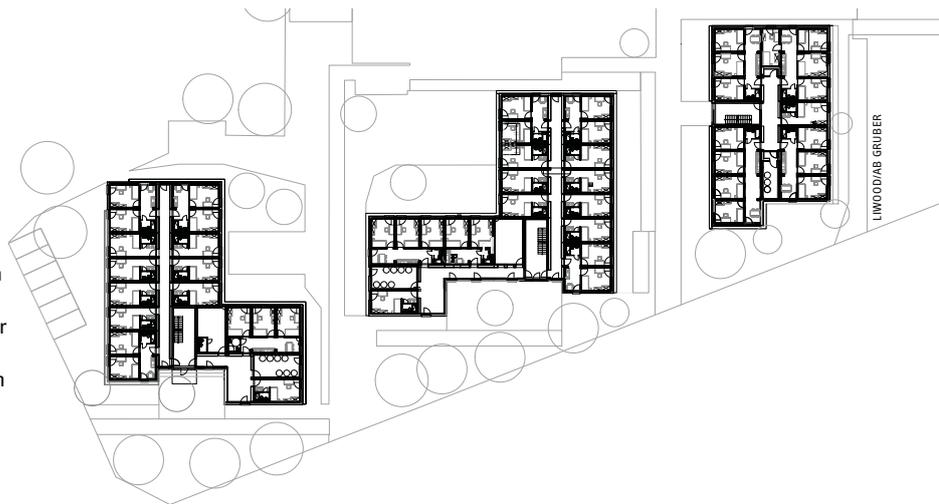
## PROJEKT 3

# Studentenwohnheim Heidelberg

Drei Fünfgeschosser in Modulbauweise bieten Wohnraum für 265 Studierende.

Studentenwohnheim: Modulbau macht's möglich	26
Raummodule: Projektbezogen variabel	28
Steckbrief	29
Bauphysik: Ruhig, sicher und warm	32
Fertigung und Montage: Sechs Module pro Tag	34
Fazit: Mit Holzbau fast CO <sub>2</sub> -neutral	35

### Grundrisse und Anordnung der drei fünfgeschossigen Wohnhäuser zueinander



◀ Die drei fünfgeschossigen Apartmentgebäude auf dem Campus „Im Neuenheimer Feld“ in Heidelberg bieten Platz für 265 Studierende

Die Modulbauweise wird immer wieder neu entdeckt und bisweilen auch neu erfunden. Die Herausforderung besteht darin, auf kleinstem Raum alle Funktionen einer eigenständigen Wohneinheit optimal zu verbinden. Gleichzeitig bietet die Bauweise viele Möglichkeiten, auf variablen Wohnraumbedarf zu reagieren. Klassische Aufgabenfelder der Modulbauweise sind Studenten- und Schülerwohnheime, aber auch Hotels, Altenheime, Krankenhäuser sowie Büro- und Verwaltungsgebäude.

Das kam auch dem Studentenwerk Heidelberg in den Sinn, das dringenden, bezahlbaren Wohnraum benötigte. Als es um die Investition

in neue Apartmenthäuser „Im Neuenheimer Feld“ ging, initiierte das Studentenwerk eine EU-weite Ausschreibung für einen Modulbau. Neben dem Bewertungskriterium „Baukosten“ spielten bei der Auswahl des Siegers auch die „Betriebskosten“ und die (technische) Qualität der Bauteile eine zentrale Rolle.

Gefordert war zudem eine auf Holzbasierende Bauweise, weil sie mit vielen positiven Aspekten verbunden ist, wie kurze Bauzeiten durch Vorfertigung und energiesparendes Bauen, Stichwort niedriger Primärenergiebedarf. Als Energiestandard war KfW 40 zu erfüllen. Am Ende der kalkulierten Nutzungsdauer von etwa 60 Jahren sollten die Gebäude zudem

recyclbar sein. Und zu guter Letzt galt es, einen qualitativ hochwertigen Wohnraum zu gestalten, der kostengünstig ist und schnelle sowie flexible Lösungen ermöglicht.

Die Ausschreibung für den Bau der drei fünfgeschossigen Apartmenthäuser konnte ein Generalunternehmer aus München, die LiWood AG, für sich entscheiden. Außer der ökologischen Bauweise überzeugten die Jury vor allem auch die geringen Betriebskosten, die sich aus dem Einsatz von Luft-Wasser-Wärmepumpen in Kombination mit einer leistungsfähigen Photovoltaik-Anlage ergeben. Das reduziert die Kosten für Heizung und Warmwasserbereitung fast auf null. ■

Raummodule

## Projektbezogen variabel

► Zusammen mit dem Studentenwerk entwickelte ein Münchner Generalunternehmer ein modulares Konzept, bei dem das einfache Zusammenfügen und Kombinieren der Kuben zentrales Thema war.



Ein Raummodul  
aus BSP-  
Wänden und  
Stahlbeton-  
Fertigteil-Boden  
wird eingehoben

In Heidelberg entstand ein reih- und stapelbares Raummodul mit Wänden aus massivem Kreuzlagenholz (KLH = Brettsperholz (BSP)) und einem Stahlbeton-Boden. Die Raummodule sind nicht standardisiert. Sie können projektbezogen, je nach Raumprogramm, beliebige Abmessungen haben. Gemeinsam ist den Modulen lediglich die Möglichkeit, sie zu verschiedenen großen Apartments zu verbinden.

Die Raummodule der Apartmenthäuser in Heidelberg sollten knapp 20 m<sup>2</sup> Wohnfläche erhalten. Daraus ergaben sich Modul-Außenabmessungen von 6,60 m Länge und 3,40 m Breite.

Auf den Bodenplatten verteilen sich bei den drei Häusern – zwei davon L-förmig angelegt, eines als kompakter Quader – je Geschoss 18, 20 und 15 Raummodule. Sie sind meist in zwei Reihen angeordnet. Ein Stichflur dazwischen erschließt die Räume und führt zum zentralen Treppenhäus.

### Erweiterbar von eins bis viele

Das Einzelapartment (Grundmodul) funktioniert als autonome Einheit. Es besteht aus einem Wohnraum, ausgestattet mit Bett, Nachttisch, einer Schrank-/Regalwandkombination, einem Arbeitsplatz mit Schreibtisch und Stuhl, einem Bad mit ebenerdiger Dusche, Toilette, Waschtisch und einer Pantryküche.

Das Doppelapartment verfügt über die doppelte Grundfläche des Einzelapartments und besteht aus zwei identischen, abschließbaren Wohnräumen sowie einem dritten, gemeinsam nutzbaren Raum. Dort befinden

sich die Wohnküche und das gemeinsame, im Vergleich zum Einzelapartment größere Bad. Zusätzlich zur Grundausstattung erhielt die Küche eine größere Arbeitsfläche mit Herd und erweiterten Schränken.

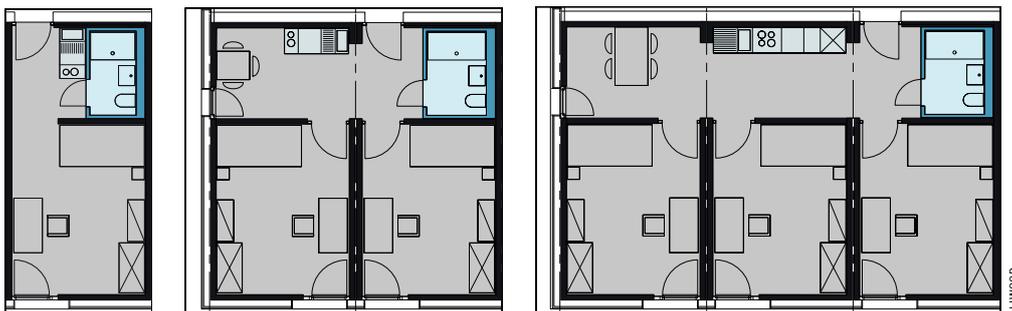
Die Struktur des Dreierapartments orientiert sich an der des Doppelapartments, bietet darüber hinaus jedoch eine erheblich größere Gemeinschaftsfläche. Das Apartment umfasst drei gleich große Wohnräume und eine geräumige Wohnküche mit kompletter Küchenzeile, Tisch und Stühlen, die optional mit einer Regalwand und einer Sitzgarnitur ausgestattet werden kann. Das Bad entspricht dem des Zweier-Moduls.

### Mischbau verbindet Vorteile

„Bei der Wahl der Baustoffe sprach der besser zu bewältigende Trittschall für Stahlbeton bei den Böden. Bei den Wänden waren es neben den vielen anderen Vorteilen von Holz vor allem der dampfdiffusionsoffene Außenwandaufbau, den der nachwachsende Rohstoff ermöglicht“, erklärten die Generalplaner. Seine natürlichen wärmedämmenden Eigenschaften waren ebenfalls ein Plus: Sie reduzierten die zusätzlich aufzubringende Dämmstoffdicke der Gebäudehülle.

So bestehen die Böden der Grundmodule aus 18 cm dicken Stahlbeton-Fertigteile-Platten mit 10 cm hoher Aufkantung rundum. Auf Letzterer setzen die Wandelemente aus dreilagigem, 11 cm dickem BSP bündig auf. Die Wände sind mit 2,45 m so hoch wie das lichte Raummaß (Geschosshöhe: 2,73 m). Aufkantung und Bodenplatte fungieren als „flaches Becken“. Darin sind die Rand- und

▼ Jedes Grundmodul (links) kann zu einem 2er- (Mitte) oder 3er-Apartment (rechts) erweitert werden



#### Bauvorhaben:

Drei Apartmenthäuser für Studenten  
D-69120 Heidelberg

#### Bauweise:

Modulbau (Holz-Beton-Misch- bzw. Hybridbauweise)

#### Bauzeit:

April bis August 2013 (fünf Monate ab OK Bodenplatte)

#### Bruttogeschosfläche: 7610 m<sup>2</sup>

#### Apartments:

158 mit 265 Betten

#### 1er-/2er-/3er-/4er-Apartments:

93/35/18/12

#### Energiestandard: KfW 40

#### Energiebedarf:

16,1 kWh/(m<sup>2</sup>·a)

#### Primärenergiebedarf:

20,9 kWh/(m<sup>2</sup>·a)

#### Energiebedarf Gesamtgebäude:

ca. 96 600 kWh/a

#### Leistung PV-Anlage: 120,96 kWp

#### Ertrag aus PV-Anlage:

ca. 98 000 kWh/a

#### Bauherr:

Studentenwerk Heidelberg  
D-69117 Heidelberg  
www.studentenwerk.uni-heidelberg.de

#### Generalübernehmer, Architektur, Werkstatt-Planung und Holzkonstruktion:

LiWood Heidelberg AG & Co. KG  
D-80336 München  
www.liwood.com

#### Montage Holzkonstruktion:

Büker Holzbau GmbH  
D-79268 Bötzingen  
www.holzbau-bueker.de

#### Fertigung und Abbund BSP-Elemente:

KLH Abbundzentrum Deutschland  
ABA Holz van Kempen GmbH  
D-86477 Adelsried  
www.aba-holz.de

#### Werkplanung und Bauleitung:

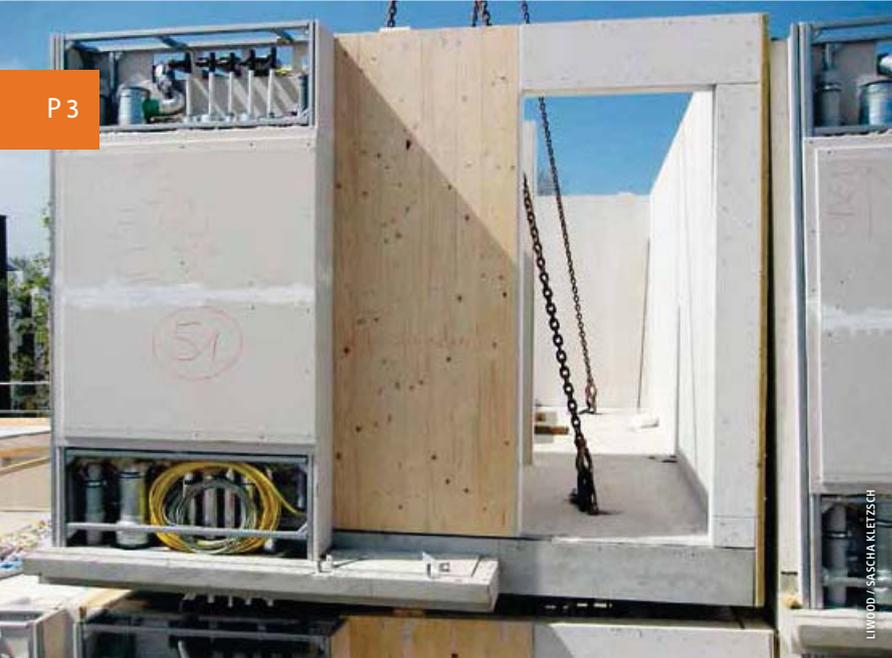
Dipl.-Ing. Manfred Gruber  
D-88348 Bad Saulgau  
www.gruber-architekt.de

#### Tragwerksplanung:

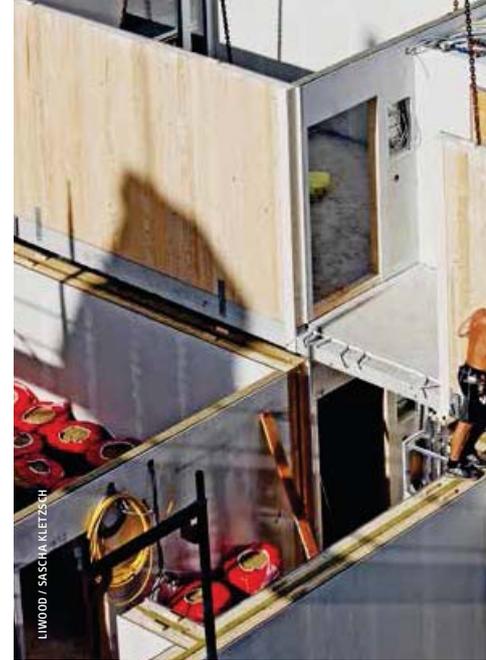
dHb – Dürauer Hermann Brändle Tragwerksplaner GmbH  
D-72800 Eningen unter Achalm  
www.ib-dhb.de

#### Brandschutzkonzept:

TSB Ingenieurgesellschaft mbH  
Tichelmann & Barillas Ingenieure  
D-64285 Darmstadt  
www.tsb-ing.de



◀ Vorinstallierte Versorgungsleitungen sorgen für eine einfache vertikale Verteilung und einen problemlosen Anschluss aller Zu- und Ableitungen der Apartments



Trittschalldämmung (2 cm) sowie der Estrich samt Fußbodenheizung eingebaut. Stahllaschen verbinden die Wände an der Außenseite mit der Bodenplatte.

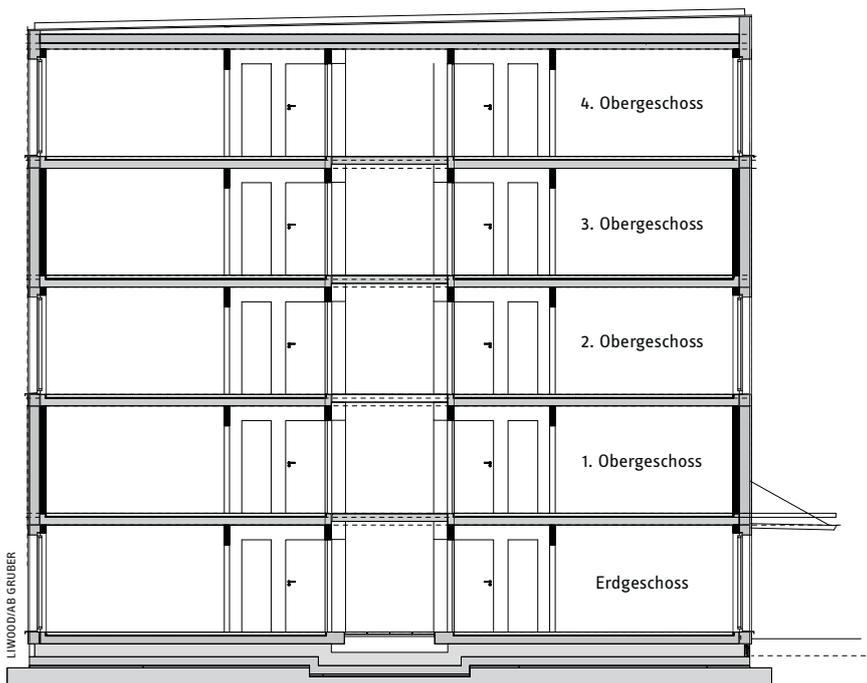
### Doppelte Wände und einfache Trenndecken

Nach oben sind die Raummodule offen, sodass beim Stapeln der Boden des aufgesetzten Moduls gleichzeitig die Decke des darunter liegenden bildet. Dadurch lassen sich doppelte Decken vermeiden, was Material- und Montageaufwand spart, ganz

abgesehen von der damit verbundenen geringeren Gebäudehöhe, was auch die Fassadenfläche verringert und ein weiteres Mal Material spart.

Beim Aneinanderreihen der 3,40 m breiten Raummodule ergeben sich doppelte Innenwände. Wobei die Module mit einem Abstand von jeweils 5 cm zueinander positioniert werden, sodass diese Fugen für einen entsprechenden Brandschutz (keine Beplankung in den Fugen) zwischen den Räumen mit Mineralfaserdämmstoff gefüllt werden können. Damit ergibt sich ein Gebäudeachsraster von 3,45 m in Querrichtung.

### Gebäude-Querschnitt



Beim Stapeln der Raummodule sorgen konisch geformte Holzteile auf den Wandkronen dafür, dass die Folgemodule exakt auf den Wandachsen der unteren Module „einfädeln“ und passgenau an sie anschließen. Hierzu befinden sich auf den Unterseiten der Bodenplatten die entsprechenden Negativformen. Diese „Steckverbindungen“ dienen den Modulen außerdem als Lagesicherung gegen seitliches Verrutschen. Das Gewicht der Raummodule von je 20 t überbrückt horizontale Lasten aus beispielsweise Wind auf die Fassade, was sie gegen Kippen sichert.

Spezielle Systembauteile aus zwei gegengleichen Stahlteilen koppeln die Grundmodule in Boden- bzw. Deckenebene. Sie verbinden die einzelnen Stahlbeton-Fertigteileplatten kraftschlüssig zu Geschossdecken-Scheiben. Diese sorgen für die horizontale Gebäudeaussteifung. Sie schließen zudem an das zentrale Treppenhaus in Stahlbeton an, das als Aussteifungskern fungiert. Die Waben- bzw. Rasterstruktur, die sich aus den BSP-Quer- und -Längswänden ergibt, steift die Geschosse vertikal aus.

Zum Einbau der 1,50 m bzw. 2,0 m breiten Stahlbeton-Fertigteilelemente der Flure sind die Raummodul-Böden an den flurzugewandten Seiten teilweise über die Modullänge hinausgeführt und die Ränder konsolenartig ausgeführt. Darauf sind die Flurelemente mit dazwischengefügten Elastomerlagern (Schallentkopplung) aufgelegt und in die Deckenscheibe integriert.



◀ Passgenaues Fügen der Raummodule neben- und übereinander

▶ Wohnraum mit Bett, Schrank, Regal und Arbeitsplatz. Die Zimmerdecke: weiß gestrichener Sichtbeton



LIWOOD / SASCHA KLETZSCH

## Raummodule bis zur Hochhausgrenze stapeln

Die Apartmenthäuser sind rund 15,40 m hoch und entsprechen der Gebäudeklasse 4 (GK 4: Gebäude mit einer Höhe bis zu 13 m. Die Oberkante der höchsten Geschossdecke liegt auf maximal 13 m). Mit

dem Modulbau-Konzept lassen sich laut LiWood Gebäude bis zur Hochhausgrenze bauen (OK der höchsten Geschossdecke liegt auf maximal 22 m) – je nach Geschosshöhe können das sieben oder acht Module sein. Sogar über diese Höhe hinaus soll man die Module stapeln können; nicht nach der deutschen

Musterbauordnung, aber die Bauordnungen anderer Länder geben das her. Maßgebend für die Bauteilbemessung ist der ungünstigste Fall „Last auf Erdgeschoss-Modul“ – auf ihm stapeln sich zwischen ein und sieben Module. Doch auch die Brandchutzanforderungen sind ein entscheidender Faktor. ■



▲ Die Fassaden können ganz individuell nach den Wünschen der Bauherren gestaltet werden. Auch das Fassadenmaterial ist variabel

## Bauphysik

# Ruhig, sicher und warm

► Erhöhter Schallschutz, Kapselung für den Brandschutz und Wärmeschutz für den KfW40-Standard waren die Vorgaben für das Studentenwohnheim.

Das Studentenwohnheim wurde mit einem erhöhten Schallschutz nach DIN 4109 Beiblatt 2 geplant und ausgeführt. Der Luftschall erreicht zwischen den Modulen aufgrund der Zweischaligkeit der Wände und der Fugendämmung einen Dämmwert von  $R'_{wR} = 60$  dB. Er liegt damit über den geforderten 55 dB.

### Guter Schallschutz innerhalb der Geschosse und über sie hinweg

Für einen guten Trittschalldämmwert zwischen den Geschossen sorgt der schwimmend verlegte und damit schalltechnisch entkoppelte Zementestrich. Damit kommen die Trenndecken auf einen Luftschalldämmwert von  $R'_{wR} = 62$  dB.

Die Trittschalldämmung der Geschossdecken beträgt  $L'_{n,w} = 44$  dB und liegt damit ebenfalls besser als die geforderten 46 dB (beim Trittschallschutz ist der kleinere Wert der bessere).

### Brandschutzkonzept fordert Kapselung

Für das Brandschutzkonzept war ein Gutachten erforderlich, das ein Sachverständiger extra für dieses Bauvorhaben entwickelt hat.

Das Ergebnis sah eine raumseitige Beplankung der BSP-Wände mit 18 mm dicken Gipsfaserplatten vor. Damit konnte das (nach DIN EN 13501-2) geforderte Kapselkriterium  $K_230$  erfüllt werden. Als

Gesamtbauenteil sind die Wände mit F60-AB klassifiziert. Das Gebäude selbst ist mit einer Feuerwiderstandsdauer von F60 konzipiert. Dort, wo Sichtholzflächen aus gestalterischen Gründen gewünscht waren, wurden auf die Gipsfaserplatten zusätzlich Dreischichtplatten aufgebracht.

Die Länge der Schenkel der L-förmigen Wohnhäuser bzw. des kompakten dritten Apartmenthauses sowie die Lage der Treppenhäuser sind so gewählt, dass Fluchtwege von weniger als 35 m Länge entstehen (Brandabschnittsgrenze nach LBO). Die Schaffung einzelner Brandabschnitte war nicht erforderlich.

Als zweiter Flucht- bzw. Rettungswege gilt die Anleierung der Feuerwehr über die Fassade.



## Wärmeschutz für KfW40-Standard

Die 11 cm dicken BSP-Außenwände erhielten als Gebäudehülle einen 28 cm dicken Aufbau aus Dämmebene und Fassade. Die zweischichtige Dämmebene besteht aus einer 18 cm tiefen Pfosten-Riegel-Konstruktion und einer 6 cm tiefen Lattung, die insgesamt mit 24 cm Mineralfaserdämmstoff ausgefüllt ist, und eine Unterspannbahn aufnimmt. Darauf folgt die hinterlüftete Fassade aus Faserzementplatten. Die Außenwände erreichen einen U-Wert von  $0,148 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

Die werkseitige Montage der Modulwände umfasst neben der Beplankung auch die Konstruktion der Dämmebene samt Einbau der Fenster ( $U_w$ -Wert:  $0,71 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ). Die Bekleidung der Fassaden erfolgte erst nach der vollständigen Montage aller Raummodule eines Gebäudes.

Den schwimmenden Estrich erhielten die Module ebenfalls werkseitig, um einen fehlerfreien Einbau und damit eine optimale Trittschalldämmung sicherzustellen.

Den oberen Abschluss bildet ein Pultdach. Es setzt auf den

Raummodulen des letzten Geschosses auf, die mit Stahlbeton-Fertigteil-Decken geschlossen und wieder zu einer Deckenscheibe verbunden wurden. Darauf folgt ein Warmdachaufbau mit einer Dampfsperre, einer Gefälledämmung (2%) und einer EPDM-Dachabdichtung sowie einem Substrat (U-Wert des Daches:  $0,127 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ).

Die Bodenplatten mit unterseitiger Perimeterdämmung, oberseitiger Trägerplatte, Trittschalldämmung und Estrich mit Bodenbelag erreichen einen U-Wert von  $0,16 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . ■

▲ Die BSP-Wände sind aus Brandschutzgründen mit Gipsfaserplatten beplankt (Kapselkriterium  $K_{2,30}$ )

▼ Photovoltaik-Elemente auf den Dächern liefern den Großteil des Stroms für die Luft-Wasser-Wärmepumpen



## Fertigung und Montage

# Sechs Module pro Tag

Die Raummodul-Fertigung erfolgte in einer Feldfabrik direkt vor Ort. Dafür fertigen nahe gelegene Holzbauunternehmen einen Großteil der Modulbauteile und -komponenten vor und bringen sie nach Zeitplan auf die Baustelle.



### Jahreszeitlicher Stromausgleich

Photovoltaik-Elemente auf den Dächern erzeugen den für den Betrieb der Luft-Wasser-Wärmepumpen benötigten Strom hauptsächlich zu den Zeiten, zu denen am meisten Energie benötigt wird (morgens und am späten Nachmittag).

Im Sommer, wenn die Elemente viel Energie erzeugen, aber die Wärmepumpen nur wenig für die Warmwasserbereitung benötigen – Heizen entfällt ja –, wird der Überschussstrom nicht ins Netz gespeist, sondern für andere Bedarfe wie Kühlschränke oder PCs im Gebäude genutzt.

Im Winter kehrt sich die Situation um: Die Wärmepumpen fürs Heizen und Warmwasser benötigen viel Energie, aber die Sonne scheint zu wenig. Für diesen Fall kauft das Studentenwerk Strom zu. In der Jahresbilanz gleichen sich die gesparten Kosten für den Strombedarf der erwähnten Geräte im Sommer mit denen des im Winter zugekauften Stroms aus.

Die Raummodule wurden in einer Feldfabrik auf dem Baustellengrundstück zusammengebaut

Alles, was auf öffentlichen Straßen transportiert werden soll und zwischen 2,50 m und 3,40 m breit ist, darf trotz „Überbreite“ noch in Begleitung privater Fahrzeuge zum Zielort gebracht werden. Was über 3,40 m hinausgeht, macht beim Transport eine Polizeieskorte erforderlich und kommt teuer. Daher begrenzt LiWood seine Kuben in der Regel auf eine Breite von 3,40m.

### Fertigung in der Feldfabrik

Dass die Raummodule in Linienfertigung in einer Feldfabrik auf einem ungenutzten Teil des Baugrundstücks vor Ort montiert wurden, hat vor allem Umweltschutzgründe: Nahe gelegene Unternehmen fertigen einen Großteil der Modulbauteile und -komponenten und bringen sie nach Zeitplan direkt auf die Baustelle. So auch die BSP-Wände. Sie

kamen vom Abbundwerk mit Gipsfaserplatten beplankt und gespachtelt. Das spart Transportwege und reduziert den CO<sub>2</sub>-Ausstoß. Das Vorgehen ermöglicht einen systematischen Zusammenbau der Module bei minimaler Bereitstellung von Lagerfläche in der Feldfabrik für die jeweils zu verbauenden Elemente.

Bei 70 bis 90 Minuten Montagezeit können bis zu zehn Module am Tag gefertigt werden. Die Anzahl variiert je nach Gegebenheiten auf der Baustelle bzw. den logistischen Rahmenbedingungen wie etwa der in der Planungsphase festgelegten Menge der zu liefernden Bauteile oder der Taktzahl der Lkw-Anlieferungen. In Heidelberg waren es sechs.

Nach Abbau der Feldfabrik erfolgte die Montage der Fassadenbekleidung, innen wurden parallel dazu sämtliche Installationen fertiggestellt und alle Möbel eingebaut.

### Leitungen sind verschraubt statt verpresst

In der jeweiligen Fundamentplatte, auf der die Raummodule gegründet sind, wurde ein horizontaler Kanal mit einer Art Kabelbaum geführt, der zu den einzelnen Modulen abzweigt. Dieser fährt in die untersten Installationsschächte hinein und von dort in jedes darüber liegende Raummodul.

Alle wasserführenden Leitungen sind von Hand verschraubt statt verpresst, sodass Reparaturen jederzeit mit einfachem Werkzeug und damit



BEIDE FOTOS: LIWOOD / SASCHA KLETZSCH

ebenso vom Hausmeister wie von handwerklich begabten Menschen ausgeführt werden können. Das ist zum einen nutzerfreundlich, zum anderen ermöglicht es eine einfache Überprüfung (Revisionierbarkeit) der Leitungen bei der Wartung.

Das Energiekonzept für die Apartmenthäuser kann die benötigte Energie für Wasser und Strom weitgehend klimaneutral herstellen: Mit den Luft-Wasser-Wärmepumpen lassen sich ohne Eingriff ins Erdreich umweltfreundlich und kostensparend Wärme oder Kälte gewinnen, die über das hauseigene Energiezentrum in das Heiz- oder Kühlsystem eingespeist werden.

▲ Die gelieferten Elemente werden systematisch in Linienfertigung montiert

▶ Fertige Module werden direkt auf die Baustelle gefahren und an ihren Platz gehoben

Die drei Apartmenthäuser sollen vor allem drei Gruppen nutzen: Ein Haus ist reserviert für Kurzzeitmieter, eines für Doktoranden und Masterstudierende und das dritte für Alleinerziehende.

### Flexibel mit vielen Optionen

Sollten die Studentenzahlen in einigen Jahren rückläufig sein, könnten die „Studierstuben“ wieder Geld in die Kassen spülen. Die Einheiten sind so konzipiert, dass sie sich mit geringem Aufwand umbauen lassen. Vom Einzimmerapartment bis hin zu offenen Raumstrukturen über mehrere Module hinweg lassen sie sich als

Hotel, Seniorenwohnheim oder Büro nutzen. Sie sind auch demontierbar und können an anderer Stelle wieder neu zusammengesetzt werden. Andererseits lassen sich die Gebäude bei Bedarf erweitern: Die I-Form des westlichen Baukörpers könnte man wie die beiden anderen Gebäude zu einem L erweitern oder die L-Form zu einem U ausbauen. Das von LiWood entwickelte ILU-Prinzip ermöglicht eine optimale Ausnutzung des Bau- und Grundstücks auch bei nachträglicher Weiterentwicklung der Fläche. Angst vor Fehlinvestitionen muss man bei diesem Konzept also nicht haben.

Dipl.-Ing. (FH) Susanne Jacob-Freitag,  
Karlsruhe ■



LIWOOD / SASCHA KLETZSCH

## PROJEKT 3

### Fazit

Mit Holzbau fast CO<sub>2</sub>-neutral

Nachhaltigkeit und Umweltschutz spielen bei den Neubauten des Studentenwerks Heidelberg eine große Rolle. Es kamen Baumaterialien aus der Region zum Einsatz, was die Umweltbelastung dank kurzer Transportwege gering hielt und für die Zimmereibetriebe aus der Region ein lukratives und gut kalkulierbares Geschäftsmodell sein kann. Im Endeffekt ist die Lebenszyklusbilanz der Häuser bezogen auf die Nutzungsdauer fast CO<sub>2</sub>-neutral. Durch den Einsatz von Holz sind in den Studentenapartments auf dem Campus „Im Neuenheimer Feld“ insgesamt 3000 Tonnen CO<sub>2</sub> gespeichert.