



Mehrgeschosser

## Erdbebensichere **Passivhaus-Residenz**

► Die „Résidence Jules Ferry“ steht in einem Erdbebengebiet. Damit die Gebäude einem Beben standhalten, haben sie ein Tragwerk aus Brettsperrholz-Elementen mit Stützen und Trägern. Die Wandelemente sind reißverschlussartig zugeschnitten und das Ganze ist mit Stahllaschen, Blechen und Zugstangen zusammengespannt.



ASP ARCHITECTURE

◀ Seit Anfang 2014 ist die Résidence Jules Ferry, ein sozialer Wohnbau der Extraklasse, bezogen. Das Ensemble im Passivhausstandard umfasst einen Drei- und einen Achtgeschosser

Die Résidence Jules Ferry in der lothringischen Kleinstadt Saint-Dié-des-Vosges (Frankreich) steht in einem Erdbebengebiet der Zone 3. Das Ensemble aus einem drei- und einem achtgeschossigen Gebäude ist ein Nachverdichtungsprojekt in Holzbauweise, das sich städtebaulich bestens in die Umgebung einfügt. Als Passivhaus ist es zudem ein energetisches Vorzeigeprojekt der Region.

„Le Toit Vosgien“, Bauherr und Vermieter des Objekts, folgte von Anfang an dem Grundsatz, Wohnbauten in Holz zu errichten. Der soziale Wohnkomplex umfasst 26 Wohnungen, davon 19 im Acht- und sieben im Dreigeschosser.

Da mehrgeschossige Holzbauten in Frankreich dank Weiterentwicklung der technischen Anweisung IT249 (Instruction Technique 249 – hier geht es vor allem um den Brandschutz in Wohnhäusern) seit 2010 auch baurechtlich kein Problem mehr darstellen, stand dem Projekt nichts im Wege.

Für den Achtgeschosser galt es, eine statisch effektive Konstruktion zu entwickeln, die den maximal möglichen Erdbebenlasten nicht nur standhält, sondern das Gebäude auch so schützt, dass es danach weiterhin gebrauchstauglich ist, das heißt bewohnbar.

### **Flächentragwerk mit Stützen und Trägern kombiniert**

Architekt Antoine Pagnoux von ASP architecture aus Saint-Dié-des-Vosges hat schon öfter für „Le Toit Vosgien“ geplant, sodass ihm die Holzbauweise vertraut ist. In Zusammenarbeit mit Tragwerksplaner Thomas Steuerwald von BET Ingénierie Bois aus Bischheim (Frankreich) wählten sie für das kompakte Gebäude mit rund 23 m Breite, 13 m Tiefe (ohne Loggien) und knapp 23 m Höhe eine Konstruktion aus Brettsperrholz(BSP)-Elementen für Wände und Decken und kombinierten es mit einem Stützen-/Träger-System aus Brettschicht(BS)-Holz in den beiden inneren Gebäudelängsachsen.

So kann das Gesamttragwerk Horizontal- und Vertikallasten über die Scheibenwirkung der Wände und Decken bzw. Vertikallasten über die Stützen aufnehmen. Gleichzeitig ermöglichten die Stützen und Unterzüge eine ebenso großzügige wie flexible Raumgestaltung.

### **Dreiteilung des Wohnblocks zur Schallentkoppelung**

Zwei Doppel-Querwände, die die Geschossgrundrisse dreiteilen, markieren auch die vertikale Teilung des

► Raumeindruck mit sichtbarem Holz: Stützen und Unterzüge erlauben offene Räume



ASP ARCHITECTURE



ASP ARCHITECTURE

▲ Unter <http://tinyurl.com/qxwc2dl> ist die Montage des Ensembles im Zeitraffer zu verfolgen

Gebäudes in drei Blöcke, die statisch unabhängig voneinander konzipiert, aber mechanisch über Stahllaschen und eingeschlitze Bleche auf und in den Außenwänden verbunden sind.

Die als Sandwichkonstruktion mit Dämmlage ausgeführten Querwände sorgen für die Schallentkopplung zwischen den Geschosswohnungen. In ihren Achsen, aber in Dämmebene der Außenwände, sind außerdem Zugstangen angeordnet, die die Wandscheiben über die acht Geschosse zusammenspannen und in den Fundamenten verankern.

Je Geschoss dienen die Träger bzw. Unterzüge (b/h = 24 /36 cm, GL24h) in den zwei mittleren Längsachsen bzw. die konsolenartigen Randträger (b/h = 28 /50 cm, GL24h) an den Außenwänden als Auflager für die Decken-Elemente. Als Dreifeldträger (3,75 m – 3,65 m – 3,85 m) überspannen sie das Gebäude in Querrichtung.

Damit die Geschossdecken keine Querpressung aus aufstehenden Stützen erhalten, sind die Decken-Elemente um die Stützen (b/h =

30/20/24 cm/24 cm, GL24h) herum ausgespart. Zur direkten Weiterleitung der Vertikallasten von Stütze zu Stütze hat der Tragwerksplaner einen speziellen lastdurchleitenden

#### Schallentkopplung

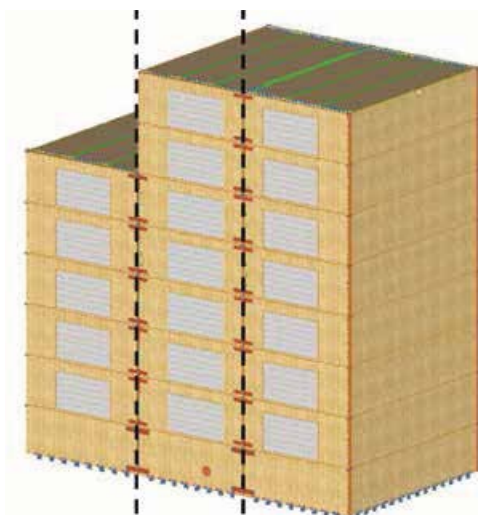
Zur Schallentkopplung ist der Achtgeschoßer in drei vertikale Blöcke geteilt und über Stahllaschen wieder zu einem statischen Gesamtsystem verbunden

Stahlknoten entwickelt. Er besteht aus zwei gegeneinander verdrehten Laschenpaaren, eingeschlizten Blechen sowie zwei Lastverteilungsplatten (mit Schalldämmeinlage) in Deckenebene mit Anschlussblechen für die jeweiligen Stützen des Stockwerks darüber.

Die Stahlknoten schließlich verbinden die Stützen biegesteif mit den Unterzügen und dienen Letzteren als Gabellager. So sind die Unterzüge seitlich gehalten, erfahren aber ebenfalls keine Querpressung durch die Stützen.

#### Aussteifung über Scheiben und Gesamtsteifigkeit über Stahl

In die Ausfräsungen der Plattenränder eingeschraubte Holzwerkstoffstreifen koppeln die etwa 11,25 m langen, 2,0 bis 2,50 m breiten und 14 cm dicken Decken-Elemente zu Scheiben. Sie steifen das Gebäude horizontal aus. Die Außenwände und die beiden Sandwich-Querwände übernehmen die Vertikalaussteifung.



Um die notwendige Gesamtsteifigkeit im Erdbebenfall sicherzustellen, mussten die drei Gebäudeblöcke außerdem untereinander verbunden werden. Denn jeder der drei „Türme“ wäre für sich genommen zu schlank, um Horizontallasten infolge Erdbeben in den Baugrund zu übertragen.

Schlitzbleche in und Stahllaschen auf den Außenwänden boten in Kombination mit speziellen Stahlverbindern von SFS intec den erforderlichen kraftschlüssigen Anschluss: Die Stahllaschen wurden mit SFS-Vollgewindeschrauben aufgebracht. Die 1,40 m hohen und mit selbstbohrenden SFS-Stabdübeln (WS-T-7) in die Wandscheiben eingebauten Schlitzbleche wurden in den Vertikalfugen über Bolzen zusammengeschlossen. Beide Stahl-/Holz-Verbindungen sorgen über die Höhe des Gebäudes für den erdbebensicheren Verbund.

### **Verzahnungen, Zugstäbe und Stahlbleche nehmen Kräfte auf**

Um Horizontalkräfte infolge Erdbeben aufnehmen zu können, sah das Tragwerkskonzept zudem reißverschlussartig gefräste Wandkronen und -unterkanten vor. Die Wandelemente wurden über die Geschosse hinweg lediglich ineinandergesteckt (keine Verschraubungen). So lassen sich horizontale Kräfte in Wandebene durch Kontaktpressung innerhalb der Verzahnungen übertragen. Treten Kräfte quer zur Verzahnung auf, wirken die Zugstangen, die die Außenwände zusammenspannen, einem Kippen entgegen. Die Fundamente wurden für diese Zugstangenverankerungen entsprechend groß dimensioniert und dienen dem vergleichsweise leichten Gebäude auch als Gegengewicht bzw. „Anker“.

### **Schallentkopplung als zweitwichtigste Planungsgröße**

Um die Schallübertragung innerhalb der Geschosse, aber auch geschossübergreifend zu minimieren, erhielten alle Stöße und Fugen eingelegte Dämmstreifen. Das heißt, die Dämmstreifen wurden sowohl zwischen übereinander stehenden

Wandscheiben als auch zwischen Stahlteilen und Decken bzw. Stützen oder aber zwischen Stahlteilen untereinander eingefügt.

Dabei kamen lastbezogen unterschiedlich dicke Dämmstreifen zum Einsatz. Eine eigens dafür erstellte Bemessung legte jeweils den Wert desjenigen Komprimierungsmaßes fest, bei dem ein Dämmstreifen unter einer spezifischen Last und unter Berücksichtigung der jeweiligen Gebäudeverformung seinen besten akustischen Wirkungsgrad erreicht. Entsprechend viele Dämmstreifentypen und -dicken gibt es im Gebäude.

Zum korrekten Einbau erhielten die Bauausführenden einen Positionsplan. Verschiedene Farben halfen zusätzlich bei der Zuordnung.

### **Externe Erschließung ist auch Flucht- und Rettungsweg**

Den Aufzug in Stahlbeton und das (Flucht-)Treppenhaus samt

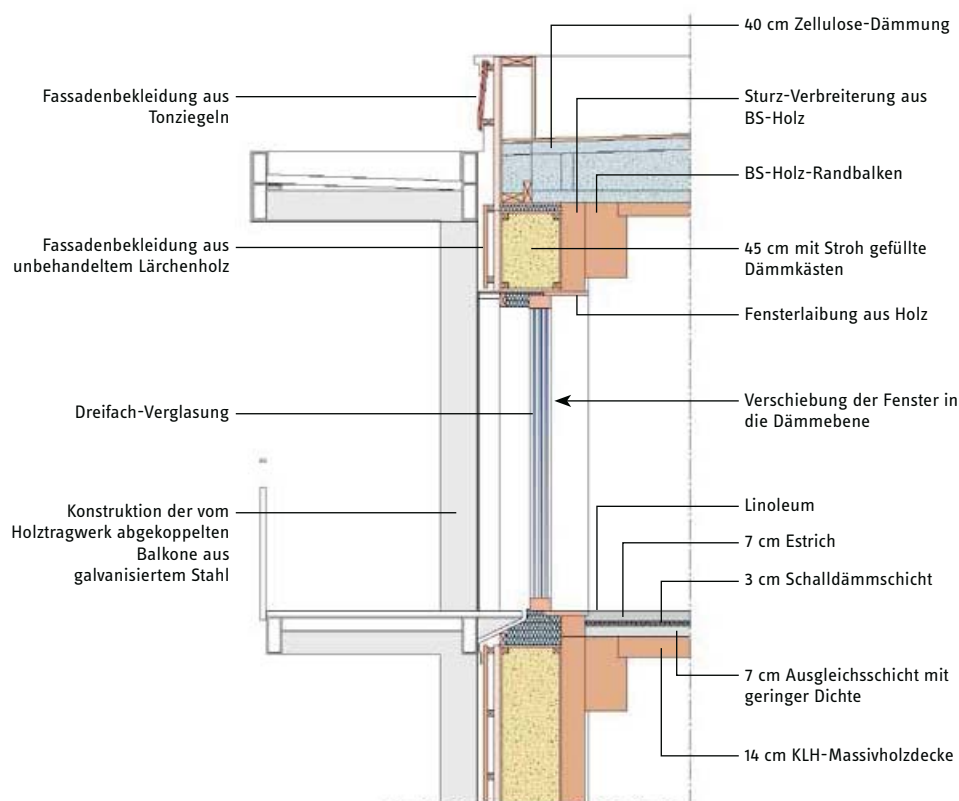
Erschließungsfluren (beide in Stahl) zu den Wohnungen haben die Planer auf der Gebäuderückseite als „Anbau“ platziert. Fugen trennen ihn vom Hauptgebäude. Mit dieser Anordnung und Materialwahl konnte auch das Thema Brandschutz gelöst werden. Denn ab einer bestimmten Gebäudehöhe müssen Flucht- und Rettungswege aus nichtbrennbaren Materialien bestehen. Rauchfrei sind sie als externe Erschließung sowieso.

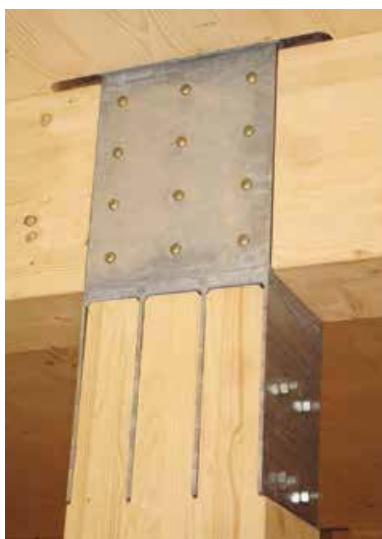
### **Dimensionierung sorgt für sichtbares Holz**

Der Eurocode (EC) 8 erlaubt es nicht, Erdbebenlasten mit vereinfachten Rechenmethoden zu bestimmen. Folglich galt es, die Tragstruktur samt anzusetzender Wind- und Erdbebenlasten per 3D-CAD zu modellieren (verwendetes Programm: Robot). Im iterativen Verfahren fanden die Ingenieure die korrekten Parameter zur Bemessung der Bauteile und Anschlüsse.

#### **Fassadenschnitt**

45 cm dicke Dämmkästen umhüllen das Tragwerk des im Passivhausstandard geplanten Gebäudes





Die Außenwanddicken der Längswände variieren lastbedingt über die Geschosse mit 17 cm (vom EG bis 3. OG) und 15,8 cm (vom 4. bis 8. OG). Die Wände der Gebäudeschmalseiten dagegen sind mit 12,8 cm überall gleich bemessen.

Für die schalldämmten Doppel-Querwände kamen 2 cm × 7,2 cm dicke BSP-Elemente zum Einsatz. Die Geschossdecken erhielten mit 14 cm eine konstante Dicke, für die Dachscheibe waren 9,5 cm ausreichend.

Der Achtgeschosser hatte eine Feuerwiderstandsklasse von F60 zu erfüllen. Das konnte für alle Holzbauteile nachgewiesen werden, indem auf die statisch erforderliche Wanddicke das Dickenmaß dazugeschlagen wurde, das entsprechend dem rechnerischen Abbrandverhalten innerhalb von 60 Minuten verkohlt.

Im Brandfall tragen die Restquerschnitte also zu 100 Prozent. In diesem Sinne sind die Wände überdimensioniert.

Dafür konnte man auf eine Bel plankung mit Gipsfaserplatten verzichten und – wo gewünscht – die Holzoberfläche sichtbar lassen.

Da ein Brandüberschlag sowohl innerhalb der Fassade, die aus 45 cm dicken, mit Strohballen gefüllten Kästen besteht, als auch von der Fassade auf die tragende Hülle ins Gebäude ausgeschlossen werden konnte, genehmigte die Brand-schutzbehörde bzw. die Feuerwehr in

Zusammenarbeit mit dem Prüfinde-  
genieur diese Lösung.

### Hohlkästen mit Strohballen bilden selbsttragende Hülle

Gestapelt umhüllen die Dämmkästen aus Massivholzplatten das Gebäude und sind so konstruiert, dass sie sich selbst tragen. Für den Erdbebenfall mussten sie dennoch an den Außenwänden fixiert und damit die Verbindungsmittel so ausgelegt werden, dass sie auch die Vertikallasten aus den Dämmkästen aufnehmen können. Hierfür wählten die Planer spezielle Schrauben von SFS intec mit einer wärmedämmenden Kunststoff-Teleskophülse zur Vermeidung von Wärmebrücken in der Gebäudehülle: TS-T25-6.

### Rundum ein Erfolg

Nach 13 Monaten Bauzeit (vom Spatenstich bis zum Einzug) konnten die Mieter Anfang Januar 2014 die Résidence Jules Ferry beziehen. Wie sich herausstellte, ermöglichen die Passivhäuser ihren Nutzern niedrige Nebenkosten von nur 15 Euro im Monat. Dass die Gebäude auch noch erdbebensicher sind, ist ein gutes Gefühl für die Bewohner, die sich trotz Erdbebenzone 3 gut aufgehoben fühlen in ihrem neuen Domizil.

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

◀ Last-durchleitende Stahlknoten verhindern die Querpressung

◀ Die Doppel-Querwände mit Dämmlage erhielten in den Randbereichen zusätzliche Verzahnungen in Wandebene

▲ Fügen der reiðverschluss-artig verzahnten Wandelemente mit Dämmstreifen. Schrauben bzw. Schlitzbleche und Stabdübel verbinden die Gebäudeblöcke

### ► Steckbrief

**Bauvorhaben:**  
Résidence Jules Ferry:  
Achtgeschossiges Passivhaus in  
F-88100 Saint-Dié-des-Vosges

**Bauzeit:**  
Dezember 2012 bis Dezember  
2013 (insgesamt: 13 Monate)

**Baukosten:** ca. 1,1 Mio. Euro

**Bauherr/Auftraggeber:**  
Le Toit Vosgien  
F-88100 Saint-Dié-des-Vosges  
www.toit-vosgien.com

**Architektur:**  
ASP architecture  
F-88100 Saint-Dié-des-Vosges  
www.asparchitecture.fr

**Tragwerks-, Ausführungs- und  
Werkplanung:**  
BET Ingénierie Bois  
Thomas Steuerwald  
F-67800 Bischheim

**Holzbau:**  
Lignatec – SAS  
F-88100 Remomeix  
www.klh.at  
  
Sertelet Yves S.A.R.L.  
F-88490 Provençères-sur-Fave  
www.sertelet.com

**Verbindungsmittel:**  
SFS intec GmbH  
D-61440 Oberursel  
www.sfsintec.biz/de

**Abund KLH-Elemente:**  
ABA Holz van Kempen GmbH  
D-86477 Adelsried  
www.aba-holz.de