

# Erdbebensichere Passivhaus-Residenz

Die Résidence Jules Ferry im französischen Saint-Dié-des-Vosges steht in einem Erdbebengebiet. Damit die Gebäude einem Beben standhalten, erhielten sie ein Tragwerk aus Brettsperrholz-Elementen, -Stützen und -Trägern. Die Wandelemente sind reissverschlussartig zugeschnitten und das Ganze mit Stahllaschen, eingeschlitzten Blechen und Zugstangen horizontal und vertikal zusammengespannt.



**Das Ensemble im Passivhausstandard umfasst einen Drei- und einen Achtgeschosser, bei denen die erdbebensichere Bauweise des Hochhauses erstmals angewandt wurde.**

Foto: ASP architecture

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 seinem Grundsatz, Wohnbauten in Holz zu er-

richten. 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 Erdbe-

benlasten nicht nur standhält, sondern das Gebäude auch so schützt, dass es danach weiterhin gebrauchstauglich ist, das heisst bewohnbar.

## Kombiniertes Flächentragwerk

Architekt Antoine Pagnoux von ASP architecture aus Saint-Dié-des-Vosges hat schon öfter für Le Toit Vosgien geplant, so dass ihm die Holzbauweise vertraut ist. In Zusammenarbeit mit Tragwerksplaner Thomas Steuerwald von BET Ingénierie Bois aus Bischheim (Frankreich) wählten



**Raumeindruck mit sichtbarem Holz: Stützen und Unterzüge erlauben offene Räume.**

Foto: ASP architecture

sie für das kompakte Gebäude mit rund 23 m Breite, 13 m Tiefe (ohne Loggien) und knapp 23 m Höhe eine Konstruktion aus KLH-Brettsperrholz(BSP)-Elementen für Wände und Decken und kombinierten es mit einem Stützen-/Träger-System aus Brett-schicht(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.

**Raffinierte Dreiteilung**

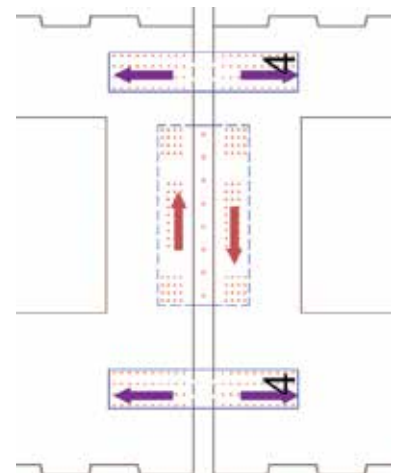
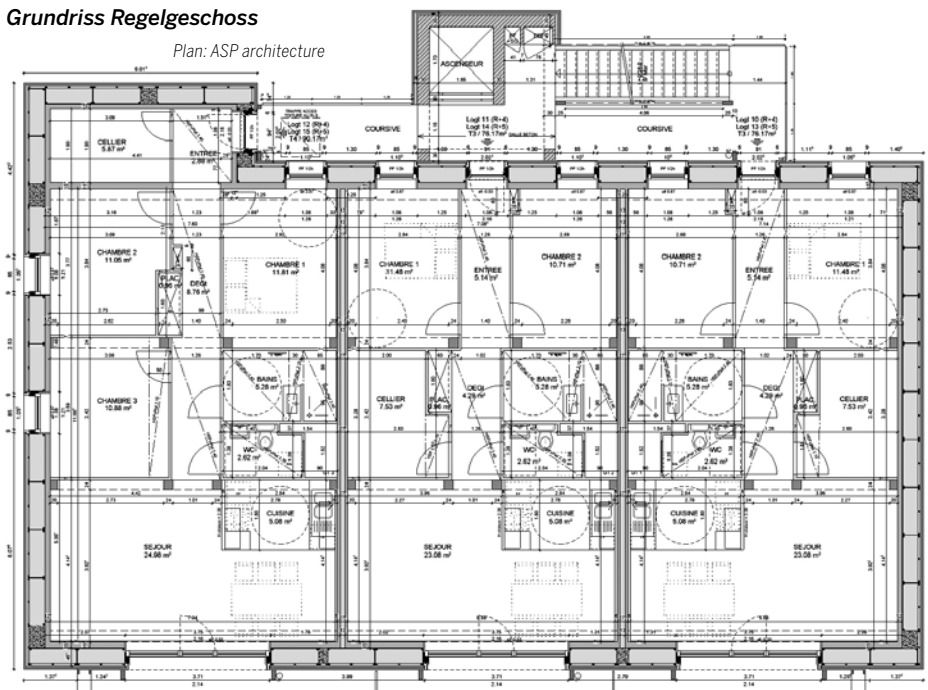
Zwei Doppel-Querwände, die die Geschossgrundrisse dreiteilen, markieren auch die vertikale Teilung des Gebäudes in drei Blöcke, die statisch unabhängig voneinander konzipiert, aber mechanisch über Stahllaschen und eingeschlitzte Bleche auf und in den Aussenwänden verbunden sind.

Die als Sandwichkonstruktion mit Dämmlage ausgeführten Querwände sorgen für die Schallentkoppelung 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.

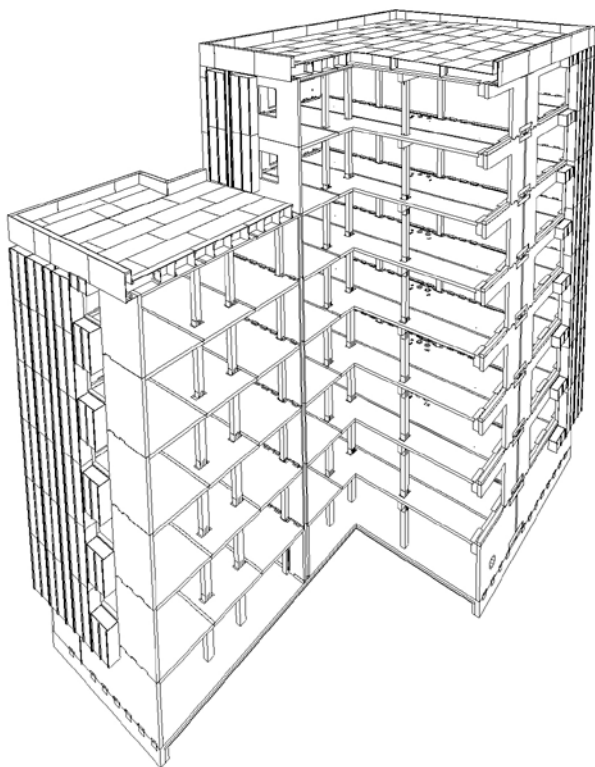
Je Geschoss dienen die Träger bzw. Unterzüge (B/H = 24 cm/36 cm, GL24h) in den zwei mittleren Längsachsen bzw.

**Grundriss Regelgeschoss**

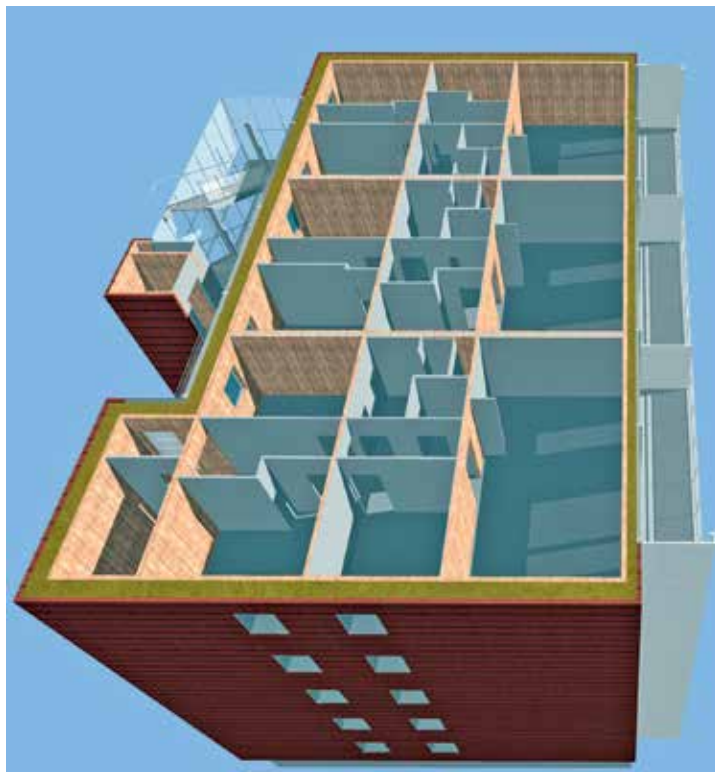
Plan: ASP architecture



**Zur Aufnahme von erdbebenbedingten Horizontal- und Vertikalkräften (a) verbinden Stahllaschen und eingeschlitzte Bleche mit Stabdübeln (b) die drei Gebäudeblöcke zu einer statischen Einheit.**  
Plan: Lignatec



Die Isometrie verdeutlicht die Konstruktion der Résidence Jules Ferry.



Isometrie mit Einblick in einen dreigeteilten Grundriss. Plan: ASP architecture



Lastdurchleitende Stahlknoten verhindern eine Querpressung auf Decken und Unterzüge durch die Stützen.

Fotos: Lignatec

die konsolenartigen Randträger (B/H = 28 cm/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 Quer-richtung. 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 Stahlknoten entwickelt. Er besteht aus zwei gegeneinander verdrehten Laschenpaaren, eingeschlitzten Blechen sowie zwei Lastvertei-

### Steckbrief Résidence Jules Ferry

**Bauvorhaben:**

drei- und achtgeschossiges Passivhaus in Saint-Dié-des-Vosges, Frankreich

**Bauweise:**

Ingenieurholzbau

**Bauzeit:**

Dezember 2012 bis Dezember 2013 (insgesamt: 13 Monate)

**Montage Holzbau Achtgeschoss:**

4 Wochen

**Baukosten:**

ca. 5 500 000 Franken

**Bauherr/Auftraggeber:**

Le Toit Vosgien, F-88100 Saint-Dié-des-Vosges, [www.toit-vosgien.com](http://www.toit-vosgien.com)

**Architektur:**

ASP architecture,

F-88100 Saint-Dié-des-Vosges, [www.asparchitecture.fr](http://www.asparchitecture.fr)

**Tragwerks-, Ausführungs- und Werkplanung:**

BET Ingénierie Bois, Thomas Steuerwald, F-67800 Bischheim

**Holzbau:**

Lignatec – SAS, F-88100 Remomeix, [www.klh.at](http://www.klh.at); Sertelet Yves S.A.R.L., F-88490 Provençères-sur-Fave, [www.sertelet.com](http://www.sertelet.com)

**Verbindungsmittel:**

SFS intec GmbH, D-61440 Oberursel, [www.sfsintec.biz/de](http://www.sfsintec.biz/de)

**Abbund KLH-Elemente:**

ABA Holz van Kempen GmbH, D-86477 Adelsried,

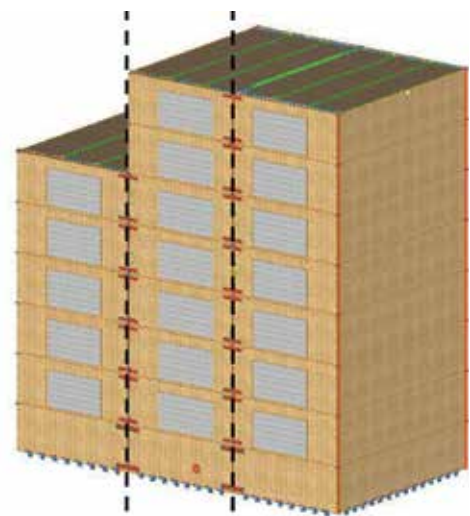
[www.aba-holz.de](http://www.aba-holz.de)



Die Doppel-Querwände mit Dämmlage erhielten in den Randbereichen zusätzliche Verzahnungen in Wandebene. Sie nehmen Horizontalkräfte ebenfalls über Druckkontakt auf.



Eingeschlitzte Bleche in den Aussenwänden spannen die drei Gebäudeblöcke in den Vertikalfugen über geschweisste Bolzen zusammen.



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

Foto: Sertelet



Fügen der reissverschlussartig verzahnten Wandelemente mit Dämmstreifen (grün). Stahllaschen und Schrauben bzw. eingeschlitzte Bleche und Stabdübel verbinden die Gebäudeblöcke.

Foto: Lignatec

lungsplatten (mit Schalldämmeinlage) in Deckenebene mit Anschlussblechen für die jeweiligen Stützen des Stockwerks darüber.

Die Stahlknoten 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 mit Scheiben

In die Ausfräsungen der Plattenränder eingeschraubte Holzwerkstoffstreifen koppeln die etwa 11,25 m langen, 2 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



BSP-Wände und -Decken kombiniert mit Stützen und Trägern in den mittleren Längsachsen bilden das Tragwerk.

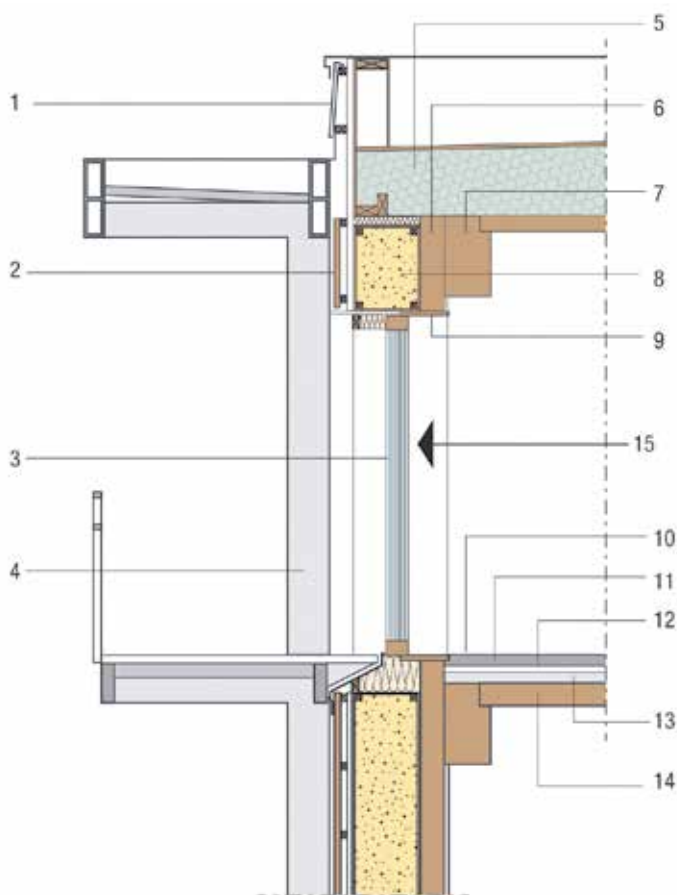
Fotos: Sertelet

**wey**  
PARKETT • PRODUKTION • HANDEL

WIR STEHEN FÜR KOMPETENZ IN BERATUNG UND QUALITÄT

WEY PARKETT AG  
CH-6110 WOLHUSEN  
TEL 041 490 46 65

WWW.WEY-PARKETT.CH



**Fassadenschnitt: 45 cm dicke Dämmkästen umhüllen das Tragwerk des im Passivhausstandard geplanten Gebäudes.**

Plan: ASP architecture

- 1 Fassadenbekleidung aus Tonziegeln
- 2 Fassadenbekleidung aus unbehandeltem Lärchenholz
- 3 Dreifach-Verglasung
- 4 Konstruktion der vom Holztragwerk abgekoppelten Balkone aus galvanisiertem Stahl
- 5 Zellulose-Dämmung 40 cm
- 6 Sturz-Verbreiterung aus BS-Holz
- 7 BS-Holz-Randbalken
- 8 mit Stroh gefüllte Dämmkästen 45 cm
- 9 Fensterlaibung aus Holz
- 10 Linoleum
- 11 Estrich 7 cm
- 12 Schalldämmschicht 3 cm
- 13 Ausgleichsschicht mit geringer Dichte 7 cm
- 14 KLH-Massivholzdecke 14 cm
- 15 Verschiebung der Fenster in die Dämmebene

Gesamtsteifigkeit im Erdbebenfall sicherzustellen, mussten die drei Gebäudeblöcke ausserdem untereinander verbunden werden. Denn jeder der drei «Türme» wäre für sich genommen zu schlank, um Horizontal-lasten infolge Erdbeben in den Baugrund zu übertragen.

Schlitzbleche in und Stahllaschen auf den Aussenwänden boten in Kombination mit speziellen Stahlverbindern von SFS in-

tec den erforderlichen kraftschlüssigen Anschluss: Die Stahllaschen wurden mit Vollgewindeschrauben aufgebracht. Die 1,40 m hohen und mit selbstbohrenden Stabdübeln 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.

**Aufnahme der Erdbebenkräfte**

Um Horizontalkräfte infolge Erdbeben aufnehmen zu können, sah das Tragwerkskonzept zudem reissverschlussartig gefräste Wandkronen und -unterkanten vor.

Die Wandelemente wurden über die Geschosse hinweg ohne Verschraubungen ineinandergesteckt. So lassen sich horizontale Kräfte in Wandebene durch Kontaktpressung innerhalb der Verzahnungen



# Holz

heute und morgen



Sägwerk  
Holzhandlung

Dahinden Sägwerk AG

Sägwerk – Holzhandlung – Holzleimbau  
CH-6016 Hellbühl

Tel. +41 (0)41 469 70 80

[www.dahinden-holz.ch](http://www.dahinden-holz.ch)  
[info@dahinden-holz.ch](mailto:info@dahinden-holz.ch)



**Holz**  
100% Schweizer Holz

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».

### Schallentkoppelung als 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 übereinanderstehenden Wandscheiben als auch zwischen Stahlteilen und Decken bzw. Stützen oder aber zwischen Stahlteilen untereinander eingefügt. Dabei kamen lastbezogen unterschiedlich dicke und 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.

### Flucht- und Rettungswege

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

### Brandschutz erfüllt

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 model-

lieren, dazu wurde das Programm Robot verwendet. Im iterativen Verfahren fanden die Ingenieure die korrekten Parameter zur Bemessung der Bauteile und Anschlüsse. Die Aussenwanddicken der Längswände variieren lastbedingt über die Geschosse mit 17 cm vom Erdgeschoss bis zum 3. Obergeschoss und 15,8 cm vom 4. bis zum 8. Obergeschoss.

Die Wände der Gebäudeschmalseiten dagegen sind mit 12,8 cm überall gleich bemessen. Für die schallgedämmten Doppel-Querwände kamen 2 x 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 Achtgeschossler hatte eine Feuerwiderstandsklasse von F60 zu erfüllen. Dies 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 Beplankung mit Gipsfaserplatten verzich-

## Holz-Abdeck-Blachen

- 2 m x 3 m bis 10 m x 20 m
- 1.5 m x 25 m, PE oder PVC
- optimaler Witterungs-Schutz
- UV- und Witterungsbeständig
- Mengen-Rabatte
- Versand ganze Schweiz

**Blachen, Netze, Witterungsschutz [www.oflynn.ch](http://www.oflynn.ch)**  
**O'Flynn Trading** Büro: Riedhofstr., 8049 Zürich, T 044 342 35 13, F 044 342 35 15

## DER STAR UNTER DEN DAMPFBREMSEN

### KOSTENLOSE BERATUNG UND SICHERHEIT INKLUSIVE

Die spezielle Funktionsmembran der **AIRSTOP DIVA FORTE+** reagiert auf die Feuchtigkeit ihrer Umgebungsluft und verändert dadurch ihren Diffusionswiderstand. Sie kann bei ausreichender solarer Einstrahlung die sommerliche Austrocknung des Bauteils fördern.

**Beachten Sie unbedingt den Bauablauf - wir beraten Sie gerne!**



**HOHE SD-SPREIZUNG**  
S<sub>d</sub> 0,5 - 30 m



**[www.isocell.ch](http://www.isocell.ch)**  
Tel.: 071 / 544 47 20

**ISOCELL**  
VERDÄMMT BESSER



Von aussen deutet nichts auf die innovative Bauweise des Gebäudes hin.

Bild: ASP architecture



Prinzip des Aussenwandaufbaus Foto: zvg

ten und – wo gewünscht – die Holzoberfläche sichtbar lassen. Da ein Brandüberschlag sowohl innerhalb der Fassade, die aus 45 cm dicken, mit Stroh gefüllten Kästen besteht, als auch von der Fassade auf die tragende Hülle ins Gebäude ausgeschlossen werden konnte, genehmigte die Brandschutzbehörde bzw. die Feuerwehr in Zusammenarbeit mit dem Prüfenieur diese Lösung.

### Strohballen in der Gebäudehülle

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 mit einer wärmedämmenden Kunststoff-Teleskophülse zur Vermeidung von Wärmebrücken in der Gebäudehülle.

### 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 knapp 20 Franken 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.

Susanne Jacob-Freitag

### Materialverbrauch

- 6142 m<sup>2</sup> (775 m<sup>3</sup>) KLH-Elemente (Achtgeschoss: 4470 m<sup>2</sup>; Dreigeschoss: 1672 m<sup>2</sup>)
- 165 m<sup>3</sup> BS-Holz
- ca. 3000 WS-T-7,0 × 153 mm
- 18 t Stahl
- 1700 Strohballen für die Wärmedämmung der Gebäudehülle