Schlank und effizient : ein neues, ultradünnes und hochisolierendes Betonelement

Autor(en): **Voellinger, Thierry**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Werk, Bauen + Wohnen**

Band (Jahr): **98 (2011)**

Heft 1-2: **Vorgefertigt = Préfabriqué = Prefabricated**

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-144952

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

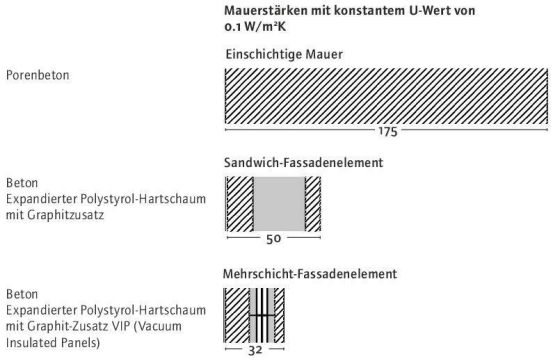
FAIDERICI

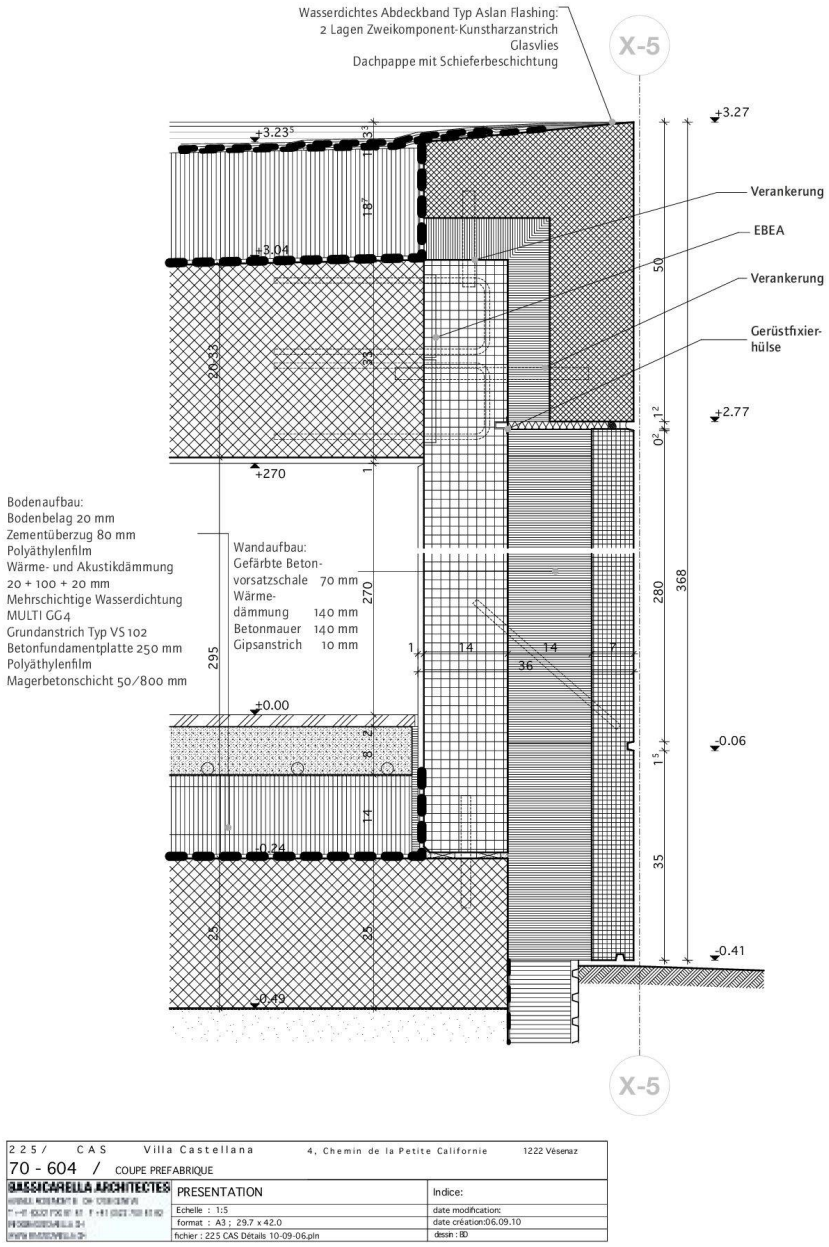
Schlank und effizient

An der EPFL wird ein neues, ultradünnes und hochisolierendes Betonelement entwickelt

Text: Thierry Voellinger, Bilder: Leo Fabrizio Im Rahmen einer Forschung an der Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) entwickelt eine Gruppe Architekten und Ingenieure unter der Leitung von Professor Andrea Bassi eine Methode zur Herstellung ultradünner monolithischer Wände aus vorfabrizierten Betonelementen. Dank einer neuartigen Kombination von Isolationsstoffen weisen diese hervorragende Dämmwerte auf.

Wohnfläche ist in unseren Bauzonen ein wertvolles Gut. Damit sie nicht durch übermässig dicke Mauern mehr als nötig konsumiert wird, entwickelt eine Forschergruppe an der EPFL in Zusammenarbeit mit Partnern aus der Industrie ein ultradünnes Wandelement aus Beton. Die Kooperation von Spezialisten der Vorfabrikation in Beton und der Herstellung von hochwertigen Dämmstoffen mit der Hochschule hat zu einem Projekt geführt, das auch die Förderagentur für Innovation des Bundes KTI unterstützt. Schliesslich sollen aus der Forschungsarbeit konkrete und bezahlbare Lösungsansätze für künftige Bauaufgaben resultieren. Das Ziel ist, mit einem wettbewerbsfähigen, langlebigen und dauerhaften Produkt eine maximale Wärmedämmqualität zu erreichen – und dies bei einer minimalen Stärke der Betonmauer. Eine Villa, deren Bauarbeiten zur Zeit in Gang sind, stellt die Synthese der bisherigen Forschungsarbeit dar. Die vollendete Konstruktion wird zeigen, ob sich das prognostizierte Potenzial des neuen Betonelements erfüllt und ob sich das entwickelte Konstruktionsprinzip bewährt. Wenn ja, könnte es auch auf Bauten in grösserem Massstab wie Mehrfamilienhäuser oder soziale Wohnsiedlungen angewendet werden.





Auf dem Weg zur monolithischen Betonmauer

Der Begriff «monolithische Wand» beschreibt Mauern, die aus einem einzigen Block gegossen zu sein scheinen. Diese Einheit setzt sich jedoch aus verschiedenen Schichten zusammen, deren zentralste zu der tragenden Struktur des Gebäudes beiträgt.

Die Verwendung von Eisenbeton erreicht ihren Höhepunkt nach dem zweiten Weltkrieg. Technische Innovationen wie neue Betonmischer, Hebegetriebe und Schalungstafeln verleihen dem Bauen mit Beton ein neues Gesicht. In diesen Jahren erlebt auch die Vorfabrikation einen eigentlichen Boom. Dank ihrer rationellen industriellen Herstellungsweise erscheinen vorfabrizierte Betonelemente effizienter und kostengünstiger als Ortbeton.

Zwei spezielle Methoden der Verarbeitung werden in den Nachkriegsjahren entwickelt. An erster Stelle steht die «Kleintafelbauweise», die sich durch kleinformatige Elemente auszeichnet, welche am Fuss der Gebäude unter Unterständen gegossen und danach installiert werden. Dieses Konstruktionssystem wird in Lizenz betrieben, meist von kleinen und mittleren lokalen Unternehmen. Das französische Systems «Barets» bildet in den fünfziger Jahren den Auftakt für zahlreiche Schulbauten in Kleintafelbauweise im Kanton Genf. Es eignet sich am besten für längsrechteckige Grundrisse und Strukturen, deren Fassadenmodule tragend ausgebildet sind. Die ersten Produktionsstätten von «Barets» in Genf werden rasch rationalisiert und die Produktion professionalisiert.

Gleichzeitig erlaubt die «Grosstafelbauweise» eine Herstellung grosser Platten in der Fabrik. Auf die Baustelle werden sie mit Lastwagen transportiert. Diese Technik kommt vor allem beim Bau von Wohnsiedlungen zum Einsatz. Dort wird die Grösse der Betontafeln von den Massen einer Wohneinheit bestimmt und die quer dazu stehenden Mauern als Tragstrukturen ausgebildet. In der welschen Schweiz entsteht eine auf die Herstellung von grossen Tafeln spezialisierte Firma in Etoy. Ihr System der Vorfabrikation basiert auf dem dänischen Modell von Larson & Nielson. Dieses unterscheidet sich von den vielen französischen Konstruktionsprinzipien durch seine elaborierteren Details in der Vorfabrikation. Es wird speziell für kühle Klimazonen entwickelt, in denen sich die Anwendung von Ortbeton in den Wintermonaten oft schwierig gestaltet.

In der Folge der beiden Ölschocks der frühen siebziger Jahre werden die Wohnungsbauprogramme in den

westlichen Ländern markant zurückgefahren. Eine nach der andern müssen die grossen Vorfabrikationsanlagen ihre Tore schliessen, so auch die Fabrik in Etoy.

Zu Beginn der siebziger Jahre werden auch die gesellschaftlichen Sorgen um die Verschwendung von Ressourcen und das Bewusstsein für die Umwelt immer wichtiger. Ein haushälterischer Umgang mit Energie in einem Gebäude wird zum Imperativ: Man beginnt in die Entwicklung innovativer Dämmstoffe zu investieren. In den hiesigen Breitengraden müssen die Aussenwände alsbald eine neue Schicht aufnehmen: die Isolation. Damit besteht eine Fassadenmauer nun aus drei Schichten: einer tragenden Betonscheibe, welche die Struktur bildet, einer Zwischenschicht, dem Dämmstoff, und einer abschliessenden Deckschicht wiederum aus Beton als äussere Verkleidung. Dabei spielen die Blendmauern aus Beton in der Architektur der folgenden Jahre eine immer wichtigere Rolle. Der Beton verändert sein Aussehen und erlaubt neue Erscheinungsformen: Graue, rohe Betonwände werden zu feinen, veredelten, farbigen Mauern. Ihre Formen werden immer vielfältiger, ihre Anmutung immer differenzierter, bis hin zur Imitation anderer Baustoffe.

Heute ist die Herstellung vorfabrizierter Betonfassaden mit den neuen Bewehrungen im Vergleich zur Realisation anderer konstruktiver Details wie Öffnungen oder Abschlüsse eine komplexe Arbeit geworden. Ihre Fabrikation verlangt nach einem interdiszplinären technischen Know-how; damit erhält die Vorfabrikation in der Halle neuen Sinn. Ein zeitgenössisches vorfabriziertes Betonelement schliesst das Dämmmaterial in der Form eines kompakten Sandwichs ein. Man kann es als mehrschichtige, in ihrer konkreten Erscheinung und Materialiät aber monolithische Mauer auffassen.

Auf der Suche nach der möglichst dünnen mehrschichtigen monolithischen Mauer

In Genf hat sich ein Unternehmen dank den verschiedenen Schulbauten aus Betonelementen in den sechziger und siebziger Jahren ein spezifisches Wissen in der Herstellung vorfabrizierter tragender Fassadenelemente aneignen und bewahren können. Diese Module in den Massen eines Klassenzimmers erreichen eine Spannweite von bis zu acht Metern. Das Produktions-Know-how der Firma hat sich bis heute weiterentwickelt. Heute stellt die Technik der Vorfabrikation vor allem in schwer zugänglichen städtischen Lagen ein Potenzial für den Wohnungs- und Bürobau dar.

Die Forschungsarbeit an der EPFL geschieht im Kontext der Verdichtung von Städten. Insbesondere interessieren dabei bestehende Konstruktionstechniken, die sich auf neue Herausforderungen in städtischen Lagen anwenden lassen. Denn die Anforderungen ökologischer und thermischer Natur sollten heute kein Hindernis mehr darstellen für die Konstruktion und das architektonische Erscheinungsbild eines Gebäudes.

Dabei werden vor allem die Anforderungen an die Dämmwerte immer stenger. Sie bringen ein unvermeidliches Anwachsen der Isolationsschichten in den Aussenmauern mit sich. Dies schlägt auf die Konstruktion zurück: In der Vorfabrikation verlangt ein dickeres Element eine andere Produktionsweise. Es lässt sich nur eingeschränkt transportieren und muss im konkreten Bau anders eingesetzt werden. In der Phase des Vorprojekts bleibt die Frage nach der Dicke der Aussenmauern offen, bis die Energiebilanz eines Gebäudes endgültig berechnet ist. Der Raum, den eine Aussenmauer in Anspruch nimmt, ist jedoch in Zonen mit hohen Bodenpreisen entscheidend. Die optimale Ausnützung der Wohnflächen ist in Gefahr, weil in der wichtigen Phase des Vorprojekts nicht abschliessend über die Ausdehnung der Aussenwände entschieden werden kann.

Die Forscher der EPFL setzen sich dagegen für ein Festlegen und die Kontrolle der Aussenmauerstärke von Beginn eines Projekts weg ein. In der Vorfabrikation ist dies von grossem Interesse, da die Geometrie der Konstruktionsdetails beibehalten werden sollte. Das Detail des Storenkastens etwa, der in das Wandelement eingebaut werden muss, zwingt die Konstrukteure dazu, zwischen den beiden Betonscheiben einen Abstand von 14 cm einzuhalten. Diese Bedingung bestimmt die minimale Stärke des Wandelements, von dem die anderen Konstruktionsdetails des Sandwichelements abhängen. Die daraus resultierende Mauerbreite soll keinesfalls übertroffen werden. Dies hat die Forscher dazu gebracht, nach Lösungen für eine effiziente Kombination von Isolationsmaterialien zu suchen, die nicht mehr Masse beanspruchen, die geforderten Dämmwerte aber dennoch erreichen. Sie schlagen vor, verschiedene Typen von Isolationsmaterialien zu kombinieren: klassische Dämmstoffe mit einem hochwirksamen Isolationsmaterial des Typs VIP (Vacuum Insulated Panels). Das Ziel der Forschung ist die richtige Zusammensetzung dieser Mischung. Dazu werden Isolationsmaterialien in Abhängigkeit von ihrer Leistung, von der Nachhaltigkeit ihrer Herstellung und von ihrem Preis

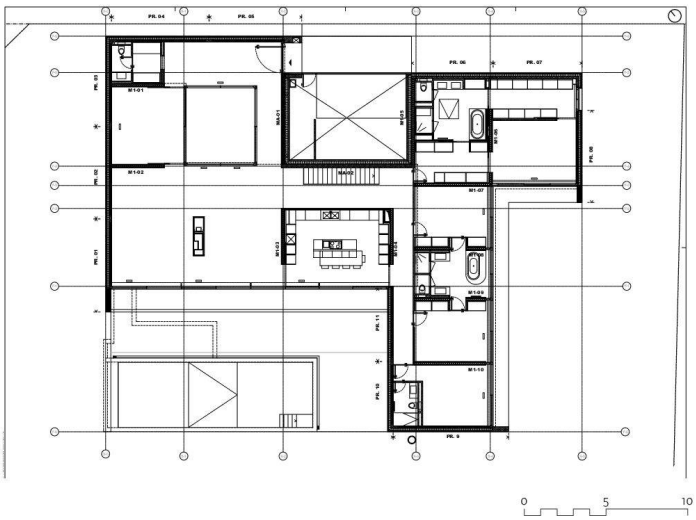
gewählt. Künftig soll vom ersten Projektentwurf bis zur Realisation eines Gebäudes mit einer konstanten Stärke der Wandelemente gearbeitet werden können.

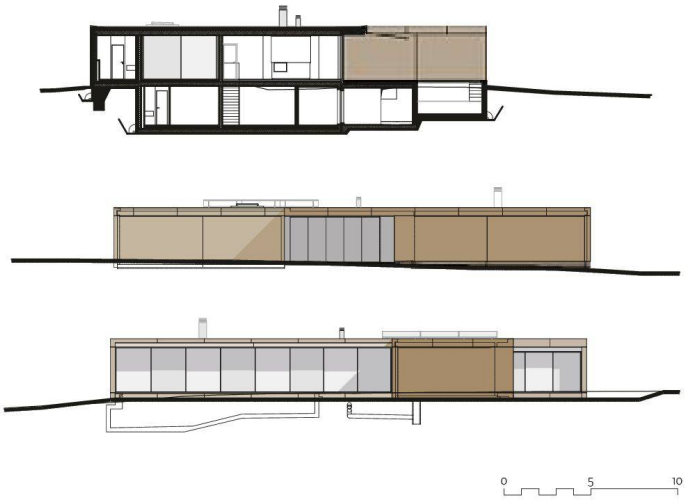
Das architektonische Interesse, das der vorfabrizierten Betonwand entgegengebracht wird, gründet auf der grossen Ausdrucksfreiheit, die der Beton heute gewährt. Seit den achtziger Jahren wurden die Blendbetonarten stetig weiterentwickelt und gestatten mittlerweile fast uneingeschränkte Möglichkeiten in der Anwendung und Formensprache. Der Architekt kann sich die Materialität, die seinem Projekt entspricht, praktisch selber zusammenstellen: Er hat die Wahl aus Granulaten, Sandsorten, Pigmenten und Zuschlagstoffen sowie Oberflächenbehandlungen. Diese Vielfalt prägt auch die mineralische Anmutung unserer Städte. Gerade grosse städtische Bauten ertragen leicht eine Hülle aus vorfabriziertem Beton. Zudem stellt diese Bauweise trotz ihrer starken Veredelung gegenüber der Vergangenheit noch immer eine preisgünstige Lösung dar.

Das Pilotprojekt

Zur Zeit bauen die Forscher der EPFL und das Architekturbüro Bassi & Carella als Pilotprojekt ein Wohnhaus. Dieser Bau erlaubt es, den Fabrikationsprozess in der Werkstatt konkret zu testen. Das Ziel ist es, eines Tages grössere Bauten, etwa ganze Wohnsiedlungen, in derselben Weise realisieren können. Die Betonelemente, die für das Haus entwickelt wurden, setzen sich aus einer tragenden Scheibe, einer Kombination verschiedener Isolationsstoffe und einer Aussenverkleidung aus eingefärbtem Beton zusammen. Sie können als Elemente einer monolithischen Wand aus verschiedenen Bestandteilen verstanden werden. Durch die Erfahrung auf der Baustelle sollen die bisher gemachten Forschungsarbeiten und Labortests in der Praxis überprüft werden: die mehrlagige Komposition der isolierenden Schicht ebenso wie eine neue Technik, verschiedene Schichten von Beton zu verbinden, sowie die Reduktion der Mauerstärke.

In einem ersten Entwurf wurden die Fassaden des Hauses in grosse Elemente von 7,5 Metern Länge gegliedert. Dieses Mass entspricht einer idealen Länge für Elemente eines grossmassstäblichen Wohnungsbaus. Zugleich erlaubt die Fabrikation einer grossen Tafel eine kürzere Produktionszeit. Sie verringert die Menge der nötigen Produktions- und Anschluss-Details und vereinfacht Transport und Handling. Die aktuellen statischen und thermischen Möglichkeiten erlauben





die Herstellung solcher Kompositelemente sogar in noch grösserem Format.

Der Einsatz neuer, hochwirksamer Isolationsstoffe dient dazu, die Stärke der Mauern zu verringern und damit die nutzbare Wohnfläche zu vergrössen. Eine Wandscheibe mit sieben Zentimetern hochwirksamem Isolationsmaterial erbringt dieselbe Dämmleistung wie eine Mauer mit 24 cm herkömmlichem Isolationsstoff. Die hochwirksamen Isolationsmaterialien sind allerdings ausgesprochen fragil und in ihrer längerfristigen Anwendung noch nicht erprobt. Die Erfahrung zeigt jedoch, dass sich diese Risiken in der Produktion minimieren und kontrollieren lassen. Die Herstellungskosten hochwertiger Isolationsmaterialien sind zwar höher, da sie eine komplexere Produktionstechnik erfordern, ihr Ertrag ist aber bei weitem besser. Dadurch, dass sie sich in den Vorfabrikationsprozess in der Werkstatt einbinden lassen, eröffnen sich ihnen neue Perspektiven in der Bauwirtschaft.

Das Forscherteam postuliert, dass die drei Lagen eines Sandwichelements aus Beton wie folgt optimiert werden können: Die tragende Schicht ist heute nach den geltenden Brandschutznormen ausgebildet. Sie kann nur schwer reduziert werden. Dagegen kann sie leicht aus Recyclingbeton gegossen werden, der den Empfehlungen der EMPA entspricht. Die isolierende Schicht beinhaltet die grössten Entwicklungspotenziale. In der Tat lässt sich ihre Stärke am wirksamsten kontrollieren, indem man je nach Anforderungen an die Dämmleistungen verschiedene Typen von Isolationsstoffen kombiniert. Die äusserste Schicht der Aussenhaut, die Blendmauer, kann dadurch minimiert werden, dass man ihre Eisenarmierung durch eine nicht-rostende Armierung ersetzt. Diese strukturelle Änderung erlaubt es, die Freiheit der Gestaltung beizubehalten, die der Materialität der äussersten Deckschicht eigen ist, die zugleich einen dauerhaften Schutz der Isolation darstellt.

Das Forschungsprojekt schreibt sich in die lange Innovationsarbeit zur Erneuerung bestehender Techniken der Vorfabrikation ein. Die Lausanner Architekten wollen weder eine neue Mauer erfinden, noch die Vorfabrikation revolutionieren. Sie wollen jedoch Wände schaffen, die in einem gegebenen Kontext auf bestimmte wirtschaftliche, ökologische, thermische und ästhetische Anforderungen an ein Projekt reagieren können.

Die Vorfabrikation gehört heute zur Kultur städtischer Architektur. Sie sucht nicht den spektakulären Ausdruck, sondern eine wohltuende Normalität. Damit trägt sie nachhaltig zur Weiterentwicklung unserer Städte bei.

Thierry Voellinger, geboren 1969, ist Architekt. Seit 2006 arbeitet er als Doktorand bei Professor Andrea Bassi im «Laboratoire d'Architecture Urbaine» (LAURE) an der EPF Lausanne. Dort forscht und lehrt er zu der Struktur und dem Aufbau vorfabrizierter Betonfassaden.

Übersetzung: Anna Schindler, texte original: www.wbw.ch

résumé **Mince et efficace** A l'EPFL on développe un élément de béton ultramince et hautement isolant En Suisse, la surface habitable est un peu partout un bien précieux parce que les terrains à bâtir sont coûteux. Pour que des murs par trop épais n'en consomment pas trop, un groupe de chercheurs composé d'architectes et d'ingénieurs de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) est en train de développer, en collaboration avec des partenaires de l'industrie, un élément mural en béton ultramince. Ce dernier devrait présenter d'excellentes valeurs isolantes grâce à une combinaison innovante de matériaux isolants classiques et d'un matériel d'isolation hautement efficace de type VIP (Vacuum Insulated Panels). La construction en sandwich se compose d'une plaque porteuse, de la nouvelle combinaison de matériaux isolants et d'un rha-

billage extérieur en béton teinté. Cette composition permet de définir concrètement et de manière fiable l'épaisseur du mur dès le début du processus de planification, ce qui est important pour la préfabrication. Une villa en cours de construction présente la synthèse des travaux de recherche effectués jusqu'à présent. Les façades de la maison sont structurées en éléments de 7,5 mètres de long, ce qui constitue une longueur idéale pour des éléments d'une construction d'appartement à grande échelle. De plus, la préfabrication d'un grand panneau réduit le temps de production. Elle diminue la quantité des détails de production et de raccordement nécessaires et simplifie son transport et sa manutention. La construction terminée montrera si le potentiel attendu de ce nouvel élément en béton se réalise et si le principe de construction développé fait ses preuves. Si oui, on pourrait également l'utiliser ultérieurement pour des constructions à plus grande échelle.

summary **Slender and efficient** At the EPFL a new, super-slender concrete element with high insulation properties is being developed In many places in Switzerland housing space is a valuable commodity on account of the expensive building zones. So that not more of it than is necessary is consumed by thick walls, a group of researchers made up of architects and engineers at the Ecole Polytéchnique de Lausanne (EPFL), in collaboration with partners from industry, are developing a super-slender wall element made of concrete. Thanks to an innovative combination of classic insulating materials with the highly efficient VIP (Vacuum Insulated Panels) these will have excellent insulation values. The sandwich construction is made up of a load-bearing panel, the new combination of insulating materials and an external cladding of coloured concrete. This composition allows the wall thicknesses to be determined in a concrete and binding manner at the very start of the design stage, which is important for the prefabrication process. A villa currently under construction represents a synthesis of the research work so far and a test in a real situation. The façades of the house are articulated into large elements with a length of 7.5 metres. This dimension is the ideal length for elements for large-scale housing construction. At the same time prefabrication of a large panel also allows shorter production times. It reduces the number of production and connection details required and simplifies transport and handling. The completed construction will show whether the predicted potential of the new concrete element can be fulfilled and whether the construction principle developed can prove itself. If this is the case it will be possible to use it in the future for larger buildings also. ■