



Themenheft von Hochparterre, Mai 2017 |  
*Cahier thématique de Hochparterre, mai 2017*

# Bauen mit System | *Bâtir en systèmes*

Modulbauten sind das Resultat einer systematischen Planung. Ein Blick in das Denken und Bauen von Bauart Architekten und Planer. | *Les bâtiments modulaires sont le résultat d'une planification systématique. Un regard sur la réflexion et la construction développées par Bauart Architectes et Urbanistes.*







**4 Serie und Variation | Série et variation**

Wie modulares Bauen entstand. |  
*La naissance de la construction modulaire.*

**6 Die Trockenbaustelle |  
La construction à sec**

Holz, Stahl und Beton: ein Werkstattbesuch. |  
*Bois, acier et béton: Une visite d'atelier*

**8 Die Modular-Familie | La famille modulaire**

Vom Prototypen bis zum jüngsten Entwicklungsschritt. |  
*Du prototype à la plus récente étape d'évolution.*

**11 Holz und Beton schon im Element verbinden |  
Associer le bois et le béton déjà dans l'élément**

So funktionieren hybride Lösungen. |  
*C'est ainsi que fonctionnent les solutions hybrides.*

**12 «Doch die Lebensdauer ist beschränkt» |  
«La durée de vie est tout de même limitée»**

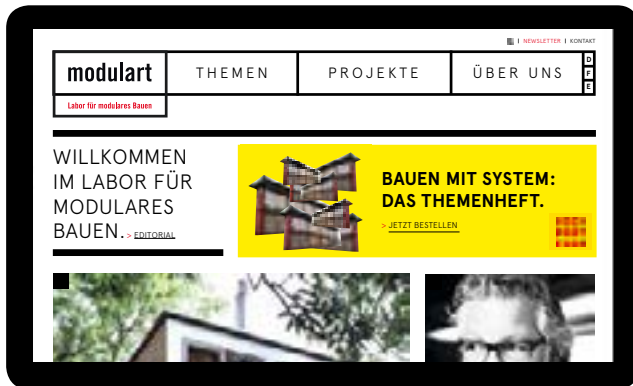
Gespräch mit Peter Ess über das Züri-Modul. |  
*Un entretien avec Peter Ess sur le Züri-Modul.*

**15 Forschen mit dem Modul |  
La recherche sur le module**

Quartiere verdichten. | *Densifier le bâti existant.*

**16 Ein Büro nicht wie jedes andere |  
Un bureau pas comme les autres**

Bauart Architekten und Planer setzten früh auf modulares Bauen. |  
*Bauart a misé tôt sur la construction modulaire.*



Die Plattform zum modularen Bauen ist zum Andocken bereit. Mit Projekten, Plänen, Texten und Bildern wächst das Netzwerk heran. Launch Events in Bern und Zürich am 16./17.5.2017, Details: | *La plateforme dédiée à la construction modulaire est prête à être connectée. Le réseau grandit avec des projets, des plans, des textes et des photos. Launch Events 16./17.5.2017 à Berne et Zurich, détails:*

[www.modulart.ch](http://www.modulart.ch)

**Denken und Bauen  
in Systemen**

Das Denken und Bauen von Bauart Architekten dreht sich um das System, um ein aus Einzelteilen zusammengefügt Ganzes: das Modul. Nachdem sie sich dreissig Jahre mit modularem Bauen auseinandergesetzt haben, wirft dieses Themenheft einen genaueren Blick darauf.

Als Erstes führt uns die Autorin Lucia Gratz ins französische Nancy, wo Jean Prouvé vor neunzig Jahren schon Bausysteme konstruierte. Weiter zerlegt das Heft verschiedene Projekte in die einzelnen Denk- und Bauschritte. Hochparterre-Redaktor Andres Herzog und die Fotografin Susanne Völlm haben den heutigen Stahl- und Holzbauern über die Schulter geschaut. In grafischen Denkblasen erklären Planer, Bauherren und Forscherinnen, wie systematisches Denken geht. Und zum Schluss zeigen fünf Projekte, wie systematisches Bauen in der Praxis besteht. Ebenfalls mit Einzelteilen auseinandergesetzt hat sich Gabriella Flury – und sie zu Illustrationen zusammengefügt.

An das Themenheft schliesst eine Internetplattform an. Dort stapelt das Büro seine Erfahrungen mit Systembauten aufeinander, andocken sollen Beispiele aus aller Welt, in aller Form und Art. Sue Lüthi

**Penser et bâtir en  
systèmes**

*La réflexion et la construction de Bauart Architectes sont souvent axées sur l'idée de système, une entité assemblée à partir de pièces unitaires: le module. Ce cahier thématique revient en arrière sur 30 ans de construction modulaire.*

*Tout d'abord, l'auteure Lucia Gratz nous emmène en France, à Nancy, où Jean Prouvé avait déjà mis au point des systèmes de construction il y a 90 ans. Puis, nous analysons les différentes étapes de réflexion et de construction de divers projets. Le rédacteur de Hochparterre Andres Herzog et la photographe Susanne Völlm ont observé des constructeurs bois et acier actuels au travail. Des planificateurs, des maîtres d'ouvrage et des chercheurs expliquent dans des bulles comment fonctionne la réflexion en systèmes. Et pour conclure, cinq projets montrent en quoi consiste la construction systématique dans la pratique. Gabriella Flury s'est, elle aussi, penchée sur des éléments individuels, joints aux illustrations.*

*Une plateforme Internet est connectée au cahier thématique. Les expériences du bureau avec des constructions modulaires ainsi que des exemples du monde entier en tout genre y sont compilés. Sue Lüthi*

**Impressum | Impressum**

Verlag | *Édition* Hochparterre AG Adressen | *Adresses* Ausstellungsstrasse 25, CH-8005 Zürich, Telefon 044 444 28 88, [www.hochparterre.ch](http://www.hochparterre.ch), [verlag@hochparterre.ch](mailto:verlag@hochparterre.ch), [redaktion@hochparterre.ch](mailto:redaktion@hochparterre.ch)

Verleger und Chefredaktor | *Editeur et rédacteur en chef* Köbi Gantenbein Verlagsleiterin | *Directrice des éditions* Susanne von Arx Konzept und Redaktion | *Conception et rédaction* Sue Lüthi Illustrationen | *Illustrations* Gabriella Flury, [www.viznerborel.ch](http://www.viznerborel.ch) Fotografie | *Photographie* Susanne Völlm, [www.susannevoellm.ch](http://www.susannevoellm.ch)

Art Direction und Layout | *Conception graphique* Antje Reineck Produktion | *Production* Thomas Müller Korrektorat | *Correction* Lorena Nipkow, Elisabeth Sele, Annie Jeamart Übersetzung | *Traduction* Annie Jeamart Lithografie | *Lithographie* Team media, Gurtellen Druck | *Impression* Somedia Production, Chur

Herausgeber | *Directeur de la publication* Hochparterre in Zusammenarbeit mit Bauart Architekten und Planer | *Hochparterre en collaboration avec Bauart Architectes et Urbanistes*  
Bestellen | *Commandes* [shop.hochparterre.ch](http://shop.hochparterre.ch), Fr. 15.–, € 10.–









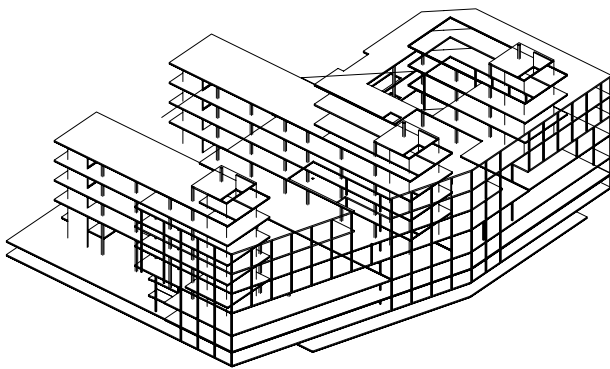




1 Millimetergenau passt das Verbundelement in die Stützenriegelkonstruktion. | *L'élément hybride s'inscrit au millimètre près dans la construction piliers-traverses*



1 Dem Lehr- und Forschungsgebäude in Neuenburg ist der Systembau nicht anzusehen. | *On ne devine pas la construction modulaire du bâtiment d'enseignement et de recherche de Neuchâtel.*



1 Das Skelett basiert auf einem Stützenraster von 7,2x7,2 Metern. | *L'ossature repose sur une trame structurelle de 7,2 m x 7,2 m.*



1 Im Innern ist der Stützenraster nicht prägend. | *A l'intérieur, la trame de piliers n'est pas marquante.*

## Projekte | Projets

### 1 Ministadt für Mikrotechnologie

Der siebengeschossige Bau im Zentrum von Neuenburg beherbergt Büros, Labors und Reinräume für den Technologiepark Neode und das Institut de Microtechnique (IMT), eine Aussenstelle der EPFL. Hinzu kommen ein Restaurant, eine Aula und ein öffentlich zugänglicher Park. Jede dieser zahlreichen Funktionen hat ihre eigene Adresse in dieser klitzekleinen Stadt mit dem Namen Microcity.

Holz ist allgegenwärtig. Zum Einsatz kam es dank seiner ureigenen baulichen Qualitäten, nicht als Dekor – man sieht es gar nicht unter den Keramikfliesen der Fassade. Für die beiden Untergeschosse, die Technikkerne oder gewisse Laborreinräume war Beton notwendig. Überall

sonst kamen hybride Holz-Beton-Elemente zum Einsatz siehe Seite 11, die in diesem Ausmass erstmals in der Schweiz eingesetzt wurden. Dadurch reduziert sich die graue Energie, die in der Gebäudehülle steckt. Das Gebäude beruht auf einem Raster von 7,2 mal 7,2 Metern zwischen den tragenden Punkten – eine Referenz der Architekten an die ersten Bauten der EPFL. Microcity ist auf energetische Effizienz getrimmt, nutzt das Tageslicht und seine eigene Abwärme, produziert mit einer Fotovoltaikanlage Strom und ist Teil des Neuenburger Free-Cooling-Systems, das im Sommer über eine unterirdische Schlaufe verschiedene städtische Gebäude mit Seewasser kühlt.

### 1 Une ville mini pour la microtechnique

*Le bâtiment de sept étages au centre de Neuchâtel abrite des bureaux, des laboratoires et des salles blanches pour le parc technologique*

*Neode et l'institut de microtechnique (IMT), une antenne de l'EPFL. S'y ajoutent un restaurant, un auditorium et un parc public. Chaque fonction a sa propre adresse dans cette minuscule ville du nom de Microcity.*

*Le bois est omniprésent. Il a été utilisé pour ses qualités intrinsèques de construction, pas comme décor – on ne le voit même pas en dessous des carreaux de céramique de la façade. Le béton a été nécessaire pour les deux sous-sols, les noyaux techniques ou certaines salles grises des laboratoires. Des éléments hybrides bois-béton ont été mis en œuvre partout ailleurs, voir page 11, ce qui est une première en Suisse dans ces proportions. Ceci réduit l'énergie grise qui est contenue dans l'enveloppe du bâtiment. L'édifice repose sur une trame de 7,2 m par 7,2 m entre les points porteurs – une référence des architectes aux premières constructions de l'EPFL. Microcity est axée sur l'efficacité énergétique, utilise la lumière du jour et sa propre chaleur*



2 Das Smallhouse hat Fenster in alle vier Richtungen... |  
La Smallhouse a des fenêtres dans les quatre directions...



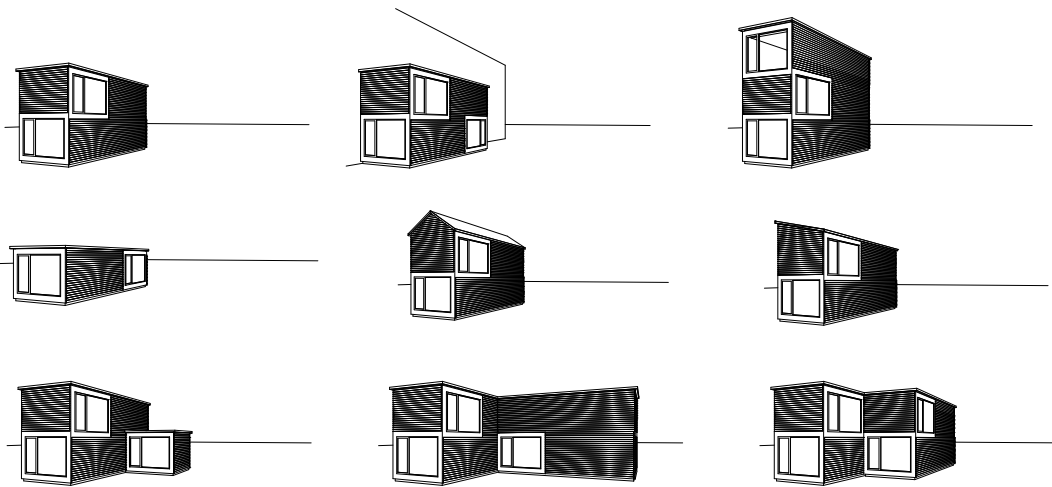
2 ... so kann man das Haus beliebig platzieren. |  
... on peut donc placer librement la maison.



2 Schlafen und Arbeiten im Obergeschoss. | Dormir et travailler à l'étage.



2 Wohnen und Kochen im Erdgeschoss. | Vivre et cuisiner au rez-de-chaussée.



2 Zwei aufeinandergestapelte Module von 4,4 x 11 Metern bestimmen den Grundtyp. |  
Deux modules empilés de 4.4 x 11 m définissent le type de base.

perdue, produit du courant avec une installation photovoltaïque et fait partie du réseau de «free-cooling» qui refroidit en été divers bâtiments de la ville par une boucle souterraine avec de l'eau du lac. Thomas Müller, Photos: Yves André

#### Microcity, 2014

Rue de la Maladière 71, Neuchâtel  
Bauherrschaft | Maître d'ouvrage: Canton de Neuchâtel  
Nutzer | Utilisateurs: EPFL / IMT / Neode  
Architektur | Architecture: Bauart Architekten und Planer  
Tragstruktur | Structure porteuse:  
MWV Bauingenieure, Baden AG  
Ausführung | Exécution: Erne Holzbau (TU), Laufenburg AG  
Kosten BKP 2 | Coût CFC 2: Fr. 71 Mio.

## 2 Das entzückende Legoteil

Das «Smallhouse» erinnert in den Proportionen an zwei Legoteile, die man am liebsten in den Garten stellen möchte. Das war auch die Uridee: ein modernes Stöckli, Raum für die sich verändernde Familie, für die Grosseltern oder die grösser werdenden Kinder. Das Häuschen eignet sich aber auch, um bestehende Gebäude und Anlagen zu erweitern und Restflächen zu füllen. Der Grundtyp ist ein zweigeschossiges Häuschen von 4,40 mal 11 Metern mit einer Wohnfläche von 75 Quadratmetern. Es bietet alles, was man zum Wohnen braucht, nur keinen Überfluss. Die Fenster sind charakteristisch in die Ecken gesetzt, die Treppe liegt an der Längsseite. So ist der Innenraum entzückend modern und offen. Wegen der gut gedämmten Gebäudehülle genügt ein Holz-

ofen für die Wärme. Die örtliche Unabhängigkeit des Entwurfs und die Fenster in alle vier Himmelsrichtungen gaben diesem Gebäudetyp seinen architektonischen Ausdruck und führten zur inneren Logik der Nutzung. Bisher stehen rund fünfzig Häuschen, eine Vertriebsfirma bietet das Fertighaus in verschiedenen Ausführungen an.

## 2 L'adorable brique Lego

La «Smallhouse» rappelle dans ses proportions deux briques Lego que l'on voudrait mettre dans son jardin. C'était aussi l'idée d'origine: un lieu de retraite moderne, de l'espace pour la famille en mutation, pour les grands-parents ou les enfants qui grandissent. Mais la petite maison convient aussi pour agrandir le bâti existant et remplir des surfaces restantes. Le type de base comprend deux étages de 4,40 x 11 m avec une surface habitable de 75 mètres carrés. Elle offre tout ce dont on a besoin pour habiter mais rien de superflu. Les fenêtres placées dans les angles la caractérisent, l'escalier se situe sur le côté long, ce qui donne du charme à l'intérieur moderne ouvert. Un poêle à bois suffit pour la chauffer grâce à la bonne isolation de son enveloppe. L'indépendance géographique de la conception et les fenêtres dans les quatre directions lui ont donné son expression architecturale et a impliqué une logique interne de son utilisation. Jusqu'ici, 50 petites maisons ont été réalisées; une société de distribution en propose différents modèles. Sue Lüthi, photos: Andreas Greber, visualisations: Pixelschmiede

#### Smallhouse, 1999–2017

Verschiedene Standorte | Divers sites  
Architektur | Architecture: Bauart Architekten und Planer  
Vertrieb | Vente: Koppmarcelbaut, Täuffelen BE  
Grundtyp | Type de base: 2 Geschosse, 75 m<sup>2</sup>  
Wohnfläche | 2 étages, 75 m<sup>2</sup> surface habitable  
Richtpreis Gebäudehülle Holz | Prix indicatif enveloppe de bâtiment bois: Fr. 192 000.–

## 3 Der grosse Raster

Die gleichförmigen Fenster in der dunklen Holzfassade des Wohnhauses in Nebikon LU offenbaren: Hier herrscht ein klares Konzept. In den 18 Wohnungen haben sich Singles, sechsköpfige Familien oder Senioren niedergelassen. Die Ausgangslage von Bauart und Holzbauer Renggli war gewesen, eine ideale Zimmergrösse zu finden, die sich gut zu unterschiedlichen Wohnungstypologien und zu einem mehrstöckigen Haus zusammensetzen lässt. Dazu gesellte sich ein Forschungsprojekt des Bundes mit der Berner Fachhochschule zur 2000-Watt-Gesellschaft. Dem Wohnhaus liegt eine 18 Quadratmeter grosse Raumeinheit von 4,25 mal 4,32 Metern zugrunde. Mit diesem Mass entstand ein statischer Raster, der eine vielfältige Einrichtung möglich macht. Das immer gleiche Raummodul lässt sich unterschiedlich nutzen, also als Küche, Bad oder Wohnraum. Das Haus ist ein Prototyp. Das System vereinfacht die Planung und bietet Flexibilität: Die Grundrisse können fast beliebig umgeplant und umgebaut werden, ohne dass die Tragstruktur tangiert wird. Konstruktiv aber →

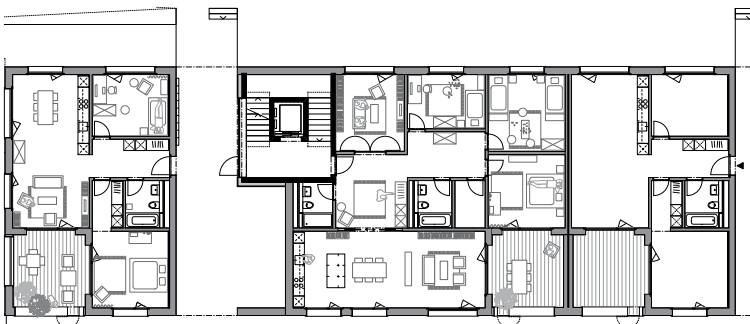




**3** Das Mehrfamilienhaus in Nebikon LU basiert auf einem Raummodul. | *La maison plurifamiliale à Nebikon est basée sur un module spatial.*



**3** Innen durchbrechen grosszügige Öffnungen den starren Raster. | *A l'intérieur, la trame rigide est ajourée par des ouvertures spacieuses.*



**3** Grundriss Erdgeschoss. | *Plan rez-de-chaussée.*

→ ist der Hybridbau keine neue Erfindung. Betonkerne steifen aus, Stützen und Längsträger aus Stahl sorgen für einen schlanken Aufbau, der Rest ist Holz: die tragenden Aussenwände, die Innenwände, die Hohlkastendecken. Die bis zu zwölf Meter langen Elemente wurden inklusive Fenster in drei Wochen im Werk vorgefertigt, nach weiteren zwei Wochen stand das Haus.

### 3 La grande trame

Les fenêtres uniformes dans la façade de bois sombre de l'immeuble d'habitation à Nebikon LU sont l'expression de la conception claire des 18 logements où vivent des célibataires, des grandes familles ou des seniors. La situation de départ de Bauart et du constructeur bois a été de trouver une grandeur de pièce idéale apte à s'articuler en différentes typologies de logement et en un bâtiment à plusieurs étages. S'y est associé un projet de recherche de la Confédération avec la

Haute Ecole Spécialisée Bernoise sur la société à 2000 Watts. Cet immeuble qui est un prototype repose sur une entité spatiale de 18 mètres carrés de 4,25 m par 4,32 m qui créent une trame statique avec un agencement diversifié. Le module toujours pareil peut être utilisé de manière variée, donc comme cuisine, salle de bain ou séjour. Le système simplifie la planification et offre de la souplesse: Les plans peuvent être réordonnés pratiquement à volonté sans remettre en question la structure porteuse. Mais la construction hybride n'est pas une invention récente. Les noyaux en béton assurent la rigidité, les piliers et poutres longitudinales en acier une structure mince, le reste est en bois: Les murs porteurs extérieurs, les murs intérieurs, les plafonds à caissons creux. Les éléments jusqu'à douze mètres de long ont été préfabriqués en trois semaines en atelier avec les fenêtres; deux semaines plus tard, la maison était en place. Sue Lüthi, Photos: Ruedi Walti



**4** Verdichten in Onex GE: Fallbeispiel zum Aufstocken. | *Densifier à Onex GE: Etude de cas sur la surélévation.*



**4** Zu den aufgesetzten Raummodulen gesellen sich Wand- und Deckenelemente. | *Des éléments de mur et de plafond s'ajoutent aux modules spatiaux superposés.*



**4** Das Modell zeigt die Dach- und Fassadenelemente. | *Le modèle montre les éléments de toit et de façade.*

### Swisswoodhouse, 2014

Luthernmatte 1a, Nebikon LU  
Bauherrschaft | *Maître d'ouvrage:* Personalvorsorgestiftung (anonym)  
Architektur | *Architecture:* Bauart Architekten und Planer  
Tragstruktur | *Structure porteuse:* Pirmin Jung, Rain LU  
Ausführung | *Exécution:* GU Renggli, Sursee LU  
Ökobilanz | *Ecobilan:* Implenia, Gisikon LU  
Anlagekosten BKP 1-5 | *Coût de l'installation CFC 1-5:* Fr. 9 Mio.

### 4 Ein Quartier wächst nach oben

Die Verdichtungsstrategie des Kantons Genf zielt darauf ab, die Wohn- und Gewerbeflächen höher auszunutzen. Eine Möglichkeit ist die Aufstockung. Eigens zu diesem Zweck verabschiedete der Kanton Genf 2009 ein Gesetz, das 500 zusätzliche Wohnungen ermöglicht. Die Aufstockung in der Agglomerationsgemeinde Onex ist ein Fallbeispiel des Forschungsprojekts «Living





5 Das Schul- und Freizeitzentrum in Zug ist kein Provisorium mehr. | *Le centre scolaire et de loisirs de Zoug n'est plus une solution provisoire.*



5 Die fröhliche Fassadengestaltung verwischt die Zusammensetzung aus Modulen. | *L'aménagement de la façade aux couleurs vives estompe l'assemblage de modules.*

Shell» siehe Seite 15. Der dreigeschossige Zeilenbau stammt aus 1961, Sanierungen folgten ohne Gesamtkonzept 1985 und 2000. Um den Grünraum zu schützen, zogen die Beteiligten eine vollgeschossige Aufstockung vor. Dafür ist eine Ausnahmegenehmigung nötig, ebenso eine Anpassung der Zonenordnung, um 15 statt 10 Meter Gebäudehöhe zu ermöglichen. Mit der eingeschossigen Aufstockung können 16 Wohnungen von 65 bis 125 Quadratmetern erstellt werden. Auf das bestehende Dach legen die Monteure eine Zwischendecke aus Stahlträgern, um die Lasten zu verteilen. Darauf setzen sie die fertigen Raummodule, die nicht auf die tragenden Wände unterhalb Rücksicht nehmen müssen. Nach den Modulen folgt das Ausfachen mit den zweidimensionalen Elementen: Innenwände, Fassade und Decke. Die vorgehängte Fassade wird über das ganze Gebäude gestülpt. Die Pläne zeigen eine hinterlüftete Holzbeplankung. Durch die Vorfabrikation kommen die Elemente millimetergenau auf den Bau, wo sie schnell und ohne aufwendige Baustelleninstallationen aufgestellt werden. Das schont die Umgebung und die Nerven der Bewohner. Die Aufstockung ist noch nicht realisiert.

#### 4 Un quartier croît en hauteur

La stratégie de densification du canton de Genève a pour objectif d'exploiter davantage en hauteur les surfaces habitables et commerciales. En 2009, ce canton a adopté à cet effet une loi sur la surélévation qui permet 500 logements supplémentaires. Dans la commune d'agglomération Onex, il s'agit d'une étude de cas du projet de recherche «Living Shell» voir page 15. La construction de trois étages date de 1961, elle fut assainie sans concept global en 1985 et en 2000. Pour protéger les espaces verts, les intervenants optèrent pour une surélévation de niveau complet qui nécessita une autorisation spéciale et une adaptation du règlement sur les zones pour permettre une hauteur de 15 m au lieu de 10. La surélévation d'un niveau permet-

tra la construction de 16 logements de 65 à 125 mètres carrés. Un plancher intermédiaire en poutres en acier est posé sur le toit existant pour répartir les charges, les modules spatiaux finis qui ne doivent pas tenir compte des murs porteurs sous-jacents y sont posés, ce qui est suivi par le garnissage avec les éléments bidimensionnels: murs intérieurs, façade et plafond. La façade suspendue avec un habillage en bois ventilé par l'arrière est enfilée sur l'ensemble du bâtiment. La préfabrication permet de livrer des éléments au millimètre près sur le site où le montage se fait rapidement et sans installation complexe de chantier. L'impact sur l'environnement et les nerfs des habitants est ainsi réduit. La surélévation selon le principe Living Shell est en planification. Sue Lüthi, Photos: EPFL LAST/HSLU CCTP

**Fallbeispiel, Aufstockung mit «Living Shell», | Etude de cas, surélévation avec «Living Shell»**  
Chemin de la Traille 12-36, Onex GE  
Forschungsprojekt | *Projet de recherche:*  
«Living Shell» HSLU T & A (CCTP), HSLU SA (ISE), EPFL (LAST)

Besitzer | *Propriétaire:* Fondation d'Habitations à Bon Marché Emile Dupont  
Architektur | *Architecture:* Bauart Architekten und Planer  
Tragstruktur | *Structure Porteuse:* Cocoon, Basel

#### 5 Fliegende Klassenzimmer

In Zug half das Modulsystem von Bauart, an vier Schulstandorten Klassen- und Freizeiträume zur Verfügung zu stellen. Der Pavillon am Standort Letzi zum Beispiel ist zweistöckig und im Grundriss aus neun Modulen zusammengesetzt. Das stützenfreie Modul hat ein Grundmass von 3 mal 9,41 Metern und kann zu Varianten mit unterschiedlichen Grundrissen zusammengefügt werden. Das Kennzeichen der Schulpavillons sind seine farbigen Lochpaneele, die die Fassade gliedern und ihr einen neuen Charakter verpassen. Farbe kommt zum Zug, das einzelne Modul ist nicht mehr erkennbar – weg vom Provisorium, hin zum verankerten Haus. Im Letzi ist

der Pavillon mittig erschlossen, hat auf der einen Seite einen grossen Klassenraum und auf der andern die Toiletten und Nebenräume. Ins gleich aufgeteilte Obergeschoss führt eine Aussentreppe. Die Module lassen sich demontieren und an einem anderen Standort in unterschiedlicher Grundrisstypologie aufstellen. Die Gebäude sind nach Minergie-Standard zertifiziert.

#### 5 Des salles de classe volantes

Dans la ville de Zoug, le système modulaire conçu par Bauart a contribué à créer des salles de classe et de loisirs sur quatre sites scolaires. Le pavillon de Letzi, par exemple, a deux étages et son plan se compose de neuf modules. Les dimensions de base du module sans poteau sont de 3 m par 9,4 m; il peut être assemblé en différentes variantes. Les panneaux perforés de couleur qui structurent la façade et lui donnent un caractère nouveau sont la marque distinctive des pavillons scolaires. La couleur intervient, on ne peut plus reconnaître le module individuel – on quitte la solution provisoire pour un bâtiment définitif. A Letzi, l'accès au pavillon se fait au milieu, d'un côté on a une grande salle de classe, de l'autre côté les toilettes et les salles annexes. Un escalier extérieur mène à l'étage dont la structure est identique. Les modules peuvent être démontés et montés sur un autre site avec une typologie de plan de base différente. Les bâtiments sont conformes au standard Minergie. Sue Lüthi, Photos: Jürg Zimmermann

#### Modular Zug, 2011-2014

Vier Standorte | *Quatre sites:* Herti / Riedmatt / Letzi / Oberwil, Zug  
Bauherrschaft | *Maître d'ouvrage:*  
Stadt Zug | *Ville de Zoug*  
Architektur | *Architecture:* Bauart Architekten und Planer  
Tragstruktur | *Architecture:* Christian Keiser, St. Gallen  
Ausführung | *Exécution:* Blumer-Lehmann, Gossau SG  
Anlagekosten BKP 1-9 | *Coût de l'installation CFC 1-9:*  
Fr. 8,1 Mio.



# Serie und Variation | *Série et variation*

**Modulares Bauen lotet neue Möglichkeiten aus. Das zeigte sich schon bei Jean Prouvé, einem frühen Vertreter dieser Bauweise. | *La construction modulaire explore de nouvelles possibilités qui avaient été révélées avec Jean Prouvé, un des pionniers de ce mode de construction.***

Text | Texte:  
Lucia Gratz

Wenn man sagt, Jean Prouvé's Arbeiten seien das Werk eines Architekten oder eines Ingenieurs, so ist das der Versuch, sie gängigen Kategorien zuzuordnen: Im Grunde ist der 1901 geborene Franzose ein Konstrukteur, der als gelernter Kunstschmied Anfang der 1930er-Jahre begann, Häuser in Metall-Leichtbauweise zu entwickeln. Seine Metallwerkstatt in Nancy wandelte sich zunehmend zum Unternehmen, das für die damaligen Bauaufgaben neuartige Antworten fand. Freilich war er damit nicht der Erste. Ihm voran gingen Unternehmen wie die Hirsch Kupfer- und Messingwerke im preussischen Eberswalde. Sie produzierten seriell das Kupferhaus, ein ausgereiftes Fertighausssystem, für den deutschen Markt. Der Unterschied lag im Anspruch, den Jean Prouvé zur Grundlage seiner Arbeit machte: Die Elemente für seine Bauten sollten ganz aus umgeformtem Stahlblech gefertigt sein. Er nutzte die modernsten Geräte für die Bearbeitung von Blechen. Es gab Maschinen zum Schwenkbiegen, Gesenkbiegen und Walzrunden; hinzu kamen Autogen- und Elektroschweißgeräte. Entwicklung und Fertigung gingen Hand in Hand. Schliesslich fehlten Erfahrungswerte für die neuartigen Konstruktionsmethoden, die man sich nur über Tüftelarbeit an Prototypen erwerben konnte.

## **Hausbau mit Portalrahmen**

1939 meldete Prouvé eine Portalrahmenkonstruktion aus Stahlblech zum Patent an, die er in den Folgejahren in Variationen als Grundlage für eine ganze Produktreihe modular gefertigter Bauten verwendete. Nach dem Krieg gelang es ihm, mit einem Auftrag des staatlich organisierten Wiederaufbaus etwa 400 Stück dieser 8 x 8 Meter grossen «maisons à portiques» zu errichten. Es waren Unterkünfte für Menschen, die durch die Devastationen der Kriegszeit ihre Wohnungen verloren hatten. Entsprechend war die Aufgabe, damit kurzfristig einen soliden Komfort für unbestimmte Zeit herzustellen. Der Clou an Prouvé's innenliegendem Tragrahmen war, dass ihn ein Team aus nur vier Monteuren innert Stunden ohne maschinelle Hilfsmittel aufrichten konnte. Stand der Rahmen mittig in der Hausachse an seinem Platz, wurden die Bodentafeln ausgelegt und die Dachelemente beidseitig entlang einer statisch wirksamen Dachrinne hochgeklappt. Anschliessend wurden pro Gebäudeseite acht formatgleiche Wandpaneele daruntergestellt, Fenster und Türen eingesetzt, Dach und Fugen abgedichtet. An nur einem Tag war so das ganze Haus fixfertig montiert.

Warum dieses kleine Haus von solch grossem Interesse für das modulare Bauen ist, zeigt ein Systemvergleich mit dem Londoner Crystal Palace von 1851. Ähnlich wie der handliche Portalrahmenbau machte sein mächtiger, gusseiserner Vorläufer Ernst mit der Elementierung: Der Bau

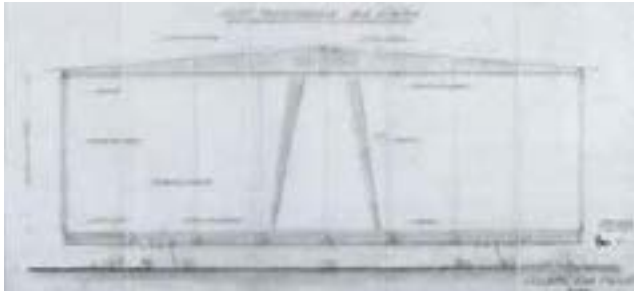
*Jean Prouvé, constructeur français né en 1901, était un ferronnier d'art de métier qui commença, au début des années 1930 à créer des maisons en construction légère en métal. Son atelier de construction métallique à Nancy se transforma de plus en plus en une entreprise qui trouva des réponses novatrices aux projets de construction de l'époque. Il fut précédé par des entreprises comme les usines de cuivre et de laiton Hirsch d'Eberswalde en Prusse qui produisaient en série la maison de cuivre, un système sophistiqué de maisons préfabriquées pour le marché allemand. La différence résidait dans une exigence sur laquelle reposait le travail de Jean Prouvé: Les éléments de ses constructions devaient être fabriqués entièrement en tôle d'acier pliée. Il utilisait les appareils les plus modernes pour l'usinage des tôles: il y avait des machines de cintrage (sur mandrin et sur presse) et de roulage en plus d'appareils de soudage autogène et électrique.*

## **Construction de maisons à portiques**

*En 1939, Prouvé fit breveter une construction à portique en tôle d'acier dont il se servit, les années suivantes, avec des variantes comme base pour toute une gamme de constructions modulaires. Après la guerre, il réussit avec une commande dans le cadre de la reconstruction organisée par l'Etat d'ériger environ 400 maisons à portiques de 8 m x 8 m. C'étaient des habitations pour des gens qui avaient perdu leurs logements pendant la guerre. Le point fort du portique intérieur de Prouvé était qu'une équipe de seulement quatre monteurs était capable de la monter en quelques heures sans moyens mécaniques. Une fois le portique mis en place au milieu de l'axe de la maison, il suffisait de poser les panneaux de sol, de relever les éléments de toit des deux côtés le long d'une gouttière à effet statique puis de placer en dessous huit panneaux de mur de même format par côté de bâtiment, de mettre en place portes et fenêtres et de calfeutrer le toit et les joints. L'ensemble de la maison était ainsi monté prêt à l'emploi en seulement une journée.*

*Pourquoi cette petite maison présente un tel intérêt particulier pour la construction modulaire, c'est ce que montre une comparaison de système avec le Crystal Palace de Londres de 1851. Cette construction se composait d'éléments identiques interchangeables en fonte et en verre subordonnés, quant à leurs dimensions, au module de construction de 24 pieds. A la différence des constructeurs du 19ème siècle, pour Jean Prouvé, ce qui importait n'était pas seulement les avantages d'une fabrication en série et d'un montage rapide. La légèreté, une faible consommation des ressources et donc des économies de poids et de transport et les coûts par produit étaient ses arguments pour la construction légère en métal. C'est*





Mit den 8 Meter breiten Stahl-Portalrahmen konstruierte Jean Prouvé unterschiedliche Modulbauten. | *Jean Prouvé construisit différentes constructions modulaires avec les portiques en acier de 8 m de large.*  
Quelle | Source: Jean Prouvé – Œuvre complète, Volume 3: 1944–1954.  
Peter Sulzer, Bâle 2005



400 dieser «Maison à portiques» baute Jean Prouvé für Menschen, die im Krieg ihr Haus verloren hatten. | *Jean Prouvé construisit 400 de ces «maisons à portiques» pour des gens qui avaient tout perdu pendant la guerre.*

setzte sich aus baugleichen, austauschbaren Guss- und Glaselementen zusammen, deren Abmessungen sich dem Konstruktionsmodul von 24 Fuss unterordneten. Anders als den Konstrukteuren des 19. Jahrhunderts waren Prouvé nicht nur die Vorzüge einer seriellen Herstellung und schnellen Montage wichtig. Leichtigkeit, tiefer Ressourcenverbrauch und damit Einsparungen bei Transportgewicht und Produktkosten waren seine Argumente für den Metalleichtbau. Instinktiv experimentierte er schon früh mit gedämmten Fassadenpaneelen aus Blech und schaute sich vom Fahrzeugbau den Umgang mit dehnbaren Fugen ab. Das Stahlblech, sein bevorzugter Werkstoff, war für ihn nicht sakrosankt: In Abhängigkeit zu den wirtschaftlichen Möglichkeiten liess er Varianten der Tragrahmenhäuser genauso in Aluminium und in Holz fertigen.

#### Vorstellungen, was ein Haus ist, hinter sich lassen

Zeitgleich zu Jean Prouvés Arbeiten entwickelte der in die USA emigrierte Deutsche Konrad Wachsmann das «General Panel System». Anders als bei Prouvés eleganten Nissenhütten liessen sich mit diesem Konstruktionssystem für den Holzbau mehrere Haustypen ableiten, ohne dass zusätzlicher Entwicklungsaufwand nötig wurde. Wachsmann beschrieb nach industriellen Produktionsvorgaben eine Elementierung, die Fügungen senkrecht zueinander in alle drei Richtungen des Koordinatensystems erlaubte. Bis heute faszinieren die Verbindungen aus bis zu zwölf Elementecken, für die er eine steckbare, dreidimensionale Knotenkonstruktion erfand. Seine intensive Auseinandersetzung mit räumlichen Ordnungssystemen prägte den Begriff des Moduls: Modularität bedeutete für ihn die Überlagerung der im Hausbau relevanten Ordnungen und deren Koordination. So unterschied er zwischen dem Element- und dem Konstruktionsmodul, dem Installationsmodul und dem Modul der Planung. Die Vorstellung von einer gestaltgebenden Architektur verschwand dabei hinter einem ordnenden, räumlichen Gitter.

In Europa wurde der Städtebau der Nachkriegszeit zur Reifeprüfung für modulares Bauen. Ohne eine ökonomisch geprägte Umsetzung des Systemgedankens wäre es kaum möglich gewesen, diese Bauproduktion geordnet zu bewältigen. Bis heute ist unsere Vorstellung von Modularität geprägt von Standardisierung, System und Vorfertigung. Die virtuellen Bauten eines Jean Prouvé hingegen wirken aus heutiger Sicht wie formstarke, technische Experimente. Erfindungsdrang, die Nähe zur Fertigung und die Fähigkeit, gängige Vorstellungen davon, was ein Haus ist, hinter sich zu lassen, werden aber auch künftig die Entwicklung modularen Denkens und Bauens mitbestimmen. \*Lucia Gratz ist selbstständige Architektin und Autorin. Sie forscht seit 2015 zu Schweizer Systembauten der Nachkriegsmoderne. ●

*pourquoi, instinctivement il expérimenta de bonne heure avec des panneaux de façade isolés en tôle et s'inspira du travail avec les joints extensibles de la construction automobile. La tôle d'acier, son matériau préféré, était nullement sacrosainte pour lui. En fonction des possibilités économiques, il fit en effet fabriquer des variantes de ses maisons à portiques en aluminium et en bois.*

#### Dépasser les représentations usuelles de la maison

*En même temps que les travaux de Jean Prouvé, Konrad Wachsmann, un allemand émigré aux USA, élaborait le «General Panel System». Avec ce système pour la construction en bois, on pouvait dériver plusieurs types de maisons sans efforts de développement supplémentaires. Wachsmann décrivait, après des spécifications de production industrielle, un système d'éléments qui permettait les assemblages perpendiculaires entre eux dans les trois directions du système de coordonnées. Les jonctions jusqu'à douze connecteurs d'angle pour lesquelles il a inventé une construction nodulaire tridimensionnelle emboîtable continuent à nous fasciner. Sa réflexion intense sur les systèmes d'ordre spatiaux (Wachsmann) marqua de son empreinte le terme de module. Pour lui, la modularité signifiait la superposition d'ordres pertinents et leur coordination. C'est ainsi qu'il faisait la différence entre le module d'élément et le module de construction, le module d'installation et le module de planification.*

*En Europe, l'urbanisme de l'après-guerre est devenu le test de maturité de la construction modulaire. Sans une mise en œuvre aux dimensions fortement économiques du concept de système, il n'aurait pas été possible de gérer de manière ordonnée la production recherchée dans la construction. Aujourd'hui encore, notre idée de modularité dans la construction est marquée par la standardisation, le système et la préfabrication. Par contre, du point de vue actuel, les talentueuses constructions de Jean Prouvé font l'effet d'expérimentations techniques de grande expressivité. L'élan inventif, la proximité avec la fabrication et la faculté de dépasser les idées courantes de ce qu'est une maison vont continuer, quoi qu'il en soit, à être déterminants pour l'évolution de la construction modulaire. Lucia Gratz est une architecte indépendante qui fait des recherches depuis 2015 sur les constructions modulaires suisses du modernisme d'après-guerre. ●*

#### Glossar | Glossaire

**Element | Élément**  
Elemente sind zweidimensionale Bauteile. | Les éléments sont des composants bidimensionnels. |

**Modul | Module**  
Der Begriff Modul wird für raumhaltige Bauteile gebraucht, die aus Elementen zusammengefügt und repetitiv angewendet werden. | Le terme module est utilisé pour des composants qui délimitent un espace et qui sont assemblés de manière répétitive. |

**Systematisch | Systématique**  
Systematisch beschreibt ein Vorgehen. Dieses folgt konsequent vordefinierten Regeln bezüglich Art der Schnittstellen und Fügung der Bauteile (Elemente oder Module). Zusammen bilden sie ein System. | Systématique décrit une démarche qui suit des règles prédéfinies de manière cohérente, à savoir le type des interfaces et l'assemblage des composants (éléments ou modules). Ensemble, ils forment un système. |



# Die Trockenbaustelle | *La construction à sec*

**Module bestehen aus Stahl oder Holz, da beide Materialien leicht und tragfähig sind. Ein Bericht aus zwei Werkstätten. | *Les modules d'un chantier de construction à sec sont en acier ou en bois vu que ces deux matériaux sont légers tout en pouvant porter. Un compte-rendu de deux visites d'ateliers.***

Text | Texte:  
Andres Herzog  
Fotos | Photos:  
Susanne Völlm

Tausendfach stapelt sich das Produkt ab Stange und besetzt die halbe Halle in einem Gewerbegebiet in Pratteln, wo Bombardier früher Eisenbahnwagen herstellte: C- und U-Profile aus Metall, viele Meter lang, nur rund zwei Millimeter dick. Ein grosses Lager heisst grosse Flexibilität, kurze Lieferzeiten. «Transformer» nennt der Stahlleichtbauer Cocoon die Elemente, aus denen Balken, Träger, Stützen, Wände und später Module werden. Cocoon ging aus einem Gipsergeschäft hervor, das sich auf Stahlleichtbau spezialisierte. Ihre Profile kamen beim Schaulager in Münchenstein, beim Zentrum Paul Klee oder beim Shoppingzentrum Westside zum Einsatz. Stahl ist extrem belastbar, die Dimensionen sind somit schlank. Das Material ist ideal, um den Bestand aufzustocken und Verdichtung voranzutreiben. Als Spezialist für Elementbau beteiligte sich Cocoon am Forschungsprojekt «Living Shell» der HSLU in Zusammenarbeit mit LAST EPFL, das diese Anwendung erforscht hat siehe Seite 15, Forschen mit dem Modul. Für Stahl spricht laut Marketingleiter Daniel Seiler auch die graue Energie: «Bis zur Hälfte unseres Stahls stammt aus Rezyklat», sagt er, fügt aber an: «Für das Modul spielt es keine Rolle, ob es aus Stahl oder Holz gebaut ist.»

## **Zusammenschrauben unnötig**

Langsam beisst sich das Sägeblatt in den Stahl, der Lärm betäubt die Ohren: Ein Spengler schneidet verschiedene Profile auf die richtige Länge zu. Insgesamt 190 Stück in verschiedenen Dimensionen arbeitet er von der Liste ab. Ein anderer «verclincht» zwei Profile zu einem Doppel-T-Träger. Mit Luftdruck presst er dazu einen Bolzen in das Metall, um die zwei Profile ohne weitere Hilfsmittel zu verbinden. So entfällt auf der Baustelle die Schraubarbeit. Ein Etikett auf jedem Profil zeigt den →

*Les produits s'empilent par milliers et occupent la moitié de la halle dans une zone industrielle à Pratteln où Bombardier fabriquait dans le passé des wagons ferroviaires: des profilés en C et en U en métal, de grande longueur et de seulement environ deux millimètres d'épaisseur. Un grand stock signifie une grande flexibilité et des délais de livraison courts. «Transformer», c'est ainsi que le fabricant de construction légère en acier Cocoon appelle les éléments qui deviendront des poutres, des supports, des piliers, des murs et plus tard des modules. Cocoon est né d'une plâtrerie qui s'est spécialisée en construction légère en acier. Le matériau très résistant et mince convient donc parfaitement pour surélever et densifier le bâti existant. En tant que spécialiste pour la construction en éléments, Cocoon a participé au projet de recherche «Living Shell» de la HSLU en collaboration avec le LAST à l'EPFL qui a fait des recherches sur cette application, voir page 15: La recherche sur le module. Selon le directeur du marketing Daniel Seiler, le facteur énergie grise plaide également en faveur de l'acier: «Jusqu'à 50% de notre acier provient du recyclage», dit-il. Et il ajoute: «Qu'il soit construit en acier ou en bois n'a aucune importance pour le module.»*

## **Inutile de visser**

*La lame de scie mord lentement l'acier, le bruit nous assourdit: Un ferblantier coupe différents profilés à la bonne longueur. Ce sont en tout 190 pièces qu'il a découpées. Un autre «enclenche» deux profilés en une poutre en double T en pressant un boulon avec de l'air comprimé dans le métal pour relier les deux profilés sans autres moyens auxiliaires. Il n'y a donc plus de vissage sur le chantier. Une étiquette sur chaque profilé montre plus tard aux monteurs où le placer: «étage 5, mur 1». Après →*





In der Werkhalle von Cocoon in Pratteln stapeln sich die Metallprofile. | *Les profilés en métal sont empilés dans l'atelier de Cocoon à Pratteln.*



Die Elemente werden auf die richtige Länge zugesägt. | *Les éléments sont sciés à la bonne longueur.*



Ein Arbeiter verbindet mit einem Bolzen zwei Profile. | *Un ouvrier boulonne deux profilés.*



→ Monteuren später an, wohin es gehört: «Geschoss 5, Wand 1». Nach der Konfektionierung gelangen die Profile entweder direkt auf die Baustelle – oder aber zuerst zu einem Holzbauer, der sie zu Wandelementen oder ganzen Raumzellen montieren wird.

### Zuschnitt auf Knopfdruck

Schötz liegt im Luzerner Hügelland. Bauernhöfe, Felder, Wiesen. Neben einem alten Holzhaus der Zimmerei Renggli grasen Ponys. Dahinter endet die Idylle. Was 1923 mit einer Sägerei begann, ist heute auf 200 Angestellte angewachsen. Die Werkhalle verläuft über drei Giebel, ist 120 Meter lang und mit Schindeln verkleidet. Mit einem Schritt durch die Tür landet man in einer hochgerüsteten Welt. Marco Filli zeigt auf einen menschenleeren Flur in der Mitte der turnhallengrossen Halle: «Das Hochregallager ist das Rückgrat der Produktion.» Der Mann mit krausem Haar und breitem Lächeln leitet die technische Projektberatung bei Renggli. Er weiss: Holzbau ist Logistik.

Das Lagersystem holt auf Knopfdruck die passende Platte aus dem Gestell und legt sie für die Zuschnittmaschine bereit, die das massgeschnittene Brett keine Minute später nummeriert ausspuckt. «Wir bereiten die Daten der Architekten auf und schicken sie an die Maschine», erklärt Filli. Mit der digitalen Gebäudedatenmodellierung (BIM) werde das künftig noch einfacher gehen, prognostiziert er. Auch der Abbund funktioniert automatisch. Die Kappanlage sieht Fehler im Holz und lässt sie aus. Eine andere Maschine sägt 12 Meter lange Balken zu, fast sie ab, bohrt sie an. «Die computergesteuerte Fertigung belebt alte Konstruktionen wieder», sagt Filli. In der Hand hält er eine Schwalbenschwanzverbindung, die man früher aufwendig mit dem Stechbeutel fertigte – für die Maschine eine Sache von Sekunden. Auf der anderen Hallenseite beginnt die Handarbeit. Ein Arbeiter legt Balken auf den Maschinentisch, Stahlnocken richten sie rechtwinklig aus. Dann beplankt er sie mit einem Brett. Der «Schmetterlingstisch» wendet bis zu 14 Meter lange Elemente: Er klappt die →



1



2



3

## Die Modular-Familie

Die Modulbausysteme von Bauart feiern grosse Erfolge im Schulwesen, weil sie eine intelligente und technisch ausgereifte Lösung für ein immer gleiches Problem bieten: Sie erlauben Behörden, kurzfristig, schnell, einfach und flexibel auf sich verändernde Schülerzahlen zu reagieren. Ihren Ursprung hat die Modular-Familie im Entwurf für ein Doppelhaus in Mühlethurnen BE aus dem Jahr 1986. Er nimmt (bis auf die Mobilität) ihre späteren Eckpunkte vorweg: Holzleichtbau, systematischer Aufbau auf Raster, richtungslose Verbindungen und sichtbare Konstruktion. Die fünf Nachkommen der Modular-Gruppe sind von ähnlichem Prinzip, sehen aber anders aus.

Prototyp und Startschuss war «Modular-T». Mit diesem Label haben Bauart die Raumzellen betitelt, die das Büro 1993 zur Bauhütte des Neubaus des Bundesamts für Statistik in Neuenburg stapelte. Winkelförmige Rahmenprofile machen die vorgefertigten Zellen und das Raumgitter stabil und erlauben es, auf allen Seiten sowie oben und unten anzudocken. Die Raummodule waren schnell und einfach zu montieren und wieder abzubauen – und das zum Preis eines Containerdorfs. Die Architekten lösten mit der Hinterlüftung von Fassade und Dach das Problem der Überhitzung im Sommer, und ein Unterzugsystem erlaubte unterschiedliche Raumgrössen. 1997 kam erstmals

«Modular-Thun» zum Einsatz. Der grosse Schritt von T zu Thun war die Änderung der Nutzung und des architektonischen Ausdrucks: Das weisse Büro- wurde zum farbigen Schulmodul. Vier Einheiten formen ein Klassenzimmer. Das Bausystem war so ausgereift, dass ein Kindergarten in ein bis zwei Tagen montiert werden konnte.

Durchschlagenden Erfolg feierte die Weiterentwicklung von «Modular-Thun» aber erst mit dem «Züri-Modular» siehe Seite 12. Seit 1998 wurden davon über 1000 Module gebaut. Die Masse wurden angepasst, beim «Züri-Modular» bilden nur noch drei Module ein Klassenzimmer, ein Pavillon besteht in der Regel aus vier Schulzimmern. Im Rahmen der Verschärfung der Energievorschriften wurden für die zweite Generation von «Züri-Modular» die bis anhin sichtbaren Kanthölzer gedämmt, geblieben ist der provisorische Ausdruck.

2010 entwickelten Bauart zusammen mit dem Holzbauer Blumer-Lehmann das energetisch noch effizientere «Modular-X» mit seiner horizontalen Fassadengestaltung. Es erinnert schon nicht mehr an ein Provisorium. «Modular Zug» aus dem Jahr 2011 ist der bis anhin letzte Entwicklungsschritt der Modular-Familie: Für die Stadt Zug realisierten Bauart bisher vier Pavillons, die sich vor allem in der Gestaltung von ihren Geschwistern unterscheiden: Farbige, gelochte Holzelemente verleihen der Fassade einen heiteren Rhythmus und trotzdem eleganten Ausdruck. Roderick Hönig ●



→ le conditionnement, les profilés vont soit directement sur le chantier, soit d'abord chez un constructeur bois qui les montera en éléments de murs ou en modules spatiaux complets.

#### Découpe en appuyant sur un bouton

Schötz se situe sur le Plateau lucernois. Des poneys broutent à côté d'une vieille maison en bois de la menuiserie Renggli. Le côté idyllique s'arrête ici. Ce qui a commencé par une scierie en 1923 comprend aujourd'hui 200 employés. L'atelier de fabrication de 120 mètres de long a trois pignons et est recouvert de bardeaux. Dès l'entrée, on est en présence de technologie de pointe. Marco Filli montre un couloir désert au milieu de l'atelier aux dimensions d'un gymnase: «L'entrepôt à rayonnages en hauteur est l'épine dorsale de la production.» L'homme aux cheveux crépus et au large sourire dirige le service de conseils techniques de projet chez Renggli. Il sait: La construction en bois, c'est de la logistique.

Le système de stockage va chercher la plaque qui convient dans l'étagère sur une simple pression de bouton et la prépare pour la machine à découper qui sort la planche découpée sur mesure et numérotée en moins de dix minutes. «Nous traitons les données des architectes et les envoyons à la machine», explique Filli. La taille fonctionne, elle aussi, automatiquement. Avec la modélisation des informations du bâtiment (BIM), à l'avenir cela sera encore plus simple, prédit-il. La tronçonneuse voit les défauts du bois et les évite. Une autre machine scie des poutres de 12 mètres de long, les chanfreine et les perce. «La fabrication assistée par ordinateur redonne vie aux anciennes constructions», dit Filli. Il tient dans la main un assemblage en queue d'aronde que l'on fabriquait péniblement autrefois au ciseau - pour la machine, une affaire de quelques secondes. Le travail manuel commence de l'autre côté de l'atelier. Un ouvrier pose des poutres sur un banc de machine, des cames en acier les orientent à angle droit. Ensuite, il les revêt d'une planche. Un poste plus →



4



5

- 1 Système Modular-T, Office fédéral de la statistique, Neuchâtel, 1993. Photo: Bauart
- 2 Modular-Thun, Schulhaus Gotthelf, Thun, 1997. Foto: Croci & Du Fresne
- 3 Züri-Modular, Schulhaus Schütze, Zürich, 1998. Foto: Rasmus Norlander
- 4 Modular-X, Schulhaus Hasenacker, Männedorf, 2010. Foto: Ruedi Walti
- 5 Modular Zug, Schulhaus Oberwil, Zug, 2011. Foto: Jürg Zimmermann

## La famille modulaire

Les systèmes de construction modulaires de Bauart remportent de grands succès en milieu scolaire parce qu'ils offrent une solution intelligente au point pour toujours le même problème: Ils permettent aux autorités de réagir de manière rapide, simple et flexible au nombre croissant d'élèves. La famille modulaire trouve son origine en 1986 dans le projet pour une maison jumelée à Mühlethurnen BE. Il anticipe (jusqu'à la mobilité) ses points clés ultérieurs: une construction légère en bois, une structuration systématique sur une trame, des connexions sans orientation et une construction visible. Les descendants du groupe modulaire ont le même principe, mais une autre allure.

«Modular-T» fut le prototype qui donna le coup d'envoi. Ce label de Bauart désigne les cellules que le bureau a empilées en 1993 pour la tour de la construction nouvelle de l'Office fédéral de la statistique à Neuchâtel. Des profils de cadre angulaires stabilisent les cellules préfabriquées et la trame structurelle. Ils permettent des extensions sur tous les côtés ainsi qu'en haut et en bas. Les modules spatiaux étaient rapides et simples à monter et à démonter - et ce, au prix d'un village de containers. Les architectes ont résolu le problème de la surchauffe en été avec la ventilation de la façade et du toit par l'arrière. En 1997, «Modular-Thun» fut mis en place pour la première fois. Le

grand pas de T à Thun était le changement d'utilisation et de l'expression architecturale: Le module blanc de bureau devint un module scolaire de couleur. Quatre unités forment ici une salle de classe. Le système de construction a mûri au point qu'un jardin d'enfants pouvait être monté en un à deux jours.

Mais le perfectionnement du «Modular-Thun» ne devint une réussite éclatante qu'avec le «Züri-Modular» voir page 12. Plus de 1000 modules ont été construits depuis 1998. Ses dimensions ont été adaptées; pour le «Züri-Modular», ce ne sont plus que trois modules qui constituent une salle de classe. Un pavillon se compose en général de quatre salles de classe.

En 2010, Bauart a conçu, en collaboration avec le constructeur bois Blumer-Lehmann le «Modular-X» à l'efficacité énergétique encore améliorée avec sa conception de façade horizontale qui ne fait plus du tout penser à une solution provisoire. «Modular Zug» développé en 2011 est la dernière en date de la famille modulaire. Jusqu'ici, Bauart a réalisé quatre pavillons pour la ville de Zoug qui se distinguent de leurs congénères surtout par le design: Des éléments de couleur en bois perforé donnent à la façade une touche gaie et une expression élégante. Roderick Hönig ●





Der Schmetterlingstisch wendet die Elemente maschinell. | *La table papillon retourne les éléments mécaniquement.*



Ein Arbeiter legt die Dämmung in die Wandkonstruktion. | *Un ouvrier pose l'isolation dans la construction du mur.*



In der Halle der Holzbaufirma Renggli entstehen fixfertige Wand- und Deckenelemente. | *Des éléments de mur et plafond prêts à l'emploi voient le jour dans l'atelier de l'entreprise de construction en bois Renggli.*



→ Flügel hoch und dreht sie auf den Rücken. Eine Station weiter füllen Zimmerleute ein Wandelement mit Dämmung, verlegen Elektrorohre, schrauben Fensterrahmen fest, kleben Luftdichtfolien. Bei Innenwänden montieren sie Gipsplatten, bei Fassaden die Verkleidung.

#### Millimetergenau auf zehn Meter

Es riecht nach Holz, im Hintergrund surrt ein Sägeblatt, die Nagelpistole plopt dumpf. «Die hohe Vorfertigung ist unsere Spezialität», sagt Filli. Das hat seinen Preis. Die Infrastruktur im Werk kostet mehr als beim Bauen vor Ort. «Über den ganzen Lebenszyklus ist die Vorfertigung günstiger», ist Filli überzeugt. «Im Werk können wir unter perfekten Bedingungen eine massiv höhere Qualität umsetzen.» Zudem verkürzt sich die Bauzeit vor Ort. Die Präzision zeigt sich an den Ecken, wo

Seite 14 →

→ *Join, des charpentiers remplissent un élément de mur avec une isolation, posent des tubes électriques, vissent des châssis de fenêtre, collent des feuilles d'étanchéité à l'air. Pour les murs intérieurs, ils montent des panneaux de plâtre, pour les façades le bardage.*

#### Au millimètre près sur dix mètres

*On sent le bois, une lame de scie ronronne à l'arrière-plan, la cloueuse émet des claquements sourds. «Le haut degré de fabrication est notre spécialité», dit Filli. L'infrastructure en atelier coûte plus cher que lors de la construction sur place. Filli est convaincu: «La préfabrication est plus avantageuse sur la totalité du cycle de vie». «En atelier, nous pouvons mettre en œuvre une qualité bien supérieure grâce à des conditions parfaites.» De plus, le temps de construction sur place est plus*

page 14 →

## Holz und Beton schon im Element verbinden

Holz? Oder besser Beton? Technisch sind die beiden Baumaterialien höchst unterschiedlich: Holz ist leicht, flexibel und zeichnet sich durch gute Zugfestigkeit aus. Beton hingegen ist hart, dicht – und entsprechend schwer –, seine Zugfestigkeit ist bescheiden. Wer diese Gegensätze geschickt kombiniert, optimiert das ganze Gebäude.

Der Nutzen ist grösser, wenn man Beton und Holz nicht nur addiert – hier die Betondecke, dort die Holzbalken –, sondern verbindet. Ein Beispiel dafür sind hybride Lösungen, wie sie Bauart beim Projekt Microcity zusammen mit der Holzbaufirma Erne entwickelt haben (siehe Seite 20). Die Untergeschosse und drei Betonkerne mit der Technik wurden vor Ort in Stahlbeton erstellt. Dann setzten sieben Fachleute die vier Obergeschosse aus vorgefertigten Verbundelementen wie Legosteine zusammen. Bei den Böden waren das mehr als 200, rund 18 m<sup>2</sup> grosse Elemente aus Holz und Beton. Auf eine Balkenlage aus Konstruktionsholz kam eine dünne Holzplatte, darauf brachte der Holzbauer im Werk eine nur 10 cm dicke Betonschicht an. Der Clou dieser hybriden Elemente ist das Zwischstück: Ein Lochblech, in Längsrichtung 4 cm in die Balken eingeleimt und ebenso tief in den Beton einbetoniert, verbindet die beiden Materialien steif.

Die Vorteile einer hybriden Lösung: Der Rohbau ist in der halben Zeit fertig. Gegenüber reinen Holzdecken sind Tragfähigkeit und Steifigkeit mindestens doppelt so gross, Brand- und Schallschutz sind klar besser. Das Gebäude ist rasch wetterfest, Innenausbau und technische Installationen können umgehend beginnen. Zudem bindet es weniger graue Energie und lässt sich dank der Modulbauweise später recht einfach an veränderte Bedürfnisse anpassen.

Hybride Lösungen erfordern allerdings ein hohes Mass an systematischem Denken und an präziser Organisation. Das Gebäudeprogramm muss auf Elemente und Module heruntergebrochen werden, deren Fertigung in der Werkhalle schon läuft, wenn die Bagger in der Baugrube mit dem Aushub beginnen. Thomas Müller ●

## Associer le bois et le béton déjà dans l'élément

*Du bois? Ou plutôt du béton? Le bois est léger, flexible et se caractérise par une bonne résistance à la traction. Par contre le béton est dur, dense – et donc lourd. En combinant habilement ces antagonismes, on optimise l'ensemble du bâtiment.*

*L'avantage est plus grand lorsque l'on ne se contente pas d'ajouter le béton et le bois – ici le plancher en béton, là les poutres en bois – mais qu'on les associe. Les solutions hybrides telles qu'elles ont été conçues pour le projet Microcity par Bauart Architectes avec l'entreprise de construction en bois Erne en sont un exemple, voir page 20. Les sous-sols et trois noyaux en béton avec l'équipement technique ont été fabriqués sur place en béton armé. Sept spécialistes ont ensuite assemblé les quatre étages en éléments composites comme avec des briques Lego. Pour les sols, on compte plus de 200 éléments en bois et béton d'environ 18 m<sup>2</sup>. Une mince plaque de bois a été placée sur une poutraison sur laquelle le constructeur bois a fixé en atelier une couche de béton de seulement 10 cm d'épaisseur. C'est la pièce intermédiaire qui est le point fort de cet élément hybride: Une tôle perforée, collée à 4 cm dans les poutres dans le sens longitudinal et bétonnée de la même profondeur dans le béton, qui relie les deux matériaux de manière rigide.*

*La phase de gros œuvre a duré la moitié moins de temps que d'habitude. Par rapport à des planchers purement en bois, la capacité de charge et la rigidité sont au moins deux fois supérieure et la protection contre l'incendie et le bruit est évidemment nettement améliorée. De plus, le bâtiment est rapidement résistant aux intempéries, l'aménagement intérieur peut commencer immédiatement. Les solutions hybrides nécessitent toutefois un degré élevé de réflexion systématique et d'organisation précise. Le programme de construction doit être décomposé en éléments et modules dont la fabrication est déjà en cours en atelier lorsque les pelleteuses commencent l'excavation de la fouille. Thomas Müller ●*





Peter Ess, diplomierter Architekt, war von 1997 bis zu seiner Pensionierung 2009 Direktor des Amtes für Hochbauten der Stadt Zürich. | *Peter Ess a été directeur de l'Office des constructions de la ville de Zurich de 1997 à 2009*

## «Doch die Lebensdauer ist beschränkt» | «La durée de vie est tout de même limitée»

**Was kann das Züri-Modul? Wo liegen seine Grenzen? Ein Gespräch mit Peter Ess, dem ehemaligen Zürcher Stadtbaumeister. | *De quoi le Züri-Modul est-il capable? Quelles sont ses limites? Un entretien avec Peter Ess, ancien architecte de la ville de Zurich.***

Interview | *Propos recueillis par Marcel Bächtiger*

**Peter Ess, die Entwicklung eines Schulpavillons für die Stadt Zürich fällt in den Beginn Ihrer Amtszeit als Direktor Amt für Hochbauten. Was war der Auslöser?**

Als ich 1997 mein Amt antrat, wurde neben dem Schulhaus Aemtlar gerade einer der damals üblichen Condecta-Pavillons aufgestellt: ein Baustellencontainer mit kleinen Fenstern. Das war in meiner Nachbarschaft und ärgerte mich schrecklich. Früher gab es in Zürich noch gute Provisorien, etwa die Pavillons von Stadtbaumeister Steiner aus den Vierzigerjahren, die unterdessen unter Denkmalschutz stehen, oder die Variel-Pavillons im Vorfabrikationssystem, die etwas später dazukamen. Aber diese Tradition verkümmerte, übrig blieb der schnell bestellbare Container. Natürlich: Wenn man ein Provisorium braucht, drängt die Zeit. Wer ein qualitätsvolles Provisorium will, muss vorausdenken. Eine meiner ersten Amtshandlungen war, ein Team für die Schulraumprovisorien einzusetzen.

Bei einem Stadtbaumeistertreffen in Thun sahen wir im Sommer 1997 einen frisch erstellten Kindergartenpavillon, den Bauart Architekten im Modulbau entwickelt hatten. Diese Idee wollte ich weiterverfolgen, und so begannen wir, mit Bauart an einem neuen Schulpavillon für Zürich heruzudenken. Ende Jahr kam prompt eine Bestellung der Schule, sie bräuchten dringend Provisorien. Und plötzlich wurde es knapp. Das Modulsystem von Thun wurde in Rekordzeit überarbeitet und nach unseren Bedürfnissen weiterentwickelt. Pünktlich zu Schulbeginn waren die ersten Züri-Modular-Pavillons bezugsbereit.

**Peter Ess, le développement d'un pavillon scolaire pour la ville de Zurich tombe au début de votre mandat comme directeur de l'Office des constructions. Quel a été le détonateur?**

*Lorsque je suis entré en fonctions en 1997, l'un des pavillons Condecta qui étaient courants à l'époque venait d'être déposé à côté de l'école: un container de chantier avec de petites fenêtres. C'était dans mon voisinage direct et cela m'agaçait énormément. Dans le passé, il y avait encore eu de bonnes solutions provisoires à Zurich, par exemple les pavillons des années 1940 de Steiner qui sont entretemps classés monuments historiques ou plus tard les pavillons préfabriqués Variel. Mais cette tradition régressa, à la fin il ne resta plus que le container qui peut être commandé rapidement. C'est pourquoi l'une de mes premières actions a été de mettre en place une équipe pour trouver rapidement des solutions provisoires de locaux scolaires.*

*Lors d'une rencontre d'architectes de la ville à Thun à l'été 1997, nous avons vu un pavillon de jardin d'enfants qui venait d'être réalisé en construction modulaire par Bauart Architectes. Je voulais poursuivre cette réflexion et c'est ainsi que nous avons commencé avec eux à réfléchir à un nouveau pavillon scolaire pour Zurich. A la fin de l'année, l'école passa rapidement une commande, on avait un besoin urgent de solutions provisoires. Et tout à coup le temps a pressé. Le système modulaire de Thun*



### **Was zeichnete den neuen Schulpavillon aus?**

Die Raumansprüche waren recht klar: Wir wollten neben den Schulzimmern einen attraktiven Eingangsraum, ein Lehrerzimmer, einen Materialraum. Wir wollten aber auch grössere Fenster, eine schöne Materialisierung, eine gute Lichtführung. Züri-Modular hat all das. Der Pavillon ist wie ein gut gestyltes Auto: ein in sich schlüssiges, attraktives Stück Architektur. Wichtig war uns, dass die Pavillons energetisch à jour waren, also gut isoliert und mit angenehmem Raumklima. Bauökologie und Nachhaltigkeit waren Themen, bei denen wir eine Pionierrolle einnahmen.

### **Ein Bauart-Pavillon war aber auch teurer als ein Baucontainer von Condecta.**

Die Kosten gaben im Vorfeld natürlich zu reden. Die geplanten Pavillons waren etwa 25 Prozent teurer als ein Condecta-Container. Es gab Widerstand, vor allem von bürgerlicher Seite. In der vorbereitenden Gemeinderatskommission fragte ich in die Runde, wer wo in die Schule gegangen sei. Da gerieten die Kommissionsmitglieder ins Erzählen, lauter nostalgische Erinnerungen an die Schulräume der Kindheit kamen hoch. Als sie fertig waren, sagte ich: Seht ihr, genau darum geht es. Die räumlichen Erfahrungen in euren Schulen gehen euch nicht mehr aus dem Kopf. Es könne darum nicht sein, dass man ein Kind für seine gesamte Schulzeit in einen trostlosen Container stecke. Die Kommission hiess das Geschäft gut.

### **Und wie fielen schliesslich die Reaktionen auf die ersten fertiggestellten Züri-Modular-Pavillons aus?**

Bei der Lehrerschaft kamen sie unglaublich gut an, vom ersten Tag an. Vorher hatte die Frage immer gelautet: Wer muss ins Provisorium? Man war sozusagen strafversetzt, abgehängt vom Schulbetrieb, eingezwängt in einen stieren Schulraum. Das änderte sich mit dem Züri-Modular. Lehrerinnen und Schulkinder fanden die Pavillons lässig, wie ein schönes Zelt. Das Image war gut, auch weil die Pavillons in der Fachpresse sofort gelobt wurden. Sie haben tatsächlich etwas Zeitloses, sie gefallen mir, immer noch.

### **Es sind auch noch alle in Betrieb.**

Natürlich. Wir haben keinen Einzigen entsorgen müssen. Die Pavillons sind auf zwanzig bis fünfundzwanzig Jahre ausgelegt, aber wir waren schon damals überzeugt, dass sie länger bestehen und irgendwann unter Denkmalschutz kommen würden – das wird auch passieren. Finanziell hat sich Züri-Modular also schon längst ausbezahlt.

Die Erfolgsgeschichte hatte aber auch eine Kehrseite: Gewisse Politiker fanden plötzlich, dass man statt richtigen Schulhäusern einfach Pavillons bauen sollte, weil sie günstiger seien. Das stimmt so aber nicht. Die Lebensdauer ist im Vergleich doch beschränkt und der Landbedarf wegen der tiefen Geschossigkeit viel grösser. Auf längere Dauer sind Provisorien nie besonders günstig, sie sind nur schnell verfügbar. Auch auf der gesellschaftlichen Ebene kann der Pavillon das Schulhaus nicht ersetzen. Als öffentlicher Kristallisationspunkt in einem Quartier taugt nur ein richtiges Schulhaus mit grossen öffentlichen Räumen. Man sollte also nicht auf Pavillons vertrauen, sondern Schulraum langfristig planen. ●

*a été révisé en un temps record et perfectionné selon nos besoins. Les premiers pavillons Züri Modular étaient prêts à emménager à temps pour la rentrée.*

### **Qu'est-ce qui caractérisait le nouveau pavillon scolaire?**

*Les besoins en espace étaient assez clairs: Nous voulions, en plus des salles de classe, une entrée attrayante, une salle des professeurs, un local pour le matériel. Mais nous voulions aussi des fenêtres plus grandes, une belle matérialisation, une bonne diffusion de la lumière. Züri-Modular a tout ce qu'il faut – c'est un concept attrayant et cohérent en termes d'architecture. Pour nous, il était important que les pavillons soient à jour sur le plan énergétique, donc qu'ils soient bien isolés, avec un climat intérieur agréable. Nous avons joué un rôle de pionnier quant à l'écologie du bâtiment et la durabilité.*

### **Mais un pavillon de Bauart était aussi plus cher qu'un container de chantier Condecta.**

*Le coût a bien sûr donné matière à discussion en amont. Les pavillons prévus étaient de 25% plus chers qu'un container Condecta. Il y a eu de la résistance, surtout dans le camp bourgeois. Dans la commission préparatoire du Conseil communal, j'ai posé la question pour savoir qui était allé où à l'école. Les membres de la commission se mirent alors à raconter, de nombreux souvenirs nostalgiques des salles de classe de leur enfance remontèrent. Lorsqu'ils eurent fini, je leur ai dit: Vous voyez, c'est exactement ce dont il s'agit. Les perceptions de l'espace dans vos écoles sont bien ancrées. C'est pourquoi il n'est pas acceptable de mettre un enfant pendant toute sa scolarité dans un container sans âme. La commission a approuvé le projet.*

### **Et quelles ont été les réactions aux premiers pavillons Züri Modular terminés?**

*Les enseignants les ont incroyablement bien accueillis dès le premier jour, leur allure décontractée comme une belle tente plaisait. L'image était bonne, aussi parce que la presse spécialisée a tout de suite fait l'éloge des pavillons.*

### **Ils sont aussi encore tous en service.**

*Bien sûr. Nous n'avons dû en débarrasser aucun. Ils sont conçus pour vingt à vingt-cinq ans mais nous étions déjà convaincus à l'époque qu'ils dureraient plus longtemps et qu'ils seraient tôt ou tard classés monuments historiques – et ce sera aussi le cas. Sur le plan financier, cela fait déjà longtemps que Züri-Modular s'est avéré payant.*

*Il y a aussi le revers de la réussite: Certains politiciens ont tout à coup trouvé que l'on devait simplement construire des pavillons à la place de vrais bâtiments scolaires parce que leur prix est plus avantageux. Mais ce n'est pas le cas. En comparaison, la durée de vie est tout de même limitée et les besoins en terrain sont beaucoup plus grands à cause de la profondeur du nombre de niveaux. Pour le long terme, les solutions provisoires ne sont pas forcément les plus favorables. ●*





Renggli baute das Moduleinfamilienhaus testhalber in der Halle auf. | Renggli a fait un montage test en atelier de la maison individuelle.  
Foto | Photo: Renggli



Danach wurde das Gebäude in Rothrist vor Ort zusammengesetzt. | Le bâtiment fut ensuite assemblé sur place à Rothrist.  
Foto | Photo: Renggli

→ die schräg zugeschnittenen Latten aneinanderstossen. Ein zehn Meter langes Element muss millimetergenau passen, sonst rümpft der Bauherr die Nase. Auch die Höhen, zu denen sich Holzbauten neuerdings aufschwingen, erfordern Genauigkeit. «Mit jedem zusätzlichen Geschoss würden sich die Abweichungen weiter kumulieren», sagt Filli. Das Verhältnis von Eigengewicht zu Traglast sei bei Holz unschlagbar. «Im Verbund mit anderen Materialien liegt dennoch oft ein Vorteil», sagt er. Etwa wenn die Statik mit Stahl oder der Brandschutz mit Beton optimiert werde siehe Seite 11, Holz und Beton schon im Element verbinden.

#### Transport setzt Grenzen

Die fixfertige Wand kommt in ein Gestell, bis der Lastwagen sie holt. Raummodule gehen einen Schritt weiter. Aus den Wand- und Deckenelementen baut Renggli ein kleines Häuschen. Sein Mass beeinflusste die Dimension der Werkhalle, deren Holzträger sich über die Arbeiter spannen: Die 16 Meter Höhe erlauben, zwei Module übereinanderzuheben. Der Spielraum war für die Einfamilienhausreihe «Vision: R4» nötig. Das Testhaus aus vier Modulen hat Renggli samt Möblierung in der Halle aufgebaut, um alle Details zu prüfen. Später wurde es zerlegt, abtransportiert und in drei Stunden in Rothrist AG aufgestellt.

Der Transport bestimmt den Holzbau – und noch mehr das Bauen mit Raummodulen. «Wir müssen die Grösse der Bauteile oft auf die Zugänglichkeit der Baustelle abstimmen», erläutert Filli. Bei den grossen Modulen kommt ein Lastwagen zum Einsatz, dessen Ladefläche tiefergelegt ist. Bei vier Metern Höhe ist Schluss. Für ein Gebäude im Tessin musste Renggli einst sogar den Gotthardtunnel sperren lassen, damit der Lastwagen mit seiner breit ausladenden Fracht in der Mitte der Röhre fahren konnte. Ein Modul wiegt schnell 10 bis 20 Tonnen. «Wir berechnen →

→ court. La précision se voit dans les angles où les lattes découpées en diagonale viennent en butée. Un élément d'une longueur de dix mètres doit être ajusté au millimètre près. Les hauteurs des plus récentes constructions en bois requièrent également de la précision. «Sinon, il y aurait un cumul des écarts à chaque étage supplémentaire», dit Filli. Pour le bois, le rapport entre le poids propre et la capacité de charge est imbattable. «Cependant, associé à d'autres matériaux, il y a toutefois un avantage», dit-il. Par exemple, lorsqu'il y a optimisation de la statique avec l'acier ou de la protection contre l'incendie avec le béton – voir page 11, Associer le bois et le béton déjà dans l'élément.

#### Le transport fixe des limites

Le mur prêt à l'emploi est dans un châssis jusqu'à ce que le camion le prenne. Renggli construit une toute petite maison à partir des éléments de mur et plafond. Ses mesures influent sur les dimensions de l'atelier dont les poutres en bois se déploient au-dessus des ouvriers: La hauteur de 16 mètres permet de soulever deux modules l'un au-dessus de l'autre. Ceci fut nécessaire pour la série de maisons individuelles «Vision: R4». Renggli a monté dans l'atelier la maison test de 4 modules. Plus tard, elle a été démontée, enlevée et montée sur le site en trois heures.

C'est le transport qui définit la construction en bois – et a fortiori la construction avec des modules tridimensionnels. «Nous devons souvent adapter la taille des composants à l'accessibilité du chantier», explique Marco Filli. Pour les grands modules, on utilise un camion avec un plateau de chargement surbaissé. Une hauteur de quatre mètres est la limite. Pour un bâtiment au Tessin, Renggli a dû faire bloquer l'accès au tunnel du Saint-Gothard pour que le camion puisse rouler au milieu du tube. Un module pèse vite de 10 à 20 tonnes. →

## Forschen mit dem Modul

Was die Zukunftsdenker der Schweiz beschäftigt, ist der knappe Wohnraum. Die Suche nach Lösungen, um platzsparender zu bauen oder den Bestand zu verdichten, aktiviert Planer, Behörden und Forscher. Naheliegender wäre ein System, das vielerorts verwendet werden kann, eine Serie von Modulen also, die die Quartiere verdichten oder auf bestehende Bauten aufgesetzt werden können. Dieser Aufgabe stellte sich ein Forschungsteam der HSLU und der EPFL mit «Living Shell». Sie nahmen Wirtschaftspartner wie Bauart Architekten, Cocoon Systemleichtbau und Knauf, bekannt als Gipsunternehmen, mit an Bord.

Das Team entwickelte ein Set von Modulen und die dazugehörigen zweidimensionalen Elemente. Mit dieser «Toolbox» kann ein Gebäude um ein oder mehrere Geschosse aufgestockt oder seitlich erweitert werden. Das Aufstocken führte bald zur Wahl von leichten Materialien: Leichtbauprofile aus nur 1,5 bis 2 Millimeter dicken Stahlblechen, versteift mit Trockenbauplatten aus Gips. Solche Profile weisen neben dem geringen Gewicht gute Brand- und Schallschutzwerte auf.

Ein Modul ist eine Raumzelle. Die Abmessungen sind durch den Transport und die Montage beschränkt. Das Modul wird im Werk fixfertig hergestellt, mit allen Installationen, Dämmungen, Ständern und Ausfachungen. Die «Toolbox» beinhaltet vier Zimmermodule, drei Nasszellen-, zwei Küchenmodule und einen Loggiarahmen mit fünf unterschiedlichen Abmessungen. Zweidimensionale Elemente ergänzen die Raumzellen. Innenwand-, Decken-, Fassaden- und Dachelemente sind ebenso vorgefertigt, werden aber nach Mass gebaut. So kann der Aufbau ans bestehende Haus angepasst werden. Die Fassadenbekleidung erfolgt bauseitig. Architekten erhalten damit gestalterische Freiheit. Putz, Klinker oder Fotovoltaikpaneele sind möglich. Zusammen mit dem Kanton Genf, den Städten Luzern, Olten, Hamburg, Berlin und mehreren Bauträgern ist mit «Living Shell» ein fixfertiges Erweiterungswerkzeug entstanden siehe Seite 23. Der Ball liegt nun bei den Bauherrschaften und Behörden, denn oft müssen die Zonen abgeändert werden. Sue Lüthi ●

## La recherche sur le module

Ce qui préoccupe les penseurs de l'avenir en Suisse, c'est que le terrain constructible est restreint. Il tomberait sous le sens d'envisager un système qui peut être utilisé en de nombreux endroits, donc une série de modules qui peuvent être utilisés pour la densification des quartiers ou montés sur des bâtiments existants. Une équipe de chercheurs de la HSLU et de l'EPFL s'est penchée sur ce problème. Des partenaires privés comme Bauart Architectes, Cocoon Systemleichtbau et Knauf, entreprise connue pour le plâtre, ont participé au travail de recherche intitulé «Living Shell».

Cette équipe a développé un jeu de modules et d'éléments bidimensionnels qui en font partie. Avec cette «boîte à outils», un bâtiment peut être surélevé d'un ou de plusieurs étages ou agrandi latéralement. La capacité de charge du sol et de la structure porteuse doit être examinée au préalable. La surélévation a rapidement entraîné le choix de matériaux légers: Des profilés légers en tôles d'acier de seulement 1,5 à 2 millimètres d'épaisseur, rigidifiés par des plaques de plâtre pour construction sèche. En plus de leur faible poids, ces profilés offrent de bonnes valeurs de protection incendie et acoustique.

Un module est une cellule tridimensionnelle. Les dimensions sont limitées par le transport et le montage. Le module est fabriqué en atelier prêt à l'usage, avec toutes les installations, les isolations, les socles et les remplissages. La «boîte à outils» contient quatre modules de pièce, trois salles d'eau, deux modules de cuisine et un cadre de loggia avec cinq dimensions différentes. Des éléments bidimensionnels complètent les cellules. Les éléments sont certes préfabriqués mais construits sur mesure. Le revêtement de la façade se fait sur le site si bien que les architectes jouissent ainsi d'une grande liberté expressive. Le crépi, le clinker ou les panneaux photovoltaïques sont des possibilités. La balle est désormais dans le camp des maîtres d'ouvrage et des autorités, voir page 23, souvent les zones doivent être modifiées. Sue Lüthi ●

### Beteiligte | Participants

Forschung | Recherche: Hochschule Luzern, Technik & Architektur, Kompetenzzentrum Typologie & Planung in Architektur (CCTP), Projektleitung; EPFL, Laboratory of Architecture and Sustainable Technologies (LAST); Hochschule Luzern (HSLU), Soziale Arbeit, Institut für sozio-

kulturelle Entwicklung (ISE);

Wirtschaftspartner | Partenaires privés: Bauart Architekten und Planer, Bern / Neuchâtel / Zürich; Cocoon Systeme, Basel; Foamglas (Pittsburgh Corning Europe), Rotkreuz LU; Knauf, Reinach BL; Yellow Z Urbanism Architecture, Zürich / Berlin; Allgemeine Baugenossenschaft Luzern

Träger | Financement: Kommission für Technologie und Innovation des Bundes (KTI) Buch zum Forschungsprojekt | Publication: Das Modulare Bausystem Living Shell – Qualitätsvolle Verdichtung durch Ausbau und Sanierung von Dächern und Fassaden, Hrsg. von HSLU T & A (CCTP), HSLU SA (ISE) und EPFL (LAST), VDF Hochschulverlag, Zürich 2017



Die Toolbox | La boîte à outils



→ die Aufhängepunkte genau», sagt Filli. Sonst hängt das Modul später schief am Kranseil, dabei verzöger sich die Konstruktion mit den fertigen Oberflächen.

Marco Filli tritt aus der Werkhalle auf den Hinterhof, wo mit weisser Folie eingepackte Anhänger auf die Fahrt zur Baustelle warten. Am Rand des Grundstücks steht ein Häuschen, klein wie ein Schiffscontainer. Der 3,6 x 11 Meter grosse Bungalow hat alles, was ein Campingliebhaber mit Anspruch braucht: eine Miniküche, ein Bad, ein Wohnzimmer, einen Schlafraum. Fertighäuschen abstellen, Leitungen anschliessen. Fertig. Modulbau bedeutet

aber nicht zwingend Askese. Renggli R4-Einfamilienhaus trumpft mit Skyframe-Fenstern, Minergielüftung und Bodenheizung auf. Trotzdem: Am geeignetsten sei modulares Bauen nach wie vor für temporäre Bauten, also Provisorien für Schulen, Spitäler oder Asylheime.

Das Swisswoodhouse, das Renggli mit Bauart entwickelt hat, wurde zwar in einer modularen Struktur geplant, aber mit Elementen gebaut. «Das Modul lebt von der Wiederholung», so Filli. «In der Schweiz will aber jeder ein individuelles Zuhause.» Doch wer weiss, überlegt er, vielleicht ändere sich dies mit der Verdichtung schon bald. ●

## Ein Büro nicht wie jedes andere

«Leichtbau und Modularität» heisst ein Bereich, in dem Bauart seine Kompetenzen bündelt. Systematisches Denken geht bis auf die Anfänge des Büros zurück, ist also ein fester Bestandteil der Bauart-DNA. Waren die ersten Beispiele – das Doppeleinfamilienhaus in Mühlethurnen BE und der Kindergarten Morillon in Wabern BE – noch in erster Linie Lösungen für eine konkrete Bauaufgabe, so spielte bei der Bauhütte für das Bundesamt für Statistik (BFS) in Neuenburg bereits der ökologische Gedanke eine zentrale Rolle. «Wir konnten doch nicht einfach Stahlcontainer aus Tschechien importieren», erinnert sich Peter C. Jakob, Mitgründer von Bauart Architekten und Partner, an die damalige Motivation.

Schon immer war Bauart, geprägt durch seine Partner Willi Frei, Raffael Graf, Stefan Graf, Peter C. Jakob, Emmanuel Rey, Yorick Ringeisen und Marco Ryter (bis 2006), ein forschendes Architekturbüro. Als noch niemand von Nachhaltigkeit im Bauen sprach, nahmen ökologische Fragen und die Suche adäquater Lösungen bereits einen wichtigen Platz ein; der Neubau für das BFS war dafür ein Pionier und machte das zweisprachige Büro schweizweit bekannt. Auch bei planerischen Fragen richtete Bauart den Fokus bald auf Ökologisches, denn diese Aspekte allein am Objekt zu behandeln, ergibt wenig Sinn. «Ein Einfamilienhaus Minergie-P-Eco mit Dreifachgarage kann ja nicht die Lösung sein», meint Stefan Graf, Partner von Bauart. Diese klassischen Aufgaben eines Architekturbüros hat Bauart in den Bereichen «Architektur und Nachhaltigkeit» sowie «Planung und Städtebau» gebündelt. Dazu gesellt sich das Feld «Innovation und Gesellschaft» – für die vielen Eigenentwicklungen. «Hier schauen wir über den Tellerrand», sagt Jakob. Das sind etwa das von Bauart initiierte Haus der Religionen oder das Projekt Waldstadt Bremer. Oft sind es gesellschaftliche Themen, die die Architekten reizen, so wie beim Haus der Religionen. Wobei die Diskussionen um den Islam und die Flüchtlingsproblematik damals, bei Projektbeginn am Haus der Religionen, die Öffentlichkeit noch gar nicht beschäftigt haben.

Doch wie finanziert das Büro all diese Entwicklungen? Nur manchmal steht am Ende ein realisiertes Objekt, denn auch das Scheitern gehört zur Arbeit. «Wir profitieren natürlich davon, dass wir ein grosses Büro sind, das

## Un bureau pas comme les autres

«Construction légère et modularité», tel est le nom d'un domaine dans lequel Bauart regroupe ses compétences. La réflexion systématique remonte aux débuts du bureau et fait donc partie intégrante de Bauart. Si les premiers exemples – la maison pour deux familles de Mühlethurnen BE et le jardin d'enfants Morillon à Wabern BE – étaient encore surtout des solutions ciblées sur une tâche spécifique, pour le bâtiment de l'Office fédéral de la statistique (OFS) à Neuchâtel, la considération écologique jouait déjà un rôle central. «Nous ne pouvions quand même pas tout simplement importer des conteneurs en acier de la République Tchèque», se souvient Peter C. Jakob, cofondateur de Bauart Architectes, de la motivation première.

Porté par ses associés – Willi Frei, Raffael Graf, Stefan Graf, Peter C. Jakob, Emmanuel Rey, Yorick Ringeisen et Marco Ryter (jusqu'à 2006) – Bauart a toujours été un bureau d'architectes qui fait de la recherche. Alors que personne ne parlait de durabilité en matière de construction, les questions écologiques ainsi que la recherche de solutions optimisées occupaient déjà une place importante; le bâtiment OFS fut un pionnier dans ce domaine et fit connaître le bureau dans toute la Suisse. Pour les questions de planification, les architectes de Bauart mirent également rapidement l'accent sur l'écologie car ne traiter ces aspects qu'au niveau de la construction n'a guère de sens. «Une maison individuelle labellisée Minergie-P-Eco avec un triple garage ne peut guère être la solution», estime Stefan Graf. Bauart a regroupé ces tâches classiques d'un bureau d'architectes dans les domaines «Architecture et durabilité» ainsi que «Planification urbaine». S'y ajoute encore un autre domaine: «Innovation et société» – un réservoir pour de nombreuses initiatives et développements originaux à l'instar de la Maison des Religions, ou du projet Waldstadt Bremer à Berne.

Mais comment le bureau finance-t-il tous ces développements? «Nous n'aboutissons pas toujours à une réalisation car l'échec fait aussi partie du travail. «Nous profitons bien sûr du fait que nous sommes un grand bureau, cela nous donne le potentiel nécessaire», dit Stefan Graf. Ces projets ont certes besoin d'énergie mais ils sont en même temps un moteur pour le travail du bureau. La plupart des commandes sont par ailleurs liées à des concours gagnés.

→ Marco Filli sort de l'atelier sur l'arrière-cour où des remorques emballées de feuille blanche attendent le départ au chantier. Au bord du terrain, il y a une toute petite maison comme un conteneur maritime. Le bungalow de 3,6 m sur 11 a tout ce dont un amateur de camping exigeant a besoin: une kitchenette, une salle de bain, une salle de séjour, une chambre. Il suffit de déposer et de raccorder la petite maison préfabriquée – et tout est prêt. Mais construction modulaire ne veut pas forcément dire ascétisme. La maison individuelle R4 de Renggli parie sur les atouts des fenêtres Skyframe, d'une ventilation Minergie et d'un chauff-

fage au sol. Quoi qu'il en soit: La construction modulaire demeure la plus appropriée pour les constructions temporaires, donc pour les solutions provisoires pour les écoles, les hôpitaux ou les centres d'accueil des réfugiés.

La Swisswoodhouse, développée par Renggli avec Bauart, a certes été planifiée avec une structure modulaire mais elle a été construite avec des éléments. «Le module vit de la répétition», explique Filli. «Mais en Suisse tout le monde veut un chez soi personnalisé.» Mais qui sait, se demande-t-il, peut-être que cela va peut-être bientôt changer avec la densification. ●



Das Modulart-Team von Bauart Architekten: Stefan Graf, Partner, Kathrin Merz, Projektleiterin Modulart, Peter C. Jakob, Partner. | L'équipe de Modulart de Bauart Architectes: Stefan Graf, associé, Kathrin Merz, directrice de projet Modulart, Peter C. Jakob, associé.

gibt uns das nötige Potenzial», sagt Stefan Graf. Diese Projekte brauchen zwar Energie, aber sie sind gleichzeitig auch ein Motor für die Arbeit im Büro. Nach wie vor sind die meisten Aufträge – zu einem grossen Teil Wettbewerbserfolge – klassische Architekturaufgaben, die entsprechend honoriert werden. Zudem sucht Bauart auch nach Möglichkeiten, die Entwicklungen zu finanzieren. So gründeten sie beim Ecoparc in Neuenburg und bei der Waldstadt Bremer einen Verein, in dem verschiedene Beteiligte, zum Teil auch die öffentliche Hand, zur Finanzierung beitragen. Es ist durchaus das Ziel, mit solchen Projekten Aufträge zu generieren. So entrichtet beispielsweise die Stadt Zürich für jedes Schulhausmodul eine Lizenzgebühr – die in die Weiterentwicklung investiert wird.

Das breite Themenspektrum gibt Bauart bei Gesamtleistungswettbewerben gute Karten. «Die ganzheitliche Betrachtungsweise kommt uns entgegen. Wir können gut zuhören und sind den Umgang mit anderen Disziplinen gewohnt», sagen Graf und Jakob unisono. Mit der Plattform Modulart will Bauart einen Beitrag leisten, um das modulare Denken und Bauen zu fördern. In die Ecke der «Containerarchitekten» lassen sie sich damit nicht abschieben. «Architektur und Nachhaltigkeit», «Städtebau und Planung», «Innovation und Gesellschaft», «Leichtbau und Modularität» – auf diesen vier Säulen ruht das Schaffen von Bauart Architekten und Planer auch in Zukunft. Werner Huber ●

De plus, Bauart initie des démarches originales pour soutenir des initiatives. Ils ont fondé l'association Ecoparc à Neuchâtel et Waldstadt Bremer à Berne dans laquelle différentes parties concernées, en partie aussi les pouvoirs publics, contribuent. L'objectif est notamment d'initier des commandes avec ce type de démarches. C'est ainsi que la Ville de Zurich, par exemple, paie un droit de licence pour chaque module scolaire – qui est réinvesti dans le développement ultérieur.

Le grand éventail de comptétences donne à Bauart de bons atouts pour les concours de prestations globales. «L'approche holistique nous correspond bien. Nous savons être à l'écoute et sommes habitués aux interactions avec d'autres disciplines», disent Graf et Jakob à l'unisson. Avec la plateforme Modulart, Bauart veut contribuer à promouvoir la conception et la construction modulaire. Mais ils ne se laissent pas repousser dans le coin des «architectes de containers». «Architecture et durabilité», «Planification urbaine», «Innovation et société», «Construction légère et modularité» – c'est sur ces quatre piliers que repose l'activité créative de Bauart Architectes et Urbanistes, également à l'avenir. Werner Huber ●

[www.bauart.ch](http://www.bauart.ch)





## Bauen mit System

Dieses Themenheft wirft einen Blick auf Modulbauten. Sie sind das Produkt einer systematischen Denk- und Bauweise. Seit dreissig Jahren setzen sich Bauart Architekten und Planer mit diesem Thema auseinander. Eine Plattform im Internet dockt an das Heft an und leistet regelmässig Beiträge zum modularen Bauen aller Art. [www.modulart.ch](http://www.modulart.ch)

## Bâtir en systèmes

*Ce cahier thématique pose un regard sur les constructions modulaires, fruit d'un mode de pensée et de construction systématique. Cela fait 30 ans que Bauart se consacre à ce sujet. Une plateforme internet est connectée à ce cahier et fournit des contributions régulières sur la construction modulaire de tout type.*

[www.modulart.ch](http://www.modulart.ch)

Forschungspartner | *Partenaires académiques*



**LAST** | LABORATORY OF ARCHITECTURE AND SUSTAINABLE TECHNOLOGIES

Lucerne University of Applied Sciences and Arts

**HOCHSCHULE LUZERN**

Technik & Architektur  
Sorgeplatzzentrum Typologie & Planung  
in Architektur (ICTP)  
FH Zentralschweiz



**Density**  
Urbane Entwicklung und Mobilität

