

Eine einzelne Linie der Struktur eines Strommasts gibt laut Joseph Desruelle jeweils 18 000 Stahlstangen her.

schen Gestaltung von Tragsystemen mit rezyklierten Materialien unterstützen. Die entwickelten Lösungen für Bauvorhaben müssen dabei ökologische, wirtschaftliche und technologische Kontexte bestehen.

Die Betreuung des Masterprojekts Desruelles übernahmen der Leiter des SXL, Professor Corentin Fivet und Aurelio Muttoni, Leiter des Betonlabors iBeton der ETH Lausanne. Anfang Jahr hat Joseph Desruelle mit seinem Masterprojekt erfolgreich bestanden.

Neue Forschungsrichtung entsteht

«Heute sieht sich der Bausektor drei wesentlichen ökologischen Problemen gegenüber», erklärt Professor Corentin Fivet, seinerseits gelernter Architekt und Ingenieur. «Das sind zum einen die Begrenzung der natürlichen Ressourcen, die Entstehung eines signifikanten CO₂-Fussabdrucks bei Bauten und Bedenken in Bezug auf die Abfallwirtschaft während einer Bauphase.» Mit genau dieser Problematik befasst Joseph Desruelle in seinem Masterprojekt. Sein Ansatz zur ökologischen Optimierung im Bauwesen gehört zu einer neuen Forschungsrichtung, die gegenwärtig im Entstehen ist. Denn bislang wurde hauptsächlich versucht, den Energieverbrauch von Gebäuden zu reduzieren. «Neueste Forschungsergebnisse zeigen aber, dass die graue Energie, die bei Rohstoffgewinnung, Produktion, Transport, Bau, Rückbau und dem Lebensende eines Gebäudes entsteht, auch eine wichtige Rolle spielt», erklärt Desruelle. So stehen Tragstrukturen etwa für 71 Prozent der grauen Energie eines Gebäudes. Was nicht verwundert, da hier auch die Rohstoffgewinnung und der Energieeinsatz aller angewandten Produktionsprozesse addiert wird. Dies ist Grund genug, die Umweltauswirkungen von

Bild: Shane Rounce/unsplash

Zweites Leben für Tragstrukturen

So werden Strommasten recycelt

Eine neue Forschungsrichtung im Bauingenieurwesen hat zum Ziel, Strukturelemente wiederzuverwenden, statt sie zu verschrotten. Wie dies geht, weiss ein ehemaliger Student der ETH Lausanne. In seinem Masterprojekt zeigt er, wie sie zu einem neuen Dach für Laussanes Bahnhof verbaut werden könnten.

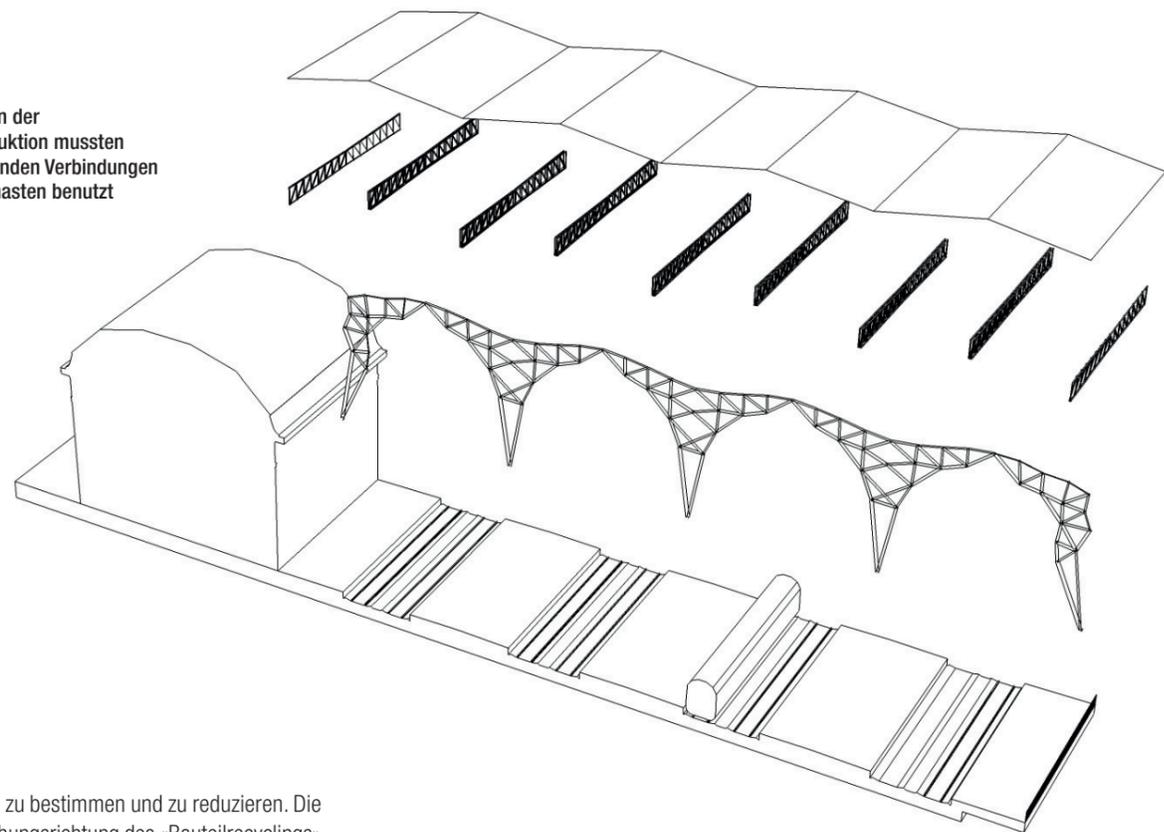
Von Pascale Boschung

Tausende Stahlstäbe demontierter Strommasten zählen, klassifizieren und ihre mechanischen Eigenschaften nutzen, um ein neues Bahnhofsdach zu entwerfen. – Das sieht das umfassende Masterprojekt von Joseph Desruelle vor. Der ehemalige Student der ETH Lausanne (EPFL) kam 2012 an die Hochschule, um sein Studium im Bauingenieurwesen zu absolvieren. Während dieser Zeit entwickelte er ein besonderes Interesse für konzeptionelles Design, die Interaktion zwischen Struktur und Architektur und für die numerische Modellierung. Schliesslich resultierte daraus die Idee für sein Masterprojekt.

Bis vor kurzem war der junge Mann beim Structural Xploration Lab (SXL) der ETH Lausanne beschäftigt, das ihn auch bei der Ausarbeitung seines Projekts unterstützt hat. Das Labor befindet sich im Forschungs- und Entwicklungszentrum «smart living lab» in Freiburg. Es ist Teil des Forschungsclusters «Gebäudetechnologien», dem zurzeit verschiedene Teams der ETH Lausanne, der Hochschule für Technik und Architektur Fribourg und der Universität Fribourg angehören.

Die SXL-Forschung zielt darauf ab, neue Methoden und Erkenntnisse zu finden, die Architekten und Bauingenieure bei der geometri-

Beim Design der Dachkonstruktion mussten die bestehenden Verbindungen der Strommasten benutzt werden.



Visualisierung: J. Desruelles/EPFL

Bauwerken zu bestimmen und zu reduzieren. Die neue Forschungsrichtung des «Bauteilrecyclings» sieht hierfür einen einfachen Ansatz vor: Strukturelemente sollen in ihrer Rohform – das können Stahlstäbe und Holzbalken von Brücken und Gebäuden sein – am Ende ihrer Nutzungsdauer nicht verschrottet, sondern wiederverwendet werden. Diese bisher noch unerforschte Strategie birgt laut Fivet hohes Potenzial und könnte alle ökologischen Probleme des Bausektors gleichzeitig lösen. So kann damit beispielsweise der ökologische Fussabdruck von Neubauten verringert werden, da ein Grossteil der Treibhausgasemissionen aus der Gewinnung und Produktion von Materialien und der darauffolgenden Bauphase resultieren. «Zudem wird die Menge an Bauabfall damit deutlich reduziert», so Desruelle.

Cleverer Algorithmus

Trotz dieser ausgewiesenen Vorteile wird in diesem Bereich nach wie vor wenig Forschung betrieben. «Hinzu kommt, dass der gesamte Designprozess aufgrund der rezyklierten Materialien neu definiert werden muss», erklärt der Professor. In der Schweiz fehle es aber an praktischen Anwendungen, die diese Mehrwerte demonstrieren können. Aus diesem Grund begann Desruelle seine Arbeit mit einer theoretischen Analyse, die den Ansatz möglichst einfach veranschaulichen soll. Er entwickelte einen Algorithmus, der es ermöglicht, mit jeder Art von ausrangierten Elementen einer Struktur neue Bauten zu entwerfen – zum Beispiel eine Brücke oder ein Gebäude. Das funktioniert folgendermassen: Ein Ingenieur erfasst die Anzahl der wiederverwertbaren Elemente, sowie deren Grösse, Masse, Geometrie und mechanischen Eigenschaften. Daraufhin

schlägt das System mittels Algorithmus ein optimales Design für Tragstrukturen vor, das die Menge der benötigten Materialien aufs Äusserste minimiert.

Fallstudie für Dachkonstruktion

Härtetest für das Projekt war dann eine Fallstudie. Joseph Desruelle untersuchte dafür den Abbau von sechs Strommasten im Kanton Wallis als Beispiel. Sein Fazit: Eine Linie der Strommasten gibt jeweils 18 000 Stahlstangen her. Ganze 80 Prozent davon könnten für einen neuen Entwurf wiederverwendet werden. Aus diesen Komponenten entwickelte Desruelle schliesslich mithilfe seines Algorithmus eine 200 Meter lange Dachkonstruktion, die die gesamten Gleise und Perrons des Lausanner Bahnhofs abdecken könnte. «Mein Ziel war es, die Anwendbarkeit meiner These zu veranschaulichen und ein theoretisches Gegenprojekt für den Lausanner Bahnhof zu wagen, das zukünftige praktische Anwendungen anregen könnte», so Desruelle.

Beim Design des Daches hatte er vor allem zwei Herausforderungen zu meistern: Die aus den Strommasten gewonnenen Stahlstangen sollten unzerschnitten genutzt und die bestehenden Verbindungen für den neuen Entwurf wiederverwendet werden. Dabei kam er zum Schluss, dass 20 Prozent der Materialien der Strommasten so wiederverwendet werden können, was den CO₂-Ausstoss – verglichen mit dem Bau eines identischen Daches aus neuen Materialien – um 80 Prozent verringern würde.

Ein neuer Wirtschaftskreislauf?

Damit die neue Strategie funktioniert, müssen Architekten in Zukunft die verfügbaren Materialien bereits bei der Planungsphase berücksichtigen. «Schon heute erfolgt die Materialauswahl in den aller ersten Phasen eines Projekts», erklärt Fivet. Zudem seien heute die Querschnitte und Festigkeit der wiederverwendbaren Strukturelemente von Anfang an bekannt. Und es gibt bereits einige internationale Vorzeigeprojekte: «Ein anschauliches Beispiel ist das Londoner Olympiastadion, bei dem 20 Prozent des Stahls aus ehemaligen Gasleitungen hergestellt wurde», weiss der Professor.

Heutzutage werden Strukturelemente aufgrund der rapiden Entwicklung von sozialen Bedürfnissen oftmals demontiert, bevor sie das Ende ihrer Nutzungsdauer erreicht haben. Zudem hat sich bei Gebäudestrukturen die lineare Logik «produzieren, verwenden, wegwerfen» etabliert. Desruelles Masterprojekt ist eine Annäherung an einen künftigen Wirtschaftskreislauf, bei dem Strukturelemente nach Verwendung repariert, wiederverwendet, recycelt oder ersetzt werden.

Den strukturellen Elementen wird also eine zweite Lebensdauer gegeben.

Eigentumsverhältnisse klarstellen

Die grösste Herausforderung bei der Umsetzung dieser Strategie wäre laut Professor Fivet wahrscheinlich die soziale Komponente. «Es erfordert ein grundlegendes Umdenken. Elemente, die ihre Funktion verloren haben, sind kein Abfall sondern gewonnenes Material.» Das Masterprojekt von

Desruelle demonstriert dabei eindrücklich, dass das «Bauteilrecycling» aus technischer Sicht bald lösbar sein wird. Bei der praktischen Anwendung gelte es aber noch einige Unklarheiten zu bereinigen, so Fivet weiter. Etwa bezüglich der Verfügbarkeit der wiederverwendeten Elemente zur Bauzeit, der Zuverlässigkeit der geometrischen und mechanischen Eigenschaften und nicht zuletzt der Veränderung der Eigentumsverhältnisse während der Demontage und des Bauprozesses. ■



«Die graue Energie, die durch Produktion, Transport und Bau eines Projektes entsteht, spielt ebenfalls eine wichtige Rolle.»

Joseph Desruelle, Bauingenieur, ehemaliger EPFL-Student



Die heutige Überdachung des Lausanner Bahnhofs wurde um 1912 fertiggestellt.

Bild: J. Desruelles/EPFL



Bild: J. Desruelles / EPFL

Joseph Desruelle testete seinen Prozess mit einer Fallstudie, für die er den Abbau von sechs Strommasten im Wallis als Beispiel untersuchte.

Nachgefragt

Können Sie das Konzept des Masterprojekts kurz erklären?

Ziel war es, einen theoretischen Rahmen für eine verallgemeinerbare «Wiederverwendungs-Design»-Methodik zu entwickeln und anhand einer Fallstudie zu veranschaulichen. Dafür haben wir zunächst einen auf der strukturellen Optimierung basierenden Ansatz entwickelt.

Wieso wird Ihrer Meinung nach im Bereich der Wiederverwendung von Bauteilen zu wenig Forschung betrieben?

Die Forschung auf diesem Gebiet ist gerade erst im Entstehen. Sie entwickelt sich als Antwort auf die ökologischen Herausforderungen, denen die Baupraxis gegenübersteht. Nachdem nun Werkzeuge verfügbar sind, mit denen die Umweltauswirkungen von Gebäudestrukturen genauer untersucht werden können, muss weiter geforscht werden, um effiziente Lösungen zu entwickeln.

Nach Ihrem Ansatz sollen Architekten die verfügbaren Materialien in Zukunft bereits bei der Planungsphase berücksichtigen?

Ja, schon heute erfolgt die Materialauswahl in den allerersten Designstufen. Wie das Masterprojekt eindrücklich aufzeigt, bedeutet das

Ganze zwar eine Neudefinition der Entwurfsmethodik. Gestaltungsfreiheit muss jedoch nicht verloren gehen. Als gutes Vorzeigeprojekt dient beispielsweise das «Big Dig House» in den Vereinigten Staaten. Seine lasttragenden Strukturen verwenden Elemente aus der sogenannten «Big Dig» – einer demontierten Autobahn in der Innenstadt von Boston.

Wie genau soll sich die Denkweise im Bauingenieurwesen ändern?

Die Berufspraxis muss sich weiterentwickeln, um die Auswirkungen des Baus auf die Umwelt zu verringern. Dies kann zum Beispiel unter der Berücksichtigung des gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks bereits in frühen Entwicklungsphasen geschehen. Damit kristallisieren sich neue Strategien heraus, mit denen die Materialien reduziert oder recycelt und Strukturelemente wiederverwendet werden können.

Die Grundidee des Projekts zeigt Ähnlichkeiten mit der Arbeit von Jean Tinguely. Spielte er eine Rolle in der Entstehung?

Obwohl es nicht unser Ziel war, hat das Projekt tatsächlich Ähnlichkeiten mit dem Ansatz von Jean Tinguely. Neben der Tatsache das wir in

... bei Corentin Fivet



Bild: EPFL

Corentin Fivet ist Leiter des Structural Xploration Lab und Professor für Architektur- und Strukturdesign an der ETH Lausanne.

Freiburg arbeiten, ist es unser gemeinsames Ziel, den eingebetteten technologischen Wert von ausrangierten Elementen wiederzuverwenden. Während Tinguelys Werk nur einem künstlerischen Zweck dient, wird unser Ansatz von der Verbesserung der Umweltauswirkungen bestimmt. (pb)

ARAG

ARAG Bau AG
Zinggen
6166 Hasle
Tel. +41 (0)58 710 00 00

Filialen / succursales
6330 Cham Tel. +41 (0)58 710 00 40
1844 Villeneuve Tel. +41 (0)79 926 07 07
1242 Satigny Tel. +41 (0)79 926 10 00

Anbaugeräte Vermietung und Verkauf / Location et vente d'accessoires
Ihr offizieller Händler in der Schweiz / Votre revendeur officiel en Suisse

Hydraulische Sieblöffel von Wolf mit Wechselwellen Zu Bagger von 3t – 34t	Sortiergreifer von Hydraram Zu Bagger von 0.7t – 200t	Betonbeisser von Hydraram Zu Bagger von 6t – 100t	Felsfräsen von Antraquip Zu Bagger von 1t – 180t	XCENTREIC Virboripper Zu Bagger von 7t – 150t
Godet crible hydraulique de Wolf avec des vagues alternées Pour pelle de 3t - 34t	Grappin d'Hydraram Pour pelles de 0.7t - 200t	Pince de démolition d'Hydraram Pour pelle de 6t - 100t	Fraise de roche d'Antraquip Pour pelle de 1t - 180t	XCENTREIC dent ripper vibrante Pour pelle de 7t - 150t

Lastebe Zu Bagger von 16t – 45t	Hydraulischer Sieblöffel Zu Bagger von 3t – 35t	Godet crible hydraulique Pour pelle de 3t – 35t	Löffelbrecher Zu Bagger von 9t – 35t
Aimant Pour pelle de 16t – 45t			Godet concasseur Vers la pelle de 9t - 35t

Viele weitere Anbaugeräte und Baumaschinen unter www.arag-bau.ch



Stehr Spezialmaschinen Hausmesse mit Live Vorführungen
Stehr machines spéciales exposition avec démonstrations

Infos: www.stehr.com
oder bei Ihrer CH Vertretung unter /
ou chez votre revendeur officiel en Suisse
www.arag-bau.ch

24. – 27.05.2018
Ort / Lieu 36318 Schwalmtal-Storndorf DE

Kanaldeckelfräse von Stehr Fraiseuse pour couvercle de regard de Stehr	Grader von Stehr Niveleuse de Stehr	Bodenstabilisierungssystem von Stehr Système de stabilisation du sol de Stehr	Plattenverdichter von Stehr Plaque vibrante de Stehr