Zeitschrift: Hochparterre : Zeitschrift für Architektur und Design
Herausgeber: Hochparterre
Band: 28 (2015)
Heft: [17]: Vom Berg zum Bau

Artikel: "Wie mittelalterliche Baumeister"
Autor: Petersen, Palle / Block, Philippe
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-595504

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 03.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Der Ingenieur
Philippe Block (35) ist Architekt und Bauingenieur aus Brüssel und promovierte über die Statik von Druckgewölben am MIT in Cambridge. Seit 2009 sucht er als Professor für Architektur und Tragwerk an der ETH Zürich mittels digitaler Technologie nach effizienten Strukturen und Fabrikationsprozessen. Das Ingenieurbüro Ochsendorf DeJong & Block berät bei Sanierungen und Neubauten aus unbewehrtem Mauerwerk.

«Wie mittelalterliche Baumeister»

Interview: Palle Petersen

In einem Vortrag sagten Sie, dass die Säulen gotischer Kathedralen zwei Kilometer hoch sein könnten, bevor der unterste Stein bricht. Warum sind sie nicht so hoch?
Philippe Block Die Druckfestigkeit von Stein wird bei Mauerwerkstrukturen nie ausschlaggebend sein. Entscheidend ist das Gleichgewicht der Teile, und entsprechend riesig ist das Optimierungspotenzial. Zumal wir unglaublich wenig über Gewölbekonstruktionen wissen. Heutige, für andere Zwecke entwickelte Statikprogramme sagen uns, dass viele seit Jahrhunderten stabile Strukturen kollabieren müssten. Mit unseren selbst entwickelten Programmen verfolgen wir alternative Ansätze der Analyse, Formfindung und Vorfabrikation.

Woran genau arbeitet Ihre Forschungsgruppe an der ETH Zürich?
Wir erforschen unbewehrte Druckgewölbe. Die Architekturgeschichte erklärt den Siegeszug des Stahlbetons durch das Vereinen von Zug und Druck, doch ist dies zugleich seine Schwäche. Beides muss möglichst weit voneinander entfernt sein, und die Bewehrung ist von statisch nutzlosem Beton überdeckt. Das Verständnis unbewehrter und druckbeanspruchter Strukturen ermöglicht also den Entwurf effizienter Tragwerke. Ausserdem helfen die Erkenntnisse, unser bauliches Erbe richtig zu schützen. Nicht zufällig forschen wir wie die mittelalterlichen Baumeister an Modellen. Weil Druck und Reibung für die Stabilität von Gewölben nicht ausschlaggebend sind, verhalten sie sich unabhängig von Massstab und Material. Wir ergänzen das Physische aber um das Digitale. Optische Messgeräte beobachten die einzelnen Steine, während wir manche entfernen oder bis zum Einsturz belasten. Was wir beim Kaputtmachen lernen, dient der Weiterentwicklung der computergestützten Formfindung.

Was unterscheidet diese Formen von den Betonschalen der Sechzigerjahre?
Wie diese sind unsere Gewölbe doppelt gekrümmt und beruhen meist auf dem Prinzip von Hängemodellen. Allerdings arbeiten wir mit fluiden Geometrien und beschäftigen uns mit der Diskretisierung, also der Zerteilung der Formen in Gewölbesteine. Das bringt die Vorteile der Vorfabrikation mit sich, zudem ist die Rissausbreitung beschränkt, und statt aufwendigen Schalungen positioniert ein Leergerüst einen Stein an mindestens drei Punkten.

Das klingt trotzdem nach einer aufwendigen Baustelle.
Hier lernten wir ebenfalls von gotischen Kathedralen. Bei diesen wurden zuerst die Rippen über einem Leergerüst errichtet, anschliessend war keine weitere Abstützung nötig. Das vereinfacht den Bauablauf, und im Extremfall kollabieren voneinander unabhängige Teile. Unsere Entwürfe mit gleichmässiger Oberfläche und variierender Dicke funktionieren ebenso, doch sieht man es ihnen nicht an.

Wieso überwiegen sechseckige Gewölbesteine?
Die Prinzipien der Diskretisierung sind alt. Damit Steine nicht verrutschen, müssen sie versetzt verlegt werden. Fugen liegen idealerweise senkrecht zum Kraftverlauf im Gewölbe, und polygonale statt orthogonale Steinformen begünstigen, dass sich die Struktur nach störenden Einflüssen wieder setzt. Anfangs experimentierten wir mit typischen Schwalbenschwanzsteinen, deren Innenecken heutige Kreissägen aber nicht schneiden können. Ausserdem bewältigen die annähernd wabenförmigen Sechsecke die Übergänge zwischen verschiedenen Krümmungen auch formal. Seit jeher wurden Mauerwerkstrukturen auch nach ästhetischen Überlegungen gewählt.

Ebenso wie die Steinsorten. Welche eignen sich für Druckgewölbe?
Wie gesagt liegt die Druckfestigkeit von Stein meist weit über den strukturellen Anforderungen. Deshalb lässt sich fast jeder Stein verwenden. Allerdings sind Brüche bei harten Steinen wahrscheinlicher. So ist zwischen Granitblöcken ein dünnes Mörtelbett nötig, das Spannungen verteilt. Bei weicherem Stein ist Mörtel nicht nötig. Er dient allenfalls dem Toleranzausgleich.

Das klingt alles sehr überzeugend. Wo bleiben die gebauten Resultate?
Das statische Verständnis unbewehrter Mauerwerke führt nicht zwingend zu diskretisierten Druckgewölben. Die Erkenntnisse aus solcher Grundlagenforschung sind viel breiter anwendbar. So produzieren wir derzeit für das Empa-Versuchsgebäude ‹Nest› Deckenelemente aus Beton. Durch doppelt gekrümmte Schalen und netzartige Rippen brauchen diese siebzig Prozent weniger Material als konventionelle Systeme. Doch natürlich möchten wir auch weitgespannte und diskretisierte Strukturen bauen. Beim Bau einiger pavillonartiger Prototypen zeigten sich Herausforderungen, an denen wir nun arbeiten. Zum Beispiel könnten Gewölbesteine aus krümmungsfreien Flächen ohne aufwendiges Fräsen vollautomatisch geschnitten werden. Schliesslich sind auch repetitive Strukturen denkbar, die stets einfacher plan- und baubar sind.

Wieso überhaupt komplexe Freiformen entwerfen?
Das ist einerseits eine Forschungsfrage. Wir machen uns das Leben möglichst schwer, um viel zu lernen. Andererseits bietet unsere Arbeit einen Ausweg aus der Krise des parametrischen Designs. Die fluide Formenwelt wirkt auf heutige Bauherren zunehmend beliebig. Sie wollen kluge und grüne Gebäude, und das wird auch in Asien und im Nahen Osten kommen. Wir schliessen die Lücke zwischen Frei- und Strukturformen. Doppelt gekrümmte Flächen erhalten strukturelle Bedeutung. ●