



Die Festigkeit von Beton ergibt sich aus der Festigkeit kleinster Kristallnadeln, die sich im Zuge der Erhärtung ineinander verzahnen.


NANOSTRUKTUR AM BAU

Mit einem innovativen Forschungsansatz versuchen Ingenieure um Roman Lackner die Eigenschaften von Baustoffen zu optimieren.

Beton wird aus Zement, Kies, Wasser und Zusatzstoffen hergestellt. Daraus für eine bestimmte Anwendung aber die richtige Mischung zu finden, ist nicht einfach. Früher wurden viele unterschiedliche Mischverhältnisse hergestellt und der Beton mit den besten Eigenschaften dann verwendet. Mit dem von ihm und seinem Team entwickelten Mehrskalmodell für zementgebundene Baustoffe will der vor Kurzem an die Universität Innsbruck berufene Experte für Materialtechnologie Prof. Roman Lackner diesen Prozess der Baustoffoptimierung modellhaft erfassen und anwendungsspezifische Betone entwickeln. Dazu untersuchen die Wissenschaftler am Arbeitsbereich für Materialtechnologie den Aufbau und die Eigenschaften im Nano- und Mikrometerbereich der Baustoffe. „Wir gehen dabei bis in die Nanostrukturen der Baustoffe, knapp über dem molekularen Bereich, und versuchen die Grundbausteine der Baustoffe, ihre Anordnung und ihre Eigenschaften zu bestimmen“, erklärt Lackner. „Auf Basis einer

modellmäßigen Erfassung der Ergebnisse können wir durch die gezielte Veränderung der Zusammensetzung und der Anordnung der Grundbausteine die Eigenschaften der Baustoffe anwendungsspezifisch optimieren.“ Das Anwendungsspektrum der Mehrskalmodellierung ist sehr breit, wobei derzeit am Arbeitsbereich unter anderem innovative Dämmsysteme und neuartige CO₂-arme Zemente (Umwelt-Material-Interaktion) entwickelt und die Dauerhaftigkeit von Baustoffen und Strukturen (Struktur-Material-Interaktion) optimiert werden.

BETON À LA CARTE

Am neu geschaffenen nanomechanischen Laboratorium (NanoLab) sollen mittels Indentationsversuchen, bei denen eine Nadel mit definierter Spitzenform in die Baustoffoberfläche eindringt, die mechanischen Eigenschaften der Grundbausteine bestimmt werden. Denn die Festigkeit des Betons ergibt sich aus der Festigkeit kleinster Kristallnadeln (Kalziumsilikathydrate), die sich im Zuge der Erhärtung fest ineinander verzahnen. Zusätzlich zur Bestimmung mechanischer Eigenschaften wird die Anordnung der Nadeln mit bildgebenden Verfahren untersucht. Mit Elektronenmikroskopen können dabei die Strukturen bis in den Nanometerbereich abgebildet werden. Die Daten aus den experimentellen Messungen übertragen Lackner und sein Team in Rechenmodelle und können dadurch die Eigenschaften von Beton vorhersagen. „Das Große können wir erklären, indem wir das Kleine verstehen lernen“, sagt Lackner. „Ist der Zusammenhang zwischen der Nanostruktur des Baustoffs und seinen Eigenschaften einmal hergestellt, können wir jene Parameter identifizieren, durch deren Veränderung wir das Material verbessern können.“ Mit diesem fundierten Ansatz wird die zielorientierte Optimierung von Baustoffen auf eine bestimmte Anwendung hin möglich. cf 

ZUKUNFT BIOMATERIALIEN

Weil der Mensch ähnlich wie unsere Baustoffe von poröser Natur ist, will Lackner seine Methoden in Zukunft auch für biologische Fragestellungen einsetzen. Egal, ob neue Materialien für den Ersatz von Biomaterialien (Knochen, Sehnen) gesucht oder die Haftung zwischen Materialien (Zahnkronen, künstliche Gelenke) verbessert werden soll, die Ingenieure können die kleinsten Strukturen der Materialien untersuchen und daraus Strategien ableiten, die die mechanischen Eigenschaften oder die gesundheitliche Verträglichkeit des Werkstoffs verbessern.

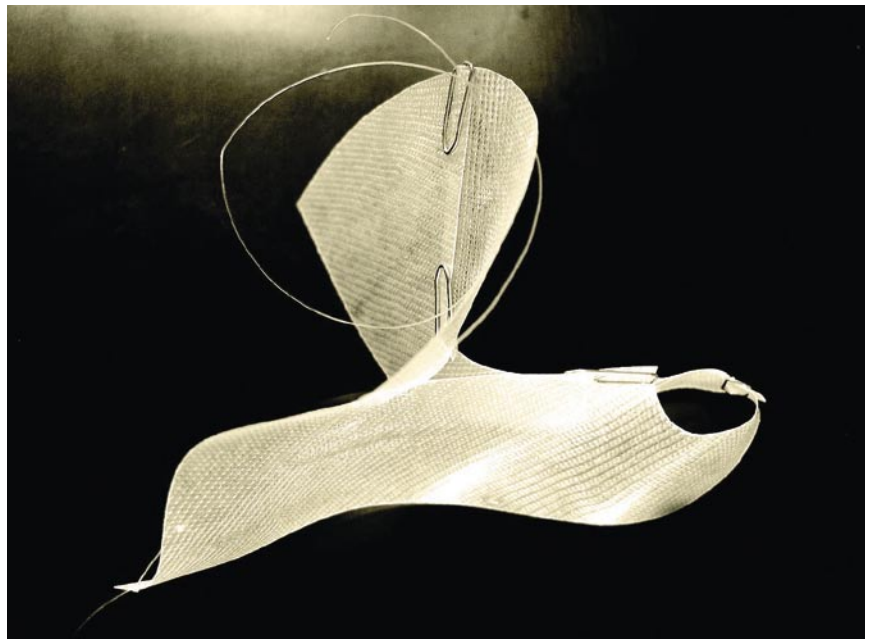
SELBSTGESTRICKT

Die textile Verarbeitung von faserverstärktem Kunststoff eröffnet der Architektur neue Möglichkeiten. Die Architektin Valentine Troi erkannte diese Chance und setzt im Rahmen ihrer Dissertation die neue Verarbeitungsmethode für den Hightech-Baustoff um.

Digitale Prozesse ermöglichen in der Architektur mittlerweile den Umgang mit freien Geometrien. Freiformstrukturen können in der Planung dank neuer digitaler Entwurfswerkzeuge bereits präzise und effizient entwickelt werden“, erklärt Valentine Troi, wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für experimentelle architektur.hochbau. Für sie liegt die große Herausforderung an die Architektur in Zukunft darin, im Bereich der Materialwissenschaften nachzuziehen, um vielfältigere Umsetzungsmöglichkeiten für das erweiterte architektonische Gestaltungsrepertoire zu entwickeln. „Bewährte Baustoffe wie Beton, Stahl oder Holz setzen der Umsetzung von Entwürfen natürliche Grenzen. Der Einsatz von faserverstärkten Kunststoffen für individuelle Lösungen bietet sich zwar aufgrund deren freier Formbarkeit an, ist aber vom aufwändigen und kostenintensiven Formenbau abhängig“, beschreibt die Architektin die Problemstellung, die sie auf die Idee brachte, faserverstärkte Kunststoffe textil zu verarbeiten. „Ich dachte mir, wenn schon ein Faden – wie die Glasfaser – vorhanden ist, warum sollte man diesen nicht textil verarbeiten – also stricken, nähen oder häkeln können“, so Troi.


Dabei kann die Architektin auf eine umfassende materialtechnologische Grundlagenarbeit aufbauen. „Faserverstärkter Kunststoff kommt in Branchen zum Einsatz, die über ein hohes Entwicklungsbudget verfügen – zum Beispiel in der Luftfahrtbranche. Diese Ergebnisse und Produktentwicklungen kann ich für mein Projekt nutzen“, erklärt Troi.

Glasfaserverstärkter Kunststoff zeichnet sich vor allem durch eine gute Rohstoffbasis, eine an die Belastung anpassbare Festigkeit und Steifigkeit sowie durch seine Alterungs- und Korrosionsbeständigkeit aus. Valentine Troi versucht nun, diesen Werkstoff unter besonderer Beachtung seiner textilen Komponente neu, originell und vor allem unabhängig vom Formenbau anzuwenden.



FLEXIBEL & STABIL

Mit ersten kleinen Modellstücken brachte sie die Faser zuerst mithilfe textiler Verarbeitungsmöglichkeiten in Form und laminierte sie dann mit Harz. Durch diese zwei Komponenten entsteht ein Baustoff, der flexibel formbar, aber dennoch stabil und wetterfest ist. „Die selbstständigen Formfindungsvarianten des Baustoffs bedeuten eine deutliche Reduzierung des Herstellungsaufwands, da sie den Werkstoff von seiner Abhängigkeit vom Formenbau und damit vom hohen Zeit- und Kostenaufwand befreien“, sagt Valentine Troi.

Nachdem sich ihre Methode im kleinen Maßstab bewährt hat, arbeitet sie derzeit, unterstützt vom Tiroler Wissenschaftsfonds, an Entwicklungen im größeren Maßstab. „Auch wenn ich noch einige Skeptiker überzeugen muss, bin ich sicher, dass die Idee auch im Großen funktioniert“, zeigt sich die junge Architektin zuversichtlich. SR 

Der faserverstärkte Kunststoff wird mittels textiler Verarbeitungsmethoden – hier Nähen – in Form gebracht und anschließend laminiert.