

## FIBRACRETE – einfach knochenhart!

Mit einem neuen Verfahren erzielen Augsburger Chemiker eine Vervielfachung der Festigkeit von carbonfaserverstärktem Beton

Faserverstärkte zementäre Baustoffe finden wachsendes Interesse in der Bauindustrie, da durch Faserzusätze die geringe Zugfestigkeit von unbewehrtem Beton verbessert werden kann. Speziell Carbonfasern verbinden die Vorteile von geringer Dichte und hoher Korrosionsbeständigkeit mit hervorragender Festigkeit. Aufgrund ihrer hohen Herstellungskosten werden sie bisher aber nicht in größerem Maßstab in Betonbauteile eingebracht.

Ein neues Verfahren, das es möglich macht, mit relativ geringem Carbonfaser-Anteil und damit kostengünstig eine enorme Festigkeit des Betons zu erreichen, haben Augsburger Chemiker jetzt im Journal „Cement and Concrete Research“ vorgestellt. Ausgangspunkt ihrer Überlegungen war, dass beim Gießen von faserbewehrtem Beton in

Formen oder Schalungen die Ausrichtung der Fasern stets zufällig ist. Da jedoch tragende Strukturen von Gebäudekonstruktionen meist nur in einer Richtung belastet werden, bleibt bei einer regellosen Orientierung der Fasern in alle drei Raumrichtungen ein großer Teil ihres Potenzials für eine Festigkeitssteigerung ungenutzt.

### Vorbild Natur

Die Frage war also, wie es gelingen könnte, alle Fasern parallel zu den Kraftlinien auszurichten, die auf das Werkstück einwirken. „Ein Vorbild, das uns hier die Natur liefert, ist das Hartgewebe von Säugertierknochen, dessen Aufbau an stark belasteten Stellen durch ausgerichtete Collagenfasern passend verstärkt wird“, erläutert Projektleiter Prof. Dr. Dirk Volkmer. Seit Jahrzehnten werde versucht, diese

Strategie biomimetisch nachzuahmen.

### Düsen statt gießen

Die Augsburger Wissenschaftler verfolgten nun einen neuartigen Ansatz, der das typische Gießen der Mörtelmischung in Schalungen durch ein Verfahren ersetzt, bei dem die Faser-Zementmasse durch eine enge Düse gepresst wird. Sie fanden heraus, dass durch eine entsprechende Anpassung des Düsenquerschnitts eine Vorzugsausrichtung der Fasern erzwungen werden kann. „Mit unserem ‘Düsenverfahren’ konnten wir Betonproben mit einem Volumenanteil von nur 3 % gerichteter Carbonfasern herstellen, deren Biegezugfestigkeit bis zu 15 Mal höher ist als diejenige einer Betonprobe ohne Stahlbewehrung“, berichtet Volkmers Mitarbeiter Manuel Hambach und fügt hinzu:

„Wir konnten zugleich nachweisen, dass durch diese immense Steigerung der Biegezugfestigkeit die Druckfestigkeit nicht beeinträchtigt wird.“

Volkmer sieht in diesem ersten zementären Baustoff, der über eine höhere Biegezug- als Druckfestigkeit verfügt und von seinen Entwicklern „FIBRACRETE“ getauft wurde, einen Meilenstein auf dem Weg zu Gebäudekonstruktionen ohne oder mit jedenfalls stark reduzierter Stahlbewehrung. Die Herausforderung bestehe jetzt allerdings darin, technische Konzepte zur Übertragung des Düsenverfahrens auf realitätsnahe Abmessungen von Gebäudebauteilen zu entwickeln. Erfolgversprechende Perspektiven biete hier der in der Materialentwicklung zunehmend an Bedeutung gewinnende 3D-Druck.

## Einfach in heißer Luft

Augsburger Physiker stellen in Nature Scientific Reports eine neue und kostengünstige Methode zur Herstellung von Einkristallen vor

Zur Synthese von keramischen Kristallen sind meist aufwendige Verfahren mit einer Reihe von Festkörperreaktionen oder mit Gasphasentransport notwendig. Für Lithium-Iridat, das aufgrund seiner vorhergesagten außergewöhnlichen magnetischen Eigenschaften aktuell von großem Interesse für die Festkörperforschung ist, war keine der etablierten Methoden erfolgreich, und das entsprechende Fehlen von Einkristallen nährte die Bestimmung der magnetischen Struktur.

Lithium-Iridat zählt zu den verheißungsvollen Kandidaten für die Realisierung einer neuartigen, nach dem Physiker Kitaev benannten magnetischen Wechselwirkung, die ihrerseits erhebliche Bedeutung für die Realisierung von topologischen Quantencomputern haben könnte.

„Wenn alle Versuche auf etablierten Wegen scheitern, sind neuartige unkonventionelle Ideen gefragt“, sagt Philipp Gegenwart. An seinem Augsburger Lehrstuhl für Experimentalphysik VI/EKM ist es der Nachwuchsgruppe um

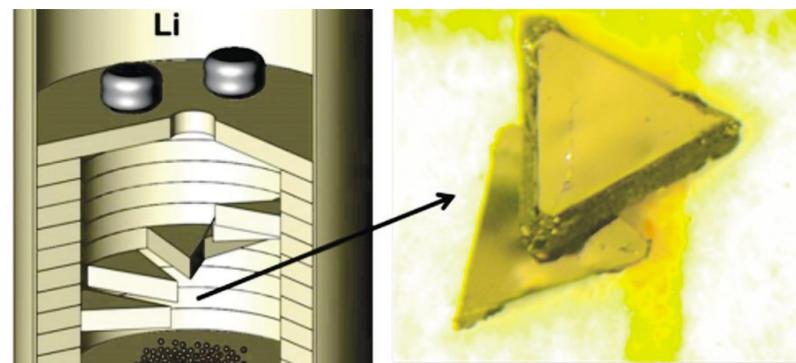
Anton Jesche jetzt erstmals gelungen, Einkristalle der gewünschten Verbindung mit einer völlig neuen Technik herzustellen.

Das von den Augsburger Physikern entwickelte Verfahren besticht dadurch, dass es erstaunlich einfach und dadurch kostengünstig ist. Vor allem aber liefert es eine hervorragende kristalline Qualität, wie eine kooperierende Forschergruppe der Universität Oxford bei der Untersuchung der magnetischen Eigenschaften der „Augsburger“  $\alpha$ -Li<sub>2</sub>IrO<sub>3</sub>-Einkristalle inzwischen bestätigt hat.

Das Verfahren arbeitet mit isothermem Gastransport. Die Ausgangsmaterialien – hier Lithium und Iridium – liegen zunächst vertikal voneinander getrennt vor. Während des Aufheizens in Luft bilden sich Oxide und Hydroxide, die bei 1020 Grad Celsius durch Gasphasentransport über die ursprüngliche Trennung hinweg miteinander reagieren. Die aus dieser Reaktion resultierende Kristallisation findet an Punkten statt, die durch einen speziellen Aufbau vorgegeben werden. Einzigartig daran ist, dass der Reaktionsbeziehungsweise Kristallisationsprozess in offener Atmosphäre an Luft mit räumlich

separierten Ausgangsmaterialien erfolgt und die fortlaufende Bildung der Kristalle durch ein Konzentrationsgefälle zwischen den Reaktionsgasen ermöglicht. „Das unterscheidet unsere Technik grundlegend von der etablierten Methode des ‘normalen’ Gasphasentransports, bei der das Material in einer ganz speziellen Atmosphäre in einem abgeschlossenen Volumen durch einen Temperaturunterschied transportiert wird, wobei sich die Kristalle dann am kältesten Punkt des abgeschlossenen Volumens bilden“, erläutert Jesche.

„Dass wir auf diesem neuen Weg bereits die magnetische Struktur von Lithium-Iridat entziffern konnten und auf weitere interessante Eigenschaften dieses Materials gestoßen sind, ist fraglos ein beachtlicher Erfolg“, resümiert Gegenwart. Besonders hervorzuheben sei aber, dass sich mit der neuen Methode eben keineswegs nur  $\alpha$ -Li<sub>2</sub>IrO<sub>3</sub> Kristalle synthetisieren lassen. „Nachdem wir mittlerweile auch Einkristalle verwandter Materialien herstellen konnten, sind wir davon überzeugt, dass sich unsere Methode erfolgreich auf eine Vielzahl weiterer Verbindungen wird anwenden lassen.“ kpp



Schematischer Aufbau der Kristallzuchtmethode mit vertikal voneinander getrennten Ausgangselementen, die in 1020 Grad Celsius heißer Luft Oxide und Hydroxide bilden. Die gewünschten Kristalle mit bis zu einem Millimeter Länge wachsen durch Gastransport an Kondensationszentren am Ende der Dornenringe. Grafik: © Universität Augsburg/EP VI



Yogaübungen in Arbeitsplätznahe sind ein Bestandteil des Praxis- und Forschungsprojekts an der Universität. Jeder dritte Projektteilnehmer ist männlich, Yoga ist also längst keine reine Frauendomäne mehr. Foto: Universität Augsburg

## Yoga macht fit für den Arbeitsplatz

Einsatz im Betrieblichen Gesundheitsmanagement erforscht

Jede berufliche Tätigkeit birgt spezifische Risiken für die Gesundheit. Neben Muskelverspannungen sowie Bewegungsmangel beeinträchtigen bei der Schreibtischarbeit unter anderem gestiegene Anforderungen die Gesundheit. Das Betriebliche Gesundheitsmanagement (BGM) versucht, dem entgegenzuwirken und günstige Bedingungen für die Gesundheit zu etablieren. In diesem Kontext hat Yoga die Aufmerksamkeit des Augsburger Instituts für Sportwissenschaft geweckt.

„Yoga entspricht nicht ohne Grund dem Zeitgeist. Auf körperlicher Ebene fördert es Kraft, Beweglichkeit und Körperwahrnehmung. Gesundheitliche Veränderungen werden sanft und doch vielseitig fordernd angebahnt, Verspannungen aufgespürt, die Entspannungsfähigkeit wird geschult. Konzentrations- und

Atemübungen sowie Kurzmeditationen begünstigen die Entwicklung von Strategien, um mit Stressfaktoren des Arbeitsalltags besser umzugehen“, erklärt Lena Kroll, wissenschaftliche Mitarbeiterin im Projekt „GeH Mit!“. Wie Yoga im Rahmen des BGM eingesetzt werden kann und welche Wirkung es erzielt, hat das Team um Prof. Dr. Hans Peter Brandl-Bredenbeck und Lena Kroll erforscht.

Insgesamt 13 Monate lang haben rund 100 Beschäftigte der Universität an dem Projekt teilgenommen, das von der Techniker Krankenkasse gefördert wird. In einem Basismodul wurden Grundlagen des Yoga vermittelt, in einem Aufbaumodul erhielten die Teilnehmenden individuelle Unterstützung, wie sie ausgewählte Übungen in den Alltag integrieren können. In einem abschließenden Nachhaltig-

keitsmodul steht aktuell die selbstständige Weiterführung eines gesundheitsförderlichen Lebensstils im Fokus. Regelmäßige Yogastunden gibt es nicht mehr, dafür Hilfestellungen wie Auffrischungsstunden, Audiodateien und Material für das selbstständige Üben und die Motivation, sich um die eigene Gesundheit zu kümmern.

### Begleitstudie zeigt den Erfolg

Die Teilnehmer sowie eine Kontrollgruppe wurden während der Projektdauer im Rahmen einer Begleitstudie mehrmals befragt. „Yoga wirkt nachhaltig und umfassend positiv“, fasst die Sportwissenschaftlerin Kroll zusammen. Der größte Effekt ergibt sich individuellen Umgang mit Stress. Auch bei Selbstkontrolle, Selbstwahrnehmung, dem Umgang mit Gesundheitsinformationen sowie der Verant-

wortungsübernahme für die eigene Gesundheit zeigen sich signifikant positive Veränderungen. Gleiches gilt für die psychische und körperliche Gesundheit – auch nachdem die regelmäßigen Yogastunden nicht mehr angeboten wurden. „91 Prozent geben an, Inhalte des Yogas bereits in ihren Alltag übertragen zu haben. Dies unterstreicht, dass unser Ansatz nachhaltig ist. Dafür sind nicht zuletzt die Maßnahmen im Nachhaltigkeitsmodul wichtig.“

Die Kontrollgruppe zeige, berichtet Prof. Dr. Brandl-Bredenbeck, in nahezu keiner Dimension eine Veränderung und teilweise eine leichte Verschlechterung. Auf Grundlage der Ergebnisse des Projekts werden nun Empfehlungen für die Universität Augsburg – aber auch für andere Hochschulen und Betriebe – entworfen. mh