



## Bauen für die Welt von morgen

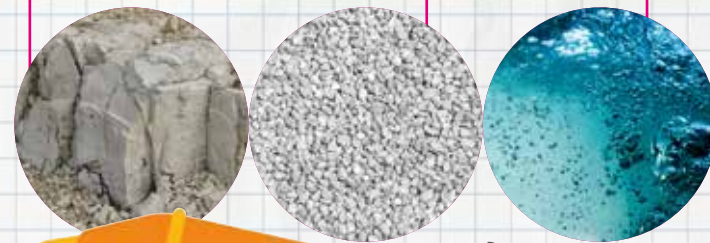
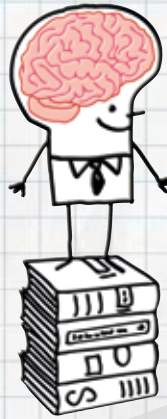
## Beton: Begabtes Sorgenkind

Was haben das Kolosseum in Rom – das grösste Amphitheater der Welt – und der Drei-Schluchten-Staudamm in China gemeinsam? Für ihren Bau wurde Beton eingesetzt. Als sehr vielseitiger Baustoff war Beton, in einer frühen Form, tatsächlich schon den alten Römern bekannt. Mittlerweile um unzählige Varianten erweitert, besteht Beton auch heute noch im Wesentlichen aus drei Bestandteilen: Zement, Gesteinskörnung und Wasser. **Zement** ist ein Baustoff, der unter anderem aus gemahlenem Kalkstein und Ton besteht, während **Gesteinskörnung** körniges Material wie Kies oder Schotter bezeichnet.

Die verschiedenen Betonvarianten entstehen durch Abwandlung in der Zusammensetzung der drei Hauptbestandteile und weiterer Zusatzstoffe und Zusatzmittel, welche die

Eigenschaften des Betons wie Druck- und Zugfestigkeit, Formbarkeit oder Wärmedämmung massgeblich beeinflusst. Dieser Vielseitigkeit ist es zu verdanken, dass Beton immer noch ein unverzichtbarer Baustoff ist, der in ganz unterschiedlichen Bauten wie Tunneln, Brücken, Industriebauten oder Wohnhäusern zum Einsatz kommt.

Die Produktion von Beton und seiner Bestandteile stellt ein wachsendes Umweltproblem dar. Die Zementproduktion verursacht 8% der globalen Treibhausgasemissionen, für die Betonherstellung geeigneter Sand wird zunehmend knapper. Es gibt deshalb Anstrengungen, Beton wiederzuverwerten oder umweltfreundlichen Beton zu entwickeln, wie den LC3-Beton, der unter der Federführung der EPFL entwickelt wurde, oder den Zirkulit der Firma Eberhard.



# Zukunftsmusik

## ein Konzertsaal entsteht

Neue Technologien können dabei helfen, für eine nachhaltigere Zukunft zu bauen. Das ist auch bitter nötig: Die Ressourcen werden immer knapper und gleichzeitig landen noch immer Millionen Tonnen an Bauschutt auf den Deponien. Das Bauen der Zukunft ist kreislaufgerecht. Das bedeutet, dass dabei möglichst wenige Abfälle anfallen und keine Materialien verwendet werden, die der Umwelt und der Gesundheit schaden. Vor allem aber: Dass sich die eingesetzten Rohstoffe später wiederverwenden lassen. Ein solcher Kreislauf fängt bereits bei der Planung an.

1

In einer grösseren Schweizer Stadt soll ein neuer Konzertsaal entstehen. Geplant ist ein Bau für alle Generationen – Klassikliebhaber und Opernfreunde sollen also ebenso zum Zug kommen wie die Besucher und Besucherinnen von Pop- und Rockkonzerten. Und neben Musik soll es auch Theater geben, Ausstellungen, Performances und Tanzabende.



2

Mithilfe von Computersimulationen kann ein Projekt vom Konzept bis zur Fertigstellung durchgespielt werden. So lassen sich Planungsfehler, die viel Zeit und Geld kosten können, rechtzeitig erkennen. Der Architekt plant einen Raum, dessen Wände verstellbar sind. Bühne, Stuhlreihen und Balkone lassen sich verschieben und bei Bedarf unterteilen. Wie das funktionieren wird, lässt sich am Computer bis ins kleinste Detail durchspielen. Seit digital geplant werden kann, setzt sich modulares Bauen immer mehr durch.

# 3



Die Stadt hat die Bedingung gestellt, dass der neue Konzertsaal möglichst umweltfreundlich sein soll. Während dem Bau wird auf umweltschonende Materialien gesetzt, auf neue Verbindungstechnologien und auf eine modulare Bauweise, damit einzelne Bauteile später leicht ausgetauscht oder nach einem Rückbau wiederverwendet werden können. Die Architektin hat sich deshalb für nachhaltige Materialien entschieden: Viel Holz, weil es wieder nachwächst und CO<sub>2</sub> bindet. Backsteine, die aus dem Schutt alter Häuser gefertigt sind. Und Lehm, weil er im Gegensatz zu Zement nicht gebrannt werden muss und für ein angenehmes Raumklima sorgt. Im Foyer sind elegante Riesenglaswände und spektakuläre Bodenplatten aus Altglas vorgesehen. Ein selbstlernendes Heizungssystem sorgt für angenehme Raumtemperaturen – mit möglichst wenig Energie. Viele dieser Elemente sind bereits vorgefertigt. Damit werden die Montagezeiten kürzer und es ist einfacher, zuverlässig zu planen und die Kosten im Griff zu behalten.

Das wichtigste in einem Konzertsaal ist die Akustik. Neue Fertigungsverfahren wie der 3D-Druck sparen Material und Zeit, weil sich Bauelemente gleich am richtigen Ort drucken und montieren lassen. In unserem Konzertsaal kommt der 3D-Drucker zu Einsatz, um Teile der Decke und der Wände auf der Baustelle vorzufabrikieren. Dank der hohen Auflösung des Druckverfahrens lassen sich die Gebäudetechnik und Beleuchtung gleich in die Bauelemente integrieren. Auch hier wird Zeit und Material gespart.

# 4



# 5



Auch Berufsunfälle, die im Baugewerbe dreimal häufiger sind als in den übrigen Branchen, werden seltener: Mobile Bauroboter übernehmen schwere körperliche Arbeiten und gefährliche Tätigkeiten und finden sich dank integrierten Sensoren und Navigationssystemen selbständig auf der Baustelle zurecht.



# 6



Sogar auf dem stillen Örtchen ist Nachhaltigkeit angesagt. Die Toiletten im neuen Konzerthaus sammeln den Urin der Besucher und Besucherinnen separat, gewinnen wertvolle Nährstoffe daraus und wandeln sie in Flüssigdünger um. In schöne Fläschchen verpackt, wird dieser an der Konzertkasse erhältlich sein.

# Urban Mining

## Schatzsuche in der Stadt



Die Suche nach wertvollen Rohstoffen muss nicht zwangsläufig in die Wüste oder ins Gebirge führen. Jede Stadt ist eine regelrechte Lagerstätte für Wertstoffe. Von Gold bis Sand ist hier alles vorhanden. Allerdings liegt der Rohstoff, wie in jeder Mine, nicht frei herum, sondern will erst gewonnen werden.

### Im NEST fängt alles an

Das NEST steht auf dem Gelände der Empa in Dübendorf. Es ist ein mehrstöckiges Gebäude, das bei jedem Besuch wieder etwas anders aussieht: Denn in jedem der für nur begrenzte Zeit installierten Innovationsmodule werden neue Technologien, Materialien und Energiekonzepte unter realen Bedingungen getestet, erforscht und weiterentwickelt. Die Urban Mining Unit beispielsweise geht der Frage nach, welche neuen Baustoffe sich ohne Abfall auseinander- und wieder zusammenbauen lassen. Eine andere Einheit ist das D-Fab-House, das weltweit erste bewohnbare Gebäude, das nicht nur digital geplant, sondern mit Robotern und 3D-Druck auch weitgehend digital gebaut wurde. Im NEST wird übrigens nicht nur geforscht, sondern auch gelebt. Denn ob Innovationen überzeugen, müssen am Ende die Nutzerinnen und Nutzer sagen.



Eine virtuelle Entdeckungstour durch die Räume des NEST ermöglicht die **Simulation Dasher 360**.



Urban Mining bezeichnet die Wiederverwertung von Abfällen, die im städtischen Bereich anfallen. In der Kehrrichtverwertung Hinwil im Kanton Zürich werden jährlich 10'000 Tonnen Eisen, 4'500 Tonnen weitere Nichtedelmetalle und 1–1.6 Tonnen Edelmetalle wie Gold und Palladium aus Abfall zurückgewonnen. Der Kanton hat hier in einer Vorreiterrolle die erste Anlage weltweit installiert, die neben Eisen weitere Metalle zurückgewinnen kann.

Neben dem Haushaltkehricht schliesst aber Urban Mining auch Bauabfälle wie Beton, Backsteine, Eisen, Kupferverkleidungen oder Plastikröhren ein, die beim Abriss eines Gebäudes anfallen und sonst in der

Deponie landen würden. Beim Hausrückbau, wie ihn inzwischen verschiedene Baufirmen betreiben, wird tonnenweise Rückbaugestein zerkleinert, gewaschen und nach Grösse sortiert, um ihm dann als Recyclingbeton eine neue Funktion zu geben.

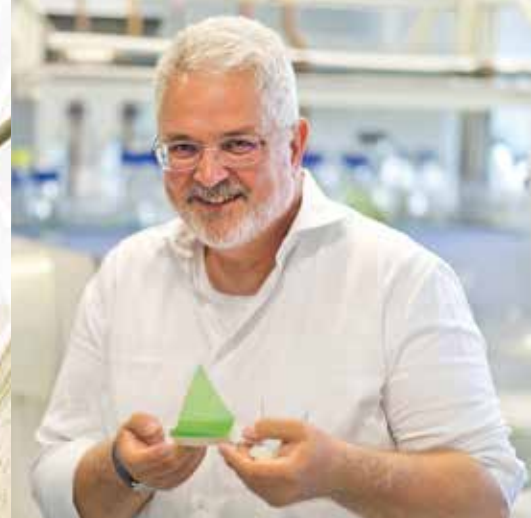
Madaster ([www.madaster.ch](http://www.madaster.ch)), eine gemeinnützige, öffentliche Online-Plattform, erfasst Informationen zu Qualität, Herkunft und Standort verbauter Materialien und bietet somit eine Art Schatzkarte städtischer Lagerstätten. Mitglieder können anhand dieser Daten benötigte Materialien finden und in neuen Bauprojekten wiederverwenden.



# Bionik

## in der Architektur

In der Wissenschaftsdisziplin Bionik versucht man technische Herausforderungen mittels allgemeiner biologischer Prinzipien anzugehen. Dabei geht es nicht darum, aus ästhetischen Gründen eine biologische Form zu kopieren, sondern eine natürliche Funktion zu abstrahieren und in die technische Welt zu übersetzen. Die Natur dient also als Ideengeber für neue technische Lösungen. Mit Bionik in der Architektur befasst sich Professor Dr. Thomas Speck an der Universität Freiburg im Breisgau.



Professor Dr. Thomas Speck hält den Lehrstuhl «Botanik: Funktionelle Morphologie und Bionik» an der Universität Freiburg inne und ist Direktor des dortigen Botanischen Gartens. Forschungsschwerpunkte seiner Arbeitsgruppe sind Biomimetik und Biomechanik, Evolution der Pflanzen und Bewegung der Pflanzen. Unter anderem ist er einer der Sprecher\*innen des Freiburger «Exzellenzclusters Living, Adaptive and Energy-autonomous Materials Systems (livMatS)» und (Mit-)Herausgeber verschiedener wissenschaftlicher Bücher und Zeitschriften zu Themen aus der Bionik, Biomechanik und Funktionsmorphologie sowie Evolutionsbiologie und Paläobotanik.

«Architektur ist ein zentraler Hebel, um die Klimaziele zu erreichen.»

### Technoscope: Warum interessiert sich die Architektur für die Biologie?

Thomas Speck: Architektur hat sich schon immer für die Natur interessiert, zunächst primär aufgrund der Ästhetik, aber bereits beim Bau des Eiffelturms 1889 wurde das Leichtbauprinzip von den Knochenbälkchen im Oberschenkelknochen inspiriert. Seit ca. 40 Jahren wird Bionik mehr und mehr strukturiert betrieben.

### Wie geht man in der Bionik-Forschung vor?

Es gibt zwei Prozesse, den sogenannten Bottom-Up-Prozess, bei dem eine spannende biologische Funktion gefunden wird und man nach einer passenden technischen Anwendung sucht. Damit entstehen häufig ganz neue Dinge, es dauert aber auch 5–7 Jahre von der Entdeckung bis zum Prototypen. Üblicher ist der Top-Down-Prozess, bei dem die Industrie eine konkrete Fragestellung hat, die mithilfe der Natur gelöst werden soll. Das sind dann etwa 2–4 Jahre bis zum Prototypen.

### Können Sie die Entstehungsgeschichte eines konkreten Top-Down-Produkts umreißen?

Architekten suchten nach einem optimierten Fassadenverschattungssystem für gekrümmte Glasfassaden, weil herkömmliche Systeme mit

ihren unzähligen kleinen Elementen und Scharnieren sehr wartungsintensiv und stör anfällig sind. Pflanzen besitzen weder Scharniere noch Gelenke und bieten deshalb interessante Lösungsansätze. Zwei Biologen und zwei Architekten fanden im botanischen Garten eine spannende Idee.

### Was haben sie entdeckt?

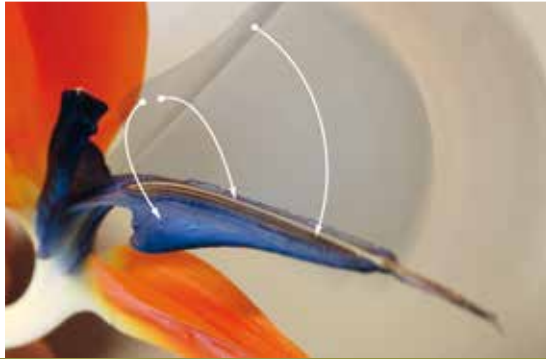
Die Blüten der südafrikanischen Paradiesvogelblume besitzen einen Landeplatz, der sich öffnet, sobald sich ein Vogel darauf setzt. Dieses Prinzip haben die Forscher zunächst mit einem Schaschlikspieß und einer Papierfinne modellhaft nachgestellt und zu einem Fassadenverschattungselement weiterentwickelt, das sich nur über eine elastische Deformation öffnen und schließen lässt. Das letztendlich daraus entwickelte Fassadenverschattungssystem Flectofin ist viel robuster als konventionelle Systeme.

### Wer kann Bionik betreiben?

Unsere Forschungsgruppe ist sehr interdisziplinär mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus der Biologie, Physik, Geologie/Paläontologie, Ingenieurwissenschaft, Materialforschung, Chemie ... Ich finde es sinnvoll



Südafrikanische Paradiesvogelblume (Strelitzie) ist Inspiration für Fassadenverschattungselemente.



Bionische Fassadenverschattung nach dem Flectofin-Prinzip beim One-Ocean-Pavillon in Yeosu Südkorea

ler, eine Ausbildung in einer Grunddisziplin zu absolvieren und sich darin solides Wissen anzueignen, und dann im Rahmen einer Dissertation oder eines Masters in die Bionik-Thematik einzusteigen. Von Seiten der Industrie arbeiten wir mit ArchitektInnen, IngenieurInnen und MaterialforscherInnen zusammen.

Sehr wichtig ist es, ein ausgeprägtes Interesse daran zu haben, herauszufinden, wie Dinge funktionieren. Und man muss kreativ und spielerisch sein.

### Könnten bionische Lösungen einen Beitrag zur Bewältigung des Klimawandels leisten?

Architektur oder allgemein Städtebau ist ein zentraler Hebel, um die Klimaziele zu erreichen, man denke z. B. an den globalen CO<sub>2</sub>-Ausstoss bei der Betonproduktion. Das erwähnte bionische Fassadenbeschattungssystem könnte einen Beitrag in der effizienten

Wärmedämmung von Gebäuden mit Glasfassaden leisten. Ein anderes Beispiel sind verzweigte Faserverbundsysteme, inspiriert von Drachenbaum und Kandelaberkakteen, die bei Verwendung von Leichtbaubeton als Füllmaterial im Bau eine Reduzierung der benötigten Betonmenge um 20–30% erlauben könnten.

### Ist Bionik nachhaltig?

Bionische Anwendungen sind nicht an sich nachhaltig, das muss für jedes Produkt separat getestet werden. Die Biologie selbst ist nicht auf Nachhaltigkeit ausgerichtet, sondern darauf, mit dem geringsten Material- und Energieaufwand eine optimierte Lösung zu finden. Dieser Gedanke wäre auch im Bauwesen anwendbar. Es ist nicht notwendig, für die Ewigkeit zu bauen, wenn man z. B. bedenkt, dass die normale Nutzungsdauer von Einfamilienhäusern bloss zwei Generationen beträgt. Wichtig ist, dass die Materialien für diese begrenzte Zeit möglichst optimal sind.



## Buchtipps

Bionisch bauen, Von der Natur lernen, Jan Knippers, Ulrich Schmid, Thomas Speck (Hrsg.), Birkhäuser Basel 2019

# Back to the roots

## Bauen (fast) wie früher?



Konventionelle Baustoffe können zum Teil wiederverwertet und in den Materialkreislauf eingespeist werden. Es gibt aber auch Bemühungen, mit nachwachsenden Materialien zu bauen, die bereits Teil eines ökologischen Kreislaufs sind. An und für sich ist dies nichts Neues, hatten doch unsere Vorfahren neben Stein und Lehm nur Holz und Schilf zur Verfügung. Holz ist auch heutzutage als Baumaterial allgegenwärtig. Weniger bekannt ist vielleicht, dass für die Wärmedämmung Schafwolle, Hanf oder sogar Seegras zum Einsatz kommen können. Die britische Firma BIOHM ([www.biohm.co.uk/orb](http://www.biohm.co.uk/orb)) produziert sogar aus Orangenschalen Platten, die als Wandvertäfelung oder Fussbodenplatten verwendet werden können.

Auch die Verbesserung herkömmlicher Baustoffe durch die Zugabe von biologischen Ma-

terialien wird erforscht. Die Konservenindustrie entsorgt jährlich über eine Million Tonnen Muschelschalen in den Abfall. Um den ökologischen Fussabdruck von Beton zu verkleinern, könnten zerleinerte Muschelschalen einen Teil des Sands und Schotters im Beton ersetzen. Auch Hanf, Bambus oder Wolle können als Zuschlagstoffe für Beton verwendet werden.

Ein ganz neuartiges Baumaterial ist Pilzmyzel, das Wurzelgeflecht der Pilze. Unter den richtigen Bedingungen kann dieses Geflecht in jede gewünschte Form wachsen und bildet eine feste Struktur. Dieses Material kann zur Wärme- oder auch Schalldämmung eingesetzt werden oder zu Ziegelsteinen oder Möbeln verarbeitet werden. In Zukunft könnten sogar grosse Strukturen wie Fertigtände möglich werden.

An: **Prisca Sieber**

Kopie:

Betreff: **Studien- und Berufswahl**

Liebe Frau Sieber

**Ich interessiere mich für Bauten, seien das Häuser, Brücken oder Kirchen. Ich kann mich nicht entscheiden zwischen Architektur und Bauingenieurwissenschaften. Welche Überlegungen helfen mir bei der Studienwahl?**

Liebe Gabriella

Sowohl in der Architektur als auch in den Bauingenieurwissenschaften geht es um den Entwurf, die Planung und die Gestaltung von Bauwerken. Immer mehr Bedeutung erhalten auch die Sanierung, Erhaltung oder Umnutzung bestehender Bauten. Die Aufgeschlossenheit gegenüber Fragen der Umwelt, der Wirtschaft und der Gesellschaft ist zentral.

Während sich die Architektur mit Bauten wie Wohnhäusern, Schul- und Sportanlagen, Konzerthäusern oder Spitälern befasst, stehen in den Bauingenieurwissenschaften Tunnel, Brücken, Tragsysteme im Hochbau, Strassen- und Schiennetze, Staudämme oder auch Abwasseranlagen im Mittelpunkt.

Im Architekturstudium beschäftigst du dich im Vergleich mehr mit künstlerischen, geschichtlichen und soziologischen Aspekten. Im Gegenzug wirst du dich im Bauingenieurstudium mehr mit mathematischen und technischen Fragen auseinandersetzen. Baumaterialien spielen in beiden Bereichen eine grosse Rolle. Nachhaltigkeit und Umgang mit Ressourcen sind dabei zentral. Beide Stu-

diengänge kannst du sowohl an einer Fachhochschule als auch an einer universitären Hochschule studieren.

Sowohl als Architektin als auch als Bauingenieurin wirst du eng mit anderen Fachspezialisten zusammenarbeiten. Bei der Architektur sind das z.B. Bauingenieurinnen, Bauphysiker, Gebäudetechnikplanerinnen, Klimaexperten, Elektroplaner oder auch Soziologinnen. Bauingenieure arbeiten eng mit Architektinnen, Umwelt-, Geomatik-, Maschinen- und Elektroingenieuren, Ökonomen und Juristinnen zusammen und liefern wesentliche Grundlagen für politische Entscheidungsprozesse.

Denke daran, dass es noch weitere Studiengebiete, Vertiefungsrichtungen und Nachdiplomstudiengänge gibt, die dir eine Auseinandersetzung mit Bauwerken ermöglichen. Beispiele sind die Materialwissenschaften, die Raumplanung, die Innenarchitektur, die Gebäudetechnik, die Bionik, die Denkmalpflege oder die nachhaltige Entwicklung.



Prisca Sieber, Berufs-, Studien- und Laufbahnberatung Kanton Graubünden



## Infos & Links

Auf [www.berufsberatung.ch](http://www.berufsberatung.ch) findest du die Beschreibungen aller Bachelor- und Masterstudiengänge der Schweiz sowie Beispiele von Berufslaufbahnen nach dem Studium.

Seit dem Umbau ist es im Curt-Frenzel-Stadion in Augsburg unmöglich, den Puck zu checken: Der Neigungswinkel der Tribünen ist so flach, dass die Zuschauer nicht an den Köpfen der vor ihnen Sitzenden vorbei aufs Eis sehen.

**Verrechnet**

**Verpfuscht**

Das wohl spektakulärste Planungsfall ist der Einsturz der Tacoma-Brücke. 1940, nach nur vier Monaten Betriebszeit, versetzte der Wind die Hängebrücke in so heftige Schwingungen, dass sie zerbrach. Seither darf keine Brücke ohne Windkanaltests gebaut werden.

Das Titelbild zeigt das Nationalstadion in Peking.

### Impressum

SATW Technoscope 03/21 | September 2021 | [www.satw.ch/technoscope](http://www.satw.ch/technoscope)  
Konzept und Redaktion: Ester Elices | Redaktionelle Mitarbeit: Christine D'Anna-Huber | Alexandra Rosakis  
Grafik: Andy Braun | Bilder: Adobe Stock, ITKE Univ. Stuttgart, Andy Braun | Titelbild: Adobe Stock |  
Lektorat: Ars Linguae | Druck: Egger AG

### Gratisabonnement und Nachbestellungen

SATW | St. Annagasse 18 | CH-8001 Zürich | [technoscope@satw.ch](mailto:technoscope@satw.ch) | Tel +41 44 226 50 11

Technoscope 4/21 erscheint im Dezember 2021 zum Thema «Blockchain»

**Verschätzt**

Ein anderer spektakulärer Neubau ist die Elbphilharmonie im Hamburger Hafen. Spektakulär auch die Rechnung: Die Elphi kostete am Ende mit 800 Millionen Euro zehnmal mehr als geplant.

Im Londoner Bankenviertel steht das «Walkie Talkie», ein hochmodernes Hochhaus. Dummerweise wirkt seine spiegelnde Glasfassade wie ein Brennglas, setzt parkierte Autos in Brand und bringt den Asphalt zum Schmelzen.

**Verplant**

**satw** it's all about technology

Hast du Fragen oder Anregungen an das Technoscope-Team? Dann schreibe uns! [technoscope@satw.ch](mailto:technoscope@satw.ch)