

Von Christoph von Eichhorn

W er diesen Balkon im Nordosten Münchens betritt, bewegt sich auf dünnem Boden. Die Steinplatten, aus denen die Terrasse mosaikartig zusammengesetzt ist, sind zwar zwei bis drei Meter lang und breit, doch nur zehn Millimeter dick. Ein gewöhnlicher Stein würde bei diesem filigranen Querschnitt brechen, sobald ein paar Menschen auf ihm stehen. Doch diese Platten halten tonnenschwere Lasten aus. Zum Glück, denn unter ihnen fällt ein Hang steil Richtung Isar ab.

An seinem Haus hat der Elektroingenieur Kolja Kuse in Ansätzen verwirklicht, wie er sich die Zukunft des Bauens vorstellt. Dass die Terrasse nicht zusammenbricht, liegt an einer Matte aus Carbonfasern unterhalb der Steinplatten. Das aus Kohlenstoffäden gewebte Material hält erhebliche Belastungen aus – obwohl die Schicht selbst nur einen Millimeter dünn ist. Weil er so stabil und zugleich leicht ist, wird der Werkstoff seit Jahrzehnten in Flugzeuge, Raumschiffe oder Autos eingebaut. Doch möglicherweise lassen sich damit auch Häuser errichten – und das viel ressourcensparender und klimaschonender als mit bestehenden Materialien.

„Das hier mit Beton und mit Stahlstützen zu bauen, würde mindestens das Dreifache kosten“, sagt Kuse. Vom Rand der Terrasse aus zeigt der 65-Jährige auf zwei Stützen, sie halten das Gewicht vom Hang her. Es sind klassische Doppel-T-Träger, wie sie auch beim Bau von Hochhäusern zum Einsatz kommen – nur dass diese nicht aus Stahl bestehen, sondern ebenfalls aus einem Verbund aus Carbonfasern und Granitgestein.

Auf dem Material ruhen nicht nur Kuses Privaterrasse, sondern auch die Hoffnungen seiner Firma Technocarbon, die den Werkstoff entwickelt hat. Im Rahmen des vom Bundesforschungsministerium geförderten Verbundprojekts „GreenCarbon“ hat das Team auch untersucht, wie stabil der neu entwickelte Träger aus „Carbonfaserstein“ ist. Im Labor brach dieser bei einer Belastung von 18 Tonnen, ein vergleichbares Niveau wie Stahl, allerdings bei halbem Gewicht. In einem Folgeprojekt sollen nun eine Hauswand sowie eine Geschosdecke mit dem Material konstruiert werden. „Das sind so die Königsdisziplinen im Baubereich“, sagt Kuse. So will er zeigen, dass man ein nachhaltiges Haus deutlich leichter und ressourcensparender bauen könnte als bislang.

Mehr als ein Drittel des Rohstoffverbrauchs geht auf die Baubranche zurück

Noch ist der Bau von Gebäuden meistens anders als umweltfreundlich. Rund 1,5 Milliarden Tonnen Kohlendioxid (CO₂) pusten allein alle Zementfabriken zusammen jedes Jahr in die Atmosphäre, vier Prozent der gesamten fossilen Treibhausgasemissionen. Und da ist der klimaschädliche Energiehunger von Stahlöfen oder der Verbrauch knapper Ressourcen wie Sand und Eisenerz noch gar nicht mitberücksichtigt. Laut der Deutschen Umwelthilfe ist die Baubranche für rund 40 Prozent des gesamten Rohstoffverbrauchs in Deutschland verantwortlich und für 88 Millionen Tonnen CO₂ im Jahr, zwölf Prozent der Gesamtemissionen.

Da hätte Carbonfaserstein einige Vorteile, meint Kuse. Am meisten Gewicht macht hier der Granit aus, aber der sei auf einem Gesteinsplaneten wie der Erde „quasi unendlich verfügbar“. Die Maschinen, um ihn zu schneiden, ließen sich mit Strom und damit mit erneuerbaren Energien betreiben. Und von den Carbonfasern bräuchte man vermutlich deutlich kleinere Mengen als Stahl, um damit Gebäude zu errichten.

Schon seit fast 20 Jahren forscht Kuse an dem Material. Wenn man von der Terrasse ins Innere des Hauses geht, begegnen einem die Ergebnisse der Versuche, in der Küche etwa ein Induktionsherd mit Granitoberfläche. Am Anfang hatte es Kuse für diese Erfindung nur mit einer Granitplatte versucht. Doch diese barst, sobald es zu heiß wurde. „Die einzige Möglichkeit, den Stein am Reißen zu hindern, war die Applikation von Carbonfasern“, sagt Kuse. Durch Zufall stieß er so auf die Flexibilität des Verbunds aus Stein und Kohlenstoff.

In der Folge baute der Tüftler immer weitere Dinge damit, eine Gitarre, einen Lautsprecher, Skier. Neben der Küche steht im Esszimmer ein riesiger schwarzer Tisch – aus Carbonstein. „Unzerstörbar“, kommentiert Kuse. Im ersten Stock heizt ein Infrarotstrahler – aus Carbonstein. Die Heizplatte hängt an der Wand wie ein minimalistisches schwarzes Gemälde. Für Airbus entstand im Rahmen von GreenCarbon ein Prototyp für einen Flugtaxi-Landepfad aus dem Material. Doch als Massenanwendung schiebt Kuse auf den Baubereich, dort ließen sich wohl auch die meisten Emissionen einsparen.

Da gibt es nur ein Problem: Bislang werden die Carbonmatten aus Erdölderivaten hergestellt, ihre Produktion setzt also selbst Treibhausgas frei. Wie sich das ändern ließe, kann Daniel Garbe zeigen. Der Biochemiker vom Lehrstuhl für Synthetische Biotechnologie der TU München lei-



Algen als Baumeister

Der Bau von Häusern verbraucht gewaltige Mengen an Ressourcen und schadet dem Klima. Carbonfasern, Algenfabriken, Recyclingbeton: Wie die Zukunft des Bauens aussehen könnte.



Klimafreundlich bauen: Auf dem Campus der TU Dresden steht ein Gebäude aus Carbonbeton (ganz oben). An der TU München entwickeln Forscher Materialien auf Algenbasis. FOTOS: STEFAN GRÖSSEL, TU DRESDEN; DANIEL GARBE

tet die Forschung am Algentechnikum der Universität. In den Labors rinnen in langgestreckten Becken grüne Flüssigkeiten abschießende Ebenen herab. Hier wachsen Mikroalgen, die anders als ihre größeren Verwandten keine Fäden ausbilden und die man daher mit dem bloßen Auge nur anhand ihrer Farbe im Wasser erkennen kann. „Wenn man sie ganz normal kultiviert, dann sind die Algen dunkelgrün“, sagt Garbe. In einem anderen Becken hat sich die Flüssigkeit gelb verfärbt, genau das, was die Wissenschaftler erreichen wollen. „Das bedeutet“, sagt Garbe, „dass sie angefangen haben, Öle zu bilden. Und diese Öle brauchen wir, um Carbonfasern herzustellen.“

Die Öle, welche die Mikroalgen produzieren, enthalten Glycerin – dieses kann anschließend zu Carbonfasern verarbeitet werden, wie die Forscher der TU München mit Kollegen des Fraunhofer-Instituts für Grenzflächen und Bioverfahrenstechnik im Rahmen von GreenCarbon zeigen konnten. Die Algen selbst benötigen dafür nur Salzwater, Licht und Kohlendioxid, das sie direkt aus der Luft bekommen. Da ein Kilo Algen ungefähr 1,8 Kilogramm CO₂ bindet, „können wir damit eben wirklich CO₂ aus der Atmosphäre herausziehen“, sagt Garbe. Baut man Häuser mit algenbasierten Carbonfasern, könnten diese also zu CO₂-Senken werden.

Natürlich könnte man auch aus Raps- oder Sonnenblumenölen Kunststoffe wie Carbonfasern machen. Doch Algen hätten viele Vorteile, meint Garbe. Sie würden eine „bessere Photosynthese“ betreiben und daher rund zehnmal so viel Biomasse produzieren wie Landpflanzen in der gleichen Zeit. Zudem ließen sich Algen auf Ödlandflächen kultivieren. „Deshalb braucht man kein Agrarland und laufen somit

nicht in eine Teller-Tank-Diskussion hinein“, sagt Garbe. Auch Urwälder müssten nicht abgeholzt werden, wie es etwa für Palmölplantagen oft geschieht.

Im Algentechnikum können die Forscher Lichteinfall und Temperatur variieren, etwa um zu ermitteln, wie die Algen in einem typischen südspanischen Sommer gedeihen würden. Auf diese Weise fanden die Forscher heraus, dass sich Halbwüstengebiete am besten eignen, um klimafreundliche Carbonfasern herzustellen. Der Norden Afrikas wäre ein guter Standort für eine Algenfarm, sagt Garbe. Eine

Eine wettbewerbsfähige Algenfabrik bräuchte den Platz einer Kleinstadt

Anlage sollte zudem möglichst nah an der Küste stehen, damit man Salzwater aus dem Meer nutzen könnte. Doch selbst bei günstigen klimatischen Bedingungen wären noch immer gewaltige Flächen erforderlich. In einem Abschlussbericht zu GreenCarbon wird geschätzt, dass eine solche Fabrik mindestens 2000 Tonnen Carbonfasern im Jahr herstellen müsste, um wettbewerbsfähig zu sein.

Noch besser wären 9000 Tonnen pro Jahr, so viel schafft eine herkömmliche Fabrik des Carbonherstellers SGL Carbon in den USA. Doch schon um 2000 Tonnen mit Algen zu produzieren, bräuchte man laut den Berechnungen 20 Quadratkilome-

ter freie Fläche, die Ausmaße einer Kleinstadt. Etwa 750 Millionen Euro würde eine solche Anlage wohl kosten. Fossile Rohstoffe für Häuser durch Biogene zu ersetzen, sei „erst mal spannend“, sagt Jannis Wernery, der an der Schweizer Materialen, etwa um zu ermitteln, wie die Algen in einem typischen südspanischen Sommer gedeihen würden. Auf diese Weise fanden die Forscher heraus, dass sich Halbwüstengebiete am besten eignen, um klimafreundliche Carbonfasern herzustellen. Der Norden Afrikas wäre ein guter Standort für eine Algenfarm, sagt Garbe. Eine

Man müsse berücksichtigen, was mit dem Material passiert, wenn das Carbonsteinhaus in einigen Jahrzehnten abgerissen wird. „Wenn ich es verbrenne, habe ich keine positive Bilanz mehr, weil das temporär gespeicherte CO₂ wieder frei wird“, sagt Wernery.

Der Materialforscher weist zudem darauf hin, dass es im Bausektor noch weitere Möglichkeiten gibt, um Treibhausgase zu sparen. Herkömmlichem Beton könnte beispielsweise Pflanzenkohle beige mischt werden. Diese wird aus pflanzlichen Stoffen wie Restholz hergestellt und bindet damit CO₂. Mischt man sie dem Zement bei oder verwendet die Pflanzenkohle als Dämmstoff, könnte das die Klimabilanz eines Gebäudes ebenfalls verbessern.

Einige solcher Ansätze sind bereits auf dem Markt: So nutzt die kanadische Firma Carbicrete Stahlschlacke als Ausgangsstoff für die Zementherstellung und lässt den fertigen Zement zudem mit Kohlendioxid überströmen, um ihn darin zu binden. Die Schweizer Firma Neustark reichert Abbruchbeton mit CO₂ an, um daraus wieder Häuser zu bauen. Während sich Recyclingbeton allmählich am Bau etabliert, bräuchte es für neue Materialien wie Carbonfaserstein noch eine allgemeine Bauzulassung, um damit reihenweise Gebäude zu errichten. Dafür müssen noch viele Fragen untersucht werden – zu Brandschutz, Dämmung, Statik. Das dürfte noch einige Jahre dauern.

Eine Herausforderung hätten alle diese Ansätze, sagt Jannis Wernery. „Der Gebäudebereich optimiert eine Variable: die Kosten.“ Da könnten neuartige Materialien anfangs oft nicht mithalten. Es braucht also Bauherren, die sich umweltfreundliches Bauen leisten können und wollen. Aber vor allem müssten der CO₂-Ausstoß von Gebäuden reguliert und neue Technologien finanziell gefördert werden, fordert der Experte. Nun ja: Die Bauministerkonferenz hat kürzlich beschlossen, in den kommenden fünf Jahren keine neuen Bauvorschriften zu erlassen, um das Bauen tunlichst nicht zu verteuern. Also nicht gerade ein Schub für ökologische Baumaterialien.

Der kurze Rundgang durch Kolja Kuses Haus ist vorbei; gleich müsse er los nach Nordrhein-Westfalen zur Deutschen Bahn, verrät er noch. Die Bahn lässt gerade erforschen, ob sich Carbonfaserstein für Bahnschwellen eignen könnte. Erste Tests deuteten darauf hin, dass diese sich länger befahren lassen als solche aus Beton, sagt Kuse. Ein letzter Blick zum Hausdach, darauf etliche Photovoltaik-Module. Den Rahmen, um sie mit dem Dach zu verbinden, hat er ebenfalls aus Carbonfaserstein fertigen lassen. „Demnächst bauen wir damit ein ganzes Dach.“