An aerial photograph of a modern building with a glass facade and several levels of green terraces. The terraces are filled with lush green plants, including palm trees and other tropical foliage. The building is situated in an urban environment with a street and other buildings visible in the background. The overall scene is vibrant and green.

GUTES KLIMA entsteht durch die Fassade des Parkroyal-Hotels in Singapur: Blumen und Bäume, Wasserfälle und Bäche auf Balkonen und Terrassen sorgen für frische Luft im Gebäude.

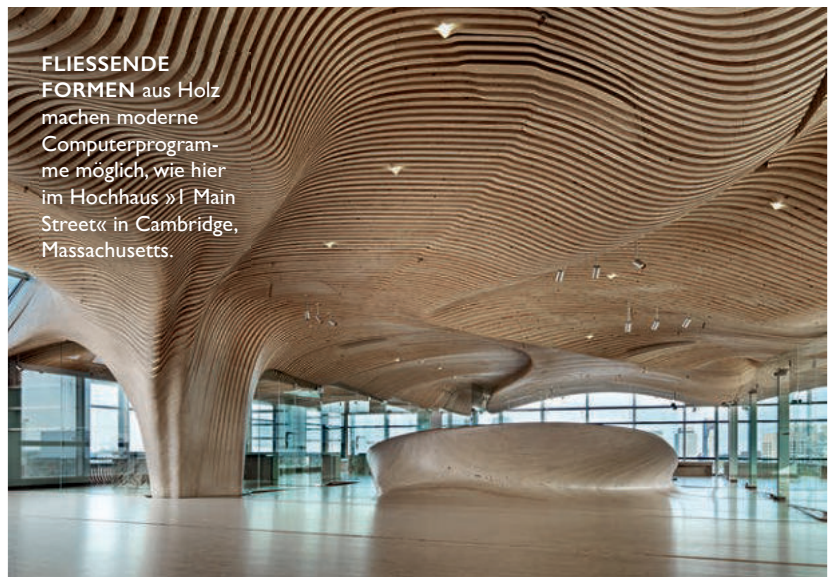
REPORT / ARCHITEKTUR

ZUKUNFT DES BAUENS

TEXT IVO GOETZ



PUBLIC FARM
in New York nutzt freie Dachflächen für den Anbau von Obst und Gemüse mitten in der Stadt.



FLIESENDE FORMEN aus Holz machen moderne Computerprogramme möglich, wie hier im Hochhaus »1 Main Street« in Cambridge, Massachusetts.

DAS MINI-HAUS »m-ch« soll Studenten auf 2,6 x 2,6 Meter Fläche alles bieten, was man zum Leben braucht – Bett, Bad, Küche, Essplatz.



E

hat schon immer lange gedauert, bis die Zukunft des Bauens umgesetzt wurde. 1861 erfand der Franzose Joseph Monier beispielsweise den Stahlbeton, um Blumenkübel stabiler zu machen. Bis zur Errichtung eines der ersten Stahlbetonbauten in Deutschland, der Königlichen Anatomie in München, vergingen dann aber noch einmal mehr als 40 Jahre. »Die ganze Architekturgeschichte ist eine einzige Ansammlung von Erfindungen und Innovationen dieser Art«, sagt der renommierte Architekt Frank Barkow. »Wo wären wir heute, wenn nicht jemand einfach mal versucht hätte, Bewehrung in Beton einzulegen, ein Stahlskelett besonders filigran auszubilden oder einen Raum mit einer dünnen Schale zu überspannen?«

Genau an so einem Punkt der Bau-Evolution sehen sich Architekten und Planer heute wieder. Doch anders als bisher, geht es jetzt noch mehr um eine vernünftige Einbindung der Architektur in ein komplexes System. Stadtentwicklungs- und Mobilitätskonzepte sind zu berücksichtigen, neue soziologische Erkenntnisse von Anfang an zu bedenken sowie Klima- und Umwelteinflüsse einzukalkulieren – und bei aller Innovationsfreude sollte nie vergessen werden, dass sich die Menschen in dieser neuen Welt auch noch wohl fühlen müssen.

Der Klimawandel zwingt zum Umdenken

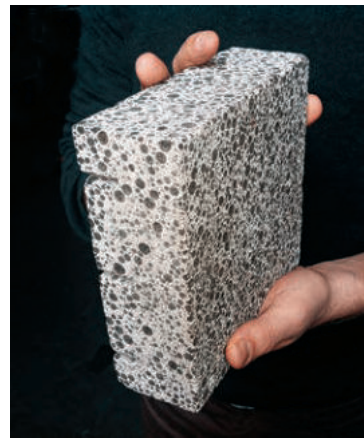
— Dass es höchste Zeit ist, in der Architektur nachhaltig zu planen, ist spätestens seit Anfang April 2014 allen Beteiligten bewusst. Denn da erschien die neueste Studie des Weltkli-

Innovative Baustoffe und neue Technologien machen die **Zukunft des Bauens** vielfältig und flexibel.

Sie nutzen Energie effizienter, schonen Klima und Umwelt und helfen den Menschen, gesünder zu leben.

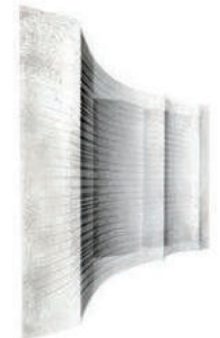
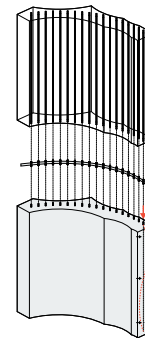
Sie vernetzen die Welt und lösen damit Probleme der Zivilisation.

MINIMALES WOHNEN AM SEE.
2by4-architects verbinden Haus und Natur. Bad und Bett klappen bei Bedarf aus der Wand.



LEICHT UND STABIL
ist der von Barkow-Leibinger verwendete Infraleichtbeton ILB, der eine zusätzliche Isolierung überflüssig macht.

Wände aus Infraleichtbeton werden wie herkömmlicher Beton gegossen, dann zusammengesteckt.



40 %

der Treibhausgasemissionen werden durch Gebäude verursacht.

marats der Vereinten Nationen (IPCC). Die Erkenntnisse, die sich daraus für das Leben gewinnen lassen, sind alarmierend: Das Fortschreiten des Klimawandels könne nur verlangsamt werden, wenn beim Planen und Bauen von Städten und Häusern radikale Veränderungen in Gang gesetzt würden. Die Häuser auf der Welt seien das Umweltproblem Nummer eins. Bis zu 40 Prozent der Treibhausgasemissionen würden in den Industrieländern durch Gebäude und Gebäudetechnik verursacht. Erst dann kämen Emissionen, die durch Verkehr in die Atmosphäre gelangen.

»Häuser mit dicken Dämmplatten zu bekleben, die aus Erdölprodukten hergestellt wurden, reicht da einfach nicht mehr aus«, sagt Professor Klaus Sedlbauer vom Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP. »Man muss von Anfang an nachhaltig bauen statt Häuser nachträglich zu verpacken«, sagt auch der Architekt Christoph Mäckler, der an der Technischen Universität Dortmund Städtebau lehrt. Für Altbauten gibt es hingegen innovative Lehm- und Naturfaserplatten, Dämmstoffe aus Holzschaum oder ein aus der Raumfahrt abgeleitetes unbrennbares Aerogel, das als dünne, luftgefüllte Platte auf Altbaufassaden geklebt werden kann.

Herausforderung Großstadt

— In naher Zukunft leben immer mehr Menschen in Megastädten. 2050 werden es fast drei Viertel der Weltbevölkerung sein. Die Gebäude der Zukunft werden daher optimal an den begrenzten Raum in der verdichteten Stadt angepasst sein müssen, zugleich sollten sie flexibel in der Nutzung bleiben – auch über mehrere Generationen hinweg.

Da es immer mehr Single- und Seniorenhaushalte gibt, entsteht auch in Deutschland eine zunehmende Nachfrage nach Konzepten für minimales Wohnen. Gleichzeitig steht immer weniger Platz für großvolumiges, herkömmliches Bauen zur Verfügung. Nicht nur in den japanischen Ballungsräumen, wo sich Minihäuser seit Jahren in jede kleine Baulücke quetschen, sondern auch bei uns gibt es mittlerweile ernst zu nehmende Konzepte.

Der Italiener Renzo Piano ist einer der berühmtesten Architekten der Welt. Er hat das New York Times Building, Kreuzfahrtschiffe und Kirchen entworfen. Und er ist der gefeierte Architekt von »The Shard« in London, dem mit 310 Metern zweithöchsten Gebäude Westeuropas. Doch auch Renzo Piano sieht die Zukunft des Bauens mittlerweile in kleinen, einfachen und mobilen Konzepten. »Man braucht jeden Tag ein bisschen Zeit für sich allein«, sagt er. »Die Welt ist voll von Informationen und Lärm, davon muss man abschalten, die Stille suchen, in sich hineinhören, meditieren.«

Seine Lösung ist ein Minihaus, das maximal 50000 Euro kostet, nur 3,2 Meter hoch ist und 1,2 Tonnen wiegt. Es lässt sich überall aufstellen, nur Regenrinne und Rollläden müssen noch angeschraubt werden. Auf einer Ebene befinden sich hier Wohnzimmer, Küche und Bad, mit Platz für ein Ausziehbett und einen Tisch. Genügend Raum für ein bedürfnisloses Leben, wie es einst Diogenes im Fass geführt hatte – weshalb Renzo Piano sein Minihaus auch nach dem Philosophen benannt hat. »Diogenes versorgt einen mit dem, was man wirklich benötigt, und mit nichts sonst«, sagt er und meint unter anderem Photovoltaik-Zellen und Solarpaneele für die Gewinnung von Strom.



HÜLLE FÜR DIE NATUR.
Beim »Eden Project« in Cornwall, England, erstreckt sich ein Membrandach über 50 Hektar Regenwald.



THE WALBROOK in London mit Fassadenelementen aus glasfaserverstärktem Kunststoff.

Alle Herausforderungen haben gemein, dass Architekten und Ingenieure in kurzer Zeit Wohnraum bereitstellen müssen. Platzmangel, hohe Grundstückspreise und steigende Energiekosten erfordern ein ständiges Neuerfinden innovativer Bautechniken. Die Materialien der Zukunft müssen zudem recycelbar, energiesparend und schon bei der Herstellung möglichst klimaneutral sein.

Hanf, Jute und Glas machen Beton leicht

— Auf der Internationalen Bauausstellung in Hamburg präsentierte das Berliner Architekturbüro Barkow-Leibinger einen besonders leichten Infralichtbeton (ILB). Darin ist recyceltes Glas enthalten, das Bauteile leicht, aber auch stabil macht. »Grundsätzlich ist es nachhaltiger und ästhetisch weniger fragwürdig, wenn die tragende Struktur ihre Wärmedämmung schon mitbringt und diese nicht nachträglich aufgeklebt wird«, erklärt Frank Barkow die Idee. »Diese monolithische Bauweise hat den Vorteil, dass alle bauphysikalischen Eigenschaften der Fassade in einer Schicht vereint sind, das heißt, es bedarf keiner zusätzlicher Materialien mehr. Zudem fallen die Instandhaltungsmaßnahmen, die bei herkömmlichen Fassaden üblich sind, hier viel einfacher aus.«

Mit Glasfasern, die wir bisher hauptsächlich aus dem Automobil- und Schiffbau kennen, experimentierte auch der englische Stararchitekt Sir Norman Foster, der für sein Projekt »The Walbrook« in London eine Fassade aus geschwungenen, leichten Glasfaserelementen gestaltete. Professor Manfred Curbach von der TU Dresden möchte den Stahl im Beton durch Kohlenstofffasern ersetzen. Denn Carbon rostet nicht, ist extrem belastbar und langlebig. Mit Carbonbeton kann man filigraner bauen, da man Verstärkungen nicht so dick einpacken muss wie bisher den Bewehrungsstahl.

Am Fraunhofer-Institut für Bauforschung in Stuttgart untersucht man hingegen bereits die Möglichkeit, Beton mit Naturfasern wie Hanf, Flachs und Jute zu verstärken. Vorteile wären die natürliche Verfügbarkeit und die einfache Möglichkeit des Recyclings. Naturfasern können nicht nur Beton verstärken, sondern auch Kunststoffe, aus denen dann Bauelemente hergestellt werden. Das ist günstig und umweltverträglich. Am Institut für Tragkonstruktionen und Konstruktives Entwerfen (ITKE) wurde ein Biokunststoff entwickelt, der zu unbrennbaren Fassadenteilen geformt werden kann.

Das BIQ in Hamburg ist ein Gebäude, das in einer zweiten Haut aus Bioalgen steckt. Die Algen wachsen in transparenten Fassadenelementen heran, werden regelmäßig abgesaugt und in einer Biogasanlage in Energie umgewandelt, die dann zur Wassererwärmung des Hauses beiträgt – das BIQ ist sozusagen sein eigener Bioreaktor.

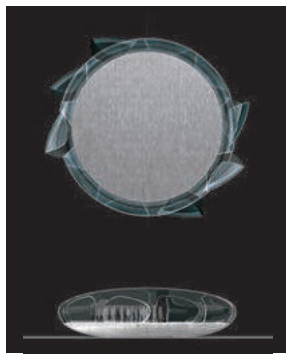
Noch einen Schritt weiter geht der Italiener Stefano Boeri. Er baut zurzeit in Mailand zwei Wohntürme, die vollständig bewaldet und bewachsen sind. Die Bepflanzung bindet CO₂ aus der Luft und erzeugt ein angenehmes Mikroklima um die Türme herum, Geräusche werden gedämpft, Staubpartikel aus der Luft gefiltert.

Fassaden richten sich nach der Sonne

— Möchte man zwischen sich und der Umwelt nur eine dünne Schicht haben, die gerade mal vor Wind und Wetter schützt, bietet sich eine Membrankonstruktion an. Das aktuell größte



R129 orientiert sich an der Form von Tautropfen. Das Haus von Stararchitekt Werner Sobek vereint Kunststoff und Carbon in einer Klimahülle.



LUFTKISSEN machen die Allianz Arena in München einmalig. Die 1056 Kissen können autonom in Rot, Blau oder Weiß beleuchtet werden.

8500

Tonnen CO₂ lassen sich beim Bau eines Holzhauses sparen.

Membrandach wurde von den deutschen Architekten Knippers und Helbig für die EXPO 2010 in Shanghai konstruiert. In Hamburg packten die Architekten von Behnisch & Partner die Europazentrale des Konsumgüterherstellers Unilever in der Hafencity in eine transparente Kunststoffhülle und schufen damit ein Musterbeispiel für nachhaltiges Bauen.

Eine Membrankonstruktion schützt auch das Soft House von Kennedy & Violich in Hamburg. Auf einer beweglichen Textilmembran sind Photovoltaikmodule zur Stromerzeugung angebracht, die sich automatisch zur Sonne ausrichten.

Maximale Transparenz und Rundumsicht zeichnet Werner Sobeks Entwurf R129 aus. Der Stuttgarter Architekt entwickelte eine durchsichtige, blasenförmige Klimahülle aus Kunststoff und Carbon. Auf Knopfdruck kann man die elektrochrome Beschichtung der Hülle von transparent bis zur vollständigen Undurchsichtigkeit verändern. Wände aus luftgefüllten Kissenmembranen geben hingegen der Allianz Arena von Herzog & de Meuron in München ihr besonderes Aussehen.

Glas gilt schon lange als der Hightechbereich in der Bauindustrie. Stabilität, Transparenz, Verdunklung, maximale Licht- und Wärmeausbeute bei nur geringen Energieverlusten vereinen sich hier. Fenster können elektrisch blind geschaltet oder eingefärbt werden und ersetzen so großflächig feste Fassadenelemente und Mauern. Dass auch Hochhäuser aus Glas anspruchsvollsten energetischen Anforderungen der Zeit ge-



AUS ALGEN in der Fassade des BIQ in Hamburg wird Biogas. Später wird damit das Haus geheizt.

nügen können, beweist der Düsseldorfer Architekt Christoph Ingenhoven mit dem Glashaus »1 Blich« in Sydney: Die Fassade des Foyers verfügt über verstellbare Glaslamellen und Glas-Faltelemente, die Frischluft hindurchströmen lassen. Das zentrale Atrium erstreckt sich über die gesamte Gebäudehöhe von 139 Metern. Durch den Kamineffekt entsteht ein natürlicher Luftstrom nach oben, der im Dachbereich ausgeleitet wird. Die Folge ist ein kontinuierlicher Luftwechsel. Großflächige Verglasung und Ökologie sind also kein Widerspruch mehr. »Im Inneren haben wir eine campusähnliche, offene Struktur geschaffen«, sagt Ingenhoven. »Jeder kennt jeden, informelle, zufällige Treffen sind jederzeit möglich.«

Holz – alter Stoff in neuer Form

— Ein Kritikpunkt an moderner Architektur ist immer gewesen, dass Behaglichkeit und Wärme, nach der sich Menschen sehnen, auf der Strecke bleiben. Dem wirkt der Baustoff Holz entgegen, dem in Zukunft wieder eine wachsende Bedeutung zukommt.

Ein günstig erstelltes mehrgeschossiges Haus aus Holz ist das »case study #1« in Hamburg: Module mit quadratischer Grundfläche wurden hier horizontal und vertikal zusammengesetzt und gestapelt. Sie gruppieren sich um einen Schacht für die Haustechnik. Das ganze Gebäude ist so konzipiert, dass die Räume von 45 Quadratmeter großen Mikro-Lofts bis hin zu 140 Quadratmeter großen Makro-Lofts variieren können und sich so stets den Lebensbedingungen und Wünschen ihrer Bewohner anpassen lassen.

Mehrgeschossige Holzhäuser durften früher aus Brandschutzgründen nicht gebaut werden, heute gelten sie dank innovativer Bauteile als sicher. Der »Woodcube« in Hamburg-Wilhelmsburg ist so ein fünfgeschossiges Mehrfamilienhaus mit 900 Quadratmeter Wohnfläche. Bis auf den zentralen Aufzugs- und Treppenhauskern aus Beton besteht die gesamte



EIN ATRIUM von 139 Meter Höhe sorgt im gläsernen Hochhaus »I Bligh« in Sydney von Stararchitekt Christoph Ingenhoven für natürliches Raumklima in allen Etagen.

Tragkonstruktion aus Massivholz. »Die großen Querschnitte der Wände isolieren ausgezeichnet, speichern Wärme und haben ein sehr langsames Abbrennverhalten, sie bieten also einen ausgezeichneten Feuerwiderstand«, erklärt Prof. Karsten Tichelmann von der TU Darmstadt. Beim Bau wurde zudem komplett auf Leim, Holzschutzmittel und andere Bauchemie verzichtet. Das erleichtert einen späteren Rückbau und ermöglicht eine Nachnutzung der Baustoffe. Berechnungen zufolge spart der »Woodcube« bereits in der Bauphase gegenüber einem herkömmlichen Massivhaus 8500 Tonnen CO₂ ein. Die schonende Bauweise erfreut außerdem Bewohner wie Jonathan Holler: »Ich bin Allergiker und Asthmatiker. Mir gefällt das Raumklima hier, ich muss nicht mehr niesen und habe keinerlei allergischen Reaktionen mehr.«

Häuser aus dem 3D-Drucker

— Nicht nur die Baustoffe verändern sich, auch die Baustellen sehen in Zukunft anders aus. In Amsterdam kann man derzeit beispielsweise dabei zusehen, wie ein ganzes Grachtenhaus ausgedruckt wird. Das Architekturbüro DUS lässt die Einzelteile des Gebäudes an Ort und Stelle zusammenstecken. Platz für Kabel und Rohre findet sich in den Wänden. Ein Vorteil eines Hauses aus dem 3D-Drucker soll sein, dass die Bewohner es bei einem Umzug mitnehmen können. Noch aber handelt es sich hierbei um ein Experiment. Das gilt auch für das Druckmaterial: Die Teile des »3D Print Canal House« bestehen aus recyceltem Plastikschratt.

Der österreichische Architekt Peter Ebner hat mit Studenten der University of California, der Huddersfield University in England und der Technischen Universität München bereits



DER WOODCUBE in Hamburg-Wilhelmsburg wurde komplett frei von Schadstoffen gebaut und ist vollständig recycelbar.

ein fertiges Mini-Haus ausgedruckt. Es bietet eine Fläche von 4,6 Quadratmetern und wurde speziell für junge Leute entworfen, die allein leben und selten zu Hause sind. Grundstoff ist ein auf Sand basierender Stoff, der mit einem speziellen Kleber zusammengehalten wird. Das Haus soll so viel Komfort wie möglich bieten – eben Bett, Küche und Bad sowie Stühle, die sich aus dem Boden hochklappen lassen.

Vernetzt und hoch hinaus

— Das Haus der Zukunft, das sich im Idealfall selbst mit Energie versorgt, wird Teil eines intelligenten Stadtnetzes, eines sogenannten Smart Grid, sein. In diesen Netzen werden überschüssige Ressourcen dahin gelenkt, wo sie gerade gebraucht werden, zum Beispiel in die Batterien von Elektroautos. Hinzu kommen neue, intelligente Nahverkehrskonzepte, die sich auf die Bedürfnisse der Bürger einstellen können – so sollen zum Beispiel Staus schon vor dem Entstehen vermieden werden. Welche Vorteile so eine Smart City haben kann, soll man bald in Hamburg erleben können. In einer Kooperation mit dem US-Konzern Cisco Systems, der mit seinen Routern und Switches weltweit die Infrastruktur für das Internet stellt, will die Hansestadt die Straßenbeleuchtung nach Bedarf steuern. Ein »Smart Traffic System« soll Verkehrsströme lenken und optimieren. »Es muss aber sichergestellt sein, dass die dabei anfallenden Datenmengen vor fremdem Zugriff geschützt sind«, warnt Professor Radu Popescu-Zeletin vom Fraunhofer-Institut für Offene Kommunikationssysteme in Berlin. »Denn ohne das Sammeln und Interpretieren der riesigen Datenmengen, die in der vernetzten Stadt anfallen, kann die Smart City nicht optimal funktionieren. Sichere Lösungen sind aber dringend erforderlich, wenn wir in einer von Computern gesteuerten Stadt nicht das Private verlieren wollen.«

Eine geradezu überirdische Vorstellung von der Zukunft des Bauens verfolgt der Amerikaner Elon Musk. Der Gründer von Tesla Motors plant auf dem Mars eine Kolonie für bis zu 80000 Einwohner. Die Reise zum derzeit 92 Millionen Kilometer entfernten Planeten sei technisch machbar, sagt der Milliardär. Ein Vergnügen dürfte das Leben dort freilich nicht werden. Meteoriteneinschläge und hohe Strahlungswerte lassen für Kritiker nur einen Schluss zu: Auf dem Mars sollte man in geschützten Lavahöhlen wohnen. Das Leben in Höhlen aber ist ein Wohnkonzept der Vergangenheit.