betonprisma

Beiträge zur Architektur 57. Jahrgang Ausgabe 111/2021 4,80 €

NACHHALTIGKEIT

1

Nachhaltigkeit

Beton ist so leistungsfähig und vielseitig wie kein anderer Baustoff und beim Bau von Brücken, Tunneln und vielen Gebäuden unersetzlich. Und Beton ist auf dem gesamten Globus zu jeder Zeit und in großer Menge verfügbar. Es gibt also gute Gründe, warum Beton weltweit zu einem so großen Einsatz kommt.

Jährlich werden weltweit rund 13 Milliarden Kubikmeter Beton produziert. Für die Produktion dieser Betonmenge werden jährlich 4.206 Millionen Tonnen Zement verbraucht. Der Anteil der global gesamten Zementindustrie an den CO_2-Emissionen beläuft sich heute auf 6–7 Prozent, der Anteil der europäischen Zementindustrie an den europäischen CO_2-Emissionen auf drei Prozent. Bei einer Zementproduktion in Deutschland von etwa 34 Millionen Tonnen im Jahr 2019 wurden etwa 20 Millionen Tonnen CO_2-Emissionen emittiert. Dies entspricht etwa drei Prozent der gesamten deutschen CO_2-Emissionen.

Beton ist so leistungsfähig und vielseitig, dass dieser Baustoff allein in China in den vergangenen drei Jahren so viel verbaut wurde wie in Amerika im letzten Jahrhundert. Es ist aber nicht nur in China, sondern global und damit auch in Deutschland notwendig, der nach wie vor wachsenden Bevölkerung auf diesem Globus Wohnraum, Städte, Infrastruktur und all das, was der Baustoff Beton leistet, zur Verfügung zu stellen. Was für uns alle heißt: Wenn wir in Zukunft CO_2 stärker vermeiden wollen, dann müssen wir mit weniger Material mehr bauen können. Das ist – natürlich! – eine große Herausforderung.

Im Dezember 2019 hat die EU-Kommission den „Green Deal“ beschlossen, der eine Reduktion der Treibhausgasemissionen auf 50 bis 55 Prozent gegenüber dem Jahr 1990 bis 2030 und eine völlige Klimaneutralität bis 2050 vorsieht. Deutschland steht damit – als Teil Europas – natürlich mit in der Pflicht und soll bis 2045 klimaneutral werden. Entsprechend dieser Ziele wollen auch wir für unsere Industrie die Klimaneutralität erreichen. Das CEMBUREAU, die Vereinigung der Europäischen Zementindustrie, hat die Ziele der CO_2-Reduzierung bei der Zement- und Betonherstellung formuliert: Eine Reduktion bis 2030 ist demnach möglich, wenn wir Klinker, Zemente und Betone weiterhin konsequent optimieren. Für eine klimaneutrale Zement- und Betonindustrie gilt es, teilweise ganz neue Wege bei der Herstellung und Anwendung von Klinker, Zement und Beton zu gehen, Betonbauweisen weiterzuentwickeln und zusätzlich CO_2-Abscheidungstechnologien bei der Zementklinker-Herstellung einzusetzen.

Für die Betonherstellung heißt das: Optimierung von Zusatzstoffen je nach erforderlicher Leistungsfähigkeit des Betons, ein konsequenter Einsatz klinkereffizienter Zemente, die Überprüfung und Anpassung normativer Vorgaben und die klimaneutrale Herstellung und Logistik.
Für das Bauen mit Beton heißt das: Wir müssen Beton möglichst effizient einsetzen. Wie das schon heute geht, zeigen wir in diesem Heft: zum Beispiel durch die Nutzung der thermischen Masse von Beton zur Reduzierung des Energiebedarfs in Gebäuden, den Einsatz von Recyclingbeton und Carbonbeton und die Revitalisierung und Umnutzung von Bestandsbauten.

Ja, die Herausforderungen sind groß. Und ja, wir nehmen die Herausforderungen für das nachhaltige und künftige CO_2-freie Bauen mit Beton an. Auch darüber – so zum Beispiel die CO_2-Roadmap für die deutsche Zementindustrie – lesen Sie in diesem Heft.

Ich wünsche Ihnen viel Spaß bei der Lektüre!

Ulrich Nolting

INHALT

111

1

2

3

4

6 GESPRÄCH
Amandus Samsøe Sattler
Nachhaltigkeit muss wahrnehmbar werden

10 GESPRÄCH
Arno Lederer
Möglichst schwere Gebäude mit wenigen Fensteröffnungen

16 GESPRÄCH
Wiebke Rösler Häfliger
Öffentliche Gebäude werden in Zürich seit 2005 mit Recyclingbeton gebaut

20 BERICHT
CO_2-Roadmap für die deutsche Zementindustrie
In eine CO_2-freie Zukunft

24 STATEMENTS
Architektinnen und Architekten zum Thema Nachhaltigkeit

28 BERICHT
Tanz am Hang
Die John-Cranko-Schule

32 GESPRÄCH
Frank Dehn
Das Stoffsystem Beton

38 BERICHT
Schicht für Schicht
Zwei erste Wohnhäuser aus dem 3D-Drucker in Deutschland

42 GESPRÄCH
Marén Kupke
Das weltweit erste Gebäude aus Carbonbeton in Dresden

46 BERICHT
Recyclingbeton
Zwei Bauwerke setzen Zeichen

50 GESPRÄCH
Markus Stenger
Im Bauch der Maschine

56 BERICHT
Hochschule für Schauspielkunst Ernst Busch in Berlin
Dem Berliner Büro O&O Baukunst ist es gelungen, Neues zu schaffen, ohne das Alte zu zerstören.

62 NACHRUF
Zum Tod von Luigi Snozzi
Architektur und Widerstand

66 SPEKTRUM
68 PROJEKT UND FOTONACHWEIS
69 IMPRESSUM

Amandus Samsøe Sattler

NACHHALTIGKEIT MUSS WAHRNEHMBAR WERDEN

Herr Samsøe Sattler, wie hat sich heute das nachhaltige Bauen im Bewusstsein der breiten Öffentlichkeit etabliert?

Obwohl wir Menschen tagtäglich mit gebauter Umwelt und Architektur leben, haben dennoch nur die wenigsten von uns die Möglichkeit, diese gebaute Umwelt auch direkt zu beeinflussen. Entsprechend verhält es sich mit dem Bewusstsein gegenüber dem Thema nachhaltiges Bauen. Anders als diejenigen, welche in der Baubranche beschäftigt sind, hat die breite Öffentlichkeit sicherlich schon von diesem Thema gehört, verfügt aber nur bedingt über Möglichkeiten, hier auch direkt einzuwirken. Das Thema des nachhaltigen Bauens war also in der breiten Öffentlichkeit bisher weniger präsent. Nicht zuletzt durch die Fridays-for-Future-Bewegung haben heute aber mehr und mehr Menschen verstanden, dass auch das Bauen mit hohen CO_2-Emissionen verbunden ist und dass sich hier etwas ändern muss. Es gibt jetzt also zwar ein höheres Bewusstsein dafür, doch kann die Bevölkerung nicht mehr tun, als hier eine Änderung einzufordern.

Wie hat sich das Bewusstsein bei privaten Bauherren geändert?

Es gibt ein Bewusstsein, was aber noch lange nicht heißt, dass dann auch anders gebaut wird. Auch ich habe schon erlebt, dass nach langen Gesprächen mit privaten Bauherren über das nachhaltige Bauen am Schluss dann doch ganz konventionell gebaut wurde.

Wie schätzen sie die weitere Entwicklung des nachhaltigen Bauens ein?

Die Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen (DGNB) hat in den letzten Jahren einiges an Aufbauarbeit geleistet und wir wissen heute sehr viel über das nachhaltige Bauen. Dieses Wissen können wir von nun an weiter ausbauen, das bereits Praxiserprobte noch optimieren. Und wir sind sicherlich aufgefordert, zu hinterfragen, ob und wie wir in Zukunft nicht auch anders wirtschaften, vielleicht auch weniger Wachstum akzeptieren könnten, um nachhaltiger zu agieren. So gibt es beispielsweise für die weitere Nutzung unserer Bestandsbauten immer noch zu wenig Akzeptanz. Doch wenn wir neu bauen, müssen wir untersuchen, ob es nicht auch andere Möglichkeiten in Sachen Bauweisen gibt: Ob wir mit mehr Rezyklaten oder nachwachsenden Materialien arbeiten, die konventionellen Bauweisen noch weiter verbessern oder auch weniger Material einsetzen können.

Und wir müssen natürlich auch unseren Bestrebungen um Nachhaltigkeit und den Systemwandel, den wir anstreben, eine Erscheinung, ein Gesicht, geben. Nachhaltigkeit muss wahrnehmbar werden. Hier geht es nicht nur um die Frage, wie unsere Gebäude aussehen, sondern vielmehr ebenso um das, was in ihnen auch sinnlich erlebbar wird. Wenn wir eine nachhaltige Zukunft haben wollen, sollten wir diese auch gestalten. Wir müssen überlegen, wie Menschen unter welchen Bedingungen leben können und wollen. Es dreht sich nicht immer nur

Amandus Samsøe Sattler, Dipl.-Ing. Univ. Architekt, ist Direktor und Gründungspartner des Architekturbüros Allmann Sattler Wappner Architekten in München. In seiner Arbeit setzt er sich mit der Zukunft des Bauens, der Wechselwirkung zwischen Architektur und Gesellschaft sowie der Verantwortung für Ästhetik und Nachhaltigkeit auseinander. Amandus Sattler ist seit 2015 Mitglied im Präsidium, seit 2020 Präsident der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen DGNB e.V. Sattler lehrt u.a. am Cologne Institute of Architectural Design der Technische Hochschule Köln, an der Akademie der Bildenden Künste in München, der École Nationale Supérieure d'Architecture in Nancy und der Hochschule Augsburg.

1 Ein Monolith aus Sichtbeton: Der Neubau des Bürogebäudes von Blocher Partners in Stuttgart wurde 2011 von der DGNB mit Platin zertifiziert.

um die ästhetische Gestaltung von Oberflächen. Es handelt sich nicht darum, ob wir eine Oberfläche in Beton in eine in Holz verwandeln. Die Ästhetik des Systemwandels wechselt nicht nur das Material, sondern auch unsere Lebensformen, unser soziales Zusammenleben, unser Wohnen. Gibt es nur das eine System, das uns die Immobilienwirtschaft anbietet (Bauen für die Rendite, nicht für den Bedarf), oder brauchen wir nicht doch andere Systeme? All dies sind Aspekte, die auch mit Ästhetik und Baukultur zu tun haben.

Sie sagten kürzlich, dass Architekten das Thema der Nachhaltigkeit zu lange den Ingenieuren überlassen haben.

Die Ingenieure können natürlich wichtige Impulsgeber auf dem Weg zum nachhaltigen Bauen sein. Wir brauchen aber auch eine Ausbildungsoffensive in den Architekturbüros, so dass wir uns nicht nur auf das Know-how der anderen verlassen müssen. Es wäre gut, wenn sich Architektinnen und Architekten hier mehr Wissen über das nachhaltige Bauen aneignen würden. So haben wir in unserem Büro nur eine Mitarbeiterin, die bei der DGNB als Consultant ausgebildet wurde. Wir haben aber 130 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Wir arbeiten an 20 bis 30 Projekten gleichzeitig. Die erforderliche Beratung kann ein Einzelner nicht leisten. Diese Stabsstelle könnte man mit fünf bis 10 Consultants besetzen. Die große Zukunft sehe ich darin, dass Nachhaltigkeit immer weniger

„Wir müssen unseren Bestrebungen um Nachhaltigkeit und den Systemwandel, den wir anstreben, eine Erscheinung, ein Gesicht, geben.“

1

1 - 3 Das UNIQUE[3] ist ein umgenutzter, denkmalgeschützter Gebäudekomplex der ehemaligen Siemens-Niederlassung in Saarbrücken aus dem Jahr 1965. Das Ensemble aus einem sechsgeschossigen Bürohaus, einem Casino und Werkstätten galt nach seiner Aufgabe 2010 zunächst als energetisch nicht sanierbar und stand lange leer. Das von Hauser und Luft Architekten aus Saarlouis revitalisierte Gebäude wurde für den Deutschen Nachhaltigkeitspreis Architektur 2021 nominiert. In dem ehemaligen Bürohaus entstanden 41 großzügige Wohnlofts mit Raumhöhen von ca. 3,70 m und ansprechenden konstruktiven Details, wie den freigelegten Stahlbetonrippendecken.

technisch, also nicht nur von Ingenieuren geprägt sein wird, sondern immer mehr als architektonische Aufgabe, als gesellschaftliches, soziales und ökologisches Projekt gesehen wird.

Kürzlich wurde die Initiative „Phase Nachhaltigkeit“ ins Leben gerufen. Welche Zielgruppen werden mit dieser Initiative mit welchen Angeboten angesprochen?

Im Rahmen der gemeinsam mit der Bundesarchitektenkammer (BAK) gegründeten Initiative sollen Architektur- und Stadtplanungsbüros stärker die Transformation der aktuellen Planungs- und Baukultur hin zum nachhaltigen Bauen auf den Weg bringen. Die Intention ist, den Dialog mit dem Bauherrn mittels eines einfachen Werkzeugs in Gang zu setzen, um die Planung und Ausführung eines Projekts unter die Zielsetzung der Nachhaltigkeit zu stellen. Dafür wurden sechs Themenfelder und Unterziele definiert, die während der Planungsphase immer wieder gemeinsam angeschaut und bewertet werden sollen. Aktuell nehmen über 140 Büros an dieser Initiative teil. Auf unseren Roadshows stellen wir immer wieder fest, dass das Interesse daran sehr groß ist und die Teilnehmer viele Fragen haben.

Die Initiative „Klimaneutrale Städte und Gemeinden“ wurde ebenfalls kürzlich gegründet. Welche Ziele verfolgt sie?

Städte und Gemeinden sind im Moment unter großem Handlungsdruck, weil sie die von der Politik gesetzten Klimaziele einzuhalten haben. Unsere Intention ist es, einen übergeordneten Erfahrungsaustausch zu ermöglichen, um zu unterstützen und mit unserem Expertenwissen Orientierung und Empfehlung zu geben.

Wie bewegen Sie die Menschen dazu, bei der DGNB mitzumachen?

In Zukunft wollen wir nicht nur Bauherren ansprechen, die sich für ein Zertifikat interessieren. Wir wollen alle Menschen – also auch Nichtmitglieder – inspirieren, überzeugen und begeistern, so dass sie das nachhaltige Bauen mit unterstützen. Dafür stellen wir ihnen unser Wissen kostenfrei zur Verfügung. Natürlich hoffen wir, mit diesen guten Angeboten auch neue Mitglieder gewinnen zu können, denn wir sind ja ein Verein, der sich über die Beiträge seiner Mitglieder finanziert. Ca. 20 Prozent von ihnen sind heute Architektinnen und Architekten. Zum Glück werden wir in der letzten Zeit immer mehr. Aktuell verzeichnen wir einen deutlichen Mitgliederzuwachs, was uns sehr freut.

Vor dem Hintergrund Ihrer persönlichen Erfahrungen gefragt: Was würden Sie anderen Büros in Sachen DGNB-Zertifizierung – und natürlich auch in Sachen DGNB-Mitgliedschaft – empfehlen?

Die DGNB ist ein Verein von Experten. Sie ist die wichtigste Organisation in Deutschland, die das Thema für das Planen und Bauen verfolgt. Eine Zertifizierung ist sicherlich ein gutes Hilfsmittel, um die Qualität eines Gebäudes zu verbessern und zu bestätigen. Aber ja doch: Ich würde allen Büros unbedingt empfehlen, Mitglied zu werden. Das tut nicht weh, kostet nicht die Welt – und die Mitarbeit im Verein bringt einem Wissen und macht viel Freude.

Herzlichen Dank für das Gespräch!

www.dgnb.de

„Die große Zukunft sehe ich darin, dass Nachhaltigkeit immer weniger technisch, also nicht nur von Ingenieuren geprägt sein wird, sondern immer mehr als architektonische Aufgabe, als gesellschaftliches, soziales und ökologisches Projekt gesehen wird.“

2

3

Arno Lederer

MÖGLICHST SCHWERE GEBÄUDE MIT WENIGEN FENSTERÖFFNUNGEN

1 Der Erweiterungsbau der Württembergischen Landesbibliothek in Stuttgart wurde mit dem Architekturpreis Beton 2020ausgezeichnet. Damit der Erweiterungsbau nicht als eigenständiger Baukörper, sondern als Erweiterung des mit Sichtbeton in feiner Bretterschalung gestalteten Altbaus in Erscheinung tritt, wurde diese Sichtbetonbauweise beim Neubau fortgesetzt. Die helle Sichtbetonfassade ist als Ortbetonschale mit einer Kerndämmung vor die tragenden Betonwände gehängt. Die Schalung wurde aus sägerauen Brettern hergestellt und mit Zementschlämme vorgealtert.

Herr Prof. Lederer, wie haben Sie als Architekt die bisherige Entwicklung des nachhaltigen Bauens erlebt?

Die Entwicklungen des nachhaltigen Bauens erlebt man als Architekt zunächst einmal dadurch, dass die Vorschriften strenger werden. Die praktische Arbeit wird schon lange durch Verordnungen und Regularien bestimmt, wie etwa durch die Wärmeschutzverordnung von 1976 oder das heute gültige Gebäudeenergiegesetz. Für uns gehört es zum Alltag, diese Vorgaben gemeinsam mit Fachingenieuren umzusetzen.

Und natürlich haben wir alle – denken wir an die Gründung des Club of Rome 1968 – ein Bewusstsein dafür entwickelt, umsichtiger mit unserer Welt umzugehen. Wir müssen eine Perspektive finden, die es uns ermöglicht, die Dinge auch zukünftig weiter zu verbessern. Nachhaltiges Bauen ist aber – genau betrachtet – nichts Neues. Denn Fragen des Klimas und des Umgangs des Gebäudes mit Witterung und Wärme haben die Menschheit seit jeher beschäftigt. Denken wir hier beispielsweise an die alten Schwarzwaldhäuser, bei denen die Wohnstube durch die im darunter liegenden Stall untergebrachten Tiere erwärmt wurde. Es gab schon immer Techniken, mittels derer sich die Menschen vor Kälte und Wärme geschützt haben. Und es gab schon immer Überlegungen dazu, wie ein Entwurf den möglichst idealen Verhältnissen von Grundriss, Flächen und Außenwänden entsprechen kann.

Das Kunstmuseum Ravensburg war das erste nach dem Passivhaus-Standard zertifizierte Kunstmuseum. Welchen Maximen folgten Sie hier?

Unsere Idee des nachhaltigen Bauens fokussiert weniger auf zum Beispiel die Möglichkeiten der solaren Energiegewinnung als vielmehr auf dicke Wände. Wir machen möglichst schwere Gebäude, die Temperaturen relativ lange halten können. Auch das ist nichts Neues. Bis ins 19. Jahrhundert hinein wurde so gebaut. Und noch heute schätzen wir an diesen alten Bauwerken, dass sie im Sommer lange kühl bleiben. Diese trägen Häuser, wie wir sie bezeichnen, folgen dem klugen Prinzip, keinen raschen Temperaturwechseln zu unterliegen. Und sie bedürfen keiner technischen Apparaturen, mit deren Hilfe Temperaturen ständig nachreguliert werden. Dieses Prinzip des Bauens verfolgen wir bereits seit den 1980er

Jahren – was auch in Zusammenhang mit den damaligen Forderungen des Club of Rome steht. So besteht die zweischalige Außenwand des Kunstmuseums Ravensburg aus einer tragenden Betonmauer, einer 24 Zentimeter starken Wärmedämmung und einer äußeren Schale aus gebrauchtem Klinker, der von einem abgebrochenen belgischen Kloster stammt.

Und Sie verzichten auf Fenster.

Wir sind der Überzeugung, dass es richtig ist, mit möglichst wenigen Fensteröffnungen zu bauen. Denn geschlossene Wände verfügen über eine Haltbarkeit von 100 bis 200, ja sogar bis zu 300 Jahren. Fenster verfügen dagegen längst nicht über eine solche Nachhaltigkeit. So tauschen wir heute beispielsweise jene aus den 1960er und 1970er Jahren aus. Darüber hinaus müssen sie gereinigt und mit Verschattungselementen versehen werden. So scheint es vernünftig zu sein, Öffnungen im Haus nur dort zu haben, wo sie wirklich benötigt werden, und wo dies nicht der Fall ist, mit relativ stabilen Wandkonstruktionen aus Ziegel oder Beton zu arbeiten und diese zu dämmen.

Im Februar wurde Ihr Büro für den Erweiterungsbau der Württembergischen Landesbibliothek in Stuttgart mit dem Architekturpreis Beton 2020 ausgezeichnet. Im Wettbewerbsentwurf hatten Sie eine Sandsteinfassade vorgeschlagen.

Im Wettbewerb hatten wir tatsächlich eine Fassade aus Sandstein vorgesehen, um den Natursteinfassaden der nahe gelegenen Staatsgalerie und des Hauses der Abgeordneten zu entsprechen. Später gelangten wir dann aber zu der Überzeugung, dass wir die Fassade des Neubaus an die des Altbaus der Landesbibliothek von Horst Eduard Linde – fertiggestellt 1970 – anpassen sollten, die mit Sichtbeton und Kupfer gestaltet ist. Die Betonfassade des Erweiterungsbaus ist ja dann auch sehr schön geworden.

Die Fassade wurde in Ortbeton realisiert.

Wir legten ganz besonderen Wert darauf, diese Fassade mit einer Brettschalung zu gestalten. Das Bauen mit Ortbeton ist im Prinzip ja ein zweifacher Prozess: Zunächst wird ein Verschalungsbau aus Holz geschaffen, in den dann der Beton verbaut wird. Erst nach der Entfernung des Holzes wird der eigentliche Guss sichtbar. Diese Zweiphasigkeit ermöglicht es, auch später noch den handwerklichen Vorgang des Bauens nachempfinden zu können. Man sieht die Oberfläche des Betons – und erspürt gleichzeitig, wie diese entstanden ist. Die Wahrnehmung einer Ortbetonoberfläche ist also niemals ein rein visueller, sondern immer auch ein ästhetischer Prozess, der mehrere Sinne gleichzeitig anspricht: Man sieht sie – und weiß zugleich um den handwerklichen Vorgang ihrer Herstellung, man weiß, wie sie sich anfühlt, weiß um den Geruch der Materialien Holz und Beton. Wir glauben schon, dass dies ein sehr angenehmes Empfinden ist.

Prof. Arno Lederer studierte Architektur an der Universität Stuttgart und der TU Wien. Nach Stationen in verschiedenen Büros machte er sich 1979 selbstständig, ab 1985 in Bürogemeinschaft mit Jórunn Ragnarsdóttir, ab 1992 mit Marc Oei. Seit 2012 ist er Geschäftsführender Gesellschafter der LRO Lederer Ragnarsdóttir Oei GmbH & Co. KG. Arno Lederer war 1985–1990 Professor für Konstruieren und Entwerfen an der Fachhochschule für Technik in Stuttgart. 1990 folgte er dem Ruf an die Universität Karlsruhe und übernahm den Lehrstuhl für Baukonstruktion und Entwerfen; 1997–2005 war er Leiter des Lehrstuhls für Gebäudelehre an der dortigen Architekturfakultät. 2005–2014 leitete er das Institut für öffentliche Bauten und Entwerfen an der Universität Stuttgart.

Recherche

1

„Ich finde, dass die Zusammenarbeit mit jemandem, der auch Freude an dem Prozess und an dem Ergebnis des Bauens mit Beton hat, ganz wichtig ist. Solchen Menschen bin ich sehr dankbar.“

Kommt es beim Bauen mit Beton immer noch auf das Handwerkliche an?

Aber natürlich! Als junger Architekt erfuhr ich von einem älteren Kollegen, bei dem ich gelernt habe, wie es gelingt, besonders feine und scharfkantige Stützen und Ecken aus Beton zu fertigen: Man legte eine Schnur in die Ecken der Schalung. Nachdem der Beton in diese eingefügt worden war, quoll die Schnur auf und löste sich nach Entfernung der Schalung von selbst ab. Im Resultat erhielt man so eine schöne scharfkantige Ecke. Dies sind Techniken, um die wir heute leider nicht mehr wissen, die aber beispielsweise die so schöne Betonarchitektur des Schweizer Bildhauers und Architekten Walter Maria Förderer kennzeichneten. Der Polier auf der Baustelle des Erweiterungsbaus, ein älterer Herr, mit dem ich mich unterhalten habe, hat sich riesig darüber gefreut, dass ich mich mit ihm über diese Feinheiten des Betongießens unterhalten konnte. Ich finde, dass die Zusammenarbeit mit jemandem, der auch Freude an dem Prozess und an dem Ergebnis des Bauens mit Beton hat, ganz wichtig ist. Solchen Menschen bin ich sehr dankbar.

Welche Rolle spielt der Faktor der „ästhetischen Nachhaltigkeit“?

Wenn ein Gebäude über eine ästhetische, eine gestalterische Qualität verfügt, dann wird es – wie wir aus der Baugeschichte wissen – auch erhalten. Dies ist ein weiterer wichtiger Beitrag zur Nachhaltigkeit und müsste uns sehr viel öfter zu denken geben. Aber auch hier bin ich zuversichtlich. Ein Haus ist ja wie ein Kleid oder Anzug – und kein Mensch kauft sich hässliche Kleidung und läuft damit langfristig herum. Wir haben es hier jedoch auch mit einem kulturellen Problem zu tun. In den 1950er und 1960er Jahren verfügte in Deutschland jeder über eine Wohnfläche von 25–28 Quadratmetern, heute sind wir bei 48 Quadratmetern. Die Menschen damals waren aber auch nicht unglücklicher als wir heute. Wenn wir also mit höheren Qualitäten weniger Fläche schaffen, könnte auch das eine Lösung sein, um Baumassen einzusparen. Es ist also eine Frage des Anspruchsdenkens. Hier gilt es, die Ansprüche von der Quantität in die Qualität umzulenken.

Vor welchen Herausforderungen steht das Bauen mit Beton Ihrer Ansicht nach?

Ein wesentlicher Punkt ist natürlich, dass es gelingt, den CO_2-Anteil des Zements in Zukunft zu senken. Zudem ist es sicherlich erstrebenswert, künftig auch in Deutschland mehr mit Recyclingbeton arbeiten zu können. Und schließlich wünschen wir uns, mit Dämmbeton auch wieder an die große Architektur anschließen zu können, welche die 1960er Jahre auszeichnete: das monolithische Bauen und Gießen auch gekrümmter Flächen.

Sie haben zehn Jahre lang an der Universität Stuttgart das Institut für öffentliches Bauen und Entwerfen geleitet. Im Oktober 2014 hielten Sie Ihre Abschiedsvorlesung. Vermissen Sie die Lehre, Ihre Studierenden?

Nein, eigentlich vermisse ich sie nicht. Ich habe wahnsinnig gerne unterrichtet und auch viel von meinen Studierenden gelernt. Aber es gibt Zeitpunkte, an denen man feststellt, dass man auch etwas anderes machen kann. Meine Frau und ich erleben gerade einen solchen: Gemeinsam mit einem unserer Söhne, der auch Architekt ist, werden wir ein kleines Büro in Berlin gründen. Aus dem großen Stuttgarter Büro werden wir uns zurückziehen, aber natürlich weiterhin beratend mit dabei sein. Wir fangen also noch einmal da an, wo ich 1979 begonnen habe. Man muss vorwärts sehen und nicht rückwärts.

Herzlichen Dank für das Gespräch!

www.archlro.de

Seiten 12/13 Blick in die Bibliothek. Eine großzügige Treppenanlage erschließt im **1** zentralen Foyer des Erweiterungsbaus der Württembergischen Landesbibliothek die Obergeschosse. Im gesamten Innenbereich erfolgte die Schalung handwerklich mit sägerauen Brettern auf Trägerschalung. **2** Das Kunstmuseum Ravensburg war das erste nach Passivhaus-Standard zertifizierte Kunstmuseum. Die weitgehend fensterlose zweischalige Außenwand besteht aus einer tragenden Betonmauer, einer 24 cm starken Wärmedämmung und einer äußeren Schale aus gebrauchtem Klinker, der von einem abgebrochenen belgischen Kloster stammt.

Wiebke Rösler Hä iger

ÖFFENTLICHE GEBÄUDE WERDEN IN ZÜRICH SEIT 2005 MIT RECYCLINGBETON GEBAUT

Frau Rösler Häfliger, Zürich will zur 2000-Watt-Stadt werden. Was bedeutet das? Welche Ziele verfolgt die 2000-Watt-Gesellschaft?

Zürich ist eine Stadt mit hoher Lebensqualität, die wir erhalten und ausbauen wollen. Dazu gehört auch, dass die Menschen Energie und Ressourcen nachhaltig nutzen. Die Stadt Zürich will ihren Beitrag zum Klimaschutz leisten. Das Ziel der 2000-Watt-Gesellschaft ist es, Energie und Ressourcen nachhaltig und global gerecht einzusetzen und die Treibhausgas-Emissionen zu reduzieren. Bereits 2008 haben sich die Stimmberechtigten der Stadt in einer Volksabstimmung klar zur 2000-Watt-Gesellschaft und zur Nachhaltigkeit bekannt und diese in der Gemeindeordnung verankert. Nachhaltig bedeutet, dass der weltweite Energiekonsum nicht zunehmen darf und die Treibhausgas-Emissionen so weit verringert werden, dass sich das Weltklima um höchstens 2° C erwärmt. Die Vision der 2000-Watt-Gesellschaft wurde vor 15 Jahren an der ETH Zürich geboren: Ressourcen und Energieträger sollen nachhaltig genutzt und eine global gerechte Verteilung gewährleistet werden.

Das Amt für Hochbauten erstellt und erneuert Bauten im Dienst der Stadt Zürich. Dabei spielen auch die Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft eine Rolle. Was heißt das für das Bauen?

Das Amt für Hochbauten hat den Auftrag, die Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft bei städtischen Bauvorhaben umzusetzen. Aufbauend auf dem Masterplan Energie wurden für die Planung und Realisierung städtischer Bauvorhaben die „7-Meilenschritte“ erarbeitet, welche die Ziele des nachhaltigen Bauens definieren. Anhand dieser Meilenschritte werden für jedes Bauvorhaben spezifische Anforderungen für solches Bauen definiert. Diese werden im jeweiligen Projekthandbuch festgehalten und bilden für die Projektbeteiligten eine verbindliche Arbeitsgrundlage. Sie fördern eine nachhaltige Entwicklung des städtischen Gebäudeparks über den gesamten Lebenszyklus gemäß der Empfehlung für nachhaltiges Bauen im Hochbau.

Aus Gründen der guten technischen Eigenschaften von Beton baut die Stadt Zürich ihren Hochbaubestand größtenteils mineralisch und ist heute Pionierin beim Bauen mit Recyclingbeton.

Lange vor der aktuellen Klimadebatte und bevor die Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft 2008 in der Zürcher Gemeindeverordnung verankert wurden, kam bei stadteigenen Gebäuden schon Recyclingbeton zum Einsatz. Fachleute des Amts für Hochbauten haben sich bereits vor rund 20 Jahren mit viel Pioniergeist für die Verwendung von umweltschonenden Baumaterialien engagiert. Ein frühes Beispiel ist das Schulhaus Im Birch von 2002, ein aktuelles der 2020 fertiggestellte Erweiterungsbau des Kunsthauses Zürich von David Chipperfield Architects. Seit 2005 werden städtischen Vorgaben entsprechend alle öffentlichen Gebäude der Stadt mit Recyclingbeton errichtet. Ungefähr 90 Prozent des verbauten Betons ist Recyclingbeton.

Recyclingbeton schont in erster Linie die Ressourcen. Das große Thema sind heute aber die Treibhausgas-Emissionen beziehungsweise „Netto-Null“. Was unternimmt die Stadt Zürich in dieser Hinsicht?

Seit dem Jahr 2015 wird CO_2-reduzierter Zement eingesetzt. Das ist heute die mit Abstand wirksamste Methode, um den Treibhausgas-Fußabdruck von Gebäuden zu verringern. Die Stadt Zürich verwendet dafür

1 Blick in die zentrale Halle des Erweiterungsbaus des Kunsthauses Zürich. Mit der von David Chipperfield entworfenen lichtdurchfluteten Architektur wurde die Idee der Zürcher Kunstgesellschaft, ein Museum des 21. Jahrhunderts zu schaffen, in einer puristisch-eleganten Form von hoher Ausstrahlungs- und Anziehungskraft umgesetzt. Die Fertigstellung erfolgte 2020, die Eröffnung findet im Herbst 2021 statt.

Wiebke Rösler Häfliger, Direktorin des Amts für Hochbauten der Stadt Zürich.

1

2

die Zementart CEM III/B, bei der ein Teil des konventionellen Klinkers durch Hüttensand ersetzt wird. Bei der bereits erwähnten Kunsthaus-Erweiterung konnten so die Treibhausgas-Emissionen um rund 10 Prozent reduziert werden. Im Sinne von Netto-Null zu bauen ist aber eine große und komplizierte Aufgabe für die ganze Bauwirtschaft. Denn treibhausgasneutral hergestellte Baustoffe und speziell auch treibhausgasneutraler Beton sind heute nicht verfügbar. Dies ist eine der beträchtlichen Herausforderungen für wachsende Städte wie Zürich.

Wie stellt die Stadt Zürich Planerinnen und Planern Informationen zum nachhaltigen Bauen zur Verfügung?

Die Stadt Zürich engagiert sich in der praxisnahen Forschung zum nachhaltigen Bauen und unterstützt solche Arbeiten mit einem speziellen Forschungsfonds. Die Resultate dieser Arbeiten – auch im Zusammenhang mit dem Baustoff Beton – sind grundsätzlich öffentlich verfügbar. So ist zum Beispiel eine Studie zur Ökobilanz ausgewählter Betonsorten online zugänglich, wie auch der Online-Betonsortenrechner, mit dem die Umweltauswirkungen unterschiedlicher Zementarten oder von Recyclingbeton einfach berechnet werden können.

Sie haben in der Stadt Zürich sogar eine sogenannte Musterwand für Recyclingbeton aufgebaut. Was hat es damit auf sich?

Als Folge der langjährigen Entwicklungs- und Förderungsarbeit durch das Amt für Hochbauten hat sich in der Stadt eine fortschrittliche Praxis in Bezug auf die Verwendung von rezykliertem Abbruch- als Ausgangsmaterial für Beton (RC-Beton) entwickelt. Nach wie vor bestehen allerdings teilweise Vorbehalte: Das ökologische Potenzial dieser Maßnahmen ist zwar unbestritten, doch wecken die ästhetischen Konsequenzen gelegentlich auch Bedenken. Dabei sind diese durchaus überschaubar. Betonfarbe und -helligkeit, Homogenität, Einschlüsse, gewünschte und/oder unerwünschte Verarbeitungsspuren: Mithilfe der Musterwand wird es möglich, den Einfluss von Gesteinskörnung (natürlicher Primärkies, Recycling-Granulate aus Beton- bzw. Mischabbruch) und Zementtyp (CEM II/B resp. CEM III/B) auf den fertigen Beton miteinander zu vergleichen. Mit der RC-Beton-Musterwand beim Werkhof Bederstraße können Planerinnen und Planer wie auch Bauherren verschiedene Beton-Qualitäten und Oberflächenbehandlungen im direkten Vergleich beurteilen. Die Grundlagen und Konsequenzen der Verwendung von Recyclingbeton werden zudem in dem Faltblatt „Beton konkret“ dokumentiert. Musterwand und Faltblatt stehen der Öffentlichkeit zur Verfügung und wurden in der Fachwelt und von einem breiten Publikum mit großem Interesse aufgenommen. Sie leisten damit einen wichtigen

Beitrag dazu, dass Recyclingmaterialien heute noch selbstverständlicher und breiter eingesetzt werden und Stoffkreisläufe geschlossen werden können.

Welche Anforderungen stellt das Amt für Hochbau der Stadt Zürich künftig an den bei Hochbauten eingesetzten Recyclingbeton?

Der Beton der Zukunft muss technisch und gestalterisch mindestens das Gleiche können wie heute. Er muss statisch leistungsfähiger sein, um weniger Materialverbrauch zu ermöglichen, dazu dauerhafter sein – auch mit Blick auf die Bewehrungskorrosion, damit der Unterhalts- und Instandsetzungsbedarf maximal reduziert wird, und er muss nach wie vor einfach und konstant gut zu verarbeiten sein. Darüber hinaus hat das Baustoffrecycling künftig selbstverständlich zu sein, was heißt, dass der Beton der Zukunft „automatisch" einen möglichst hohen Anteil an recycelten Baustoffen enthält. Und schließlich hat der eingesetzte Zement energieoptimiert hergestellt und klimaneutral zu sein.

Zu den neuesten Gebäuden, bei denen Recyclingbeton zum Einsatz kommt, gehört der Erweiterungsbau des Kunsthauses Zürich. Inwiefern ist dieses Gebäude wegweisend?

Die Kunsthaus-Erweiterung ist ökologisch wegweisend, weil hier der Gesamtenergiebedarf und die CO_2-Emissionen im Vergleich zu anderen Museumsbauten maßgeblich reduziert werden. Da die Stadt Zürich Teil der Bauherrschaft ist, sind bei diesem Neubau auch die politischen Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft mit eingeflossen. So wirkt sich die kompakte Gebäudeform positiv auf die Bilanz der grauen Energie aus. Dank des günstigen Verhältnisses zwischen Gebäudehülle und -volumen konnte der Materialeinsatz optimiert und damit die graue Energie reduziert werden. Zudem bestehen über 90 Prozent des verbauten Betons aus Recyclingbeton mit CO_2-reduziertem Zement. Mit seiner massiven Bauweise und der ausgezeichneten Wärmedämmung sorgt das Gebäude von sich aus für ein ausgeglichenes Klima im Innenraum. Den größten Einfluss darauf haben die Besucher. Sie bringen Wärme und Feuchtigkeit hinein. Wegen der empfindlichen Sensoren in jedem Raum „merkt" das Gebäude, wenn sich Personen darin aufhalten, und sorgt mit einer raffinierten Steuerung und Technik dafür, dass für die empfindlichen Kunstwerke immer die richtigen Bedingungen herrschen. Für die Temperatur-Regulierung ist ein ausgeklügeltes Rohrsystem in den Decken und Wänden verantwortlich, das den Räumen je nach Bedarf Wärme zuführt oder entzieht. Dies geschieht mittels hocheffizienter Wärmepumpen, die via Erdsonden den Untergrund des Baus als Wärme- und Kältespeicher nutzen. Der eingesetzte Strom stammt ausschließlich aus schweizerischen Wasserkraftwerken. Es wird keine fossile Energie eingesetzt. Es freut mich natürlich, dass es uns gelungen ist, ein derart perfektes ökologisches Gebäude zu schaffen.

Herzlichen Dank für das Gespräch!

www.stadt-zuerich.ch/nachhaltigesbauen

„Seit 2005 werden städtischen Vorgaben entsprechend alle öffentlichen Gebäude der Stadt mit Recyclingbeton errichtet. Ungefähr 90 Prozent des verbauten Betons ist Recyclingbeton."

3

4

1 Mit dem kompakten Volumen des Erweiterungsbaus erfährt der Heimplatz in Zürich eine städtebauliche Aufwertung. **2** Blick in die Sammlung Monet im alten Teil des Kunsthauses Zürich, dem Moser-Bau von 1910. Die Erweiterung lehnt sich in Form und innerer Organisation an den bewährten Museumsbau von Karl Moser an. **3** + **4** Mit der Recyclingbeton-Musterwand am Werkhof Bederstraße in Zürich können Planerinnen und Planer wie auch Bauherren verschiedene Beton-Qualitäten und Oberflächenbehandlungen im direkten Vergleich beurteilen.

CO_2-Roadmap für die deutsche Zementindustrie

AUF DEM WEG IN EINE CO_2-FREIE ZUKUNFT

Die Zementindustrie in Deutschland und damit die gesamte Wertschöpfungskette von Zement und Beton stehen auf dem Weg zur Klimaneutralität vor großen Herausforderungen. Der Verein Deutscher Zementwerke (VDZ) hat deshalb im November 2020 die Studie „Dekarbonisierung von Zement und Beton – Minderungspfade und Handlungsstrategien“ veröffentlicht. Sie stellt eine CO_2-Roadmap für die deutsche Zementindustrie dar und beschreibt mögliche Szenarien und Rahmenbedingungen auf dem Weg zur Klimaneutralität.

Zement wird maßgeblich aus Kalkstein hergestellt, der in Steinbrüchen gewonnen und in Drehöfen zu Zementklinker gebrannt wird. Beim Brennprozess wird prozess- und brennstoffbedingt CO_2 freigesetzt. Das prozessbedingte CO_2 entsteht bei der Calcinierung des Kalksteins zu Branntkalk, einer Vorstufe des Zementklinkers, während das brennstoffbedingte hingegen aus dem Einsatz der Brennstoffe resultiert.

Insgesamt sind zwei Drittel der CO_2-Emissionen prozessbedingt, ein Drittel ist brennstoffbedingt. Während die brennstoffbedingten CO_2-Emissionen beispielsweise durch höhere Biomasseanteile in den Brennstoffen reduziert werden können, sind die prozessbedingten CO_2-Emissionen der Klinkerherstellung mit den heute verfügbaren Technologien nicht minderbar. Vor diesem Hintergrund kommt dem effizienten Einsatz des Klinkers im Zement und letztlich in der gesamten Wertschöpfungskette eine besondere Bedeutung zu.

In Zahlen ausgedrückt ist die Herstellung einer Tonne Zement in Deutschland mit Emissionen in Höhe von rund 600 kg CO_2 verbunden – es entstehen dabei rohstoffbedingte Prozessemissionen von etwa 400 kg CO_2 und brennstoffbedingte Emissionen von rund 200 kg CO_2. Bei einer Zementproduktion in Deutschland von etwa 34 Millionen Tonnen im Jahr 2019 wurden daher etwa 20 Mlliionen Tonnen CO_2-Emissionen emittiert. Dies entspricht etwa drei Prozent der gesamten deutschen CO_2-Emissionen; der Anteil der globalen Zementproduktion an den weltweiten anthropogenen CO_2-Emissionen beläuft sich auf 6–7 Prozent.

CO_2-Emissionen seit 1990 bereits um knapp 25 Prozent reduziert

Seit 1990 ist es den deutschen Zementherstellern gelungen, die CO_2-Emissionen sowohl spezifisch als auch absolut in einer Größenordnung von 20–25 Prozent zu verringern. Entscheidend für diese Minderungserfolge waren neben Verbesserungen der thermischen Effizienz vor allem zwei Faktoren: die oben erläuterte Senkung der Klinkergehalte im Zement (Steigerung der Klinkereffizienz) und der verstärkte Einsatz von klimaneutralen biomassehaltigen Alternativbrennstoffen, durch die fossile Energieträger mehrheitlich ersetzt wurden.

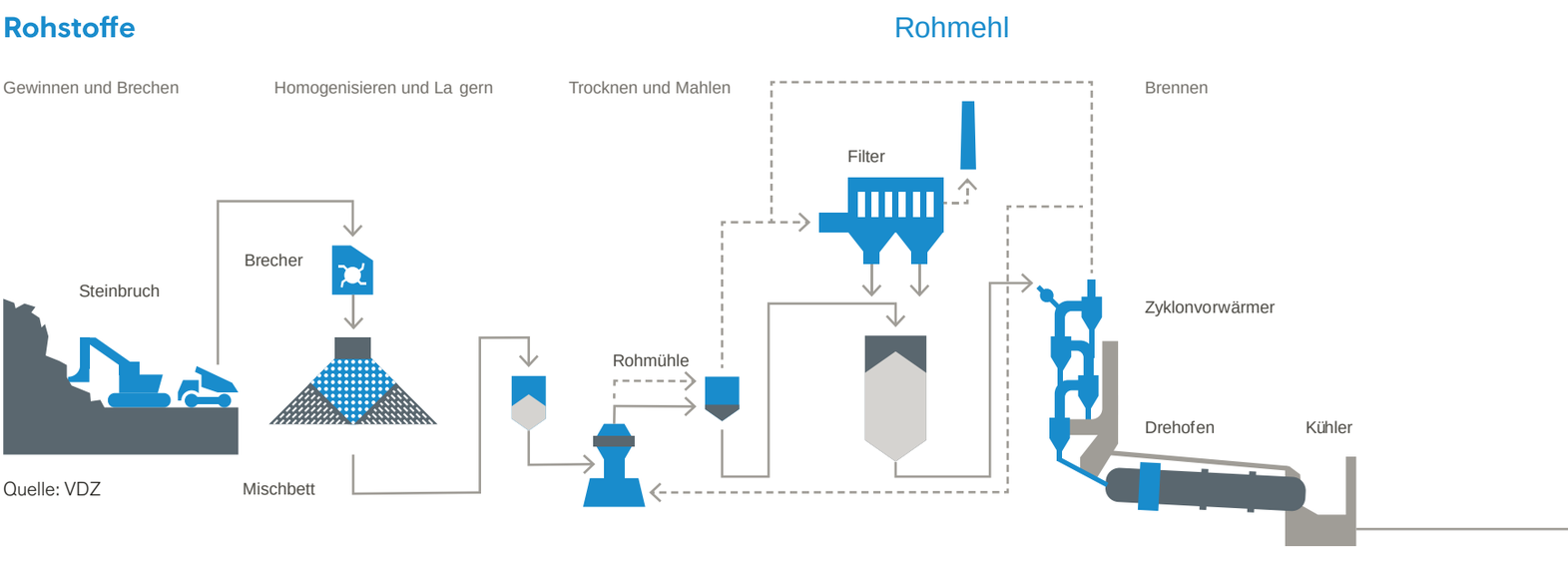
Bei der weiteren Minderung ihrer CO_2-Emissionen stößt die Zementindustrie allerdings zunehmend an Grenzen. Mit konventionellen Maßnahmen haben die deutschen Zementhersteller ihren CO_2-Fußabdruck bereits erheblich verringert. Auf dem Weg zur Klimaneutralität werden darüber hinaus aber neuartige Technologien und Innovationen eine entscheidende Rolle spielen. Hierdurch werden sich die Herstellungsprozesse und die Betonbauweise ganz grundlegend verändern. Vor allen Dingen zeigt die Studie, dass das Ziel der Klimaneutralität nur mithilfe der Abscheidung von CO_2 im Zementwerk und dessen Nutzung bzw. Speicherung („Carbon Capture and Utilisation/Storage“ – CCUS) zu erreichen sein wird.

Vor diesem Hintergrund beschreibt die Studie zwei mögliche Dekarbonisierungspfade bis zum Jahr 2050: ein ambitioniertes Referenzszenario und ein Szenario Klimaneutralität.

Ambitioniertes Referenzszenario

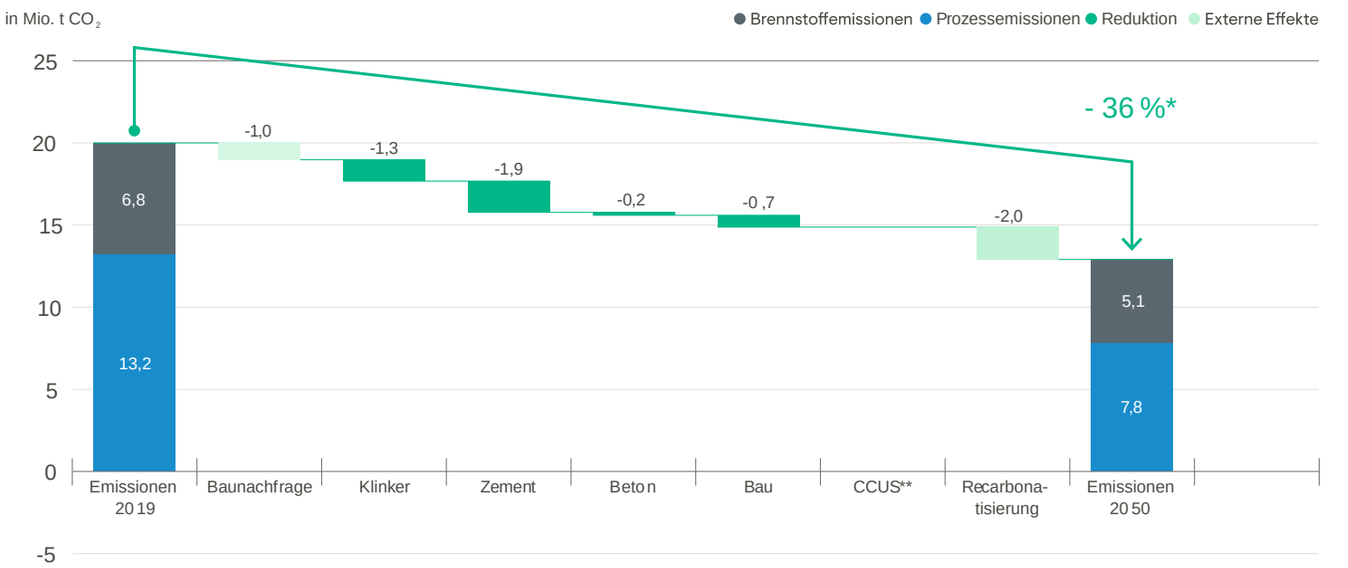
Das ambitionierte Referenzszenario basiert im Kern auf dem Einsatz heute verfügbarer CO_2-Minderungstechnologien, legt hierbei jedoch sehr anspruchsvolle Annahmen zugrunde, wie

Prozess der Zementherstellung



Quelle: VDZ

Ambitioniertes Referenzszenario – CO_2-Minderung bis 2050



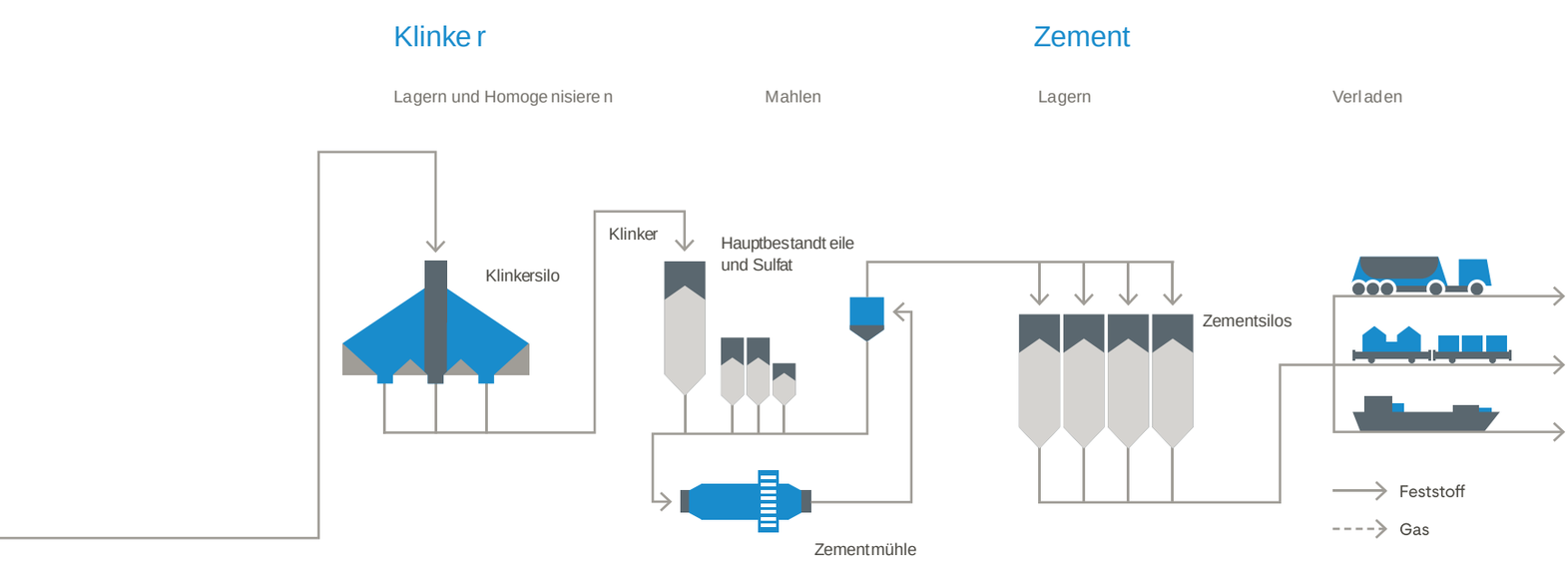
* Davon ca. 21 % Minderung durch Maßnahmen der Wertschöpfungskette. Die verbleibenden Emissionen werden durch den erwarteten Rückgang der Baunachfrage sowie den Beitrag der Recarbonatisierung reduziert.

** CCUS: Carbon-Capture-Technologien mit dem Ziel der Vermeidung von CO_2-Emissionen in die Atmosphäre durch CO_2-Speicherung (CCS) und geeignete Verfahren zur CO_2-Nutzung (CCU).

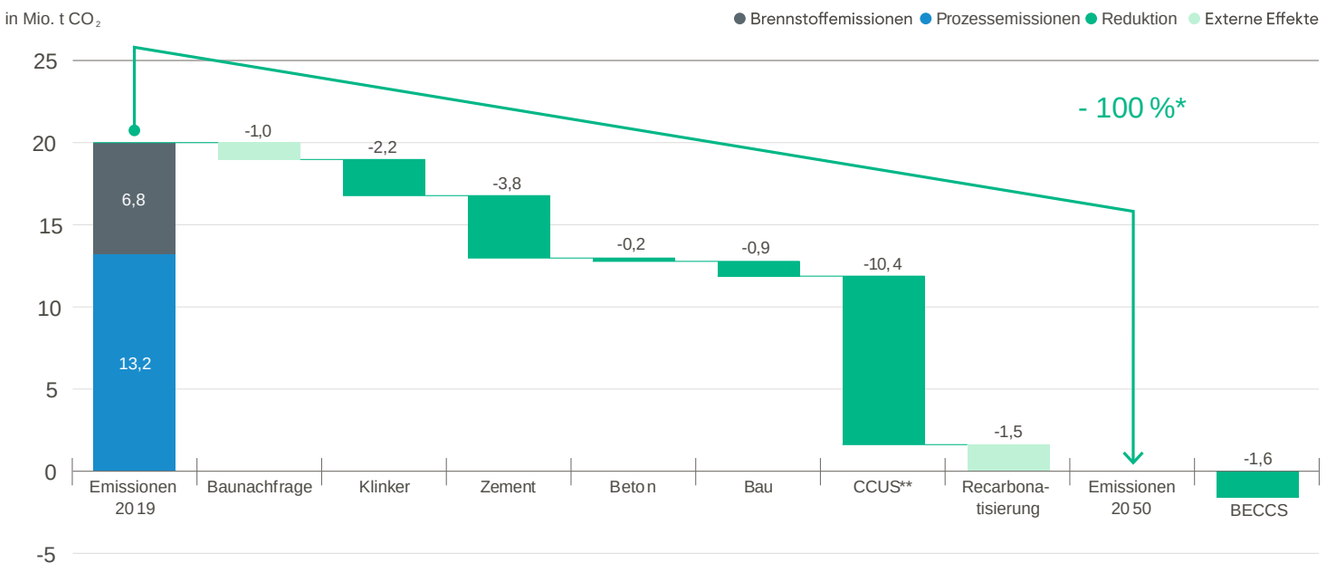
Quelle: VDZ

Die Normung neuer CO_2-effizienter CEM II/C-Zemente wird in Kürze abgeschlossen sein. Mit einem Klinkeranteil zwischen 50 und 65 Prozent werden diese Zemente deutlich zur CO_2-Minderung beitragen.

beispielsweise den breiten Einsatz von neuen CO_2-effizienten CEM II/C-Zementen, deren Normung in Kürze abgeschlossen sein wird. Mit einem Klinkeranteil zwischen 50 und 65 Prozent kann diese neue Zementart bereits deutlich zur CO_2-Minderung beitragen. Zudem führen Weiterentwicklungen der Betonbauweise im Sinne der Ressourceneffizienz zu Materialeinsparungen und damit auch in einem gewissen Umfang zur CO_2-Reduzierung. Das ambitionierte Referenzszenario ist somit keineswegs als „business-as-usual“-Pfad zu verstehen. Bis zum Jahr 2050 wird dadurch eine erhebliche Minderung der CO_2-Emissionen um 36 Prozent gegenüber 2019 und sogar um ca. 50 Prozent gegenüber 1990 erzielt.



Szenario Klimaneutralität – CO_2-Minderung bis 2050



* Davon ca. 88 % Minderung durch Maßnahmen der Wertschöpfungskette. Die verbleibenden Emissionen werden durch den erwarteten Rückgang der Baunachfrage sowie den Beitrag der Recarbonatisierung reduziert.

** CCUS: Carbon-Capture-Technologien mit dem Ziel der Vermeidung von CO_2-Emissionen in die Atmosphäre durch CO_2-Speicherung (CCS) und geeignete Verfahren zur CO_2-Nutzung (CCU).

Quelle: VDZ

Annahmen zum Technologiemix in den Szenarien bis 2050

Ambitioniertes Referenzszenario		Szenario Klimaneutralität
• Thermische Effizienz: + 13 % • Alternative Brennstoffe: 85 % (davon 35 % Biomasse) • 15% Regelbrennstoffe • Ohne CCUS		• Thermische Effizienz: + 13 % • Alternative Brennstoffe: 90 % (davon 35 % Biomasse) • 10% Wasserstoff • Einsatz von CCUS
• Fokus auf CEM II/C • Klinker-Zement-Faktor 63 % • Ohne neue Bindemittel		• Fokus auf CEM II/C und CEM VI • Klinker-Zement-Faktor 53 % • 5 % Marktanteil neue Bindemittel
• Differenzierter Zementeinsatz im Beton je nach Anforderungsprofil		• Differenzierter Zementeinsatz im Beton je nach Anforderungsprofil
• Weiterentwicklung der Betonbauweise • Ausbau der Industrialisierung		• Weitere Materialeinsparungen, z. B. neue Betonbauweisen (u. a Carbonbeton, additive Fertigung) • Weitere Industrialisierung
• Recarbonatisierung von 20 % der Prozessemissionen		• Recarbonatisierung von 20 % der Prozessemissionen

Quelle: VDZ

Eine Dekarbonisierung von Zement und Beton bis 2050 ist möglich.

Szenario Klimaneutralität
Das Szenario Klimaneutralität geht über das ambitionierte Referenzszenario hinaus und stößt damit an die Grenzen des aus heutiger Sicht technisch Machbaren. Der wesentliche Unterschied gegenüber dem Referenzszenario ist die zusätzliche Anwendung von Breakthrough-Technologien, die zum Teil erst zur industriellen Reife weiterentwickelt werden müssen. Hierzu zählen etwa die Markteinführung und Anwendung von CEM VI-Zementen mit einem Klinkeranteil von weniger als 50 Prozent und der Einsatz von Wasserstoff als Energieträger. Außerdem werden weitere Effizienzsteigerungen und Innovationen in der Herstellung und Anwendung von Beton angenommen. Schließlich erfordert das Szenario Klimaneutralität auch die Abscheidung von CO_2 und dessen anschließende Nutzung und Speicherung (CCUS).

Es gibt bereits heute viele Möglichkeiten der CO_2-Nutzung. Allerdings kann CO_2 nur mit einem hohen Energieaufwand zu anderen Stoffen umgewandelt werden. Die hierfür benötigte Energie muss daher in ausreichendem Umfang und vor allen Dingen CO_2-frei verfügbar sein. Mit Blick auf das Ziel der Klimaneutralität wird daher in den nächsten Jahrzehnten auch die Speicherung von CO_2 unabdingbar sein, solange die Potenziale zur Nutzung von großen CO_2-Mengen sowie die Verfügbarkeit grünen Stroms begrenzt sind. Neben den technologischen Voraussetzungen sind für CCUS darüber hinaus auch entsprechende politische und gesellschaftliche Rahmenbedingungen unerlässlich.

Im Szenario Klimaneutralität wird bereits bis 2030 eine CO_2-Minderung von rund 27 Prozent gegenüber 2019 (ca. 55 Prozent gegenüber 1990) erreicht. Erste CCUS-Demonstrationsanlagen im industriellen Maßstab werden hierzu im Jahr 2030 einen Beitrag in Höhe von 1 Million Tonnen CO_2 leisten. Bis 2050 wird die deutsche Zementindustrie im Szenario Klimaneutralität unter Ausschöpfung aller verfügbaren CO_2-Minderungsoptionen entlang der Wertschöpfungskette – inklusive externer Effekte – zu einer vollständige Minderung der CO_2-Emissionen gelangen. Dabei werden jährlich rund 10 Millionen Tonnen CO_2 durch den flächendeckenden Einsatz von CCUS-Technologien reduziert werden. Durch die Verwendung biomassehaltiger Brennstoffe bei gleichzeitiger CO_2-Abscheidung (BECCS) können zusätzlich rund 1,6 Millionen Tonnen CO_2 aus der Atmosphäre entnommen werden. Rechnerisch werden die Gesamtemissionen somit um mehr als 100 Prozent verringert.

Als externe Effekte, die nicht direkt beeinflussbar sind, werden die natürlich stattfindende CO_2-Aufnahme im Beton (Recarbonatisierung) sowie ein leichter Rückgang der Betonnachfrage bis 2050 in beiden Szenarien berücksichtigt.

Voraussetzungen für Klimaneutralität
Die Zementindustrie in Deutschland übernimmt Verantwortung und ist bereit, ihren Beitrag für eine klimaneutrale Zukunft zu leisten. So konzentriert sie sich auf die Herstellung von klinkereffizienten Zementen und arbeitet mit allen Beteiligten entlang der Wertschöpfungskette daran, dass diese ihren Weg in den Markt und damit zur Anwendung im Beton finden. Gleichzeitig richtet sie ihr Augenmerk auf die CO_2-Abscheidung. Diese Technologie ist zwar nicht neu, sie muss aber von ihr erst im großen Maßstab erprobt und umgesetzt werden. Nach umfangreichen Vorarbeiten und Forschungsvorhaben ist die Zementindustrie jedoch heute schon in der Lage, die CO_2-Abscheidung in die industrielle Anwendung zu führen. Sie setzt damit auch maßgebliche Impulse für den Anlagenbau, mit dem sie in enger Zusammenarbeit die neuen Technologien vorantreibt.

Die Studie zeigt aber auch deutlich, dass die Zementindustrie diesen Kraftakt nicht allein schultern können wird. Sie benötigt dafür die Mitwirkung der gesamten Wertschöpfungskette, angefangen mit dem Anlagenbau und den Betonherstellern über die bauausführende Industrie bis hin zu Planerinnen und Planern sowie Architektinnen und Architekten. Daneben bedarf es eines wirksamen politischen Instrumentenmixes, der eine wettbewerbsfähige Produktion CO_2-armer Zemente und Betone in Deutschland ermöglicht und gleichzeitig Märkte für diese Produkte entstehen lässt, obwohl sie in der Herstellung in der Regel deutlich teurer sein werden als konventionell produzierte Alternativen.

Besonderes Augenmerk gilt auch hier der CO_2-Abscheidung. Aus technischer Sicht wird es ohne die notwendige Infrastruktur – etwa für eine flächendeckende Nutzung CO_2-freien Stroms oder den Transport von CO_2 und Wasserstoff – nicht möglich sein, diese Transformation erfolgreich zu gestalten. Gemeinsam mit der Politik müssen hier entscheidende Voraussetzungen geschaffen werden. Letztlich müssen auch die Menschen vor Ort und die Gesellschaft insgesamt dazu bereit sein, die technischen und wirtschaftlichen Veränderungen mitzutragen, damit die tiefgreifende Dekarbonisierung der Industrie gelingen und das Ziel einer klimaneutralen Gesellschaft erreicht werden kann.

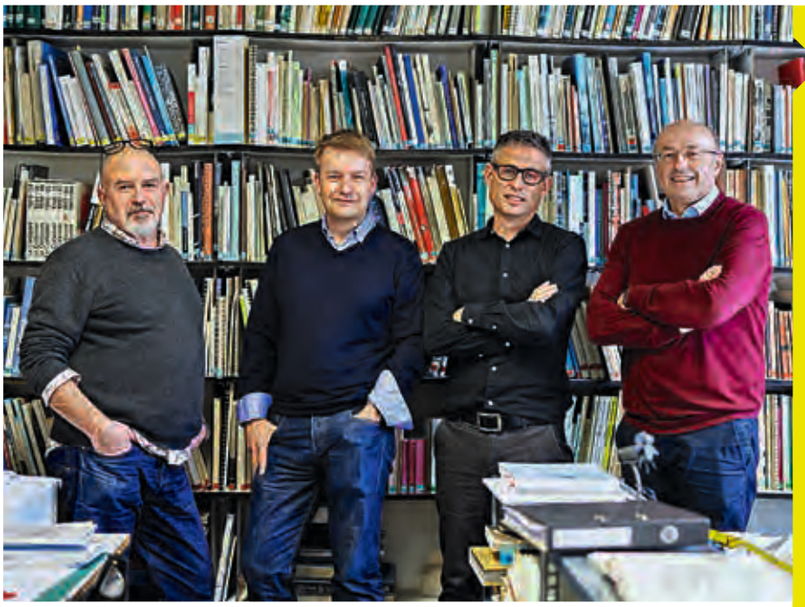
Dr. Martin Schneider ist Hauptgeschäftsführer des Vereins Deutscher Zementwerke e.V. (VDZ) und Geschäftsführer der European Cement Research Academy (ECRA).

Die gesamte VDZ-Studie „Dekarbonisierung von Zement und Beton – Minderungspfade und Handlungsstrategien“ ist unter https://vdz.info/dekarbonisierung online abrufbar.

Voraussetzungen und Handlungsfelder für Klimaneutralität

Quelle: VDZ

Nachhaltig bauen …



Franco Petterino, Florian Lünstedt, Gabriel Borter und Gianni Chini (v.l.n.r.)

Atelier 5 Architekten und Planer AG
Nachhaltig bauen heißt für unser Büro heute: nicht nur auf den künftigen Primärenergieverbrauch und die Werte der grauen Energie einzelner Bauteile zu schielen, denn das ist heute eine Selbstverständlichkeit. Nachhaltig sind Bauten insbesondere auch dann, wenn ihr Konzept alt werden kann, wenn sie dauerhaft ihren nicht nur materiellen Wert und ihre Berechtigung behalten, wenn sie relevant bleiben und immer wieder neu entdeckt werden können.

Bauen mit Beton ist für unser Büro nachhaltig, weil Beton als der gegossene Stein natürlich ein äußerst dauerhaftes Material ist, das – richtig eingesetzt – wunderbar patiniert; weil Beton immer noch die Gestalt und den Raum prägende Eigenschaften mit sich bringt, die so kein anderes Material aufweist; weil die hohe thermische Speichermasse von Beton wunderbar dazu beitragen kann, Gebäude mit reduziertem Energie- und Technikaufwand zu planen.

Besondere Herausforderungen des nachhaltigen Bauens sind für uns heute, in der Kombination mit allen möglichen baurechtlichen Vorgaben mit einem Wust unterschiedlichster Anforderungen umzugehen und dies alles sinnvoll unter einen Hut zu bringen – und dabei noch spannungsvolle zeitlose Architektur zu kreieren, die wiederum auch noch langfristig nachhaltig bleibt.

Tobias Wulf

wulf architekten gmbh
Nachhaltig bauen heißt für unser Büro heute: jede Entscheidung auf ihre ökologische Relevanz zu überprüfen.

Bauen mit Beton ist für unser Büro nachhaltig, weil Beton dauerhaft ist und Energie sowie Rohstoff speichert.

Besondere Herausforderungen des nachhaltigen Bauens sind für uns heute: solche Gebäudestrukturen zu realisieren, die noch in 100 Jahren oder länger stehen, unterschiedliche Nutzungen aufnehmen können und in den Rohstoffkreislauf zurückgeführt werden.

betonprisma bat Architektinnen und Architekten um drei kurze Statements zum Thema Nachhaltigkeit:

Volker Staab

Staab Architekten GmbH
Nachhaltig bauen heißt für unser Büro heute: langlebige Gebäude zu entwerfen, die vielfältig nutzbar sind, ohne dabei eigenschaftslos zu sein.

Bauen mit Beton ist für unser Büro nachhaltig, weil er interessante Möglichkeiten für robuste Strukturen bietet. Wir entwickeln derzeit hochflexible und zugleich ausdrucksvolle Gebäudetypologien, für die sich Beton als Grundstruktur gut eignet.

Besondere Herausforderungen des nachhaltigen Bauens sind für uns heute die Optimierung der Baumaterialien hin zu einem minimierten CO_2-Ausstoß bei der Produktion wie auch zu einer verbesserten Kreislauffähigkeit. Gerade beim Beton hoffen wir sehr darauf, dass sich Gebäude aus diesem vielseitigen Material bald mit einer besseren CO_2-Bilanz realisieren lassen.

Marc Hehn (l) und Christian Pohl (r)

Hehn & Pohl Architekten BDA Partnerschaft mbB
Nachhaltig bauen heißt für unser Büro heute: ganzheitlich zu denken, um eine zukunftsfähige Planung auf allen Ebenen zu gewährleisten.

Bauen mit Beton ist für unser Büro nachhaltig, weil das Material aufgrund seiner Vielfalt, insbesondere auch wegen der ingenieurtechnischen Weiterentwicklungen (zum Beispiel Recyclingbeton, Infraleichtbeton, Glasfaserbeton) oft das richtige Material sein kann.

Besondere Herausforderungen des nachhaltigen Bauens sind für uns heute, dass sowohl die ökologische Relevanz als auch die Lebenszyklen der in der Bauwirtschaft eingesetzten Materialien – von den Rohstoffen über die Produktfertigung und Verwendung bis hin zum Recycling – immer noch zu wenig Beachtung finden. Dies gilt im Rahmen aller Phasen des Bauens, von der Planung bis hin zu Abriss und Recycling. Eine neutrale Zertifizierung von Produkten, Baustoffen, Leistungen etc. nach klar definierten Kriterien ist deshalb erforderlich.

Christine und Thomas Steimle

Steimle Architekten GmbH
Nachhaltig bauen heißt für unser Büro heute: die Baustoffe intelligent einzusetzen.

Die gezielte Auswahl regionaler, wenig unterschiedlicher und umweltverträglicher Materialien schont die Ressourcen. Sie lassen sich bei intelligenter Fügung wieder in den Stoffkreislauf zurückführen. Ebenso kann beim Einsatz von Dämmbeton auf lästige Verklebungen und Dämmschichten verzichtet werden, da der monolithische Aufbau aus Dämmbeton hier Fassade, Dämmung und Tragwerk in einem ist.

Bauen mit Beton ist für unser Büro nachhaltig, weil wir gerne mit robusten, zeitlosen und langlebigen Materialien arbeiten. Nachhaltigkeit wird zunächst durch eine einfache konstruktive Fügung und durch die Verwendung nachhaltiger Materialien erzeugt. Nachhaltig ist aber auch der klar strukturierte Baukörper selbst, der eine maximale innenräumliche Flexibilität – auch im Hinblick auf zukünftige Umnutzungen – ermöglicht und zugleich einen direkten und damit äußerst wirtschaftlichen Lastabtrag zulässt. Darüber hinaus kommt bei unseren Projekten auch Recyclingbeton zum Einsatz.

Besondere Herausforderungen des nachhaltigen Bauens sind für uns heute, dass es gilt, für alle unsere Projekte jeweils individuell eine angemessene Lösung zu finden.

Generell versuchen wir, die Technik, für deren Produktion, Instandhaltung und Entsorgung ein hoher Energieverbrauch einzukalkulieren ist, auf ein Minimum zu reduzieren. Beton dient in unseren Projekten als wichtige Speichermasse, wodurch in Kombination mit ausreichend gewählten Gebäudeöffnungen zur natürlichen Belüftung der Räume meist auf eine zusätzliche maschinelle Klimatisierung verzichtet werden kann. Auf diese Weise werden für das Gebäude die Anfälligkeiten und der Wartungsaufwand verringert und dessen Lebenszyklus verlängert.

Peter Haimerl

Peter Haimerl . Architektur
Nachhaltiges Bauen heißt für unser Büro heute: kein neues Land zu verbauen.

Bauen mit Beton ist für unser Büro nachhaltig, weil dieser einer der wenigen Baustoffe ist, deren Belastbarkeit mit den Jahren zunimmt, und weil Beton ein Baustoff ist, der nie aus der Mode kommt und deshalb lange benutzt wird.

Besondere Herausforderungen des nachhaltigen Bauens sind für uns heute die unzähligen Möglichkeiten, Kombinationen und Anforderungen der Normen und Bauregeln, die nachhaltiges Bauen praktisch unmöglich machen. Die Entstehungsenergie und die Nebeneffekte bei der Herstellung sind in Wirklichkeit aber nicht kalkulierbar und machen die Diskussion über Nachhaltigkeit oft zur Farce.

Arno Lederer

LRO Lederer Ragnarsdóttir Oei GmbH & Co. KG
Nachhaltig bauen heißt für unser Büro heute: dass Architektur dauerhaft ist und lange hält. Dies bezieht sich nicht nur auf das Material, sondern ist auch eine Frage der Gestalt und Ästhetik.

Bauen mit Beton ist für unser Büro nachhaltig, weil man zum einen durch das Material klimatechnische Trägheiten hinbekommt und zum anderen die Oberflächen des Gegossenen besonders schön sind.

Besondere Herausforderungen des nachhaltigen Bauens? Das ist eher eine kulturelle Frage. Es hat etwas mit Fleiß, Einsatz und Liebe zur Architektur zu tun.

Frank Barkow und Regine Leibinger

B-L Barkow Leibinger Partnerschaft von Architekten mbB
Nachhaltig bauen heißt für unser Büro heute: die Integration des Themas in den Entwurf nicht „erst“ bei den Energie- und Haustechnik-Konzepten zu beginnen, sondern schon bei der Wahl des Materials für die Konstruktion und den Überlegungen zu effizienten Bauweisen auf der Grundlage von Vorfertigung.

Bauen mit Beton ist für unser Büro nachhaltig, weil wir das Material Beton gemeinsam mit unseren forschenden Partnern weiterdenken. In Zusammenarbeit mit Mike Schlaich haben wir den Prototyp für ein Hochhaus aus Infraleichtbeton entwickelt, dessen geschwungene, bis zu 60 Zentimeter dicke Wandscheiben ohne zusätzliche Dämmung auskommen. Mit Werner Sobek haben wir Szenarien für eine Architektur mit Gradientenbeton entworfen – eine Bauweise, die auf radikale Material- und damit Massenersparnis setzt.

Besondere Herausforderungen des nachhaltigen Bauens sind für uns heute, dass wir als Architekten nur zu gerne neue Wege gehen würden, um der Klimakrise und Materialverknappung zu begegnen, die rechtlichen, versicherungstechnischen und organisatorischen Hürden für Innovationen im Bauwesen dabei aber weiterhin fast unüberwindbar hoch sind. Gute Ideen gibt es reichlich, Bedenken („Das haben wir ja noch nie gemacht …“) leider nicht minder viele.

Tanz am Hang

DIE JOHN-CRANKO-SCHULE IN STUTTGART

Deutschlands wohl berühmteste Ballettschule erhält ein neues Zuhause. Die John-Cranko-Schule in Stuttgarts Kulturmeile ist ein beeindruckendes Raumkunstwerk. Getragen vom Land Baden-Württemberg und der Stadt Stuttgart, beheimatet sie die Ballettschule der Württembergischen Staatstheater und der staatlichen Ballettakademie.

Allein das Raumprogramm hatte es in sich: 40 Doppelzimmer für die Schülerinnen und Schüler der John-Cranko-Schule, zudem Gemeinschaftsräume, Küche, Speisesaal und Verwaltung. Dazu das Eigentliche: vier kleine Ballettsäle von je 135 Quadratmetern und vier große von je 210 Quadratmetern. Und schließlich die Probebühne: groß wie die des Stuttgarter Opernhauses mit Platz für 196 Zuschauer. All das galt es, an einem Ort zu organisieren, der allein schon eine Herausforderung für Baumeister darstellt: an einer jener Stuttgarter Halbhöhenlagen, unmittelbar oberhalb der alten Staatsgalerie, auf dem Gelände eines unterirdischen und denkmalgeschützten Wasserwerks. Sechs der geladenen Büros verzichteten daher darauf, überhaupt einen Entwurf einzureichen. Die Verbliebenen, darunter Zaha Hadid, Henning Larsen oder die Berliner Sauerbruch Hutton, bearbeiteten die anspruchsvolle Bauaufgabe mit völlig unterschiedlichen Ansätzen. Eine Lösung überzeugte schließlich die Jury des Architektenwettbewerbs von 2011: der Entwurf des Büros Burger Rudacs Architekten aus München.

Organisation ist alles

Birgit Rudacs und Stefan Burger hatten einen terrassenförmigen Bau entwickelt, der den Höhenunterschied von immerhin 21 Metern unangestrengt überwindet. Ausgangspunkt war der unterirdische Probensaal auf Höhe der Urbanstraße, den Kopf der Anlage – „oben“ an der Werastraße – bildet hingegen das Internat. Dazwischen treppen sich kubische Tanzsäle ab. Im Grunde steht hier ein zehnstöckiger Neubau von 13.000 Quadratmetern Grundfläche, der lässig gegen den Hang gelehnt wurde. Er besticht durch klare Organisation, elegante Proportionen und die hochwertige Ausführung in Sichtbeton. Von wegen Halbhöhenlage, das hier ist High-End. „Wir fanden es spannend, die unterschiedlichen Funktionen und Bereiche in eine Großform zu integrieren“, sagen Birgit Rudacs und Stefan Burger. „Entwerferisch ist das Stuttgarter Projekt eigentlich wie eine große Plastik gedacht, eine gegossene Großskulptur also. Für uns war die Materialisierung in sichtbar bleibendem Ortbeton die unmittelbarste und letztlich kräftigste Umsetzung dieses Entwurfsgedankens.“ Was aber war die zentrale Idee? Am ehesten ist sie in der klugen Organisation von Räumen und Raumfolgen zu sehen, die wiederum konstruktive Herausforderungen mit sich brachte. Nehmen wir die große Probebühne für 196

„Entwerferisch ist das Stuttgarter Projekt eigentlich wie eine große Plastik gedacht, eine gegossene Großskulptur also. Für uns war die Materialisierung in sichtbar bleibendem Ortbeton die unmittelbarste und letztlich kräftigste Umsetzung dieses Entwurfsgedankens.“

1 Die John-Cranko-Schule beherbergt ein stolzes Raumprogramm: vier kleine Ballettsäle von je 135 Quadratmetern und vier große von je 210 Quadratmetern.

Zuschauer. Obwohl von außen nichts von ihr zu sehen ist, bildet sie den Ausgangspunkt, von dem sich alles Weitere ableitet, stützenfrei wie die kleineren Tanzsäle darüber. Schwarz. Eine Black Box, 24 auf 30 Meter groß, die keine Unterzüge zuließ, sondern nur Überzüge – die tragenden Wandscheiben der Ballettsäle darüber. Das Ergebnis der hochkomplexen Kraftverläufe: Die kleineren Kuben bilden keine zusätzliche Belastung für die Probebühne an der Basis, im Gegenteil stabilisieren sie das Ensemble.

„Wir mögen es sehr, wenn das Organisationsprinzip eines Grundrisses möglichst klar und ablesbar ist. Das muss dann nicht unbedingt streng sein. Es stört uns aber auch nicht, wenn es doch streng wird“, meinen Burger Rudacs Architekten. Ein aufwendiges Spiel, das „ein Haus mit unterschiedlichsten Funktionen“ entstehen lasse, „die sich gegenseitig stützen, aber schöner und interessanter als mehrere Häuser nebeneinander, die allesamt monofunktional sind.“ Bei diesem Projekt gab es viele Klippen, welche sie umschiffen – oder besser: integrieren – mussten: Schallschutz, Brandschutz, die Haustechnik in Verbindung mit einer anspruchsvollen Statik und schließlich noch hohe Anforderungen an den Sichtbeton. Sie selbst sagen dazu trocken: „Es war sehr herausfordernd.“

„Wenn man das Konstruktionsmaterial schon schätzt, warum sollte man es dann verkleiden, verstecken?“

Material ist alles

Zur klaren Struktur kommt ein ebensolches Material: zweischaliger Sichtbeton Klasse 4 mit innenliegender Kerndämmung, aufgehellt durch die Zugabe von Titandioxid. „Nein“, lacht Stefan Burger, „wir haben keinen Tadao-Ando-Beton“, aber doch ziemlich guten. So war der Einsatz des Materials, das große Spannweiten im Inneren ermöglichte, auch für die Gestaltung der Hülle naheliegend. „Am Beton schätzen wir seine Leistungsfähigkeit in vielerlei Hinsicht und seine annähernd uneingeschränkte Bearbeitbarkeit. Außerdem mögen wir seine sinnlichen Qualitäten, die gerne einmal unterschätzt werden. Zum Sichtbeton ist es dann gedanklich ja nur noch ein kleiner Schritt: Wenn man das Konstruktionsmaterial schon schätzt, warum sollte man es dann verkleiden, verstecken?“ Die Akustik wird im Inneren durch mikroperforierte Wandfurniere aus Kiefer geprägt, durch schwarze Vorhänge und schwarz gestrichene Heraklit-Platten der Probebühne. Ist diese ganz introvertiert, sind es umgekehrt die großen Fenster (Holz-Aluminium-Verbund), die das Haus prägen und Bezüge herstellen – zur Kulturmeile Stuttgarts.

1

Die Planung für das Projekt begann im Sommer 2012. Seither hat sich viel verändert, besonders unser Umgang mit Nachhaltigkeit. Die Konstruktion des Hauses mit seinen großen stützenfreien Räumen, verlange förmlich nach Stahlbeton, sagen Birgit Rudacs und Stefan Burger. Die Fassade hätte man natürlich auch aus anderen Materialien erstellen können, aber für sie beide entstand die Schule aus der Vorstellung einer gegossenen Skulptur. Also hätten sie auch eine gegossene Skulptur daraus gemacht – als „direkteste und stärkste Umsetzung des Entwurfsprozesses.“ Das Haus sei gekommen, um zu bleiben, lange zu bleiben, so hoffen Burger Rudacs Architekten. Damit relativiere sich mancher Einspruch

2

gegenüber Beton. Die energetische Zielvorgabe seitens des Auftraggebers zum Zeitpunkt der Beauftragung war eine Unterschreitung der Zielvorgaben nach EnEV 2009 um 30 Prozent. Genehmigt wurde das Gebäude schließlich nach der EnEV 2014. Dazu dient die kontrollierte Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung, der Anschluss an Fernwärme und die regenerative Kälteerzeugung über einen 1.000 Kubikmeter großen Eisspeicher.

Menschen sind alles

Seit Mitte der 1990er Jahre kämpfte die Schule für einen Neubau. Tadeusz Matacz leitet die Institution seit 1998; in einem Radio-Feature des SWR2 schwärmt er von den neuen Möglichkeiten und den ganz konkreten Aussichten: „Das ist schon herrlich, einen solchen Ausblick genießen zu können." Es war auch höchste Zeit. Die weltberühmte Schule war in einem Dauerprovisorium gefangen: „Zwölf Personen pro Stockwerk und eine Dusche – da waren wir nicht mehr konkurrenzfähig", sagt Matacz. Nun können sie den nächsten Schritt tun.

Natürlich ist das kein Zufall: Die Schule der Bewegung ist selbst eine rhythmisierte Abfolge von Baukörpern, mit „Anklängen und Themen der Musik und des Tanzes, wie etwa die strukturelle Wiederholung (Rhythmus) oder der Kontrapunkt als Bruch dieser Wiederholung im Falle des unterirdischen (versunkenen) Ballettsaals", meinen Architektin und Architekt, die übrigens selbst keine Musik machen, wie man dies vielleicht vermuten könnte. So viel Feingefühl überträgt sich aber auch auf die Nutzer und Kritiker. Selten wurde einem Bauwerk so viel Lob zuteil, so viel Anerkennung, ja Ehrerbietung von Kollegen und interessierter Öffentlichkeit. Die kurze Begründung zur Hugo-Häring-Auszeichnung 2020 des BDA Stuttgart liest sich wie ein Manifest für mehr Wagemut in der Architektur: Die „Reduktion auf das Wesentliche verbunden mit der Klarheit und Virtuosität der Organisation" verleihe dem Gebäude eine „unheimliche Kraft". Wer die Münchner Architekten – Birgit Rudacs und Stefan Burger – spricht, trifft hingegen auf nachdenkliche, genaue Arbeiter, die mit Vorliebe an neuen Wettbewerben tüfteln. Da kommt noch was.

Dr. Oliver Herwig
ist Journalist, Autor und Moderator. Er lebt und arbeitet in München.

www.burger-rudacs.de

1 + **2** Birgit Rudacs und Stefan Burger entwickelten für die John-Cranko-Schule einen terrassenförmigen Bau, der 21 Metern Höhenunterschied unangestrengt überwindet und lässig gegen den Hang gelehnt wurde. Der Bau besticht durch klare Organisation, elegante Proportionen und die hochwertige Ausführung in Sichtbeton.

Frank Dehn

DAS STOFFSYSTEM BETON WIRD IN ZUKUNFT KOMPLEXER WERDEN

Herr Prof. Dehn, Sie verbinden die natur- und ingenieurwissenschaftliche Grundlagenforschung mit der angewandten Forschung an Baustoffen und Bauprodukten. Was heißt das genau?

Das Baugeschehen insgesamt wie auch das Bauen mit Beton ist bekanntlich eine relativ komplexe Sache: Wir sind gezwungen, all die Erkenntnisse, die wir nicht aus rein ingenieurwissenschaftlicher Sicht generieren können, auf naturwissenschaftliche Grundlagen zurückzuführen. Das macht die Komplexibilität, aber auch die Interdisziplinarität aus, die sich auch in unserem Team widerspiegelt: Am Institut arbeiten sowohl Ingenieure als auch Naturwissenschaftler. Wir wollen verstehen, wie sich der Baustoff Beton verhält. Denn selbst nach Jahrtausenden der Nutzung sind heute immer noch Fragen offen, für die es Lösungen zu finden gilt. Denken wir hier auch an das Stichwort Nachhaltigkeit. Hier müssen wir zunächst einmal Grundlagen schaffen, um das Bauen mit verschiedenen Baustoffen zielsicher und reproduzierbar auch in die Praxis überführen zu können.

Wie werden wir mittel- und langfristig mit Beton bauen können?

Beton ist ein Massenbaustoff, und wir werden auch perspektivisch nicht umhinkommen, mit Beton zu bauen. Denn es gibt Stand heute keinen alternativen Baustoff, mit dem wir beispielsweise unsere Infrastruktur oder unsere Mobilität sicherstellen könnten. Wir kommen nicht umhin, dies mit einem Konstruktions-Baustoff zu tun, der in der Masse verhältnismäßig günstig ist und sich darüber hinaus in den erforderlichen Mengen herstellen lässt. Bestimmte Bauwerke kann ich nur aus Beton errichten. Da kann ich weder Stahl noch Holz oder andere biologische Materialien wie Pilze, zu denen wir auch schon bauphysikalische Untersuchungen durchgeführt haben, verwenden. Bei all diesen Baustoffen kommen wir an Grenzen. Die Vielfältigkeit der Einsetzbarkeit von Beton wird so auch weiterhin konkurrenzlos sein. Dennoch müssen wir natürlich etwas tun, um die mit der Herstellung von Zement verbundenen CO_2-Emissionen zu reduzieren. Hier müssen wir Alternativen anbieten. Das Gleiche betrifft die für die Betonherstellung erforderlichen Rohstoffe wie Sand und Kies. Auch hier müssen wir zukunftsfähige Lösungen finden. Unter dem Strich gesehen werden wir aber ohne Beton nicht weiterkommen. Doch wird er anders zusammengesetzt sein und auch verstärkt bei Hybridbaustoffen eingesetzt werden.

Das Stoffsystem Beton wird in Zukunft komplexer werden?

Wir werden uns in Zukunft von dem klassischen deskriptiven „Kochrezeptansatz“ für Beton – so viel Zement, so viel Gesteinskörnung, so viel Wasser und dann ist alles gut – mehr und mehr entfernen. Das Stoffsystem

Prof. Dr.-Ing. Frank Dehn ist Leiter des Instituts für Massivbau und Baustofftechnologie, Abteilung Baustoffe und Betonbau, am Karlsruher Institut für Technologie (KIT).

1 Blick in die große Versuchshalle der Materialprüfungs- und Forschungsanstalt Karlsruhe (MPA Karlsruhe). Die MPA Karlsruhe und das Kompetenzzentrum für Materialfeuchte (CMM) bearbeiten Aufträge in einer engen synergetischen und komplementären Verzahnung mit den wissenschaftlichen Möglichkeiten der Professur für Baustoffe und Betonbau des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT).

Beton wird zunehmend komplexer werden, weil man nicht mehr klassische Zemente und Betone haben wird. Vor dem Hintergrund der Nachhaltigkeit und des Ressourcenschutzes werden wir beispielsweise künftig neue Bindemittel und neue Konzipierungen von Betonen einsetzen. Bei diesen neuen Systemen verfügen wir aber noch nicht über ausreichende Langzeiterfahrungen. Umso wichtiger ist es, zu verstehen, wie sie sich genau verhalten. Nur so können wir gewährleisten, dass diese neuen Systeme auch in der Praxis Sicherheit bieten.

Welche Rolle werden Recyclingbetone in Zukunft spielen?

Dass Recyclingbeton mehr an Bedeutung gewinnt und gewinnen muss, ist unstrittig. Allerdings spielt hier auch die Verfügbarkeit von rezyklierten Gesteinskörnungen eine Rolle. Und es bedarf einer gewissen chemischen, physikalischen und mechanischen Sicherheit: So dürfen Kontaminationen keine Probleme bereiten und bestimmte Sortengüten müssen sichergestellt sein, um diese Materialien im Beton einsetzen zu können. Das ist

„Die Vielfältigkeit der Einsetzbarkeit von Beton wird so auch weiterhin konkurrenzlos sein. Dennoch müssen wir natürlich etwas tun, um die mit der Herstellung von Zement verbundenen CO_2-Emissionen zu reduzieren.“

1

„Genau da müssen wir hinkommen: dass Beton unter Berücksichtigung aller Bedingungen der Nachhaltigkeit und Verfügbarkeit auch in Zukunft für jeden nutzbar sein wird.“

auch ein verfahrenstechnisches und nicht allein ein betontechnologisches Thema. Über rezyklierte Gesteinskörnungen hinaus müssen wir außerdem nach weiteren Alternativen Ausschau halten. So untersuchen wir derzeit im Rahmen eines Forschungsvorhabens feine Waschschlämme aus der Kies- und Sandproduktion wie auch sehr grobe Gesteinskörnungen, die bislang ungenutzt sind.

Wird das Bauen mit Beton künftig komplizierter werden?

Ich hoffe nicht. Sicherlich wird man künftig bezüglich der Konzeption des Betons je nach Einsatz größere Vorüberlegungen anstellen müssen. Es ist nur eine Frage der Zeit, dass wir alle Instrumente zur Verfügung haben werden, um Betone auf der Basis ihrer jeweils erforderlichen Leistungsfähigkeit sehr viel flexibler und damit auch nachhaltiger einsetzen zu können. Am Ende des Tages lebt ein Massenbaustoff aber auch davon, dass ihn jeder anwenden kann. Und genau da müssen wir hinkommen: dass Beton unter Berücksichtigung aller Bedingungen der Nachhaltigkeit und Verfügbarkeit auch in Zukunft für jeden nutzbar sein wird.

Welche Rolle werden in Zukunft Hybridbaustoffe spielen?

Jeder Baustoff, ob Beton, Stahl oder Holz, hat seine Berechtigung. Und wird diese auch in Zukunft haben. Und jeder Baustoff hat Vor- und Nachteile. Wir müssen diese Baustoffe im Rahmen der ganzheitlichen Betrachtung auf unterschiedlichen Ebenen und unter Berücksichtigung verschiedener Aspekte verstärkt zusammenführen. Für eine ganzheitliche Betrachtung spielen solche der Ökonomie und Ökologie wie auch gesetzliche Rahmenbedingungen und die politische und gesellschaftliche Erwartungshaltung eine Rolle. All diese Aspekte kann man nur bedienen, wenn man letztendlich diese Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Baustoffe gerade nicht gegeneinander ausspielt, sondern zusammenführt, man also verstärkt in den Kategorien des hybriden Bauens denkt. Solche Verbund- bzw. hybriden Baustoffe könnten intelligent sein, sich selbst heilen, sich selbst monitoren, könnten also sogenannte smart materials sein. In diesen Materialien liegt die Zukunft. Sie müssen am Ende ihrer Lebensdauer wiederverwendbar sein – ob als Baustoff oder als Bauteil, das demontiert werden kann. Genau hier kommt die Schnittstelle zwischen Ingenieuren und Architekten ins Spiel: Schließlich stehen wir sowohl unter tragwerksplanerischen als auch architektonischen Gesichtspunkten in Zukunft vor Herausforderungen, die wir nur gemeinsam lösen können. Die ganzheitliche Betrachtung unserer Baustoffe wird uns nur dann gelingen, wenn wir mehr miteinander reden.

Herzlichen Dank für das Gespräch!

www.imb.kit.edu

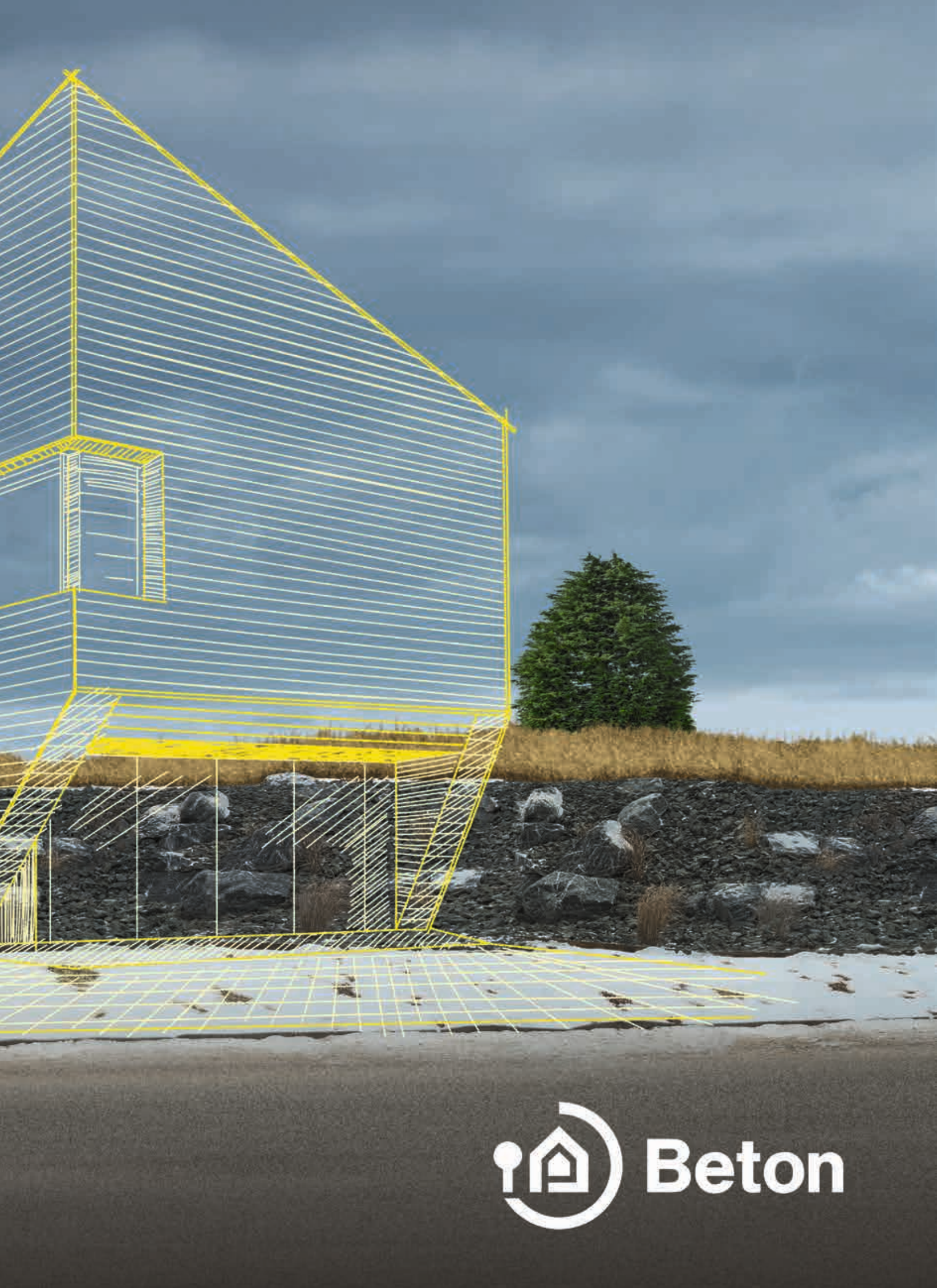
2

1 Die Bücherei Kressbronn am Bodensee von Steimle Architekten BDA wurde 2020 mit dem Architekturpreis Beton ausgezeichnet. Die Bibliothek wurde mit einfachen, präzise gesetzten Eingriffen umgestaltet. Der Sockel wurde in Dämmbeton ausgeführt, im Inneren wurde mit Sichtbeton gearbeitet. **2** Der neue Fachklassentrakt des Aalener Schubart-Gymnasiums wurde mit dem „Bundespreis Umwelt & Bauen“ 2020 ausgezeichnet. Das innovative Gebäude nutzt dank massiver wärme- und kältepuffernder Betonbauteile, eines intelligenten Lüftungssystems und passiver Technik die Umweltenergien Licht, Thermik und Erdwärme maximal aus.

Beton.
Für große Ideen.

Wohnhaus E20, Pliezhausen – Deutschland
Steimle Architekten

www.beton-fuer-grosse-ideen.de


Beton

Schicht für Schicht

ZWEI ERSTE WOHNHÄUSER AUS DEM 3D-DRUCKER IN DEUTSCHLAND

Mit einer Geschwindigkeit von 1 Meter/Sekunde ist der BOD2 zur Zeit der schnellste 3D-Betondrucker auf dem Markt.

1

Bereits seit einigen Jahren beschäftigen sich weltweit Wissenschaftler mit dem Thema 3D-Druck mit Beton. In Verzicht auf die bisher notwendigen Schalungsarbeiten soll es in Zukunft möglich werden, das Bauen mit Beton mittels 3D-Druck durch die Einsparung von Ressourcen und Materialien zu optimieren und darüber hinaus zu beschleunigen. In Ländern wie China, Russland und den Niederlanden wurden erste Anwendungen in kleinerem Maßstab bereits erprobt. Bis dato entwickelte 3D-Drucker konnten Beton jedoch noch nicht im größeren Maßstab verarbeiten. Doch hat sich das im vergangenen Jahr geändert. In kurzen Abständen ist zunächst im nordrhein-westfälischen Beckum das erste in Deutschland 3D-gedruckte Einfamilienhaus entstanden und wurde kurz darauf im bayerischen Wallenhausen mit Europas größtem 3D-gedruckten Mehrfamilienhaus begonnen. Möglich gemacht hat dies insbesondere ein Hersteller und Anbieter von Schalungs- und Gerüstsystemen, die Peri GmbH mit Stammsitz in Weißenhorn in Bayern.

Das erste zweigeschossige Einfamilienhaus

Bevor die eigentliche Ausführung in Angriff genommen werden konnte, vergingen einige Monate, in denen die neue Technologie die Genehmigungsverfahren bestehen musste. Unterstützt wurde das Weißenhorner Familienunternehmen vom Ingenieurbüro Schießl Gehlen Sodeikat; Planung und Durchführung der Zulassungsprüfungen erfolgten durch die TU München. „Neue Bautechnik nimmt problemlos alle behördlichen Genehmigungsprozesse“, lautete schließlich die Schlagzeile des Unternehmens. Nun konnte man anfangen. Der Bauherr Hous3Druck ließ das erste zweigeschossige Einfamilienhaus mit rund 160 Quadratmetern Wohnfläche von einem 3D-Drucker drucken. Die Gestaltung stammt vom Planungsbüro Mense-Korte ingenieure+architekten aus Beckum.

Welche weitreichenden Potenziale der 3D-Betondruck bietet, fasst Architekt und Gesellschafter Waldemar Korte so zusammen: „Das Betondruckverfahren bietet uns Planern ein hohes Maß an Freiheit in der Gestaltung von Gebäuden, die in herkömmlicher Bauweise nur mit hohem finanziellen Aufwand umsetzbar wären.“

„BOD2“ lautet der zwanglose Name des „Portaldruckers“, der erstmals beim Druck des Wohnhauses eingesetzt wurde. Die Technologie des dänischen Spezialunternehmens Cobod, an dem Peri seit 2018 beteiligt ist, bietet gegenüber bisher eingesetzten Druckverfahren manche Vorteile, wie Fabian Meyer-Brötz, Leiter 3D Construction Printing, erläuterte: „Der in Beckum verwendete Drucker verfügt über einen Druckkopf, der sich über drei Achsen auf einem fest installierten Metallrahmen bewegt. Der Drucker kann sich in seinem Rahmen an jede Position

1 + **2** Die Wände des Einfamilienhauses in Beckum wurden dreischalig gedruckt: Der Druckkopf fährt dabei ständig hin und her und schichtet die gepressten Betonschlangen präzise aufeinander; der entstandene Luftraum wird mit Dämmmaterial aufgefüllt. Aussparungen und Schlitze für später ausgeführte Leitungen und Anschlüsse werden während des Druckvorgangs mitberücksichtigt.

innerhalb der Konstruktion bewegen und muss nur einmal kalibriert werden.“ Häufiges Versetzen und Ausrichten ist somit nicht mehr erforderlich. Fehlt noch das Wichtigste: der Beton. Denn mit konventionellem Beton begnügt sich der Drucker nicht. So hat die HeidelbergCement AG einen speziell für den 3D-Extrusionsdruck geeigneten neuen Beton entwickelt. Dieser werksfertige Trockenmörtel enthält ausgewählte mineralische Komponenten und Additive, um eine gute Pumpbarkeit bei gleichzeitig sehr guten Extrusionseigenschaften sicherzustellen.

Ein Meter Beton pro Sekunde

Gerade einmal zwei Personen sind für die akkurate Bedienung des Betondruckers notwendig. Eine Kamera überwacht permanent Druckkopf und Druckergebnisse. Mit einer Geschwindigkeit von 1 Meter/Sekunde ist der BOD2 zur Zeit der schnellste 3D-Betondrucker auf dem Markt. Die Wände des Einfamilienhauses in Beckum wurden dreischalig gedruckt: Der Druckkopf fährt dabei ständig hin und her und schichtet die gepressten Betonschlangen präzise aufeinander; der entstandene Luftraum wird mit Dämmmaterial aufgefüllt. Aussparungen und Schlitze für später ausgeführte Leitungen und Anschlüsse werden während des Druckvorgangs mitberücksichtigt – ein außerordentlicher Vorteil, bedenkt man die Zeit und die Arbeitskräfte, die üblicherweise bei der manuellen Nachbearbeitung benötigt werden. Das Verlegen von Leerrohren und Anschlüssen kann der Drucker zwar noch nicht übernehmen, doch ist der BOD2 so zertifiziert, dass diese Arbeiten während des Druckvorgangs von Mitarbeitern ausgeführt werden können. Richtfest wurde bereits gefeiert. Aktuell wird der Innenausbau abgeschlossen.

Das größte gedruckte Wohnhaus Europas

Kaum war mit dem Rohbau des Einfamilienhauses in Beckum der erste Druck-Test erfolgreich abgeschlossen worden, stand auch schon das nächste Projekt in den Startlöchern. So konnte schon Ende des vergangenen Jahres verkündet werden, dass man bereits das nächste Haus drucken werde. Das Fünf-Familienhaus mit rund 380 Quadratmetern Wohnfläche sollte das größte gedruckte Wohnhaus Europas werden. Für die Entstehung des Projekts war eine Druckzeit von sechs Wochen veranschlagt. Mittlerweile steht der Rohbau, auch hier werden nun die Innenausbauten vorgenommen.

Bauherr des Mehrfamilienhauses ist die Michael Rupp Bauunternehmung, die sich seit Beginn des Jahres auch selbst mit der neu gegründeten Tochtergesellschaft Rupp Gebäudedruck auf dem 3D-Sektor immer weiter spezialisiert – eine folgerichtige Entscheidung, da das Familienunternehmen bereits seit 25 Jahren in der Branche tätig ist. „Für den 3D-Betondruck bringen wir einen großen Wissensvorsprung und jede Menge Erfahrung mit“, so Fabian Rupp, Geschäftsführer von Rupp Gebäudedruck. Sein Bruder Sebastian, ebenfalls Geschäftsführer im Familienbetrieb, ergänzt: „Gleichzeitig rechnen wir dieser neuen Technologie große Zukunftschancen aus, und wir wollen diese Zukunft mitgestalten. Bei aller Tradition unseres Handwerks sind wir eben auch innovativ und scheuen keine neuen Herausforderungen – im Gegenteil.“

1

1 Das Fünf-Familienhaus mit rund 380 Quadratmetern Wohnfläche ist das größte gedruckte Wohnhaus Europas.

Auch bei diesem Bauwerk mussten zunächst die behördlichen Prozesse durchlaufen werden. Mit 18 Metern pro Minute nahm das größte gedruckte Wohnhaus peu à peu seine Form an. Anders als beim ersten Mal war hier die Höhe ein entscheidender Faktor bei der Bearbeitung. Doch machten die guten Extrusionseigenschaften sowie die verlässlichen Pumpeigenschaften des Materials auch hier einen reibungslosen Druck möglich. Die Wohnungen des Mehrfamilienhauses – nach dem Entwurf des

Architekturbüros Mühlich, Fink & Partner aus Ulm – sollen nach Fertigstellung vermietet werden; lediglich eine Wohnung soll als Musterwohnung für Kunden und Interessierte dienen.

Beide Projekte sind beispielhafte Wegbereiter für eine neue Technologie, die immer mehr an Bedeutung zunimmt und womöglich die herkömmliche Bauweise bei manchen Gebäudetypen ablösen wird.

Elena Berkenkemper
ist Architektin und Autorin. Sie lebt und arbeiteit in Düsseldorf.

Das Bauen mit Beton mittels 3D-Druck wird die Einsparung von Ressourcen und Materialien optimieren.

Marén Kupke

DAS WELTWEIT ERSTE GEBÄUDE AUS CARBONBETON IN DRESDEN

Am Campus der TU Dresden entsteht erstmals ein ganzes Bauwerk aus Carbonbeton: der CUBE, konzipiert von HENN und geplant von AIB GmbH – Architekten-IngenieureBautzen (AIB GmbH). Wir sprachen mit Marén Kupke, Geschäftsführerin der AIB GmbH darüber, was sie an dem innovativen Material fasziniert.

Frau Kupke, warum heißt das Projekt eigentlich CUBE? Es ist doch gar kein Würfel?

Maren Kupke: Der Name leitet sich vom Konsortium ab, in dem die Idee zu dem Projekt entstanden ist: C^3 (carbon concrete composites). Ursprünglich sollte der Demonstrator nur die Alltagstauglichkeit des Materials zeigen, also ebene, seriell herstellbare Bauteile einsetzen. Erst mit Projektbeginn wurde deutlich, dass wir hier alle Neubau-Verwendungsmöglichkeiten von Carbonbeton abdecken wollen, also auch frei geformte Sonderbauteile, Möbel und Ausstattungsgegenstände.

Baubeginn wird im Frühjahr sein. Wenn der CUBE Ende des Jahres oder im Frühjahr 2022 fertiggestellt sein wird, ist es das erste Bauwerk ganz aus Carbonbeton.

Marén Kupke, 1973 geboren, studierte 1992–1998 Architektur an der Bauhaus-Universität in Weimar, der Politechnika Krakówska (Polen) und der University of Tennessee (USA). Anschließend arbeitete sie in Island beim Architektur- und Stadtplanungsbüro Vinnustofan Thverá, Reykjavík. Seit 1999 ist sie bei AIB GmbH Architekten Ingenieure Bautzen beschäftigt und hier seit 2021 Mitglied der Geschäftsführung.

Genau. Bei CUBE dient Carbonbeton als Tragkonstruktion und bauliche Hülle. Und dieses Bauwerk steht nicht in irgendeinem Hinterhof, sondern für alle sichtbar an einem stark frequentierten Platz direkt am Uni-Campus in Dresden.

CUBE ist ein Pavillon, der frei geformte mit flächigen Bauteilen kombiniert.

Das Carbonbeton-Bauwerk besteht aus zwei Teilen: zwei frei geformten, etwa 32 Meter langen Elementen, die sich gegenläufig von einer Außenwand zu einem Dach verwinden und damit zwischen und unter sich einen Innenraum schaffen, und einem zweigeschossigen quaderförmigen Bauwerk aus ebenen standardisierten und teilautomatisch gefertigten Bauteilen, das in diesem Innenraum steht. Es zeigt die ganze Einsatzbreite von Carbonbeton – von Serienbauteilen bis zu Sonderbauteilen – an einem Bauwerk. Gleichzeitig sind Untersuchungen zur Dauerhaftigkeit, zu Sanierungstechnologien, zur Nutzer-Akzeptanz, aber auch zu den bauphysikalischen Eigenschaften im Einbauzustand möglich.

Sehen Sie sich dabei als Forscherin?

Ich bin sehr neugierig und an vielem interessiert, besonders am nachhaltigen Bauen. Und da im Bauwesen viele Potenziale zur ökologischen Nachhaltigkeit noch zu wenig genutzt werden, möchte ich Ideen zu materialsparenden und langlebigen Baukonstruktionen oder zu energieeffizienten Gebäuden, wenn möglich gemeinsam mit anderen Fachleuten, ausprobieren, untersuchen und so weit entwickeln, dass sie im Alltag einsatzfähig sind.

Beim CUBE arbeiteten Sie mit dem Büro HENN zusammen.

Das Architekturbüro HENN hat das Konzeptdesign übernommen. Die vom Bauherrn gewählte Variante besteht aus zwei sich gegenüberliegenden verwundenen Dach-Wand-Bauteilen, den Twist-Elementen, und einer darunter geschobenen Box. Für diese Gestaltungsvariante wurde von HENN und AIB gemeinsam die räumliche Gliederung konzipiert und damit die Vorplanung abgeschlossen. Die übrigen Leistungsphasen, vom Entwurf des Bauwerks, also der geometrischen, bautechnischen, zeichnerischen und auch der finanziellen Ausarbeitung von Gestaltung und Konstruktion bis zur Bauüberwachung, aber auch der Nachweis nach der Energieeinsparverordnung, die Freianlagen- und die Elektroplanung für dieses Carbonbeton-Demonstratorbauwerk werden von AIB übernommen. Unterstützt werden wir dabei durch das Büro ASSMANN in Dresden.

„Da im Bauwesen viele Potenziale zur ökologischen Nachhaltigkeit noch zu wenig genutzt werden, möchte ich Ideen zu materialsparenden und langlebigen Baukonstruktionen oder zu energieeffizienten Gebäuden, wenn möglich gemeinsam mit anderen Fachleuten, ausprobieren, untersuchen und so weit entwickeln, dass sie im Alltag einsatzfähig sind.“

Was ist eigentlich Carbonbeton genau?

Carbonbeton ist ein Beton, der statt mit Stahlstäben mit endlosen Carbonfaserbündeln in Form von Matten oder Stäben bewehrt wird.

Und was begeistert Sie an diesem Material?

Da Carbon nicht rostet, muss die Bewehrung nicht durch dickere Betonschichten vor Feuchtigkeit geschützt werden. Die deutlich schlankeren Bauteile sind leichter und brauchen weniger Material, was Rohstoffe einspart. Darüber hinaus sind sie durch ihre Korrosionsbeständigkeit wahrscheinlich deutlich dauerhafter. Zusätzlich weist Carbonbeton viele typische und vorteilhafte Beton-Eigenschaften auf, zum Beispiel die freie Formbarkeit, die Witterungs- und chemische Beständigkeit und die sehr gute Tragfähigkeit.

Wie funktioniert eine Carbonbewehrung?

Bewehrungen bestehen aus zugfesten Materialien, damit solchen, die nicht leicht reißen, also aus Stahl, Carbon, aber auch Kunststoffen oder nachwachsenden wie Hanf oder Stroh. Diese werden in gestreckter Form, das heißt als Endlosfasern, Stab oder Seil, in solche Materialien eingebaut, die leicht reißen, dafür aber nicht so einfach zerdrückt werden können. Das sind dann etwa Beton, Putz, Glasscheiben, Gips oder Lehm. Gemeinsam bilden beide Materialien ein Verbundmaterial, das nicht so leicht zu zerstören ist wie jedes einzelne der beiden für sich. Das sieht man an einer Gipsbinde aus der Apotheke, bei Fachwerkhäusern an der Lehm-Stroh-Ausfachung zwischen den Teilen der Holzkonstruktion oder auch an Glasscheiben mit Drahtgitter. Carbon ist gut geeignet für die Bewehrung von Beton, da es sehr hohe Zugkräfte abtragen kann, also sehr reißfest ist und den sehr druckfesten Beton damit perfekt ergänzt.

Ist Carbonbeton also „der neue Stahlbeton“?

Diese Frage muss ich differenziert beantworten. Noch ist viel zu untersuchen und zu entwickeln. Das betrifft etwa seine Dauerhaftigkeit unter statischer und thermischer Belastung, die Schalldämmung oder die Feuerwiderstandsfähigkeit von Bauteilen. Zu entwickeln

1 Anfang April wurden die ersten Wände des CUBE in Dresden aufgebaut – ein Pavillon, der frei geformte mit flächigen Bauteilen kombiniert. Das Carbonbeton-Bauwerk besteht aus zwei Teilen: zwei frei geformten, etwa 32 Meter langen Elementen, die sich gegenläufig von einer Außenwand zu einem Dach verwinden und damit zwischen und unter sich einen Innenraum schaffen, und einem zweigeschossigen quaderförmigen Bauwerk aus ebenen standardisierten und teilautomatisch gefertigten Bauteilen, das in diesem Innenraum steht

1

„Da Carbon nicht rostet, muss die Bewehrung nicht durch dickere Betonschichten vor Feuchtigkeit geschützt werden. Die deutlich schlankeren Bauteile sind leichter und brauchen weniger Material, was Rohstoffe einspart.“

sind vor allem noch die optimale Materialzusammensetzung für den Verbund zwischen Carbon und Beton und die optimale Form und Oberflächenstrukturierung der Bewehrung, aber auch Berechnungs- und Nachweismodelle. Und wir müssen Standards festlegen, Kennwerte ermitteln und geeignete Konstruktionsweisen und -technologien sowie Rezyklierungs-Technologien erproben.

Wird Carbonbeton den Stahlbeton irgendwann einmal ganz ablösen können?

Ganz so einfach ist das nicht. Seine Einsatzmöglichkeiten hängen neben seinen Eigenschaften auch von den Marktbedingungen ab: also den Kosten oder der Verfügbarkeit der Einzelmaterialien und geeigneter Einbauteile sowie allgemein den anerkannten Regeln der Technik, aber auch von geschulten Fachleuten. In Bereichen, in denen diese Eigenschaften und Bedingungen günstiger sind, wird Carbonbeton Stahlbeton ersetzen, in anderen wird der Stahlbeton seine Marktstellung behalten.

Wenn sich durch Carbonbeton mehr gestalterischer Freiraum bietet – wohin geht die Reise?

Beton kann in jede Form gebracht werden und ist mit einer Bewehrung auch sehr tragfähig. Diese Eigenschaften werden schon seit langem für besondere Gebäude oder Bauwerke genutzt – beispielsweise für die Bauten von Ulrich Müther oder bei Brücken. Dass freigeformte Betonteile trotzdem eher selten angewendet werden, liegt nicht an einer bisher ungünstigen Bewehrung, sondern daran, dass der notwendige Schalungsbau beziehungsweise die Herstellungstechnologien sehr kostenintensiv sind.

An was denken Sie da?

Zum Beispiel an das lagenweise Aufspritzen auf händisch vorgeformte Bewehrungskörbe bei Kunstfelsen. Durch schlankere Carbonbeton-Konstruktionen und die damit verbundene Gewichtsreduzierung gegenüber Stahlbeton-Bauteilen ist eine Kombination textiler Architektur – wie der Bauten von Frei Otto – mit der Betonbauweise denkbar.

Die Rede ist von bis zu 50 Prozent Materialeinsparung – ist das wirklich so?

Ja, die nicht rostende Bewehrung spart viel Material. Ob diese Einsparung in der Umsetzung aber wirklich erreicht wird, hängt von der Baukonstruktion und den Anforderungen an das Bauteil ab. Zum Beispiel sind für eine ausreichende Schalldämmung oder den Feuerwiderstand teilweise größere Bauteildicken notwendig. Auch wird die Materialeinsparung eventuell mit hohen Aufwendungen in der Fertigung und Montage erkauft.

Verbindet sich filigranes Bauen also nicht automatisch mit mehr Nachhaltigkeit?

Leider nicht. Schlankheit allein führt nicht automatisch zu mehr Nachhaltigkeit. Diese verbindet sowohl ökologische und ökonomische als auch sozio-kulturelle Faktoren. Um in der Gesamtheit ein nachhaltiges Bauwerk

zu schaffen, muss dieses langlebig und dauerhaft verwendbar sowie wirtschaftlich sein, die Nutzung sollte möglichst wenig Energie verbrauchen und nur geringe Sanierungsaufwendungen notwendig machen. Außerdem sollte es einen wertvollen Beitrag in der Gestaltung unserer Umwelt darstellen, gleichzeitig möglichst wenig Rohstoffe binden und keine umweltschädlichen Stoffe emittieren. Carbonbeton kann bei diesen Faktoren einen Beitrag leisten.

Aber wenn Sie Rohstoffe bei Transport und Montage einsparen …

… kann das zu einer größeren ökologischen Nachhaltigkeit führen, wenn die eingesetzten Materialien selbst und die Verarbeitungstechnologien gleiche oder geringere ökologische Auswirkungen haben. Die Korrosionsbeständigkeit des Materials kann zu höherer Lebensdauer und weniger Sanierungsaufwand führen, wenn der Verbund von Carbon und Beton ohne Einschränkungen beständig ist. Durch lange Lebenszeit und geringe Sanierungsaufwendungen kann ein Carbonbeton-Gebäude auch zu größerer Wirtschaftlichkeit führen, wenn die Baukonstruktion flexibel an Nutzungsänderungen angepasst werden kann und die Herstellung des Verbundmaterials sowie die Fertigungstechnologien für Bauteile standardisiert oder sogar automatisiert werden. Die mögliche Schlankheit von Carbonbeton-Tragwerken reduziert die überbaute Fläche bei gleicher Nutzfläche; Schlankheit und freie Formbarkeit können für besondere Bauwerke oder Bauteile einen gestalterischen Mehrwert bieten.

Lässt sich sogar Recyclingbeton einsetzen?

Sicher, im Moment ist die optimale Betonzusammensetzung aber noch in der Entwicklung. Der für Carbonbeton-Bauteile eingesetzte Beton muss sowohl einen sehr guten und dauerhaften Verbund zur Carbonbewehrung eingehen als auch ausgezeichnete statische Eigenschaften aufweisen und sehr fließfähig sein. Gleichzeitig soll er günstige Schwindeigenschaften aufweisen, selbst rezyklierbar und wirtschaftlich zu produzieren sein und in seiner Materialzusammensetzung so wenig wie möglich seltener oder energieintensiver Rohstoffe bedürfen.

In welchem Umfang dabei rezyklierter Beton eingesetzt werden kann und welche Anforderungen an den Ausgangsbaustoff und die Rezyklierungs-Technologie gestellt werden müssen, wird bereits in ersten Forschungsprojekten untersucht. Durch die Unsicherheit bei den Eigenschaften von rezyklierten Materialien unbekannter Herkunft und Zusammensetzung werden solche Materialien im Allgemeinen aber meist nur in geringem Umfang und für untergeordnete Bauteile eingesetzt.

Was raten Sie Kollegen, die mit Carbonbeton arbeiten wollen?

Jedes Anwendungsprojekt trägt zu den allgemeinen Erfahrungen mit dem Verbundbaustoff Carbonbeton bei und hilft dadurch bei der Weiterentwicklung und breiten Markteinführung. Da bisher für den Verbundbaustoff sowie für Neubauteile aus Carbonbeton kaum bauaufsichtliche Zulassungen und anerkannte Regeln der Technik vorliegen, müssen für jede Anwendung des Materials für tragende Carbonbeton-Bauteile Zustimmungen im Einzelfall erwirkt werden.

Das klingt sehr aufwendig …

Meist sind Bauherren nicht bereit, mehr Zeit und Geld für die Nutzung neuer Bauweisen aufzuwenden, zumal noch keine Langzeiterfahrungen vorliegen. Falls sich doch ein Bauherr für Carbonbeton in der Tragkonstruktion eines Gebäudes interessiert, ist die Zusammenarbeit mit einem Forschungsinstitut oder einem im Carbonbetonbau bereits erfahrenen Tragwerksplaner sinnvoll, um das vorhandene, aber noch nicht allgemein bekannte Wissen zu nutzen.

Ihr Fazit aus dem Projekt: Was lässt sich weiter verbessern?

Für den alltagstauglichen Einsatz des Verbundmaterials sind dringend Standards sowohl in den Materialeigenschaften als auch in der Verarbeitung und der zu erreichenden Qualität zu entwickeln und festzulegen. Weiterhin müssen die Herstellungstechnologien optimiert und automatisiert werden, um die Wirtschaftlichkeit der Bauweise zu verbessern. Für die Anwendung bedarf es bauaufsichtlicher Zulassungen, Berechnungsmodellen und Nachweismethoden sowie gesicherter Kennwerte zu den bauphysikalischen, statischen und wirtschaftlichen Eigenschaften. Zu allen diesen Punkten können wir mit dem Projekt CUBE einen deutlichen Beitrag leisten.

Carbonbeton wird bereits jetzt in der Sanierung vorhandener Stahlbeton-Bauteile eingesetzt und verdrängt damit andere Sanierungsmethoden.

Hier zahlt sich die Schlankheit bei gleichzeitig hoher Tragfähigkeit des Materials aus, da das Gewicht der vorhandenen Konstruktion durch Verstärkungsschichten aus Carbonbeton kaum erhöht wird.

Für Neubauteile gibt es ebenfalls bereits erste Anwendungen, besonders im Fassadenbau, wobei die schlanken, vorgehängten und witterungsbeständigen Carbonbeton-Bauteile mit ihrer hochwertigen Oberfläche andere Materialien verdrängen. Bei tragenden Neubauteilen wie Wänden und Decken besteht allerdings noch Entwicklungs- und besonders Standardisierungsbedarf und es sind Zulassungen zu erwirken, bevor Carbonbeton auch hier gängige Praxis werden kann. Genau dafür wird das Projekt CUBE Erfahrungswerte und weitere Untersuchungsmöglichkeiten bieten, die uns einen großen Schritt in Richtung „gängige Praxis“ führen können.

Herzlichen Dank für das Gespräch!

Das Gespräch führte Oliver Herwig.

www.aib-bautzen.de

1 Für das weltweit erste Gebäude aus Carbonbeton, den sogenannten Cube, entwickelte HENN das Konzeptdesign. Der 220 qm große Experimentalbau vereint Labor- und Veranstaltungsräume und setzt ein Zeichen für architektonische und bautechnische Innovation.

Recyclingbeton

ZWEI BAUWERKE SETZEN ZEICHEN

Die Vorgabe der Stadt Zürich, mit Recyclingbeton zu bauen, war für das Büro David Chipperfield Architects mit keiner Einschränkung verbunden.

Der Baustoff Beton soll auch in Zukunft den gesellschaftlichen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts – der Verfügbarkeit von Ressourcen und dem Klimaschutz – entsprechen. Zwei Bauwerke setzen Zeichen für das ökologische und nachhaltige Bauen mit Recyclingbeton: der Erweiterungsbau des Kunsthauses Zürich und der Neubau der Umweltstation der Stadt Würzburg.

Erweiterung Kunsthaus Zürich

Das Kunsthaus Zürich, im Zentrum der Stadt in unmittelbarer Nähe des Schauspielhauses am Heimplatz gelegen, wurde 1910 eröffnet und seither mehrfach erweitert. Der von David Chipperfield Architects Berlin konzipierte Erweiterungsbau ergänzt das bestehende Kunsthaus Zürich um ein weiteres, freistehendes Museumsgebäude. Nach zwölf Jahren Planungs- und Bauzeit wurde das Bauwerk im Dezember 2020 fertiggestellt. Im Oktober 2021 wird das Haus eröffnet werden.

Der Erweiterungsbau liegt an der nördlichen Seite des Heimplatzes, dem Bestand gegenüber: ein klares, geometrisches und lichtdurchflutetes Gebäude, das selbstbewusst am Platz steht. Die Stirnseiten des Neubaus von 2020 und des Stammhauses von 1910 korrespondieren vor allem über das Material der Fassaden: Der Kalkstein des Neubaus, gebrochen in einem Steinbruch im Kanton Basel-Landschaft, wurde so gesägt, dass er Farbigkeit und Textur der hundert Jahre alten Front des Altbaus gegenüber aufnimmt, gleichzeitig aber auch in Form eines lichten Schleiers – bestehend aus einer scheinbar endlosen, schmal und leicht hervortretenden vertikalen Rippenstruktur – in der Gegenwart verankert ist.

Alt- und Neubau sind durch eine unter dem Heimplatz verlaufende Besucherpassage miteinander verbunden. Der Erweiterungsbau ist in vier inhaltliche Kernelemente aufgeteilt: Kunst ab den 1960er Jahren, die Sammlung Emil Bührle, Räume für mittelgroße Wechselausstellungen sowie eine zentrale Eingangshalle als neuartiger offener Ort der Kunsterfahrung. Mit ca. 5.000 Quadratmetern neuer Ausstellungsfläche verdoppelt das Kunsthaus Zürich sein Ausstellungsangebot und wird zum größten Kunstmuseum der Schweiz.

Christoph Felger, Partner und Design Director bei David Chipperfield Architects Berlin, beschreibt die dem Neubau zugrunde liegende Idee: „Unsere Vision für das neue Kunsthaus Zürich war die Schaffung eines einladenden öffentlichen Ortes, an dem Kunst auf vielfältige Weise von jedem erlebt werden kann – anstatt eines exklusiven Kunsttempels."

Viel Sichtbeton und wenige andere Materialien

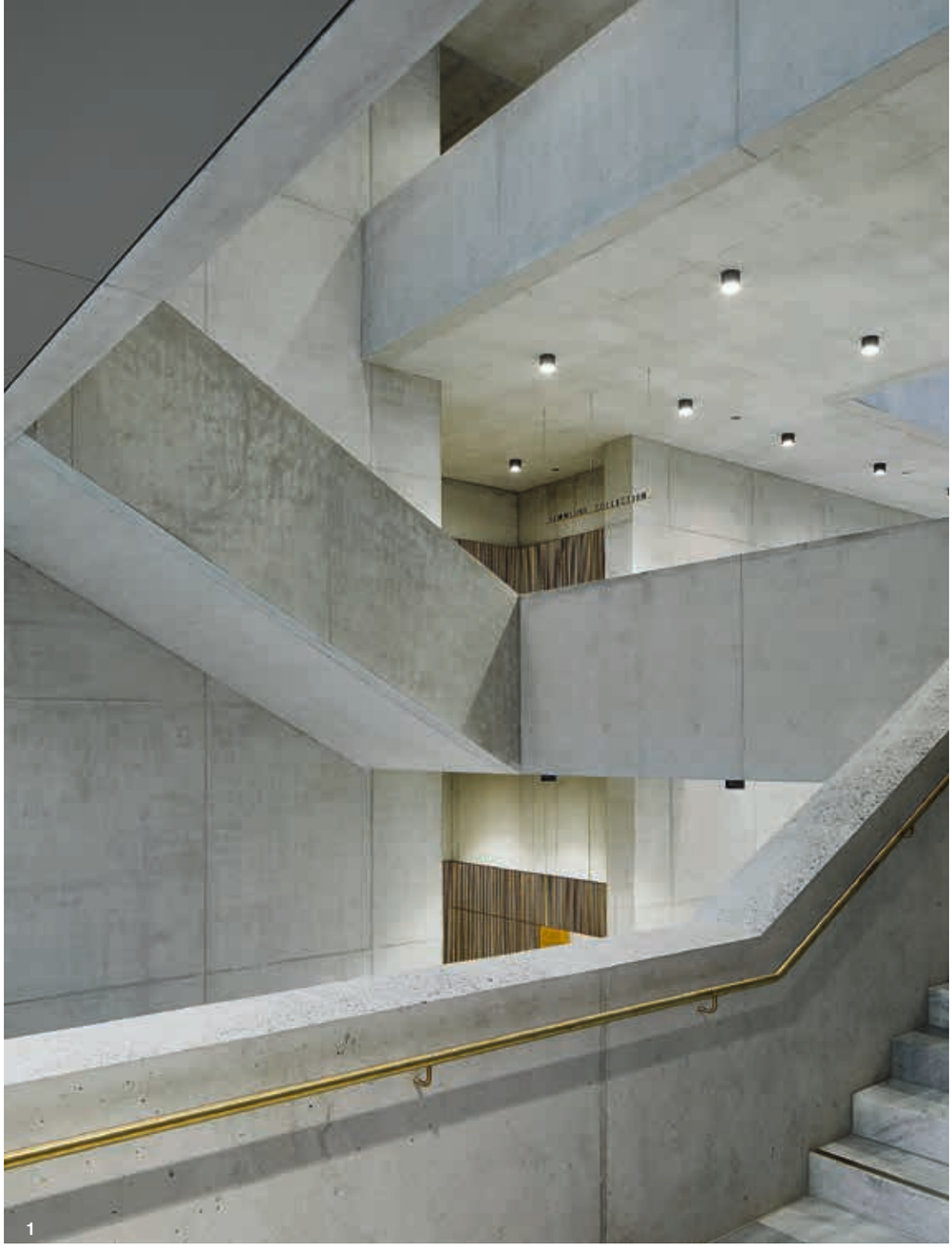
Die Innenräume des Neubaus und insbesondere die große Halle sind von Sichtbeton geprägt. Jan Parth, Projektleiter bei David Chipperfield Architects, beschreibt die Wahl des Materials wie folgt: „Wie wir Materialien ausgewählt und eingesetzt haben, folgt der übergeordneten Idee, die tragende Struktur des Gebäudes sichtbar und dadurch spürbar zu lassen. Den Sichtbeton haben wir um nur wenige Materialien ergänzt, die diesen bekleiden und nicht verkleiden: Marmor, Messing und Holz."

Marmor, Messing, Sichtbeton und viel Tageslicht: Die Böden des Neubaus sind mit Krastaler Marmor aus einem Steinbruch im österreichischen Kärnten belegt – in Anlehnung an die Böden aus Tessiner Marmor des Altbaus. Die Schwere dieser Materialien erdet die Räume, das Tageslicht aus vielen großen Öffnungen gibt ihnen Leichtigkeit. Die mattgolden schimmernden Messingelemente, wie Treppengeländer oder Türfallen, werden, so hoffen die Architekten, im Laufe der Zeit durch die Berührungen der Besucher eine Patina ansetzen. Zusammen mit dem leicht gelblich anmutenden Recyclingbeton verleihen sie der Eingangshalle wie auch den übrigen Räumen eine warme, einladende Atmosphäre.

Recyclingbeton

2008 gingen David Chipperfield Architects mit der Idee einer markanten Gebäudeform als Sieger aus dem Architekturwettbewerb hervor. Der Baubeginn erfolgte im Oktober 2015. Verantwortlich für den Rohbau war die Marti AG, Bauunternehmung, Zürich. Zwischen 2016 und 2018 wurden von einem Schweizer Zementunternehmen 6.500 Tonnen Zement für den Bau der Kunsthaus-Erweiterung geliefert. Rund 5.000 Tonnen wurden aus nachhaltigem Zement hergestellt: Sein Klinkeranteil, der für den größten Teil der mit Zement verbundenen CO_2-Emissionen verantwortlich ist, ist gering, und er macht außerdem die Betonoberflächen heller und entspricht damit den ästhetischen Anforderungen des Projekts.

95 Prozent des gesamten für das Kunsthaus Zürich verwendeten Betons waren Recyclingbeton. Der Anteil an rezyklierter Gesteinskörnung musste sich dabei, wie Richard Mader, der Bereichsleiter Hochbau der Marti AG,



1

1 Beim Erweiterungsbau des Kunsthauses Zürich wurden insgesamt rund 20.000 Kubikmeter Recyclingbeton verwendet.

berichtet, nach den Vorgaben des Bauherrn auf mindestens 50 Prozent belaufen. Insgesamt wurden rund 20.000 Kubikmeter Recyclingbeton verwendet.

Die Architekten des Neubaus hatten nach dessen Fertigstellung an der Vorgabe der Stadt Zürich, ihn mit Recyclingbeton zu realisieren, wie auch an den Qualitäten des verbauten Recyclingbetons nichts zu beanstanden. Partner und Design Director Christoph Felger von Chipperfield Architects äußerte in einem Interview mit dem Baunetz, dass die Verpflichtung der Stadt Zürich, mit Recyclingbeton zu bauen, für sein Büro mit keiner Einschränkung verbunden gewesen und er mit der Sorgfalt der ausführenden Firma Marti „sehr zufrieden“ sei.

Umweltstation der Stadt Würzburg

Nicht ganz so prestigeträchtig wie ein Museumsbau, aber dafür nicht minder beachtenswert zeigt sich ein in Deutschland 2019 realisierter Bau aus Recyclingbeton, der im September des letzten Jahres vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) und dem Umweltbundesamt (UBA) im Rahmen der Vergabe des Bundespreises Umwelt & Bauen mit einer Anerkennung ausgezeichnet wurde: der Neubau der Umweltstation der Stadt Würzburg. Auch dieses Gebäude ist Vorbild für das nachhaltige Bauen mit Recyclingbeton.

Der nach zwei Jahren Bauzeit eröffnete Bau ersetzt das in die Jahre gekommene Gebäude der anlässlich der bayerischen Landesgartenschau von 1990 errichteten ersten Umweltstation in Bayern. Seit dem Ende der Landesgartenschau fungiert sie als städtisches Informationszentrum zu den Themen Umwelt, Klima und Nachhaltigkeit sowie für die Abfall- und Umweltberatung. Betreiber der Einrichtung ist der Entsorgungsfachbetrieb der Stadt Würzburg, „Die Stadtreiniger“.

Für den Neubau der Umweltstation wurden bereits in dem 2015 durchgeführten Architekturwettbewerb höchste Anforderungen an den Klima- und Ressourcenschutz gestellt. Gefragt waren neue Ideen für ein innovatives Modellprojekt, das in seiner technisch-konstruktiven Ausführung den Gedanken eines effizienten Umgangs mit natürlichen Ressourcen signifikant widerspiegeln sollte. Das Architekturbüro balda architekten GmbH aus Fürstenfeldbruck ging – gemeinsam mit dem für die Tragwerks-

1

„Wir wollten mit unserem Entwurf für den Neubau einen ‚nächsten Schritt' machen und den Anspruch an Umwelt- und Ressourcenschutz möglichst innovativ auf einen Massivbau nicht aus herkömmlichen Materialien, sondern aus Recyclingbeton transformieren."

planung zuständigen Büro TRAGRAUM Partnerschaft Beratender Ingenieure mbB aus Nürnberg – als Sieger aus diesem Wettbewerb hervor.

Leichte und organische Architektur

Mit der Prämierung des Entwurfs von balda architekten entschied sich die Jury für eine leichte und organische Architektur: einen transparenten ovalen Pavillon. Das äußere Erscheinungsbild der Umweltstation wird von dem umlaufenden Balkon in Sichtbeton geprägt, der mit seinem weiten Dachüberstand für den baulichen sommerlichen Wärmeschutz sorgt. Durch unregelmäßig platzierte Rundhölzer aus unbehandeltem Lärchenholz fügt sich das Gebäude elegant in seine natürliche Umgebung ein und bildet einen Anziehungspunkt am Rand des Landesgartenschau-Geländes. Balda architekten nutzen die Topographie, um sowohl die Eingangs- als auch die höher gelegene Bastionsebene ebenerdig an das Gelände anzubinden. Das Eingangsgeschoss empfängt den Besucher mit seinem großzügig geschnittenen Foyer, die Dachverglasung sorgt für viel natürliches Licht von oben. Neben Wechselausstellungen befinden sich hier ein Empfangstresen, Büro- und Teamräume, Lager- und Technikräume. Eine gewendelte Treppe führt in das Obergeschoss, in dem sich Seminarräume, weitere Büros, ein Medienraum, eine Teeküche und Sanitärräume befinden. Die niveaugleiche Anbindung der Seminarräume an die obere Ebene ermöglicht eine intensive Interaktion von Innen- und Außenraum und eine Ausweitung von Seminaraktivitäten in den angrenzenden Skulpturenpark.

Ressourcenschonender Recyclingbeton

„Natürlich", so berichtet Franz Balda, der gemeinsam mit seiner Frau Angela das Büro balda architekten mit 30

Mitarbeitern führt, „hatte der Bauherr den Anforderungen an den Umwelt- und Ressourcenschutz entsprechend eher einen Entwurf in Holzbauweise erwartet." Und so setzten auch viele der Wettbewerbsentwürfe auf diesen Baustoff. „Wir aber," so Balda, „sind bei unserem Entwurf weiter gegangen: Ausgehend von der Überlegung, dass sowohl der Bauherr als auch die Einrichtung Umweltstation für die Themen Umweltschutz, Ressourcenschutz und Recycling stehen, war es unser Ziel, diese inhaltlichen Ansprüche auch nach außen hin glaubwürdig zu vertreten. Wir wollten mit unserem Entwurf für den Neubau einen ‚nächsten Schritt' machen und den Anspruch an Umwelt- und Ressourcenschutz möglichst innovativ auf einen Massivbau nicht aus herkömmlichen Materialien, sondern aus Recyclingbeton transformieren."

Lebenszyklusanalyse

Im Rahmen der auf den Wettbewerb hin folgenden Erarbeitung des Vorentwurfs wurde die Materialwahl Recyclingbeton noch einmal eingehend überprüft. In enger Zusammenarbeit mit dem Bauherrn, dem Bayerischen Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V. (ZAE) in Würzburg, und mit Förderung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) wurde eine umfassende Lebenszyklusanalyse für das neue Gebäude erarbeitet. „Der Einsatz von Beton mit rezyklierter Gesteinskörnung", so berichtet Balda, „war dabei keineswegs ‚gesetzt'. Wir haben damals alle in Frage kommenden Baumaterialien durch die Analyse laufen lassen. Es zeigte sich, dass Recyclingbeton das ideale Material für die tragende Konstruktion sowie Wände und Decken in Sichtbetonqualität ist."

Eine Autobahnbrücke wird wiederverwendet

Recyclingbeton ist ein Baustoff, bei dem die in der Rezeptur erforderliche natürliche Gesteinskörnung durch aus Rückbaumaßnahmen gewonnene Rohstoffe substituiert wird. Durch das Einsparen von natürlichen Gesteinskörnungen (zum Beispiel Kies, Kalksplitt) und die damit verbundene Wiederverwertung von geeigneten Abbruchmaterialien aus Bauwerken können vor allem regionale Ressourcen geschont und die Umweltbilanz nachhaltig verbessert werden.
Der in diesem Fall eingesetzte Betonabbruch stammte aus dem Rückbau einer in die Jahre gekommenen Autobahnbrücke nahe Helmstadt. Die Brücke war nur 21 Kilometer von Würzburg entfernt, so dass kurze Transportwege von der Abbruchstelle zur Aufbereitungsanlage gewährleistet waren. Der Betonabbruch wurde in der Recyclinganlage Helmstadt zunächst zerkleinert, in Kornfraktionen getrennt und gewaschen. Als Produkt erhielt man Recycling-Betonsplitte in den für die Betonherstellung benötigten Korngrößen. Die für den Neubau der Umweltstation erforderlichen ca. 650 Kubikmeter Recyclingbeton konnten zum Großteil mit den vorgenannten Recycling-Splitten ausgelegt werden. Es gelang, für die fachgerechte Aufbereitung des Abbruchmaterials und die richtige Mischung des Recyclingbetons die beratende Begleitung von Angelika Mettke zu gewinnen. Die Professorin an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg forscht seit Jahren über den Einsatz von Recyclingbeton im Hochbau und wurde 2016 für ihre Arbeiten mit dem Deutschen Umweltpreis ausgezeichnet.

Auch die Verarbeitung des Recyclingbetons auf der Baustelle unterschied sich nicht von der normaler Betone, wie Georg Göbel, Inhaber der mit den Rohbauarbeiten der neuen Umweltstation beauftragten Firmengruppe Göbel aus Würzburg, berichtet. Als kleine Herausforderung der von März bis Juni 2017 durchgeführten Rohbauarbeiten nennt Göbel die Anforderung, den Recycling- in Sichtbetonqualität zu verarbeiten. „Das Gebäude verfügt über kaum einen rechten Winkel. Alle Schalungen mussten auf die ovale Grundform des Gebäudes hin ausgerichtet werden, die Wände des Gebäudes wurden doppelschalig mit innenliegender Dämmung betoniert."

Architekt Balda, der bei diesem Projekt erstmals im Hochbau mit Recyclingbeton gearbeitet hat, ist mit dem Ergebnis zufrieden: „Wir hatten das richtige Team, um ein wirklich gutes Ergebnis erzielen zu können. Gerade die Sichtbetonflächen entsprechen, ‚obwohl' wir Recyclingbeton eingesetzt haben, allen ästhetischen Anforderungen."

Neue Wege

Mit Recyclingbeton kann umweltfreundlich, ökologisch und nachhaltig gebaut werden. Ergebnisse des Forschungsprojekts „R-Beton" zur Ökobilanzierung der Betonherstellung zeigen, dass die Gewinnung von mineralischen Rohstoffen nur untergeordnet zum energetischen Gesamtaufwand bei der Herstellung von Beton beiträgt und folglich das Potenzial zur Reduzierung des energetischen Aufwands über den Einsatz von rezyklierter Gesteinskörnung eher gering ist, was umso mehr eine ganzheitliche Betrachtung des Betons notwendig macht, um die Sinnhaftigkeit der Anwendung von RC-Material zu beurteilen.

Der Erweiterungsbau des Museums Kunsthaus Zürich und der Neubau der Umweltstation der Stadt Würzburg zeigen, dass der Einsatz rezyklierter Gesteinskörnung nach wie vor projektbezogen beurteilt werden sollte, dass er aber auch neue Wege aufzeigen und damit sinnvoll sein kann.

Norbert Fiebig

Konstruktion, Decken und Wände aus Beton mit rezyklierten Zuschlägen: **1** Das Eingangsgeschoss empfängt den Besucher mit seinem großzügig geschnittenen Foyer, die Dachverglasung sorgt für viel natürliches Licht von oben. **2** Das äußere Erscheinungsbild der Umweltstation wird von dem umlaufenden Balkon in Sichtbeton geprägt.

2

Markus Stenger

IM BAUCH DER MASCHINE

Architekt Markus Stenger verwandelte ein ausgedientes Kraftwerk in München-Sendling in ein Möbelhaus. Dafür wurde das Projekt für den Nachhaltigkeitspreis nominiert und auf der Biennale Venedig ausgestellt. Markus Stenger spricht über Herausforderungen beim Umbau des ehemaligen Kraftwerks, die Schönheit des Bestands und eine nachhaltige Planung für die Zukunft.

Gratulation zur Nominierung zum Nachhaltigkeitspreis! Wie fühlt sich das an?

Danke! Die Nominierung zum mittlerweile vergebenen Deutschen Nachhaltigkeitspreis Architektur 2021 fühlte sich sehr gut an und hat uns gefreut und in unserer Arbeit bestätigt. Man spürt dann natürlich auch sofort den Ehrgeiz, in die Endrunde der drei Finalisten zu kommen, was wir in der Gruppe der hervorragenden Projekte leider nicht geschafft haben. Ich darf ohne Neid und Missgunst sagen, dass ich es für ein starkes Signal gehalten hätte, wenn unser Projekt noch eine Stufe weiter getragen worden wäre.

Warum sind Sie da so sicher?

Weil ich meine, dass gerade diese sperrigen, nicht einfachen Bestandsobjekte, ein riesiges Potenzial in der Nutzung der „grauen Energie“ bieten. Der generelle Umgang mit dem Bestand – davon bin ich fest überzeugt – muss in Zukunft in unserem Land zum Kern der Nachhaltigkeitsdebatte in der Architektur werden, so wichtig die anderen Fragen – Rezyklate, Stoffkreisläufe, Regionalität und Energiehaushalt – auch sein mögen.

Wenn Sie zurückblicken auf das Kraftwerk und seinen Umbau zum Möbelhaus – worin lag die besondere Herausforderung?

Wenn Sie so wollen, war die gesamte Aufgabe eine gigantische Herausforderung – von Anfang bis Ende – mit folgenden Schwerpunkten: Kommunikation und Axiologie – „Wertermittlung“ (lacht: nicht Geldwert-Ermittlung!). Wie vermittelt man den beteiligten und betroffenen Menschen, dass etwas in dem Moment, in dem sein „Obsolet-sein“ manifest wird, einen Wert hat. Und nicht nur das, sondern sogar Potenzial für einen Mehrwert. Zu erkennen, dass das Gebäude kein „Haus“ und schon gar keine „Architektur“ im klassischen Sinne war, sondern – insbesondere nach dem Ausbau des funktionsgebenden, essenziellen betrieblichen Inhalts – eine Maschinenhülle, war eine entscheidende, richtungsweisende Erkenntnis. Wie geht man mit einer obsoleten Maschinenhülle um?

Das sind starke Bilder: Keine Architektur im eigentlichen Sinne, sondern nur Hülle für die Generatoren und Maschinen im Inneren. Dazu ein Umfeld, das eher skeptisch beim Verkauf an einen privaten Investor und mögliche Umbaupläne war. Wie gingen Sie nun damit um – und in welchen Etappen?

Um einige Zahlen zu nennen: Ein Jahr dauerte allein der Ausbau der Maschinen, Generatoren, Leitungen und Wärmetauscher, ein weiteres Jahr die Asbestentsorgung. Es war auch deshalb in diesen frühen Tagen anspruchsvoll, weil wir das Projekt „nur“ architektonisch angepackt haben. Dass wir das Haus aufgrund seines Maßstabs, seiner Außenwirkung, seiner ehemaligen und zukünftig gewünschten Bedeutung in erster Linie als nahezu politisch zu betrachten hatten, wurde uns dann sehr schnell klar – und offenbarte, dass wir darauf nicht vorbereitet waren.

Was haben Sie medial getan?

Wir antworteten mit einer Transparenzoffensive und öffneten das Haus allen Interessierten, inklusive Pressekonferenz vor Ort. Zugleich kratzten wir das Wenige an Plänen und Konzepten zusammen und stellten das Projekt bei den öffentlichen Gremien vor: beim Bezirksausschuss, der Stadtverwaltung und der Stadtgestaltungskommission.

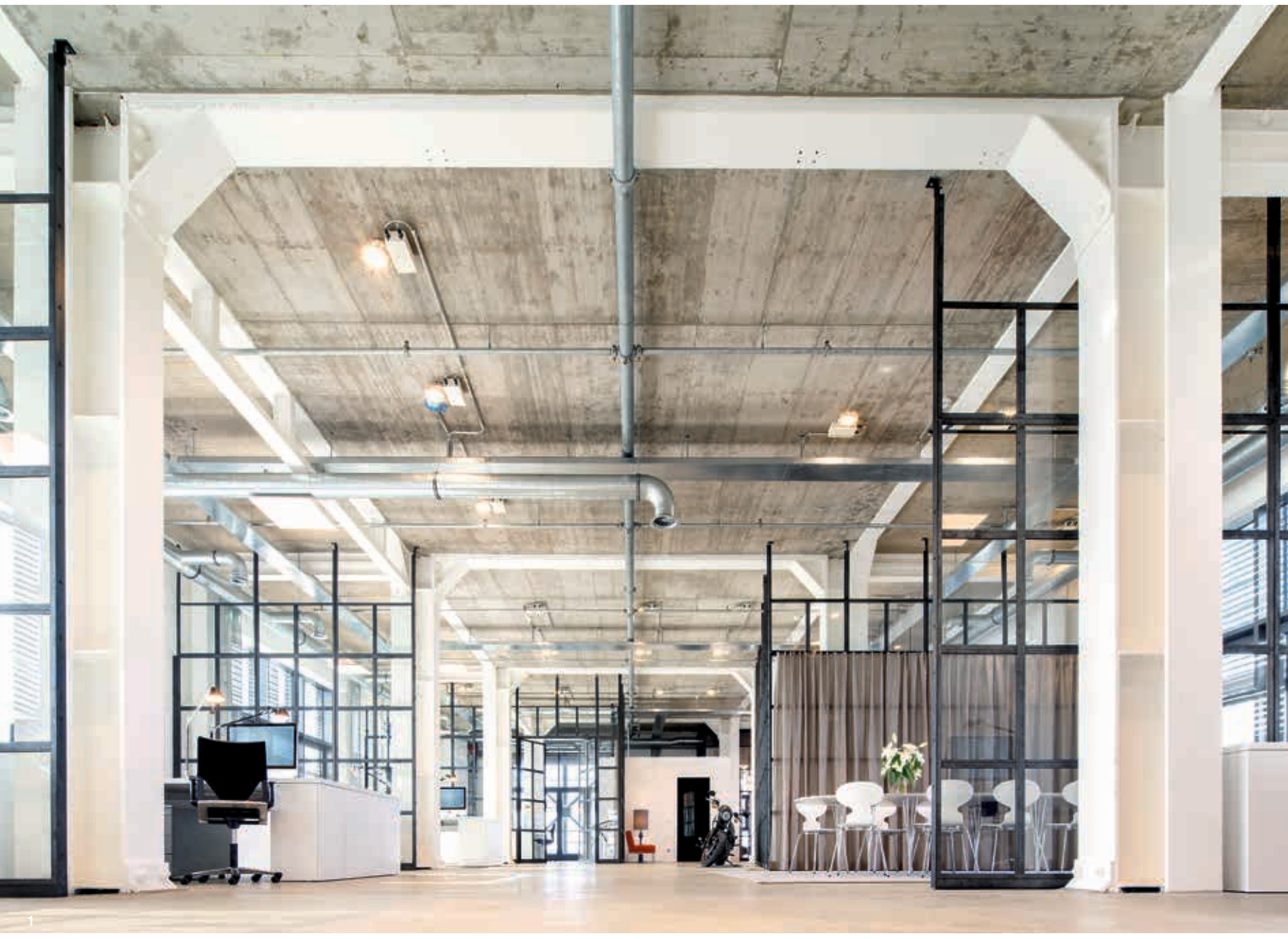
Offenbar mit Erfolg.

Der Gegenwind, den es zu Beginn gab („Schandfleck“, „Wir brauchen in München Wohnungen, keine umgebauten Ruinen“), flaute ab, die Stimmung drehte sich, die Sendlinger erinnerten sich, unterstützt von unseren Recherchen hierzu, langsam wieder an das Kraftwerk. Wir wurden glaubhaft, die Menschen entwickelten Interesse. Zusammen mit allen Beteiligten, den Behörden und natürlich den Bewohnern von Obersendling haben wir

1 Das ausgediente Kraftwerk in München-Sendling wurde in spannende Räume für Gastronomie, Gewerbe und Büronutzung verwandelt. Dafür wurde das Projekt für den Nachhaltigkeitspreis nominiert und auf der Biennale Venedig ausgestellt.

Markus Stenger, geboren 1972, studierte 1992–1998 Architektur an der Bauhaus-Universität Weimar und 1996–1997 an der Ohio State University, Columbus, USA. 2003 gründete er gemeinsam mit Annette Stenger und Jörg Siegert die Stenger2 Architekten und Partner mbB in München.

KARE
KARE



1 Das Kraftwerk, ein Hybrid aus Stahlbeton und Stahl, verfügt über ein beeindruckendes Raumvolumen und ungewöhnliche Raumfolgen, die ursprünglich rein ingenieursmäßig, etwa zur Kanalisierung der Luftansaugung, geplant wurden. Um Gebäudeschäden aus Unterdruck vorzubeugen, dimensionierte man etwa die Unterzüge und Deckenstärken in diesen Bereichen besonders großzügig. Unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit konnte die „graue Energie" des Bestands sinnvoll reaktiviert werden. Dabei wurde der industrielle Charakter wurde gewahrt. Auf den Zwischenebenen sind Büro- und Wohnflächen mit ungewöhnlicher räumlicher Struktur entstanden.

es geschafft, das Gebäude mit Wert aufzuladen, so wie wenn man ein Smartphone auflädt. Das war unglaublich lehrreich für uns. Das versuchen wir heute von Anfang an besser zu machen.

Trotzdem gab es vielleicht Momente, die auf den ersten Blick unlösbar schienen …?

Die gab es. Es ging dann regelmäßig um strukturell wichtige Fragen des baulichen Brandschutzes. Der Brandschutz war das allem übergeordnete Leitmotiv, da die Verbindung von Großgarage, Verkaufsstätte und Hochhaus mit Gastronomie eine Vielzahl über die Bauordnung hinausgehender Anforderungen umfasste. Im Mittelpunkt stand der Schutz der Nutzer durch ein ausgeklügeltes System an Flucht- und Rettungswegen, die in die vorhandene Struktur einbeschrieben werden mussten, und die redundante Sprinklertechnik. Letztlich ist ein solches Projekt abhängig vom gemeinsamen Willen aller Beteiligten, die Aufgabe zu einem guten Ende zu bringen. Heute ist es eine unglaubliche Erfolgsgeschichte, die beim Bauherrn begann und bei den Planern, den Behörden, Finanziers, Mietern und heutigen Nutzern noch lange nicht endet.

Wir haben diese Erfahrung in Form einer Ausstellung im Rahmen der Biennale 2016 in Venedig verarbeitet und unter dem Titel „fearless" der Öffentlichkeit vorgestellt. Angstfrei: So lautet seither unser Credo, wenn es um den Umgang mit dem Bestand geht.

Was war Ihr erster Eindruck, als Sie das Kraftwerk erstmals betraten?

Ein fast mystischer, nicht rational erklärbarer. Die Bauherren haben mich auf eine Überraschungsfahrt mitgenommen, Anfang des Jahres 2010. Als wir ausstiegen und die Wand des Kraftwerksturms vor mir 30 Meter in die Höhe ging, war klar, dass die nächsten Schritte die ersten auf einem kilometerlangen Weg sein würden. Gut, dass ich gerne gehe! Dem damals noch voll eingerichteten Kraftwerk sah man nicht an, dass es seit 20 Jahren außer Funktion war. Es war magisch. Die spezielle Akustik dieser Halle in der Größe eines Kirchenschiffs, der tanzende Staub im Licht der Fenster, die Geräusche von knackenden Leitungen, der Widerhall von Hammerschlägen und die Größe fesselten uns sofort. Ich hatte das Gefühl: Hier beginnt gerade etwas, und ich darf dabei sein.

Sie mussten Betonwände aufstemmen, wie sie sonst nur bei Bunkern zu finden sind – massive Einbauten –, und das Innere völlig neu konzipieren. Wie stehen Sie zu Beton?

Beton ist natürlich bei der Hälfte der Architekten der Auslöser dafür, dass sie sich für den Beruf entschieden haben, bestimmt auch bei mir. Der ganz eigene Geruch des frischen, über einen langen Zeitraum trocknenden Betons, den ich aus den schnell wachsenden niederbayerischen 1970er und 1980er Jahre-Einfamilienhaus-Siedlungen meiner Kindheit von verbotenen Baustellen-Erkundungen – das BMX Rad für die Flucht immer schnell griffbereit – noch immer in der Nase habe, hatte schon eine richtungsweisende Kraft.

Sie haben einen sinnlichen Zugang zum Material.

Betonoberflächen können unglaublich gut altern, patinieren. Am Kraftwerk sieht man an den geräucherten dunklen Betonoberflächen der ehemaligen Luftschächte die Spuren der beiden schrecklichen Brände, die es in den 1960er und 1990er Jahren erdulden musste. Wenn ich auf meinen vielen Führungen durch das Haus davon erzähle, spüren die Menschen etwas. Dass Beton in dieser Art Geschichtsträger sein kann, ist doch wunderbar.

Trotzdem ist der Werkstoff nicht ohne Kritik …

Wir kommen nach wie vor – und trotz aller sinnvollen Tendenzen, andere Materialien am Rohbau einzusetzen – in der Stadt am Einsatz von Beton nicht vorbei. Dieses Material hat immer noch einen unglaublichen Vorsprung, wenn es um eine ganzheitliche Betrachtung von Wirtschaftlichkeit, Verfügbarkeit, Brandschutz, Statik geht. Aber das wird nicht für alle Zeit so bleiben, wenn wir uns die Entwicklung der globalen Verfügbarkeit der einzelnen Bestandteile von Stahlbeton ansehen.

Hier ist zu begrüßen, dass die Zement- und Betonhersteller die Zeichen der Zeit erkannt haben und immer mehr nachhaltige Lösungen anbieten: eine Kraftanstrengung, die uns Planerinnen und Planern sehr schnell umsetzbare geprüfte Anwendungen bieten muss. Es geht dabei um den ressourceneffizienten Einsatz von Beton und eine intelligente Vorfertigung, aber auch um jenen von wiederverwendetem Beton auf der Basis von Recyclingbaustoffen. In der breiten Nutzung wäre das die Sensation, die wir brauchen: Beton aus Beton. Es gibt bereits alle Verfahren und unendliche Einsatzmöglichkeiten, was fehlt, sind eine Vielzahl geschulter und darin erfahrener Firmen, ordentliche, langfristig gültige Prüfzulassungen, erprobte Transport- und Materialkreisläufe und die entsprechende Verfügbarkeit von ausreichend Recyclingmaterial.

„Wir kommen nach wie vor – und trotz aller sinnvollen Tendenzen, andere Materialien am Rohbau einzusetzen – in der Stadt am Einsatz von Beton nicht vorbei. Dieses Material hat immer noch einen unglaublichen Vorsprung, wenn es um eine ganzheitliche Betrachtung von Wirtschaftlichkeit, Verfügbarkeit, Brandschutz, Statik geht.“

Nun ist das wiedererweckte Kraftwerk ein Manifest eben dieser Kreisläufe. Sie bereiten das Haus ja fast schon wieder auf zukünftig mögliche Nutzungen vor, die wir noch gar nicht kennen …

Entwerferisch zwingt uns die vorgefundene betonierte Bestandsstruktur über die gesamte Bauzeit zu einer intensiven Auseinandersetzung. Aufputzmontagen sind – wenn sie optisch ansprechend oder zumindest verträglich sein sollen – mit einem hohen Aufwand zu planen. Jeder andere Umgang scheidet zumeist aus, da die statischen Vorgaben dem entgegenstehen. Wenn Sie durch das Kraftwerk gehen, sehen sie die Haus- und Brandschutztechnik offen liegen. Das mag für den einen oder anderen gewöhnungsbedürftig sein, aber auch hier gilt: Zukünftige Umbauten, Änderungen oder das Herausschälen von alter Technik gehen so ungleich schneller und die Rückführung in den Stoffkreislauf deutlich besser. In Zukunft werden Fragen des Demontierens genauso wichtig sein wie die des Errichtens.

Genau darum ging es hier: Sie mussten mit dem Bestand umgehen. Gab es dafür einen Schlüssel?

Der Umgang mit Bestands-Stahlbeton steht und fällt mit dem Vorhandensein von statischen Unterlagen. Erst sie geben Auskunft über die Verwendbarkeit, das

Potenzial, die Nachnutzung. Wir hatten das Glück, bei dem ehemaligen Eigentümer, den Stadtwerken, einen ganzen Raum voll penibel archivierter statischer Unterlagen zu finden. Dies hat erst die Tür zum Umbau geöffnet. Ohne diese Unterlagen hätte man ein Jahr lang Substanzuntersuchungen anstellen müssen – mit offenem Ergebnis.

Dies führt auf ein ganz aktuelles Thema: BIM.

Wenn wir die Bauten von heute, welche die Bestandsbauten von morgen sein werden, mit BIM entstehen lassen und am Ende so archivieren, dass auch noch nach 30 Jahren die Daten auslesbar, verwertbar sind, dann schaffen wir die Voraussetzungen für einen wirklichen Baukreislauf – mit einer praktisch unendlichen Nutzungsspanne von Gebäuden, indem wir nur noch von marginalen Teilabrissen, Um- und Ausbauten reden, nicht mehr vom Totalabriss und damit dem eigentlichen ökonomisch-ökologischen Totalschaden. Denn das ist es, was jedes Mal passiert, wenn wir ein Gebäude verlieren, denkmalgeschützt oder nicht. Jeder Abriss ist ein manifestiertes Versagen. Von Planern, Nutzern, Entscheidern.

Hat Sie die monumentale Aufgabe gereizt?

Ja! Aber nur, weil wir das für den Umgang am Bestand nötige Rüstzeug und die richtige Einstellung besitzen. Weltweit gibt es monumentale Planungen von Neubauten, die per CAD entstehen – im kontrollierten Umfeld von Megabüros. Selbst ausgedruckt auf Papier wirken ganze Städte planerisch kontrollierbar, beherrschbar, und man kann durchaus der Auffassung sein: Gut, dass es so ist! Ein monumentales Bestandsgebäude anzufassen, ist aber nur mit einem großen Maß an empirischen Ansätzen möglich.

Der empirische Ansatz hilft, mit der Überraschung umgehen zu lernen?

Stets begleitete uns Unvorhergesehenes, mussten wir die Planung anpassen, ändern, erneuern. Lücken mussten geschlossen werden, Fragmente ergänzt. Der Punkt, die Struktur zu „beherrschen“, stellte sich nicht ein. Im Gegenteil, die Bestandsstruktur versuchte scheinbar stets, ihren eigenen Willen auf alle Beteiligten zu übertragen, als würde sie uns „beherrschen“ wollen. Deshalb schrecken viele vor dem Umgang mit dem Bestand zurück und suchen die schnelle Lösung: den Abbruch. Doch ist das kein sehr sportlicher Ansatz. Das Ringen um das Optimale ist aus unserer Sicht nicht nur nachhaltiger, wirtschaftlicher und ressourcenschonender, sondern auch persönlich so viel interessanter und spannender. Im besten Fall einigt sich die Bestandsstruktur am Ende mit uns auf ein Unentschieden. Das ist für uns auch das ideale Ergebnis. So soll das sein.

Herzlichen Dank für das Gespräch!

Das Gespräch führte Oliver Herwig

1 Teile des Gebäudekomplexes werden als Ausstellungs- und Verkaufsflächen von einem Handelsunternehmen für Möbel, Leuchten und Wohnaccessoires genutzt.

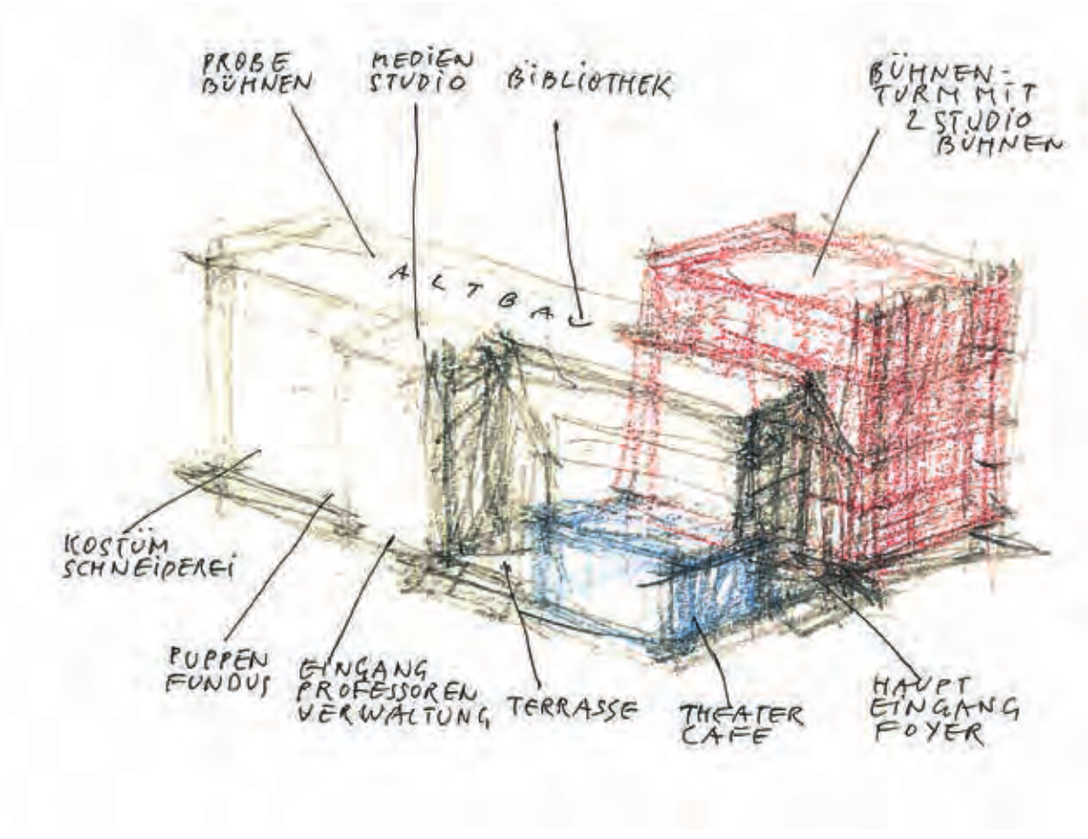
www.stenger2.de

Hochschule für Schauspielkunst Ernst Busch in Berlin

DEM BERLINER BÜRO O&O BAUKUNST IST ES GELUNGEN, NEUES ZU SCHAFFEN, OHNE DAS ALTE ZU ZERSTÖREN

Mit seinen 24 Metern ist der neue Bühnenturm bereits aus der Entfernung ein Blickfang. Doch wer hätte vor einigen Jahren gedacht, dass dem unscheinbaren Bestandsgebäude aus den 1950er Jahren einmal neues Leben eingehaucht werden würde? Im Hinblick auf das große gesellschaftliche Thema „Nachhaltige Stadtgestaltung“ ist die Hochschule für Schauspielkunst Ernst Busch ein Projekt mit Vorbildfunktion. Das Gebäude dokumentiert den nachhaltigen Umgang mit vorhandenen Ressourcen und schafft es gleichzeitig, notwendige gestalterische und technische Anpassungen mit dem Bestand zu vereinen.

Der anspruchsvolle Umbau war eine große Herausforderung für Architekten, Bauherr und Nutzer, begleitet vom anfänglich ungewissen Ausgang. Doch hat sich die beharrliche und zeitaufwendige Auseinandersetzung mit dem scheinbar wertlosen Bauwerk gelohnt und ließ einen Ort entstehen, der heute mit neuer Identität einen bedeutenden Beitrag in der Berliner Stadtgeschichte leistet. Etwas Neues im Alten zu erkennen und zu schaffen, ist das eigentliche Kunststück, das O&O Baukunst als das ausführende Büro geleistet hat. Architekt Roland Duda, Partner bei O&O, beschreibt den langen Prozess so: „Es braucht zunächst einige Zeit, einen Bestandsbau so zu akzeptieren, wie er ist. Die eigenen Bilder und Vorlieben müssen wir dabei konsequent zurückzustellen“. Diese Haltung ist heute wichtiger denn je.

Das Berliner Büro O&O Baukunst ist Vorreiter in Sachen Nachhaltigkeit. Bereits in den 1990er Jahren setzten die Architekten einen Schwerpunkt auf Umbau und zeitgemäße Anpassung, wie die Beispiele Kultur- und Werkzentrum Schauspielhaus Zürich und Museumsquartier Wien oder das 2013 fertiggestellte Landesarchiv in Duisburg zeigen – jedes für sich bildet einen Mehrwert für seine Umgebung und die Stadt an sich. „In den vergangenen Jahren ist die Auseinandersetzung mit alternativen Materialien, Holz beziehungsweise Holzhybridbau sowie Hybridbauweisen, die den Werkstoff Beton ergänzen, hinzugekommen“, erläutert Roland Duda. Die Hochschule für Schauspielkunst Ernst Busch zeigt eindrücklich, welches Potenzial in einem Altbau stecken kann – und wie scheinbar unspektakuläre Strukturen in eine kulturell vielversprechende Arbeits- und Erlebnisstätte verwandelt werden können.

Die Hochschule für Schauspielkunst Ernst Busch zeigt eindrücklich, welches Potenzial in einem Altbau stecken kann – und wie scheinbar unspektakuläre Strukturen in eine kulturell vielversprechende Arbeits- und Erlebnisstätte verwandelt werden können. **1** Entwurfsskizze und **2** Außenansicht der Hochschule.