

betonprisma

Beiträge zur Architektur 58. Jahrgang Ausgabe 114/2022 4,80 €



KREISLÄUFE



Kreisläufe

Die Spirale galt als eines der Markenzeichen des 1928 in Wien geborenen Künstlers und Architekten Friedensreich Hundertwasser. Seit Beginn der 1950er Jahre war sie für ihn – als Gegenbild der geraden Linie – eine Metapher für das Werden und Vergehen sowie ein Symbol für die Zyklen der Natur. Ganz im Sinne dieses Kreislaufgedankens gestaltete Hundertwasser die Wohnanlage „Waldspirale“ in Darmstadt. Von dem Architekten Heinz M. Springmann geplant und ausgeführt, war die Anlage das erste Wohngebäude in Deutschland, bei dem Recyclingbeton verbaut wurde. Erst kurz zuvor, 1998, war die erste „Richtlinie für Beton mit rezykliertem Zuschlag“ – heute sprechen wir von rezyklierte Gesteinskörnung – vom Deutschen Ausschuss für Stahlbeton e.V. (DAfStb) veröffentlicht worden. Der umstrittene Wiener, der unter anderem mit seinen Ideen für Dachbegrünungen seiner Zeit voraus war, erlebte die Eröffnung der Waldspirale allerdings nicht mehr.

Das Bild der Spirale taucht bereits in vor- und frühgeschichtlicher Zeit als Ornamentmotiv auf Stein und Keramik auf. Es vermittelt eine Vorstellung von Unendlichkeit. In der Baukunst der Antike und Renaissance findet sie sich als Volute an Konsolen, Giebeln und Kapitellen wieder. Heute definieren wir eine Spirale – oder Schneckelinie – als eine Kurve, die um einen Punkt oder eine Achse verläuft und sich je nach Perspektive des Betrachters von diesem Zentrum entfernt oder sich ihm annähert.

Entfernung oder Annäherung: Heute wissen wir, dass wir uns im Rahmen des Klima- und Ressourcenschutzes auf das Werden und Wandeln unserer irdischen Ressourcen neu zu besinnen haben und uns gerade beim Bauen den Zielen der Kreislaufwirtschaft nicht nur annähern, sondern diese schnellstmöglich erreichen müssen. Materialien – und natürlich auch der Baustoff Beton – müssen in Zukunft weit mehr wieder- und weiterverwendet werden. Hierfür benötigen wir neue, an den Prinzipien der Kreislaufwirtschaft orientierte Ansätze beim Planen, Bauen und Nutzen von Gebäuden und Infrastrukturen. Darüber lesen Sie in diesem Heft.

So erfahren Sie zum Beispiel im Gespräch mit Prof. Anja Rosen und Marc Matzken, wie die Materialien des alten Rathausbaus in Korbach (unser Foto auf der gegenüberliegenden Seite) für den auf unserem Titel abgebildeten Neubau im Sinne des Urban Mining direkt wiederverwertet werden konnten, oder im Gespräch mit Prof. Andrea Kustermann, wie aus dem Gebäudebestand auf dem Areal der Bayernkaserne in München hochwertiges Betonabbruchmaterial gewonnen und dann als rezyklierte Gesteinskörnung für 100%igen Recyclingbeton eingesetzt wurde.

Die Beiträge dieses Heftes zeigen, über welche Potenziale der Baustoff Beton für Recycling, Re-Use und Further-Use, Cradle to Cradle und Urban Mining verfügt. Und nicht zuletzt: dass auch mit diesen Betonen das anspruchsvolle Bauen, ambitionierte Architektur und Baukultur, die großen Ideen, möglich sind.

Ich wünsche Ihnen viel Spaß bei der Lektüre!

Ulrich Nolting



6 **GESPRÄCH**

Anja Rosen und
Marc Matzken
Urban Mining für
den Rathaus-Neubau
in Korbach

18 **GESPRÄCH**

Andrea Kustermann
Bauen mit Recyclingbeton

24 **BERICHT**

Hochbau mit
Recyclingbeton
Drei Beispiele

28 **BERICHT**

R-Beton
Neue Entwicklungen für
den Einsatz im Hochbau

30 **BERICHT**

Materialkataster
Katalysatoren der
Kreislaufwirtschaft

34 **BERICHT**

Betonreserve als
Kulturzentrum
Concrete Design Competition
2021/2022



38 BERICHT

Upcycle Studios
20 Reihenhäuser
in Kopenhagen aus
Recyclingbeton

42 BERICHT

FutureBuilt
Das Nachnutzungsprojekt
„Kristian Augusts gate 13“
in Oslo

44 BERICHT

Beton und Further-Use
Zur Wiederverwendung
von Bauteilen der DDR-
Fertigteilarchitektur

48 BERICHT

Wind, Wasser und Beton
Infrastrukturbauten
aus Beton für die
Energiewende

50 GESPRÄCH

Olaf Aßbrock
Einsatz von
Recyclingbeton in
Deutschland

54 BERICHT

Schweizer Nachhaltigkeit
Bauen mit Recyclingbeton

60 SPEKTRUM

62 PROJEKT- UND FOTONACHWEIS

63 IMPRESSUM

Urban Mining für den Rathaus-Neubau in Korbach

ANJA ROSEN UND MARC MATZKEN

„Die große Frage war: Wie lässt sich eine solche Idee angehen?“



Marc Matzken, geboren 1975 in Wesel, ist Grüner und Partner des Architekturbüros heimspiel architekten Matzken Kampherbeek PartGmbH mit Sitz in Münster. Er studierte an der Münster School of Architecture (MSA), war 2012–2016 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Kassel und 2018–2019 Vertretungsprofessor an der MSA Münster.

Frau Prof. Rosen, Herr Matzken, wann und wie kam die Idee auf, den Neubau des Rathauses Korbach als Urban-Mining-Modellprojekt zu realisieren?

Anja Rosen: Lob und Ehre gebührt hier Herrn Architekt Stefan Bublak, dem Fachbereichsleiter Bauen und Umwelt der Stadt Korbach. Er hat, nachdem der Wettbewerb für den Rathaus-Neubau 2017 entschieden worden war, die Idee entwickelt, den alten Erweiterungsbau des Korbacher Rathauses, einen Betonbau aus den 1970er Jahren, als Rohstoffquelle, also als „urbane Mine“ für den Neubau des Rathauses zu nutzen.

Marc Matzken: Den offenen zweiphasigen Wettbewerb, an dem über 130 Büros teilgenommen hatten, konnten damals heimspielarchitekten gemeinsam mit Christian Thomann als Entwurfsverfasser von agn Niederberghaus und Partner aus Ibbenbüren für sich entscheiden. Für die Leistungsphasen 2–9 gründeten dann beide Büros die ARGE agn – heimspiel architekten. Als nach dem Wettbewerb Stefan Bublak mit der Idee der Verwertung auf uns zukam, traf er bei uns sofort auf große Zustimmung. Wir holten dann noch Anja Rosen, damals Geschäftsführerin bei der agn-Tochter energum GmbH, unter anderem spezialisiert auf Nachhaltigkeit, in unser Team. Christian Thomann, Anja Rosen und ich kannten uns bereits aus dem Studium an der MSA Münster School of Architecture und aus unserer gemeinsamen Zeit bei agn.

Anja Rosen: Die Idee entwickelte sich auch vor dem Hintergrund, dass der Abriss eines nur ca. 50 Jahre alten Erweiterungsbaus des Rathauses natürlich eine gewisse Ressourcenverschwendung bedeutete. Es ist dem Verantwortungsbewusstsein des Bauherrn zu verdanken, dass man deshalb prüfen wollte, ob und wie die Materialien des alten Rathausbaus für den Neubau direkt wiederverwertet werden könnten. Die große Frage war damals: Wie lässt sich eine solche Idee angehen? Zumal es ein Vorhaben dieser Art zuvor noch nicht gegeben hatte. Wir haben dann Herrn Bublaks Idee dankbar aufgegriffen und ein Urban-Mining-Konzept entwickelt. Natürlich war es auch eine glückliche Fügung, dass ich aus meiner Forschung an der Uni Wuppertal eine gewisse Expertise mitbringen konnte. Ich hatte bereits dort zum Thema kreislaufgerechtes Bauen gearbeitet, konnte dieses Thema dann bei energum weiter vorantreiben und so die Erkenntnisse aus der Wissenschaft direkt in das Projekt: „Wie nutzen wir das alte Rathaus als urbane Mine?“ mit einbringen. Auf dieser Basis haben wir denn auch das Urban-Mining-Konzept entwickelt.

Wie sind Sie das Urban-Mining-Projekt dann konkret angegangen?

Anja Rosen: Der Grundgedanke war, den Bestand direkt für den Neubau zu verwerten. Damit stellte sich die Frage, wie wir das Beste, das er bot, nutzen können. Das alte Gebäude aus den 1970er Jahren bestand zu ca. 95 % aus mineralischen Baustoffen, zum Großteil Beton, den es möglichst hochwertig zu recyceln galt. Dem entsprechend haben wir zunächst untersucht, welche Voraussetzungen erfüllt werden müssten, um aus dem Altbeton rezyklierte Gesteinskörnung für neuen Beton herstellen zu können.

Mit Recyclingbeton wird ja schon seit über 20 Jahren gearbeitet. Insofern konnten wir auf eine Menge Know-how zurückgreifen und wussten, dass dies funktionieren würde. Bisläng hatte es aber noch nie den Fall gegeben, dass ein Bestandsbau zurückgebaut und die daraus gewonnene rezyklierte Gesteinskörnung direkt für einen Neubau gleicher Funktion und an gleicher Stelle wiederverwendet wurde. Wir mussten also ein innovatives Abbruchkonzept entwickeln. Im Vordergrund standen hier die Fragen: Was müssen wir überhaupt untersuchen? Und welche Unternehmen aus der Region können unser Vorhaben umsetzen?

Marc Matzken: Wir ließen deshalb zunächst eine Bestandsaufnahme durchführen unter der Prämisse: Welche Materialien sind im alten Gebäude in welchen Mengen enthalten? So haben wir den Beton bereits vor dem Rückbau untersuchen lassen. Wir haben Bohrkernproben aus Stützen und Wänden entnommen, die dann im Labor daraufhin untersucht wurden, ob die funktionalen Parameter und Umweltbedingungen für die Herstellung rezyklierter Gesteinskörnungen für die von uns vorgesehenen Betone passen würden.

Anja Rosen: Nachdem uns die Labore schließlich bestätigt hatten, dass die Norm-Anforderungen erfüllt werden, nahmen wir Kontakt zu Unternehmen in der Region auf, um zu klären, ob unser Vorhaben von ihnen auch umgesetzt werden kann. Denn es wird zwar in Deutschland schon lange, aber insgesamt doch noch sehr wenig mit Recyclingbeton gebaut.

Wie haben die Unternehmen auf Ihre Anfragen hin reagiert?

Marc Matzken: Erfreulicherweise sind wir auf offene Ohren gestoßen, weil vielen Unternehmen offensichtlich bewusst ist, dass Recycling ein Zukunftsthema ist.

Anja Rosen: Wir haben Recyclingunternehmen und Transportbetonwerke angesprochen. Die meisten dieser Betriebe haben unser Anliegen gerne aufgegriffen, weil ihnen bewusst war, dass sie durch unsere Expertise auch lernen und sich so auf künftige Märkte besser einstellen können. Die Herstellung rezyklierter Gesteinskörnungen ist ja an sich nicht schwer. Die Unternehmen verfügen über die entsprechenden Brech- und Siebanlagen, müssen sich allerdings zertifizieren lassen, weil die rezyklierte Gesteinskörnung, die ja hinterher ein Bauprodukt ist, über ein CE-Zertifikat verfügen muss, wofür dann auch eine werkseigene Produktionskontrolle für die Güteüberwachung erforderlich ist.

Welche Unternehmen waren an diesen Arbeiten beteiligt?

Marc Matzken: Die Abbruchmaterialien wurden beim Recyclingbetrieb Josef Funke GmbH in Volkmarsen aufbereitet und zwischengelagert. Der Recyclingbeton

Prof. Dr. Anja Rosen, geboren 1970 in Bielefeld, studierte Architektur an der Münster School of Architecture (MSA). 2013–2021 war sie Lehrbeauftragte am Lehrstuhl Baukonstruktion/Entwurf/Materialkunde von Prof. Annette Hillebrandt an der Bergischen Universität Wuppertal. 2020 promovierte sie dort zum Dr.-Ing. mit dem „Urban Mining Index“. Anja Rosen war 2012–2022 Mitarbeiterin in der agn Gruppe, zuletzt als Geschäftsführerin der agn-Tochter energum. Seit 2021 ist sie Honorarprofessorin für zirkuläres Bauen an der Bergischen Universität Wuppertal, 2022 wurde sie die Gründerin und Geschäftsführerin der C5 GmbH in Münster.



GESPRÄCH



„Wir wollten nicht nur die Materialien des Altbaus in den Neubau überführen, sondern hatten uns auch zum Ziel gesetzt, den Neubau selbst möglichst kreislaufgerecht und als künftiges Rohstofflager zu planen.“

wurde von der Firma FMK Fertigmischbeton Korbach, die zur Irma Oppermann GmbH gehört, hergestellt. Es war das erste Mal, dass das Unternehmen Recyclingbeton produziert hat. Die Mitarbeiter fanden das Projekt höchst spannend und erkannten schon bald, dass die Herstellung von Recyclingbeton wahrlich kein Hexenwerk ist.

Die Betonfertigteile für die Fassade wurden von der Firma Hering Architectural Concrete in Burbach aus R-Beton hergestellt. Die Anfertigung der entsprechenden Muster, die Ausstellung der Prüfzeugnisse wie auch die gesamte Belieferung erfolgten einwandfrei und problemlos. Burbach ist zwar ca. 100 km von Korbach entfernt, doch gab es im Umkreis von 50 km keinen Anbieter für die Herstellung hochwertiger Architekturbeton-Fertigteile, weshalb hier eine Ausnahme gemacht wurde, die noch als tragbar angesehen werden kann.

Welche besonderen Herausforderungen galt es bei diesem Projekt zu meistern?

Anja Rosen: Wir hatten anfangs auf der Basis einer Stoffstromanalyse errechnet, welche Mengen des alten Materials wir in neuen Recyclingbeton überführen könnten. Dabei hatten wir angenommen, dass wir das Tragwerk des neuen Gebäudes komplett in R-Beton

würden ausführen können. Wir mussten beim Rückbau des alten Gebäudes dann aber feststellen, dass die Rippendecke über dem alten Ratssaal mit einer verlorenen Schalung aus Holz gefertigt war. Diese Rippendecke konnte im Rahmen des Rückbaus nicht sortenrein getrennt werden, was dazu führte, dass wir für den Neubau weniger Rezyklat einsetzen konnten als ursprünglich geplant. Wir konnten allerdings das verunreinigte und damit minderwertige Material für die Auffüllung des Planums und der Fundamentlöcher verwenden.

Doch auch solche Erfahrungen liefern wichtige Erkenntnisse für das künftige Bauen: Konstruktionen dieser Art sollten in Zukunft nicht mehr geplant werden, um derartige Verluste vermeiden zu können.

Hat die Idee des Urban Mining die Weiterentwicklung des Wettbewerbsentwurfs beeinflusst?

Marc Matzken: Der Wettbewerb ist aufgrund der von uns vorgeschlagenen Architekturqualität und der Qualität des Städtebaus entschieden worden. Unser Entwurf sah eine Ausführung in Stahlbeton und eine Fassade aus eingefärbten vorgehängten Betonfertigteilen vor. Dabei war es unser Wunsch, dass die Farbigkeit der neuen Fassade Bezug auf das historische Rathaus nimmt.

Nach der Entwicklung des Urban Mining Index haben wir alle Hauptbauteile noch einmal überprüft und den Normen entsprechend weiterentwickelt. Denn wir wollten ja nicht nur die Materialien des Altbaus in den Neubau überführen, sondern hatten uns auch zum Ziel gesetzt, den Neubau selbst möglichst kreislaufgerecht und als künftiges Rohstofflager zu planen – also auf Verklebungen zu verzichten und Werkstoffe so zu fügen, dass sie später wieder möglichst sortenrein trennbar sind und kreislaufgerecht wiederverwertet werden können.

Eine kleine Herausforderung war dabei, diese Anpassungen anschließend öffentlich so auszuschreiben, dass Unternehmen unsere neuen Anforderungen auch wirklich erfüllen konnten.

Nach außen hin erkennbar beeinflusst hat das Urban-Mining-Konzept die Gestaltung der Betonfertigteile für die Fassade. Ursprünglich hatten wir mit eingefärbten Betonfertigteilen geplant. Durch den Abbruch eines Nebengebäudes auf demselben Areal, dessen Dach mit roten Dachziegeln eingedeckt gewesen war, standen uns nun aber auch diese Ziegel als Recyclingmaterial zur Verfügung. So bildete sich die Idee heraus, auf die Einfärbung der Betonfertigteile zu verzichten und stattdessen die aus den Dachziegeln gewonnene rezyklierte Gesteinskörnung als rotfarbene Pigmente dem Recyclingbeton für die Fassadenteile beizumischen. Auf diese Weise konnten wir den Kreislaufgedanken auch gestalterisch umsetzen und von außen ablesbar machen. Das war schon ein sehr spannender Prozess!

Anja Rosen: Recyclingbeton unterscheidet sich ja optisch kaum von konventionellem Beton. Durch die roten Ziegel-Einsprenkelungen, die bei den sandgestrahlten Fassadenteilen gut an der Oberfläche sichtbar sind, ist dieser nun als solcher erkennbar. Gemeinsam mit dem



Den Wettbewerb für den **1 + 2** Neubau des Rathauses Korbach entschieden heimspielarchitekten gemeinsam mit Christian Thomann als Entwurfsverfasser von agn Niederberghaus und Partner für sich. Die ARGE agn – heimspiel architekten holte für die Realisierung der Idee des Urban Mining Anja Rosen, damals Geschäftsführerin bei der agn-Tochter energum GmbH, mit in das Team.



„Der Recyclingbeton wurde für das Tragwerk und die Fassadenelemente des neuen Gebäudes eingesetzt.“

Bauherrn haben wir die entsprechenden Muster für die Fassadenteile vor Ort auf ihre Außenwirkung hin getestet. Es war ein wirklich schöner Moment, zu sehen, dass die Überführung des Alten in das Neue auch eine ästhetische Komponente entwickeln kann.

62 % des Abbruchmaterials aus dem Bestand konnten für den Neubau verwendet werden. Welche Materialien waren das?

Anja Rosen: Hierbei handelte es sich um mineralische Baustoffe wie Beton-, Ziegel- und Mauerwerksabbruch.

Natürlich war vorher – wie bei Bauwerken aus den 1970er Jahren üblich – eine Schadstoffentfrachtung durchgeführt worden. Bei Voruntersuchungen hatte sich herausgestellt, dass der Beton sauber und geeignet war und entsprechend verwertet werden konnte. Dabei wurde das Mauerwerk zuvor herausgenommen und nicht mit dem Betonbruch vermengt – was bei vielen Baustellen heute leider unüblich ist.

Entsprechend war für uns Architektinnen und Architekten die Ausschreibung für den Rückbau insofern eine besondere, als wir die Abfallfraktionen genau formu-

liert und entsprechend definiert hatten, damit die rückgebauten Materialien eben nicht entsorgt wurden; sie sollten vielmehr in einem Umkreis von 50 km für die hochwertige Wiederverwertung aufbereitet und dem Transportbetonunternehmen zur Weiterverarbeitung zur Verfügung gestellt werden.

In welchen Bauteilen wurde dann der Recyclingbeton verarbeitet?

Marc Matzken: Der Recyclingbeton wurde für das Tragwerk des neuen Gebäudes – hier hauptsächlich für die Bodenplatte, Decken, Unterzüge und die erdberührten Außenwände – und die Fassadenelemente eingesetzt.

Feinanteile des Betonbruchs, deren Durchmesser kleiner als 2 mm sind, dürfen nach der DAfStb-Richtlinie, die bislang die Betonnorm DIN EN 206-1 / DIN 1045-2 ergänzte und jetzt in die neue DIN 1045-1000 mit aufgenommen wurde, nicht verarbeitet werden. Diese Rezyklate wurden für die Auffüllung der Fundamentlöcher verwendet. Für den Recyclingbeton haben wir rezyklierte Gesteinskörnungen von 8 auf 22 mm verwendet.

Im Inneren des Gebäudes wurde kein Sichtbeton mit Rezyklaten eingesetzt?

Marc Matzken: Die Sichtbetonwände im Inneren des Gebäudes wurden mit konventionellem Beton erstellt. Der Grund dafür war, dass wir nicht genügend rezyklierte Gesteinskörnung aus dem Altbau zur Verfügung hatten.

Anja Rosen: Wir hatten vorgeschlagen, die Innenwände auch aus R-Beton – hergestellt aus anderen Abbrüchen – zu errichten. Die Stadt hat sich aber dagegen entschieden – mit dem Argument, dass beim Neubau aufgezeigt werden sollte, wie es möglich ist, allein mit dem Material des Altbaus den Stoffkreislauf zu schließen. Für künftige Projekte würde ich jedoch dafür plädieren, eventuell fehlende Rezyklat-Mengen durch Sekundärrohstoffe von anderen Abbrüchen zu ergänzen.

War für den R-Beton eine Zulassung im Einzelfall erforderlich?

Marc Matzken: Eine Zulassung im Einzelfall war nicht erforderlich, weil wir alle Vorgaben der entsprechenden DAfStb-Richtlinie, die einen maximalen Anteil von 45 % rezyklierter Gesteinskörnung vorschreibt, eingehalten haben. Bis zu dieser Menge muss der zu verarbeitende R-Beton weder bei der Planung anders dimensioniert noch auf besondere Weise hergestellt werden. Wird der Maximalanteil überschritten, ist allerdings eine Zulassung im Einzelfall erforderlich; ebenso, wenn Feinanteile unter 2 mm verwendet werden, da diese die Eigenschaften des Frischbetons stark beeinflussen.

Der R-Beton wird dann im Transportbetonwerk ganz normal überprüft?

Anja Rosen: Richtig. Zusätzlich erfolgt eine Fremdüberwachung des Recyclingbetriebs, um die CE-Zertifizierung für die RC-Gesteinskörnung zu gewährleisten. Eine solche Zertifizierung wird jährlich neu ausgestellt.

Um die damit verbundenen Aufwendungen zu relativieren, ist es natürlich wichtig, dass sich das Bauen mit R-Beton stärker durchsetzt und die Transportbetonwerke nicht nur einmalig, sondern nach Möglichkeit mehrmals im Jahr R-Beton herstellen.

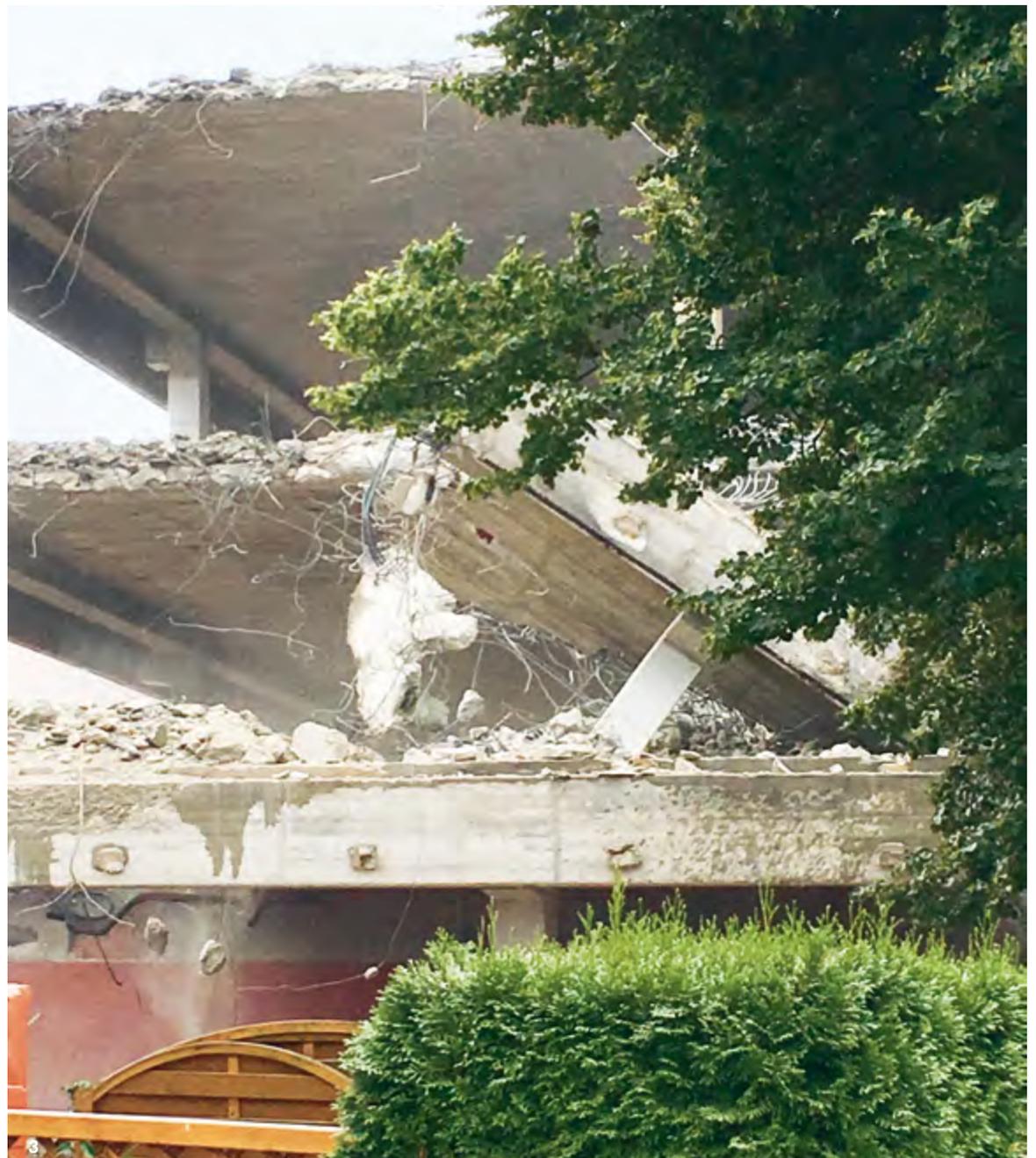
Hier machen sich übrigens derzeit erste Impulse der Gesetzgebung durchaus positiv bemerkbar: So werden in Zukunft Fördermittel der KfW nur noch für Neubauten, die mit einem Nachhaltigkeitszertifikat versehen sind, vergeben werden. Eine der wesentlichen Bedingungen für das „Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude“ (QNG) ist, dass die für den Neubau eingesetzten Materialien unter anderem den Anforderungen bzgl. der Ressourceninanspruchnahme entsprechen. Die damit verbundene Forderung eines gewissen Recyclinganteils wird auch dazu führen, dass sich einzelne Betriebe künftig auf eine höhere Nachfrage einstellen können. Damit wird in

Zukunft auch das Problem mangelnder Nachfrage und eines mangelnden Angebots an R-Beton gelöst werden können. Die Fördermittel selbst sind übrigens nicht unerheblich, sie belaufen sich beispielsweise für Kommunen auf 12,5 % der förderfähigen Kosten – bis zu einer Höhe von 10 Mio. Euro.

Welche Mehraufwendungen brachte die „Urban-Mining-Bauweise“ für Ihr Büro mit sich?

Marc Matzken: Sicherlich sind so manche Stunden an Mehrarbeit angefallen. Diese Aufwendungen wurden aber nicht nur durch die Begeisterung, mit der wir an dieses neue Thema herangegangen sind, gut kompensiert. Auch die Resonanz, die wir nach der Fertigstellung des neuen Rathausbaus erfahren haben, zeigt uns, dass wir hier als Büro richtig investiert haben.

Architekt Stefan Bublak, Fachbereichsleiter Bauen und Umwelt der Stadt Korbach, hatte, nachdem der Wettbewerb für den Rathaus-Neubau 2017 entschieden worden war, die Idee entwickelt, den **1** alten Erweiterungsbau des Korbacher Rathauses, einen Betonbau aus den 1970er Jahren, als Rohstoffquelle für den Neubau des Rathauses zu nutzen. **2 + 3** Selektiver Rückbau des alten Vorgängergebäudes.



Sie kamen nie an den Punkt, wo sie gedacht haben: Hätten wir uns darauf doch nicht eingelassen?

Marc Matzken: Nein! Ganz im Gegenteil: Dieses Projekt hat uns allen wirklich Spaß gemacht! Und wir sind stolz darauf, dass wir zu solch einem guten Resultat beitragen konnten. Die Stadt Korbach hat im Mai alle Bürger zu einer Eröffnungsfeier eingeladen. Der Bauherr und wir haben in diesem Rahmen Führungen durch das neue Gebäude angeboten – wir konnten sehen, auf welche positive Resonanz der Neubau in der Öffentlichkeit stieß, und waren begeistert. Denn schließlich hatte ja auch der Altbau aus den 1970er Jahren, für den damals auch ein Architekturwettbewerb durchgeführt worden ist, den Ort geprägt, war ein Zeugnis des Zeitgeistes. Die Akzeptanz, die das Projekt bei den Bürgern wie auch den Fachleuten erfährt, ist für uns rückblickend eine Bestätigung dafür, dass wir alles richtig gemacht haben.

Anja Rosen: Ich denke, dass wir hier auch eine ganz andere Art von Gewinn erzielt haben: einerseits die Anerkennung, die wir als Architektinnen und Architekten erfuhren, andererseits die Bestätigung aus der breiten Öffentlichkeit, dass das Projekt den Menschen gefällt und wir mit ihm die Umwelt geschont und einen Beitrag zur Nachhaltigkeit geleistet haben.

Um noch einmal auf den Aufwand zurückzukommen: Es ist nicht so, dass man sich mit einem solchen Projekt „übernehmen“ könnte. Wichtig ist, dass man sich dafür das relevante Wissen aneignet. Im Hinblick darauf investiert man natürlich in ein solches Vorhaben. Dieses Wissen kann man jedoch anschließend auch wieder in die Breite tragen – und darauf kommt es letztlich an. Denn wir wissen alle, dass die Baubranche vor Veränderungen steht. Wir sind also alle gut beraten, von Projekten wie diesem zu lernen und uns damit auf anstehende Veränderungen einzustellen. Langfristig gesehen ist auch das ein wirtschaftlicher Aspekt unserer Arbeit.

Im Zusammenhang mit dem Urban-Mining-Projekt Korbach sprechen Sie vom „Urban Mining Index“, „Loop-Potenzial“ und „Closed-Loop-Potenzial“. Was hat es damit auf sich?

Anja Rosen: Den Urban Mining Index habe ich im Rahmen meiner 2020 abgeschlossenen Promotion als Bewertungsinstrument für die Rückbau- und Recyclingfähigkeit von Materialien entwickelt. Das Modellprojekt Korbach war Teil dieser Arbeit.

Das Bauwesen ist national wie international die Branche mit dem höchsten Ressourcenverbrauch und Abfallaufkommen. Aufgrund der zunehmenden Ressourcenverknappung und Umweltbelastung ist es geboten, Baustoffe in möglichst geschlossenen, mit der Umwelt verträglichen und konsistenten Kreisläufen zu führen. Diesen Ansatz verfolgt das Urban-Mining-Design, indem das anthropogene Rohstofflager als „urbane Mine“ gestaltet und bewirtschaftet wird. Hierfür muss die Kreislaufkonsistenz von Bauwerken als Entwurfsparameter begriffen werden. Um die Konstruktionsprinzipien des Urban-Mining-gerechten Bauens berücksichtigen zu können, benötigen Planer neue quantitative Bewertungs-



„Die Kreislaufkonsistenz von Bauwerken muss als Entwurfsparameter begriffen werden.“

maßstäbe. In meiner Promotion habe ich deshalb eine ‚Systematik entwickelt, mit der die Kreislaufkonsistenz von Baukonstruktionen und Gebäuden in der Neubauplanung gemessen und bewertet werden kann: den Urban Mining Index (UMI).

Hierfür wurden Parameter definiert, welche die Materialität und die Konstruktion, aber auch die Wirtschaftlichkeit des selektiven Rückbaus abbilden, der Voraussetzung für die Rückgewinnung sortenreiner Wertstoffe ist.

Für den Urban Mining Index spielt das Closed-Loop-Potenzial eine entscheidende Rolle. Es gibt Auskunft darüber, wieviel Prozent der verbauten Materialien unter Berücksichtigung der Konstruktionsweise in geschlossenen Kreisläufen – also denselben Produktionskreisläufen ohne Qualitätsverluste – gehalten werden können. Nehmen wir das Beispiel Beton: Recycelt man den Baustoff minderwertig, so dass die Rezyklate nur noch als Unterbau von Straßen verwendet werden können, sprechen wir im eigentlichen Sinne nicht von Re- sondern von Downcycling. Diese weiterverwerteten Materialien werden zwar auch noch in Kreisläufen geführt, doch handelt es sich dabei um sog. offene Kreisläufe. Deren Bemessung erfolgt über das sog. Loop-Potenzial. Die Bemessung geschlossener Kreisläufe erfolgt hingegen über das sog. Closed-Loop-Potenzial. Im Urban Mining Index wird das Closed-Loop-Potenzial weit stärker gewichtet als das Loop-Potenzial.

Wie kamen Sie auf die Idee, sich mit diesem Thema auseinanderzusetzen?

Anja Rosen: Ich habe mich bereits seit Beginn meines Studiums 2005 für das Thema der Nachhaltigkeitsaspekte des Bauens interessiert. Damals war dies noch ein Nischenthema, bis dann 2007 die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) gegründet wurde, für die ich später ehrenamtlich arbeitete. Nach meinem Studium konnte ich am Lehrstuhl von Frau Prof. Annette Hillebrandt an der Universität Wuppertal forschen, die mit ihrem Thema des „Urban Mining Design“ das nachhaltige Bauen stark vorangetrieben hat. An ihrem Lehrstuhl habe ich dann meine Dissertation zum Thema „Entwicklung einer Systematik zur quantitativen Bewertung der Kreislaufkonsistenz von Baukonstruktionen in der Neubauplanung“ abgeschlossen.

Darüber hinaus haben Sie Parameter definiert, welche die Materialität und die Konstruktion, aber auch die Wirtschaftlichkeit des selektiven Rückbaus abbilden.

Anja Rosen: Richtig. Im Grunde sind hier zwei Kennwerte oder zwei Parameter entscheidend: zum einen die Nachnutzungsfähigkeit der Materialien – kann ich also



1 – 3 Nach außen hin erkennbar beeinflusst hat das Urban-Mining-Konzept die Gestaltung der Betonfertigteile für die Fassade. Die aus den Dachziegeln des alten Gebäudes gewonnene rezyklierte Gesteinskörnung wurde als rotfarbene Pigmente dem Recyclingbeton für die Fassadenteile beigemischt. Der Kreislaufgedanke wurde so auch gestalterisch umgesetzt und von außen ablesbar gemacht. 4 Das Bürgerforum als Herz des neuen Rathauses Korbach. **Seiten 14/15** Das Rathaus im historischen Stadtkern.





GESPRÄCH



1 + 2 Im Mai 2022 lud die Stadt Korbach alle Bürgerinnen und Bürger zu einer Eröffnungsfeier des neuen Rathauses ein.

etwas wiederverwenden, kann ich es recyceln, kann ich zumindest downcyclen? Im Fall von nachwachsenden oder erneuerbaren Rohstoffen gilt: Ist die Natur dazu in der Lage, diese Materialien zu verarbeiten bzw. zu erneuern? In beiden Fällen sprechen wir hier vom Parameter der Materialität.

Darüber hinaus gibt es den Parameter der Verbindungstechnik. Er gibt Auskunft darüber, wie Materialien in einem Gebäude gefügt sind, ob sie also leicht und ohne Zerstörung zu demontieren sind und an anderer Stelle wiederverwendet werden können.

Schließlich gibt es den dritten Parameter der Wirtschaftlichkeit, der Auskunft darüber gibt, ob die beiden erstgenannten Parameter der Nachnutzungsfähigkeit und der Verbindungstechnik überhaupt zielführend angewandt werden können. Anders formuliert: Ein Rückbauunternehmen wird ein Material nur dann sortenrein entnehmen und hochwertig recyceln können, wenn der damit verbundene Arbeitsaufwand möglichst gering und der Wert des Materials durch den selektiven Rückbau höher ist.

Mit dem Urban Mining Index habe ich eine Möglichkeit geschaffen, wie man diese drei Parameter in Bezug zueinander setzen und daraus resultierend eine Kennzahl ableiten kann. Diese Kennzahl bezeichnen wir als Urban Mining Indicator – oder auch als Zirkularitätsrate.

Welchen Wert weist die Zirkularitätsrate für den Neubau des Rathauses Korbach auf?

Anja Rosen: Die Zirkularitätsrate für das Rathaus liegt bei 42 %. Dieser Wert basiert zum einen auf dem Einsatz der rezyklierten Gesteinskörnungen für die Herstellung des R-Betons, zum anderen aber auch darauf, wie die beim Neubau eingesetzten Materialien in Zukunft erneut einsetzbar sind. Theoretisch könnte man eine Zirkularitätsrate von 100 % erreichen, die sich je zur Hälfte aus der Pre-Use- und der Post-Use-Phase ergibt.

Dies ist jedoch heute noch nicht möglich.

Mithilfe des Pilotprojekts Neubau des Rathauses Korbach wird nun ein Leitfaden entwickelt.

Anja Rosen: Das Pilotprojekt Korbach konnte nur mit Unterstützung des Landes Hessen realisiert werden. Mit Fertigstellung des Projekts haben wir ein abschließendes Gutachten erstellt, in dem alle relevanten Prozesse dokumentiert und die Besonderheiten des Urban-Mining-Designs im Detail dargestellt sind. Die Ergebnisse dieses Gutachtens werden in einen Leitfaden des Landes Hessen für ressourcenschonendes Bauen einfließen. Dieser Leitfaden soll später auch die Voraussetzung für die Inanspruchnahme von Fördermitteln für das ressourcenschonende Bauen bilden.

Verfolgen andere Bundesländer ähnliche Initiativen?

Marc Matzken: In Baden-Württemberg und Berlin muss beispielsweise bei öffentlichen Bauvorhaben bereits zu einem gewissen Anteil R-Beton eingesetzt werden. Das Land Nordrhein-Westfalen hat kürzlich einen Beschluss gefasst, nach dem alle Landesbauten nach dem Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen erstellt werden sollen. Die übrigen Bundesländer werden sich in Zukunft sicherlich auch in diese Richtung bewegen.

Wie schätzen Sie die künftigen Potenziale des Urban Mining ein?

Marc Matzken: Wir haben bereits in der letzten Zeit einige Anfragen zu diesem Thema gerade von öffentlichen Bauherren erhalten, und ich denke, dass uns das Thema in den nächsten Jahren zunehmend beschäftigen und mittelfristig sogar ein Standard werden wird.

Wie könnte das Closed-Loop-Potenzial von Beton weiter verbessert werden?

Anja Rosen: Zu großen Teilen wird Beton heute aus 100 % Primärmaterialien hergestellt. In Korbach haben wir bei der Fassade 25 %, beim WU-Beton 35 % und im trockenen Bereich 45 % der Gesteinskörnung durch Rezyklate ersetzt. Derzeit ist es noch nicht möglich,

Beton aus 100 % Sekundärmaterialien herzustellen. Eine der großen Herausforderungen wird darin bestehen, aus Betonzyklen Zementstein zu recyceln und diesen zu reaktivieren. In den Niederlanden wird derzeit ein Verfahren erprobt, bei dem der Zementstein von der ursprünglichen Gesteinskörnung aus Beton abgerieben und sortenrein als Zuschlag dem reaktiven Zement zugegeben wird.

Welche Weiterbildungsangebote in Sachen Urban Mining empfehlen Sie Ihren Kolleginnen und Kollegen?

Anja Rosen: Neben den Architektenkammern, die Weiterbildungen zum Thema anbieten, kann ich hier auf den gerade an der Universität Wuppertal eingerichteten berufsbegleitenden Masterstudiengang „Nachhaltiges und ressourcenschonendes Bauen“ verweisen. In diesem werden Fach- und Führungskräfte ausgebildet, die den Transformationsprozess von einer ressourcenintensiven Bauwirtschaft hin zu einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft im Bauwesen mitgestalten und weiterentwickeln möchten.

Herzlichen Dank für das Gespräch!

www.heimspielarchitekten.de

www.agn.de

www.cfuenf.de

„Die Zirkularitätsrate für das Rathaus liegt bei 42 %.“



Bauen mit Recyclingbeton

ANDREA KUSTERMANN

Frau Prof. Kustermann, Sie forschen seit 2019 an der Hochschule für angewandte Wissenschaften München zum Thema „Herstellung von 100%igem Recyclingbeton“. Wie hat sich dieses Forschungsthema entwickelt?

Andrea Kustermann: Ich hatte in den 1990er Jahren meine Diplomarbeit zum Thema Recyclingbeton geschrieben. In den Folgejahren weckte das Thema jedoch weniger Forschungsinteresse. 2017 haben wir im Fachbereich „Bauchemie/Baustoffe, Bauen im Bestand und Grundlagen des Bauingenieurwesens“ an der Fakultät für Bauingenieurwesen der Hochschule München (HM) die Forschungsarbeiten zu R-Beton dann wiederaufgenommen, und einige Studierende fertigten verschiedene Versuche wie auch ihre Abschlussarbeiten zu diesem Thema an. In diesem Rahmen haben wir uns wiederholt Recyclingmaterial besorgt, auch von dem Dachauer Unternehmen Johann Ettengruber GmbH. Dieses Unternehmen wurde später von der Stadt München mit dem Abbruch der alten Gebäude auf dem Gelände der Bayernkaserne beauftragt. Aufgrund unserer Forschungsarbeiten und Erfahrungen wurde von Seiten der Stadt München der

Wunsch an uns herangetragen, das „Bauvorhaben Bayernkaserne“ wissenschaftlich zu begleiten. Denn im Rahmen dieses Bauvorhabens bot sich die einmalige Gelegenheit, auf dieser großen Fläche hochwertigen Bauschutt, also Betonabbruchmaterial, als rezyklierte Gesteinskörnung wieder für Beton einzusetzen und damit echte Transportwege- und Ressourcenschonung zu betreiben. Als ein Ergebnis dieser begleitenden Forschungsarbeiten ist dann 2020 auf dem Gelände ein Pavillon errichtet worden, der aus 100%igem Recyclingbeton hergestellt wurde.

Was waren, was sind die großen Herausforderungen bei der Herstellung von 100%igem Recyclingbeton?

Die Idee beim Bauvorhaben Bayernkaserne ist, das gesamte aus den alten Gebäuden gewonnene, wiederverwendbare, mineralische Abbruchmaterial vor Ort für den Bau der neuen Gebäude zu nutzen. Die Wiederaufbereitung von Abbruchmaterial zu hochwertiger rezykliertem Gesteinskörnung möglichst nahe am Abbruchort, also unter Verzicht des Transports der Materialien, ist ja gerade der interessante Aspekt des Urban Mining.



Prof. Dr.-Ing. Andrea Kustermann studierte nach ihrer Ausbildung zur Schreinerin bis 1997 Bauingenieurwesen an der Technischen Universität München. Anschließend war sie an der Universität der Bundeswehr München als wissenschaftliche Laborleiterin und wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Werkstoffe des Bauwesens sowie als akademische Direktorin tätig. Seit 2013 ist Andrea Kustermann Professorin für Bauchemie, Baustoffe und Bauen im Bestand an der Fakultät Bauingenieurwesen der Hochschule für angewandte Wissenschaften München.



1 Prof. Dr.-Ing. Andrea Kustermann bei der offiziellen Eröffnung des **2** Muster-Pavillons im Juli 2021. Im Rahmen des „Bauvorhaben Bayernkaserne“ bot sich die Gelegenheit, **3** das aus den alten Gebäuden gewonnene, wiederverwendbare, mineralische Abbruchmaterial als rezyklierte Gesteinskörnung für den Recyclingbeton einzusetzen und damit Transportwege- und Ressourcenschonung zu betreiben.

Für Recyclingbeton darf derzeit maximal 45 % rezyklierte Gesteinskörnung eingesetzt werden. Unser Ziel aber ist es, das gesamte Betonabbruchmaterial zu 100 % – also inklusive anfallender Sandanteile, die nach der derzeit gültigen Norm für die Verwendung von rezyklierter Gesteinskörnung nicht zulässig sind – für die Herstellung von möglichst hochwertigem Recyclingbeton zu nutzen. Wichtig ist hierbei, dass nicht jeder R-Beton für alle Anwendungen aus solch einem 100%igen Betonabbruchmaterial hergestellt werden kann, sondern nur solche R-Betone, die dafür geeignet sind – das heißt Betone, die den technischen Eigenschaften von Frisch- und Festbeton sowie auch deren Dauerhaftigkeit entsprechen, was dann auch jeweils zu überprüfen ist. Im Rahmen unserer Forschung versuchen wir natürlich, die Qualität dieser R-Betone, die aus 100 % Betonabbruchmaterial hergestellt sind, immer weiter zu verbessern, sie in immer höheren Qualitäten herzustellen. Entsprechendes gilt auch für die Dauerhaftigkeit dieser Betone. Sie ist, auch wenn wir hier immer bessere Ergebnisse erzielen, für harte Umgebungsbedingungen nach wie vor begrenzt. So wären diese R-Betone für die Errichtung von Infrastrukturbauwerken nicht geeignet. Im Wohnungsbau allerdings können wir sie problemlos einsetzen.

Der Pavillon wurde aus 100%igem Recyclingbeton hergestellt.



GESPRÄCH



„Damit wollen wir sowohl Bauherrinnen und Bauherren als auch Bauunternehmen zeigen: Es ist möglich!“

1 Studentinnen und Studenten der Hochschule München beim Bau des Pavillons aus Recyclingbeton. 2 Hergestellt wurde der R-Beton mit einer auf dem Gelände stationierten mobilen Betonmischanlage. Die Schalungen wurden direkt neben der Anlage mit Beton verfüllt. Nach dem Aushärten und Ausschalen wurden Stützen und Decke mit einem Radlader transportiert und mit einem Kran aufgestellt.

Das heißt, dass Sie zunächst die vorhandenen Baumassen analysieren und diese bzgl. ihrer Wiederverwendbarkeit bewerten. Wie gehen Sie dabei beispielsweise mit Bauteilen um, die ggf. Schadstoffe enthalten?

Im Fall der Bayernkaserne war es für uns von Vorteil, dass viele der alten Gebäude in gleicher Bauweise errichtet worden waren. Dies vereinfachte die Analyse und Bewertung der Baumassen. So hatten wir zum Beispiel festgestellt, dass in manchen der Putze auch Schadstoffe enthalten waren, um die Soldaten vor Mücken zu schützen. Diese und andere schadstoffbelastete Baumassen – insgesamt waren es 50 % des gesamten Abbruchs – wurden sauber getrennt und entsorgt.

Der übrige Abbruch wurde wiederum so hochwertig getrennt, dass wir zum einen möglichst reinen Betonabbruch und zum anderen einen gemischten Abbruch erhielten, der unter anderem über einen höheren Ziegelanteil verfügt – dieses Verfahren hat sich heute durchaus etabliert.

Der Hintergrund ist, dass bei der Herstellung von R-Beton die zulässigen Anteile an rezyklierter Gesteinskörnung, bezogen auf die gesamte Gesteinskörnung (Vol-%), durch die Norm geregelt sind. Dabei wird in der Norm zwischen Gesteinskörnungstyp 1 (Betonspalt) und Gesteinskörnungstyp 2 unterschieden. Rezyklierte Gesteinskörnung von Typ 1 darf bis zu 45 Vol.-%, die von Typ 2 bis zu 35 Vol.-% (bezogen auf die gesamte Gesteinskörnung) wie natürliche Gesteinskörnung verwendet werden. Der Gesteinskörnungstyp 1 darf einen Anteil von min. 90 % Abbruchbeton und max. 10 % Ziegel, der von Typ 2 min. 70 % Abbruchbeton und max. 30 % Klinker bzw. Ziegel enthalten. Nach dem Entwurf der Betonnorm DIN 1045-2 dürfen rezyklierte Gesteinskörnungen des Typs 1 ≤ 2 mm

eingesetzt werden, sofern sie aus der gleichen Produktion der verwendeten rezyklierten Gesteinskörnung Typ 1 > 2 mm stammen. Rezyklierte Gesteinskörnung des Typs 2 ≤ 2 mm darf nicht verwendet werden.

Unser Ziel war es, eine rezyklierte Gesteinskörnung von 0 bis 16 mm – und damit auch alle enthaltenen Sandanteile – für die Herstellung von R-Beton nach dem Typ 1 (auch als RC-Beton bezeichnet) und nach dem Typ 2 (auch als RC-Mix bezeichnet) einzusetzen.

Den Pavillon haben Sie dann mit 100%igem Recyclingbeton gebaut?

Genau. Mit dem Bau des Pavillons verfolgten wir das Ziel, beispielhaft aufzuzeigen, was man mit einem 100%igem Recyclingbeton bauen kann. Mit 100%igem Recyclingbeton in allen Bauteilen! Jede Stütze, jeder Teil des Fundaments ist aus diesem Beton gefertigt.

Damit wollen wir sowohl Bauherrinnen und Bauherren als auch Bauunternehmen zeigen: Es ist möglich!

Hat die Verwendung von 100%igem R-Beton den Entwurf des Pavillons beeinflusst?

Gemeinsam mit meinen Kollegen Prof. Dr.-Ing. Christoph Dauberschmidt und Prof. Dr. Thorsten Stengel von der hiesigen Fakultät Bauingenieurwesen sowie mit Prof. Arthur Wolfrum von der Fakultät für Architektur der Hochschule München führen wir regelmäßig Veranstaltungen zum Bauen mit Beton durch. Im Sommersemester unter der Bezeichnung „Sichtbeton“ für Studierende der Fakultät Bauingenieurwesen und Architektur, im Wintersemester unter der Bezeichnung „Betontechnologie“ für Studierende der Fakultät Bauingenieurwesen. In diesen Kursen werden in kleinen Gruppen praktische Umsetzungen in Beton realisiert. Der Entwurf des Pavillons von

Prof. Wolfrum ist insofern auch von der Verwendung des Materials beeinflusst, als mit den besonders schlanken Stützen gezeigt wird, welche Bauweisen mit 100%igem R-Beton möglich sind. Letztlich kann mit R-Beton genauso gebaut werden wie mit normalen Betonen – sofern natürlich die technischen Eigenschaften des R-Betons nachweislich vorhanden sind. Da die Studierenden außerdem die Aufgabe hatten, die Oberflächen der Stützen unterschiedlich zu gestalten, konnten wir auch zeigen, dass sich die Sichtbetonqualitäten eines R-Betons nicht von denen eines normalen Betons unterscheiden.

Wie wurde der R-Beton hergestellt?

Hergestellt wurde der R-Beton mit einer auf dem Gelände der Bayernkaserne stationierten mobilen Betonmischanlage. Die Schalungen der einzelnen Stützen wurden direkt neben der Anlage mit Beton verfüllt; nach dem Aushärten und Ausschalen wurden sie mit einem Radlader über das Gelände transportiert und dann aufgestellt. Die Herstellung der Gesteinskörnung und des R-Betons wurden von Herrn Michael Weiß, dem Geschäftsführer von Ettengruber GmbH Recycling & Verwertung, gemanagt, einem routinierten Betontechnologen. Der gesamte Prozess war so eher ein Routineakt.

Für den Pavillon war eine Zustimmung im Einzelfall erforderlich?

Richtig. Da wir uns mit diesem R-Beton außerhalb der Norm bewegten, war eine Zustimmung im Einzelfall erforderlich. Hier ging es dabei natürlich auch um die

statischen Anforderungen, um die Dauerhaftigkeitseigenschaften, die zunächst auf fünf Jahre ausgelegt sind, und um die Frostbeständigkeit des R-Betons. Der Frost-Tausalz-Widerstand spielte hier keine Rolle, da das Fundament angekiest wurde. Wir hoffen natürlich alle, dass der Pavillon länger stehen bleiben kann, zumal er auf dem Areal einer Grünanlage der künftigen Wohnbebauung steht und damit durchaus eine Bereicherung für diese bietet.

Ist der R-Beton des Pavillons später wieder recycelbar?

Ja, der Beton wird wieder recycelbar sein. Auch wenn heute noch nicht allzu viele Untersuchungen zu diesem Thema vorliegen, können wir doch schon sagen, dass beispielsweise das Unternehmen Heinrich Feeß GmbH & Co. KG in Kirchheim/Teck Recyclingbeton bereits fünf Mal hintereinander erfolgreich erneut recycelt hat. Da sehe ich also keine Schwierigkeiten.

Im „URGE Integrated Action Plan Munich – A new circular district paving the way for a circular construction sector“ heißt es, dass der Pavillon auch errichtet wurde, um „die Bedenken von Bauherren zu zerstreuen“. Was hat es damit auf sich?

Die Stadt München erforscht als Partner im URBACT-Projekt „URGE: Circular Building Cities“, wie man in ganz Europa die Kreislaufwirtschaft im Bausektor etablieren kann. Seit das Bauvorhaben Bayernkaserne, das ja unter Verwendung von möglichst viel R-Beton



„Aus unserer Erfahrung heraus ist das alles mit ein wenig Pioniergeist bereits heute gut lösbar.“

realisiert werden soll, auch in der breiteren Öffentlichkeit stärker kommuniziert wird, erhalten wir immer wieder Anfragen zu diesem Thema. Darunter auch solche, bei denen von der Planungsseite her auch Bedenken zum Einsatz von R-Beton formuliert werden.

Diese Bedenken kann ich immer wieder nur entkräften, denn: Wenn wir mit R-Beton außerhalb der Norm bauen, ist stets eine Zustimmung im Einzelfall erforderlich. Diese benötigt einen gewissen zeitlichen Vorlauf, der sich aber wirklich in Grenzen hält. So ist beispielsweise das Bayerische Innenministerium, das eine solche Zustimmung erteilt, solchen Innovationen gegenüber äußerst aufgeschlossen, hat sich stets äußerst kooperativ in dieser Sache gezeigt und immer entsprechend schnell reagiert. Selbstverständlich braucht man für einen solchen Planungsprozess ein wenig mehr Vorlaufzeit. Darauf kann man sich aber problemlos einstellen. Natürlich benötigt man auch beim Einsatz unterschiedlicher Betone andere Expositionsklassen, eine andere Ausschreibung und Vergabe, eine auf der Baustelle anspruchsvollere Logistik. Doch sind auch diese Herausforderungen lösbar. Aus dem Einsatz von R-Beton ergibt sich zwar auch, dass beispielsweise nur für diese Betone zugelassene Dübel eingesetzt werden dürfen, doch lassen sich auch solche Hemmnisse bewältigen. Wir haben bereits einige dieser Zustimmungen erwirkt – es gab dabei niemals Probleme. Das Entscheidende ist: Will man mit 100%igem R-Beton bauen, müssen Planungsprozesse anders als bislang üblich angegangen werden. Die genannten „Bedenken“ beruhen also einzig darauf, dass sich bestimmte Zeitfenster etwas verschieben können. Aus unserer Erfahrung heraus ist das alles aber mit ein wenig Pioniergeist bereits heute gut lösbar, und natürlich wird das Bauen mit 100%igem R-Beton in fünf Jahren, wenn wir alle über mehr Erfahrungen verfügen, einfacher sein.

Wie schätzen Sie den erforderlichen zeitlichen Vorlauf ein?

Die Erteilung einer Zustimmung im Einzelfall für einen R-Beton, von dem man einigermaßen weiß, was er kann, erfolgt binnen drei Monaten. Relevanter als der zeitliche Vorlauf ist das Mitdenken. Das Baureferat München errichtet derzeit in München die Schule „Campus Ost“ mit möglichst vielen Bauteilen aus R-Beton – eben weil sich diese Stadt auf die Fahnen geschrieben hat, in Zukunft unter Berücksichtigung des kreislaufwirtschaftlichen Bauens zu planen. Wir können feststellen, dass hier alle Beteiligten sehr motiviert sind, um das Thema weiter voranzubringen. Auch dieses Bauvorhaben ist dabei, sich zu einem wirklich guten Projekt zu entwickeln.

Die neuen Wohngebäude auf dem Areal der Bayernkaserne werden nun mit R-Beton gebaut?

Soviel ich weiß, wurde Recyclingbeton mit 100 % rezyklierter Gesteinskörnung in untergeordneten Bauteilen verwendet und in einfachen, auch tragenden Bauteilen R-Beton nach Norm. Aber es wird angestrebt, zukünftig mehr R-Beton mit 100 % rezyklierter Körnung einzusetzen.

Kann man sagen, wie sich das URBACT-Projekt „URGE: Circular Building Cities“ auf das Bauen in München auswirken wird?

Wie sich das Projekt auf das Bauen in München auswirken wird, kann ich nicht beurteilen. Es hat aber in jedem Fall dazu geführt, dass man in München über das Bauen in Kreisläufen diskutiert. Und man konnte sehen, dass auch andere Städte sehr viel in ihre Vorhaben investieren, um ein Recycling ermöglichen zu können. Kopenhagen, Utrecht und Maribor sind hier als Beispiele zu nennen. Viele der dort gemachten Erfahrungen wird man auch auf München übertragen können.

Was bedeutet das künftige Bauen in der Kreislaufwirtschaft für die Arbeit von Architektinnen und Architekten?

Es heißt vor allen Dingen, wenn es um das Bauen mit Beton geht, dass man künftig nicht mehr einen einzigen Beton für alle möglichen Aufgaben einsetzen wird. Dies wird sich aber auch unabhängig davon durchsetzen, weil in Zukunft die CO₂-relevanten Bindemittel weiter reduziert werden. Das Bauen mit Beton – wie das Bauen überhaupt – wird mit mehr planerischem Aufwand verbunden sein, denn es wird dabei unter anderem stets zu bedenken sein, was für ein Bauwerk auf dem zu bebauenden Areal steht, was man von diesem vor Ort oder an anderem Ort wiederverwenden kann, wo sich in der Nähe Orte mit welchen Aufbereitungsstandards befinden oder solche temporär geschaffen werden können, und wo sich in der Nähe Materialien zwischengelagern lassen. Damit ist aber noch gar nicht darüber nachgedacht worden, welche Bauteile nun vollständig wiederverwendet werden könnten, was ja der optimale Fall wäre. Hier ist von Architektinnen und Architekten also vor allem Kreativität gefragt. Denkt man diese Prozesse zu Ende, so wird deutlich, dass wir hier vor sehr großen Veränderungen stehen. Es stimmt mich zuversichtlich zu sehen, dass unsere Studierenden und die junge Generation der Architektinnen und Architekten bereit sind, sich für diesen Wandel des Bauens einzusetzen. Und es stimmt mich optimistisch zu sehen, dass wir hier am Institut mehr und mehr Anfragen für Recycling-Vorhaben erhalten. Das sind nicht immer die größten Projekte, aber es werden mehr und mehr. Wir erkennen also: Da ist etwas in Bewegung. Und das ist sehr schön!

Herzlichen Dank für das Gespräch!



1 Der Entwurf des Pavillons von Prof. Arthur Wolfrum, Fakultät für Architektur der Hochschule München, ist auch von der Verwendung des Materials beeinflusst. Mit den besonders schlanken Stützen wird gezeigt, welche Bauweisen mit 100%igem R-Beton möglich sind. Die Oberflächen der Stützen wurden von den Studierenden unterschiedlich gestaltet. Damit konnte gezeigt werden, dass sich die Sichtbetonqualitäten eines R-Betons nicht von denen eines normalen Betons unterscheiden.

Hochbau mit Recyclingbeton

DREI BEISPIELE

Mehr klimaeffiziente Bindemittel, mehr alternative Zusatzstoffe – weniger natürliche, mehr rezyklierte Gesteinskörnung. Obwohl schon viele Jahrzehnte daran geforscht wird, die Primärrohstoffe für die Herstellung von Betonen zu reduzieren, ist der Einsatz von Recyclingbeton in Deutschland noch übersichtlich. Immer noch findet man nach dem Abbruch eines Gebäudes den zerkleinerten Beton vorwiegend im Straßenbau wieder.

Erste mit Recyclingbeton realisierte Projekte in Deutschland waren: die 2000 fertiggestellte Wohnanlage „Waldspirale“ in Darmstadt, die von dem Architekten Heinz M. Springmann geplant und ausgeführt und von dem Wiener Künstler Friedensreich Hundertwasser gestaltet wurde; 2010 eine Wohnbebauung an der Rheinallee in Ludwigshafen, die vom Architekturbüro Seepe und Hund, Kaiserslautern, errichtet wurde, sowie 2016 der neue Forschungs- und Laborkomplex der Humboldt-Universität in Berlin-Mitte, das Rhoda-Erdmann-Haus, das von Bodamer Faber Architekten BDA, Berlin, geplant und mit Recyclingbeton ausgeführt wurde. Der Neubau der Umweltstation der Stadt Würzburg des Architekturbüros balda architekten GmbH aus Fürstfeldbruck wurde 2019 fertiggestellt. Diese Leuchtturmprojekte fanden viel Aufmerksamkeit.

Drei weitere, vielleicht nicht ganz so stark beachtete Projekte zeigen, dass heute durchaus mehr Bewegung in den Hochbau mit Recyclingbeton kommt. Wir schauen uns hier drei öffentliche Bauvorhaben an, bei denen man sich ebenfalls bewusst für das Bauen mit Recyclingbeton entschieden hat. Wer sind nun diese Unternehmen, Betriebe und Verwaltungen, die das Potenzial haben, einen weiteren innovativen Beitrag für eine nachhaltige Zukunft im Bauwesen zu leisten? Wie kombinieren sie ökologische und ökonomische Themen mit Gestaltungsansprüchen?

Umweltbildungszentrum in Mainz – ein Schulungsgebäude

Wie Akzente im nachhaltigen Bauen gesetzt werden können, präsentiert das Umweltbildungszentrum UBZ in Mainz, das seit rund fünf Jahren in Betrieb ist. Wie es von einem Umweltbildungszentrum erwartet wird, sind in dem gesamten Gebäude Baustoffe und Materialien verwendet worden, die biologisch abbaubar oder – alternativ – unproblematisch zu trennen und zu entsorgen sind. Doch damit nicht genug. Das Schulungsgebäude richtet sich an Kinder, Jugendliche und Erwachsene, die neben Veranstaltungen und Vorträgen zu den Themen Umwelt, Natur und nachhaltiges Bauen hier eine informative und anregende „Bio- und Restabfall-Erlebniswelt“ kennenlernen.

Der Bauherr, die Entsorgungsbetriebe der Stadt Mainz, entschied sich nicht nur für ein vielversprechendes Programm im Inneren seines neuen Gebäudes, er hat auch auf beeindruckend zurückhaltende Weise viel Wert auf die äußere Gestaltung gelegt. Das Architekturbüro Ries und Ries Architekten Ingenieure aus Budenheim legte einen adäquaten Entwurf vor, der sich in seiner minimalistischen Erscheinung an die örtlichen Gegebenheiten am Hang einfügt, die ökologische Nutzung unterstreicht und den Funktionen im Schulungszentrum souverän den Vortritt überlässt.

Schon beim Betreten bekommt der Gast einen ersten Einblick in die Ideen und Materialien, die Bauherr und Architekten gewählt haben. Die repräsentativen Tageslichtbereiche sind in Sichtbeton den hohen Anforderungen der Klasse SB3 entsprechend gestaltet: „In Teilbereichen ein erhöhter Schalungsaufwand“, hält Martin Habes, verantwortlicher Architekt des UBZ von Ries und Ries Architekten, fest. „Doch wir wollten den Beton sehen, ihn

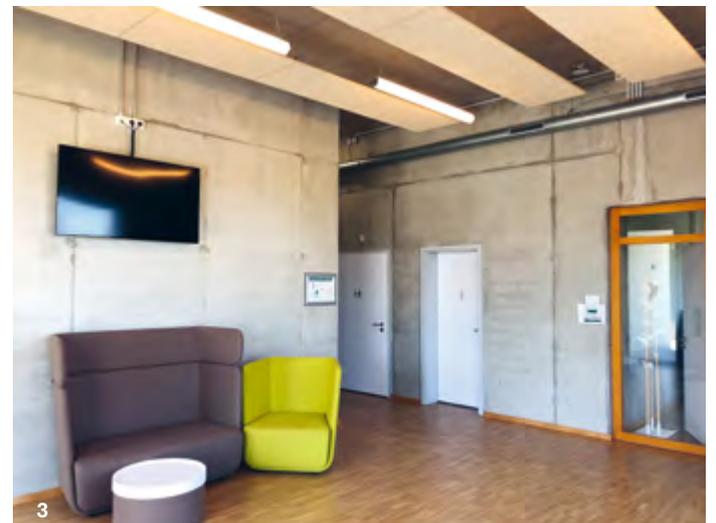


1 Der Neubau der Umweltstation der Stadt Würzburg von Balda Architekten, Fürstfeldbruck, fertiggestellt 2019, gilt als eines der Leuchtturmprojekte für das Bauen mit Recyclingbeton. **2 + 3** Auch das Umweltbildungszentrum Mainz von Ries+Ries Architekten aus Budenheim bei Mainz zeigt, wie mit Recyclingbeton Akzente im nachhaltigen Bauen gesetzt werden können.



2

In den Hochbau mit Recyclingbeton kommt Bewegung.



3

roh lassen, um das Gebäude auch relativ einfach wieder rückbauen zu können. Sämtliche Installationen wurden aus diesem Grund funktional und sauber mit Trassen, auf Putz', also sichtbar, an den Betonwänden und -decken aufgebracht.“

Nicht zu erkennen ist, dass für den Bau des Umweltbildungszentrums ein Beton mit rezyklierte Gesteinskörnung verwendet wurde, der von dem lediglich rund 5 km entfernten Werk Weisenau der Heidelberger Beton GmbH geliefert wurde. Dort wurden rund 650 m³ Recyclingbeton der Druckfestigkeitsklasse C25/30 hergestellt, dessen Gesteinskörnungsfraction mit Größtkorn 2/8 mm aus einem fachgerecht aufbereiteten Altbeton bestand. Die darin enthaltenen rund 360 t rezyklierte Gesteinskörnung wurden von der Firma Scherer und Kohl aus dem drei Stunden entfernten Ludwigshafen geliefert. Mit der Bauunternehmung Gemünden wurde schließlich auch noch der dritte Partner gefunden, der sich der Herausforderung stellte, den Recyclingbeton fachtechnisch auf der Baustelle zu verarbeiten. Das rund eine Stunde entfernte Familienunternehmen hat die besonderen Qualitäten und Festigkeiten in der Betonzusammensetzung intensiv geprüft, sodass am Ende alle am Bau Beteiligten mit der Ausführung zufrieden waren.

Mit seiner ganzheitlichen, innovativen und ökologischen Planung sowie dem regenerativen Energiekonzept, das eine Luft-Wasser-Wärmepumpe und eine Photovoltaikanlage beinhaltet, setzt die Stadt Mainz als öffentlicher Bauherr mit dem UBZ ein sichtbares und wichtiges

Zeichen und bezieht mit seinen Bildungsangeboten rund um die Themen Kreislaufwirtschaft, Klimawandel und Ressourcenschutz die Bürger, vor allem auch die jungen Menschen, mit in diesen Prozess ein, ohne den Zeigefinger zu heben. Auch das Umfeld des UBZ bietet mit einem Naturerlebnispfad weitere relevante Aspekte der Umwelt und Nachhaltigkeit – eine ideale pädagogische Ergänzung zum klassischen Schulstoff.

Das neue Hauptgebäude für den Entsorgungsbetrieb in Mainz

Die Stadt Mainz geht auch mit diesem 2021 eröffneten neuen Gebäude der städtischen Entsorgungsbetriebe in Mainz-Mombach wegweisend voran. Auch hier war es Vorgabe des Bauherrn, mit Recyclingbeton zu arbeiten. Dieser Beton wurde aus einem 15 km entfernten Werk in Ingelheim geliefert

Mit dem Neubau wurde das Mainzer Architekturbüro Plum und Schlemmer beauftragt. Das Team hatte bereits ein Kantinegebäude für die Entsorgungsbetriebe am selbigen Ort errichtet. Für das neue Hauptgebäude sollten nun alle Funktionen unter einem Dach zusammenkommen. Zugleich sollten der Zugang betont werden und sich der Blick in Richtung Betriebshof weiter öffnen. Die Architekten

BERICHT



haben dafür die Stirnseite des dreigeschossigen Baukörpers schräg ausgeführt. Die Beschäftigten werden hier in einen offenen und komfortablen überdachten Eingangsbereich geführt. In dem auskragenden Geschoss über dem Eingang befindet sich heute in exponierter Lage der Konferenzraum. Dahinter ordnen sich Büros, Schulungs- und Besprechungsräume an. Der eigentliche Betriebsdienst der Straßenreinigung befindet sich im Erdgeschoss. Der Zuwachs an Flächen erlaubt nun auch Sozialbereiche und Sanitäreinrichtungen für die temporären Mitarbeiter, etwa für die des Winterdienstes. Die äußere Erscheinung des Neubaus wurde ganz und gar auf das Unternehmen zugeschnitten. Die in Grün abgesetzten Brüstungsbänder erinnern an das Firmenlogo der Entsorgungsbetriebe.

Die Fortschrittlichkeit in der Gestaltung und Ausstattung für die Mitarbeiter zeigte sich auch in der Entscheidung für den Einsatz von Recyclingbeton. Bodo Wollny, Prüfstellenleiter der Qualitätsüberwachung bei der Heidelberger Beton GmbH, Region Süd-West, hatte bereits das UBZ entwickelt und betreut. Bei seiner zweiten Konzeption empfahl er eingehend die gleiche Betonzusammensetzung. Der von ihm konzipierte Beton beinhaltet rezyklierte Gesteinskörnungen, mineralische Zuschläge, die aus aufbereitetem Altbeton bestehen, ferner Flugasche, ein Abfallprodukt aus der Kohleverstromung. Eine Zustimmung im Einzelfall war seinerzeit für den Recyclingbeton-Splitt noch notwendig. Inzwischen ist der Lieferant Scherer und Kohl aus Ludwigshafen im Besitz der Zulassung. Das Unternehmen hat sich auf Recyclingmaterial spezialisiert, das sich speziell für die Betonproduktion eignet.

In dem neuen Verwaltungsgebäude wurde ein Portlandhüttenzement CEM II/B-S 42,5 N, mit 8/16er R-Betonsplitt eingesetzt. Bereits im Vorfeld wurden diverse Prüfungen vorgenommen, welche auch die Druckfestigkeit, das Elastizitätsmodul und den Wasserzementwert berücksichtigten. Im Werk wurde Zement mit Wasser und 32 % rezykliertem Splitt, Typ 1, zusammen mit 40 % natürlichem Sand, 28 % natürlicher Gesteinskörnung sowie Flugasche gemischt. Die vorgeschriebene Höchstgrenze von 35 % beim Einsatz von rezykliertem Splitt wurde bewusst unterschritten, da sich die bereits bekannte Betonzusammensetzung für die Pumpfähigkeit dieses Betons bewährt hatte. Der verwendete Recyclingbeton weist eine F4-Konsistenz auf und die Expositionsklasse XC4, XF1. Der sehr weiche Beton eignete sich für die Bauteile mit geringen statischen Anforderungen. Die besonders tragfähigen Stützen wurden mit herkömmlichem Beton ausgeführt. Insgesamt wurden 1.100 m³, und somit ein Großteil der Betonbauteile, mit Recyclingbeton hergestellt.

Verwaltungsgebäude des Landratsamts Ortenaukreis

Ein weiteres zukunftsweisendes Gebäude wird im flächen größten Landkreis in Baden-Württemberg entstehen: das neue Verwaltungsgebäude des Landratsamts Ortenaukreis in Kehl. Auf rund 3.500 m² werden künftig die Kommunale Arbeitsförderung (KOA), das Amt für Soziales und Versorgung, die Sozialen Dienste, die Psychologische Beratungsstelle und das Kfz-Bürgerbüro beherbergt sein. Mitarbeiter und Bürger werden dort ein Verwaltungsgebäude betreten, das nach den höchsten Energie-Standards geplant ist, die Nachhaltigkeit der verwendeten Materialien in den Mittelpunkt stellt und eine große, offene, serviceorientierte Einrichtung bietet. Bisher verfügte Kehl, die drittgrößte Stadt im Landkreis, über verschiedene Gebäude für diese Aufgaben, die mit den Jahren aber den heutigen Anforderungen an die Verwaltung nicht mehr entsprachen. Das neue Verwaltungsgebäude wird somit in jeder Hinsicht zu einem neuartigen Vorzeigeprodukt am südlichen Oberrhein.

Beim Landratsamt Kehl wird die thermische Speicherfähigkeit des Recyclingbetons für die effiziente Wärme- und Kälteversorgung genutzt.

Realisieren wird das Gebäude die Vollack Gruppe mit Hauptsitz in Karlsruhe. Das an mehreren deutschen Standorten vertretene Unternehmen übernimmt die Funktion des Generalübernehmers und wird in wenigen Jahren das Gesamtwerk an die Stadt Kehl übergeben. Zunächst laufen jedoch noch die Vorbereitungen für den Baustart, der für Ende 2023 geplant ist. Derzeit finden die Ausschreibungen statt, weshalb noch keine detaillierten Angaben zu ausführenden Firmen und Herstellern gemacht werden können. Eines steht aber schon von Beginn an fest: Die Stahlbetonwände und Decken werden in allen Geschossen aus Recyclingbeton errichtet. Lediglich die erdberührenden Wände unterliegen den höheren Anforderungen der Wasserundurchlässigkeit. Der Recyclingbeton wird in der Güte C25/30 mit einer Gesteinskörnung der Korngruppe 8/16 mm hergestellt. Insgesamt wird der Baustoff in rund 2.700 m² Wände und 3.200 m² Decken eingesetzt werden. Für die selbstgesetzten hohen Ziele ist die Verwendung von Recyclingbeton eine wichtige Komponente, denn: „Wir möchten für unsere Bauherren die höchste Effizienzstufe für Nichtwohngebäude und mit ihr die BEG-40NH-Förderung möglich machen. Das Gebäude ist deswegen als KfW-Effizienzhaus 40 konzipiert“, erläutert Dirk Baumbach, Architekt und Partner von der Vollack Gruppe. Neben dem Einsatz von Recyclingbeton nutzt Vollack auch die thermische Speicherfähigkeit des Betons für eine effiziente Wärme- und Kälteversorgung. Die allgemein so genannte Betonkernaktivierung sorgt mit einem saisonal genutzten Erdspeicher für optimale Temperaturen im Gebäude, führt Baumbach weiter aus.

Neben einer Fußbodenheizung, die im Sommer auch zur Kühlung genutzt wird, sind auf dem Dach Photovoltaik-

Elemente für die Stromerzeugung vorgesehen. Die Photovoltaikanlage samt dem thermischen Energiespeicherkonzept soll die Klimatisierung aller Räume in Zukunft ganz ohne externe Energie aus dem öffentlichen Netz gewährleisten. Amtsleiter Arnold Sälinger, zuständig für das Gebäudemanagement im Landratsamt, hat dabei auch immer die Minimierung des Energieverbrauchs im Blick. „Die Beleuchtung wird komplett mit LED-Leuchtmitteln ausgeführt. In allen Räumen ist eine tageslichtabhängige Steuerung mit Präsenzerkennung vorgesehen. Das Gebäude wird mit einer umfangreichen Gebäudeautomation ausgestattet, die einen energetisch optimierten Betrieb ermöglicht und dafür sorgt, dass die energetischen Systeme aufeinander abgestimmt betrieben werden.“

Den Energie- und Ressourcenverbrauch von Gebäuden generell zu minimieren, wird in Zukunft eines der zentralen Themen sein. Noch fehlt es an regionalen Lieferanten, die mit Recyclingmaterial eine Reduktion von Primärbaustoffen tatsächlich gewährleisten können. Die drei gezeigten Beispiele profitierten somit auch von ihrem günstigen Standort. Mehr noch waren es aber ihre Entscheidungsträger und alle am Bau Beteiligten: Sie haben sich gemeinsam für ein fortschrittliches Bauen eingesetzt, das auch den Mitarbeitern, Bürgern sowie – im Fall des Umweltbildungszentrums – den Jüngsten der Gesellschaft bewusst und erlebbar gemacht wird. So tragen auch diese drei Beispiele dazu bei, die Bekanntheit des Bauens mit Recyclingbeton weiter voranzutreiben.

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

1 + 2 Beim Hauptgebäude des Entsorgungsbetriebs der Stadt Mainz von Plum & Schlemmer, Mainz, wurde ein Großteil der Betonbauteile mit Recyclingbeton hergestellt. Die besonders tragfähigen Stützen wurden mit herkömmlichem Beton ausgeführt. **3** Das Landratsamt Kehl, entworfen von der Vollack Gruppe, Karlsruhe. Der Baustart ist für Ende 2023 geplant. Wände und Decken werden in allen Geschossen aus Recyclingbeton errichtet.



R-Beton – Herstellung, Prüfung und Leistungsfähigkeiten

NEUE ENTWICKLUNGEN FÜR DEN EINSATZ VON RECYCLINGBETON IM HOCHBAU

Zukunftsfähige Gebäude sollen keine unnötigen Ressourcen verbrauchen, sondern unseren Lebensraum schützen und Bestandteil der Kreislaufwirtschaft sein. Recyclingbeton bietet gute Möglichkeiten zur Steigerung der klimaschonenden Ressourcennutzung und der Energieeffizienz sowie der Wirtschaftlichkeit im nachhaltigen Planen und Bauen. Neueste Produktentwicklungen und Betonrezepturen unter Einbeziehung der Richtlinien und Normen und der intensive Austausch zwischen Planer, Hersteller und Lieferant lassen die Nachfrage nach Recyclingbeton und dessen technische Möglichkeiten im Hochbau immer mehr ansteigen.

Recyclingbeton in industriüblichen Mengen

Überall in Deutschland werden dazu aktuell mehr und mehr Projekte entwickelt. Einen Beitrag dazu leisten auch zwei Unternehmen aus Bayern, die es sich zur Aufgabe gemacht haben, in zukunftsweisende Technologien zu investieren. Einem Baustoffhersteller und einem Abbruch- und Entsorgungsunternehmen ist es in ihrem Projekt „Recycling-Beton“ gelungen, hochwertigen Beton aus speziell aufbereitetem Altbetonbruch herzustellen, der den qualitativen Anforderungen im Hochbau entspricht – und das in industriüblichen Mengen und in konstanter Qualität.

Für ihr Vorhaben haben die beiden Projektpartner Anfang des Jahres zwei Versuchsbaustellen in der Region Rosenheim ausgewählt. Im ersten Schritt wurde aus dem optimierten Betonbruch in einem Werk in Söchtenau der

Beton gemischt und an zwei Baustellen in Großkarolinenfeld und Schilchau geliefert. Durch die in der süddeutschen Region gewonnenen und aufbereiteten rezyklierten Gesteinskörnungen und deren Verwendung in ebenfalls regional ansässigen Transportbetonunternehmen werden lange Transportwege vermieden. Die ökologische Unbedenklichkeit der Materialien wurde durch eine Zertifizierung über den Verband Baustoff Recycling Bayern e.V. sichergestellt. Das Projekt soll in Kürze abgeschlossen werden. Im Anschluss soll mit der Auslieferung des Recyclingbetons zunächst für die Region Rosenheim begonnen werden. Peu à peu sollen weitere Regionen folgen.

Erforschung neuer, nicht genormter Rohstoffe

Ein Wegbereiter in Sachen Recyclingbeton ist auch das Unternehmen Innogration aus Bernkastel-Kues in Rheinland-Pfalz. Seit 2010 entwickelt es multifunktionale Beton-Deckensysteme mit Bauteilaktivierung und integrierter Gebäudetechnik. Den Anforderungen an das nachhaltige und energieeffiziente Bauen entsprechend entwickelt das Team, das aus Ingenieuren und Fachplanern besteht, vermehrt neuartige Konstruktionen. Dazu zählen auch solche in Verbindung mit Recyclingbeton. Die Möglichkeiten für Bauteile mit Recyclingbeton hat Innogration 2020 in seinem Versuchsgebäude „InnoLiving“ vorgestellt. Für den in Holz-Beton-Verbund-Modulbauweise errichteten Baukörper reichen zwei tragende Wände auf den Stirnseiten und eine weitgespannte Deckenplatte aus. Für die übrigen Außenwände und nicht tragende Innenwände hat Innogration einen Recyclingbeton außerhalb der Norm eingesetzt, für den eine Zustimmung im Einzelfall erforderlich war. Die DAfStb-Richtlinie, die bislang die Betonnorm DIN EN 206-1 / DIN 1045-2 ergänzte und jetzt auch in die neue DIN 1045-Normenreihe mit aufgenommen wurde, erlaubt rezyklierte Gesteinskörnungen des Typs 1 mit einer Mischung aus überwiegend Altbeton oder des Typs 2 mit einem Anteil an gebrochenem Mauerwerk. Für nicht tragende Bauteile ist es aber möglich, Recyclingbeton mit einem höheren Anteil an rezyklierter Gesteinskörnung zu verwenden. Innogration hat mit dem Betonfertigteilewerk Büscher im nordrhein-westfälischen Heek solche Möglichkeiten an diesen Bauteilen getestet. Wengleich der Norm nicht entsprechend – wodurch eine Zulassung im Einzelfall erforderlich war –, wurde doch ein robustes Bauteil hergestellt, indem eine alkaliresistente Glasfaser als Mikrobewehrung in der Dosierung von rund 5,0 kg/m³ beigefügt wurde. Bei der Holz-Beton-Verbund-



Recyclingbeton spielt im Hochbau eine immer größere Rolle.



Konstruktion für die Fassade konnte somit die innere Schale mit Recyclingbeton ausgeführt werden. Darüber hinaus wirkt das Betonelement als aussteifende Scheibe für das Holzständerwerk und liefert dank seiner Masse die erforderliche Wärmespeicherung für ein behagliches Raumklima. Diese Masse kann die Holzständerbauweise allein nicht bereitstellen. Erst in der Kombination mit der dünnen Betonschale konnte Innogration ein weiteres Bauelement für seinen Systembau kreieren. Das Versuchsobjekt sah außerdem Tests vor, die klären sollten, ob und wie sich Recyclingbeton vorspannen lässt und ob mit diesem die Herstellung einer WU-Konstruktion mit Recyclingbeton möglich ist. Bereits im Werk wurden die Betonplatten in einer Richtung vorgespannt; nach der Verlegung der Elemente wurden die Fugen vergossen, sodann erfolgte über die am Rand ausgeführte Aufkantung eine weitere Vorspannung in der anderen Richtung. Durch ein eingebautes Kontrollsystem im Hohlraum zwischen Betonplatten und Dachabdichtung konnte auch die Dichtigkeit überprüft werden. Die gestellten Anforderungen erwiesen sich als erfüllbar und konnten erfolgreich nachgewiesen werden; hier bieten sich nun weitere Einsatzmöglichkeiten für Recyclingbetonelemente im Fertigteilbau.

Vorträge, Fortbildungen und Tagungen

Dass Informationen und Aufklärung über die neuesten Entwicklungen in Sachen Einsatzmöglichkeiten für Recyclingbeton von der Fachwelt gewünscht und gefordert werden, lassen die steigenden Zahlen an Vorträgen, Fortbildungen und Tagungen erkennen. Ende August dieses

Jahres haben die Architektenkammer Berlin und die Berliner Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz zum Online-Fachdialog „Zirkuläres Bauen am Beispiel ressourcenschonenden Betons“ eingeladen. Angefangen bei der Notwendigkeit, die hohen Abfallmassen nach ihren Eigenschaften entsprechend aufzubereiten und so in den Wirtschaftskreislauf zurückzuführen, über allgemeine Regelwerke bis zu dem Berliner Senatsbeschluss von 2019, bei öffentlichen Hochbauvorhaben (Schulen, Kitas, Verwaltungsgebäuden) grundsätzlich Recyclingbeton einzusetzen, wird über entscheidende Entwicklungen aufgeklärt. Darüber hinaus wird das Informationszentrum Beton das Thema bei seinen Veranstaltungen und Symposien im Jahr 2023 aufgreifen und bundesweit darüber berichten. Die Veranstaltungstermine werden regelmäßig im Veranstaltungskalender unter www.beton.org/kalender veröffentlicht.

Die genannten Projekte stehen stellvertretend für zahlreiche Versuchs- und Forschungsprojekte, die dazu beitragen, dass das Thema Recyclingbeton im Hochbau eine immer größere Rolle spielt. Ein Aspekt verbindet all diese ambitionierten Projekte: Je früher und intensiver sich Planungs- und Baubeteiligte über Herstellung und Leistungsfähigkeit von Recyclingbeton beraten und je mehr Einsatzmöglichkeiten das Regelwerk zulässt, desto zukunftsfähiger wird das nachhaltige Bauen mit Recyclingbeton im Sinne der Kreislaufwirtschaft im Hochbau sein.

Elena Berkenkemper

1 Großflächiges Einbringen von Recyclingbeton auf einer Versuchsbaustelle. **2** Das Versuchsgebäude „InnoLiving“. Für den in Holz-Beton-Verbund-Modulbauweise errichteten Baukörper reichen zwei tragende Wände auf den Stirnseiten und eine weitgespannte Deckenplatte aus. Für die übrigen Außenwände und nicht tragende Innenwände wurde Recyclingbeton eingesetzt.

Materialkataster

KATALYSATOREN DER KREISLAUFWIRTSCHAFT

Materialkataster nehmen beim zirkulären Bauen eine Schlüsselrolle ein.

Jede Wende braucht ihre Protagonisten – und Institutionen, die sie unterstützen. Das ist beim Wandel zur Kreislaufwirtschaft nicht anders. Materialkataster nehmen beim zirkulären Bauen eine Schlüsselrolle ein. Sie dokumentieren den Bestand, schlüsseln Bauteile auf und stellen sie auf ihren jeweiligen Plattformen ein, auf dass möglichst viele Interessierte möglichst passgenau gesuchte Bauteile finden – eine Art Heiratsmarkt von Bauteilen und Bauinteressierten. Materialkataster dürften daher für die Kreislauf-Bauwelt bald das sein, was Suchmaschinen und Plattformen längst für das Internet geworden sind: unerlässliche Hilfen, um ans Ziel zu kommen und Interessen zu „matchen“ – in diesem Fall um Halbzeuge und Materialien wieder neu in den Kreislauf des Bauens einzuschleusen. Was für Bodenplatten, Kunststoff-Fenster, Türblätter und Türdrücker prima funktioniert, scheint bei Materialien wie RC-Beton noch zu klemmen. Doch woran liegt das?





2

Es gibt zahlreiche Anfragen und viele Antworten, die erstaunlich ähnlich klingen: „Beton ist bisher noch nicht unser Thema, und wir haben noch keine Erfahrung mit RC-Beton sammeln können“, sagt Annabelle von Reutern, studierte Architektin und Head of Business Development von Concular, das mit dem DIN (Deutsches Institut für Normung e.V.) und weiteren Partnern gerade eine DIN SPEC für Pre-Demolition Audits entwickelt. „Vielen Dank, dass Sie sich an uns wenden und für Ihr Interesse an der Kreislaufwirtschaft“, antwortet Caroline Henrotay. „Leider ist Brussels Environment nicht auf Betonrecycling spezialisiert. Wir konzentrieren unsere Strategien für die Kreislaufwirtschaft auf die Wiederverwendung von Materialien und die reversible Bauweise.“

In Plattformen denken

Schließlich ist da noch Madaster. Die in Belgien, Deutschland, den Niederlanden, Norwegen und der Schweiz tätige

Plattform trägt ihre Leistung schon im Namen, einer Verbindung aus Kataster und Materialien. Ihre Internet-Datenbank erfasst Gebäude. Dokumentiert werden „Materialien, Produkte und Elemente, die in Bauobjekten verwendet werden.“ Das soll die Wiederverwendung erleichtern, intelligentes Design fördern und Abfall eliminieren. Gebäude würden so zu Rohstoffbanken. Bingo. Diese Arbeit ist kein Altruismus und auch kein Selbstzweck, sie hebt verborgene Schätze und „bietet Eigentümern und Verwaltern von Immobilien oder Infrastruktur die Möglichkeit, stets über aktuelle Informationen über den finanziellen und zirkulären Wert, die Toxizität und das Wiederverwendungspotenzial der verwendeten Materialien, Produkte und Elemente zu verfügen.“

Wie steht es nun aber mit RC-Beton auf der Madaster-Plattform? Managing Director Dr. Patrick Bergmann führt aus: „Bei Madaster ist Beton in der ‚Materialfamilie

Daten über Materialien und Produkte, die in Gebäuden und Infrastrukturprojekten verbaut wurden, werden auf Internetplattformen wie z. B. Madaster registriert. Ziel ist es, Aufschluss u. a. über die Trennbarkeit und Wiederverwertbarkeit der verbauten Materialien zu geben. So ist beispielsweise das **1 + 2** derzeit im Bau befindliche The Cradle in Düsseldorf, von HPP Architekten, Düsseldorf, nach dem Cradle to Cradle-Prinzip konzipiert, bereits heute auf Madaster registriert.

Die sorgfältige Dokumentation ist der Schlüssel für das zirkuläre Bauen der Zukunft.

Mineralisch: hoher Recyclinggrad der Bewehrung, meist Downcycling im Bereich Beton. Allerdings bekommen wir immer bessere Daten von den Herstellern, beispielsweise zum Standort der Produktion und zu den genauen Inhaltsstoffen, sodass wir immer besser über die Verwertung berichten können.“ Von wie viel Material ist da die Rede? Patrick Bergmann: „In Deutschland decken Recyclingbaustoffe heute schon fast 13 % des Bedarfs an Gesteinskörnung, die Herstellung von Beton mit bis zu 100 % rezyklierter Gesteinskörnung ist technisch prinzipiell möglich. Wie viel allein aktuell auf Madaster in Deutschland dokumentiert ist, ist schwer zu sagen. Allein in Heidelberg sind es rund 233 t.“

Schätzungen für Deutschland liegen bei fast 16 Mrd. t, also ungeheuren 190 t pro Einwohner (Quelle: baulinks). „Zusammen mit Bauten für die Infrastruktur sprechen wir von einem ‚Rohstofflager‘ von fast 29 Mrd. t.“ Zum Vergleich: Die Cheops-Pyramide bringt es auf rund 6,5 Mio. t. Menschengemachte Materialien ließen sich also allein in der Bundesrepublik zu über 4.000 Pyramiden stapeln. Kein Wunder, dass Kataster wie der Urban-Mining-Screener des Umweltberatungsinstituts EPEA gefragt sind, wenn es darum geht, diese Rohstofflager zu durchforsten und später hoffentlich wieder zu heben. Unerlässliche Voraussetzung dafür ist natürlich eine nachvollziehbare Systematik, die standardisierte Gebäudedaten wie Baujahr, Volumen und Materialzusammensetzung bietet und möglichst genau aufschlüsselt. Jedes Detail zählt, jede Information über Zuschlagstoffe, Flussmittel und Legierungen. Denn nicht jedes Haus bietet sortenreine, einfach zu trennende Baustoffe.

Trennkost fürs Bauen

Zu den ersten Häusern, die nach Cradle to Cradle-Prinzipien errichtet werden, zählen das Hamburger Wohnhochhaus Moringa von kadawittfeldarchitektur, das über die Hälfte seiner Bauteile als demontierbare Konstruktion errichtet, und das Feuerwehrhaus in Straubenhardt, geplant vom Stuttgarter Architekturbüro wulf architekten gmbh. Die schwäbische „Cradle to Cradle-Modellkommune“ setzt auf einen digitalen Gebäuderessourcenpass, den „Building Circularity Passport“, der auflistet, welche Baumaterialien wieviel CO₂ verbrauchten bzw. speicherten. Reduktion und Klarheit zeichnen nicht nur das äußere Erscheinungsbild des Hauses aus – mit seiner hellen



Streckmetallfassade und dem aufgeständerten Holzbaukörper für Schulungsräume und Büros –, sie finden sich auch in der Art des Bauens selbst, das möglichst wenige zertifizierte Materialien einsetzt, genauer: 250 Materialien in rund 80 Bauteilen, zertifiziert vom Umweltberatungsinstitut EPEA. Konsequenterweise wurde auf sortenreine Materialien geachtet, etwa auf Stahlbeton und Holz für die Innenwände; alles andere wurde vorzugsweise so gefügt, dass es später ohne großen Aufwand wieder zerlegt werden kann. Eine Art Trennkost fürs Bauen.

Die sorgfältige Dokumentation scheint auch der Schlüssel für das zirkuläre Bauen der Zukunft. Sie könnte das bieten, was normierte Materialien und standardisierte



Halbeuge heute schon bereitstellen: einfach auszutauschende Güter, also Kabeltrassen, Lüftungskanäle oder Vorhangfassaden, „die man spielend wieder abnehmen kann“, wie Annabelle von Reutern von Concular in einem Interview sagte: Das gelte auch für den Außenraum, für Pflastersteine und Fahrradständer. Solche Standards fehlen augenblicklich noch beim Umgang mit Materialien, die auf jeder Baustelle und bei jedem Abbruch in anderen Qualitäten anfallen. Das muss sich schleunigst ändern, wenn die gewaltigen urbanen Minen tatsächlich gehoben werden sollen. Wie also sieht die Zukunft des Betons in Bezug auf das Recycling und insbesondere im Sinne des Urban Mining aus? „Ich hoffe, dass vor allem die Zuschlagstoffe zu 100 % aus recyceltem Material bestehen“, sagt Patrick Bergmann von Madaster. „Dies ist unter sich weiter

verschärfenden CO₂-Regulierungen und steigenden CO₂-Preisen auch notwendig. Sonst wird der Absatz von Beton leiden. Gleichzeitig kann ich mir gut vorstellen, dass auch im Bereich Zementrecycling weiter Fortschritte in der Forschung gemacht werden, sodass auch hier ein echtes Recycling möglich wird.“

Das Ziel ist also klar: Materialkataster sind Katalysatoren auf dem Weg in eine zirkuläre Bauwirtschaft, die Prozesse beschleunigen und standardisieren, wollen wir nicht vor Ort jeden Stein einzeln umdrehen.

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

1 Auch das Projekt EDGE Suedkreuz Berlin, realisiert von TCHOBAN VOSS Architekten, bei dem die Fassaden in einem gleichmäßigen Raster aus nachhaltigen und witterungsbeständigen Glasfaserbetonplatten aufgebaut sind, ist auf der Internetplattform Madaster für die spätere Wiederverwendbarkeit der verbauten Materialien registriert.

Betonreserve als Kulturzentrum

IDEEN JUNGER ARCHITEKTINNEN UND ARCHITEKTEN FÜR DAS BAUEN IN DER KREISLAUFWIRTSCHAFT

1 Betonbauten als Ressourcen mit Aufwertungspotenzial: Um den Kern „fließt“ die unkonventionelle Bibliothek. Um mehr Licht und spannende Begegnungsräume zu erzeugen, wird in der Gebäudemitte ein Lichthof geschaffen, der die innere Struktur und das bestehende Tragwerk offenlegt. Über farbig gestaltete Stege wird in drei Etagen ein inszenierter Zugang durch einen „Stützen- und Unterzugswald“ zu den einzelnen Bereichen im Kern geschaffen. Anpassungen aus Beton für die Umnutzung zum sozialen Kulturraum werden unter Verwendung von rezyklierter Gesteinskörnung alter Betonbauteile vorgenommen. Auf diese Weise wird die Geschichte des Gebäudes weiter erzählt und dabei die Nutzung des Baustoffs Beton nachhaltig weitergedacht.

Für den 10. Concrete Design Competition 2021/2022 (CDC) mit dem Schwerpunktthema „ReImagine“ wurden Ideen und Entwürfe gesucht, die den Einsatz von Beton einfallsreich und neu in Bezug und unter Berücksichtigung des Aspekts der Ressourcenschonung erkunden: Wie kann Beton als Material zum Bauen von Elementen, Gebäuden und Strukturen neu interpretiert, wie können seine bestehenden Vorteile aus anderer Perspektive genutzt werden? Wie lässt sich Beton effizienter einsetzen? Wie kann mit mehr wiederverwendbaren Elementen, mit einem klugen Einsatz für den Gebrauch oder unter der Vermeidung von Schalung gebaut werden?

Die eingereichten Arbeiten wurden von einer unabhängigen, interdisziplinär besetzten Jury bewertet. Mitglieder der Jury waren Sandra Hofmeister, Chefredakteurin DETAIL, Markus Holzbach, Professor für Visualisierung und Materialisierung an der Kunsthochschule HfG Offenbach, Jan Kampshoff, Gastprofessor für Entwerfen und Baukonstruktion an der TU Berlin, Ulrich Nolting, Geschäftsführer des InformationsZentrums Beton, Holger Techen, Professor für Tragwerkslehre und Baukonstruktion an der Frankfurt University of Applied Sciences und Anca Timofticiuc, Professorin für Gebäudelehre und Entwerfen am Fachbereich Architektur der Peter Behrens School of Arts an der Hochschule Düsseldorf.

Die Jury würdigte die Einreichung von Chistine Feistl und Lisa Schmidt zum Thema „Betonreserve im Kulturzentrum“ mit einer Anerkennung.

Transformation des Hamburger Parkhauses „Herrlichkeit“

Chistine Feistl und Lisa Schmidt, Studierende an der Technischen Universität Berlin, Fachbereich Architektur, Bildende Kunst, unter der Leitung von Birgit Klauck, überzeugten mit ihrer Arbeit „Betonreserve im Kulturzentrum – Zeitgemäße Umgestaltung eines Bestandsbaus zur kulturellen und sozialen Nachverdichtung“, dargestellt am Beispiel des Hamburger Parkhauses „Herrlichkeit“, die Jury insofern, als ihr Entwurf konzeptionell stark, direkt und verständlich dargestellt ist: „Der Versuch, eine Transformation in der kulturellen und sozialen Nachverdichtung städtebaulich und architektonisch umzusetzen, ist mit der Umgestaltung des Bestandes in beeindruckender Weise auch im Umgang mit dem Material gelungen. Ein guter Beitrag zum nachhaltigen und ressourcenschonenden Bauen.“

Das Parkhaus am Rödingsmarkt 14 wurde 1965 für die Sprinkenhof AG nach Plänen des Architekten Peter Neve errichtet. Die Auseinandersetzung mit dem Gebäude war Gegenstand eines Wettbewerbs, an dem Chistine Feistl und Lisa Schmidt an der TU Berlin im Rahmen ihrer Masterstudiengänge teilgenommen hatten.

Anpassung der existierenden Struktur an die Bedürfnisse der Gegenwart

Ausgangspunkt des Entwurfs „Betonreserve im Kulturzentrum“ ist die Forderung nach einem gleichberechtigten Zugang zu Bildung, Kultur, Freizeit und Sport für alle



Chistine Feistl und Lisa Schmidt überzeugten mit ihrer Arbeit „Betonreserve im Kulturzentrum“, dargestellt am Beispiel des **2 + 3** Hamburger Parkhauses „Herrlichkeit“.

Mit dem Vorhandenen im Sinne des Materialkreislaufes arbeiten.

Bevölkerungsgruppen der Stadt Hamburg. Das Kulturzentrum soll nach der Idee der Autorinnen Treffpunkt und Kommunikationsraum für den sozialen und kulturellen Austausch sein. Dazu wird die existierende Struktur um neue Elemente erweitert und auf die Bedürfnisse der Gegenwart angepasst. Der Einsatz eines aussteifenden Kerns ermöglicht es, Raumhöhen unabhängig von dem bestehenden Raster zu generieren und all jene Funktionen unterzubringen, die nicht im offenen und fließenden Raum funktionieren. Wichtige Nutzungen wie der Veranstaltungs- und Theatersaal, das MultimediaLab, die Quartierskantine sowie der Sportbereich und Verwaltungs- und anmietbare Arbeitsräume werden im Kern untergebracht. Dadurch entsteht eine spannungsreiche Erschließung, die durch die Auffahrtsrampen einen weiteren besonderen Ort der Bezüge und Begegnung schafft. Die Bibliothek kann auch als „ausgelagertes“ Wohnzimmer oder als Arbeits- und Lernraum dienen. Mit einer behutsam zurückgesetzten Fassade, die einen umlaufenden Laubengang ermöglicht, wird eine spezielle Verbindung zum Stadtraum geschaffen, ohne die umlaufenden bestehenden Fassadenbänder zu durchbrechen. Mit öffnenden Elementen ist so der fließende Übergang von Innen und Außen wie auch der Erhalt der originalen und originellen Brüstungselemente möglich.

„Für uns beide“, so erläutert Chistine Feistl, „nehmen soziale und nachhaltige Aspekte in der Architektur einen hohen Stellenwert ein. Und so haben wir relativ schnell erkannt, dass wir sehr ähnliche Ideen für die programmatische Zukunft des Parkhauses hatten.“ Lisa Schmidt erläutert weiter: „Wir wollen mehr Orte für die Gemeinschaft gestalten, die unter anderem für Kultur, Bildung, Sport und als Treffpunkt für alle Bürgerinnen und Bürger offenstehen. Hier sehen wir große Defizite in innerstädtischen Räumen in Deutschland. Dabei erscheint es nur logisch und zukunftsweisend, den motorisierten Individualverkehr aus den Städten zu verlagern und die Bestlage der innerstädtischen Parkhäuser der Gemeinschaft in Form von Begegnungsstätten zurückzugeben. Wir haben dabei nach einer Strategie gesucht, die auch auf andere Parkhäuser übertragbar ist – ohne diese abzureißen, sondern mit dem Vorhandenen im Sinne des Materialkreislaufes zu arbeiten.“ Christine Feistl arbeitet seit kurzem in einem Berliner Architekturbüro, Lisa Schmidt derzeit an ihrer Masterarbeit.

www.concretedesigncompetition.de



Beton. Für große Ideen.

Oscar Niemeyer Sphere – Leipzig
Oscar Niemeyer | Architekt | Rio de Janeiro

www.beton-fuer-grosse-ideen.de



Betton



Upcycle Studios

20 REIHENHÄUSER IN KOPENHAGEN AUS RECYCLINGBETON

Wo immer möglich, wurden Bauprodukte und Materialien wiederverwendet.

Auf den ersten Blick kommt diese Revolution ziemlich konventionell daher: 20 Townhouses reihen sich einträchtig nebeneinander wie das Blatt einer überdimensionierten Säge, wobei die Fronten im 45-Grad-Winkel zur Straße versetzt sind. Große Fensterfronten, klare Architektursprache: Das dänische Architekturbüro Lendager Group besticht durch feine Proportionen und die gut gegliederten Fassaden der durchgesteckten zweistöckigen Reihenhäuser. Das eigentlich Interessante aber steckt im radikalen Recyclingkonzept der so genannten „Upcycle Studios“ im Kopenhagener Stadtteil Ørestad: Wo immer möglich, wurden Bauprodukte und Materialien wiederverwendet. Über zwei Drittel aller Fenster hatten ein erstes Leben in Nordjütland und wurden aus inzwischen leerstehenden Häusern ausgebaut. Mit diesen Holzfenstern werden bis zu 95 % der sonst im Produktionsprozess anfallenden CO₂-Emissionen eingespart. Einfache Verglasung wurde durch recycelte Doppelverglasung ergänzt. Damit nicht genug: Die kleine Siedlung entstand auch aus 1.400 t Beton, die beim Bau der Kopenhagener U-Bahn im Viertel anfielen.

Gute Architektur und konsequente Nachhaltigkeit – das sind schon seit langem Markenzeichen der dänischen Lendager Group. Ihre passionierte Wiederverwendung von Baumaterialien hat die Fachzeitschrift Detail schon zu einem wunderbaren Bonmot verleitet: „Haben Sie ein ausgedientes Windrad, 100 leere Bierfässer oder ein abbruchreifes Gebäude? Geben Sie es Anders Lendager, und er wird sie in Baumaterialien verwandeln.“ Auch wenn das ein wenig überspitzt klingt, stimmt die Tendenz: Auch in die Upcycle Studios flossen ausrangierte Halbfertig- oder Testprodukte. „Sie wurden gebürstet, gewaschen und sortiert“, beschreibt Business Development Director Niklas Storbjerg Nolsøe den aufwändigen Prozess der Nach- und Neunutzung.

1 Gute Architektur und konsequente Nachhaltigkeit sind Markenzeichen der dänischen Lendager Group, so wie die 20 Reihenhäuser Upcycle Studios in Kopenhagen.

Beton aus der Nachbarschaft

Nichts ist mehr selbstverständlich für den, der zirkulär bauen will. Auch der Beton aus der Kopenhagener U-Bahn wurde nicht einfach zerkleinert und wiederverwendet. „Wir haben zusammen mit einem Spezialisten

BERICHT



Die kleine Siedlung entstand auch aus 1.400 t Beton, die beim Bau der Kopenhagener U-Bahn anfielen.

eine Betonzusammensetzung unter Verwendung von gebrochenem Beton entwickelt und alle möglichen Qualitäten und Tests mit dem technischen Institut und unseren Ingenieuren festgelegt“, sagt Niklas Storbjerg Nolsøe. Diese Genauigkeit hat Methode. Die Lendager Group fragt immer erst nach passenden Konzepten und analysiert daraufhin die technischen Anforderungen an die Materialien – und zwar über ihre gesamte Lebensdauer. Dieser universale Blick verändert natürlich auch die Art, wie Gebäude ent-

worfen und betrieben oder schließlich verändert werden. Statt Nachhaltigkeit lediglich an die Verwendung von Solarzellen und Wärmepumpen zu knüpfen (was in diesem Fall ja sowieso geschieht), betrachtet die Lendager Group den größeren Kontext. Plötzlich sind Fragen nach der Herkunft von Materialien nicht mehr nur solche nach den Kosten und einer möglichen Haftung, sondern wandern in eine andere Kategorie: in die der gesamtgesellschaftlichen Folgen. So können die geschätzt 12 Mio. t Reststoffe, die

in Dänemark beim Bauen anfallen, eben – je nach Perspektive – wiederverwendet, recycelt, downgecycelt oder als wertvolle Ressource, die womöglich sogar gleich in der Nachbarschaft gewonnen werden kann, genutzt werden.

Es ist klar, auf welcher Seite die Architekten der Lendager Group stehen. Bei den Upcycle Studios jedenfalls sahen sie in Tragwerk, Verkleidung und Verglasung das Potenzial, einen Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz zu leisten. Das Ziel dabei ist, die CO₂-Emission der Reihenhäuser über das nächste halbe Jahrhundert deutlich zu senken – dank wiederverwendeter Halbzeuge und im Sinne des Urban Mining geborgener Materialien beim Bau, einer energetischen Gebäudehülle sowie Wärmepumpen und Solarzellen für einen effizienten Betrieb. Wo immer möglich, nutzten die Architekten das, was ohnehin vorhanden war: sogenannte industrielle Reststoffe und Halbzeuge, deren Bestimmung bislang die Deponie war oder die durch Downcycling eine andere Verwendung erfuhren.

Die Zukunft erfinden

Die Reihenhäuser bestehen aus zwei Ebenen. Das Erdgeschoss bietet eine gläserne Fassade, darauf steht – schräg versetzt und durch eine große Treppe verbunden – eine Kiste, die damit zum Mittelpunkt des Raumes wird. Alles ist klar strukturiert und lichtdurchflutet. Hier sind Räume zum Wohlfühlen entstanden, die tatsächlich das Credo des Architekturbüros aufgreifen, das da lautet: „Wir glauben an Qualität als Tugend, Nachhaltigkeit als Wert und Innovation als gemeinsames Handwerk, das die Zukunft unserer gebauten Umwelt neu gestalten wird.“ Damit reißen sie sich in eine nordische Tradition ein, die Welt durch gute Gestaltung und Menschlichkeit zu bereichern.

Recycling klug nutzen

Ihm sei es immer darum gegangen, nicht Gebäude zu erforschen, sondern das Leben dazwischen, sagte Stadtplaner Jan Gehl einmal und veränderte im Handstreich unser

vom Auto geprägtes Bild von Stadt und Stadtgesellschaft. Wie es scheint, geht von Dänemark eine zweite Revolution aus, die auf und zwischen die Nutzungsspannen von Häusern blickt und Material als endliche Ressource sieht.

An Ressourcenmangel wird dieses neue Bauen aber nicht scheitern. „Wenn ich mir anschau, wie viele Gebäude heute abgerissen werden und wie viel Kies wir weltweit abbauen, würde ich sagen, dass die Verfügbarkeit gegeben ist“, sagt Niklas Storbjerg Nolsøe. „Die Frage ist eher, wie die Infrastruktur und die Arbeitsweise der Bauindustrie aussehen.“ Ihm geht es um veränderte Wertschöpfungsketten. „Ich glaube, dass es in Zukunft mehr um Planung, Prüfung und Tests im Allgemeinen gehen wird. Ich glaube auch, dass dies für Handwerkerinnen und Handwerker auf der ganzen Welt von Vorteil sein wird. Solide Handwerkskunst wird wieder wichtiger.“

Die neue Bauwelt, so könnte man folgern, macht nicht alles anders, aber vieles besser. „Wenn wir das schaffen, dann ist es auch möglich, zu skalieren“, meint Niklas Storbjerg Nolsøe und wird ein wenig pathetisch: „Die Kämpfe sind offensichtlich, und natürlich ist es nicht einfach, aber das war es auch nicht bei den großen Monumenten der Geschichte.“ Tatsächlich sieht Nolsøe das Projekt als Masterplan für zukünftige Entwicklungen: Es sei „ein wichtiger Schritt nach vorn“ und ein Beispiel dafür, wie gebaute Umwelt und Verantwortung zusammengehen können. Dazu passt auch die Ansicht der Upcycle Studios von Süden her: Sie zeigt großzügige Glaswände, zusammengehalten durch filigrane Holzrahmen. Die wiederverwendeten Materialien fanden hier wie ein Puzzle zusammen und bilden nun etwas Neues. Das Gebäude betrachtend erkennt man, dass auch dieser Ort womöglich nicht ihr letzter ist. Veränderung steckt in allem. Das ist die eigentliche Revolution im Kopenhagener Stadtteil Ørestad.

Oliver Herwig

1 + 2 Bei den Upcycle Studios erkannten die Architekten der Lendager Group die Potenziale für den Einsatz wiederverwendbarer Materialien in Tragwerk, Verkleidung und Verglasung.



FutureBuilt

DAS NACHNUTZUNGSPROJEKT „KRISTIAN AUGUSTS GATE 13“ IN OSLO

Sechs Gemeinden in der Region Oslo arbeiten seit 2010 im Rahmen des sog. FutureBuilt-Programms daran, die klimafreundliche und kreislaufgerechte Stadtentwicklung voranzutreiben. Ziel des Vorhabens ist es, bei 100 Pilotprojekten aufzuzeigen, wie die mit der Errichtung von Gebäuden verbundenen CO₂-Emissionen gegenüber herkömmlichen Bauweisen um mindestens 50 % gesenkt werden können.

FutureBuilt ist ein Zusammenschluss der Stadtverwaltungen von Oslo, Bærum, Asker, Drammen, Nordre Follo und Lillestrøm. Darüber hinaus sind in diesem Verbund sieben weitere Partner engagiert: das norwegische Ministerium für Kommunalverwaltung und Modernisierung, die staatliche norwegische Wohnungsbaubank, der norwegische Energiefonds Enova, das nationale Amt für Gebäudetechnik und -verwaltung, die Green Building Alliance, der nationale Verband norwegischer Architekten und das norwegische Design- und Architekturzentrum DOGA.

2021 wurde mit dem Gebäude „Kristian Augusts gate 13“ (KA13) im Osloer Stadtzentrum erstmals ein Gebäude nach den Maximen von FutureBuild und ganz im Sinne der Kreislaufwirtschaft vollständig revitalisiert und erweitert. KA13 ist in den 1950 Jahren als funktionales Bürogebäude errichtet worden. Eigentlich hätte es in den letzten Jahren abgerissen werden sollen. 2018 kaufte das Immobilienunternehmen Entra das Gebäude und entwickelte mit dem internationalen Coworking-Spezialisten Spaces als künftigen Mieter das Konzept, wie es zu erhalten und mit wiederverwendeten Baumaterialien weiterentwickeln wäre.

80 % Recyclingmaterial

Dem Osloer Architekturbüro Mad arkitekter ist es mit der Unterstützung von FutureBuilt beispielhaft gelungen, fast 80 % der für die Baumaßnahme erforderlichen Materialien aus Recyclingquellen zu generieren. Damit konnten die mit dem Bau verbundenen CO₂-Emissionen gegenüber einer herkömmlichen Bauweise sogar um 70 % gesenkt werden.

Mad arkitekter war auch darin erfolgreich, das alte Gebäude mit einer Gesamtfläche von ca. 3.400 m² heutigen Ansprüchen entsprechend umzugestalten. Durch die Schaffung von vertikalen Öffnungen im Inneren über mehrere Ebenen hinweg ist eine großzügige Offenheit geschaffen worden und wird mehr Tageslicht in die Büro-

bereiche geführt. Darüber hinaus ergänzte Mad arkitekter den Bestandsbau um einen 855 m² großen, auf acht Etagen verteilten Anbau. Diese Erweiterung schließt an das bestehende Treppenhaus und den Aufzug des Altbaus an.

Betondecken aus Spendergebäuden

Das vorhandene Tragsystem aus Beton und die Außenwände des Altbaus wurden bis auf notwendige Lochstanzen und Verstärkungen beibehalten. Mad arkitekter setzte außerdem ganz auf die Wiederverwendung von Bauteilen aus dem bestehenden Gebäude, wie beispielsweise von Innenwänden oder Heizkörpern.

Darüber hinaus wurden auch Bauteile aus verschiedenen „Spendergebäuden“ aus der unmittelbaren Nachbarschaft und aus überschüssigen Materialien bzw. falschen Bestellungen für andere Bauprojekte eingesetzt. So wurden für drei Geschosse des Erweiterungsbaus Betondecken, die zuvor im ehemaligen Osloer Regierungsgebäude 4 verbaut gewesen waren, wiederverwendet. Die Arbeiten für den Abriss dieses Gebäudes hatten im April 2019 begonnen und wurden 2020 abgeschlossen.

75 % der eingesetzten Stahlkonstruktionen stammen aus alten Lagerhäusern. Die Treppengeländer wurden aus einer alten Schwimmhalle, die Terrassenböden aus dem Gebäude Dronning Eufemias gate 8 geborgen. Die Fenster kamen aus einer umfangreichen Fehlbestellung für ein größeres Bauvorhaben im Osloer Stadtteil Kvaernerbyen. Zudem wurden Elemente der Fassadenverkleidung aus Paneelen von verschiedenen Projekten in Oslo wiederverwendet sowie Sanitäreanlagen, Rohre und Elektrokanäle, Bürofronten und Türen aus verschiedenen Spendergebäuden. Wandverkleidungen und Möbel wurden aus dem ursprünglichen Gebäude geborgen, sorgfältig restauriert und danach hier wieder eingesetzt.

Bei der Auswahl all dieser Materialien war stets auch von zentraler Bedeutung, dass diese sich nicht nur für den Bau des KA13 eignen würden, sondern auch – nach einer weiteren Sanierung oder einem Abriss des Gebäudes in fernerer Zukunft – für nicht näher spezifizierte künftige Projekte. Das galt beispielsweise auch für den Einsatz von verschraubten Stahlteilen oder auch geeignetem Mörtel für die Wiederverwendung der Ziegel sowie für herausnehmbare Trennwände. Nicht zuletzt wurden alle eingesetzten Materialien für eine künftige Rückverfolgbarkeit genau dokumentiert.

1 2021 wurde mit dem Gebäude „Kristian Augusts gate 13“ (KA13) im Osloer Stadtzentrum erstmals ein Gebäude nach den Maximen von FutureBuild und ganz im Sinne der Kreislaufwirtschaft vollständig revitalisiert und erweitert.

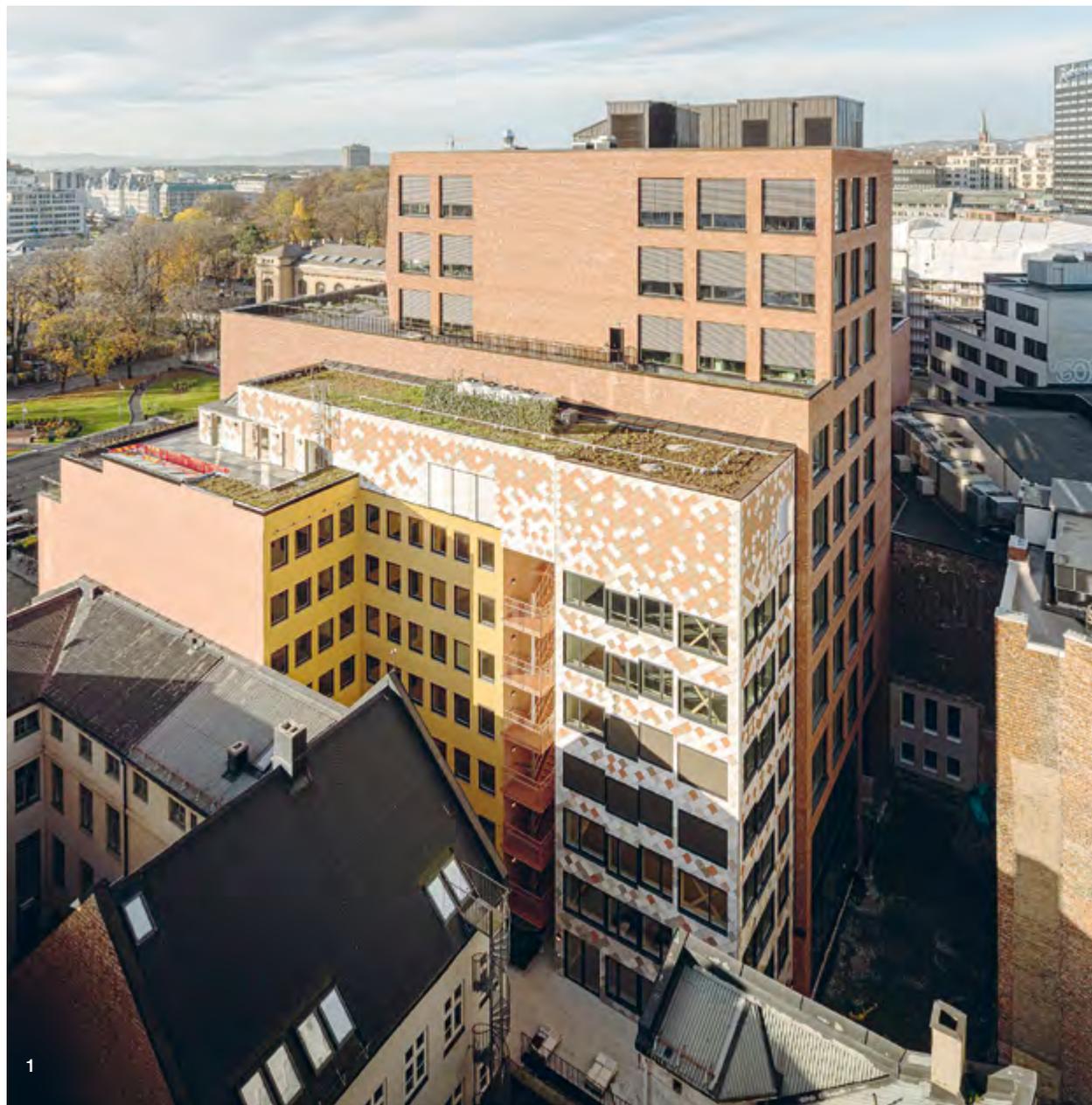
Für drei Geschosse des Erweiterungsbaus des KA 13 wurden Betondecken, die zuvor im ehemaligen Osloer Regierungsgebäude 4 verbaut gewesen waren, wiederverwendet.

Wiederverwendung wird künftig wirtschaftlich vorteilhaft sein

Die Erfahrungen aus dem FutureBuilt-Pilotprojekt werden künftig in andere Projekte einfließen. Sie werden nicht zuletzt dazu beitragen, gesetzliche Bestimmungen für die Wiederverwendung von Baumaterialien zu vereinfachen. FutureBuilt erstellte nach der Fertigstellung des Gebäudes einen Erfahrungsbericht, der die Wirtschaftlichkeit des Projekts im Hinblick auf die Nachnutzung ausführlich bewertet. Die Wiederverwendung von Baumaterialien mag zwar bei diesem Pilotprojekt im Vergleich zu neuen Bauteilen zu höheren Kosten geführt haben, doch wird sie künftig laut FutureBuilt durch die Standardisierung von Aufbereitungs- und Testmethoden wirtschaftlich vorteilhaft sein.

Mit dem KA13 konnte gezeigt werden, wie die Kreislaufwirtschaft im Bereich des Bauens auf ein neues Niveau gehoben werden kann. Alle Beteiligten wurden dafür vom norwegischen Design- und Architekturzentrum DOGA ausgezeichnet. Das Projekt KA13 bezeugt, dass eine Kreislaufwirtschaft im Bereich des Bauens in großem Maßstab realistisch ist. Und das selbst in Norwegen – einem Land mit durchaus strengen Gesetzen und Vorschriften für das Bauen.

Norbert Fiebig



Beton und Further-Use

ZUR WIEDERVERWENDUNG VON BAUTEILEN DER DDR-FERTIGTEILARCHITEKTUR

Studien über die Wiederverwertbarkeit von Betonbauteilen in der vorgefertigten Systembauweise zeigen auf, dass ca. 50 Prozent aller in diesen Gebäuden eingesetzten Rohbauteile aus Beton wiederverwendbar sind.

In Deutschland werden derzeit fast 80 % des anfallenden Bauschutts recycelt und deshalb der Kategorie der Sekundärbaustoffe zugerechnet. In dieser Kategorie werden auch Baustoffe wie Schotter, Split und Füllmaterialien erfasst. Die vollen Potenziale der anfallenden Ressourcen werden hierbei allerdings nicht ausgeschöpft. Der Baustoff Beton ist zwar theoretisch zu 100 % recyclingfähig, doch werden derzeit nur 0,9 Mio. t der recycelten Gesteinskörnung für die Herstellung von neuem Beton eingesetzt. Der Großteil des Abbruchmaterials findet seine weitere Verwendung als Füllmaterial.

Der Anteil der in Deutschland wiederverwendeten Bauteile wird heute statistisch noch nicht erfasst, ist aber auch kaum erwähnenswert. Der Grund dafür ist vor allem die Gesetzgebung bzw. die geltenden Baunormen; hinzu kommen eine fehlende Infrastruktur und Förderprogramme, die dies nahezu verhindern. Aber es fehlt auch allgemein an Wissen und Erfahrung, um sich die Vorteile und Potenziale der Wiederverwendung von Bauteilen nutzbar zu machen.

In den letzten Jahren sind bereits zahlreiche wissenschaftliche Arbeiten zu diesem Thema – speziell im Bereich des Wohnungsbaus – verfasst sowie verschiedene Projekte und Studien zur Wiederverwendung von Bauteilen durchgeführt worden. Besonders erwähnenswert sind hier die Forschungsarbeiten von Prof. Dr.-Ing. Angelika Mettke an der Technischen Universität Cottbus.

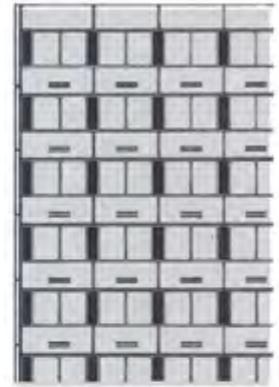




Variante A



Variante B



Gestaltungsvarianten:



Plattensortiment:

- Variante A – Normalplatten
- Variante B – Platten mit sichtbaren Einzelaussparungen bei Anordnung von Klimageräten
- Variante C – Platten wie Variante B, jedoch mit durchgehendem Gestaltungsband

Oberflächenveredelung:

1. Silikatanstrich oder Silikatputz
2. Elektrostatische Beschichtung
3. Waschputz
4. Individuelle Oberflächenbehandlung

Potenziale der Wiederverwendbarkeit von Betonbauteilen

Verschiedene Studien über die Wiederverwertbarkeit von ganzen Betonbauteilen in der vorgefertigten Systembauweise zeigen auf, dass ca. 50 % aller in diesen Gebäuden eingesetzten Rohbauteile aus Beton wiederverwendbar wären. Außerdem zeigen diese Studien auf, dass die mit einem behutsamen Rückbau verbundenen Mehrkosten bereits durch den Verkauf der Deckenplatten amortisiert werden könnten.

Der behutsame Rückbau und die Wieder- und Weiterverwendung von Bauteilen würden also nicht nur finanzielle Vorteile bieten, sie würden darüber hinaus auch maßgeblich

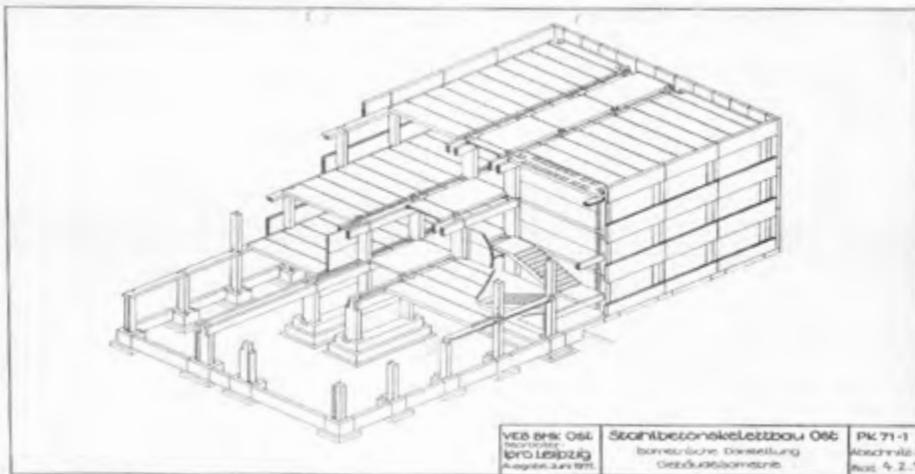
zur Ressourcenschonung und Minderung der CO₂-Emissionen beitragen. Durch Urban Mining kann ein wichtiger Beitrag zum nachhaltigen Bauen geleistet werden.

Wiederverwendung von Bauteilen der DDR-Fertigteilarchitektur

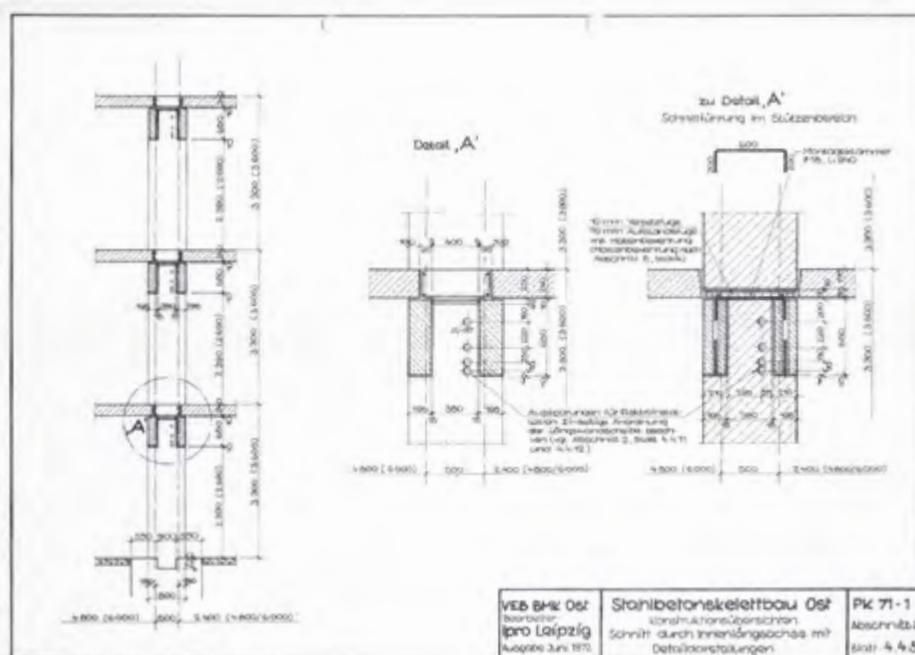
Knapp 90 % aller ab Mitte der 1950er Jahre in der ehemaligen DDR erstellten Wohngebäude wurden in Fertigteilbauweise errichtet. Heute beträgt ihr Anteil unter den Neubauten nur noch knapp über 20 %. Demografische Veränderungen sowie neue Anforderungen an den Wohn- und Städtebau haben dieser Bauweise Kritik und Leerstand eingebracht. Seit der Wiedervereinigung werden daher viele dieser Gebäude abgerissen oder selektiv

Bei den meisten größeren Gebäuden in der ehemaligen DDR, wie hier der 1 Siedlung Ernst-Thälmann-Park, handelt es sich um ganz oder zumindest teilweise typisierte Baukörper. Auch Grundrisse und Lastklassen waren je nach Anforderung standardisiert, konnten aber auch angepasst werden. 2 Mittels Katalogen konnten die Baukörper mit verschiedenen Fassaden kombiniert werden.

BERICHT



1



2

Die mit der Wiederverwendung der Betondecken verbundenen CO₂-Einsparungspotenziale belaufen sich nach Demontage, Transport und Einbau auf bis zu 300.000 kg CO₂-Äq.

zurückgebaut. Sie bieten damit ein großes Potenzial für ein Urban Mining auf der Basis der Wiederverwendung von Betonfertigteilen.

Die Arbeiten von Prof. Dr.-Ing. Angelika Mettke waren für mich die Grundlage und eine Inspiration dafür, eine eigene Studienarbeit zu diesem Thema durchzuführen und die Wiederverwendbarkeit von Rohbaukonstruktionen aus Beton der DDR-Fertigteilarchitektur weiter zu erforschen.

5-geschossiger Gebäuderiegel

In der Studienarbeit wird beispielhaft ein 5-geschossiger Gebäuderiegel mit horizontaler Fassadenausrichtung im Südosten Berlins analysiert. Die Fensterbänder des Baus teilen sich in sich wiederholende Elemente. Zwischen und über ihnen befinden sich – in gleicher Breite zu den Fensterelementen – Waschbetonplatten, die jeweils eine Fuge zum anschließenden Element aufweisen. Das Innere des Gebäudes folgt auf allen Ebenen dem Schema eines zwei-hüftigen Grundrisses. Alle Räume lassen sich hier durch einen zentralen durchgesteckten Flur erschließen, wobei

die Flure durch die stirnseitig gelegenen Fenster belichtet werden. Die Erschließung der verschiedenen Geschosse erfolgt über die beiden Treppenhäuser, welche offen mit den Fluren verbunden sind.

Das Innere ist von einer Skelettkonstruktion geprägt. Sie teilt das Gebäude der Länge nach in vier Achsen, wobei die Mittelachsen den Flur definieren. Die äußeren geben die Raumtiefe vor.

Gebäudeanalyse

Die Grundlage der Arbeit bildete eine als Erstes durchgeführte genaue Untersuchung des Gebäudes. Auf der Basis visueller Abgleiche konnten über Archive Spezifika des Gebäudetyps, der Bauteilkatalog zur festgestellten Typenbauweise und damit auch die besonderen Merkmale der verbauten Betonfertigteile ermittelt werden.

Das Gebäude wies die meisten Ähnlichkeiten mit dem Schulbau-Typ „Berlin 81-GT“ auf, einer Skelettbauweise mit der Laststufe 20 kN. Der entsprechende

Bauteilkatalog trägt den Titel „Rationalisierte mehrgeschossige Stahlbetonskelett-Montagebauweise 2Mp“. Er wurde im Jahr 1972 vom VEB Bau- und Montagekombinat Ost, Frankfurt/Oder, herausgegeben.

Aufgrund des verfallenen Gebäudezustands und der Menge an Bauteilen wurden im Rahmen der Analyse insbesondere die Deckenplatten und Fassadenelemente auf ihr Weiter- oder Wiederverwendungspotenzial hin untersucht.

Sämtliche Deckenplatten des Gebäudes sind schlaff bewehrt. Ihre Länge in Spannrichtung entspricht dem jeweiligen Rastermaß von 1,2 m. Die Deckenstärke beträgt 240 mm, die Betonüberdeckung des Bewehrungsstahls 15 mm bis 20 mm. Da Deckenplatten, die keiner Witterung ausgesetzt und schlaff bewehrt sind, der Expositions-klasse XC1 zugeordnet werden können, wären diese für einen erneuten Einbau hinreichend. Die Fugen im Auflagerbereich wurden vor Ort vermörtelt.

Further-Use-Potenziale

Da für die Studienarbeit keine Praxisversuche vorgenommen werden konnten, wurde auf die Erfahrungswerte der bisher existierenden Untersuchungen zurückgegriffen. In der Habilitationsschrift „Material- und Produktrecycling – am Beispiel von Plattenbauten“ von Dr.-Ing Angelika Mettke sind alle relevanten Aspekte des Recyclings detailliert ausgewiesen, so auch die durchschnittliche Zeit eines Kraneinsatzes zum Herausheben einer Deckenplatte (bei einem 5-geschossigen Blockbau sind es zwölf Minuten), die Kosten dieser Maßnahmen gegenüber denen eines Abrisses sowie die dabei insgesamt anfallenden CO₂-Emissionen.

Die Studienarbeit belegt, dass die Demontagekosten etwa 100–200 % höher liegen würden als jene bei einem Abbruch, sie lässt aber auch erkennen, dass sich durch die Wiederverwendung der Deckenplatten im Vergleich zu neu produzierten 50 % der Kosten einsparen ließen. Insgesamt weist die Analyse – unter Berücksichtigung verschiedener Szenarien – bei einer Wiederverwendung der Bauteile einen Kostenvorteil von 33 % gegenüber dem Szenario Abbruch und Neubau auf.

CO₂-Einsparungspotenziale

Das Global Warming Potenzial (GWP) eines Kubikmeter Betons C20/25 liegt durchschnittlich bei 173 kg CO₂-Äq. Bei einem Gebäude mit einer vergleichbaren Grundfläche von 1.200 m² und fünf Vollgeschossen können theoretisch 7.200 m² Geschossdeckenfläche wiederverwertet werden. Die mit der Wiederverwendung der Betondecken verbundenen CO₂-Einsparungspotenziale belaufen sich nach Demontage, Transport und Einbau auf bis zu 300.000 kg CO₂-Äq.

Allerdings müssen derzeit bei der Wiederverwendung von Bauteilen noch verschiedene baurechtliche Zulassungen berücksichtigt werden. Auf der Basis erster Pionierarbeiten könnten in Zukunft aber einige der Zulassungsverfahren vereinfacht werden. Hiervon würde auch die massentaugliche Wiederverwendung von Bauteilen aus Beton profitieren und damit einen maßgeblichen Beitrag zur Kreislaufwirtschaft leisten können.

Julian Biermann

ist Projektleiter Nachhaltigkeit beim InformationsZentrum Beton.

Er lebt und arbeitet in Berlin.

1 + 2 In den entsprechenden Produktkatalogen wurden auch Detaillösungen und Bauteilverbindungen aufgezeigt. Dies lässt sich heute nutzen, um die Verbindungen schadfrei zu lösen. **3** Entnommene Bauteile können je nach Zustand wiederverwendet werden. Das Beispiel zeigt, wie unter anderem die Waschbetonplatten alter Fassaden als hinterlüftete Vorhangfassade erneut eingesetzt werden können.



Wind, Wasser und Beton

INFRASTRUKTURBAUTEN AUS BETON FÜR DIE ENERGIEWENDE

Windkraftanlagen werden in der Regel in hybrider Bauweise errichtet. Zwei Drittel der mehrere hundert Tonnen schweren Anlagen bestehen aus Betonfertigteilen.

Alle sprechen von der Energiewende, doch nur wenige bedenken, dass Strom nach wie vor nicht einfach aus der Steckdose kommt, sondern in der Regel aufwändig erzeugt werden muss. In Zeiten, da weder Gaskraftwerke noch Kohleverstromung oder Atommeiler eine Option zu sein scheinen, richtet sich der Blick auf die nachhaltige Stromgewinnung, neue Transportwege und Speicherarten. 2019 lag der Anteil konventionell erzeugten Stroms in Deutschland bei 58 %, also bei rund 310 Mrd. Kilowattstunden (von insgesamt 534 Mrd. Kilowattstunden). Hier stehen gewaltige Investitionen in Kraftwerke, Netze und Speicheranlagen an. Die Stiftung „Energie und Klimaschutz“ nennt die Energiewende etwa „eine riesige Infrastrukturaufgabe“, die alles zugleich umfasse, bis hin zum „Aufbau einer Ladeinfrastruktur für E-Fahrzeuge.“ Doch wie genau soll das Zeitalter der Dekarbonisierung aussehen? Und welche Rolle spielt Beton beim Ausbau moderner Netze und zukunftsfähiger Energieerzeugung und -speicherung?

Woher der Wind weht

Sonne, Wind und Wasser heißt der Dreiklang alternativer Energiequellen. Beginnen wir bei den über 100 m hohen Windkraftanlagen, die vielerorts schon zum Landschaftsbild gehören, auch wenn sich deren Ausbau gerade im Süden Deutschlands durch großzügige Abstandsregeln zur Wohnbebauung verzögert, obwohl gerade in Bayern und Baden-Württemberg viel Strom für deren Industrie

benötigt wird. Solche Giganten werden in der Regel in hybrider Bauweise errichtet. Zwei Drittel der mehrere hundert Tonnen schweren Anlagen bestehen aus Betonfertigteilen, nur das obere Drittel aus Stahl. Betontürme reduzieren Schallemissionen und zeichnen sich durch gute Schwingungseigenschaften aus. Ihr kreisrundes Fundament verwendet meist Transportbeton der Festigkeitsklasse C 30/37 und wird an nur einem Tag erstellt. Die dafür benötigten 1.000 m³ Beton werden oftmals von zwei Betonwerken gleichzeitig hergestellt und von über 125 Fahrmischern transportiert, doch kann nur so das Fundament innerhalb von 24 Stunden erstellt werden. Der sich nach oben verjüngende Turm besteht aus vorproduzierten Betonfertigteilen, die präzise ineinandergreifen. Das garantieren besonders genaue Stahlschalungen und eine Qualitätskontrolle per Laser.

Am Fuß besteht die Anlage aus bis zu drei jeweils 4 m hohen Kreissegmenten; sie sind so dimensioniert, dass sie gerade noch transportiert werden können. Nach der Montage werden sie über Spannritzen mit dem Fundament verspannt. Zug- und Druckkräfte aus dem oberen Stahlabschnitt leiten Spannglieder an den Beton weiter. Der Bau selbst ist längst Routinearbeit – ganz im Gegensatz zu den oft langwierigen Genehmigungsverfahren. Inzwischen stehen zwischen Rostock und Karlsruhe über 30.000 Windenergieanlagen mit einer Gesamtleistung von rund 56.000 Megawatt, die allermeisten freilich im Norden der Bundesrepublik und an Land. Zusammen erbringen sie die Leistung mehrerer Atomkraftwerke. Ihre Schwachstelle liegt in den wechselnden Winden, denn bei Flaute oder Sturm bleiben die Riesen stehen – wie auch bei einem Überangebot von Strom, das auch die Netze in Anspruch nimmt. Inzwischen sind die besten Standorte – etwa an den Höhenkämmen der Mittelgebirge – schon besetzt; hier kann nurmehr ein Austausch durch größere und effizientere



1



2



Anlagen erfolgen. Es bleibt noch der Weg ins Meer, wo beständigere Winde wehen. Rund 1.200 Anlagen stehen bereits in Offshore-Windparks. Die Investitionen in Windkraft dürften in Zukunft also steigen – auch in Anlagen zur sicheren Energiespeicherung, denn nur mit beidem zusammen wird die Transformation zu einer nachhaltigen Energiewirtschaft gelingen. Dazu später mehr.

Wasserkraft marsch

Die weltweit größten Wasserkraftwerke stehen in China (rund 22,4 Gigawatt) und Brasilien (rund 14 Gigawatt) und wären ohne den massiven Einsatz von Stahlbeton nicht denkbar. Geradezu bescheiden wirkt dagegen die Leistung des 1966 errichteten Gezeitenkraftwerks La Rance in der französischen Bretagne, das zwar 240 Megawatt installierter Leistung aufweist, aber im Schnitt nur 68 Megawatt aus dem Tidenhub des Atlantiks an der Mündung der Rance herausholt. Bei seinem Bau wurden zunächst provisorische Stauwände aus gewaltigen Betonzylindern angelegt, danach dann die 390 m lange Staumauer aus Beton mit ihren 24 Turbinen, die 8 m Tidenhub in elektrische Energie verwandeln. Großprojekte dieser Art finden sich in Mitteleuropa nur noch in den Alpen. Auf den weltweit vierten Platz der höchsten Staumauern kommt der 285 m hohe Grande Dixence-Damm in der Schweiz, der 1961 in 2.400 m Höhe fertiggestellt wurde – nach 15 Jahren Bauzeit. Bekannter dürfte nur die Talsperre im Verzascatal sein, die Berühmtheit erlangte, als James Bond in „GoldenEye“ als Bungeejumper einen kontrollierten Sturz vor der 250 m hohen Stahlbetonwand vollführte, dessen Eleganz und Majestät wohl auch der Queen gefallen haben dürfte.

In Deutschland gilt Wasserkraft, der Klassiker unter den nachhaltigen Energieträgern, als ziemlich ausgereizt, zumindest, was die Leistung angeht. Die rund 7.300 Wasserkraftanlagen decken mit ihren 5.600 Megawatt Leistung gerade mal 3,5 % des hiesigen Stromverbrauchs ab. Die

überwiegende Zahl der Anlagen (94 %) besteht aus Kleinwasserkraftanlagen mit einer Leistung unter einem Megawatt. Eines der spannendsten feiert 2024 sein 100-jähriges Bestehen: Das Speicherkraftwerk Walchensee nutzt die 200 m Höhenunterschied zwischen dem Walchen- und Kochelsee zur Energiegewinnung. Bei seiner Inbetriebnahme war es mit 124 Megawatt immerhin eines der weltweit leistungsstärksten Wasserkraftwerke. Heute zählt das Industriedenkmal mit seinen sechs 400 m langen Druckrohrleitungen immer noch zu den eindrucklichsten Hochdruckspeicherkraftwerken in Deutschland. Sein Prinzip stand vielleicht sogar Pate für eines der faszinierendsten Projekte der letzten Zeit: Energie in Betonblöcken zu speichern, die in luftige Höhe gebracht werden und so die Achillesferse der Energiewende angehen: die Frage, wie (überschüssiger) Ökostrom gespeichert werden kann.

Beton-Lärmschutzwände liefern Strom

Als eher ungewöhnlich ist die Idee zu bezeichnen, die Autobahn in ein Sonnenkraftwerk zu verwandeln und „mit der Lärmschutzwand Strom zu produzieren“ – so der Titel einer Ausschreibung der IÖB-Innovationsplattform für die „Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft“, kurz ASFINAG, die in Österreich zuständig ist für Planung, Bau und Betrieb der Autobahnen sowie die Mauterhebung. Auf der S 1 am Wiener Außenring steht bereits ein „Photovoltaik-Testfeld“, das mit 100 Photovoltaik-Paneelen rund 45.000 Kilowattstunden Strom pro Jahr produzieren soll. Auf 70 Metern werden dabei verschiedene Systeme getestet, und zwar am oberen Rand der Beton-Lärmschutzwand. Das prämierte Photovoltaik-Aufsatzelement von Leube Betonteile zeigt, dass Investitionen in die Energie-Infrastruktur nur noch dann sinnvoll sind, wenn sie auch den Zielen der Energiewende entsprechen. Ideen gibt es genug – es wird Zeit, sie auch umzusetzen.

1-3 Der sich nach oben hin verjüngende Turm einer Windkraftanlage besteht aus vorproduzierten Betonfertigteilen, die präzise ineinandergreifen. In Deutschland werden mit ca. 30.000 Windenergieanlagen rund 56.000 Megawatt Strom erzeugt.

Einsatz von Recyclingbeton in Deutschland

OLAF ABBROCK

Herr Dr. Aßbrock, der Bundesverband der Deutschen Transportbetonindustrie (BTB) setzt sich seit den 1990er Jahren für das Bauen mit rezykliertem Gesteinskörnung ein. Wie hat sich das Bauen mit Recyclingbeton in Deutschland seither entwickelt?

Olaf Aßbrock: Das Bauen mit Recyclingbeton ist für uns in der Tat kein neues Thema. Seit 1995 haben wir verschiedene Forschungsaktivitäten mit initiiert, so von 1995 bis 1998 gemeinsam mit der Universität Essen das Projekt „Einfluss der Altbetonfestigkeitsklasse auf die Eigenschaften des unter Verwendung von Betonsplitt hergestellten Betons“; von 1996 bis 1999 haben wir das Projekt „Baustoffkreislauf im Massivbau (BiM)“ als Partner mit unterstützt. Im Ergebnis ist dann – auch das von uns mit verursacht – 1998 die erste Ausgabe der heutigen Richtlinie, „Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 mit rezyklierten Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620“, vom Deutschen Ausschuss für Stahlbeton e.V. (DAfStb) veröffentlicht worden. Der Titel lautete seinerzeit „Richtlinie für Beton mit rezykliertem Zuschlag.“

Wann wurde diese Richtlinie erstmals angewandt?

Erstmals angewandt wurde die Richtlinie bei der Wohnanlage „Waldspirale“ in Darmstadt, die von dem Architekten Heinz M. Springmann geplant und ausgeführt und dem Wiener Künstler Friedensreich Hundertwasser gestaltet wurde. Insgesamt wurden hier ca. 12.000 m³

RC-Beton verbaut – für Innenbauteile, die Bodenplatte und Außenbauteile. Das Projekt wurde im Jahr 2000 fertiggestellt, bei Planungsbeginn war die Richtlinie noch gar nicht veröffentlicht.

Welche weiteren Pionierprojekte folgten?

In den Folgejahren wurden 2010 eine Wohnbebauung an der Rheinallee in Ludwigshafen vom Architekturbüro Seepe und Hund, Kaiserslautern, sowie 2016 der neue Forschungs- und Laborkomplex der Humboldt-Universität in Berlin-Mitte, das Rhoda-Erdmann-Haus, das von Bodamer Faber Architekten BDA, Berlin, geplant wurde, mit Recyclingbeton realisiert.

Insbesondere diese drei Leuchtturmprojekte fanden viel Beachtung wie auch der Neubau der Umweltsation der Stadt Würzburg des Architekturbüros balda architekten GmbH aus Fürstenfeldbruck von 2019. Auch dieses Gebäude ist ein Vorbild für das nachhaltige Bauen mit Recyclingbeton. Der Erweiterungsbau des Bundesumweltamtes am Hauptsitz Dessau-Roßlau von Anderhalten Architekten, Berlin, wird, ebenfalls mit Recyclingbeton gebaut, 2023 fertiggestellt werden.

Allerdings müssen wir heute feststellen, dass sich das Bauen mit Recyclingbeton in Deutschland bis heute nicht im Markt durchgesetzt hat – obwohl sich der BTB dafür einsetzte, dass die DAfStb-Richtlinie, die bislang die Betonnorm DIN EN 206-1 / DIN 1045-2 ergänzte, jetzt auch in die neue DIN 1045-Normenreihe mit aufgenommen wurde.



Dr. Olaf Aßbrock ist Hauptgeschäftsführer des Bundesverbandes der Deutschen Transportbetonindustrie e.V. (BTB).

„Zwar ist die absolute Menge von in der Betonherstellung eingesetzten rezyklierten Gesteinskörnungen noch vergleichsweise gering, doch ist der Trend deutlich positiv.“

Wie viele Tonnen an recyceltem Bauschutt durch Abbruch und Rückbau fallen derzeit jährlich in Deutschland an?

Nach dem Monitoring Mineralische Bauabfälle fielen 2018 – das sind die aktuellen Zahlen – in Deutschland 59,8 Mio. t Bauschutt an. Davon wurden 77,9 % bzw. 46,6 Mio. t recycelt sowie 16,0 % bzw. 9,6 Mio. t einer sonstigen Verwertung zugeführt. Lediglich 6,1 % bzw. 3,6 Mio. t wurden auf Deponien beseitigt.

Wie viele Tonnen davon werden als rezyklierte Gesteinskörnung zur Betonherstellung eingesetzt?

Die Menge der Erzeugnisse von Bauschuttanfertigungsanlagen, die für die Verwendung in Betonmischanlagen eingesetzt werden, belief sich laut Statistischem Bundesamt im Jahr 2020 auf 0,90 Mio. t. Diese Zahlen wurden kürzlich durch eine interne Umfrage des BTB bestätigt. Das sind zwar noch keine beachtenswerten Kennwerte, doch hat sich damit die statistisch erfasste Menge von 0,29 Mio. t in 2014, 0,45 Mio. t in 2016 und 0,53 Mio. t in 2018 bis heute mehr als verdreifacht.

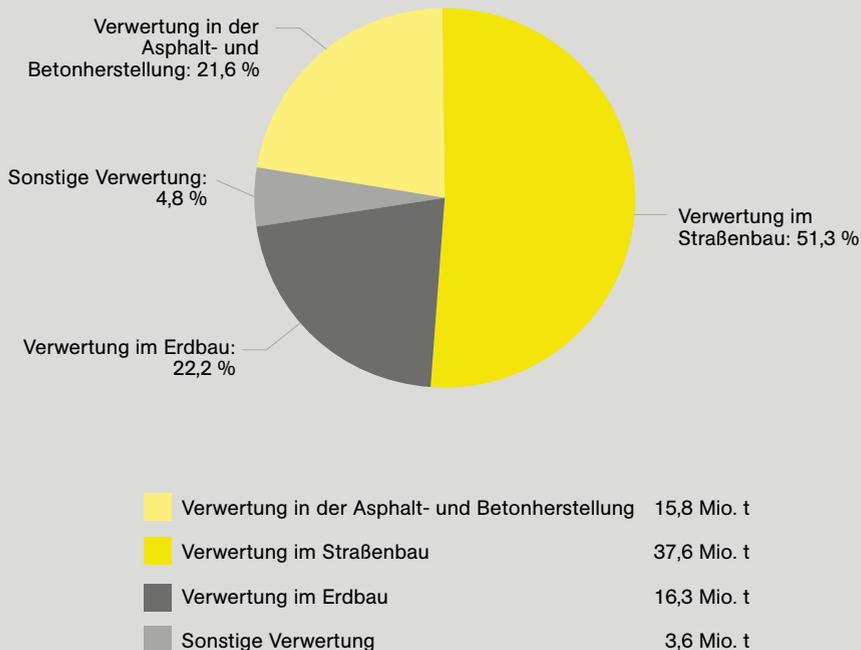
Wie werden sich diese Mengen mittel- und langfristig weiterentwickeln?

Zwar ist die absolute Menge von in der Betonherstellung eingesetzten rezyklierten Gesteinskörnungen noch vergleichsweise gering, doch ist der Trend deutlich positiv. Auch mittel- und langfristig erwarten wir ein weiteres Wachstum. Diese Annahme basiert auf verschiedenen hilfreich wirkenden Rahmenbedingungen: dem politischen und gesellschaftlichen Willen, den Einsatz rezyklierter Gesteinskörnungen zu erhöhen, verbesserten normativen Bedingungen für deren Verwendung in der Betonherstellung und letztlich dem steigenden Betonanteil in Nachkriegsgebäuden, bei denen der Baustoff Beton zunehmend Verbreitung gefunden hatte und die nun mehr und mehr vor einem baldigen Abbruch stehen.

Zusätzliche Impulse könnten durch eine Forcierung des selektiven Rückbaus und durch eine Verbesserung der abfallrechtlichen Rahmenbedingungen geschaffen werden. Vor allem sollten geeignete Recyclingmaterialien nach der Aufbereitung aus dem Abfallregime entlassen werden. Die Einführung von Mindestquoten oder Primärbaustoffsteuern halten wir hingegen weder für erforderlich noch für zielführend. Dies würde lediglich

Verwertung der Recycling-Baustoffe 2018 [in Mio. t]

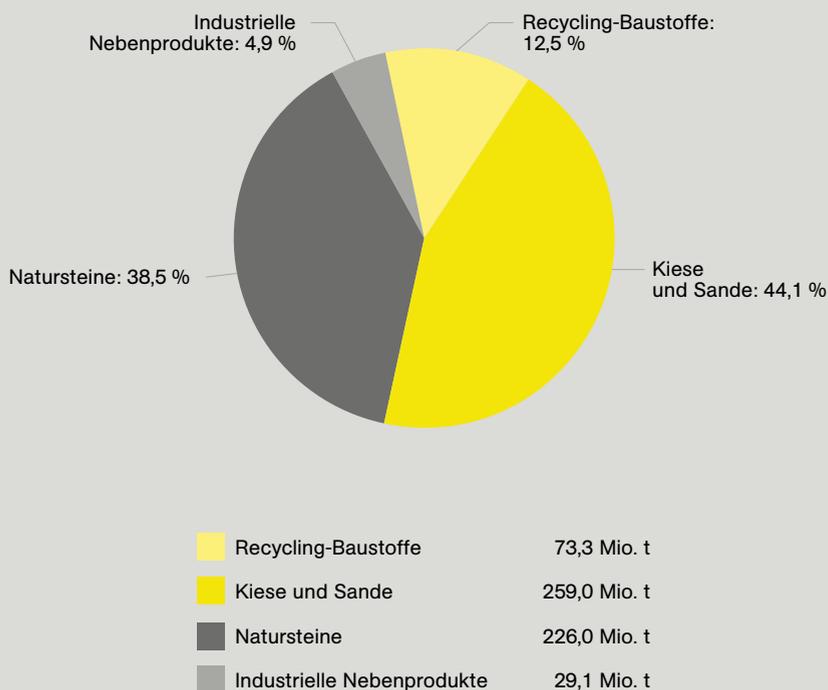
Recycling-Baustoffe insgesamt: 73,3 Mio. t



Quelle: Mineralische Bauabfälle Monitoring 2018, Initiative Kreislaufwirtschaft Bau

Deckung des Bedarfs an Gesteinskörnungen 2018 [in Mio. t]

Bedarf insgesamt: 587,4 Mio. t



Quelle: Mineralische Bauabfälle Monitoring 2018, Initiative Kreislaufwirtschaft Bau

GESPRÄCH



Drei mit Recyclingbeton realisierte Leuchtturmprojekte, die viel Beachtung fanden: **1** Die Waldspirale Darmstadt, von dem Architekten Heinz M. Springmann geplant und ausgeführt und von dem Wiener Künstler Friedensreich Hundertwasser gestaltet, **2** die Wohnbebauung an der Rheinallee, Ludwigshafen, von Seepe und Hund freie Architekten BDA, Kaiserslautern und **3** das Rhoda-Erdmann-Haus / Forschungs- und Laborkomplex der Humboldt-Universität, Berlin-Mitte, von Bodamer Faber Architekten BDA, Berlin.

zu einer weiteren Verteuerung des Bauens führen und ließe den regional unterschiedlichen Anfall von Recyclingmaterialien außer Acht.

Wie viel rezyklierte Gesteinskörnung könnte schon heute theoretisch beim Bauen mit Beton eingesetzt werden?

Bei der Herstellung von Beton werden die zulässigen Anteile an rezyklierter Gesteinskörnung, bezogen auf die gesamte Gesteinskörnung (Vol.-%), durch die Norm geregelt. Dabei wird in der Norm zwischen Gesteinskörnungstyp 1 und Gesteinskörnungstyp 2 unterschieden.

Rezyklierte Gesteinskörnung von Typ 1 (Beton Splitt) bzw. Typ 2 darf künftig mit der neuen Norm DIN 1045-2 bis zu 25 Vol.-% (bezogen auf die gesamte Gesteinskörnung) wie natürliche verwendet werden, was bedeutet, dass es keinerlei Einschränkung im Anwendungsbereich wie beispielsweise eine maximale Druckfestigkeitsklasse gibt. Der Gesteinskörnungstyp 1 muss einen Anteil von min. 90 % Abbruchbeton und max. 10 % Klinker bzw. nicht porosiertem Ziegel, der von Typ 2 min. 70 % Abbruchbeton und max. 30 % Klinker bzw. nicht porosiertem Ziegel enthalten. Dabei dürfen rezyklierte Gesteinskörnungen des Typs 1 ≤ 2 mm (Sand) eingesetzt

werden, sofern sie aus der gleichen Produktion der verwendeten rezyklierten Gesteinskörnung Typ 1 > 2 mm stammen und bei ihnen die Anforderungen an die stoffliche Zusammensetzung nach DIN EN 933-11 nachgewiesen wurde. Rezyklierte Gesteinskörnung des Typs 2 ≤ 2 mm darf nicht verwendet werden.

Heute könnten wir also – so haben wir errechnet – theoretisch ca. 20 Mio. t von Typ 1 und 14 Mio. t von Typ 2 pro Jahr einsetzen.

Das heißt, dass wir theoretisch also bereits heute von den in Deutschland jährlich anfallenden 59,8 Mio. t Bauschutt 34 Mio. t als rezyklierte Gesteinskörnung gewinnen könnten. Warum geschieht das nicht?

Weil das Material – in für die Herstellung von Beton aufbereiteter Form – heute weder in kontinuierlich verfügbaren Mengen noch in der erforderlichen Qualität zur Verfügung steht. Von den 59,8 Mio. t Bauschutt werden 77,9 % recycelt. Dieser Anteil wird größtenteils im Straßen-, Landschafts- und Gartenbau verwendet.

Aber: Nach der neuen Norm DIN 1045-2 werden rezyklierte Gesteinskörnungen des Typs 1 auch Sandanteile, also Betonsplitt-Sand oder Betonabbruchsand,

Würden wir also künftig bei allen in Deutschland verbauten Betonen den möglichen 25%igen Anteil von rezyklierter Gesteinskörnung ausschöpfen, würden wir – auch das haben wir bereits geprüft – alle verfügbaren geeigneten Mengen an Bauschutt – ganz im Sinne der Kreislaufwirtschaft – in neuem Beton verbauen.“

enthalten dürfen. Der beim Recycling von Beton anfallende Sand wird also nicht mehr gesondert in anderen Bereichen verwendet werden müssen, was die Aufbereitung und Verwendung rezyklierter Gesteinskörnungen deutlich vereinfachen wird. Rezyklierte Gesteinskörnung des Typs 2 ≤ 2 mm darf allerdings auch in Zukunft nicht eingesetzt werden.

Würden wir also künftig bei allen in Deutschland verbauten Betonen den möglichen 25%igen Anteil von rezyklierter Gesteinskörnung ausschöpfen, würden wir – auch das haben wir bereits geprüft – alle verfügbaren geeigneten Mengen an Bauschutt – ganz im Sinne der Kreislaufwirtschaft – in neuem Beton verbauen.

Die Herstellung von Beton mit bis zu 100 % rezyklierter Gesteinskörnung ist heute technisch prinzipiell möglich – allerdings verändern sich dabei die Produkteigenschaften im Vergleich zu Beton mit natürlicher Gesteinskörnung oder zu Beton mit den bereits genannten zulässigen Anteilen an Recyclingmaterial. Für diese Betone ist eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung oder eine sog. Zustimmung im Einzelfall notwendig.

In der Schweiz werden grundsätzlich bis zu 15 % der Betonmengen als Recyclingbeton verbaut. Was können wir von der Schweiz lernen?

Die Schweizer „Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen“ schreibt unter anderem vor, dass Bauabfälle wie Ausbausphalt, Beton-, Straßen-, Misch- und Ziegelabbruch sowie Gips bereits auf der Baustelle möglichst sortenrein zu trennen sind, und dass nach Möglichkeit Misch- und Ziegelabbruch vollständig als Rohstoff für die Herstellung von Baustoffen zu verwenden ist – und Betonabbruch als Rohstoff für die Herstellung von Baustoffen oder als Baustoff auf Deponien.

Darüber hinaus sieht der Schweizer Baustandard MINERGIE vor, dass rezyklierte Gesteinskörnung, die im Umkreis von 25 km von der Baustelle zur Verfügung steht, für Neubauten eingesetzt werden muss. Steht in diesem Umkreis keine zur Verfügung, hat der Betonhersteller dies nachzuweisen, wenn er ein MINERGIE-Zertifikat anstrebt.

Ein solches System haben wir in Deutschland nicht.

Herzlichen Dank für das Gespräch!



Schweizer Nachhaltigkeit

BAUEN MIT RECYCLINGBETON

Die Schweiz setzt beim Bauen mit Recyclingbeton Maßstäbe.

Bauen mit Recyclingbeton ist in der Schweiz längst die Regel. Die Eidgenossen haben früh in Kreislaufwirtschaft investiert. Mit einigem Erfolg: Gute Architektur und Recyclingbeton gehen Hand in Hand. Wie etwa beim Learning Center der Universität St. Gallen, für das Sou Fujimoto 2017 in einem geladenen Wettbewerb den Zuschlag erhielt. Das Konzept einer modernen, integrierenden und interaktiven Lernumgebung setzte der Japaner geradezu mustergültig um. Den vertrauten Hörsaal gibt es nicht mehr, dafür offene Räume, die durch Trennwände weiter aufgeteilt werden können. Sou Fujimoto schuf so einen hochflexiblen Lernort, der Verbindungen zu Menschen schon im Grundriss geradezu anlegte. Das 63 Mio. teure Learning Center mit seinen 700 Arbeitsplätzen wurde auch in Sachen Nachhaltigkeit konsequent entwickelt: Das Niedrigenergiehaus nutzt Erdwärme und Solarmodule und besteht zu rund 50 % aus recyceltem Beton.



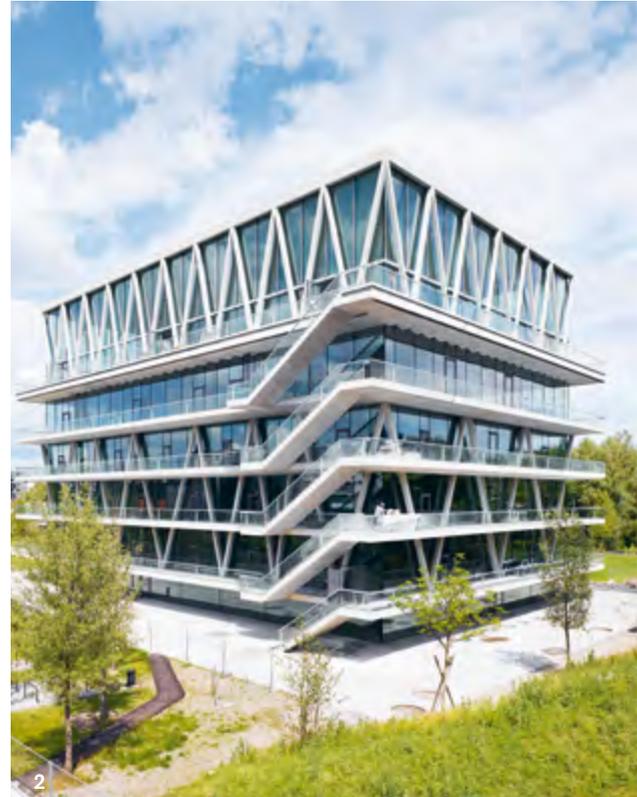
Das Learning Center der Universität St. Gallen steht damit nicht allein. Bereits vor über einem Jahrzehnt bewies das Schulhaus Leutschenbach in Zürich Oerlikon, dass avancierte Gestaltung und Nachhaltigkeit zusammenpassen. Das von Christian Kerez entworfene Schulhaus wirkt wie ein Beton gewordener Schichtkuchen, der Klassenräume, Mensa und Sporthalle stapelt und so mit minimaler Grundfläche auskommt. Der inzwischen ikonische Schulbau stellt einiges auf den Kopf: Obenauf sitzt die Turnhalle, die mit ihrer großzügigen Verglasung hinter einem Zickzack aus Betonstreben schon fast an eine Freilufthalle denken lässt. Auch statisch stellt das Haus eine Herausforderung dar, da es sein Gewicht auf gerade sechs Pfeilern ablastet. Erstellt wurde es mit rund 6.750 m³ Recyclingbeton, der 75 % des gesamten Betonvolumens ausmacht.

Schweizer Maßstäbe

Hier setzt die Schweiz Maßstäbe, was die Qualität der Bauten und das Bauen mit Recyclingbeton ausmacht. Blicken wir auf die Zahlen: Insgesamt fallen in der Schweiz rund 63 Mio. t Bauschutt pro Jahr an, größtenteils als Aushub. Von den immerhin 15 Mio. t mineralischer Bauabfälle aus dem Rückbau entfällt die eine Hälfte auf die Infrastruktur (Straßen), die andere auf Gebäude. 40 % der 7,5 Mio. t mineralischer Bauabfälle landen wiederum auf Deponien, obwohl sie faktisch wiederverwertbar wären; aus den anderen 50 % werden minderwertige Betone und Kiesgemische (Downcycling) hergestellt; nur rund 10 % werden für die Herstellung hochwertiger Recyclingbetone eingesetzt.

Drei Faktoren für RC-Beton

Was also macht die Schweiz anders in Sachen Kreislaufwirtschaft beim Bauen, speziell in Sachen RC-Beton? Da wäre zunächst die Gesetzgebung. Die Bauprodukteverordnungen der Schweiz und Deutschlands sind identisch. In der Schweiz regelt aber zusätzlich noch die „Verordnung über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen“ (VVEA), dass – wenn immer möglich – Rückbaustoffe verwertet werden müssen. Konkret verfügt etwa Art. 20: „Betonabbruch ist möglichst vollständig als Rohstoff für die Herstellung von Baustoffen oder als Baustoff auf Deponien zu verwerten.“ Die öffentliche Hand geht mit gutem Beispiel voran, private Bauherren folgen, wie etwa das Radisson Hotel am Züricher Flughafen (2006–2008), dessen Innenarchitektur von Mattheo Thun stammt. Rund 80.000 m³ Recyclingbeton wurden zwischen 2010 und



1 Das 2022 eröffnete, „SQUARE“ genannte HSG Learning Center der Universität St. Gallen von Sou Fujimoto Architects, Paris. Das Niedrigenergiehaus nutzt Erdwärme und Solarmodule und besteht zu rund 50 % aus recyceltem Beton. **2 + 3** Die Schulanlage Leutschenbach in Zürich-Schwamendingen von Christian Kerez AG, Architekt ETH/SIA, Zürich, wurde mit rund 6.750 m³ Recyclingbeton gebaut. Dies entspricht 75 % des gesamten Betonvolumens. **Seiten 56/57 + 63** Auch das Tanzhaus Zürich von Barozzi Veiga Architekten, Barcelona, wurde mit Recyclingbeton realisiert.





Kreislaufwirtschaft heißt der nächste Megatrend.

1 Die Primarschule und Berufswahlschule Hardau in Zürich Auszersihl, entworfen von EM2N Architekten ETH/SIA Mathias Müller, Daniel Niggli, Zürich. 2 Erweiterung Kunsthaus Zürich, Zugang zur Passage mit „Over & Above“ (2016) des US-amerikanischen bildenden Künstlers Lawrence Weiner. Die Erweiterung Kunsthaus Zürich wurde von David Chipperfield Architects, Berlin, geplant und mit Recyclingbeton gebaut.

2015 auf den Baufeldern C, E und H der Europaallee in Zürich eingesetzt. Jedes weitere Projekt verringert zudem eventuelle Vorbehalte gegenüber rezyklierten Materialien.

Ein weiterer Faktor liegt in der Bevölkerungsdichte. Auf knapp 41.300 km² leben zwischen Genf und Graubünden, dem Tessin und dem nördlichsten Kanton Schaffhausen 8,6 Mio. Menschen. „Wir in der Schweiz haben einfach keinen Platz, das heißt auch wenig Platz für Deponien“, sagt Patric Van der Haegen, der Leiter Entwicklung der Eberhard Unternehmungen mit Sitz in Kloten. Dazu komme ein übergroßer Anteil von Bauschutt: „Wenn man in der Schweiz baut, steht einfach schon was da.“ Die Firma Eberhard gilt mit ihren rund 600 Mitarbeitenden an zehn Standorten als technologischer Marktführer für Baustoffrecycling; allein das „BaustoffRecyclingZentrum Ebirec“ in Rümlang bereitet bis zu 450.000 t mineralischen Bauschutt pro Jahr auf, eine gewaltige Menge, aber dennoch nur 3 % der Gesamtsumme an Bauschutt in der Schweiz.

„Grundsätzlich ist es so, dass wir die Betonstruktur eines Hauses zu 100 % verwerten können“, sagt Patric Van der Haegen. Bei einem Haus mit mehreren Materialien, gemeinhin als Mischabbruch bezeichnet, sei dies „sehr viel aufwändiger“. Aber auch dafür hat Eberhard eine neue Anlage im September letzten Jahres in Betrieb genommen, die stoffliche Verwertungen weit über 90 % erziele. „Da können wir vorne ein Haus reinschmeißen und es fast komplett verwerten.“

Ein dritter Faktor liegt in der überprüfbareren Qualität. Das Geheimnis guten RC-Betons sei schnell erklärt, meint Patric Van der Haegen: Wir brauchen harte Sekundärbau- stoffe, also gute Steine, und müssen die Siebkurve unter Kontrolle halten, also die Korngrößenverteilung. „So

können wir Hochbaubeton herstellen mit Recyclinganteilen, die in Deutschland kaum möglich sind.“ Zement macht 10–15 % aus, der Rest ist recyceltes Material. International gültige, standardisierte und fremdüberwachte Umweltdeklarationen wirken einem Greenwashing entgegen.

Es gibt bereits zirkuläre Baustoffe in der Schweiz, die das Ganze transparent machen – ganz im Sinne der Regeln für Corporate Governance.

Urbane Minen erschließen

Wie das praktisch aussieht, lässt sich an immer mehr Gebäuden in der Schweiz zeigen, etwa am Schulhaus Hardau in Zürichs Bullingerstraße. Der beeindruckend klare Bau verwendete 3.500 m³ RC-Beton, was 100 % des gesamten Betonvolumens entspricht. Neben Renommierprojekten wie der Erweiterung des Kunsthauses Zürich, bei der alleine rund 20.000 m³ Recyclingbeton eingesetzt wurden, sind es immer mehr intensiv genutzte Zweckbauten, die ganz selbstverständlich Materialien der Kreislaufwirtschaft verwenden, wie etwa das Parkhaus C am Flughafen Zürich, bei dem 90 % des gesamten Betonvolumens von 13.050 m³ aus RC-Beton bestehen. Schweizer Qualitätsbewusstsein verbindet sich mit Pragmatismus. Es sind eben auch handfeste Gründe, die für die Wiederverwendung kostbarer Ressourcen sprechen, so etwa die Frage der langen Transporte. Recyclingzentren liegen in der Regel weit näher an Städten als Deponien, was Wege verkürzt und die Ökobilanz verbessert.

Wohin geht die Reise in der Schweiz?

Eines jedenfalls steht fest: Kreislaufwirtschaft heißt der nächste Megatrend. „Wir können nicht anders, als wertvolle Rohstoffe wieder und wieder zu verwenden. Es wird sich durchsetzen, dass Menschen Kreislaufprodukte verlangen und auch bereit sind, dafür mehr zu zahlen, wie heute für Bio-Produkte“, sagt Patric Van der Haegen: Irgendwann könne das Sekundärmaterial sogar rar werden, wenn es alle wollen. „Ich weiß nicht, wann das der Fall sein wird, aber dieser Tag wird kommen.“ Nachhaltigkeit schickt sich an, zum entscheidenden Faktor für den Wert von Immobilien aufzusteigen, neben Fragen der Lage oder der weiteren Ausstattung.

Die Zukunft zielt also in Richtung Kreislaufwirtschaft und nachhaltiger Rohstoffbeschaffung vor Ort. Beim Einsatz von RC-Beton liegt die Schweiz vorne, weil sie systematisch die Voraussetzungen dafür geschaffen hat: dank einer hohen Baukultur und noch höherer Baudichte, einer Baugesetzgebung, die Recycling fördert, sowie dank der kontrollierten und zertifizierten Verwendung von Kreislaufprozessen im industriellen Maßstab und einer zunehmenden Nachfrage von Bauherren nach gesunden und ökologisch wertvollen Materialien, die keine lange Reise hinter sich haben, sondern im besten Fall aus der Nachbarschaft gewonnen werden können. Es ist dies eine sich selbst verstärkende Mischung, die sich wie eine Blaupause auch für andere Länder nutzen ließe.

Oliver Herwig







Wettbewerbe

Bereits seit 1974 zeichnet die deutsche Zement- und Betonindustrie herausragende Leistungen der Architektur und Ingenieurbaukunst, deren Qualität von den gestalterischen, konstruktiven, technologischen und nachhaltigen Möglichkeiten des Baustoffs geprägt ist, mit dem **Architekturpreis Beton** aus.

Jedem Entwurf für ein Gebäude liegt eine Idee zu Grunde. Die besten Ideen werden auch im Jahr 2023 bei der Vergabe des Architekturpreises Beton prämiert werden. Der Preis spiegelt das Baugeschehen in Deutschland wider, er inspiriert den Diskurs über gute Architektur und zeigt die Potenziale der Gestaltung und Nachhaltigkeit wie auch die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten des Baustoffs Beton auf.

Beton ist der Baustoff, der durch seine freie Formbarkeit, seine Multifunktionalität, seine hohe Lebensdauer und seine Beschaffenheit den gestalterischen Vorstellungen der Architektinnen und Architekten besonders nahekommt. Erst im Prozess der Verarbeitung erhält er Gestalt und verändert seinen Zustand in eine selbständige Form. Beton ist einer der vielfältigsten Baustoffe mit einem großen Potenzial für ein nachhaltiges Bauen, insbesondere hinsichtlich seiner natürlichen Bestandteile, seiner Langlebigkeit und der kurzen Wege bei der Herstellung und Verarbeitung.

2023 wird der Architekturpreis Beton zum 22. Mal vergeben werden. Auslober ist das InformationsZentrum Beton in Kooperation mit Partnern aus der Architektur und den Medien. Die Teilnahmebedingungen und -daten werden in Kürze unter www.architekturpreis-beton.de veröffentlicht. **Der Einsendeschluss ist im Frühjahr 2023.** Die Preisverleihung findet im Herbst 2023 statt.

Der **11. Concrete Design Competition – TRANSFORMATION** wird im Studienjahr 2022/2023 als nationaler Wettbewerb abgehalten. Auslober ist das InformationsZentrum Beton. Die Teilnahmebedingungen und -daten werden in Kürze unter www.concretedesigncompetition.de veröffentlicht. Der Einsendeschluss ist im Frühjahr 2023. Die Preisverleihung findet im Herbst 2023 statt.

www.architekturpreis-beton.de

www.concretedesigncompetition.de

Literatur

Beton wird oft als der „Baustoff des 20. Jahrhunderts“ bezeichnet. Dass er auch das Potenzial zum Baustoff des 21. Jahrhunderts hat, zeigen bereits heute betontechnologische Innovationen, der Einsatz CO₂-optimierter Zemente und Betone sowie innovative Betonbauweisen, die unseren Anforderungen an Klima- und Umweltschutz, Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft entsprechen – und die Architektinnen und Architekten immer wieder zur Schaffung innovativer Architekturen inspirieren.

Die neu erschienene Broschüre **„Beton in der Architektur – Zur Geschichte eines Baustoffs“** zeigt auf, welche Einflüsse die Entdeckung und Weiterentwicklung des Baustoffs Beton auf die Architektur nahm – von der Antike bis heute. Es war der französische Ingenieur und Konstrukteur von Bauwerken aus Stahl, Alexandre Gustave Eiffel, der mit dem Pariser Eiffelturm nicht nur das damals höchste Wahrzeichen der Welt schuf, sondern auch – seiner Zeit vorausschauend – dem neuzeitlichen Bauen mit Beton eine erste Anerkennung erwie: Eiffel ließ hier die Namen von 72 Wissenschaftlern und Ingenieuren eingravieren, die zwischen 1789 und 1889 in Frankreich lebten und arbeiteten – in Anerkennung ihrer Arbeiten und Entdeckungen. Unter ihnen findet sich auch – in 60 Zentimeter hohen versalen Lettern so groß geschrieben, dass es jeder vom Erdboden aus lesen kann – der Name Vicat. Der Ingenieur Louis-Joseph Vicat (1786–1861) gilt als einer der Initiatoren für das Bauen mit Beton in der Neuzeit.

Die Broschüre zeichnet im Sinne einer kurzen Architekturgeschichte die wichtigsten Epochen des Bauens mit Beton nach: von der Antike über den „béton pisé“ zur Erfindung des Stahlbetons; von Vicat und dem „System Hennebique“ zur Architektur Auguste Perretts; auf dem Weg zu den ersten großen Ideen und plastischen Formen – der Architektur des „béton brut“ und der Internationalen Bauausstellungen – bis hin zur heutigen Architektur, wie sie unter anderem mit Dämm-, Infralicht- und Carbonbeton realisiert wird. Das 32-seitige Broschüre „Beton in der Architektur – Zur Geschichte eines Baustoffs“ ist kostenfrei im Betonshop erhältlich.

www.betonshop.de



Architekturreisen

ReiseArchitektTour richtet sich an Architektinnen und Architekten in Deutschland, Österreich und der Schweiz. Die InformationsZentrum Beton GmbH führt auch 2022 Fachstudienreisen durch – Reisen, um zu anderen Blickwinkeln und neuen Erkenntnissen zu gelangen. Inhaltlich wie fachlich sind sie alle im Sinne der Fortbildung und beruflichen Weiterbildung organisiert.

Leipzig März 2023: Leipzig ist eine innovative Weiterentwicklung der Innenstadt und der Stadtteile gelungen: in einem Spannungsfeld zwischen Industriearchitektur und modernem Wohnungsbau. Die Highlights der Reise bilden neue in Beton realisierte Projekte, so die SAB Bank, der Genossenschaftsbau am Lindenauer Hafen (Büro Dix Tannhäuser), das zweiteilige Gebäudeensemble Hafen Eins (W&V Architekten) sowie eine Transformation von Industriearchitektur in nachhaltige Wohnkonzepte.

Kopenhagen und Bornholm Mai 2023: Bornholm ist ein Vorreiter in Sachen Grüne Energie und Nachhaltigkeit. Themen der Reise sind grüne Energien, grüne Mobilität und energieeffizientes Bauen, eine Auseinandersetzung mit der Frage, wie wir in Zukunft mit unserem Abfall leben, sowie eine dezentrale Stadtentwicklung – Land-Raum für Leben, Arbeiten und Wohnen. Die Reise nach Kopenhagen ist einzeln oder in Kombination buchbar.

Tel Aviv Mai und November 2023: In keiner Stadt der Welt stehen so viele Bauhaus-Bauten wie in Tel Aviv. Umbauten, Denkmalpflege und Stadtentwicklung sind hier die Schwerpunkte der Fachexkursion. Eine Weiterreise nach Haifa und Jerusalem schließt sich an.

Oslo und Landscape Norwegen Juni 2023: Moderne Stadtentwicklung, Wohnungsbau, die Umwandlung alter Industriegebiete und die Gestaltung öffentlicher Plätze, Kreislaufwirtschaft und neue Ideen mit Beton: Oslo steckt voller innovativer Ideen. Die Anschlussreise Landscape Norwegen ist einzeln oder in Kombination buchbar.



Beton web.akademie

Das InformationsZentrum Beton (IZB) bietet im Rahmen der Beton web.akademie praxisnahe Filme zu verschiedenen Themen rund um den Baustoff Beton an. Dabei reichen die Formate vom kurzen Erklärvideo bis zum Fachvortrag. Die erste Staffel „Frischbeton“ (mit dem inhaltlichen Schwerpunkt Betonprüfung) der neuen IZB-Filmreihe „Beton – Verstehen. Planen. Anwenden.“ wurde im letzten halben Jahr im IZB-YouTubeKanal (@betonfilme) veröffentlicht. Alle zwei Wochen erschien eine neue Folge. Insgesamt verbuchten die insgesamt neun Folgen (zzgl. eines Trailers) bereits über 25.000 Ansichten. Eine zweite Staffel ist für das Jahr 2023 in Vorbereitung. Die Dreharbeiten haben begonnen. Das Thema ist dann das nachhaltige Bauen mit Beton. Weitere Staffeln für die Folgejahre sind bereits in Planung.

Dem Thema „**Kreisläufe**“ widmet sich das Seminar „**Beton mit rezyklierten Gesteinskörnungen – R-Beton**“, das als 52-minütige Aufzeichnung unter aufzeichnungen.beton-webakademie.de/shop zum Preis von 39 € inkl. MwSt. allen Interessierten zur Verfügung steht. Behandelt werden die Themen Grundlagen und Motivation der Verwendung von R-Beton, Stand der Anwendung, Anwendungsbeispiele, Erfahrungen, Regelwerke, Planung, Bontechnik und Ausführung von R-Beton. Außerdem wird ein Ausblick auf künftige Entwicklungen gegeben. Referent ist Dr. Ing. Thomas Richter vom InformationsZentrum Beton.

Nachhaltiges Bauen stellt Ansprüche an die architektonische Qualität sowie die ökologische Bilanz und die ökonomische Wirtschaftlichkeit. Der Einsatz vorgefertigter Betonbauteile kann diesen Anforderungen allumfassend entsprechen: durch die integrale Planung von Anfang an, kurze Montagezeiten und kurze Transportwege. Das Web-Seminar „**Nachhaltigkeit mit Betonfertigteilen**“ vom 26.10.2022 wird in Kürze ebenfalls als Aufzeichnung zur Verfügung stehen. Das Seminar richtet sich an Fachleute aus den Bereichen Architektur, Ingenieurwesen, Bauabteilungen, Energieberatung und Bauunternehmen sowie an Investoren und öffentliche Bauherren.

PROJEKT- UND FOTONACHWEIS

Projektnachweis:

Titelfoto: Rathaus Korbach, ARGE agn Niederberghaus & Partner GmbH, Ibbenbüren und heimspiel architekten Matzken Kampherbeek PartGmbH, Münster (im Folgenden kurz ARGE agn / heimspiel architekten); Seite 2 [1] Selektiver Rückbau des Vorgängergebäudes Erweiterung Rathaus Korbach; 4 [1] Waldspirale Darmstadt, Friedensreich Hundertwasser / Springmann Architektur GmbH, Esslingen am Neckar; 4 [2] Square, HSG Learning Center, St. Gallen, Sou Fujimoto Architects, Paris; 4 [3] Neubau Umweltstation der Stadt Würzburg, Balda Architekten GmbH, Fürstenfeldbruck; 4/5 [4] + 8 [1] + 9 [2] Rathaus Korbach, ARGE agn / heimspiel architekten; 10 [1] Vorgängergebäude Erweiterung Rathaus Korbach; 10 [2] + 11 [3] Selektiver Rückbau des Vorgängergebäudes Erweiterung Rathaus Korbach; 12 [1+2] + 13 [3+4] + 14/15 [1] + 16 [1] + 17 [2] Rathaus Korbach, ARGE agn / heimspiel architekten; 19 [2] + 20 [1] + 21 [2] + 23 [1] Pavillon auf dem Areal Bayernkaserne, München, Architektur- und Bauingenieursstudierende der Hochschule München unter der Leitung von Prof. Dr. Andrea Kustermann, Prof. Thorsten Stengel und Prof. Christoph Dauberschmidt, Fakultät für Bauingenieurwesen, und Prof. Arthur Wolfrum, Fakultät für Architektur, Entwurf: Prof. Arthur Wolfrum, Fakultät für Architektur der Hochschule München; 24 [1] Neubau Umweltstation der Stadt Würzburg, Balda Architekten GmbH, Fürstenfeldbruck; 25 [2+3] Umweltbildungszentrum Mainz, Ries+Ries Architekten Ingenieure GmbH, Budenheim bei Mainz; 26 [1+2] Hauptgebäude Entsorgungsbetrieb der Stadt Mainz, Plum & Schlemmer Martin Plum & Otmar Schlemmer GbR, Mainz; 27 [3] Landratsamt Kehl, Vollack Gruppe GmbH & Co. KG, Karlsruhe; 29 [2] InnoLiving, Bernkastel-Kues, Innogration GmbH, Bernkastel-Kues; 30 [1] + 31 [2] The Cradle, Düsseldorf, HPP Architekten GmbH, Düsseldorf; 32/33 [1] EDGE Suedkreuz Berlin, Tchoban Voss Architekten GmbH, Hamburg; 34 [1] Betonreserve im Kulturzentrum – Zeitgemäße Umgestaltung eines Bestandsbaus zur kulturellen und sozialen Nachverdichtung, Chistine Feistl und Lisa Schmidt; 35 [2+3] Parkhaus am Rödingsmarkt 14, Hamburg, Peter Neve; 38 [1] + 40 [1+2] Upcycle Studios, Kopenhagen, Lendager Group, Kopenhagen; 43 [1] Kristian Augusts gate 13, Oslo, Mad arkitekter, Oslo; 44 [1] Siedlung Ernst-Thälmann-Park, Berlin; 47 [3] Studie über die Wiederverwertbarkeit von Betonbauteilen in der vorgefertigten Systembauweise, Julian Biermann; 52 [1] Waldspirale Darmstadt, Friedensreich Hundertwasser / Springmann Architektur GmbH, Esslingen am Neckar; 53 [2] Wohnbebauung an der Rheinallee, Ludwigshafen, Seepe und Hund freie Architekten BDA, Kaiserslautern; 53 [3] Rhoda-Erdmann-Haus / Forschungs- und Laborkomplex der Humboldt-Universität, Berlin, Bodamer Faber Architekten BDA, Berlin; 54 [1] Square, HSG Learning Center, St. Gallen, Sou Fujimoto Architects, Paris; 55 [2+3] Schulanlage Leutschenbach, Zürich, Christian Kerez AG, Architekt ETH/SIA, Zürich; 56/57 [1] Tanzhaus Zürich, Barozzi Veiga Architekten, Barcelona; 58 [1] Primarschule und Berufswahlschule Hardau, Zürich, EM2N Architekten ETH/SIA Mathias Müller, Daniel Niggli, Zürich; 59 [2] Erweiterung Kunsthaus Zürich, Zürich, Zugang zur Passage mit „Over & Above“ (2016) von Lawrence Weiner, David Chipperfield Architects Gesellschaft von Architekten mbH, Berlin; 61 [3] Niemeyer Sphere, Leipzig, Oscar Niemeyer; 63 [1] Tanzhaus Zürich, Barozzi Veiga Architekten, Barcelona.

Fotonachweis:

Titelfoto: Norbert Fiebig; Seite 2 [1] heimspiel architekten Matzken Kampherbeek PartGmbH, Münster; 4 [1] Norbert Nagel, Darmstadt / Wikimedia Creative Commons (CC BY-SA 3.0) / Ausschnitt; 4 [2] Iwan Baan / Sou Fujimoto Architects; 4 [3] Stefan Meyer/Balda Architekten GmbH; 4/5 [4] Caspar Sessler; 6 [1] + 7 [2] Norbert Fiebig; 8 [1] + 9 [2] Norbert Fiebig; 10 [1] Christian Thomann / ARGE agn Niederberghaus & Partner GmbH, Ibbenbüren und heimspiel architekten Matzken Kampherbeek PartGmbH, Münster; 10 [2] + 11 [3] + 12 [1+2] heimspiel architekten Matzken Kampherbeek PartGmbH, Münster; 13 [3+4] Norbert Fiebig; 14/15 [1] heimspiel architekten / Ali Moshiri; 16 [1] + 17 [2] Lutz Benseler; 18 [1] + 19 [2] Johanna Weber; 19 [3] Andrea Kustermann; 20 [1] + 21 [2] + 23 [1] Johanna Weber; 24 [1] Stefan Meyer/Balda Architekten GmbH; 25 [2] HeidelbergCement AG/Steffen Fuchs; 25 [3] Diethelm Bosold; 26 [1+2] HeidelbergCement AG/Steffen Fuchs; 27 [3] Vollack Gruppe GmbH & Co. KG, Karlsruhe; 28 [1] Simon Zosseder GmbH Fuhrunternehmen, Eiselfing; 29 [2] Innogration GmbH, Bernkastel-Kues; 30 [1] INTERBODEN Gruppe/HPP Architekten / Visualisierung: bloomimages; 31 [2] INTERBODEN Gruppe/HPP Architekten; 32/33 [1] Ilya Ivanov / Tchoban Voss Architekten GmbH; 34 [1] + 35 [2+3] Chistine Feistl und Lisa Schmidt; 38 [1] + 40 [1] Rasmus Hjortshøj / Lendager Group; 41 [2] Mikkel Strange / Lendager Group; 43 [1] Mad arkitekter / Kyrre Sundal; 44 [1] flickr.com/abbinder (CC BY 2.0); 45 [2] SK Ost, Angebotsprospekt, o. J., Gestaltungsvarianten Plattensortiment, Seiten aus: SK Ost, VEB Bau- und Montagekombinat Ost, Frankfurt / Oder, Forschungszentrum - Sektion Potsdam; 46 [1] SK Ost, Angebotsprospekt, 1972, Stahlbetonskelettbau Ost, Isometrische Darstellung Gebäudegeometrie, Seite aus: SK Ost, VEB Bau- und Montagekombinat Ost, Frankfurt / Oder, Forschungszentrum - Sektion Potsdam; 46 [2] SK Ost, Angebotsprospekt, 1972, Stahlbetonskelettbau Ost, Konstruktionsübersichten / Schnitt durch Innanlängsachse mit Detaildarstellungen, Seite aus: SK Ost, VEB Bau- und Montagekombinat Ost, Frankfurt / Oder, Forschungszentrum - Sektion Potsdam; 47 [3] Julian Biermann; 48/49 [1-3] ENERCON GmbH, Aurich; 50 [1] BTB/Mateusz Tondel; 52 [1] Norbert Nagel, Darmstadt / Wikimedia Creative Commons (CC BY-SA 3.0) / Ausschnitt; 53 [2] Seepe und Hund freie Architekten BDA, Kaiserslautern / Felix Krumbholz; 53 [3] Matthias Heyde; 54 [1] Iwan Baan / Sou Fujimoto Architects; 55 [2+3] Hannes Henz, Zürich / Stadt Zürich Amt für Hochbauten; 56/57 [1] Stadt Zürich Amt für Hochbauten / Foto: Simon Menges, Berlin; 58 [1] Hannes Henz, Zürich / Stadt Zürich Amt für Hochbauten; 59 [2] Juliet Haller, Amt für Städtebau, Zürich / © 2021, ProLitteris; 60 [1+2] InformationsZentrum Beton; 61 [3] Ulrich Nolting; 61 [3] InformationsZentrum Beton; 63 [1] Barozzi Veiga Architekten / Foto: Simon Menges, Berlin.

betonprisma

Beiträge zur Architektur
58. Jahrgang
Ausgabe 114/2022

Herausgeber
InformationsZentrum Beton GmbH
Toulouser Allee 71, 40476 Düsseldorf

Redaktionsleitung
Ulrich Nolting
InformationsZentrum Beton GmbH
Toulouser Allee 71, 40476 Düsseldorf
Telefon: 0211 28048-300
ulrich.nolting@beton.org

Redaktionsbeirat
Michael Buchmann, Sabine Schädle,
Dr. Simeon Stracke, Uwe Tesch

Fachliche Beratung
Dr. Thomas Richter

Idee und Konzeption
Baukultur + Kommunikation,
Düsseldorf / Berlin

Gestaltung
Heidrun Ohlenforst, Düsseldorf

Lektorat
Dr. Sigrid Hauser

Gesamtherstellung
Gotteswinter und FIBO Druck-
und Verlags GmbH, München
Klimaneutral gedruckt, 100 % Recyclingpapier.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte und
Fotos wird keine Haftung übernommen.

Dieses Werk und seine Beiträge sind
urheberrechtlich geschützt. Jede Wiedergabe,
auch auszugsweise, bedarf der Zustimmung
des Herausgebers. Die Beiträge in betonprisma
geben die Meinung der Autoren wieder.
Sie entsprechen nicht notwendigerweise
den Ansichten des Herausgebers.

ISSN-Nr. 0722-8643

betonprisma erscheint zweimal jährlich.
Alle künftigen Hefte können Sie unter
www.betonprisma.de/service abonnieren.

Alle bisherigen Ausgaben
finden Sie unter
www.betonprisma.de



NACHHALTIGE PLANUNG

Das nachhaltige Bauen verlangt eine nachhaltige Planung. Diese Selbstverständlichkeit ist aber im realen Planungsprozess durchaus und immer noch mit Herausforderungen verbunden. Planungsprozesse müssen neu gedacht werden, um Gebäude maximal nachhaltig entwickeln, realisieren, erhalten und zurückbauen zu können.

Die Schonung natürlicher Ressourcen, die Senkung der CO₂-Emissionen, die Steigerung der Energieeffizienz, die Wiederverwendbarkeit der eingesetzten Materialien sowie die größtmögliche Nutzungsflexibilität unter Berücksichtigung des gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes und nicht zuletzt die Partizipation der Nutzerinnen und Nutzer – all dies erfordert die Einbindung aller Fachdisziplinen.

Welche Möglichkeiten haben wir, um integral und nachhaltig planen und bauen zu können? Wie kann diese integrale und nachhaltige Planung in Zukunft weiter optimiert und mit unseren Ansprüchen an die Baukultur in Übereinstimmung gebracht werden? Und welchen Beitrag kann der Baustoff Beton dazu leisten?

betonprisma „Nachhaltige Planung“ erscheint **im Mai 2023**.

betonprisma erscheint zweimal jährlich. Alle künftigen Hefte können Sie unter www.betonprisma.de/service abonnieren.

Unsere Social-Media-Präsenzen finden sie unter www.beton.org/socialmedia.

