

Dirk E. Hebel

# Ungeheure Möglichkeiten

Die Stadt als Rohstofflager

Die Bundesrepublik Deutschland gilt als rohstoffarmes Land. Deutschland importiert jedes Jahr rund 642 Millionen Tonnen an Materialien. Die benötigte Rohstoffmenge hierfür ist jedoch wesentlich größer, weil wir auch Halbzeuge und weiterverarbeitete Produkte (Güter) importieren, die einen wesentlich höheren Rohstoffverbrauch in den Produktionsländern haben als das fertige Produkt vermuten lässt – und zwar um den Faktor 2,5. Die direkte Materialnutzung der deutschen Wirtschaft liegt daher bei einer Masse von 1,3 Milliarden Tonnen unter Abzug der Exporte.<sup>1</sup> So geht das Umweltbundesamt der Bundesrepublik Deutschland davon aus, dass diese Masse an direkter Materialnutzung jährlich einem Würfel aus Beton entspricht mit der Kantenlänge von 800 Metern. Dieses Bauwerk wäre mit Abstand das höchste Gebäude Deutschlands und verdrängte das bisherige – den Berliner Fernsehturm mit 368 Metern – chancenlos auf Platz zwei. Und zwar jedes Jahr aufs Neue.

Demgegenüber steht ein Berg von Abfall in Deutschland, der nicht minder imposant ist: Das Brutto-Abfallaufkommen entsprach im Jahr 2017 in Deutschland rund 412 Millionen Tonnen.<sup>2</sup> Dies ist gleichbedeutend mit der Tatsache, dass wir jährlich einen immensen physischen Zuwachs erleben und einen Materialstrom von 1,7 Milliarden Tonnen organisieren. Bau und Abbruchabfälle (einschließlich Straßenaufbruch) machten im gleichen Jahr mit 220,3 Millionen Tonnen 53,4 Prozent des Brutto-Abfallaufkommens aus, wobei der Bodenaushub als Löwenanteil mit 85 Prozent zu Buche schlägt.

Die Zahlen lassen vermuten, dass wir einerseits seit Jahrzehnten ein unfassbar großes anthropogenes Materiallager in Deutschland aufbauen und andererseits kein rohstoffarmes, sondern ein ideenarmes Land sind, wenn es darum geht, dieses gigantische Materiallager zu nutzen. Oder anders formuliert: Während unsere traditionellen Rohstoffquellen und Vorstellungen davon immer schneller zur Neige gehen, haben unsere Städte das Potential, sich zu neuartigen Minen der Zukunft zu entwickeln. Auf diese Weise werden sie gleichzeitig zu Verbrauchern und Lieferanten

von Ressourcen und benutzen sich selbst zur eigenen Reproduktion, oder wie Mitchell Joachim es ausdrückt: „Die Stadt der Zukunft unterscheidet nicht mehr zwischen Abfall und Rohstofflager“.<sup>3</sup>

Die Betrachtung dieses anthropogenen Rohstofflagers als vorübergehenden Zustand, abzielend auf einen endlosen Kreislauf von Ressourcen, stellt einen radikalen Paradigmenwechsel für den Bausektor dar. Das quantitative Potenzial der bereits bestehenden urbanen Mine als Materiallieferant ist enorm hoch. Die Herausforderung liegt allerdings darin, neue Konstruktionsmethoden und Technologien zu entwickeln, um diese Materialien in eine neue Generation qualitativ nachhaltiger, das heißt ökologisch nicht schädlicher, technisch sortenreiner und ökonomisch attraktiver – weil endlos recycelbarer – Baumaterialien zu überführen. Es geht um die Neubewertung etablierter und liebgewonnener Materialien und Konstruktionsprinzipien, die einer wirklichen und konsequenten Kreislaufwirtschaft gerecht werden. Grundvoraussetzungen hierzu sind die Sortenreinheit der eingesetzten Materialien und der Einsatz einfach wieder lösbarer Verbindungstechniken, um den Rückbau samt Wiederverwendung oder Wiederverwertung aller Materialien und Bauteile, ähnlich dem Aufbau, planen und organisieren zu können.

Sortenrein gelten hierbei Baumaterialien, die gleiche Werkstoffeigenschaften aufweisen im Gegensatz zu sogenannten Verbundwerkstoffen. Sortenreine Materialien sind nicht gemischt, legiert, beschichtet oder anderswertig mit einem weiteren Material unterschiedlicher Werkstoffeigenschaften verbunden. Ähnliches gilt für kreislaufgerechte Konstruktionsmethoden und Fügeverfahren. Viele Materialien, die eigentlich aufgrund ihrer Werkstoffeigenschaften als sortenrein gelten, können aufgrund von Verunreinigungen und Kreislauf-ungerechter Fügeverfahren nicht wiedergewonnen werden. Dies liegt größtenteils an der Art und Weise, wie diese Materialien und Produkte im Bauwesen miteinander gefügt werden. Verklebungen, Nassdichtungen, Vermörtelungen oder Verfugungen können solche Verunreinigungen der Materialien hervorrufen und dadurch einen sortenreinen Rückbau verhindern.

In dieser ersten Phase hin zu einer kreislaufbasierten Bauwirtschaft, dem *Urban Mining*, müssen wir allerdings heute noch Materialien ausschleusen, die diese beschriebenen Kriterien nicht erfüllen – in der Hoffnung, dieses bald nachholen zu können. Einhergehend gilt es, sogenannte Materialpässe zu erstellen und sie mit einem digitalen Katastersystem zu verbinden, damit zukünftige Generationen wissen, wo welche Materialien in welcher Menge und wann verfügbar sein werden. Auch dies ist in sich ein riesiges Forschungs- und Beschäftigungsfeld, da hier rechtliche Fragen und Gewährleistungen neu konzipiert und verankert werden müssen. Bereits heute entwickeln sich jedoch neue Geschäftsfelder, die die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft aus ökonomischen Gründen einführen. So gibt es Firmen, die ihre Produkte nicht mehr verkaufen, sondern nur noch deren Nutzen in Rechnung stellen, um nach Gebrauch das Material (welches sortengerecht eingebaut wurde) wieder in den Produktionsprozess zurückzuführen. Dabei entwickeln die Firmen neues Know-how und neue Technologien, um dies zu gewährleisten. In diesem Ansatz liegt eine enorme Chance, um letztendlich den Bausektor komplett neu zu denken und somit neue Geschäftsfelder zu entwickeln, die sich mit der Verwertung des riesigen Rohstofflagers Bundesrepublik Deutschland beschäftigen.

#### **Mehr.WERT.Pavillon**

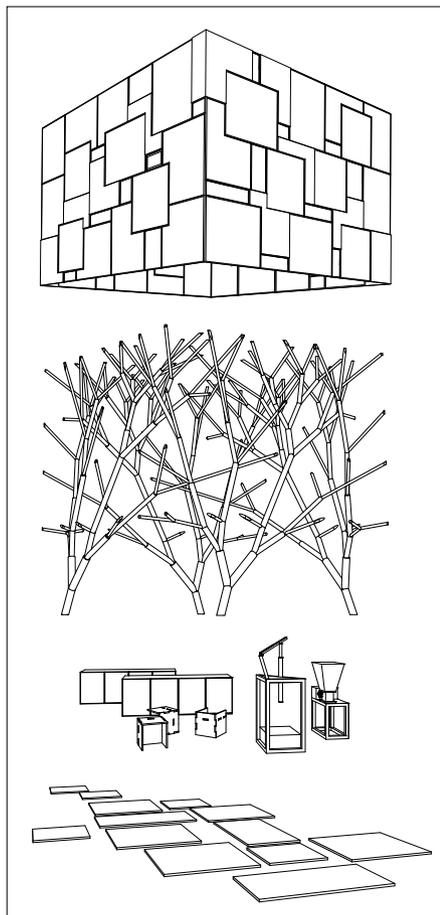
Das Projekt Mehr.WERT.Pavillon<sup>4</sup> demonstriert einen gestalterischen Einsatz des oben beschriebenen städtischen Rohstofflagers. Alle im Projekt eingesetzten Materialien haben bereits mindestens einen Lebenszyklus durchlaufen, entweder in gleichbleibender oder veränderter Gestalt. Ebenfalls sind alle Materialien sortenrein verbaut und nach dem Rückbau wiederum komplett trennbar. Es kommen keinerlei Kleber, Silikonfugen, Anstriche oder sonstigen Imprägnierungen zum Einsatz. Damit bedient sich das Projekt einerseits der bestehenden urbanen Mine, aber stellt gleichzeitig auch ein geplantes und entworfenen Materiallager in sich selbst dar.

Konzeptionell liegt dem Projekt eine stoffliche Schichtung zugrunde: Die tragende Struktur ist komplett aus Stahl gefertigt, der größtenteils aus einem zurückgebauten Kohlekraftwerk in Nordrhein-Westfalen stammt. Das Recycling von Stahlschrott hat sich aufgrund wirtschaftlicher Anreize seit langem etabliert. Die Recyclingquote liegt nahe 90 Prozent. Die direkte Wiederverwendung von Baustahl hingegen wird derzeit nur in geringem Umfang praktiziert. Neben einer sorgfältigen Demontage aus dem Gebäudebestand

Pavillons. Darüber hinaus stellte der Hersteller MAGNA Glaskeramik eine Konformitätserklärung für die Qualitätskontrolle der Produktion durch standardisierte mechanische Prüfungen zur Verfügung. Wiederum wären Materialpässe sehr hilfreich gewesen.<sup>5</sup>

Die Bodenflächen im Garten und unter dem Pavillon sind mit mineralischen Bauabbruchstoffen belegt, die direkt oder in weiterverarbeiteter Form von Recyclinghöfen stammen. Beispiele sind Klinker- und Porzellanbruch, aber auch Steine, die von dem

Der Mehr.WERT.Pavillon beweist insgesamt die Anwendbarkeit des Rohstofflagers auch in strukturellen Anwendungen und zeigt die Schönheit, die den jeweiligen Materialien innewohnt. Seien es die angeschmolzenen Glasscherben der Fassade in ihrer eigenen Farbigkeit, die gebrauchten und mit Spuren versehenen Stahlelemente der Tragstruktur, oder der strahlend weiße Boden aus Keramikbruch. Allerdings weist der Prozess des Planens und Bauens in der Kreislaufwirtschaft derzeit noch viele administrative,



ist hier die Kenntnis der Materialqualität und der bisherigen Nutzung erforderlich, was im vorliegenden Fall leider nicht nachvollziehbar war. Bei einer behördlich angeordneten Untersuchung erwies sich die Stahlqualität als gleichwertig mit der von Standardbaustahl (S235JR oder S235J2), was die direkte Wiederverwendung der Elemente in der neuen Konstruktion ermöglichte. Es zeigt jedoch die Wichtigkeit der Einführung von Materialpässen auf, um diesen Zusatzaufwand, der heute der ökonomischen und zeitlichen Sinnhaftigkeit des Wiederverwendens im Wege steht, zu vermeiden.

Die Fassade zeigt wiederverwertete Glasmaterialien aus dem Glascontainer, wie Glaskeramik oder Schaumglas. Auch der Einsatz von Glas im konstruktiven Bereich ist in Deutschland durch nationale Normen geregelt. Die durch standardisierte Prüfungen unabhängiger, akkreditierter Prüflaboratorien ermittelten Werte lieferten die Basisdaten für die Bemessungsspannungen und die Erstellung eines Standsicherheitsnachweises des

jungen Start-Up StoneCycling in den Niederlanden direkt aus Bauschutt hergestellt werden. Die Möbel und Einbauten sind aus wiederverwerteten Kunststoffmaterialien hergestellt. Hier finden sich 3D gedruckte Stühle aus Haus-Kunststoffabfällen oder eine Arbeitsplatte aus ehemaligen Kunststoff-Schraubverschlüssen.

finanzielle, rechtliche und physiologische Hürden auf, die schnell abgebaut werden müssen, um einen Paradigmenwechsel zu ermöglichen. Häufige Hindernisse für die Wiederverwendung und -verwertung sind das mangelnde Vertrauen in die Qualität von recycelten Materialien, fehlende Unterlagen über Materialzusammensetzung und -historie, ein Missverhältnis zwischen Angebot und Nachfrage (sowohl qualitativ als auch quantitativ), eine unzureichende Zeitplanung für Rückbauarbeiten, ein Mangel an Einrichtungen und Fachwissen und die oft geringe Wertschätzung gegenüber wiederverwendeten Produkten. Architekten und Architektinnen kommt hierbei eine sehr wichtige Rolle zu. Sie sind es, die ein neues Verständnis des kreislaufbasierten Rohstofflagers umsetzen und gestalten können und uns die ungeheuren Möglichkeiten, die das Lager bietet, vor Augen führen. Sie können eine neue Sehnsucht erzeugen nach dem bereits Vorhandenen und somit ökologisch, ökonomisch und gesellschaftlich Wertvolleren.



Prof. Dirk E. Hebel ist Professor für Nachhaltiges Bauen und Dekan an der Fakultät Architektur am Karlsruher Institut für Technologie. Er erforscht alternative Baumaterialien und Konstruktionsmethoden einer kreislaufbasierten Bauwirtschaft. Seine Forschungen und Lehrensätze sind unter anderem in den Publikationen „Building from Waste – Recovered Materials in Architecture and Construction“ (Birkhäuser 2014 mit Marta H. Wisniewska und Felix Heisel) und in „Cultivated Building Materials“ (Birkhäuser 2017 mit Felix Heisel) wiederzufinden.

#### Anmerkungen

1 Vgl. Umweltbundesamt: Inländische Entnahme von Rohstoffen und Materialimporte, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/rohstoffe-als-ressource/inlaendische-entnahme-von-rohstoffen>, Seitenaufruf: 28.06.2020.

2 Vgl. Umweltbundesamt: Abfallaufkommen, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/abfallaufkommen#deutschlands-abfall>, Aufruf: 28.06.2020.

3 Joachim, Mitchell: Turning waste into building blocks of the future city, BBC Online News 2013, <http://www.bbc.com/future/story/20130524-creating-our-cities-from-waste>, Seitenaufruf: 28.06.2020.

4 Konzept und Entwurf: Lisa Krämer, Simon Sommer, Philipp Staab, Sophie Welter, Katna Wiese, Professur Nachhaltiges Bauen, KIT Karlsruhe, Ausführungsplanung und Standsicherheit: 2hs Architekten und Ingenieur PartGmbH Hebel Heisel Schlesier mit Lisa Krämer und Simon Sommer, Strukturelle Formfindung: Prof. Rosemarie Wagner, Professur Bautechnologie, KIT Karlsruhe, Prüfenieur: Prof. Matthias Pfeifer, Karlsruhe, Germany, Ausführende Firmen Pavillon: AMF Theaterbauten GmbH, Udo Rehm/FC-Planung GmbH, Gebr. A. & F. Hinderthür GmbH, Kaufmann Zimmerei und Tischlerei GmbH,

GrünRaum GmbH, Projekt- und Veranstaltungsträger: Entsorgungsbetriebe der Stadt Heilbronn, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg und Bundesgartenschau Heilbronn 2019 GmbH, Projektfinanzierung: GreenCycle GmbH, Der Grüne Punkt – Duales System Deutschland GmbH und SER GmbH, Projektpartner Pavillon: AMF Theaterbauten GmbH, Deutsche Foamglas GmbH, Glas Trösch GmbH, Hagedorn GmbH, Heinrich Feeß GmbH & Co. KG, Magna Naturstein GmbH, Schröder Bauzentrum GmbH, DeFries, Smile Plastics, Spitzer-Rohstoffhandels GmbH, StoneCycling, Studio Dirk van der Kooij.

5 Vgl. Heisel, Felix/Schlesier, Karsten/Hebel, Dirk E: Prototypology for a Circular Building Industry. The Potential of Re-Used and Recycled Building Materials, in: IOP Conference Series, Heft 323/2019.