



Annette Hillebrandt

# Urban Mining Design

Circularity Building Programme

Recyclinglastafeln:  
David Chipperfield  
Architects, Erweiterung  
Museum Folkwang,  
Essen 2007–2010,  
Foto: TEAMhillebrandt

Viele unserer Rohstoffe sind nicht mehr am Ort ihrer natürlichen Entstehung vorhanden, sondern gebunden in unseren neuen anthropogenen Lagerstätten – unserem Gebäudebestand. Der Paradigmenwechsel für ein Bauen im Anthropozän baut auf die Wiedergewinnung von Baumaterialien. Er ist angewiesen auf die Trennbarkeit von Konstruktionen und Baustoffen, um Recycling mit Qualität umzusetzen. Er fußt auf zirkulärer Planung und zirkulärer Kostenbetrachtung über den gesamten Lebensweg der Immobilie hinweg und einschließlich ihrer Umweltwirkungen. *Urban Mining Design* bedeutet einen Ausstieg aus der Linearwirtschaft, dem einseitigen Blick auf die Investitionskosten und dem etablierten *End of Life*-Szenario: der Deponie.

Die zukünftigen Gebäude müssen als Rohstoffzwischenlager geplant werden, um der Ressourcenverschwendung und den immensen, seit Jahrzehnten unverändert großen Abfallmengen aus dem Bauwesen entgegenzutreten. Das Verursacher-Prinzip muss konsequente Umsetzung im Bauwesen finden: in Produktion, Nutzung und *End of Life* sowohl von Baustoffen als auch Gebäuden, um zukünftige Generationen vor Umweltlasten und unwiederbringlichen Verbräuchen zu schützen.

Dies gelingt mit einer konsequenten Produktverantwortung: Der Bauherr bürgt für seine Immobilie, die Hersteller für die darin gebundenen Baustoffe und Bauprodukte und die Planer und Konstrukteure für Errichtung und Rückbau. Ein *Circularity Building Programme* könnte hierbei den dringend erforderlichen Umschwung in Übereinstimmung mit den Zielen zur Ressourcenschonung der EU und den internationalen Klimazielen einleiten, indem es mit Förderungen und Zuwendungen Reformen und Innovationen in der Bauwirtschaft entwickelt.

### Erhalten

Um die natürlichen Rohstoffe zu schützen, gilt es zuerst, das bestehende anthropogene Lager unserer Gebäude zu erhalten und

dieses in einem zweiten Schritt zu erschließen und Rohstoffe zurückzugewinnen. Es wäre daher im Zuge eines *Circularity Building Programme* sinnvoll, in Städten und Gemeinden keine neuen Flächen mehr zur Verfügung zu stellen, sofern noch ungenutzte Brachen vorhanden sind. Um bei der Nachnutzung von großen Brachen Mobilitätsemissionen zu vermeiden und alle Material-Nachnutzungspotenziale auszuschöpfen, sollte eine *on-site*-Weiterverwendung oder ein *on-site*-Recycling zur Voraussetzung erhoben werden. Erst wenn die vor Ort verbauten Materialien nachweisbar nicht mehr für den geplanten Neubau einsetzbar sind, ob als *Reuse* (Wiederverwendung auf gleicher Qualitätsebene unter Erhalt der Produktgestalt) von Bauteilen oder Recycling (Wiederverwertung von Baustoffen auf gleicher Qualitätsebene unter Auflösung der Produktgestalt) von Abbruchmaterial, sollte der Abtransport erlaubt sein.

Alle vorhandenen Flächen für Ernährung, Erholung, Biodiversität, Boden- und Gewässerschonung, Mobilität und Bauwesen (inklusive Materialbeschaffung) stehen in Konkurrenz zueinander. Dem Flächenfraß von Mobilität und Bauwesen muss Einhalt geboten werden zugunsten anderer Nutzungen – im Sinne einer nachhaltigen Weltnutzung. Innerhalb eines *Circularity Building Programme* wäre ein Abriss von Bestandsgebäuden zugunsten eines Neubaus nur zulässig, wenn der Bestand bewiesenermaßen nicht weitergenutzt werden kann. Was in vergangenen Jahrhunderten aufgrund von Mangel normal war – Bestand und Ressourcen zu erhalten –, müsste heute nach Jahrzehnten massiver Verschwendung eine Regelung erfahren, unterstützt durch eine neue Wettbewerbskultur des Erhaltens.

### Verzichten

Im Jahr 1970 betrug die durchschnittliche Wohnfläche pro Einwohner in Westdeutschland 25 Quadratmeter, im Jahr 2000 waren es in Gesamtdeutschland schon fast 40 Quadratmeter<sup>1</sup> und in 2015 über 46 Quadratmeter<sup>2</sup>. Das bedeutet beinahe eine Verdopplung in 45 Jahren. Die Prognose für

2050 liegt bei 51 Quadratmetern.<sup>3</sup> Die effizienteste Bauweise ist wirkungslos, wenn die Tendenz zu erhöhtem Flächenverbrauch für die Einzelperson anhält. Der Rebound-Effekt vernichtet jeden Effizienz-Erfolg. Es gilt jetzt auf der politischen Ebene Weichen zu stellen gegen Leerstand, gegen nicht vorhandene Nachfrage (in strukturschwachen Gebieten) oder ungenutzte Luxusflächen-Besetzungen (in den Metropolen).

Warum diskutieren und fördern wir günstigen Neubau-Wohnraum in den Speckgürteln der Städte, wenn gleichzeitig in ihren Kernen Spekulationsobjekte leer stehen oder Wohnraum für Touristen fehlgenutzt wird? Jede Genehmigung von Wohnbauvorhaben könnte an das Minimieren von Flächen für die Einzelperson und das Teilen von Flächen für die Gemeinschaft gekoppelt sein. Auch die Festschreibung eines Mindestmaßes an Nutzern pro Quadratmeter Grundstück könnte als neues Planungsinstrument der erforderlichen städtischen Verdichtung dienen.

### Urban Mining Design der Struktur

Im Sinne zukünftiger Umnutzungsfähigkeit ist von vornherein auf eine große Nutzungsflexibilität Wert zu legen. Der Skelettbau, frei von tragenden Wänden, ermöglicht ohne großen Aufwand neue Raumaufteilungen. Kleinzelliger Massivbau sollte baurechtlich nur noch erlaubt werden, wenn ein Skelettbau nachweislich das Planungsziel nicht erreichen kann. Voraussetzung zur Genehmigung zukünftiger Neubauplanungen sollten Rohbau-Raumhöhen sein, die für verschiedene Nutzungsarten tauglich sind, um die Umnutzung eines Wohnungsbaus zum Gewerbebau zu ermöglichen. Vertikale Schachtführungen – ausreichend dimensioniert für technische Nachrüstungen – und Vertikalerschließungen sind „möglichkeiterweiternd“ zu positionieren, sodass verschiedene Raumkonfigurationen umgesetzt werden können.

Schon Le Corbusier forderte die freie Fassade und heute ist ihre Flexibilität entscheidend, um ein Gebäude umzuwandeln:

Sortenrein: msah  
architektur (Martin  
Schneider/Annette  
Hillebrandt), Firmensitz  
„Metallwerkstück“,  
Bad Laasphe 2010,

Fotos: Christian Richters  
(links, rechts), Cornelis  
Gollhardt (Mitte)

*Closed Loop*-Material  
Lehm: Peter Sassen-  
roth/Rudolf Reiter-  
mann mit Martin  
Rauch, Kapelle der  
Versöhnung, Berlin  
1996–2000, Foto:  
TEAMhillebrandt

Fassaden von Gewerbe- oder Büroflächen benötigen andere Elemente als eine Wohnnutzung. Auch sind die Ansprüche an die thermische Hülle in den letzten Jahrzehnten stark gestiegen und werden dies auch weiter tun. Ihre evolutionäre Entwicklung ist auf Demontierbarkeit und Austauschfreundlichkeit angewiesen, die bereits zum Baugesuch nachzuweisen sein sollten. Die längerfristige Nutzung von Gebäuden muss grundsätzlich gefördert werden und neben der Nutzungsflexibilität tragen Revisionierbarkeit von

Gemäß eines *Circularity Building Programme* sollten verklebte Systeme (wie Wärmedämmverbundsysteme) und Kompositbaustoffe nur noch in den Handel gelangen dürfen, wenn die Hersteller die Produktverantwortung für den gesamten Lebensweg ihrer Produkte übernommen haben. Das heißt, dass die Hersteller ihre Produkte entweder nur vermieten oder nach Kauf und Gebrauch kostenfrei demontieren und zurücknehmen. Ein erster und sofort umsetzbarer Schritt ist hier die politische

die nur ein Downcycling (Weiterverwertung von Baustoffen unter Qualitätsverlust, Auflösung der Produktgestalt) erfahren können, also nur noch anteilig in ein Neuprodukt der ursprünglichen Leistungsfähigkeit eingehen können. Die Notwendigkeit eines Paradigmenwechsels zu den echten *Closed Loop*-Recyclingmaterialien zeigt sich beispielsweise darin, dass für den Innenausbau von Büro- und Gewerbenutzungen mittlerweile gerade einmal eine Nutzungsdauer von zehn Jahren angenommen wird.<sup>6</sup>



Leitungsführungen (beispielsweise Verlegung in Schränken) und Reparaturfreundlichkeit von Bauteilen zur gewünschten Resilienz bei.

### **Urban Mining Design der Konstruktion**

Neubauten sollten in Zukunft als Rohstoff-Zwischenlager rückbau- und recyclingfähig geplant sein. Es gilt, durch Kreislaufführung von (Sekundär-)Rohstoffen die ökonomische Wertschöpfung vom Primärressourcenverbrauch zu entkoppeln. Alle Konstruktionen müssen lösbar miteinander verbunden sein, schnell und wirtschaftlich zu demontieren. Verbindungsarten wie Klemmen, Einhängen oder loses Auflegen müssen den Vorzug bekommen vor dem allorts verbreiteten Kleben. Die sortenreine Rückgewinnung ist der Schlüssel zu einem wirtschaftlichen Recycling.

Umsetzung der im Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) formulierten Forderung nach Herstellerrücknahme und Pfandsystemen.<sup>4</sup> Alternativ sollten verklebte Systeme nur noch zu verwenden sein, wenn ihre Komponenten nachgewiesenermaßen den gleichen *End of Life*-Weg nehmen. Denn derzeit ist es kaum möglich, Gemische verschiedener Stoffgruppen zu separieren, um sie für ein Recycling zu nutzen.

Bei der Materialwahl müssen *Closed Loop*-Materialien den Vorrang bekommen.<sup>5</sup> Das bedeutet, dass ein Material ohne Qualitätsverlust zum selben Produkt recycelt werden kann, ganz im Gegensatz zu Materialien,

*Closed Loop*-Materialien aus der biotischen Stoffgruppe sind beispielsweise Hölzer, die als nachhaltig kultiviert zertifiziert ausgewiesen sind. Denn dann ist gesichert, dass die Ressource erhalten bleibt. Ein *Circularity Building Programme* unterbindet also die Nutzung nicht nachhaltig kultivierter Hölzer und fördert generell die Verwendung nachwachsender Rohstoffe durch Unterstützung der Herstellerbetriebe.

Aus den Stoffgruppen, die im technischen Kreislauf verwertet werden, haben die Metalle meistens einen annähernd geschlossenen Kreislauf des Recyclings aufzuweisen. Obwohl auch hier Regelungsbedarf besteht, um die Legierungen nach ihren Qualitäten separiert zu sammeln und damit einem schleichenden Downcycling-Prozess Einhalt zu gebieten.





In der fossilen Stoffgruppe (erdölbasierte Kunststoffe) ist ein Downcycling aufgrund des schnellen Performanceverlustes durch Umwelteinwirkungen unvermeidbar. Hier muss das Nachhaltigkeitsziel lauten, diese langfristig so weit wie möglich zu substituieren, auch aufgrund gesundheitsbedenklicher Inhalte.

In der mineralischen Stoffgruppe ist die Bandbreite sehr groß, sie reicht von 100-prozentig recyclingfähig (Gips, Kalk, ungebrannter Lehm und Ton, sofern demotierbar) bis zu nur unter hohem Qualitätsverlust downcyclingfähig

(Naturstein, gebrannter Ton, Fliesen). Hier ist ohne Qualitätsverlust nur die Wiederverwendung (*Reuse*) eine Option.

Folgerichtig dürften nicht recyclingfähige *Open Loop*-Baustoffe und Bauteile in einem *Circularity Building Programme* nur noch verwendet werden, wenn ihre Eignung zum *Reuse* durch demontagefreundliche Konstruktionsweise und große Formate nachgewiesen wäre. Dies sollte zum Bauantrag durch den Planer nachgewiesen werden müssen. Gleichzeitig liegt in der Wiederverwendung ganzer Bauteile (alter Ziegelsteine, Fenster oder Holzdielenböden) ein hohes Potenzial zur Ressourcenschonung und Abfallvermeidung. Der bislang stark begrenzte Marktanteil könnte durch ein „Förderprogramm *Reuse*“ deutlich erhöht werden. Dieses müsste einen

Ausgleich schaffen für die Mehraufwände, die durch *Reuse* entstehen: Die Umkehrung des Planungs- und Beschaffungsprozesses bedingt den Einkauf der Bauteile durch die Bauherren zu einem frühen Zeitpunkt (um Planungssicherheit zu haben) und die Architekten stehen vor erhöhtem Gestaltungs- und Prüfungsaufwand. Zusätzlich entstehen Kosten für das Testen der Material- und Bauteilqualität sowie der Schadstofffreiheit. Auch könnte im Zuge eines *Circularity Building Programme* jeder Bauherr in gewissem Maße zur Verwendung von Altbauteilen und Baustoffen verpflichtet werden, allerdings

Recycling von Kunststoffteppichen und Aluminium-Rahmenprofilen, Fotos: Fa. Desso (links), TEAMhillebrandt (rechts)

Alpenländisches Vertrauen in naturbelassene Holzfenster: Gion Antoni Caminada, Stiva da Morts, Vrin, Schweiz 1996, Foto: TEAMhillebrandt

nur bei gleichzeitiger Entlastung hinsichtlich der Einhaltung von Brand-, Schall- und Wärmeschutzanforderungen.

Im Sinne eines *Circularity Building Programme* bekämen neue Baustoffe nur eine Zulassung, wenn sie schadstofffrei sind – als Grundvoraussetzung für ein hochwertiges Recycling. Bislang werden die Kosten für die Entsorgung schadstoffhaltiger Baustoffe leider nicht dem verursachenden Hersteller angelastet. Neuprodukte bekämen nur eine Zulassung mit Sekundärrohstoffanteil, es

Menge, Qualität und zeitliche Verfügbarkeit regional verfügbarer Recyclingmaterialien kalkulierbar machen.

### Gesamtheitliche Kostenbetrachtungen

Ein *Circularity Building Programme* könnte so weit reichen, Baugenehmigungen für Neubauten nur gegen die Hinterlegung einer Rückbau- und Entsorgungsgarantie zu erteilen. Dazu müssten vom Investor nicht nur die reinen Herstellungskosten zu Beginn betrachtet werden, sondern auch alle

in Deutschland ist begrenzt und das Deponieren von Abfall soll weiter deutlich eingeschränkt werden.<sup>9</sup> Biotische *Closed Loop*-Materialien werden am *End of Life* in der Kompostierung keine großen Kosten verursachen und metallische Materialien oder hochwertige *Reuse*-Bauteile werden im Wert steigen und nach Rückbau Erlöse einbringen.

Mittlerweile ist es möglich, die Zirkularität von Baukonstruktionen quantitativ zu messen: Für die *Pre-Use*-Phase des Bauwerks unter Berücksichtigung des *Materialrecycling*-



sei denn, der Hersteller könnte nachweisen, dass Schadstoffe in seinem Produkt unvermeidbar sind und der Zusatz von Altmaterial ausgeschlossen ist. Außerdem bedarf es einer Verpflichtung zur Kaskadennutzung im Bauwesen, beispielsweise für Holz- oder Glasbaustoffe, um das Downcycling so effizient wie möglich zu gestalten.

Das Umweltbundesamt fordert die Bewertung der „ökologischen Leistung“ eines Gebäudes über den gesamten Lebenszyklus hinweg durch einen „elektronischen Materialpass“<sup>7</sup>. Zur Kartierung aller im Gebäude verbauten Materialien – in ihrer genauen Menge und ihrer exakten Zusammensetzung – kann in Zukunft das Building Information Modeling (BIM) beitragen und damit

Instandsetzungskosten über den gesamten Lebenszyklus hinweg (anzunehmen mit 50 Jahren) und das *End of Life* der Immobilie. Experimentelle Kostengegenüberstellungen haben gezeigt, dass *Urban Mining Design*-Konstruktionen in der Herstellung bis zu 15 Prozent teurer sind als Standard-Konstruktionen. Preist man jedoch 50 Jahre Instandhaltung und *End of Life*-Szenario mit ein, kehrt sich die Rechnung um – durch schnelleren Austauschbedarf, Rückbau und Entsorgung von billigen Materialien in verklebten Konstruktionen. So ist die *Urban Mining Design*-Immobilie 15 bis 40 Prozent günstiger, je nachdem welche Verkaufserlöse sie durch eingebaute Wertstoffe erzielt.<sup>8</sup>

Die Zukunft ist absehbar: Die Entsorgungskosten nicht verwertbarer Stoffe werden ungewohnt ansteigen. Der Deponieraum

*Contents* (Anteil an Sekundärrohstoffen im Produkt) und für die *Post-Use*-Phase am *End of Life* der Konstruktion des Bauwerks unter Berücksichtigung von Rückbauaufwand, ökonomisch begründeter Rückbauwahrscheinlichkeit, Entsorgungskosten und des Materialrecyclingpotenzials (maximal möglicher Anteil an Sekundärrohstoffen im Produkt bei kreislaufoptimierter Herstellung).<sup>10</sup>

Im Sinne eines *Circularity Building Programme* bekämen Planungen nur eine Baugenehmigung, wenn eine Sicherheit oder Kautation in Höhe der prognostizierten *End of Life*-Kosten hinterlegt wäre und der Verursacher so die Verantwortung für die Zirkularität der Immobilie über den gesamten Lebenszyklus hinweg übernehme.





*Prof. Dipl.-Ing. Annette Hillebrandt hat nach Professuren in Kaiserslautern und Münster seit 2013 die Professur für Baukonstruktion, Entwurf und Materialkunde an der Universität Wuppertal inne. Sie forscht zu Kreislaufpotenzialen im Hochbau und ist Hauptautorin des Atlas Recycling (Edition DETAIL, 2018). Annette Hillebrandt ist seit 1994 selbstständig tätige Architektin in Köln, unter anderem in msah architektur. Neben Mitgliedschaften in verschiedenen gestaltungssichernden Gremien ist sie als Preisrichterin in Architekturwettbewerben tätig. Ehrenamtlich engagiert sie sich als Gründungsmitglied der re!source Stiftung, dem Verein Urban Mining sowie in der DGNB.*

#### **Anmerkungen**

1 Vgl. Leibniz-Institut für Sozialwissenschaften e.V., <https://www.gesis.org>, Seitenaufruf: 12.06.2020.

2 Vgl. Statistisches Bundesamt, <https://www.destatis.de>, Seitenaufruf: 10.06.2020.

3 Vgl. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Hrsg.): Materialströme im Hochbau. Potenziale für eine Kreislaufwirtschaft [Zukunft Bauen. Forschung für die Praxis, Bd. 6], Bonn 2017.

4 Vgl. Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) §25 (1)1,2.

5 Vgl. Hillebrandt, Annette/Seggewies, Johanna-Katharina: Recyclingpotenziale von Baustoffen, in: Dieselben/Riegler-Floors, Petra/Rosen, Anja: Atlas Recycling. Gebäude als Materialressource, München 2018.

6 Vgl. Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (Hrsg.): DGBN-System. Version 2017.

7 Umweltbundesamt (Hrsg.): Urban Mining. Ressourcenschonung im Anthropozän, Dessau-Roßlau 2017.

8 Vgl. Hillebrandt, Annette/Riegler-Floors, Petra: Kostenvergleich konventioneller und recyclinggerechter Konstruktionen, in: Hillebrandt u.a. (wie Anm. 5).

9 Vgl. SPD-Gruppe im Europäischen Parlament e.V. (Hrsg.): Recycling muss zum Standard werden, 2018, <https://www.spd-europa.de/nachrichten/recycling-muss-zum-standard-werden>, Seitenaufruf: 16.09.2019.

10 Vgl. Rosen, Anja: Urban Mining Index, Promotion, Bergische Universität Wuppertal, Lehrstuhl Baukonstruktion, Entwurf, Material, Prof. Annette Hillebrandt, 2020.