

DESIGN FOR DISASSEMBLY

RATIO N°1



Für den erfolgreichen und vielfältigen Wiedereinsatz der Bauteile eines Gebäudes nach dessen Rückbau sind die Komponenten zerlegbar und formneutral zu gestalten.

Text | Martin Ebert

Jede Sekunde wird in der Schweiz allein durch Abriss von Bauten mehr als 500 Kilogramm Bauabfall erzeugt. Interessant ist dabei der hohe Anteil jüngerer Bauten. Der Grund für den Abriss liegt meist nicht in der Materialermüdung, sondern häufig in Veränderungen des Immobilienmarkts oder in neuen Nutzungsanforderungen.

Die hohe Abrissquote wirft berechtigte Fragen nach der Reduktion der Emissionen beim Bauen und nach einer Verlängerung der Nutzungsdauer von Gebäuden auf. Entsprechend stehen diese Aspekte heute im Zentrum der Nachhaltigkeitsdebatte. Allerdings wird Bauen immer mit Emissionen verbunden sein – und über die tatsächliche Nutzungsdauer entscheiden in der Regel nicht jene Architektinnen und Ingenieure, die ursprünglich am Bau beteiligt waren.

Gebäude könnten jedoch von Anfang an so konzipiert werden, dass sich Bauteile und Materialien nach einem Rückbau ohne Abfall und mit geringem Energieeinsatz erneut zusammenfügen lassen. Auf diese Weise könnten einmal eingesetzte Energie, verursachte Emissionen und verbaute Materialien langfristig nutzbar bleiben, Abfälle reduziert und Ressourcen geschont werden.

Ein Ausgangspunkt für eine entsprechende Studie wäre die Analyse bestehender Bauten, die bereits nach diesem Prinzip entworfen, errichtet, rückgebaut und wiederaufgebaut wurden. Da es bislang jedoch nur wenige solche Beispiele gibt und Rückbauerfahrungen noch fehlen, ist es zunächst sinnvoll, von Vorbildern und Ansätzen ausserhalb der Architektur sowie aus anderen Kulturen und Industrien zu lernen: um daraus eine Strategie für Formen des Design for Disassembly zu entwickeln.

Herausforderungen

Die konventionelle Bauwirtschaft berücksichtigt den Rückbau aktuell nicht. Es geht vornehmlich um das effiziente Errichten eines Gebäudes (Design for Assembly).

Bauen im Verbund

Einer der wichtigsten technischen Gründe für einen Mangel an aktuell rückbaubaren Gebäuden ist die Dominanz des Massivbaus als ein Bauen im konstruktiven Verbund. Stahl-

betonstrukturen sind durch die Bewehrung als kontinuierliche Tragsysteme konzipiert, bei denen Decken und Wände als Elemente so miteinander verbunden werden, dass sie nur schwer trennbar sind. Oft lassen sich beim Rückbau lediglich die Materialien zurückgewinnen – und selbst das meist nur im Sinn einer Kaskadennutzung. Mauersteine sind mit stark haftendem Zementmörtel verbunden, sodass sie nur mit grossem Aufwand getrennt werden können. Selbst elementierte Systeme wie Hohlkörperdecken oder Betonfertigteile werden häufig vergossen, wodurch Scheiben- und Verbundwirkungen entstehen, die eine spätere Trennung und Wiederverwendung erheblich erschweren. Ähnlich problematisch sind konventionell verklebte Dämm- und Putzsysteme: Sie lassen sich kaum sortenrein trennen und können deshalb nach dem Rückbau nicht in den Bauprozess zurückgeführt werden, sondern landen meist auf Deponien.

Fehlendes Know-how

Weitere Gründe für die bislang seltene Anwendung von Design for Disassembly im heutigen Bauen sind gesetzliche Hürden – insbesondere beim Einsatz von Altholz –, fehlende Logistik für Rückbau und Lagerung grösserer und schwererer Bauteile, die hohen Kosten des Rückbaus sowie der im Vergleich günstige Preis neu hergestellter, oft «unter Wert» gehandelter Materialien. Auch finanzielle Anreize, die Rückbaubarkeit von Gebäuden mitzudenken, fehlen bislang.

Dennoch entwickelt sich langsam ein technisches Verständnis dafür, wie der Bestand sinnvoll und effektiv rückgebaut, weiterverwertet oder -verwendet werden kann. Das zeigen die Fundstücke 02 und 03 zur Wiederverwendung von Betonelementen und Beton aus Rezyklaten. → S. 29 und 30

Gebäude als Schichtensystem

Ein potenzieller Rückbau hängt stark vom gewählten Bauprozess ab. Wie im Schichtenkonzept von Stewart Brand und Francis Duffy dargestellt, werden Tragwerk, Hülle und Ausbau in unterschiedlichen Intervallen verändert oder ersetzt. Im Innenausbau, insbesondere im Bürosektor, existieren bereits flexible, hochwertige Boden-, Wand- und Deckensysteme, die ab- und umgebaut und somit auch nach Abbruch eines Gebäudes an anderer Stelle wieder eingesetzt werden können. Darüber hinaus gibt es Modelle, bei denen Produkte im Innenausbau nicht mehr gekauft, sondern gemietet oder geleast

Einer der wichtigsten Gründe für einen Mangel an rückbaubaren Gebäuden im aktuellen Bauen ist das Bauen im konstruktiven Verbund.

werden. Für Trag- und Hüllensysteme eines Gebäudes sind solche Ansätze bisher noch kaum entwickelt, von wenigen Ausnahmen abgesehen. → **Fundstück 03, S. 30**

Formfrage

Darüber hinaus stellt sich die vielleicht wichtigste Frage: die nach der Form. Inwieweit wird die Form oder Gestalt eines Gebäudes vorgegeben oder eingeschränkt, wenn es im Sinn von Design for Disassembly geplant wird? Oder anders gefragt: Wird die Form eines aus wiederverwendeten Bauteilen zusammengesetzten Gebäudes nicht bereits durch die Gestalt des Originalbaus bestimmt? Schränkt dies nicht die Fähigkeit ein, auf die spezifischen Anforderungen von Ort und Aufgabe einzugehen? Und besteht nicht die Gefahr – wie von Werner Sobek im «Einblick» → **S. 10** beschrieben –, dass sich hinter dem Konzept Design for Disassembly letztlich eine Art «Plattenbau 2.0» verbirgt?

Vom Ziegel lernen

Bislang ist der historische Ziegelstein das einzige Bauteil, das in Nordeuropa auf breiter Basis kommerziell erfolgreich und logistisch effizient wiederverwendet wird.

Es lohnt sich daher zu fragen, warum das bei Ziegeln so ist:

- Ziegel sind langlebig.
- Ziegel lassen sich vor allem in Altbauten, die noch mit Kalkmörtel gebaut wurden, einfach sortenrein wiedergewinnen.
- Wiedergewonnene Ziegel lassen sich auf Paletten lagern (genauso wie neue Ziegel).
- Ziegel folgen allgemein bekannten Masssystemen (auch wenn es zum Teil alte Masssysteme sind), sodass sie planbar und mit anderen Systemen kompatibel sind.
- Das Bauen im Bestand ist ein wichtiger Markt für historische Ziegel.
- Wiedergewonnene Ziegel können zu einem akzeptablen Preis angeboten werden und stellen einen kulturellen Wert dar, der durch neue Ziegel nicht ersetzt werden kann.
- Die Verbindungsfugen zwischen den Ziegeln und die Schnittstellen zu anderen Bauteilen folgen bekannten und normierten Regeln.
- Ziegel können in Neubauten flexibel eingesetzt werden und weitestgehend (sofern statisch und technisch möglich) jede neue Form generieren.

Diese Punkte können ein Regelwerk bilden, um ein Bauteil auf seine Tauglichkeit für das Design for Disassembly zu beurteilen.

Vorbilder

Lernen von der Vergangenheit: Das Prinzip Spolia

Vor der industriellen Revolution führten die hohen Kosten für Baumaterial dazu, dass Bauteile und Materialien rückgebauter Gebäude häufig weiterverwendet wurden. Stadtmauern, Tempel, Burgen, Klosteranlagen oder Dachstühle dienten am Ende ihres Lebenszyklus als Fundgrube für den Bau neuer Gebäude. Auch beim Wiederaufbau Deutschlands nach dem Zweiten Weltkrieg wurden wiedergewonnene Ziegel aus den Trümmern der zerstörten Städte als Material für Wohnungen und zahlreiche Kirchenbauten genutzt. Diese Beispiele zeigen die Vielseitigkeit des Materials Ziegel – ebenso wie anderer einfacher Baustoffe wie Naturstein oder Holzbalken –, die sich unabhängig vom ursprünglichen Baukontext neu verwenden ließen.

Lernen von anderen Kulturen: japanische Holzhäuser und Nomadenbauten in Afrika und Asien

Historische Holzhäuser in Japan wurden aus passgenauen Steckverbindungen und unter Verwendung hochwertiger Harthölzer errichtet, die sich auch nach mehr als hundert Jahren wieder lösen und zusammensetzen lassen. Auch Zelte und Jurten der Nomadenvölker Afrikas und Asiens sind so konzipiert, dass sie sich rasch auf- und abbauen sowie transportieren lassen. Materialien und Konstruktionsdetails sind perfekt darauf abgestimmt. Die Form dieser Bauten ist durch Handwerk, Konstruktion und Tradition geprägt, hat sich über Jahrhunderte kaum verändert – und bleibt auch nach jedem Wiederaufbau gleich.

Lernen von anderen Systemen: Kleinarchitektur, Automobile und Fahrräder

Messebausysteme, abgehängte Decken, mobile Trennwandsysteme und Regalsysteme wurden für einen sich verändernden Gebrauch entworfen. Sie bestehen aus hochwertigen Materialien und lassen sich einfach auseinandernehmen und wieder zusammenbauen. Beim mehrmaligen Auf- und Abbau nehmen sie keinen Schaden. Allerdings handelt es sich



Ergänzungen durch wiedergewonnene Ziegel bei der Rekonstruktion der Wände, Neues Museum Berlin

um weitestgehend geschlossene Systeme, die nur mit sich selbst und – bis auf wenige Schnittstellen – nicht mit anderen Systemen kombinierbar sind. Daher operieren sie auch nur innerhalb eines engen Formenkanons oder eines vorbestimmten ästhetischen Spektrums.

Dem Automobilbau wurde in den 1980er-Jahren in Deutschland gesetzlich vorgeschrieben, dass die Automobile nach Lebensende zu 75 Prozent recyclebar sein müssen. Das führte zu einer Revolution bei Konstruktion und Entwicklung von komplexen Autoserien, indem wenige Systemkomponenten kombiniert wurden. Allerdings sind nur die wenigsten Elemente eines Autos nach dessen Lebensende weiterverwendbar. Auch können Teile unterschiedlicher Marken so gut wie nicht miteinander kombiniert werden. So werden am Ende nur die Materialien recycelt, nicht aber die Bauteile weiterverwendet. Auch sind Gebäude allein durch ihre Größe um ein Vielfaches komplexer als Automobile.

Grundsätzlich anders gedacht sind Fahrräder. Innerhalb einer weitestgehend vorgegebenen Form ist ein Fahrrad ein nahezu vollständig offenes System, bei dem fast jedes Teil, selbst durch Laien, einfach ausgetauscht und mit einem anderen kombiniert werden kann. Mit Ausnahme komplexer Schaltungskomponenten lassen sich Rahmen, Räder, Sattel, Lenker, Lager und andere Einzelteile unterschiedlichster Anbieter beliebig miteinander zusammenstellen. Grund dafür sind wenige abgestimmte Größen wie Rohrdurchmesser, Gewinde oder Achsbreiten sowie einfache geschraubte, gesteckte oder geklemmte Verbindungen.

Die letzten 50 Jahre

1982 bauten die jungen Architekten Jan Benthem and Mels Crouwel in der Nähe von Amsterdam ein Haus, das nur fünf Jahre stehen sollte. Es musste nicht den damals geltenden Bauvorschriften entsprechen, sollte aber so konstruiert sein, dass es einfach wieder abgebaut werden konnte.

Ein Raumfachwerk unter der Wohnebene übernimmt die Aufgabe einer Bodenplatte, verteilt die Lasten auf kleine Einzelfundamente und minimiert so den Bodenkontakt des Baus. Der Rest des Gebäudes besteht aus leichten, vorgefertigten Elementen, bei denen es allerdings schwer vorstellbar wäre, sie in einer anderen als der originalen Form wieder zusammenzusetzen. Ironischerweise wurde der Bau mittlerweile erweitert und steht nach über 40 Jahren immer noch.

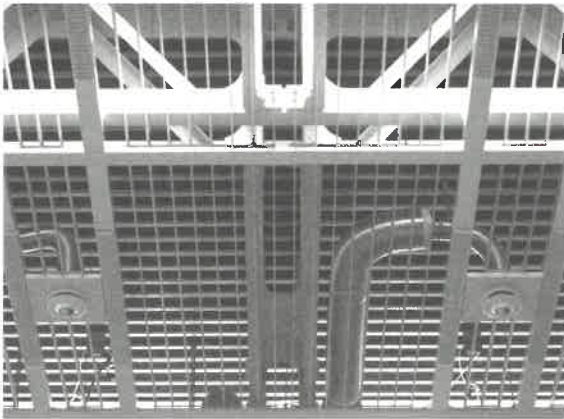
Fritz Haller war der Architekt des 20. Jahrhunderts, der sich am konsequentesten mit Systemen, Vorfertigung, Um- und Rückbau in der Architektur beschäftigte. Er übertrug seine Erkenntnisse aus Industrie-, Schul- und Universitätsbauten der 1950er- und 1960er-Jahre auf die Entwicklung von Bauprogrammen für Wohnungen (Mini), Industrie (Maxi) und Verwaltung (Midi). Das System Midi wurde als umfassendes Bauprogramm konzipiert, das Tragwerk, Hülle, Ausbau und Haustechnik integrierte und einen kompletten Um- und Rückbau des Gebäudes erlaubte, ohne dass dabei Abfall entstand. Jedes Teil konnte entfernt und an anderer geeigneter Stelle wieder eingesetzt werden. Ähnlich wie bei seinem nach ihm benannten Möbelsystem war es möglich, das System in beliebiger Form wieder zusammenzubauen, vorausgesetzt, man akzeptierte die Orthogonalität sowie die vorgegebene Ästhetik und Modularität. Hohe Kosten verhinderten jedoch eine breite

Frieze und Halbsäulen aus antiken Spolien, Casa dei Crescenzi, Rom, 11. Jahrhundert





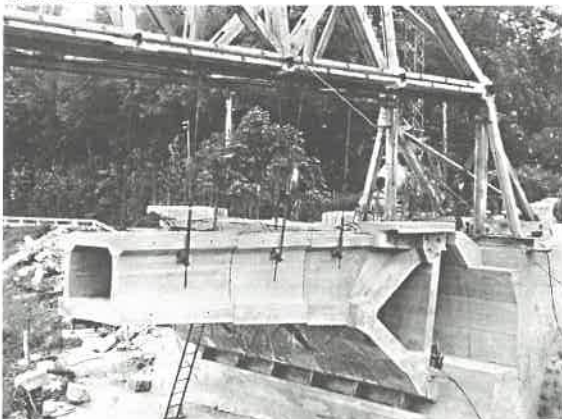
Midi-System von Fritz Haller



Detail Midi-System mit Koordination von Decke, Lüftung und Tragwerk



Spannverbinder



Marnebrücke im Bau

Akzeptanz des Systems. Wie bei Trennwänden und Möbelsystemen war es ein in sich geschlossenes System, das nur an wenigen Schnittstellen – etwa für Sanitäreinrichtungen – mit anderen Bausystemen kompatibel war. Die Erfahrungen aus der Entwicklung dieser Bausysteme nutzte Haller nicht primär, um die Systeme zu verfeinern, zu öffnen oder kostengünstiger zu gestalten, sondern um in den 1980er- und 1990er-Jahren an der Universität Karlsruhe neue digitale Planungsprozesse und erste BIM-Programme zu entwickeln. Diese erlaubten es, den gesamten Planungsprozess besser zu durchdringen und effizienter zu strukturieren.

Im Betonbau gilt das Zusammenspannen von Elementen als die vielversprechendste Methode im Hinblick auf Rückbaubarkeit. Inzwischen bieten mehrere Hersteller Spannverbinder an, mit denen sich Fertigteile lösbar und ohne Verguss miteinander koppeln lassen. Eugène Freyssinet war aber wohl der Erste, der im grossen Stil Fertigteile mittels Spannkabeln kraftschlüssig miteinander verband. Seine Brücken im Marnetal aus den 1940er-Jahren sind noch heute in Gebrauch. Obwohl dies ursprünglich nicht vorgesehen war, wäre es theoretisch möglich, die Spannbetonelemente nach dem Lösen der Spannlitzen voneinander zu trennen und an anderer Stelle wieder aufzubauen.

Neue Tendenzen

Während es aus den letzten 40 bis 50 Jahren kaum Beispiele für Design for Disassembly gibt, entstehen in jüngerer Zeit vermehrt Gebäude, die in diesem Sinne entworfen und gebaut werden. Die vorgestellte Auswahl von Projekten und Konzepten ist nicht vollständig. Sie erlaubt aber, Prinzipien herauszufiltern, die für die Weiterentwicklung von Design for Disassembly – insbesondere im Betonbau – relevant sind.

Bei der Handballarena für die Olympischen Spiele 2016 in Rio de Janeiro wurde in der Planung bereits berücksichtigt, sie nach den Spielen wieder abzubauen und in Teilen an vier Schulen wiederzuverwenden. So waren zwar Aufgabe und Grösse von Originalbau und wiederaufgebautem Bau gänzlich unterschiedlich, die Form der Bauteile und die Architektursprache blieb aber dieselbe. Nach acht Jahren wurde nun die erste Schule in Betrieb genommen.

In einem Prototyp für das Museum of Modern Art in New York und einem Ferienhaus auf Taylors Island in Maryland experimentieren die Architekten Kieran Timberlake mit den Prinzipien einer wiederverwendbaren Struktur. Während der Pavillon für das Museum of Modern Art als temporärer Bau vorgesehen war, ist das Ferienhaus für eine längere Lebensdauer ausgelegt. Insbesondere im Innenraum des Hauses erkennt man die sichtbar gelassene Aluminiumkonstruktion mit ihren lösbaren Verbindungen.

Wie viele Städte in Europa erfährt auch die Stadt Zürich aktuell einen sehr hohen Bedarf an zusätzlichen Schulhäusern mit dazugehörigen Sportstätten. Da nicht abzusehen ist, ob der Bevölkerungszuwachs anhalten wird, konzipierten pool Architekten drei temporäre Sporthallen als modulare, rückbaubare Systeme. Besteht kein Bedarf mehr für sie, lassen sie sich an anderer Stelle und in anderer Konfiguration wieder aufbauen und weiterverwenden. Das Rippmann Floor System hat Philippe Block an der ETH Zürich entwickelt. Es besteht

aus unterspannten, aber unbewehrten vorgefertigten Deckenelementen, die nur auf Druck und Schub beansprucht werden und nach Rückbau eins zu eins wiederverwendet werden können. → **Konkret, S. 60**

Im «Circle House»-Projekt in Aarhus, Dänemark, sollen 60 Wohneinheiten als sozialer Wohnungsbau entstehen. Es ist geplant, dass sich 90 Prozent der Materialien und Bauelemente wiederverwenden lassen. Die Projektgruppe aus 3XN/GXN, Lendager und Vandkunsten Architects entwickelte ein Baupsystem aus Betonfertigteilen, das sich durch lösbare, geschraubte Verbindungen zusammenfügen und wieder trennen lässt. Das Tragsystem wird durch eine leichte, vorgehängte Fassade ergänzt, die ebenfalls durch geschraubte Verbindungen lösbar und wiederverwendbar ist. An einem Prototyp wurde die Machbarkeit des Systems über drei Jahre getestet und soll nun 2026 errichtet werden. Beispiele grösseren Massstabs der letzten Jahre sind der «Matrix One»-Forschungs- und Laborbau von MVRDV, das Hortus in Basel von Herzog & de Meuron → **Prozesse, S. 46** und das LAB42 in Amsterdam von Benthem und Crouwel. Das Matrix-One-Gebäude wurde dabei konsequent nach dem Schichtenprinzip entworfen, bei dem mehr als 120 000 einzelne Bauteile erfasst und bezüglich ihrer Kreislauffähigkeit bewertet und optimiert wurden.

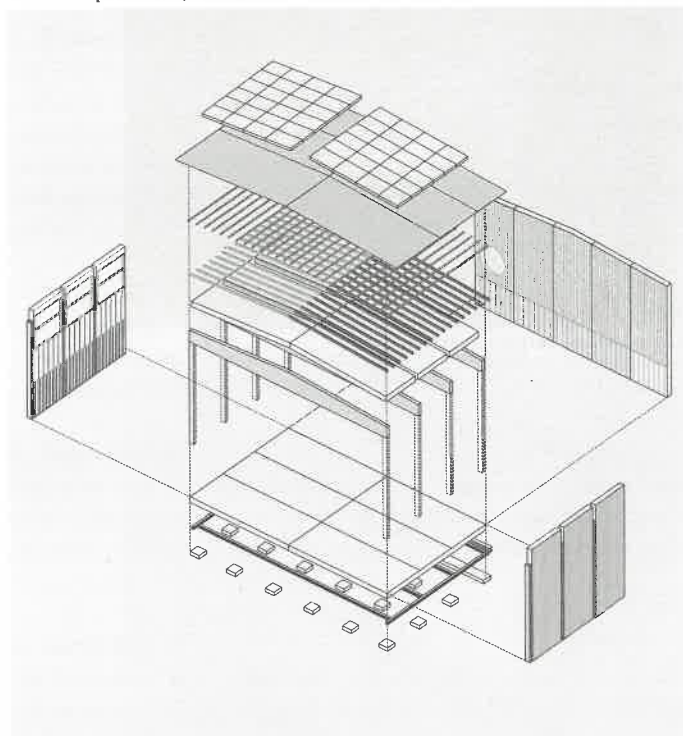
Tragwerk, Innenausbau und Hülle als offene Systeme

Die qualitativen Eigenschaften, die ästhetischen Ansprüche und die technischen Anforderungen an Tragwerk, Innenausbau und Hülle – die drei Hauptschichten eines Gebäudes – können je nach verwendetem Material sehr unterschiedlich sein. Demnach sollte auch die Design-for-Disassembly-Strategie individuell auf die jeweiligen Parameter reagieren.

- Das Tragwerk macht zumeist circa 50 Prozent des gesamten Treibhauspotenzials (GWP) eines Gebäudes aus. Eine direkte Weiternutzung der Bauteile ist daher besonders effektiv, um den CO₂-Ausstoss zu reduzieren.
- Das Tragwerk ist formbestimmend für das Gebäude. Das heisst, es muss sich den jeweiligen Anforderungen des Orts und der Aufgabe anpassen können.

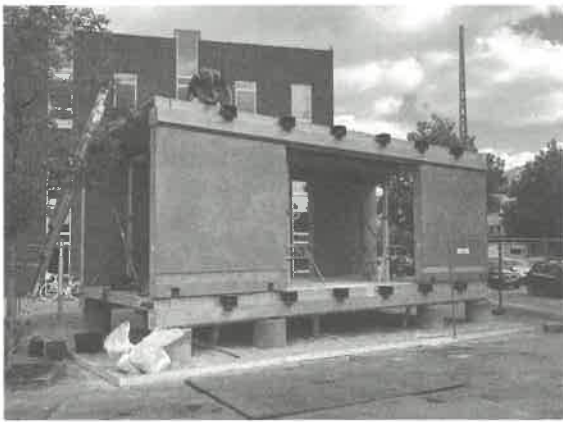


Ansicht Sporthalle, Zürich



Bausystem Sporthalle, Zürich

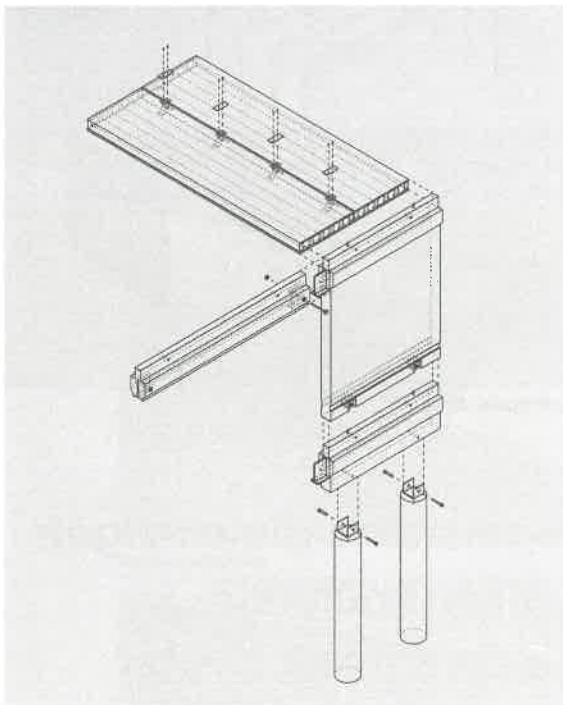
Bislang sind historische Ziegelsteine die einzigen Bauteile, die in Nordeuropa kommerziell erfolgreich und logistisch effizient auf breiter Basis wiederverwendet werden.



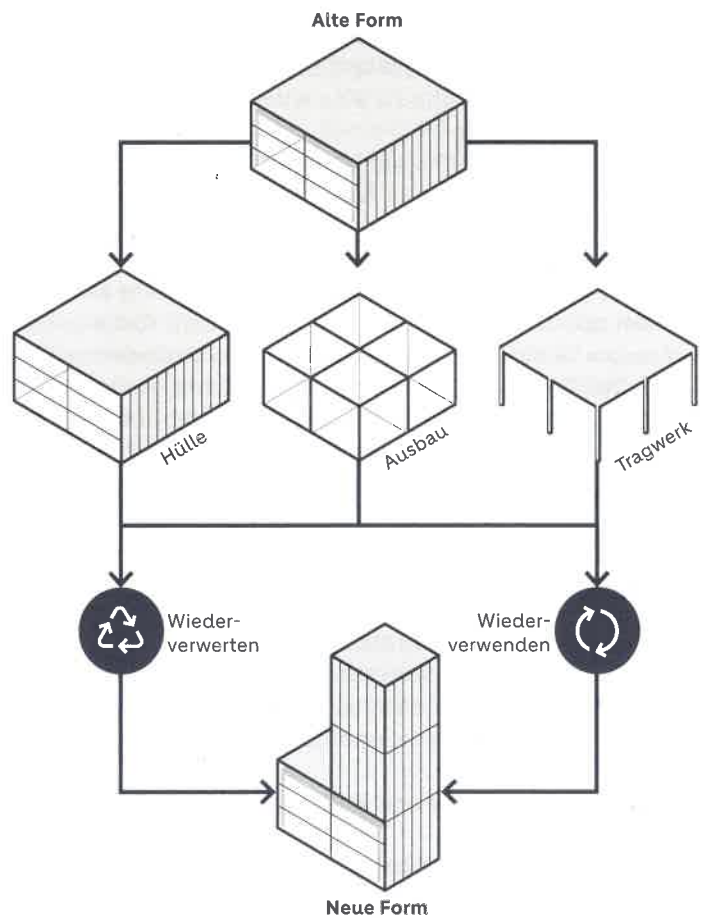
Circle House, Prototyp



Circle House, Fertigteil mit Barcode



Circle House, Bausystem



Tragwerk, Hülle und Ausbau erfüllen verschiedene Aufgaben in einem Gebäude und unterliegen unterschiedlichen Auswechselraten. Abhängig von Material und Beanspruchung ergibt sich eine differenzierte Strategie zu Wiederverwendung und Wiederverwertung/ Recycling der einzelnen Bauteile.

Das Tragwerk wird aufgrund seines hohen CO₂-Fussabdrucks idealerweise weitestgehend in anderer Form wiederverwendet. Bei Hülle und Ausbau ist es gegebenenfalls sinnvoller, das Material wiederzuverwerten, etwa bei einer Metallfassade, wenn eine Wiederverwendung durch Abnutzung oder Korrosion nicht möglich ist.



Atrium LAB42

- Die Hülle ist der Witterung ausgesetzt, Tragwerk und Innenausbau in der Regel nicht. Je nach Material ist die Hülle daher potenziell weniger gut zur Wiederverwendung geeignet als Tragwerk und Ausbau.
- Das Tragwerk ist oft verborgen, während Hülle und Ausbau die sicht- und berührbaren Oberflächen darstellen. Der ästhetische Anspruch an diese Flächen ist besonders hoch. Auch bei einem Gebäude, das durch Design for Disassembly entwickelt wurde, gibt es Mindestansprüche an die visuelle Qualität.
- Mineralische Materialien sind widerstandsfähiger gegen Witterungseinflüsse als metallische oder organische. Metallische und organische Materialien eignen sich daher in der Regel nur dann für ein Design for Disassembly, wenn sie vor der Witterung geschützt sind.
- Beschichtete Materialien zeigen nach 40 Jahren Gebrauchsspuren und erfordern oft aufwendige Renovierungen, um visuell akzeptabel zu bleiben.

Konkret bedeutet dies, dass zum Beispiel Keramikplatten oder ein Verblendmauerwerk aus Ziegelsteinen Jahrhunderte überdauern und dabei würdevoll altern können. Ein Fassadenpaneel oder eine Deckenplatte aus beschichtetem Metall ist nach 40 Jahren Lebensdauer hingegen wahrscheinlich visuell nicht mehr akzeptabel. Ein Tragwerk aus Stahl, Beton, Holz oder Mauerwerk sollte hingegen – sofern es sich auseinandernehmen lässt – auch nach 100 Jahren noch wiederverwendbar sein.

Auf strategischer Ebene lassen sich für die verschiedenen Schichten folgende Schlüsse ziehen:

- Das Tragwerk kann, muss aber nicht hohen ästhetischen Anforderungen genügen. Es sollte sich jedoch möglichst direkt wiederverwenden lassen und aus formneutralen Elementen bestehen, die sich auch in anderer Gestalt erneut zusammensetzen lassen.
- Bei Hülle und Innenausbau können Bauteile aufgrund des hohen ästhetischen Anspruchs eher recycelt als wiederverwendet werden, ausser sie bestehen aus wandelbaren, durchgeformten Systemen oder hochwertigen Materialien wie Holz, Naturstein, Betonplatten, Ziegeln oder Keramik.
- Elemente von Tragwerk, Hülle und Ausbau müssen sich frei miteinander kombinieren lassen, sodass sie einer Vielzahl von Aufgaben und Anforderungen gerecht werden können.

Durch die Trennung von Tragwerk, Hülle und Innenausbau als separate, offene und frei kombinierbare Systeme lässt sich aus einer begrenzten Anzahl von Bauteilen eine Vielzahl von Gestaltungsoptionen entwickeln.

Prinzipien

Was lässt sich nun generell daraus ableiten? Insbesondere, wenn Flexibilität in der Formgebung beim Originalbau und im Wiederaufbau ernst genommen wird? Aus den Erfahrungen mit Ziegelstein, anderen Industrien und jüngeren Bauprojekten lassen sich fünf zentrale Prinzipien für Design for Disassembly ableiten.

1 Modular

Die Elemente müssen allgemein verwendeten Masssystemen entsprechen, sodass sie sich ohne Anpassungen miteinander kombinieren lassen. Typische Systeme sind das Oktametersystem der Ziegelsteine: 625/1250 Millimeter im Holzbau oder 1,20-, 1,25-, 1,35- oder 1,50-Meter-Raster im Wohnung-, Schul- und Bürobau.

2 Lösbar

Die Elemente müssen sich einfach trennen lassen. Lamierte, geklebte sowie viele gemörtelte und genagelte Verbindungen erlauben dies nicht, da bei einer Trennung die Elemente zerstört werden. Ideal sind gelegte, gesteckte, geklemmte und geschraubte Verbindungen, die sich mit wenigen Handgriffen lösen lassen. → «Bauweisenprinzip», S. 14

3 Handhabbar

Die Elemente müssen in Grössen zur Verfügung stehen, die von Hand oder mit Standardgeräten bewegt, transportiert und gelagert werden können.

4 Formneutral

Bauteile aus unterschiedlichen Systemen und Schichten eines Gebäudes müssen sich flexibel, weitestgehend formneutral und mit genormten Verbindern kombinieren lassen. So wird die Gestaltung offen.

5 Langlebig

Die Elemente müssen robust sein, sodass sie beim Auseinandernehmen nicht verformt oder beschädigt werden. Wichtige technische Eigenschaften müssen dokumentiert werden. Es muss wirtschaftlich sein, die Elemente auszubauen und vorzulagern. Falls die Materialien nicht langlebig sind, müssen sie sich rezyklieren lassen.

Martin Ebert ist Architekt und Designer. Er hat in Stuttgart und Chicago studiert und lehrt seit 2014 Konstruktion an der Münster School of Architecture (MSA). In London leitet er ein Architektur- und Designstudio.