

Wiederverwendung tragender Bauteile

Patrick Teuffel
CIRCULAR STRUCTURAL DESIGN
Berlin, Deutschland



Co-Autor: Marlène Schulz

Wiederverwendung tragender Bauteile

1. Einleitung

Die konventionelle Art zu wirtschaften, zu produzieren, zu bauen funktioniert nach einem linearen Ansatz und folgt dem Prinzip «take – make – waste». Das Ergebnis sind die in den letzten Jahren im gesellschaftlichen Diskurs immer präsentere Themen der Klimaerwärmung, aber auch der Umweltschädigung und Ressourcenausbeutung und -verschwendungen. Die Bauwirtschaft ist dabei für einen erheblichen Anteil des weltweiten Rohmaterialverbrauchs, des Emissionsaufkommens, des Energieverbrauchs und der Abfallproduktion verantwortlich.

Erste Lösungsansätze, versprechen hier oft einen geschlossenen Stoffkreislauf, in dem eine Abfallreduktion und Ressourcenschonung durch ein Recycling auf Materialebene verfolgt wird. Bei der erneuten Produktherstellung aus Recycling-Rohstoffen wird jedoch wieder Energie für die Herstellung gefordert. Bauteile direkt (zweckgleich) wiederzuverwenden oder (für einen anderen Zweck) weiterzuverwenden birgt deshalb ein erhebliches Potential hin zu einer nachhaltigeren Wirtschaft und ist besonders im Hinblick auf das immer präsentere Thema der Materialverknappung ein zukunftsreicher Ansatz.

CIRCULAR STRUCTURAL DESIGN strebt es an Tragwerke immer mit dem Ziel der Nachhaltigkeit zu entwickeln und befasst sich in diesem Zusammenhang besonders mit der Wiederverwendung von tragenden Bauteilen.

2. Strategie zu den nachhaltigen, ressourcenschonenden Bauten

Um für das jeweilige Projekt eine mögliches nachhaltige Tragwerkslösung zu entwickeln, wird eine Strategie in Anlehnung an die R-Liste «circularity strategies within the production chain, in order of priority» nach [1] entwickelt.

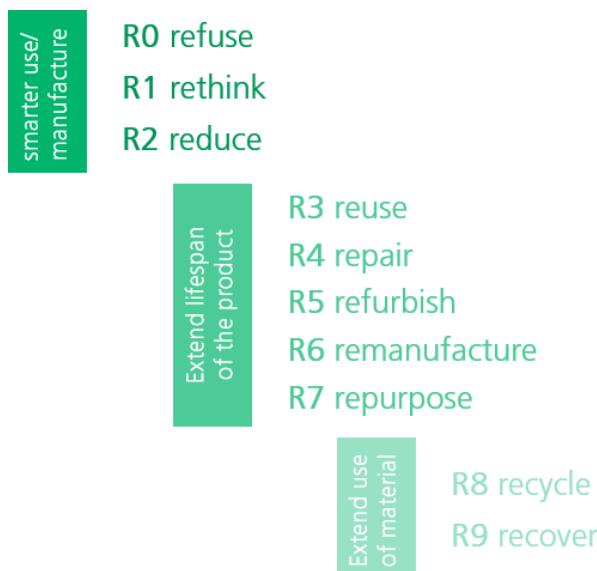


Abbildung 1: 10Rs, circularity strategies
Eigene Abb. in Anlehnung an [1]

R0: refuse

Das Motto ist: «build less». Die erste Überlegung am Projektstart sollte immer sein: kann ein Bestandsgebäude als Ganzes wiederverwendet werden, ist es wirklich erforderlich etwas (neues) zu bauen. Die nachhaltigste Materialverwendung ist es immer festzustellen, dass kein Material verwendet werden muss.

R1: rethink

Die gängige Praxis in der Baubranche ist aktuell noch eine lineare Wirtschaft, bei der für jedes Projekt neue Bauteile eingekauft werden und für den Bestand bestenfalls ein Recycling auf der Materialebene stattfindet. Das gilt es zu überdenken. Neue Wege einzuschlagen, wie etwa die Wiederverwendung von Bestandsbauteilen hat ein großes Potential endliche Ressourcen zu schonen und gleichzeitig Emissionen zu reduzieren. Besonders, wenn der Neubau direkt auf einen Abbriss/ Rückbau an gleicher Stelle folgt, sollte die Wiederverwendung von möglichst vielen Bauteilen das Ziel sein, um so ein downcycling der verbauten Ressourcen zu vermeiden.

R2: reduce

Ziel ist das Errichten eines ressourcenschonenden und emissionsarmen Gebäudes. Im gesamten Designprozess sollte deshalb die Umweltwirkung des Projektes betrachtet werden und die Nachhaltigkeit als wichtige Entscheidungshilfe bei der Entwurfsfindung herangezogen werden. Hierbei gilt es:

- im neuen Entwurf einen klaren Lastpfad festzulegen, damit das Tragwerk durch möglichst wenige erforderliche Unterfangungen schlank gehalten werden kann
- Materialoptionen vergleichend zu berücksichtigen
- Einsparmöglichkeiten beim Materialverbrauch früh auszuloten

R3 - R7: re-use, repair, refurbish, remanufacture, repurpose

Im Sinne einer Kaskadenwirtschaft sollte die Weiter- und Wiederverwendung dem materiellen Recycling, wenn möglich vorgezogen werden, um eine möglichst effiziente Ressourcenutzung zu gewährleisten.

Eine Wiederverwendung wird durch reversible Verbindungen ermöglicht/vereinfacht. Für tragenden Bauteile ist hierbei die Minimierung des Gesamtmaterialverbrauchs durch die maximale Auslastung der einzelnen Querschnitte und die Verwendung einfacher, standardisierter, reversibler Verbindungen, die eine leichte Wiederverwendung ermöglichen, gegeneinander abzuwägen.

R8: recycle

Die Recyclingfähigkeit von Elementen auf Materialebene hängt stark von den folgenden drei Kriterien ab. Je weniger verschiedene Materialien Verwendung finden, desto weniger unterschiedliche Entsorgungswege müssen bedacht und umgesetzt werden. Die Homogenität vereinfacht das materielle Recycling deshalb erheblich. Um ein Materialrecycling zu ermöglichen, müssen die einzelnen Baustoffe voneinander getrennt werden können, um ohne wertmindernde Verunreinigungen als Recycling-Rohstoffe verwendet werden zu können. Die Möglichkeit der sortenreinen Trennung durch die planerisch von Anfang an vorsehene Trennbarkeit ist hier entscheidend (ggf. ist hier auf Projektbasis der geringerer Gesamtmaterialverbrauch bei Verwendung von Verbundstoffen vs. Möglichkeit des einfacheren Materialrecyclings gegeneinander abzuwägen). Es ist zusätzlich zu beachten, dass stets Materialen ohne bedenkliche Inhaltsstoffe zu verwenden sind, um zu gewährleisten, dass zukünftig eine Wieder-/Weiterverwendung oder auch ein Materialrecycling zulässig ist.

R9: recover

Auch die Verfügbarkeit regenerativer Ressourcen wie Holz ist begrenzt. Um einen effizienten Umgang mit diesen Ressourcen zu gewährleisten sollte deshalb z.B. die energetische Verwertung von Holz durch Verbrennung nur als letzten Schritt in einer langen Wertschöpfungskette umgesetzt werden.

Als internes Fazit wurde aus diesen Überlegungen gezogen, dass die insgesamt nachhaltigste Lösung nicht erst beim Neubau ansetzt, sondern bereits den vorhandenen Gebäudebestand mit einbezieht. Es ist zu erwägen, ob statt eines Neubaus der Bestand ertüchtigt werden kann. Ist das keine Option, so kann ein statt eines Abrisses ein zerstörungsfreier Rückbau mit anschließender Bauteilwiederverwendung vorzusehen werden. In Neubauvorhaben ist zu prüfen, ob nicht Bestandsbauteile, die integriert werden können, zur Verfügung stehen. Hierbei ist immer zu beachten, dass auch Transportemissionen Beachtung finden sollten und deshalb gezielt nach lokal verfügbaren Bestandsbauteilen und auch Baustoffen gesucht werden sollte.

3. Wiederverwendung von Bestandsbauteile durch Circular Structural Design

Ein werterhaltendes Tragwerk ist ein Tragwerk, dass sowohl genug Anpassungsmöglichkeit bietet, damit das Gebäude als ganzes so flexibel gestaltet ist, dass eine lange Nutzung ermöglicht wird, als auch statt eines Abbruchs am Lebensende des Gebäudes einen zerstörungsfreien Rückbau der Einzelbauteile ermöglicht.

Im Neubau kann die zukünftige Wiederverwendung von tragenden Bauteilen vereinfacht werden, indem in der Planung der Rückbau und die Wiederverwendung von Anfang an mitgedacht wird. Die Dokumentation dieser Planungsunterlagen in einem «Gebäuderessourcenpass» vereinfacht die spätere Wiederverwendung der Bauteile.

3.1. Gebäuderessourcenpass

Im im November 2021 veröffentlichten, Koalitionsvertrag der Bundesregierung wurde die Einführung eines Gebäuderessourcenpasses angekündigt. Damit wird das Ziel verfolgt, so «die Grundlagen (zu) schaffen, (um) den Einsatz grauer Energie sowie die Lebenszykluskosten verstärkt betrachten zu können» und so eine gezielte Reduzierung und im Weiteren auch im Gebäudebereich eine Kreislaufwirtschaft zu ermöglichen. Die DGNB hat dieses Vorhaben begrüßt und unter Leitung von Dr. Anna Braune in Abstimmung mit dem DGNB-Ausschuss für Lebenszyklus und zirkuläres Bauen, in dem auch CSD vertreten ist, einen ersten Vorschlag verabschiedet, der Transparenz hinsichtlich der Umweltwirkung eines Gebäudes über den genauen Lebenszyklus liefern. Im Rahmen dieses Vorschlags wurden auch Detailanforderungen an die Informationen, die im Gebäuderessourcenpass ausgewiesen werden, herausgearbeitet, um den Bezug zur EU-Taxonomie zu ermöglichen. (s. hierzu auch: https://static.dgnb.de/fileadmin/dgnb-e/v/de/themen/gebäuderessourcenpass/DGNB_GRP_Detailanforderungen.pdf). Im Rahmen dieses Gebäuderessourcenpasses sollte auch die elementspezifischen Materialkennwerte, Zustände, Tragfähigkeit und Einsetzbarkeit von tragenden Bauteilen dokumentiert werden, um einen späteren Rückbau und Wiedereinbau zu vereinfachen.

Im jetzt vorhandenen Gebäudebestand liegen diese Informationen im Allgemein jedoch nicht (vollständig) vor. Es ist deswegen ein weiteres Aufgabenfeld für Tragwerkselemente, die ursprünglich nicht für eine Weiterverwendung vorgesehen waren, nachträglich Möglichkeiten auszuloten, um diese wiederzuverwenden. CSD hat sich damit u.a. im Rahmen des Projektes facettenwerk auseinandergesetzt, das im Folgenden vorgestellt wird.

3.2. Wiederverwendung des Bestandes: Praxisbeispiel facettenwerk



Abbildung 2: facettenwerk, Standort Hagenauer Straße

Das facettenwerk – Gemeinnütziger Verein für Behindertenhilfe Wiesbaden und Rheingau-Taunus-Kreis e.V. – ist ein Ort an dem sich nicht behinderte und behinderte Menschen begegnen. Im Rahmen des geplanten Abrisses von 3 Bestandsgebäuden (links gelb hervorgehoben) und dem vorgesehenen Neubau einer Tagesförderstätte wurde CSD mit der Standortentwicklung im Sinne einer Circular Economy beauftragt.

Das Thema Nachhaltigkeit wurde also schon vor dem ersten Neubau-Planungsschritt klar etabliert. Wir sind dadurch in der glücklichen Lage einen

zerstörungsfreien Rückbau des Bestands zu empfehlen und für das Thema der Wiederverwendung von Bestandsbauteilen im neuen Entwurf zu sensibilisieren und so bereits vor dem Abriss des Bestands das Ziel zu verfolgen, möglichst CO2 neutral zu agieren. Liegt doch sonst der Fokus CO2 neutral zu bauen meist erst beim Neubau.

WELCHE VORTEILE ERGEBEN SICH HIERAUS?

1. Wiederverwendung reduziert Ressourcenverbrauch
2. Keine Entsorgung von Bestandsbauteilen und damit verbundenen Emissionen und anfallenden Abfallmengen
3. Kurze Wege, da eine Wiederverwendung im Neubau am gleichen Standort angestrebt wird, sodass die Transportemissionen minimiert werden

WIE GEHEN WIR VOR?

Unser Team hat bereits im Vorfeld die Arbeitsschritte erarbeitet, die in einer ersten Studie thematisiert werden sollten, um eine Wiederverwendung der Tragenden Bauteile zu ermöglichen. Diese beinhalten: 1) Inventur, 2) Rückbaukonzept, 3) Maßnahmen zur Qualitätssicherung, 4) Bewertung des Wiederverwendungspotentials der einzelnen Bauteile 5) Ökobilanz, 6) Prüfung der Wirtschaftlichkeit, 7) Akzeptanz bei allen Projektakteuren sowie 8) Aufzeigen von Fördermöglichkeiten.

Laut Bestandsunterlagen sind die Tagesförderstätte, die Sporthalle und das Lager in den späten 80ern bzw. Mitte der 90er errichtet worden. Diese sollen aufgrund eines veränderten Raumbedarfs nun entfallen. Bedingt durch die derzeitigen Erfordernisse an inklusive Arbeitsstätten ist die Ausstattung nur für einen begrenzten Zeitrahmen erfass- und planbar. Diesen Standort im Sinne einer Circular Economy zu entwickeln, ist hier von besonderem Interesse. Dies gilt sowohl für den Umgang mit dem aktuellen Gebäudebestand als auch für zukünftige Neubauten.

INVENTUR

Anhand der Bestandsunterlagen (Bestandsstatik und wenn vorhanden Ausführungspläne) und eines Vor-Ort-Termins, werden die einzelnen tragenden Bestandsbauteile inklusive deren Material, Geometrie und den Verweis auf den jeweiligen Abschnitt der Bestandsstatik erfasst.

RÜCKBAUKONZEPT

Es werden grundlegende Überlegungen zur selektiven Rückbaubarkeit für die einzelnen Bauteile dargelegt und der Stand der Technik bei vergleichbaren Projekten vorgestellt. Für Bauteile deren Wiederverwendungspotenzial als hoch eingeschätzt wird, wird ein erster Prinzipienschluss eines Rückbaukonzeptes entwickelt. Hier werden insbesondere die Zugänglichkeit der Gebäude, die vorhanden Verbindungen der Bestandsbauteile und die Gesamtstabilität während des Rückbaus berücksichtigt.

QUALITÄTSSICHERUNG

Bei der Wiederverwendung von Bestandsbauteilen im Rahmen eines neuen Bauvorhabens ist zu beachten, dass diese oft entsprechend der Anforderungen von alten Normen errichtet wurden und somit nicht dem aktuellen Stand der Technik entsprechen. Um klarzustellen, an welcher Stelle die einzelnen Bauteile in einem neuen Gebäude eingesetzt werden können, ist das heutige Äquivalent der angegebenen Tragfähigkeit zu bestimmen. Hierzu ist in einem ersten Schritt zu bestimmen anhand welcher Normen die einzelnen Bauteile bemessen wurden. Liegen keine Bestandsunterlagen vor, so sind z.T. aufwendigere Materialtestungen erforderlich, um die jeweilige Tragfähigkeit zu bestimmen. Zur Sicherung der Qualität der einzelnen Bestandsbauteile wird zusätzlich ein Prozessschema für den Qualitätssicherung über den Rück- und Wiedereinbauprozess hinweg skizziert.

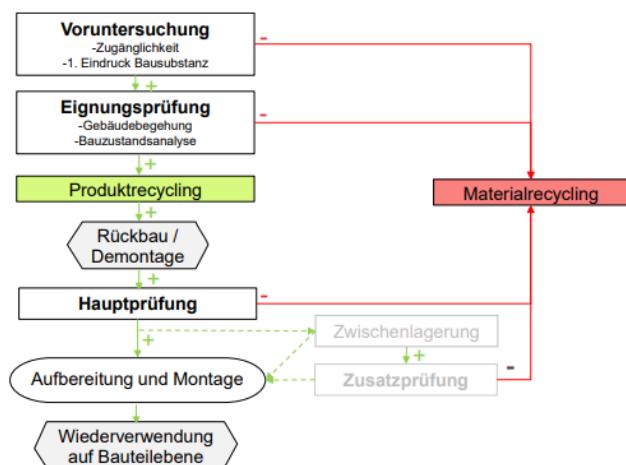


Abbildung 3: Mehrstufiger Prüfprozess für die Wiederverwendung von BT, eigene Abb. in Anlehnung an [2]

BEWERTUNG DES WIEDERVERWENDUNGSPOTENTIALS

Bei der Bewertung der Wieder- und Weiterverwertung von Bestandsbauteilen sind verschiedene Aspekte zu beachten. Im frühen Projektstadium werden dabei berücksichtigt:

-Aspekte, die die Demontierbarkeit von Bauteilen beeinflussen

- 1) Zugänglichkeit des Standorts/ mgl. der Aufstellung für Geräte für den Rückbau
- 2) materialabhängige Überlegungen für die Rückbaubarkeit (z.B. sind Anschlusspunkte zum Herausheben wie bei StBFertigteilen vorh.)
- 3) geometrische Rahmenbedingungen für die Rückbaubarkeit (Größe/ Format der einzelnen Bauteile)
- 4) Demontierbarkeit der vorhandenen Anschlüsse (z.B. Schraubanschlüsse vs. Ortbetonverbindungen)

-Qualität der vorhandenen Bauteile

- 1) Sind deutliche Gebrauchsspuren an den Bestandsbauteilen zu sehen
- 2) Wie aufwendig sind die vermutlich anfallenden Instandsetzungsmaßnahmen (mgl. Maßnahmen variieren je nach Material)

-Aspekte, die die Remontierbarkeit von Bauteilen beeinflussen

- 1) materialabhängige Überlegungen für die Wiedereinbaubarkeit
- 2) Schadensfreie Zwischenlagerung und Transport
- 3) Anschlussausbildung, die den Wiedereinbau ermöglicht

Ziel dieses Schrittes ist anhand eines Ortstermins und der Bestandsunterlagen festzustellen, ob für das Gebäude insgesamt eine Wiederverwendung auf Bauteilebene in Frage kommt. Weiterhin wird aufgezeigt, für welche Bauteile das Wiederverwendungspotential besonders hoch eingeschätzt wird.

ÖKOBILANZ

Die Wiederverwendung von tragenden Bestandsbauteilen erfolgt neben den Ansatz des ressourcenschonenden Handelns auch gezielt mit dem Ziel Emissionen zu reduzieren. Bei energieeffizienten Neubauten fallen etwa 50% der Gesamtemissionen allein in der Herstellungsphase an (vgl. [3]). Im Rahmen dieser Vorstudie wird deshalb für die tragenden Bauteile des Gebäudebestandes deren GWP (= Global Warming Potential) als Beitrag zur Erderwärmung in kgCO₂eq in den Herstellungsphase A1-A3 und das ADPE (= Abiotic Depletion Potential for Elements) als Potential für den abiotischen Abbau nicht fossiler Ressourcen in MJ ermittelt. Bei der Wiederverwendung der Bestandsbauteilen fallen diese Emissionen nicht erneut an; es kann so durch die Wiederverwendung von Bestandsbauteilen ein erheblicher Beitrag zu Ressourcenschonung und Milderung des Klimawandels erreicht werden.

Auch die Emissionen durch den Transport zur Baustelle sind für keinen unerheblichen Anteil der Gesamtemissionen von Neubauten verantwortlich. Auf dem Grundstück Hagenauer Straße ist der Neubau einer Tagesförderstätte vorgesehen. Das Thema der Transportemissionen wird in diesem Stadium dadurch adressiert, dass zur internen Wiederverwendung der Bestandsbauteile im Entwurf für diese Tagesförderstätte geraten wird. So kann das Konzept einer Zirkulären Wirtschaft optimal umgesetzt werden, die Prozesse optimiert und Lieferketten kurzgehalten werden.

EINE STUDIE WIRD WIRKLICHKEIT

Die Phase 0 Studie, die als Grundlage für die zukünftige Wiederverwendung der Bestandsbauteile bildet, ist inzwischen abgeschlossen und zeitgleich wurde durch den Auftraggeber auch das Architektenteam für den Neubau beauftragt. Als nächster Schritt ist nun ein Workshop geplant, bei dem neben CSD auch die Architekten und ein Rückbauunternehmen anwesend sein wird. Gemeinsamt soll hier ausgelotet werden welche Bestandsbauteile wie im Neubau untergebracht werden können. Hier gilt es den Designprozess neu zu denken. Was gebaut werden kann muss nicht nur dem gewünschten Zweck dienen («form follows function»), vielmehr gilt es den Neubau gezielt so zu entwerfen, dass vorhanden Bauteile darin unterkommen können («form follows availability»).

4. Fazit

Abschließend lässt sich sagen, dass es für Neubauvorhaben vergleichsweise einfacher ist eine zukünftige Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung mitzudenken und auch für tragende Bauteile die zukünftige Wiederverwendung zu ermöglichen.

Aber schon jetzt sind Materialien knapp und gleichzeitig fallen Unmengen an Bauschutt an. Unser Ziel ist es deshalb nicht nur (aber natürlich auch) eine zukünftige Wiederverwendung von Tragenden Bauteilen durch konsequentes Mitberücksichtigen in der Planung zu vereinfachen, sondern auch die Mühe nicht zu scheuen und für Bestandsbauteile individuelle Lösungen finden, wie diese in Neubauten integriert werden können.

5. Literaturverzeichnis

- [1] Potting, J. et al. (2017); Circular Economy: Measuring Innovation in the product chain; entnommen von: <https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2016-circular-economy-measuring-innovation-in-product-chains-2544.pdf> (am: 12.09.2022)s
- [2] Schlussbericht zum Forschungsvorhaben «Rückbau industrieller Bausubstanz – Großformatige Betonelemente im ökologischen Kreislauf»; Hayn, Mettke, Thomas (31.01.2008)
- [3] LETI (2020), Embodied Carbon Primer