Kreislauffähiges Bauen

Die Rolle der Stadtplanung im integralen Planungsprozess

2021

Stadt Wien
Stadtentwicklung und Stadtplanung

urban innovation vienna
a company of wienholding

Report
Kreislauffähiges Bauen.
Die Rolle der Stadtplanung im integralen Planungsprozess

Im Auftrag der Stadt Wien –
Stadtentwicklung & Stadtplanung
Projektleitung: Eva Pangerl

Verfasserinnen:
Bernadette Luger
Lisa Rauh

UIV Urban Innovation Vienna

Dezember 2020

Inhaltsverzeichnis

Executive Summary ... 1
Themenaufriss ... 2
1 _Frame Changers – Grundlagen im Wiener Kontext ... 5
1.1 _Aktuelle Entwicklungen zu Instrumenten und Grundlagen ... 5
Digitalisierung: Bauwerksdaten und Sekundärrohstoffkataster ... 5
Rechtsrahmen: Regulative Grundlagen und Verfahren ... 10
Vernetzung: Plattformen zur Materialvermittlung ... 12
1.2 _Zentrale Wiener AkteurInnen und deren Aufgabengebiet ... 15
2 _Hindernisse und Barrieren im Überblick ... 16
3 _Good Practice – Internationales Innovationspotenzial ... 19
3.1 _Internationale Vorreiter im Überblick ... 19
3.2 _Ausgewählte internationale Vorreiter im Detail ... 28
DGNB-Zertifizierung – Bewertungskriterien zur Sicherstellung kreislauffähiger Prinzipien ... 28
Innovationshub Venlo – Cradle-to-Cradle als Kern der neuen Wirtschaftsstrategie ... 31
Circle House – Dänemarks erstes zirkuläres soziales Wohnprojekt ... 33
4 _Erkenntnisse und Schlussfolgerungen für Wien ... 38
5 _Anhang ... 47
5.1 _Wiener Akteurslandschaft ... 47
5.2 _Adressierte Handlungsfelder der Good Practice-Beispiele ... 52
5.3 _Dokumentation zum Club 18 am 9.2.2021 ... 56
Hintergrund der Veranstaltung ... 56
Diskussionspunkte ... 56
6 _Quellen ... 60

Executive Summary

Unserer Welt gehen die natürlichen Ressourcen aus. Der Bedarf an Energierohstoffen, Baustoffen und Metallen hat sich im Laufe des vergangenen Jahrhunderts verzehnfacht. Gleichzeitig ist eine Reihe wichtiger Rohstoffe nur begrenzt verfügbar, und der Großteil der Industrieländer ist vom Rohstoff-Abbau einiger weniger Länder abhängig. Europa ist aufgrund seiner hohen Exportabhängigkeit besonders verletzlich.

Aktuell ist das weltweit dominierende Wirtschaftssystem so aufgebaut, dass es auf der linearen Abfolge von Entnehmen, Produzieren, Verwenden und Entsorgen basiert. In diesem linearen Modell werden endliche Ressourcen unter erheblichem Aufwand abgebaut, zu Industrieprodukten weiterverarbeitet, meist verhältnismäßig kurz genutzt und anschließend entsorgt. Der Wandel hin zu einem zirkulären Modell ist die große Hoffnung des ressourcenschonenden Wirtschaftens: Statt Abfall zu produzieren, werden im zirkulären System Stoffe unter größtmöglicher Erhaltung ihrer Wertigkeit im Kreislauf geführt. Im Bausektor schlummert dafür das größte Potenzial – rd. 71 Prozent des Gesamtgewichts der Abfälle in Österreich entfallen auf das Bauwesen.

Um kreislauffähige Bauprojekte erfolgreich realisieren zu können, braucht es ein Umdenken auf allen Ebenen. Wie der Systemwandel in der praktischen Umsetzung gelingt und welche Rolle die Stadtplanung dabei einnehmen muss, ist Kernfrage der Trendscouting-Recherche. Zur Beantwortung werden internationale Good Practice-Beispiele analysiert und zentrale Hebel sowie Herausforderungen in der Umsetzung identifiziert. Zur Kontextualisierung der internationalen Beispiele werden auch die lokalen Rahmenbedingungen dargestellt. Der Fokus liegt dabei auf sogenannten „Frame Changers“ – also auf Forschungsprojekten, Initiativen und Bemühungen, die in den Schlüsselbereichen Digitalisierung, Rechtsrahmen und Materialvermittlung das Thema in Wien voranbringen, sowie auf der Akteurslandschaft, die aktuell zur Forschung, Entwicklung, Vernetzung, Planung und Umsetzung kreislauffähiger Prinzipien beiträgt.

Aufbauend auf den internationalen und lokalen Rechercheergebnissen werden die für Wien zentralen rechtlichen, technischen, finanziellen und strukturellen Barrieren und Hemmnisse im kreislauffähigen Bauen dargestellt und sechs Handlungsfelder definiert, die zur Erhöhung der Ressourceneffizienz im Bauwesen beitragen. Zur Vermeidung von Zielkonflikten zwischen Ressourcenschonung, Energieeffizienz und Klimaschutz werden handlungsfeldübergreifende Wirkungsanalysen empfohlen.

Die Recherche zeigt: Für eine breite Umsetzung lebenszyklusorientierter Bauten ist die simultane Mitwirkung verschiedener Fachdisziplinen und Stakeholder – im Sinne einer integralen Planung – notwendig. Um die Rolle der Stadtplanung im integralen Planungsprozess zu schärfen, werden die wesentlichen Schnittstellen in den Handlungsbereichen Design & Konstruktion, Nutzung & Versorgung, Stoffströme, Kostenbetrachtung, Datenmanagement und Wasserströme & Biodiversität zur Stadtplanung aufgezeigt bzw. wird der konkrete Handlungsbedarf der Stadtplanung in den jeweiligen Handlungsfeldern identifiziert.

Themenaufriss[1]

Unserer Welt gehen die Rohstoffe aus

Parallel zum Wohlstandsniveau wächst die Weltbevölkerung. Hand in Hand steigt die Nachfrage nach Rohstoffen. Der Bedarf an Energierohstoffen, Baustoffen und Metallen hat sich im Laufe des vergangenen Jahrhunderts verzehnfacht. Laut UN-Prognose wird sich nach derzeitigem Stand der Ressourcenverbrauch bis 2030 noch einmal mehr als verdoppeln.[2]

Das Dilemma: Eine Reihe wichtiger Rohstoffe ist nur begrenzt verfügbar und der Großteil der Industrieländer ist vom Rohstoff-Abbau einiger weniger Länder abhängig. Europa ist aufgrund seiner hohen Importabhängigkeit hinsichtlich metallischer Rohstoffe und fossiler Energie besonders verletzlich. Die immer knapper werdenden Ressourcen und die schwankenden Rohstoffpreise bringen auch wirtschaftliches und soziales Konfliktpotenzial mit sich. Mit der Nutzung natürlicher Ressourcen sind darüber hinaus Emissionen und andere beträchtliche Umwelteinwirkungen verbunden – und das entlang des gesamten Lebenszyklus von Produkten. Es zeigt sich mehr und mehr, dass ein ressourcen- und energieintensives Wirtschaftssystem an seine Grenzen stößt.

Der Versuch der Wende – von der linearen zur kreislauffähigen Wirtschaft[3]

Um Umweltbelastung und Ressourcenverbrauch zu minimieren und nachhaltiges Wirtschaftswachstum zu fördern, hat die Europäische Kommission 2015 den Aktionsplan Circular Economy Action Plan beschlossen. Der Aktionsplan soll dazu beitragen, den Übergang von der gegenwärtigen Linearwirtschaft, die nach einem Durchflussprinzip organisiert ist, in eine zirkuläre Ökonomie zu beschleunigen. Die im EU-Kreislaufwirtschaftsparket gesetzten 54 Maßnahmen reichen von Produktion und Verbrauch bis hin zur Abfallentsorgung und zum Markt für Sekundärrohstoffe.

Die Kreislaufwirtschaft steht im Gegensatz zur weltweit dominierenden linearen Wirtschaft, die auf der starren Abfolge von ENTNEHMEN (take), PRODUZIEREN (make), VERWENDEN (use) und ENTSORGEN (dispose) basiert. Als alternatives Konzept ist die Kreislaufwirtschaft ein Modell, das auf die Wiederverwendung und Wiederverwertung von Produkten und Rohstoffen sowie die regenerative Kapazität natürlicher Ressourcen setzt. Dabei sollen sämtliche Ressourcen effizienter genutzt werden und Materialien so lange wie möglich „im Kreislauf“ verbleiben und geteilt, geleast, wiederverwendet, repariert, aufgearbeitet und recycelt werden.

---

[1] Literatur für Themenaufriss: vgl. DGNB 2019, Forschungsgruppe „Nachhaltige Ressourcennutzung“ 2016, IG Lebenszyklus Bau 2020, Lacy 2015, Rindler-Schantl et al. 2019.

[2] https://www.welt.de/wirtschaft/article162921498/Unserer-Welt-gehen-die-Rohstoffe-aus.html

[3] Das Prinzip der Kreislaufwirtschaft wurde 1990 vom dem britischen Wirtschaftswissenschaftler David W. Pearce aufbauend auf dem Konzept der industriellen Ökologie entwickelt, das die Minimierung von Ressourcen und den Einsatz sauberer Technologien befürwortet. (Forschungsgruppe „Nachhaltige Ressourcennutzung“ 2016: S. 10 f.)

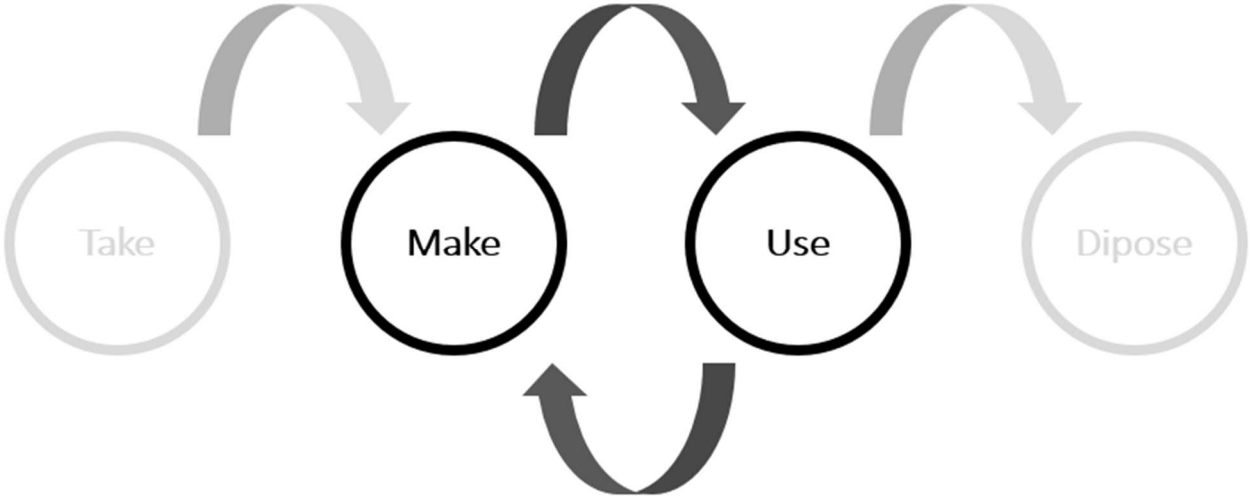


Abbildung 1: Modell Kreislaufwirtschaft, eigene Darstellung (© UIV)

Paradigmenwechsel im Bauen

Wird gebaut, werden Rohstoffen der Umwelt entnommen, gelagert, transportiert, aufbereitet, zu Baustoffen verarbeitet und letztendlich verbaut. Die gesamte Verarbeitungskette verbraucht selbst Energie und Ressourcen und erzeugt in der Herstellung Abfälle. 71 Prozent des Gesamtgewichtes der Abfälle in Österreich sind auf das Bauwesen zurückzuführen.[4] Mit Ausnahme von Metall, wo die Wertdichte hoch genug ist, abgebrochene Bauteile als Rohstoff in die Produktion zurückzuführen, sind „geschlossene Kreisläufe" in der Bauwirtschaft aktuell gerade einmal zu 10 Prozent vorhanden.[5]

Als einem der rohstoffintensivsten Wirtschaftszweige kommt dem Bauwesen in der Kreislaufwirtschaft eine zentrale Rolle zu. Dabei gehen die Prinzipien kreislauffähigen Bauens über die Berücksichtigung von Energieeffizienz, der CO_2-Einsparungen und den Einsatz erneuerbarer Energien hinaus – zirkuläres Bauen hat allen voran zum Ziel, Rohstofferträge zu erhöhen, indem Kreisläufe geschlossen werden.

In der Smart City Wien Rahmenstrategie 2019-2050 wird das Ziel formuliert, bis 2050 Bauteile und Materialien von Abrissgebäuden und Großumbauten zu 80 Prozent wiederzuverwenden oder zu verwerten. Damit dies möglich wird, müssen gebundene Rohstoffvorkommen im Gebäudebestand aktiviert und neue Stadtteile und Gebäude künftig so geplant werden, dass von Anfang an Aspekte der Rückbaubarkeit und Wiederverwertung berücksichtigt werden.

[4] Smart City Wien Rahmenstrategie:77.

[5] Rindler-Schantl 2019: 214f.

Kreislauffähiges Prozessdesign – Umdenken auf allen Ebenen

Erklärtes Ziel der Kreislaufwirtschaft ist es, Abfälle auf ein Minimum zu reduzieren. Dabei geht es nicht nur um die Vermeidung „physikalischer Rückstände“ in Form von Müll, sondern darum, „Verschwendung aller Art“ zu minimieren. Derzeit werden z.B. Autos 92 Prozent ihrer Lebensdauer nicht genutzt und 60 Prozent aller Büros in Europa bleiben selbst zu Bürozeiten leer.[6] Für eine nachhaltige Zukunftsentwicklung im Sinne zirkulärer Kreisläufe muss neben kreislauffähigen Materialien und ressourcenschonenden Konstruktionsformen auch ein Umdenken auf Nutzungsebene passieren: Die Nutzung bestehender Güter muss intensiviert und verlängert werden, z.B. in Form von Sharing-Angeboten oder „Product-as-a-Service-Konzepten“, Gebäude/Quartiere müssen so konzipiert werden, dass diese möglichst nutzungsneutral gestaltet und ohne hohen Ressourcenaufwand den sich wandelnden Bedürfnissen der Nutzerinnen und Nutzer angepasst werden können. Ziel ist, die Nutzungsintensität zu maximieren, die Nutzungsdauer zu erhöhen und Flexibilität im Sinne eines „Remanufacturing“ zu ermöglichen.

Zielsetzung Trendscouting

Um einer „De-Materialisierung“ auf allen Ebenen Rechnung tragen zu können, muss beginnend bei der städtebaulichen Planung bis hin zum architektonischen Entwurf im gesamten Planungsprozess darauf geachtet werden, kreislauffähige Prinzipien zu implementieren.

Das vorliegende Trendscouting-Projekt fokussiert deshalb auf relevante Anknüpfungspunkte der Disziplinen Stadtplanung, Bauwesen und Architektur und hat zum Ziel, auf Basis **internationaler Good Practice-Beispiele**, die Rolle der Stadtplanung im integralen Planungsprozess zu schärfen und Barrieren und Hemmnisse im kreislauffähigen Bauen zu identifizieren.

[6] Smart City Wien Rahmenstrategie:49.

1_Frame Changers – Grundlagen im Wiener Kontext

1.1_Aktuelle Entwicklungen zu Instrumenten und Grundlagen

Die Implementierung einer Kreislaufwirtschaft im Kontext von Stadtentwicklung und Bauwesen erfordert ein Hinterfragen des „business as usual“ und Veränderung in vielen Bereichen. Um unnötigen Abfall zukünftig zu reduzieren und Ressourcen möglichst lange in zirkulären Kreisläufen zu behalten, müssen Antworten darauf gefunden werden,

- wo wertvolle Sekundärrohstoffe gelagert sind und wann diese abgebaut werden können,
- wie Gebäude zukünftig geplant werden müssen, um ein späteres Upcycling zu ermöglichen,
- welche Regulierungen durch Normen, Vorschriften und Gesetze notwendig sind, um die Transformation einer linearen zu einer zirkulären Bauwirtschaft zu beschleunigen
- und wie Materialströme zwischen Rück- und Neubauten hergestellt werden können.

Aktuell gibt es in Wien eine Vielzahl an Forschungsprojekten, Initiativen und Bemühungen der öffentlichen Hand, privater Unternehmen, der Universitäten und diverser Vereinen und Kollektive, die die Fragestellungen in den Themenbereichen **Digitalisierung: Bauwerksdaten und Sekundärrohstoffkataster, Rechtsrahmen: Regulative Grundlagen und Verfahren** sowie **Vernetzung: Plattformen zur Materialvermittlung** adressieren.

Digitalisierung: Bauwerksdaten und Sekundärrohstoffkataster

Um das Ziel der Smart City Wien Rahmenstrategie – bis 2050 mindestens 80 Prozent der Bauteile und Materialien wiederzuverwenden – zu erreichen, braucht es Daten zur Lage der antrophogenen Ressourcen in der Stadt. Nur wenn die Information vorliegt, welche Materialien wo, in welcher Form und wann zur Verfügung stehen, besteht die Möglichkeit, das reiche urbane Reservoir an verfügbaren Sekundärrostoffen zu aktivieren (Urban Mining). Die Herausforderungen, die sich diesbezüglich im Bestand stellen, unterscheiden sich von jenen im Neubau:

- Im **Bestand** geht es primär darum, Methoden dafür zu entwickeln, die bereits verbauten urbanen Rohstoffe in Sekundärrohstoffkatastern abzubilden. Die Schwierigkeit besteht darin, ohne ausreichende Plandokumentation Aussagen über die Zusammensetzung, Qualität und Quantität der Sekundärrohstoffe zu treffen.
- Um hohe Recyclingraten zu gewährleisten ist es essentiell, **Neubauten** zukünftig so zu bauen, dass Bauteile und Bauteilschichten gut zugänglich und leicht trennbar sind. Die frühen Planungsphasen haben dabei den größten Einfluss auf die Reduktion des Abfallaufkommens und die Möglichkeit zum Upcycling. Neue digitale Planungswerkzeuge unterstützen die Planung und Dokumentation kreislauffähiger Gebäude.

Folgende (Forschungs-)Projekte und Initiativen wurden bzw. werden u.a. in Wien in diesem Kontext aktuell umgesetzt (Auswahl):

Hochbauten als Werkstoffquelle[7]

Magistratsdirektion Bauten und Technik in Kooperation mit Christian Doppler Labor für Anthropogene Ressourcen (TU Wien) und Stadt Wien – MA 22 Umweltschutz, 2012-2015

Da Bestands- bzw. Genehmigungspläne in der Regel keine Angaben über die eingesetzten Materialien und deren Verbunde enthalten und auch Entsorgungsnachweise, die beim Rückbau von Abbruchunternehmen geführt werden, wenig über die Materialzusammensetzung von Gebäuden preisgeben, verfolgte das Projekt „Hochbauten als Werkstoffquelle“ das Ziel, eine neue Methode zu entwickeln, Materialien im Gebäudebestand zu bestimmen.

Im Zuge des Projekts wurden rd. 14 Abbruchgebäude unterschiedlicher Kategorien (Nutzung, Bauperiode) auf ihre Materialzusammensetzung hin untersucht. Über die Fallstudien hinaus analysierte man Bauakten bestehender Gebäude und Lebenszyklusanalysen von Neubauten, aus denen zusätzlich Rückschlüsse über die Zusammensetzung, Verfügbarkeit und Qualität der in der Bestandsstadt gebundenen Ressourcen gezogen werden konnten. Insgesamt wurden die Daten von über 60 Gebäuden ausgewertet.

Auf dieser Grundlage wurde eine Methode zur Bestimmung der Materialintensität und zur Prognose zukünftiger Abfallmengen für unterschiedliche Gebäudeklassen entwickelt. Auf Basis von GIS-Datensätzen wurde die Gebäudestruktur im gesamten Stadtgebiet analysiert, und die unterschiedlichen Gebäudeklassen konnten auch im Stadtgebiet verortet werden. Mit der Zusammenführung der Informationen aus den GIS-Datensätzen mit den Informationen über die Materialintensität je Gebäudeklasse, konnte die Verteilung der verbauten Materialien im ganzen Stadtgebiet berechnet und räumlich dargestellt werden. Damit wurde ein erster Schritt in Richtung Sekundärrohstoffkataster getan.

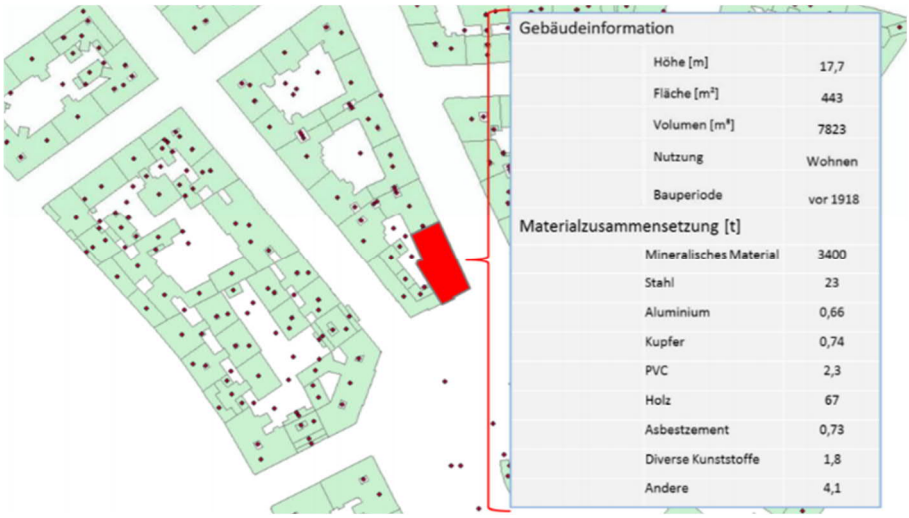


Abbildung 2: Materialinformation auf Gebäudeebene im Ressourcenkataster für Wien, © Stadt Wien

[7] vgl. Kleemann, Lederer & Fellner 2015, Deinhammer & Jarolim 2020.

BIMaterial– Prozess-Design für BIM-basierten, materiellen Gebäudepass[8]

TU Wien, Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement, Forschungsgruppe Integrale Bauplanung und Industriebau, 2018

Um den gesamten Lebenszyklus von Gebäuden hinsichtlich ihrer Ressourceneffizienz zu prognostizieren, braucht es neue digitale Werkzeuge, die Informationen in Datenmodellen bündeln und die Durchführung von Analysen und Optimierungen bereits in frühen Planungsphasen ermöglichen. Mit dem Projekt „BIMaterial“ wurde solch ein Werkzeug in Form eines BIM-basierten[9] materiellen Gebäudepass (MGP)[10] entwickelt. Neben der Funktion als Planungs- und Optimierungswerkzeug im Hinblick auf den effizienten Materialeinsatz und späteren Rückbau, dient das Tool als Recycling- und Materialdatenbank und somit als Grundlage für einen urbanen Rohstoffkataster auf Stadt-Ebene.

Zur Ermöglichung einer Integration des MGP in das Baueinreichungsverfahren, wurden Vorgaben für eine standardisierte Erstellung und ein entsprechendes Regelwerk dafür (mit Parametrik und Berechnungsmethodik) entwickelt.

Mining the Urban Building Stock (MUBS)[11]

TU Wien, Institut für Wasserwirtschaft und Ressourcenmanagement, Forschungsbereich Abfallwirtschaft und Ressourcenmanagement, 2017-2020

Baureste gelangen von der Baustelle in die Abfallwirtschaft und werden dort entsorgt, sofern die Rückgewinnung nicht geregelt ist. Aktuell bestehen Forschungslücken hinsichtlich der Materialbestände und -flüsse im Gebäudepark sowie der ökonomischen Wertigkeit von Sekundärrohstoffen, die das Projekt adressiert.

Im Zuge des Projekts wurde eine Methode entwickelt, die für einen Gebäudepark die Materialinputs, -bestände und -outputs analysiert und Baurestmassenströme in Hinblick auf ihre ökonomische Recyclingfähigkeit beurteilt. Mit der im Projekt entwickelten Klassifizierung von Sekundärrohstoffen ist zukünftig möglich, Priorisierungen in Bezug auf Recycling und Entsorgung von Baurestmassenströmen vorzunehmen. Die Ergebnisse sollen die Abfallwirtschaft auf dem Weg hin zu einer umfassenden Ressourcenwirtschaft unterstützen. Für die Bauwirtschaft wird deutlich, welches qualitative und quantitative Rohstoffpotenzial im städtischen Gebäudepark zu erwarten ist.

---

[8] vgl. Kovacic et al. 2018, TU Wien (n.d.)b.

[9] BIM (Building Information Modeling) beschreibt eine Methode der vernetzten 3D-Gebäudeplanung mithilfe von Software. Dabei werden alle relevanten Bauwerksdaten digital modelliert, erfasst und als virtuelles Modell geometrisch visualisiert. Ein Vorteil von BIM ist die Möglichkeit zur kontinuierlichen Datenaufbereitung während des gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes.

[10] Ein MGP (Materieller Gebäudepass) dokumentiert die materielle Zusammensetzung eines Bauwerkes und gibt (quantitative und qualitative) Auskunft über die relevanten Rohstoffe in einem Bauwerk. Diese Dokumentation ermöglicht einen effizienten Rückbau und dient als Grundlage für ein Sekundärrohstoffkataster (TU Wien, (n.d.)b).

[11] vgl. TU Wien 2017.

BIMstocks[12]

TU Wien, Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement, Forschungsgruppe Integrale Bauplanung und Industriebau, laufend

Das Projekt „BIMstocks“ adressiert die Problematik, dass das fehlende Wissen über den Gebäudebestand die Wiedernutzung und das Recycling von Materialien und Bauelementen erheblich erschwert. Als Antwort wird eine Methodik zur durchgängigen und digitalen Erfassung der materiellen Zusammensetzung des Baubestandes entwickelt. Liegen ausreichend Informationen über die Beschaffenheit bestehender Gebäude vor, kann auch der Gebäudebestand mittels BIM-Software (die normalerweise dafür benutzt wird, Neubauten zu modellieren) als „as-built“-Modell dargestellt werden. Auch die „nachträgliche“ Ausstellung eines Materiellen Gebäudepasses wird so möglich.

Die Innovation des Projekts liegt in der Kopplung unterschiedlicher Technologien und Maßstabsebenen: Ein BIM-Objektkatalog, der typische Wiener Bestandsgebäude umfasst, wird von der Bauteil-Ebene auf die Stadt-Ebene hochskaliert und ermöglicht die Modellierung eines umfassenden Sekundärrohstoffkatasters und die Prognostizierung zukünftiger Recyclingpotenziale.

M-DAB: Materialressourcen der Stadt digitalisieren, analysieren und nachhaltig bewirtschaften[13]

TU Wien, Institut für Raumplanung, Forschungsbereich Örtliche Raumplanung, 2019-2021

Im Forschungsvorhaben „M-DAB“ wird untersucht, wie mit Hilfe digitaler Technologien die bestehenden und zukünftigen Materialressourcen im Bauwesen qualitativ (Baustoffe und Recycling) und quantitativ (Baustoffmengen) festgestellt werden können.

Ziel ist es, die wirtschaftlichen Parameter von Abfallbeseitigung und Ressourcen-Rückgewinnung zu berechnen und deren zukünftige Verfügbarkeit zu prognostizieren, um eine höhere Transparenz von Folgekosten bei Schadstoffbeseitigung und eine bessere Planbarkeit im Bereich der Rohstoffrückgewinnung zu erreichen. Dafür wird ein Planungstool entwickelt, das die automatisierten Berechnungs- und Simulationsergebnisse visuell aufbereitet und so „schlummernde“ Ressourcen und Kosten für unterschiedliche Stakeholdergruppen aus Planung, Verwaltung und Politik sichtbar macht.

Digitaler geoZwilling[14]

Stadt Wien, MA 01 und MA 41, 2020-2022

Zur Erstellung eines Sekundärrohstoffkatasters für das gesamte Stadtgebiet braucht es als Grundlage eine möglichst genaue virtuelle Abbildung der gebauten Umwelt. Dafür wird aktuell ein digitaler „geoZwilling“ erstellt, der sowohl Gebäude als auch weitere bauliche Elemente wie Brücken, Tunnel oder Straßenmobiliar enthält. In Kombination mit Daten über die materielle Zusammensetzung des Baubestandes kann das urbane Ressourcenlager abgebildet werden.

Der digitale „geoZwilling“ ist Teil des Projekts „Digitaler Zwilling Wien“, in den u.a. auch Echtzeitdaten und Sensordaten der Wiener Linien, der Wiener Netze sowie einzelner Magistratsabteilungen eingespeist werden.

---

[12] vgl. Stadt der Zukunft (n.d.), TU Wien (n.d.)a.

[13] vgl. FFG Projektdatenbank 2019.

[14] vgl. Hartmann 2020.

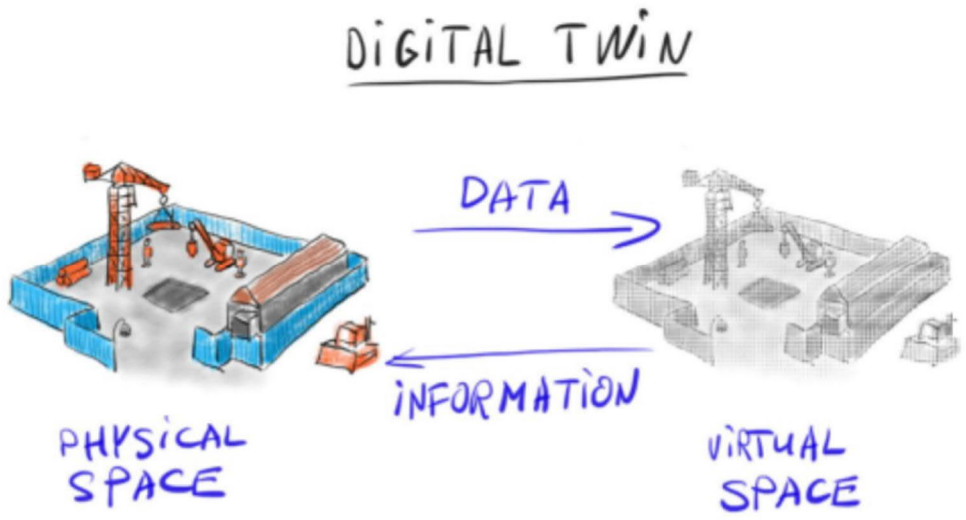


Abbildung 3: Digitaler Zwilling der Stadt Wien, © Stadt Wien

Key Learnings – Digitalisierung: Bauwerksdaten und Sekundärrohstoffkataster

- **Kataster für Sekundärrohstoffe als Grundlage für Urban Mining**
  Der verwertungsorientierte Rückbau basiert allen voran auf dem Wissen über die anthropogenen Ressourcen der Stadt. Deshalb wird aktuell daran gearbeitet, Sekundär-rohstoffkataster zu erstellen, in denen Bestandsgebäude sowie Neubauten gleichermaßen erfasst werden.
- **Digitale Planungsinstrumente als „Driver of Change" im kreislauffähigen Bauen**
  Digitale Tools ermöglichen bereits in frühen Planungsphasen Gebäude ressourceneffizient zu planen und deren Rückbaufähigkeit zu optimieren. Das im integralen Planungsprozess erstellte 3D-Modell ist „digitaler Zwilling" des realen Gebäudes und unterstützt Wartung und Betrieb auch nach Fertigstellung.
- **Materialtransparenz durch die Kopplung/Integration digitaler Werkzeuge**
  Wird das BIM-Modell mit Öko- und Materialdatenbanken verknüpft, kann ein Materieller Gebäudepass (MGP) erstellt werden, der eine Art Nach- und Ausweis für die Kreislauffähigkeit des Gebäudes darstellt. Der MGP enthält Informationen darüber, welche verwendeten Materialien sich gut trennen lassen und welche chemische Zusammensetzung die verbauten Produkte besitzen.
- **Berechnungs- und Simulationsmodelle zur Schaffung von Kostentransparenz**
  Zur Steigerung der Absatzquote und zur effizienteren Nutzung von recycelten Bauabfällen ist Kostenwahrheit in Hinblick auf Folgekosten bei Schadstoffbeseitigungen zentral. Nur wenn in Kostenaufstellungen der gesamte Lebenszyklus berücksichtigt wird, sind Sekundärrohstoffe gegenüber Primärrohstoffen wettbewerbsfähig.

Rechtsrahmen: Regulative Grundlagen und Verfahren

Was den regulatorischen Rahmen betrifft, gilt es, zwischen Normen, bautechnischen Vorschriften und Verordnungen/Gesetzen zu unterscheiden (Stufenbau der Rechtsordnung)[15]:

- **Normen** sind freiwillig anzuwendende Empfehlungen zu technischen Lösungen, die vom Gesetzgeber für verbindlich erklärt werden können, wodurch ÖNORMEN Gesetzesrang (Verordnungsrang) erlangen. Die verpflichtende Anwendung bzw. Einhaltung spezieller Normen kann darüber hinaus vertraglich vereinbart werden. Der „Stand der Technik" wird ebenso anhand von Normen gemessen, was für die öffentliche Beschaffung (u.a. Ausschreibungen, Wettbewerbe und Vergabe) von hoher Relevanz ist. Aktuell ist das Ende des Lebenszyklus (u.a. Rückbau und Abbrucharbeiten) bereits gut normiert (mit ÖNORM B 3151, ÖNORM B 3140, ÖNORM B 2251, ÖNORM B 3132).
- Die **OIB-Richtlinien** dienen der Harmonisierung der bautechnischen Vorschriften in Österreich. Sie werden vom Österreichischen Institut für Bautechnik (OIB) herausgegeben. In Wien sind die OIB-Richtlinien 1-6 über die BO f. Wien verankert. Es ist in der Planung/Ausführung möglich von den technischen Anforderungen abzuweichen, wenn die Anforderungen auf eine andere Art auf gleichem Niveau erfüllt werden (Gleichwertigkeit von Ersatzmaßnahmen).

  Die neue Grundanforderung der EU-Bauprodukteverordnung „Nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen" deckt den Nachhaltigkeitsaspekt der Ressourceneffizienz ab, ist in den OIB-Richtlinien jedoch noch nicht abgebildet.
- In **Gesetzen und Verordnungen** werden zielorientierte Anforderungen auf Landes- und Bundesebene verbindlich festgesetzt. Für die Umsetzung von Urban Mining/kreislauffähigem Bauen sind allen voran die Recycling-Baustoffverordnung und der Bundes-Abfallwirtschaftsplan relevant.

  Das Baubewilligungsverfahren ist in der Bauordnung für Wien (Wiener Landesgesetz) geregelt. Mit der Baueinreichung ist verbindlich ein Energieausweis abzugeben, der umfassende Informationen zum Energiebedarf des Gebäudes beinhaltet (u.a. Energiekennzahl, Primärenergiebedarf, CO2-Emissionen, Gesamtenergieeffizienz-Faktor etc.). Die Rohstoffeffizienz spielt aktuell im Baubewilligungsverfahren keine Rolle.

Folgende für kreislauffähiges Bauen zentrale Instrumente auf regulatorischer Ebene wurden bereits umgesetzt:

Recycling-Baustoffverordnung (Verordnung auf Bundesebene)[16]

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2016

Mit der Recycling-Baustoffverordnung (RBV) wurden auf Bundesebene Anforderungen festgelegt, die beim Abbruch von Bauwerken zu erfüllen sind, um Kreislaufwirtschaft und Materialeffizienz zu fördern. Die Verordnung stellt einen geordneten und verwertungsorientierten Rückbau sicher und fördert eine hohe Qualität von bei Bau- und Abbruchtätigkeiten anfallenden Abfällen.

[15] vgl. IG Lebenszyklusbau 2020: 5
[16] vgl. WKO 2020, Österreichischer Baustoff-Recycling Verband (n.d.)

Bundes-Abfallwirtschaftsplan[17]

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, 2018

Auf Bundesebene wird seit dem Jahr 1992 alle sechs Jahre ein Abfallwirtschaftsplan für Österreich erstellt. Der aktuelle Bundes-Abfallwirtschaftsplan von 2018 umfasst im Wesentlichen eine Bestandsaufnahme der österreichischen Abfallwirtschaft, Information zu Input, Kapazitäten und regionaler Verteilung der Abfallverwertungs- und Abfallbeseitigungsanlagen, eine Darstellung der Vorgaben und Maßnahmen des Bundes gemäß Abfallwirtschaftsgesetz (AWG) 2002, Behandlungsgrundsätze für bestimmte Abfallströme und das österreichische Abfallvermeidungsprogramm. Für kreislauffähiges Bauen relevant sind darüber hinaus die Regelungen zur Verwertung von Aushubmaterialien.

Digitale Baueinreichung[18]

Stadt Wien, 2019

Seit Juni 2019 können Bauansuchen und alle dafür benötigten Dokumente und Planunterlagen online eingebracht werden. Bis auf Weiteres müssen die Baupläne trotzdem zusätzlich auf Papier an die Baupolizei übermittelt werden. Nach Abschluss des Baubewilligungsverfahrens wird der Bescheid an die elektronische Zustelladresse übermittelt.

Die Möglichkeit zur digitalen Baueinreichung soll in den nächsten Jahren Stück für Stück ausgebaut werden – bis hin zu einer BIM-unterstützen Einreichung, um die Verwendung digitaler Planungstools zu forcieren.

Mehrere aktuelle Projekte beschäftigen sich zudem mit rechtlichen Fragestellungen:

BRISE - Building Regulations Information for Submission Envolvement[19]

Stadt Wien und interdisziplinäres Forschungsteam der TU Wien, 2020-2022

Das Forschungsprojekt „Brise“ wird durch die Europäische Union mittels „Urban Innovation Actions“ (UIA) gefördert und hat zum Ziel, das digitale Baugenehmigungsverfahren gemeinsam mit Partnerinnen und Partnern aus dem Bereich Wissenschaft und Forschung sowie mit Anwenderinnen und Anwendern aus der Baubranche weiterzuentwickeln. Kernaufgaben des interdisziplinären Forschungsteams der TU Wien beinhalten u.a. die Erforschung von Künstlicher Intelligenz (KI) und Augmented Reality (AR) im Kontext von Baugenehmigungsverfahren.

[17] IG Lebenszyklus Bau 2020, Umweltbundesamt (n.d.).

[18] vgl. Stadt Wien (n.d.)b, Sturm 2019.

[19] vgl. Stadt Wien (n.d.)c.

B (Lex ReUse) – Abfallvermeidung im Bauwesen durch Wiederverwendung von Bauteilen - rechtswissenschaftlich-technische Ist-Analyse[20]
TU Wien, Institut für Wassergüte und Ressourcenmanagement, Forschungsbereich Abfallwirtschaft und Ressourcenmanagement, 2019-2020

Das Projekt „B (Lex ReUse)“ untersucht über das Abfallrecht hinausgehend weitere Rechtsmaterien entlang des Produktlebenszyklus und analysiert deren Übereinstimmung mit den Zielen der Abfallvermeidung und Kreislaufwirtschaft. Ziel des Projekts ist es, entlang des gesamten Lebenszyklus von Bauprodukten die Vor- und Nachteile der bestehenden Rechtslage im Sinne der Abfallvermeidung bzw. Wiederverwendung zu prüfen.

Key Learnings – Rechtsrahmen: Regulative Grundlagen und Verfahren

- **Von der Energie- über die Rohstoff- zur Ressourceneffizienz**
  Die Energieeffizienz von Gebäuden findet im Baubewilligungsverfahren bereits Berücksichtigung (Energieausweis), während die Rohstoffeffizienz, die über einen Materiellen Gebäudepass (MGP) abgebildet werden könnte, aktuell nicht nachgewiesen werden muss.
- **Normen in der öffentlichen Beschaffung**
  ÖNORMEN sind wirkungsvolle Hebel zur Implementierung kreislauffähiger Prinzipien in der öffentlichen Beschaffung, da sie in Ausschreibungen/Wettbewerben als verbindlich erklärt werden können.
- **Unklarheiten bei Fragen der Haftung und Gewährleistung bei Wiederverwendung**
  Hinderlich für die Wiederverwendung gebrauchter Baustoffe/Bauteile ist die bestehende Unsicherheit/Unwissenheit hinsichtlich der Rechtslage in Bezug auf Fragen der Haftung und Gewährleistung.
- **Von der digitalen Baueinreichung zum digitalen Bauverfahren**
  Neben der digitalen Baueinreichung braucht es ein digital abzuwickelndes Bauverfahren, um, bspw. im Zuge der Fertigstellungsanzeige (§ 128 BO f. Wien), Materielle Gebäudepässe (MGP) zur Dokumentation der tatsächlich verbauten Materialien und Bauteile verpflichtend einfordern zu können.

Vernetzung: Plattformen zur Materialvermittlung

Da zum Zeitpunkt des Rückbaus in der Regel noch nicht klar ist, wann und wo die Materialien und Bauteile wiederverwendet bzw. wiederverwertet werden, müssen diese bis zum Weiterverkauf zwischengelagert werden. Neben Lagerflächen braucht es Strukturen und Geschäftsmodelle, um Angebot und Nachfrage „zusammenzubringen“.

[20] vgl. TU Wien 2019.

Bauteilekatalog[21]
BauKarussell, seit 2016

Das Projektkonsortium BauKarussell, das sich 2016 aus unterschiedlichen Organisationen und Betrieben zusammengefunden hat, bietet verwertungsorientierten Rückbau mit sozialem Mehrwert und besonderem Fokus auf Wiederverwertung von Bauteilen großvolumiger Objekte. Für seinen innovativen Rückbau-Ansatz wurde BauKarussell wiederholt ausgezeichnet.

Ein zentraler Geschäftszweig von BauKarussell ist es, Re-Use-fähige Bauteile einer Wiederverwendung zuzuführen. Dafür führt BauKarussell für gewerbliche sowie private Kundinnen und Kunden einen Re-Use-Bauteilkatalog. Projektbeispiele von BauKarussell sind der Rückbau des ehemaligen Coca-Cola Fabriksgeländes, auf dem die Biotope City Wienerberg entstanden ist, sowie der neue MedUni Campus Mariannengasse. Bei beiden Projekten konnten Bauteilen aus den rückgebauten Gebäuden in die neuen Gebäude integriert werden.

Materiallager[22]
Materialnomaden

Die Materialnomaden sind ein Kollektiv mit Expertise in den Bereichen Architektur, Stadtplanung, Baudurchführung, Restaurierung, Kunst, Design und Tragwerksplanung. Sie bieten Dienstleistungen zur Bewertung von Materialien und Gebäudekomponenten hinsichtlich ihres Re-Use-Potenzials sowie die Erstellung von Machbarkeitsstudien. Darüber hinaus werden Bauteile und Materialien aus Rückbaugebäuden auf der Online-Plattform „re:store“ zum Verkauf angeboten.

Die dort angebotenen „Produkte“ werden von den Materialnomaden selbst rückgebaut. Dafür müssen die EigentümerInnen den Preis der Entsorgungskosten an die Materialnomaden zahlen, sparen sich jedoch die Deponiekosten. Für die Bauteile und Materialien besteht keine Gewährleistung, da diese als Restaurierungsobjekte eingestuft sind.

Challenge: Von der Planung bis zum Abriss – den Baukreislauf neu organisieren[23]
IÖB, Stadt Wien, Wirtschaftsagentur, 2020

IÖB (Innovationsfördernde Öffentliche Beschaffung), die Stadt Wien und die Wirtschaftsagentur haben im Herbst 2020 die Challenge „Von der Planung bis zum Abriss – den Baukreislauf neu organisieren“ ausgeschrieben. Die Einreichungen sollen die Fragestellung beantworten, wie ein sich wirtschaftlich selbsttragender Marktplatz zur Förderung verwertungsorientierter Rückbauten aussieht. Gesucht wird der aktive Austausch mit Unternehmen, die eine europaweite Plattform für Re-Use in Bau- und Materialwirtschaft als selbstragendes Geschäftsmodell lancieren und betreiben möchten. Auf der Plattform sollen AkteurInnen aus der Baubranche für kreislauffähiges Bauen relevante Leistungen und Produkte anbieten und Sekundärmaterialien vertrieben werden.

---

[21] vgl. RecyclingPortal 2017, Baukarussel (n.d.)a, Baukarussell (n.d.)b, Medizinische Universität Wien 2019, Bruckner 2020.

[22] vgl. Materialnomaden (n.d.).

[23] vgl. IÖB Innovationsplattform 2020.

RenoBooster[24]
Stadt Wien, MA 25, MA 50 und MA 20, 2019-2022

RenoBooster ist ein Beratungs- und Förderangebot der Stadt Wien für energetische Sanierungen von Wohngebäuden. Das Angebot richtet sich mit der Beratungsstelle „Hauskunft“ an HauseigentümerInnen und -verwalterInnen und unterstützt insbesondere die Verwendung von Re-Use-fähigen, schadstofffreien und/oder recycelbaren Baustoffen und Materialen.

Das Projekt wird mit 1,9 Millionen Euro durch das Programm „Horizon 2020“ der Europäischen Union gefördert.

Key Learnings – Vernetzung: Plattformen zur Materialvermittlung

- **Zentraler Marktplatz zur Vernetzung beteiligter Akteure**
  Eine Herausforderung für die Wiederverwendung von rückgebautem Material und Bauteilen ist deren Vermittlung und Zwischenlagerung. Auf Stadtebene braucht es daher einen zentralen Marktplatz, um den Vertrieb zu organisieren sowie Strukturen für eine Zwischenlagerung sicherzustellen.
- **Materialengpässe und fehlende Logistik für Rücknahme/Lagerung**
  Nicht immer sind die entsprechenden Materialien in der erforderlichen Menge und mit denselben Qualitätsstandards an Ort und Stelle verfügbar. Um eine Wiederverwendung in größerem Maßstab voranzutreiben, ist einerseits der Einsatz von Systembauteilen in Standardformaten förderlich, andererseits ein Marktplatz mit größerer Reichweite.
- **Unsicherheiten bezüglich Haftungsfragen**
  Die fehlende Gewährleistung beim Einsatz bereits verwendeter Materialien erschwert die Wiederverwendung. Darüber hinaus werden „Second-hand-Bauteile“ oftmals mit niedriger Qualität in Verbindung gebracht.

[24] vgl. Stadt Wien (n.d.)d, Urban Innovation Vienna (n.d.).

1.2_Zentrale Wiener AkteurInnen und deren Aufgabengebiet

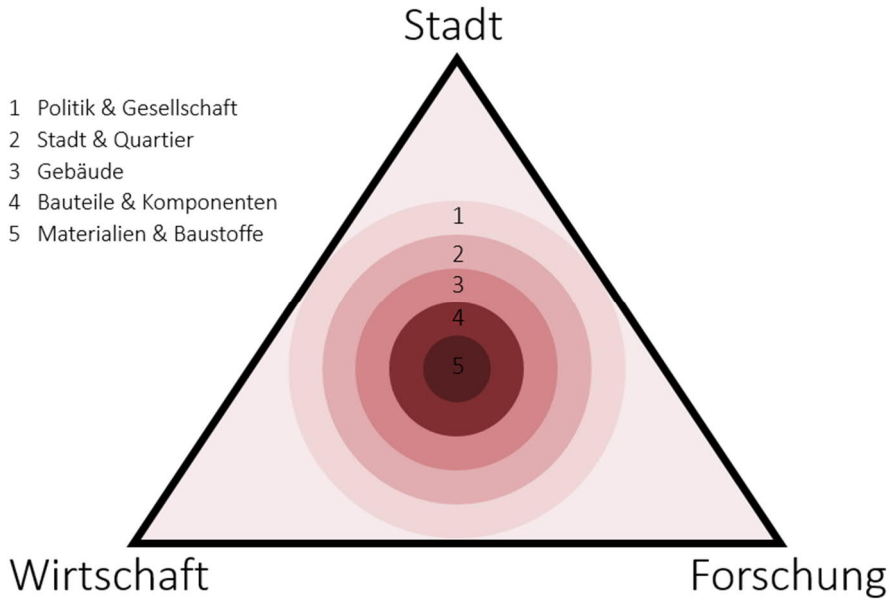


Abbildung 4: Relevante Sphären zur Umsetzung der Circular Economy im Spannungsfeld Stadt, Wirtschaft und Forschung, eigene Darstellung (© UIV) auf Basis einer Grafik von DGNB 2019: 16.

Verfolgt man das Ziel, materielle Ressourcen so lange wie möglich in Kreisläufen zu behalten, ist es in unterschiedlichen Sphären – Materialien, Bauteile, Gebäude, Stadt und Governance – notwendig, Hindernisse zu identifizieren, Wissen zu generieren und Prozesse neu zu strukturieren. Dafür braucht es Akteurinnen und Akteure, die vernetzt handeln, neue Zugänge für bisher getrennt geplante Abläufe entwickeln und Veränderungen vorantreiben.

Die Personen sowie Institutionen, Unternehmen, Vereine und Kollektive, die in Wien aktuell zur Forschung, Entwicklung, Verbreitung, Vernetzung, Planung und Umsetzung kreislauffähiger Prinzipien beitragen, lassen sich drei zentralen Bereichen zuordnen:

- **Wiener Stadtverwaltung**
  u.a. Magistratsdirektion für Bauten und Technik, MA 01, 22, 23, 39, 41, 48
- **Forschung und Wissenschaft**
  u.a. Christian Doppler Labor für Anthropogene Ressourcen (TU Wien), Institut für interdisziplinäres Bauprozessmanagement (TU Wien), Institut für Konstruktionswissenschaften und Produkteentwicklung (TU Wien)
- **Unternehmen aus der Wirtschaft, Vereine und Kollektive**
  u.a. BauKarussel, Materialnomaden, RepaNet, Romm ZT

In den **Tabellen 1-3** (siehe Anhang) werden Schlüsselpersonen zu den drei Bereichen genannt und deren Arbeitsschwerpunkte mit Fokus auf Kreislauffähigkeit dargestellt.

2_Hindernisse und Barrieren im Überblick[25]

Aus der Analyse des Status Quo in Wien (siehe Kapitel 1) und der internationalen Entwicklungen ergibt sich folgendes Gesamtbild im Hinblick auf Hindernisse und Barrieren im kreislauffähigen Bauen. Antworten auf diese Herausforderungen und erste pilothafte Lösungsansätze werden im Anschluss anhand von Good Practice-Beispielen aus verschiedenen europäischen Städten skizziert.

Rechtliche Hürden

- **Zielkonfliktauslösende Baunormen: Ressourceneinsatz vs. Nutzgewinn**
  Die Einsparung von Energie beim Beheizen von Gebäuden erfolgt im Wesentlichen durch die Dämmung der Außenhülle (meist über Wärmedämmverbund-Systeme (WDVS)). Dies führt zu einem Zielkonflikt zwischen Energieeffizienz und Ressourceneffizienz.[26]
- **Rechtliche Definition von Abfall**
  Das bestehende Abfallwirtschaftsgesetzes behindert Bemühungen so mancher MaterialwiederverkäuferInnen. Um diese abzubauen, braucht es Kriterien dafür, was in die gesetzliche Definition von Abfall fällt und was nicht.
- **Unklarheiten bei Fragen der Haftung und Gewährleistung**
  Erschwerend für die Wiederverwendung ist die bestehende Unsicherheit hinsichtlich der Rechtsblage beim Wiedereinsatz gebrauchter Materialien/Bauteile.
- **Mehrfachnutzung von Flächen derzeit rechtliche Grauzone**
  Unsicherheiten bezüglich Haftungsfragen führen zu Hemmnissen in Angebot und Nachfrage mehrfach genutzter Flächen.
- **Fehlende CE-Kriterien in Ausschreibung und Vergabe (öffentliche Beschaffung)**
  Werden entsprechende Anforderungen und Vorgaben (u.a. Ökobilanzierung, MGP) nicht in Ausschreibungsunterlagen (Wettbewerbe, Planungs- und Bauleistungen) verankert, kann die spätere Kreislauffähigkeit der Gebäude nicht gewährleistet werden.

Finanzielle Hürden

- **Fehlende Lebenszyklusbetrachtung**
  Aktuell werden Gebäude in ihrer Kalkulation nicht im gesamten Lebenszyklus betrachtet, weswegen die Umweltwirkungen und Kosten am Lebensende unberücksichtigt bleiben. Ohne der Berechnung einer Ökobilanz, werden Entsorgungskosten und mögliche Restwerte nicht zu Projektbeginn ermittelt und fließen demnach auch nicht in für die Kreislauffähigkeit relevanten Konstruktions- sowie Materialentscheidungen ein. Als Konsequenz wird oft die scheinbar günstigere und schnellere Bauweise, z.B. in Form verklebter Baustoffe, gewählt, die für Recycling und Wiederverwertung Barrieren darstellt, da der Abbruch schwierig und unwirtschaftlich wird.

---

[25] vgl. DGNB 2019, Dosch 2017, Rindler-Schantl et al. 2019.

[26] Anmerkung zum Zielkonflikt: Beim Wärmedämmen gilt, dass der erste Zentimeter Dämmung am wirksamsten ist. Er hält die meiste Energie zurück. Schon der zweite Zentimeter ist etwas weniger wirksam, der dritte noch weniger und so weiter. Der Herstellungsaufwand für jeden Zentimeter Dämmung bleibt jedoch gleich (Gesetz vom abnehmenden Grenznutzen). (Dosch 2017:23)

- **Primärrohstoffe sind günstiger als Sekundärrohstoffe (Lobbying)**
  Die Marktpreise für Primärrohstoffe bilden nicht die tatsächlichen Kosten ab, da z.B. Umweltschäden nicht in die Preisbildung miteinkalkuliert werden. Das führt dazu, dass recyceltes Material möglicherweise teurer ist als neues Material.
- **Linear ausgerichtetes Asset Management, fehlende Geschäftsmodelle**
  Während EntscheidungsträgerInnen im Bauwesen an der Kreislaufwirtschaft interessiert sind, fehlen ihnen aktuell Modelle, um Kreislaufstrategien für das Tagesgeschäft im Bauwesen relevant/rentabel zu machen. Für viele Unternehmen stellt die Ermöglichung von Rückwärtszyklen (z.B. die Produktrücknahme nach vereinbarter Nutzungsdauer) logistische Herausforderungen dar. Die Prozesse für die Wiederverwendung von Materialien bzw. die praktische Umsetzung kreislauffähiger Nutzungsmodelle (z.B. Mehrfachnutzung, Sharing-Modelle) sind oft noch nicht wirtschaftlich, da sie aufgrund geringer Nachfrage noch nicht etabliert sind.
- **Geringe Marktdurchdringung: Verfügbarkeitsproblem von Baustoffen/Bauteilen**
  Nicht immer sind die entsprechenden Materialien oder Produkte in der erforderlichen Menge mit den gleichen Qualitätsniveaus dort vorzufinden, wo man sie braucht. Das spärliche Angebot mindert die Nachfrage.

Technische Hürden

- **Diskrepanz zwischen Planung und tatsächlicher Ausführung**
  Aktuell sind Änderungen gegenüber der Planung nicht ausreichend dokumentiert, was dazu führt, dass Bestandspläne nicht die „gebaute Realität“ widergeben.
- **Lückenhafte Entsorgungsnachweise**
  Von Abbruchunternehmen geführte Entsorgungsnachweise stellen keine ausreichende Datengrundlage für einen verwertungsorientierten Rückbau dar (vgl. Wiener Pilotprojekt „Hochbauten als Werkstoffquelle“).
- **Materielle Intransparenz im Gebäudebestand**
  Gegenwärtig zeichnen sich Städte und Gebäude durch einen Mangel an materieller Transparenz aus. Den Akteuren fehlt ein übergeordneter (digitaler) Rahmen für die Zusammenstellung der für die Zirkularität relevanten Gebäudedaten, was ein bauplatzübergreifendes, ganzheitliches Gebäude-Lebenszyklusmanagement verhindert bzw. behindert.
- **Fehlende Standardisierung im Datenmanagement Unterschiedliche Datenstandards erschweren die Kopplung BIM und GIS, sowie Erstellung MPG**
  Die fehlende Standardisierung im Datenmanagement erschwert die Kopplung von BIM, MPG und GIS, besonders, wenn globale Player/Materialien zusammenkommen.
- **Fehlende Systembauteile in Standardformaten**
  Um den verwertungsorientierten Rückbau im größerem Maßstab voranzutreiben, ist der Einsatz von Systembauteilen in Standardformaten entscheidend, da so die Wiederverwendung von Einzelbauteilen erheblich erleichtert wird. Darüber hinaus erhöhen höhere Stückzahlen die Chance, dass Angebot und Nachfrage auf dem Sekundärmarkt zueinander finden.

Strukturelle Hürden

- **Linearer Planungsprozess**
  Aktuell wird in der Regel in aufeinanderfolgenden, streng getrennten Planungs- und Leistungsphasen sowie Gewerken geplant und gebaut, was den CE-Konstruktionsprinzipien widerspricht. Kreislauffähiges planen bedeutet ein Mehraufwand in frühen Planungsphasen, was sich in derzeitigen Honorarordnungen (z.B. HOAI) nicht widerspiegelt.
- **Unzureichendes Bewusstsein**
  Aktuell werden Bauteile/Materialien, die bereits verwendet wurden, von vielen Akteuren mit niedriger Qualität in Verbindung gebracht. Der Mehrwert eines verwertungsorientierten Rückbaus scheint zum derzeitigen Zeitpunkt in der breiten Bevölkerung noch nicht angekommen zu sein, was Entscheidungstragende mit der Schwierigkeit konfrontiert, Maßnahmen dahingehend zu setzen.
- **Geringe Akzeptanz**
  Die Akzeptanz für Mehrfachnutzung/Space Sharing ist nach derzeitigem Stand noch nicht bei allen Bevölkerungsgruppen gleichermaßen erreicht. Aktuell findet die Nutzung von z.B. Wohngemeinschaften oder Coworking Spaces häufig eher durch jüngere NutzerInnen statt. Hinsichtlich einer Ressourceneffizienz ist zu berücksichtigen, dass Space Sharing-Konzepte zu Rebound-Effekten führen, wenn die sogenannte Sharing-Flächen zusätzlich zum individuellen Flächenverbrauch errichtet werden.
- **Mangel an „Tested Knowledge“ und fehlende Vernetzung**
  Die Kreislaufwirtschaft steckt in vielerlei Hinsicht noch in ihren Kinderschuhen. Die mangelnde konzeptionelle Klarheit und die wenige Erfahrung auf dem Gebiet der Kreislaufwirtschaft kann mitunter zur Verunsicherung von InvestorInnen führen. Alle beteiligten Akteure müssen sich erst Wissen erarbeiten, sich Strukturen dafür aufbauen und neue Netzwerke formen. Die CE-Aufklärung muss in allen Bereichen des Planens und Bauens stattfinden (u.a. auch unter Berücksichtigung von Sprachbarrieren, Unklarheiten hinsichtlich rechtlicher Entsorgungsanforderungen etc.).

3_Good Practice – Internationales Innovationspotenzial

3.1_Internationale Vorreiter im Überblick

Mit dem von der Europäische Kommission 2015 beschlossenen Aktionsplan „Circular Economy Action Plan“ stehen alle EU-Länder gleichermaßen vor der Herausforderung, kreislauffähiges Bauen voranzutreiben und ihre Planungsprozesse dahingehend zu adaptieren. Obwohl die einzelnen Mitgliedsstaaten mitunter unterschiedliche rechtliche sowie organisatorische Rahmenbedingungen aufweisen, ermöglicht der Blick auf internationale Player einen wertvollen Erkenntnisgewinn für den Wiener Kontext – insbesondere im Hinblick auf die skizzierten Barrieren und Hindernisse.

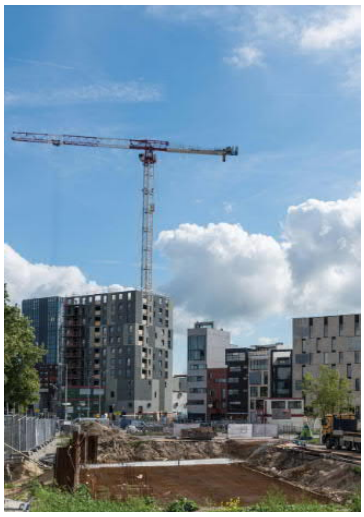
Im Fokus der vorliegenden Rechercheergebnisse stehen u.a. Beispiele, die Beschaffungsanforderungen für zirkuläres Bauen implementieren, Wissensgenerierung und -transfer forcieren, Zertifizierungssysteme entwickeln und/oder innovative Umsetzungsprojekte darstellen, die das Potenzial zur Skalierung aufweisen.

Übersicht: Internationale Good Practice-Beispiele

Öffentliche Beschaffung: Kreislauffähige Vergabevorgaben

Roadmap Cirular Land Tendering, Amsterdam (NL)[27]

Um die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft in Ausschreibungs- und Vergabeverfahren von Bauprojekten zu verankern, wurde im Rahmen des Programms „Circular Amsterdam“ (Laufzeit 2016-2018) eine Roadmap mit einer neuen Bewertungsmatrix entwickelt. Anhand 32 qualitativer und quantitativer Kriterien (u.a. „Design for Disassembly“ [28], „Re-Usability of Materials at an equivalent Level of Quality“) wird sichergestellt, dass in der Vergabe öffentlicher Bauvorhaben die nachhaltige und ressourceneffiziente Nutzung von Gebäuden über den gesamten Lebenszyklus hinweg gegeben ist und Gebäudeentwürfe/ Bebauungspläne im Hinblick auf ihr Potenzial zur Schließung von Materialkreisläufen bewertet werden. Obwohl für öffentliche Projekte entwickelt, ist die Roadmap so konzipiert, dass sie auch bei privatwirtschaftlichen Vergaben angewandt werden kann.



© Metabolic

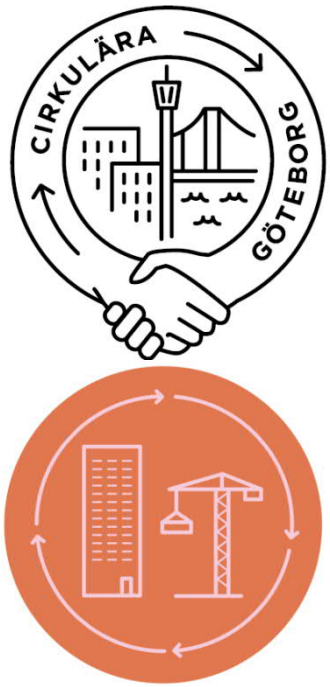
[27] vgl. Roemers, G. & Faes, K. 2018, City of Amsterdam 2015

[28] „Design for Disassembly“ ist ein zentrales Konzept der Kreislaufwirtschaft. Gebäude und Produkte werden so konzipiert, dass eine Materialrückgewinnung, Werterhaltung und sinnvolle nächste Verwendung möglich sind und von Beginn an mitgedacht werden (Cradle to Cradle Products Innovation Institute 2017).

Öffentliche Beschaffung: Kreislauffähige Vergabevorgaben

Kreislauffähige Bau- und Abbruchprozesse, Göteborg (SE)[29]

Das Programm „Cirkulära Göteborg“ hat zum Ziel, die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft bei öffentlichen Bauaufträgen und Abbruchprojekten anzuwenden. Die Beschaffungsanforderungen dienen dabei als Instrument zur Implementierung zirkulärer Grundsätze und werden schrittweise erweitert und angepasst. Für die Definition der notwendigen Schritte wurde die Back-Casting Methode angewandt: Von einem idealen Zukunftsszenario ausgehend werden alle erforderlichen Schritte geplant, um bis zum Jahr 2030 den definierten Idealzustand zu erreichen. Im Leitfaden für Beschaffungsanforderungen wird festgelegt, dass in der Bewertung u.a. „Design for Disassembly“, eine lange Lebensdauer, die Reparatur- und Anpassungsfähigkeit, eine digitale Einreichung sowie die Verwendung von recycelten Materialien priorisiert werden muss. Zur Unterstützung von Unternehmen im Transformationsprozess formuliert die Stadt Göteborg konkrete Empfehlungen und Vorschläge für die Adaption von kreislauffähigen Organisationsprozessen, Geschäfts-modellen und Arbeitsmethoden.

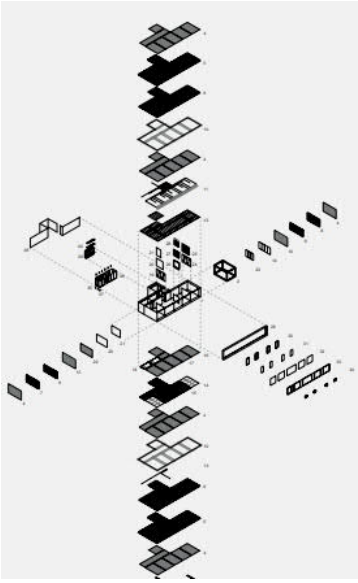


Beide Bilder © Nina Wolf, City of Gothenburg

Zertifizierungssystem zur Schaffung messbarer Kriterien

DGNB-Zertifizierung (DE)[30]

Das DGNB-Zertifizierungssystem ist eines der drei weltweit führenden Zertifizierungssysteme für nachhaltiges Bauen (neben BREEAM, LEED). Anhand einer Liste qualitativer und quantitativer Kriterien, für die jeweils eine Punktzahl ausgewiesen wird, werden die Gebäude/Stadtquartiere bewertet. Je nach erreichter Punktzahl wird ein DGNB-Zertifikat in Platin, Gold oder Silber vergeben. Zentraler Bestandteil der Zertifizierung ist die lebenszyklusorientierte Planung unter Einbeziehung der Umweltwirkungen und des Verbrauchs von endlichen Ressourcen über alle Lebensphasen (die sog. „Ökobilanz“). 2018 wurde ein Circular-Economy-Bonus ins Zertifizierungssystem integriert, der CE-konforme Planungs- und Bauprozesse besonders positiv bewertet. Ebenso wurde ein DGNB-Rückbauzertifikat geschaffen, das als Qualitätssicherungsinstrument für einen nachhaltigen Rückbau dient. Das Zertifizierungssystem macht eine CE-konforme Planungs- und Bauweise messbar und damit auch für Bauherren „bestellbar“.



© Felix Heisel und Sara Schäfer

[29] vgl. Smart Sustainable Cities (n.d.), Göteborg Stad (n.d.)a, Göteborg Stad (n.d.)b.

[30] vgl. DGNB 2019, DGNB (n.d.)a, DGNB (n.d.)b, DGNB (n.d.)c, GEZE (n.d.), IG Lebenszyklus Bau 2020, Österreichische Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (n.d.).

Cradle-to-Cradle-Design als Innovationsansatz

Cradle-to-Cradle (C2C), Venlo (NL)[31]

Die Gemeinde Venlo implementierte 2008 das C2C-Prinzip als zentrales Element ihrer kommunalen Wirtschaftsstrategie. Die Umsetzung findet durch eine „Green Public Procurement Policy“ statt, die sicherstellt, dass öffentliche Gebäude nach dem C2C-Prinzip errichtet werden. Aktuell wurden so bereits ein Rathaus, Schulen sowie ein Business Park umgesetzt. Das Rathaus Venlo gilt als Vorzeigeprojekt: Es wurden ausschließlich Materialien, die entweder aus Recycling-Baustoffen bestehen oder re- sowie upcycelbar sind. Bereits in der Planung wurde ein „end-of-use scenario“ definiert – das Gebäude wird zum Werkstoffdepot („material bank“), das sich in der Nachnutzung flexibel zurückbauen lässt. Damit dies bewerkstelligt werden kann, wurde ein Materialpass erstellt, der Transparenz schafft, indem schon während der Planung dokumentiert wird, welche Produkte und Rohstoffe verbaut wurden, ob diese frei von Schadstoffe sind und sich nachnutzen bzw. stofflich recyceln lassen.

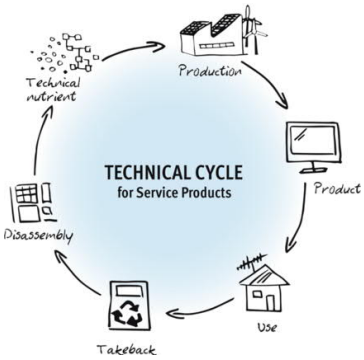
Beide Bilder © Kraaijvanger Architects and Ronald Tillemans.

Öffentliche Beschaffung: Kreislauffähige Vergabevorgaben

Cradle-to-Cradle (C2C), Straubenhardt (DE)[32]

Die Gemeinde Straubenhardt wurde 2019 durch einen Grundsatzbeschluss des Gemeinderats zur ersten „Cradle-to-Cradle“-Modellgemeinde Baden-Württembergs. Es wurde beschlossen, das C2C-Konzept auf allen Ebenen der öffentlichen Beschaffung – von Industrieprodukten bis hin zu Gebäuden und Infrastruktureinrichtungen – zu implementieren. Straubenhardt will nach Vorbild Venlos (NL) Vorreiterrolle übernehmen und in der Region zur Innovationsplattform für kreislauffähiges Bauen und Leben werden. Derzeit wird ein Feuerwehrhaus nach C2C-Prinzip errichtet. Die Kreislauffähigkeit des Gebäudes wird in einem Materialpass dokumentiert, der den späteren verwertungs-orientierten Rückbau sicherstellt. Über den Bausektor hinaus setzt Straubenhardt unterschiedliche Pilotprojekte zur Transformation der linearen in eine krauslauffähige Wirtschaft um, so wird bspw. der städtische Fuhrpark mit schadstofffreien Bremsbelägen ausgestattet. Bei der Umsetzung der C2C-Maßnahmen wird auf die Information und Einbeziehung der BürgerInnen gesetzt. Die Gemeinde Straubenhardt wird bei ihren Vorhaben von EPEA / Drees & Sommer beraten.

© wulf architekten, Stuttgart



© EPEA – Part of Drees & Sommer

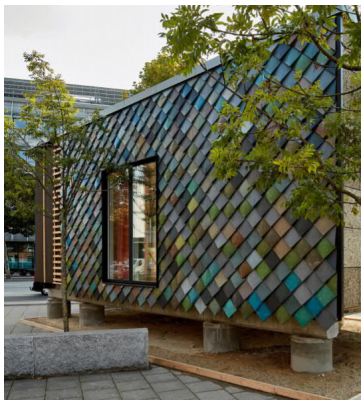
[31] vgl. Stadt Venlo (n.d.)a, C2C Centre (n.d.), Zwart & Westerlo 2019, Starmans 2013, inno4sd 2019.

[32] vgl. Bauen Aktuell 2019, Stadt Straubenhardt 2019a, Stadt Straubenhardt 2019b.

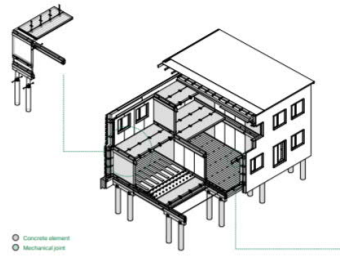
Pilotprojekt zum kooperativen Know-How-Aufbau

The Circle House, Lisbjerg (DK)[33]

In Lisbjerg, Dänemark entsteht aktuell ein kreislauffähiges Wohnprojekt mit 60 Einheiten. Bauherr ist Lejerbro, eine gemeinnützige Vereinigung für sozialen Wohnungsbau. Die Stadt Aarhus ist Projektpartnerin und stellt den Baugrund zur Verfügung. Mithilfe staatlicher Fördermittel wird das Projekt co-finanziert. Das Innovative an der Projektumsetzung ist, dass 30 Unternehmen aus der gesamten Wertschöpfungskette des Baugewerbes gemeinsam an der Projektumsetzung arbeiten. Die starke Einbeziehung des Bausektors ermöglicht, Hindernisse für kreislauffähiges Bauen (auch für zukünftige Projekte) in allen Projektphasen identifizieren und darauf aufbauend kooperativ Lösungen entwickeln zu können. Die enge Zusammenarbeit von Projektbeginn an ist ein wichtiger Schritt in Richtung integraler Bauprozess. Ziel ist, ein Gebäude zu errichten in dem 90% der verwendeten Materialien ohne signifikanten Wertverlust wiederverwendet werden können. Schlüssel dafür sind die Planungs- und Baugrundsätze nach C2C und „Design for Disassembly“. Zur Dokumentation und späteren Nachvollziehbarkeit der verwendeten Materialen wird ein Materieller Gebäudepass (MGP) erstellt.



© Tom Jersø

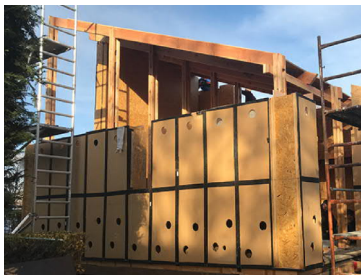


© GXN

Wissensmanagement: Bildungsprogramm & Know-How-Aufbau

Build Reversible in Construction (BRIC), Brüssel (BE)[34]

Das Bildungsprogramm BRIC ist Teil des von der EU finanzierten Programms „Buildings as Material Banks“ (BAMB), welches insgesamt sieben Forschungsprojekte umfasst und zum Ziel hat, Wissen und Fähigkeiten zu kreislauffähigem Bauen aufzubauen. Die BAMB-ProjektpartnerInnen entwickeln ein Protokoll zur Gestaltung reversibler Gebäude und eine Logik für einen BIM-basierten Materiellen Gebäudepass. Dabei sollen bereits in der Planung wiederverwertbare Baustoffe integriert und der gesamte Lebenszyklus betrachtet werden. Das Forschungsprojekt BRIC ist ein Testlabor für Studierende des Brüsseler Trainingscenter EFP und legt seinen Fokus auf flexible Flächennutzung. In jedem Jahrgang wird ein Holzgebäude geplant, gebaut, um- und rückgebaut, wobei sich bei jedem Umbauen die Funktionsanforderungen ändern. Untersucht wird dabei u.a., wie sich die Mehrfachwiederverwendung von Materialien und Bauteilen auf deren Qualität auswirkt. Um einen integralen Planungsprozess zu simulieren/realisieren, besteht das Projektteam aus Studierenden verschiedener Fachdisziplinen.



Beide Bilder: H2020 BAMB Pilot project developed by efp with the support of Brussels Environment" © c.morizur

[33] vgl. GXN and Responsible Assets 2018.

[34] vgl. BRIC & efp (n.d.), BAMB (n.d.)a, BAMB (n.d.)b.

Pilotprojekt: Modulare Bauweise und erster Materieller Gebäudepass (MGP)

Rathaus, Brummen (NL)[35]

Da sich aus Sicht der Stadt Brummen die räumlichen Bedürfnisse an ein kommunales Gebäude ändern können sollen, wurde das historische Rathaus aus dem Jahr 1890 um eine modulare Raumstruktur erweitert, die in kürzester Zeit aufgebaut, nachträglich verändert und flexibel demontiert werden kann. Rund 90 Prozent der verbauten Materialen und Bauteile sind so wiederverwend- bzw. wiederverwertbar. Um dies zu erreichen war entscheidend, die HerstellerInnen in der Planungsphase möglichst frühzeitig einzubinden und Gewerkübergreifend zu Planen. Das Projekt ist Hollands erstes Gebäude mit Materiellem Gebäudepass (MGP), der im Detail die Zusammensetzung und Verortung der Ressourcen im Bauwerk beschreibt. 2013 gewann das Projekt dafür den holländischen Preis für nachhaltige Architektur.

Pilotprojekt: Flächenreduktion durch Multifunktionalität

The Multi-House, Skanderborg (DK) [36]

Um die Flächeneffizienz zu erhöhen und den allgemeinen Materialaufwand zu reduzieren, wurde das Gebäude in Skanderborg, Dänemark multifunktional konzipiert – unter einem Dach finden Rathaus, Polizeistation und Kulturzentrum Platz. Sämtliche Räume können mit zumindest zwei Funktionen belegt werden, was die Auslastung der gebauten Fläche erheblich steigert und in Summe Baukosten reduziert. Bei der Errichtung wurde auf Abfallvermeidung und eine möglichst lange Lebensdauer der verwendeten Bauteile geachtet. Das Multi-House wurde mit dem DGNB-Platin-Zertifikat ausgezeichnet und erfüllt den Niedrigstenergiestandard 2020.

[35] vlg. Circular Economy Club (n.d.), Ellen MacArthur Foundation 2016.

[36] vgl. Cirularity City 2018, Overby 2016.

Pilotprojekt: Upcycling und Ressourcenzentrum

Le Quartier de la Maillerie, Lille (FR)[37]

Auf einem 10 ha großen ehemaligen Industriegelände in Lille, Frankreich entsteht aktuell das neue multifunktionale Stadt-Quartier La Maillerie (geplante Fertigstellung 2022). Das Projekt zeichnet u.a. aus, dass die Verwertung und Wiederverwendung von Abbruchmaterialien für die Neubauprojekte des Quartiers in der Vergabe festgelegt wurde. So konnte z.B. ein Großteil des Abbruchbetons, rd. 20.000 Tonnen, recycelt und direkt vor Ort – ohne zusätzlichen Zulieferverkehr zu generieren – wiederverwendet werden. Bauteile und Materialien, die nicht im Quartier benötigt werden, werden „on-site" zwischengelagert. Um dafür die komplexen logistischen Anforderungen erfüllen zu können, wurde von Beginn an ein Ressourcenzentrum in die Planung des Konversionsprojekts integriert. La Maillerie gilt als regionales Vorzeigeprojekt, das innovative Möglichkeiten für zirkuläres Bauen auf Quartiersebene aufzeigt.

Pilotprojekt: Wissensvermittlung und „Proof of Concept"

The Circular Building – Arup[38] **& Partner, London (UK)**[39]

Das Circular Building wurde für das London Design Festival 2016 als temporärer Pavillon entwickelt und innerhalb eines Monats auf- und wieder abgebaut. Im Rahmen der Veranstaltung ermöglichte der „zirkuläre Schauraum" einem breiten Publikum, Lösungen für CE-konformes Bauen hautnah zu erleben. Der Pavillon deckt eine breite Palette an CE-Designprinzipien ab: Das Lüftungssystem besteht aus recycelten Materialien, es wurde ein maximaler Vorfertigungsgrad erreicht und es wurden wiederverwendbare bzw. verwertbare Materialien eingesetzt. Darüber hinaus demonstriert das Projekt, wie sich der Planungsprozess mit recycelten Materialien von der herkömmlichen Planung unterscheidet: Die Dimension des Pavillons wurde nicht von der Planung, sondern von den zur Verfügung stehenden, wiederverwendeten Stahlträgern bestimmt. Um einen schnellen und strukturierten Rückbau sicherzustellen, wurden sämtliche Bauteile mit einem QR-Code versehen. Dies ist im Unterschied zur BIM-Modellierung ein niederschwelliges Instrument, um die einzelnen Teile identifizieren zu können und vor Ort (Produkt-) Informationen abrufen zu können.

[37] vlg. Optigede (n.d.), Bouygues Construction 2019, Bouygues Batiment Nord-Est 2018.

[38] Arup ist ein multinationales Dienstleistungsunternehmen mit Hauptsitz in London, das Ingenieur-, Architektur-, Design-, Planungs-, Projektmanagement- und Beratungsdienstleistungen für alle Aspekte der gebauten Umwelt anbietet. Arup ist Partner der Ellen MacArthur Foundation (siehe Arup (n.d.)).

[39] vgl. Smith 2016, Fernández 2016.

Pilotprojekt: Lean2Cradle

Edificio Socrates, Barcelona (ESP)[40]

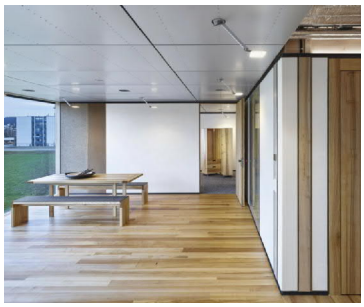
Das Bürogebäude wird im Business-Park Viladecans nahe Barcelona gebaut (Projektstart 2019) und bietet einen Nutzungsmix aus Handel, Büro, Logistik, Lagerung und Transport. Um eine möglichst flexible Nutzung zu ermöglichen, können bspw. die mittleren, nicht tragenden Wände, bewegt werden. Neben der optimierten Flächennutzung liegt der Fokus auf einer optimierten Ressourcennutzung. Dazu werden die Konzepte „Lean Construction“ und C2C miteinander verschränkt und werden zu „Lean2Cradle“. Der Produktionsansatz „Lean Construction“ kommt ursprünglich aus der Automobilindustrie (Toyota) und zielt darauf ab, Produktionssysteme bzw. Bauprozesse so zu konzipieren, dass Material-, Zeit-, und Arbeitsaufwand größtmöglich minimiert werden. In der Umsetzung äußert sich dieser Ansatz in einem hohen Vorfertigungsgrad (z.B. Fassaden-elemente). Zur Dokumentation der Ressourcen wurde ein Materieller Gebäudepass (MGP) erstellt. Für 88% der verwendeten Materialien ist ein verwertungsorientierter Rückbau möglich.

Beide Bilder: Gonsi Socrates Bio-Building”. ©Aldo Amoretti.

Pilotprojekt: Laboratorium für Paradigmenwechsel im Bauwesen

NEST-Unit UMAR, Dübendorf (CH)[41]

Die Experimentaleinheit Urban Mining & Recycling (UMAR) ist Teil des Forschungsgebäudes NEST auf dem Campus der Material-prüfungs- und Forschungsanstalt Empa. Das von Werner Sobek entworfene UMAR-Laborgebäude ist zur gleichen Zeit temporäres Materiallager, Materiallabor und öffentlicher Informations-speicher. Der Gebäudeentwurf basiert auf dem Modell „Product-as-a-Service“: Bauteile, Materialien und Produkte sind so konzipiert, dass ein temporäres Entnehmen bzw. Entleihen ermöglicht wird (anstatt permanenter Erwerb und Entsorgung). Der komplett vorfabrizierte Bau ist in Modulbauweise ausgeführt. Das unbehandelte Holztragwerk kann nach dem Rückbau wiederverwendet bzw. kompostiert werden. Auch die Metallfassade ist so gestaltet, dass sie sortenrein rezykliert werden kann. Die Unit UMAR ist öffentlich zugänglich, eine Materialbibliothek bietet einen Überblick über die eingesetzten Materialien und Produkte. Ziel der Unit UMAR ist es, gemeinsam mit AkteurInnen aus Verwaltung, Planung und Produktion innovative Werkzeuge und Methode für ressourceneffizientes Bauen zu entwickeln.



Beide Bilder: © Architekt: Werner Sobek mit Dirk Hebel und Felix Heisel / Fotografie: Zooey Braun

[40] vlg. Residuos Profesional 2019, Eje Prime 2019.

[41] DGNB 2019, Werner Sobek AG (n.d.).

Ergänzende internationale Beispiele[42]

Zertifizierungssysteme

- **Level(s)** – EU weites Konzept für die Bewertung der Umweltleistung von Gebäuden. Level(s) trägt zur Förderung der Kreislaufwirtschaft bei, indem es einen schrittweisen Ansatz für die Lebenszyklusbewertung bietet.
  https://ec.europa.eu/environment/topics/circular-economy/levels_en
  https://www.ogni.at/wp-content/uploads/Levels_factsheet-DE-web.pdf

Bauteillager und Bauteilbörsen

- **MOVECO (EU)** – Online-Marktplatz zur Wiederverwendung von Rohstoffen und Bauprodukten
  https://danube-goes-circular.eu/
- **Restado (D)** – Marktplatz für zirkuläre Baustoffe
  https://restado.de/
- **IHK Recyclingbörse (D)** – Überbetriebliches Vermittlungssystem für verwertbare Abfälle und Produktionsrückstände
  https://www.ihk-recyclingboerse.de/
- **Bauteilnetz Deutschland (D)**
  http://www.bauteilnetz.de/

Baustoffinformationssysteme und Bauteilkataloge

- **WECOBIS (D)** – Ökologisches Baustoffinformationssystem und Informationsportal zu Umwelt- und Gesundheitsaspekten bei der Baustoffwahl
  https://www.wecobis.de/
- **ÖkoBauDat (D)** – Informationsportal für nachhaltiges Bauen mit vereinheitlichter Datenbasis für die Ökobilanzierung von Bauwerken
  https://www.oekobaudat.de/
- **Building Material Scout (D)** – Für AuftraggeberInnen, ArchitektenInnen, PlanerInnen und Baufirmen bietet die Plattform die Möglichkeit, sich über kreislauffähige Bauprodukte zu informieren, in Kontakt mit den Herstellern zu treten und das Datenmanagement für Bauprojekte zu organisieren.
  https://building-material-scout.com/

Datenmanagement für Verwertung und Wiederverwendung

- **Madaster Platform (NL)** – Kataster, das Materialien in Immobilien erfasst (Erstellung Materialpässe)
  https://www.madaster.com/de

Pilotprojekte/Leuchtturmprojekte auf Gebäudeebene

- **RAG Zeche Zollverein (D)** – Ein 2017 fertiggestelltes kreislauffähiges Verwaltungsgebäude der RAG in Essen (EPEA in Zusammenarbeit mit kadawittfeldarchitektur)
  https://epea.com/referenzen/rag-zollverein-verwaltungsgebaeude

---

[42] vgl. DGNB 2019

- **„The Cradle“ (D)** – Ein Holz-Hybridgebäude in Düsseldorf, mit dem das Ziel verfolgt wird, möglichst viele C2C-Aspekte zu integrieren (EPEA in Zusammenarbeit mit HPP Architekten)
  https://epea.com/referenzen/the-cradle
- **Moringa (D)** – Deutschlands erstes Wohnhochhaus in der HafenCity Hamburg, das nach dem C2C-Prinzip gebaut wird (kadawittfeldarchitektur in Zusammenarbeit mit EPEA und Drees & Sommer)
  https://epea.com/nl/referenties/moringa

Internationale SchlüsselakteurInnen im Bereich des kreislauffähigen Bauens

Ergänzend zu den Einzelbeispielen seien folgende internationale Organisationen/Unternehmen genannt, die bei der Umsetzung kreislauffähiger Prinzipien im Bauwesen eine Schlüsselrolle spielen:

- **Circle Economy**
  Die Circle Economy ist eine international aktive gemeinnützige Organisation mit dem Ziel, Unternehmen, Städte und Regierungen bei der systemischen Transformation zur Kreislaufwirtschaft zu unterstützen. Sie bietet eine Plattform zum Wissensaustausch über praktische und skalierbare Erkenntnisse und Lösungen. Um Unternehmen, Städte und Regierungen bei der Transformation zu unterstützen, veröffentlicht die Organisation u.a. Leitfäden und bietet Trainings und Workshops an.
  https://www.circle-economy.com/
- **Ellen MacArthur Foundation**
  Die britische Ellen MacArthur Foundation ist ein großer Treiber für die Transformation von einem linearen Durchflussmodell hin zu einer Kreislaufwirtschaft und bündelt hochkarätige Kompetenzen aus Wirtschaft und Wissenschaft. Die Foundation veröffentlicht Lernmaterialien zum Thema Circular Economy, Werkzeuge zur Umsetzung und Zusammenstellungen von Best-Practice-Beispielen.
  https://www.ellenmacarthurfoundation.org/
- **EPEA GmbH – Part of Drees & Sommer**
  Die vormalige EPEA Internationale Umweltforschung GmbH ist international führend in der Arbeit mit dem Cradle-to-Cradle (C2C) Designprinzip[43]. Es hat dieses mitentwickelt und optimiert und auditiert Industrieprodukte nach C2C-Qualität. Darüber hinaus entwickelt das Institut Konzepte, wie Stoffkreisläufe in Produktionsprozessen, Gebäuden oder Städten geschlossen werden können und unterstützt AkteurInnen aus Wirtschaft, öffentlicher Hand und Wissenschaft bei der Umsetzung von zirkulären Prozessen und innovativen Produktentwicklungen.
  https://epea.com/

[43] Cradle-to-Cradle („von der Wiege zur Wiege“) orientiert sich am Vorbild der Natur, die alles Alte zum Aufbau von Neuem verwertet. Nach diesem Prinzip wird die nächste Nutzung bei der Auswahl der Materialien bereits mitgedacht, sodass bei C2C-Produkten ein Upcycling oder Recycling am Ende ihrer Lebensdauer möglich ist. Das Designprinzip wurde in den 1990er Jahren von Michael Braungart, William McDonough und EPEA Hamburg entwickelt. (siehe Baunetzwissen (n.d.)b).

3.2_Ausgewählte internationale Vorreiter im Detail

Aus der Übersicht der Good Practice-Beispiele werden drei Beispiele herausgegriffen und im Detail dargestellt. Folgende Fragestellungen werden dabei beantwortet:

- Welche Kernziele verfolgt das Good Practice-Projekt? (Ziele)
- Welche (CE-)Ansätze/Prinzipien werden angewandt, um die Ziele umzusetzen? (Hebel)
- Welche Barrieren wurden identifiziert bzw. überwunden? (Hindernisse)

DGNB-Zertifizierung – Bewertungskriterien zur Sicherstellung kreislauffähiger Prinzipien[44]

In den 1990er Jahren wurde – ausgehend vom ersten „Green Building Council" in den USA – der „World Green Building Council" gegründet. Dieser vertritt eine weltweite Bewegung für nachhaltiges Bauen, mit 70 lokalen Organisationen in verschiedenen Ländern. Ein wichtiger Bestandteil dieser Bewegung ist die Etablierung von „Green Building"-Zertifizierungssystemen, die nach standardisierten Bewertungssystemen die wesentlichen Faktoren für die zertifizierte Qualität messbar, vergleichbar und damit für AuftraggeberInnen bestellbar machen.

Die DGNB ist die lokale Vertretung des „World Green Building Council" in Deutschland. Ihr Zertifizierungssystem bewertet die ökologische Qualität von Gebäuden, Innenräumen und Stadtquartieren. Zentraler Bestandteil der Zertifizierung ist die lebenszyklusorientierte Planung von Gebäuden unter Einbeziehung der Umweltwirkungen und des Verbrauchs von endlichen Ressourcen über alle Lebensphasen (die sog. „Ökobilanz"). Ebenso wird die Kreislauffähigkeit bewertet, d.h. die Rückbau- und Recyclingfreundlichkeit von Gebäuden sowie die möglichst effiziente Nutzung der eingesetzten natürlichen Ressourcen.

Das DGNB-Zertifizierungssystem basiert auf den drei Paradigmen

- Lebenszyklusbetrachtung,
- Ganzheitlichkeit und
- Performanceorientierung.

Diese werden in Form eines umfangreichen Katalogs aus quantitativen und qualitativen Kriterien abgebildet. Für jedes Kriterium ist eine Punktzahl ausgewiesen. Je nach erreichter Punktzahl wird ein DGNB-Zertifikat in Platin, Gold oder Silber vergeben.

2018 wurde der Circular-Economy-Bonus in das DGNB-System eingeführt, mit dem innovative Lösungen zur Förderung der Kreislaufwirtschaft im Rahmen der Zertifizierung bewertbar werden. Ebenso gibt es ein DGBN-Rückbauzertifikat, das als Qualitätssicherungsinstrument dient und auf die Rückführung von Rohstoffen in den Kreislauf abzielt. Mit dieser Erweiterung ihres Zertifizierungssystems nimmt die DGNB die Kreislaufwirtschaft im Bauen verstärkt in den Fokus.

---

[44] vgl. DGNB 2019, DGNB (n.d.)a, DGNB (n.d.)b, DGNB (n.d.)c, GEZE (n.d.), IG Lebenszyklus Bau 2020, Österreichische Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (n.d.)

Das DGNB-Zertifizierungssystem zeichnet sich dadurch aus, dass es nicht nur einzelne Maßnahmen bewertet, sondern die Gesamtperformance eines Projekts im jeweiligen Kontext betrachtet.

Neben der DGNB-Zertifizierung haben sich BREEAM (Building Research Establishment Limited Environmental Assessment Method) und LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) als Zertifizierungssysteme durchgesetzt.

Welche Kernziele verfolgt das Zertifizierungssystem? (Ziele)

- **Standardisierung**
  Mit einem standardisierten Bewertungssystem wird kreislauffähiges Bauen definiert und Vergleichbarkeit geschaffen.
- **Qualitätssicherung**
  Zertifizierungssysteme bieten die Grundlage zur Sicherstellung kreislauffähiger Prinzipien. Die Bewertungskriterien dienen der Verankerung in Ausschreibungsunterlagen, Verträgen oder Leitbildern.

Welche (CE-)Ansätze/Prinzipien werden angewandt, um die Ziele umzusetzen? (Hebel)

- **Circular-Economy-Boni für Gebäude, Innenräume und Quartiere**
  Im DGNB-Zertifizierungssystem sind die ganzheitliche Bilanzierung, eine ressourcen-schonenden Auswahl an Bauprodukten sowie eine strukturierte und sortenreine Rückbaubarkeit enthalten. Zusätzlich gibt es mit dem Circular-Economy-Bonus seit 2018 die Möglichkeit, „besonders fortschrittliche Lösungen“ im Sinne der Kreislaufwirtschaft messbar und bewertbar zu machen. Die Bonus-Punkte werden in der Gesamt-Zertifizierung positiv angerechnet. Zur Bewertung besteht eine Liste an Kriterien mit Circular-Economy-Boni für die Bereiche Gebäude Neubau, Gebäude im Betrieb, Innenräume, Quartiere und Gebäude Rückbau, bei denen je Kriterium eine bestimmte Punktzahl vergeben wird.
- **DGNB-Rückbauzertifikat**
  Das DGNB-Rückbauzertifikat ist ein Qualitätssicherungsinstrument für einen nachhaltigen Rückbau. Es stellt sicher, dass Gebäude so rückgebaut werden, dass die Ressourcen für Re-Use, Recycling oder Upcycling nutzbar sind und somit im Ressourcenkreislauf bleiben. Die Bewertung basiert auf den in der Abbildung unten dargestellten Grundprinzipien.

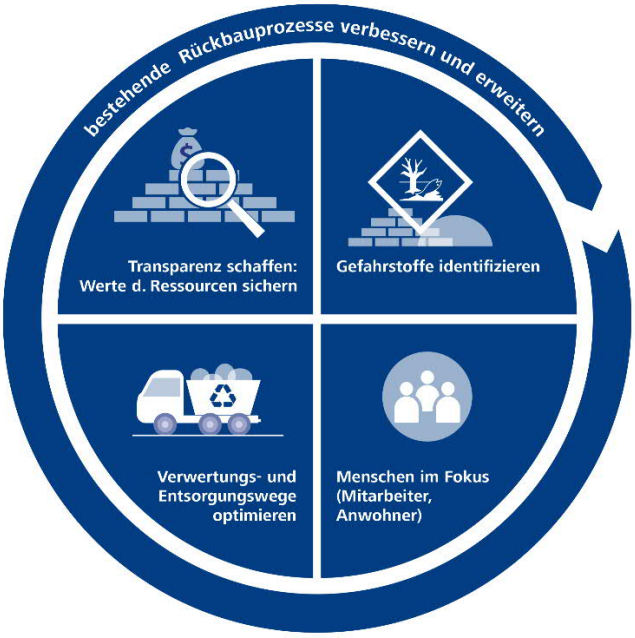


Abbildung 5: Rückbau im DGNB-Zertifizierungssystem – Grundprinzipien, © DGNB

- **Toolbox – Unterstützung für PlanerInnen und BauherrInnen**
  Zur Unterstützung in der Umsetzung der Zertifizierungsvorgaben wird PlanerInnen und BauherrInnen eine „Toolbox" in die Hand gegeben, die folgende Hilfestellungen enthält:
  - Strategische Handlungsfelder: Zeigen Herausforderungen, Aufgaben und notwendige Schritte für PlanerInnen, die öffentliche Hand und HerstellerInnen auf.
  - Checklisten: Checklisten für Umbau- und Rückbaufreundliche Planung und für die Mehrfachnutzung von Flächen zeigen relevante Fragestellungen auf, die BauherrInnen und PlanerInnen im Laufe des gesamten Planungsprozesses berücksichtigen sollten.
  - Best-Practice Beispiele: Zeigen auf, wie in den Handlungsfeldern benannte Herausforderungen überwunden werden konnten.

Welche Barrieren wurden identifiziert bzw. überwunden? (Hindernisse)

- **Definition der für kreislauffähiges Bauen zentralen Kriterien**
  > Zertifizierungssystem, Circular-Economy-Boni
- **Messbarkeit von CE-Bauweise als Voraussetzung einer Bewertung im Vergabeverfahren**
  > Zertifizierungssystem, Circular-Economy-Boni
- **Mangel an Kostenwahrheit**
  > Lebenszyklusorientierte Planung als Kriterium
- **Mangel an Erfahrung und Know-How in der Baubranche**
  > „Toolbox" für PlanerInnen und BauherrInnen

Innovationshub Venlo – Cradle-to-Cradle als Kern der neuen Wirtschaftsstrategie[45]

Die niederländische Gemeinde Venlo (ca. 100.000 EinwohnerInnen) richtete 2008 ihre Wirtschaftsstrategie neu aus und adoptierte Cradle-to-Cradle (C2C) als Kern ihrer neuen Strategie. Für die Umsetzung im Bausektor wurde eine „Green Public Procurement Policy“ (GPP Policy) verabschiedet, in der festgelegt wurde, dass öffentlich finanzierte Gebäude (Kommunalbauten) nach dem C2C-Prinzip errichten werden müssen. Über den Bausektor hinaus fördert die Gemeinde Venlo C2C-Innovationen und Entwicklungen auf allen Ebenen und setzt dafür vielfältige Initiativen:

- Im „Greenport Venlo“ werden seit 2008 Gartenbaubetriebe zur Produktion, Forschung und Entwicklung C2C-fähiger Lebensmittelproduktion angesiedelt.
- Der „Greenpark Venlo“ bildet seit 2011 das Herzstück des Greenports, in dem Unternehmen, aber auch wissenschaftliche Einreichungen gemeinsam kreislauffähige Logistik-, Fertigungs-, und Agroindustrieprozesse entwickeln. Der Business Park fördert die Bildung von Kooperationen, schafft Synergieeffekte und ermöglicht Innovationen im Kontext von C2C.
- In einer „C2C-Masterclass“ wird das Wirtschaftsprinzip im regionalen Bildungssystem verankert. Mit diesem Engagement wurde erreicht, dass das US-Amerikanische „Cradle to Cradle Products Innovation Institute“ sein erstes „Product Certification Training Center“ Europas 2012 in Venlo eröffnete.

Rathaus Venlo – Kreislauffähiger Kommunalbau als Vorzeigeumsetzungsprojekt

Das Rathaus Venlo wurde mit einem Projektbudget von 50 Mio. Euro und ohne Subventionen innerhalb des geplanten Projektzeitraums (2012-2016) umgesetzt. Es zeichnet sich durch eine hohe Energieeffizienz, großflächige Fassadenbegrünung (eine der größten Europas), ein gutes Raum- und Arbeitsklima und Konstruktionsprinzipien nach C2C aus, die im Folgenden im Fokus stehen.

Neben der regulären Funktion als Rathaus wird das Gebäude als C2C-Ausstellungsobjekt genutzt, um zirkuläre Grundsätze im Bauen einer breiten Öffentlichkeit vermitteln zu können. Im ersten Ausstellungsjahr wurden über 20.000 BesucherInnen gezählt.

[45] vgl. Stadt Venlo (n.d.)a, Greenport Venlo (n.d.), Zwart & Westerlo 2019, Starmans 2013, C2C Expolab (n.d.), Kraaijvanger (n.d.).

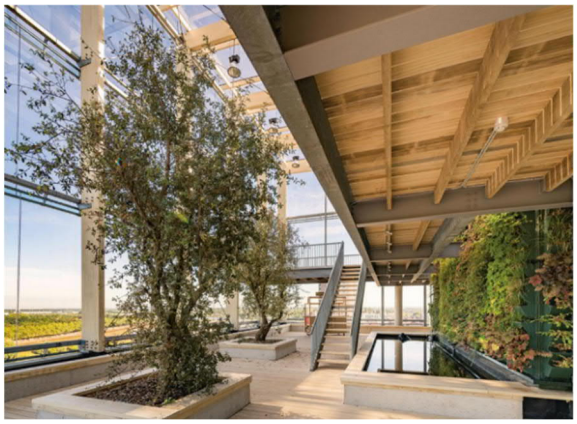


Abbildung 6: Fassadenbegrünung Rathaus Venlo, © Kraaijvanger Architects and Ronald Tillemans., Abbildung 7: Innenbereich Rathaus Venlo © Kraaijvanger Architects and Ronald Tillemans.

Welche Kernziele verfolgt das Rathausprojekt? (Ziele)

- Verbesserung der Luft- und Wasserqualität
- Einsatz erneuerbarer Energie
- Kontinuierliche Materialzyklen
- Realisierung einer ressourcenschonenden Bauweise nach C2C

Welche (CE-/C2C-)Ansätze/Prinzipien werden angewandt, um die Ziele umzusetzen? (Hebel)

- **Verankerung kreislauffähiger Prinzipien in der Vergabe (zentraler Hebel für Skalierbarkeit)**
  Um die spätere Kreislauffähigkeit des Gebäudes zu gewährleisten, wurden im Ausschreibungs-verfahren klare Anforderungen formuliert: U.a. wurde als verpflichtend verankert, dass ein „End-of-Use-Szenario“ zu definieren und eine Berechnung des ökonomischen Restwerts nach Ablauf der geplanten Nutzungsdauer durchzuführen ist. Darüber hinaus wurden Vorgaben zur Beschaffenheit der Baumaterialien gemacht.
- **„End-of-use-Szenario“ – Definition eines Verwendungszwecks für das Lebenszyklusende**
  Bereits in der Planung wird ein „End-of-Use Szenario“ definiert, in dem das Gebäude als „Material Bank“ verwendet wird. Die gesamte Planung wird dahingehend ausgerichtet.
- **Vorgaben zur Beschaffenheit der Materialien/Produkte**
  Damit Re-Use, Recycling und/oder Upcycling möglich ist, werden Materialien und Produkte verwendet, die frei von gefährlichen chemischen Substanzen sind. Wo möglich, werden recycelte oder sich schnell erneuerbare Materialien verwendet.
- **Ressourcendokumentation auf Gebäudeebene in Form eines MGP**
  Der Materielle Gebäudepass (MGP) dient als Gebäudematerial-Informationssystem und dokumentiert die materielle Zusammensetzung des Rathauses, sodass der Rückbau verwertungsorientiert abgewickelt werden kann.
- **Ökonomischer Restwert nach geplanter Nutzungsdauer**
  Ein Gebäude wird in der Regel so geplant, dass sich die Investitionskosten am Ende der Nutzungsdauer amortisiert haben. Wird nach dem C2C-Prinzip gebaut, besteht am Ende der Nutzung ein Restwert, da die verbauten Materialien wiederverwendet, recycelt oder upcycelt

werden. Für das Rathaus Venlo, das mit einer Nutzungsdauer von 40 Jahren kalkuliert ist, bedeutet dies eine jährliche Einsparung von 175.000 Euro, wenn mit einem Restwert von 5 % gerechnet wird.

- **„Buy-back Szenario“**
  Einige HerstellerInnen bieten für ihre Produkte ein „Buy-back-Szenario“ an. In diesem wird festgelegt, dass HerstellerInnen ihre Produkte am Ende der Nutzungsdauer zu einem garantierten Restwert zurücknehmen. Beispielsweise wird vom Möbelhersteller des Projekts ein Restwert von 18 % garantiert, was bedeutet, dass nach der vereinbarten Nutzungsdauer, der Käufer (Kommune) vom Verkäufer 18 % des ursprünglichen Anschaffungspreises erhält. Im Sinne eines Product-as-a-Service-Konzept werden darüber hinaus Wartungs- und Reparaturarbeiten über die gesamte Lebensdauer angeboten.

Welche Barrieren wurden identifiziert bzw. überwunden? (Hindernisse)

- **Fehlende Kostenwahrheit in der Planung**
  > Berechnung des Restwerts als Vorgabe im Vergabeverfahren
- **Fehlende CE-Kriterien im Ausschreibungs- und Vergabeverfahren**
  > „Green Public Procurement Policy“
- **Materielle Intransparenz**
  > Materieller Gebäudepass (MGP)
- **Kurze Lebensdauer von Produkten**
  > Förderung von Reparatur- und Wartungsfähigen Produkten
- **Mangel an Anreizen bzw. hoher Aufwand durch fehlendes Wissen und Erfahrung**
  > Vorgaben der „Green Public Procurement Policy“; u.a. Verankerung in Bildungssystem, Innovationslabor „Greenpark Venlo“

Circle House – Dänemarks erstes zirkuläres soziales Wohnprojekt[46]

2017 wurde von der dänischen Regierung das „Advisory Board for Cirular Economy“ (Beirat für Kreislaufwirtschaft) ins Leben gerufen – mit dem Ziel, die Kreislaufwirtschaft zu fördern, den Übergang zu einer nachhaltigen Gesellschaft zu beschleunigen, verstecktes Wirtschaftspotenzial zu realisieren und die Entwicklung der dänischen Industrie bis 2030 zum „Global Leader“ in der Kreislaufwirtschaft voranzutreiben. Die Strategie für die Kreislaufwirtschaft soll sicherstellen, dass dänische Unternehmen auch zukünftig wettbewerbsfähig bleiben und dabei gleichzeitig ein nachhaltiger Umgang mit natürlichen Ressourcen garantiert ist.

Auf regionaler Ebene wurde zur Umsetzung der Strategie in der Region Mitteljütland (Central Denmark Region, Midtjylland) das Programm „Circularity City“ geschaffen. Im Rahmen des Programms erfolgen drei Schritte:

[46] vgl. GXN and Responsible Assets (2018), Vandkunsten (n.d.), Troldtekt (n.d.), Lejerbro (n.d.).

1. Assemble: Relevante Stakeholder in der Region zusammenbringen, um Best Practices sowie Möglichkeiten und Hindernisse für die Kreislaufwirtschaft in der gebauten Umwelt aufzuzeigen.
2. Innovate: Innovationen und die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle unterstützen, mittels neuer Kollaborationen, Angeboten an Weiterbildung sowie finanzieller Unterstützung.
3. Initiate and Scale: Zirkuläre Lösungen für Bauprojekte in der Region, in ganz Dänemark und in weiterer Folge Global initiieren.

Die Region Central Denmark fördert das Programm „Circularity City“ mit rd. 100 Mio. DKK (ca. 13,4 Mio. Euro) und es nehmen über 50 Unternehmen aus der Baubranche daran teil. Erklärtes Ziel ist es, als öffentlicher Sektor die treibende Kraft hinter der Transformation zur Kreislaufwirtschaft zu werden. Dazu sollen auf Basis der in Pilotprojekten gewonnenen Erkenntnisse Veränderungen im öffentlichen Beschaffungswesen angestoßen werden. Um den Übergang von einer linearen in eine zirkuläre Wirtschaft zu fördern, wird für Unternehmen finanzielle sowie technische Unterstützung angeboten.

Circle House – Eine Strategie wird in die Umsetzung gebracht

Im Zuge des Programms „Circularity City“ werden diverse Pilotprojekte umgesetzt. Das Circle House, ein Wohnbauprojekt in Lisbjerg, einem Vorort von Aarhus mit ca. 1.000 EinwohnerInnen, ist eines davon (Fertigstellung voraussichtlich 2023). Auftraggeber/Bauherr ist Lejerbro Housing Association, eine gemeinnützige Vereinigung für sozialen Wohnungsbau, die in Dänemark rd. 38.000 Wohneinheiten vermietet. Das Circle House ist damit der erste soziale Wohnbau Dänemarks, der nach Prinzipien der Kreislaufwirtschaft errichtet wird. Lejerbro verspricht sich von dem zukunftsweisenden Projekt sozial und ökologisch hochwertige Hauseinheiten und leistet einen Beitrag zur Entwicklung neuer Geschäftsmodelle für kreislauffähiges Bauen. Hier besteht das Potenzial, dass mit einer verlängerten Nutzungsdauer und den durch Re-Use, Recycling oder Upcycling bestehenden Restwerts kreislauffähiges Bauen auch für sozialen Wohnungsbau rentabel wird. Um diese Transformation zu unterstützen, wird das Projekt mit insgesamt 9.9 Mio. DKK (ca. 1,33 Mio.€) gefördert.

Im Rahmen des Projekts wird ein „Circle House Demonstrator“ im Maßstab 1:1 in der Zentrale von Lejerbro in Kopenhagen ausgestellt, um über die entwickelten Lösungen und Produkte zu informieren und diese einem breiteren Publikum zugänglich zu machen.

Welche Kernziele verfolgt das Circle House? (Ziele)

- **90%ige Wiederverwendung der Materialen**
  Im Circle House sollen 90 % der verwendeten Materialien wiederverwendet werden können – ohne einen signifikanten Wertverlust.
- **Sicherstellung finanzieller Rendite für die Projektbeteiligten (neben dem sozialen und ökologischen Mehrwert)**
  Das Projekt verschreibt sich dem Grundsatz, dass alle beteiligten Unternehmen der Versorgungskette Rendite erzielen.

Welche (CE-)Ansätze/Prinzipien werden angewandt, um die Ziele umzusetzen? (Hebel)

- **Adaption der Entwurfs-/Konstruktionsprinzipien**
  - Design for Disassembly**:** Um das Lebenszyklusmodell von einem linearen zu einem zyklischen System zu wandeln, werden sämtliche Komponenten und Bauteile des Circular House – von der Tragstruktur bis hin zu den Möbeln im Innenraum – nach dem Prinzip der Demontagefähigkeit entworfen. Damit ein späteres Zerlegen und Wiederverwenden möglich wird, werden Komponenten und Bauteile nicht verklebt, sondern u.a. verschraubt.
  - Berücksichtigung „Cycles Of Use“: Aktuell besteht im Bauen die Problematik, dass sich Bauteile/Komponenten unterschiedlicher Lebenszyklen überlappen bzw. ineinandergreifen, was eine spätere Demontage und Wiederverwendung erheblich erschwert. Das Circular House berücksichtigt die verschiedenen Nutzungszyklen im Designprozess: Das Gebäude wird „in Schichten“ entworfen, die durch unterschiedliche Lebensdauer charakterisiert sind. So hat z.B. die Tragstruktur mit 50-100 Jahren die längste Lebensdauer, während die Fassade bereits nach 25-50 Jahren renoviert oder ausgetauscht werden muss.
  - Modularität und maximale Flexibilität**:** Um auf wandelnde Bedürfnisse eingehen zu können, steht bei dem Pilotprojekt auch die flexible Nutzung im Vordergrund – sowohl was die Grundrisskonfiguration betrifft, wie auch eine mögliche Änderung des Projektstandorts. Um Adaptionen/Anpassungen im Grundriss problemlos zu ermöglichen, können z.B. Innenwände versetzen werden, ohne Schaden an der Struktur zu nehmen. Der Einsatz von „schraubbaren“ Pfahlfundamenten, die das Gebäude über 1,5 m tiefe Pfähle im Boden verankern, erlaubt das Gebäude an einen anderen Standort versetzen zu können.

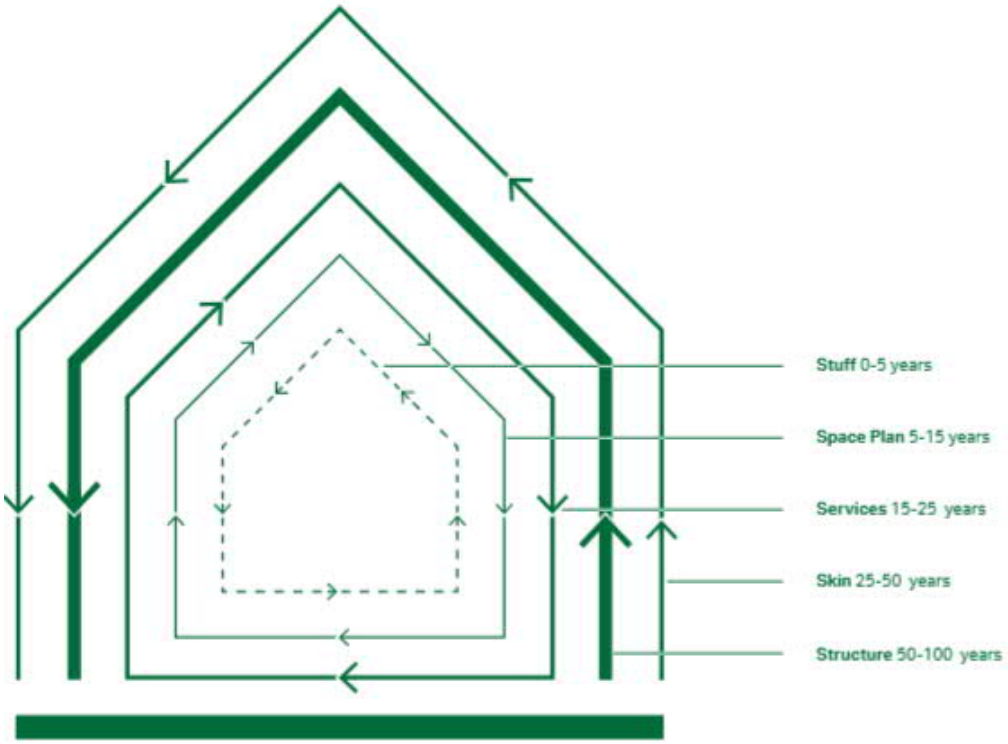


Abbildung 8: Lebenszyklus des Circle House, © GXN

- **Materialtransparenz: Erstellung einer „Material ID“ in Form eines MGP**
  Der Materielle Gebäudepass (MGP) ist die Dokumentation der materiellen Zusammensetzung des Circular House und ermöglicht einen späteren verwertungsorientierten Rückbau. Darüber hinaus enthält er Wartungs- Reparaturhinweise, um die Wertsicherung der Bauteile sicherzustellen (Verlängerung Lebensdauer).
- **Ganzheitliche Zusammenarbeit: Know-How-Aufbau und integraler Planungsprozess**
  Das Projekt dient in erster Linie als Plattform zum gemeinsamen Entwickeln und Wissensaustausch. Die das Projekt steuernde Lenkungsgruppe setzt sich zusammen aus der gemeinnützigen Bauvereinigung Lejebro (Bauherr), dem Architekturbüro GXN/3XN, dem Verein für soziale Verantwortung im Bauwesen, dem Institut für Bau, Stadt und Umwelt der Universität Aalborg und dem Bauunternehmen MT Højgaard. Mit der Stadt Aarhus als Projektpartnerin, die den Baugrund zur Verfügung stellt, besteht eine kommunale Beteiligung. FachplanerInnen und Bauunternehmen werden in Form von Arbeitsgruppen eingebunden.

  Indem die verschiedenen Akteursgruppen aus Wirtschaft, Forschung und dem öffentlichen Sektor über den gesamten Prozess hinweg einbezogen werden, wird ein wichtiger Schritt von einem linearen zu einem integralen Planungsprozess getan. Durch die direkte Zusammenarbeit zwischen Baubranche und dem öffentlichen Sektor besteht das Potenzial, die identifizierten Hindernisse zu überwinden und ein Upscaling zu bewirken.
- **Identifikation und Umsetzung zirkulärer Businessmodelle**
  Um die Entstehung neuer Geschäftsmodelle zu unterstützen, wurden fünf Prinzipien als zentrale Grundsteine für neue, zirkuläre Businessmodelle identifiziert. Alle wurden im Projekt angewandt:
  - Circular Supply Chain: Alle Komponenten der Produkte basieren auf wiederverwendbaren Ressourcen. Die Produkte sind zerlegbar, Einzelteile rückverfolgbar und wiederverwendbar.
  - Reuse und Recycling: Unternehmen verfolgen die Prinzipien Wiederverwendung/Wiederverwertung innerhalb ihrer eigenen Produktentstehungsprozesse.
  - Product Life Extension: Die Lebensdauer und der ökonomische Wert von Produkten werden so lange wie möglich erhalten, u.a. durch Maßnahmen wie Reparatur, Rücknahme, Aufwertung und Wiederverkauf.
  - Shared Platform: Produkte/Aktivitäten werden geteilt, getauscht, gemietet. Ziel ist, die Ressourcennutzung zu intensivieren – „mehr“ sollen von der gleichen Ressource profitieren.
  - Product-as-a-Service: Die Lebensdauer von Produkten wird erhöht, indem die Instandhaltung seitens der AnbieterInnen gesichert ist (Werthaltung). Gleichzeitig wird die Nutzungsintensität maximiert.

Welche Barrieren wurden identifiziert bzw. überwunden? (Hindernisse)

- **Linearer Planungsprozess**
  > Integraler Planungsprozess
- **Fehlende Vernetzung, fehlendes „Tested Knowledge“**
  > Gemeinsame Identifikation von Hindernissen und kooperative Entwicklung von Lösungsansätzen
- **Fehlende Information über materielle Zusammensetzung verhindert ganzheitliches Gebäude-Lebenszyklusmanagement**
  > Materieller Gebäudepass (MGP)
- **Fehlendes öffentliches Bewusstsein, fehlender Wissensaustausch zwischen Akteuren der Branche**
  > Circle House Demonstrator „zum Angreifen“
- **Unwirtschaftlichkeit kreislauffähiger Produkte/Bauteile/Gebäude**
  > Förderung/Implementierung neuer Geschäftsmodelle, z.B. Product-As-A-Service

4_Erkenntnisse und Schlussfolgerungen für Wien[47]

Es besteht kein Zweifel daran, dass die Erfüllung ambitionierter Klimaschutzziele die radikale Senkung des Energieverbrauchs voraussetzt. Die Dekarbonisierung wird somit zum zentralen Ziel der Stadtplanung. Um dieses zu erreichen, wird in der Smart City Wien Rahmenstrategie festgelegt, den lokalen Endenergieverbrauch pro Kopf um 30 Prozent bis 2030 und um 50 Prozent bis 2050 gegenüber dem Basis Jahr 2005 zu senken.

Gleichzeitig wissen wir, dass der jährliche globale Verbrauch an natürlichen Ressourcen wie Bau- und Industriemineralen, fossilen Energieträgern und Erzen drastisch steigt. Die übermäßige Nutzung natürlicher Ressourcen führt zu erheblichen Umweltbeeinträchtigungen und zu einer schrittweisen Verknappung der Primärressourcen. D.h. neben der Notwendigkeit zur Energieeffizienz besteht mehr denn je der Bedarf an Lösungen zur Ressourcenschonung.

Zielkonflikt zwischen Energieeffizienz und Ressourcenschonung

1. Energieeffizientes Bauen verfolgt das Ziel, den CO_2-Ausstoß zu senken. Dabei spielt neben der Gebäudesanierung der weitere Ausbau der erneuerbaren Energie eine zentrale Rolle.
2. Da es langfristig gesehen keinen Mangel an Energie, sondern an Rohstoffen geben wird, ist die Prämisse im kreislauffähigen Bauen, die höchstmögliche Wertigkeit der Rohstoffe über den gesamten Lebenszyklus zu erhalten.
3. Aktuell gerät das Zielsystem ins Schwanken, da Maßnahmen die Energieeffizienz betreffend bislang ohne die Berücksichtigung der Auswirkungen auf die Ressourceneffizienz gesetzt werden.

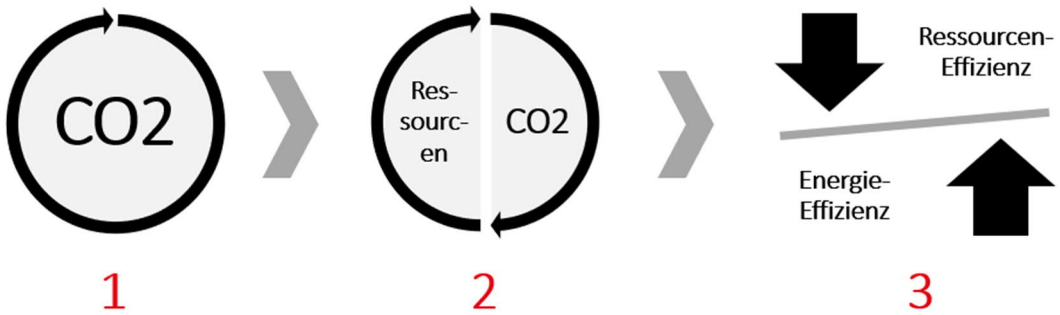


Abbildung 9: Zielkonflikt zwischen Energie- und Ressourceneffizienz, eigene Darstellung (© UIV)

Fazit: Die radikale Ressourcenschonung ist der Schlüsselfaktor für eine zukunftsfähige Stadt. Mit einem effizienteren Materialgebrauch geht auch eine Reduktion an Treibhausgasemissionen einher. Schlüssel für die De-Materialisierung ist das konsequente Umsetzen kreislauffähiger Prinzipien. Bei der Definition und Umsetzung von Maßnahmen zur Zielerreichung ist darauf zu achten, dass Zielkonflikte im Spannungsfeld Energieeffinzienz (Klimaschutz/Klimawandelanpassung) und Ressourcenschonung vermieden werden. Das betrifft z.B. EPS-Dämmstoffe für WDVS, die zwar die Energieeffizienz der Gebäude verbessern, im Abruchfall jedoch im Müll landen.

[47] vgl. Deinhammer & Jarolim 2020, DGNB 2019, IG Lebenszyklusbau 2020, Rindler-Schantl et al. 2019

Wie wird die Ressourceneffizienz erhöht und was sind die Schnittstellen zur Wiener Stadtplanung?

Zur Erhöhung der Ressourceneffizienz verfolgen die internationalen Good Practice-Beispiele einen Ansatz, der sich unter „REDUCE REUSE RECYCLE“ subsummieren lässt. Also:

- Drastische Reduktion des Verbrauchs endlicher Ressourcen,
- Vorhandenes wiederverwenden
- und, wenn ein Wiedereinsatz nicht möglich ist, Vorhandenes wiederverwerten.

Aufbauend auf den Rechercheergebnissen werden für Wien **sechs Handlungsfelder** definiert, die zwar unterschiedlich stark in den Wirkungsbereich der Stadtplanung fallen, im Sinne eines integralen Planungsansatzes jedoch gleichermaßen relevant sind.[48]

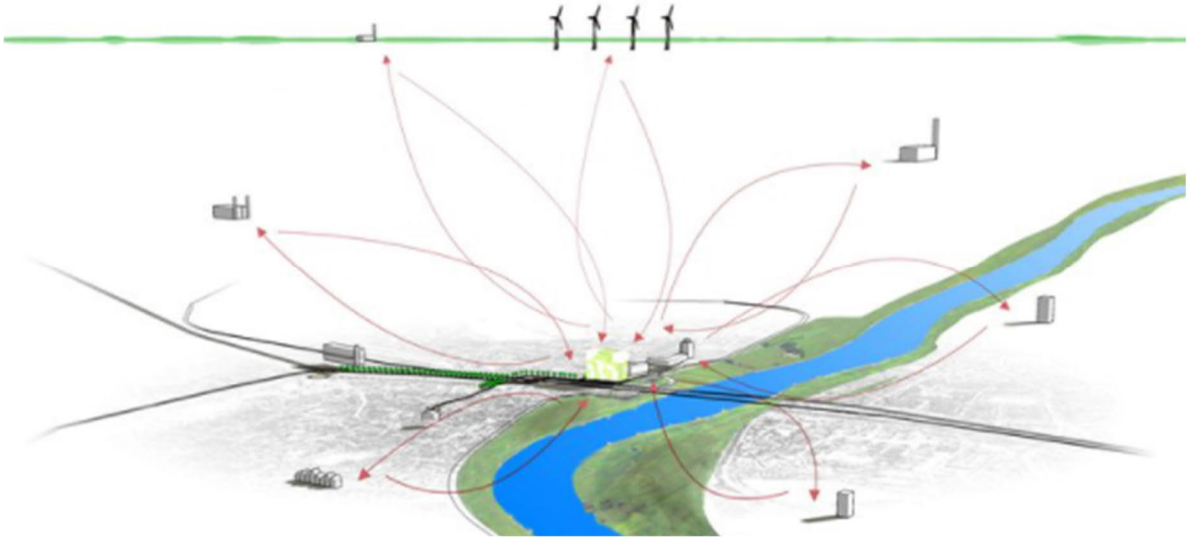


Abbildung 10: Regionale Kreisläufe schließen. © Kraaijvanger Architects and Ronald Tillemans.

Handlungsfeld Design und Konstruktion

Alles dreht sich um die Frage, wie Gebäude konzipiert werden müssen, damit diese bzw. deren Materialien und Bauteile nach der Nutzungsphase werthaltig wiederverwendet werden können. Zentral dabei ist, „zirkuläre Prinzipien“ bereits in der (Vor-)Entwurfsphase zu verankern, da die Möglichkeit zur Reparaturfähigkeit, Zerlegbarkeit und Wiederverwendung von Beginn an geplant werden muss. Folgende Planungsgrundsätze unterstützen die Zirkularität von Bauten:

- Einfach Bauen und traditionelle Bau- und Verbindungsformen verwenden.
- In Schichten Bauen und dadurch die unterschiedlichen Lebenszyklen von Materialien berücksichtigen.
- Trennbar Bauen und lösbare Verbindungen in Form von klemmen, lose auflegen oder stecken fördern, um auch nach Jahren der Gebäudenutzung verbundene Baustoffe voneinander lösen zu können.
- Modular Bauen und dadurch das Abfallaufkommen erheblich reduzieren, da vorgefertigte und standardisierte Formate einen zukünftigen Um- bzw. Rückbau erheblich erleichtern.

[48] Stadtplanung wird hier nicht als klar abgegrenzte Disziplin im Sinne einer Magistratsdienststelle verstanden, sondern als übergeordnete Agenda.

- Schadstoff- und emissionsarm Bauen und den Einsatz werthaltiger Materialien fördern, um einen späteren hochwertigen Einsatz zu ermöglichen.
- Nutzungsneutral Bauen durch Raumhöhen, die vielfältige Nutzungen zulassen, durch Tragwerksreserven, die spätere Adaptionen erlauben, und durch flexible Grundrissgestaltung (im Hinblick auf primärkonstruktive Elemente), die die Umnutzungsfähigkeit erhöhen. Die dadurch verursachten Mehrkosten in Planung und Ausführung werden in der Regel durch die Erhöhung der Langlebigkeit der Gebäude amortisiert.

In aller Kürze

Was ist das Ziel des Handlungsfeldes?

„Design for Disassembly"

Was braucht es dafür von Seiten der Wiener Stadtplanung (Schnittstellen)?

- Lagerflächen zur zeitweiligen Lagerung vorgefertigter Bauteile sowie Re-Use-fähiger Komponenten – auch im Hinblick auf die Erleichterung späterer Adaptionen und Umbauarbeiten zur Erhöhung der Nutzungsdauer.
- Wissensaufbau über die anthropogenen Ressourcen im Quartier und Informationen darüber, wann und wo Materialien/Baustoffe abgebaut und wiederverwertet werden können – auch im Hinblick darauf, dass zukünftige Entwürfe auf vorhandene Ressourcen abgestimmt werden müssen (Re-Use-Bauteilkataloge auf Stadtteilebene).
- Widmungsvorgaben, die nutzungsneutrales und multifunktionales Planen und Bauen fördern.
- Materialvermittlung zur Förderung der Nutzung Re-Use-fähiger Bauteile und Evaluierung der dafür idealen Standorte – auch im Hinblick auf Vorteile/Nachteile zentraler und/oder dezentraler Logistikkonzepte für die Materialvermittlung (Lagerflächen und Transportwege).

Handlungsfeld Nutzung und Versorgung

Materialeffizienz und Ressourcenschonung werden auch dann erfüllt, wenn Leerstand und Standzeiten (wie z.B. bei Fahrzeugen) minimiert und Nutzungsintensitäten durch Teilen maximiert werden. Zur Skalierung der Maßnahmen ist der Ansatz bauplatzübergreifend und in drei Sphären umzusetzen:

- Space Sharing: Mehrfachnutzung von Räumen
  Die Mehrfachbelegung von Flächen führt zu einer intensiveren Nutzung des Gebäudebestands und in Folge zu einem geringeren Bedarf an Neubauten und einer Verringerung des Flächenverbrauchs unversiegelter Böden. Mit der Erhöhung der Nutzungsintensität entstehen neben ökologischen Benefits auch soziale Mehrwerte: Soziale Kontakte werden multipliziert und Quartiere werden durch längere Nutzungszeiten und eine höhere Vielfalt belebt.

  Das Teilen von Räumen bedingt eine Reihe konstruktiver und rechtlicher Voraussetzungen, die in der Planung zu berücksichtigen sind: Es braucht u.a. Zutrittsvarianten, die Möglichkeit zur individuellen Konditionierung, eine flexible Grundrissgestaltung und Grundausstattung sowie Schall- und Brandschutz für variable Nutzungskonzepte.

- Mobilitäts-Sharing: Teilen von Fahrten und Fahrzeugen
  Stehen in Gebäuden Stellplätze für Sharing-Fahrzeuge zur Verfügung bzw. befindet sich ein Quartier innerhalb eines Free-floating-Geschäftsbereichs, wird der Verzicht auf das eigene Auto möglich und die Nutzung multimodaler Verkehrssysteme wird begünstigt.
- Energie-Sharing: Quartierslösungen für regenerative Energie
  Energetische Quartierslösungen für regenerative Energie sind in der Regel effizienter als Einzelanlagen. Dabei wird der gebäudebedingte Energiebedarf aus Energieträgern aus der direkten Umgebung gedeckt, während die im Gebäude generierte und nicht gebrauchte Energie an die Umgebung abgegeben wird. Zum Ausgleich von Schwankungen stellen die Gebäude Speicherkapazität im Sinne einer Netzdienlichkeit bereit. Zur Leistungsoptimierung nutzt die Quartierslösung ein integriertes Energie- und Lastmanagement.

In aller Kürze

Was ist das Ziel des Handlungsfeldes?

Nutzungen intensivieren und Versorgung optimieren

Was braucht es dafür von Seiten der Wiener Stadtplanung (Schnittstellen)?

- Flexibilität in der Widmung zur Ermöglichung nutzungsneutraler und multifunktionaler Gebäudeentwürfe mit z.B. Raumhöhen, die vielfältige Funktionen erlauben.
- Kartierung zum Leerstand, um verfügbare Räume als städtische Ressource sichtbar zu machen und Zwischen- sowie Nachnutzungskonzepte zu fördern.
- Übergeordnete Koordination zu direkten Vermittlung zwischen „Angebot“ und „Nachfrage“ (im Hinblick auf die gesamte Palette der Sharing-Economy).
- Mobilitäts-Sharing und nachhaltige Mobilitätsprojekte fördern, indem u.a. Sammelgaragen, Free-Floating-Angebote sowie emissionsarme City-Logistik (z.B. Lastenräder) maßgeblich ausgebaut werden.
- Räumliches Energiekonzept auf Stadtteilebene zum idealen Ausgleich von Schwankungen und zur Leistungsoptimierung innerhalb eines Quartiers.

Handlungsfeld Stoffströme

Da rund zwei Drittel des innerstädtischen Gütertransports auf Baustellen zurückzuführen sind, liegt ein umweltwirksamer Hebel für die Reduktion von Schadstoffemissionen in einer intelligenten Verwertungslogistik, die den Schwerlastverkehr erheblich minimiert. Dabei geht es in erster Linie um zwei Ressourcenquellen: Abbruchgebäude und Aushubmaterial.

- Onsite-Rohstoffgewinnung aus Abbruchgebäuden
  Der Vorteil der Onsite-Rohstoffgewinnung liegt auf der Hand: Durch die Wiederverwendung bzw. Wiederverwertung von vor Ort aufbereiteten Baurestmassen aus Abbruchgebäuden entfällt der Abtransport des Bauabfalls, gleichzeitig müssen weniger „neue“ Baustoffe beschafft und antransportiert werden. Die Wertdichte ist bei ganzen bzw. funktionsfähigen Bauteilen am höchsten, weswegen im Sinne der Kreislaufwirtschaft die Möglichkeit zur Wiederverwendung von Ausbauteilen und konstruktiven Gebäudeelementen vor dem Recycling geprüft werden sollte.

- Onsite-Nutzen des Aushubmaterials
  Ein nachhaltiges Massenstrom-Management des Aushubs verringert Deponievolumen, schont natürliche Ressourcen und minimiert Schwerlast-Lkw-Fahrten. Je nach Qualität und Zusammensetzung des Aushubmaterials sind unterschiedliche Verwendungsszenarien möglich: (1) Das Material wird mithilfe mobiler Anlagen direkt vor Ort zu Beton weiterverarbeitet (vgl. Ortbetonanlage Seestadt Aspern). (2) Lokaler Sandkies aus Voraushüben wird für den Tiefbau genutzt (z.B. für Straßendämme, Frostkoffer, befestigte Flächen). (3) Der Bodenaushub wird für die Begradigung von Flächen und die Landschaftsgestaltung verwendet (vgl. Biotope City).

  Baut man auf vormals unbebauten Böden, ist der Bodenschutz zentral. Wo möglich, sollte zur Wahrung der Bodenstruktur eine Verdichtung durch den Einsatz schwerer Baustellengeräte sowie durch die Lagerung von Materialien vermieden werden. Besonders wertvolle Oberböden sollten nicht auf Deponien landen, sondern während der Bauführungen auf Lagerflächen abgelegt werden und zur späteren Landschaftsgestaltung sowie für (Rasen-)Substrate rezykliert werden (vgl. Wildgarten)[49].

In aller Kürze

Was ist das Ziel des Handlungsfeldes?

Verwenden und Verwerten statt Transportieren

Was braucht es dafür von Seiten der Wiener Stadtplanung (Schnittstellen)?

- Ausgewiesene Lagerflächen zur zeitweiligen Lagerung der anfallenden Baurestmassen an der Abbruchstelle bis zur Aufbereitung in einer mobilen Anlage (Zwischenlager).
- Transportwege zur bauplatzübergreifenden logistischen Umsetzung verwertungsorientierter Bauten (z.B. Prüfung der Möglichkeit für Gleisanschüsse > siehe Beispiel Seestadt Aspern: Für die Zementanlieferung per Bahn wurde eigens ein Glas in das Baulogistikzentrum gelegt[50]).
- Rohstoffkataster zur Veranschaulichung, welche Ressourcen in Abbruchgebäuden verborgen liegen und wann diese freigesetzt werden.
- Konzepte zum nachhaltigen Bodenaushubmanagement zur weitestmöglichen Erhaltung bzw. Wiederherstellung der Funktion der Böden.
- Planung der Stoffströme zur Sicherstellung des Massenausgleichs innerhalb eines Bebauungsgebietes (Übersetzung in städtebauliche Masterpläne).

Handlungsfeld Kostenbetrachtung

Um bereits in der Planung die komplexen Umweltwirkungen und Kosten am Ende der Nutzungsdauer erfassen zu können, sollte der gesamte Lebenszyklus von Gebäuden – von der Herstellung bis zur Entsorgung bzw. Verwertung – betrachtet werden. Dafür sind Nutzungskosten genauso wie die Kosten für Umbau, Modernisierung, Rückbau, Recycling und Entsorgung relevant. Bereits in der Planung sollte ein „End-of-Use Szenario“ definiert werden, in dem das Gebäude als „Material Bank“ verwendet wird. Ein Ansatz, der den möglichen Zielkonflikt zum leistbaren Wohnen entschärfen könnte, indem verbaute Materialien als Anlagevermögen verbucht werden.

[49] https://vimeo.com/474852743; Romm ab ca. 1 h 55 Minuten

[50] http://typo3.p197264.webspaceconfig.de/projekte/bauen/detail/seestadt-aspern

In aller Kürze

Was ist das Ziel des Handlungsfeldes?

Gesamte Lebenszyklusbetrachtung

Was braucht es dafür von Seiten der Wiener Stadtplanung (Schnittstellen)?

- Verbindliche Verankerung der Ökobilanzierung – auch Planungen auf Stadtplanungsebene betreffend.

Handlungsfeld Datenmanagement

Das Wissen über die Materialzusammensetzung der Gebäude und das Management der Daten ist Schlüssel für einen verwertungsorientierten Rückbau. Dabei sind zwei Instrumente zentral:

- BIM – Building Information Modeling
  BIM verfolgt den Ansatz einer integralen Planung und Bewirtschaftung von Gebäuden mithilfe einer Software. Dabei wird das Bauwerk als dreidimensionales Gebäudemodell digital modelliert und mit relevanten Bauwerksdaten zu Materialien, Bauteilen, Kosten etc. verknüpft. Das BIM-Modell, das von den Projektbeteiligten vernetzt und aufeinander abgestimmt bearbeitet werden kann, wird stetig fortgeschrieben und stellt idealerweise zu jedem Zeitpunkt ein digitales Abbild des realen Bauwerks dar. Das Modell dient somit auch als Informationsplattform für das Facility Management und gibt Handlungsanweisungen für die spätere Wiederverwendung (liefert z.B. Mengengerüst als Basis für ein Verwertungskonzept).
- MGP – Materieller Gebäudepass
  In einem Materiellen Gebäudepass ist dokumentiert, welche Materialien wo und in welcher Form verbaut sind. Der Materialpass enthält Informationen über den Einbauort, die Nutzungsdauer, mögliche Verwertungs- und Entsorgungswege, Schadstoff- und Risiko-kennzeichnungen, Produktdatenblätter der verbauten Materialien und Wartungshinweise.

  Der Pass entsteht durch die Verknüpfung von digitalen Werkzeugen wie BIM, Öko- und Materialdatenbanken. Mithilfe von Analysesoftware kann das Potential zur Kreislauffähigkeit errechnet werden, was den Materialausweis neben seiner Funktion als Dokumentations-instrument auch zu einem wertvollen Planungswerkzeug macht. Im Gebäudepass lassen sich monetäre Werte darstellen – ein zentraler Aspekt für die Finanzierung von Immobilien und die Sicherstellung ihrer Werthaltigkeit (vgl. „Building as Material Bank“)

In aller Kürze

Was ist das Ziel des Handlungsfeldes?

Materialdokumentation

Was braucht es dafür von Seiten der Wiener Stadtplanung (Schnittstellen)?

- Datenmanagement auf Stadt- bzw. Stadtteilebene zur Schaffung eines übergeordneten digitalen Rahmens zur Integration sämtlicher Daten zu den anthropogenen Ressourcen der Stadt (Digitaler Zwilling/Urbanes Rohstoffkataster mit standardisierter Datenschnittstelle).
- Das Digitale Einreichverfahren, das über das Angebot zur digitalen Einreichung hinausgeht, ermöglicht, Materielle Gebäudepässe von BauwerberInnen verpflichtend einzufordern. Das wäre ein wichtiger Schritt in Richtung kreislauffähiges Bauen, der im Hinblick auf dafür notwendige Adaptierungen in der Bauordnung f. Wien nur ressortübergreifend voranzutreiben ist.

Handlungsfeld Wasserströme und Biodiversität

Kreislauffähige Gebäude und Quartiere streben ein nachhaltiges Regenwassermanagement und eine biologische Vielfalt im lokalen Kontext an. Das Niederschlagswasser wird dafür gesammelt und gereinigt und versorgt Dach- und Fassadenbegrünungen sowie Straßenbäume. Die Speicherfunktion des Bodens wird durch begrünte Dächer sowie versickerungsfähige Oberflächen nachgeahmt. Die Verdunstungsrate wird maßgeblich erhöht, was gerade in dicht bebauten Gebieten wichtig ist, um urbanen Hitzeinseln vorzubeugen.

In aller Kürze

Was ist das Ziel des Handlungsfeldes?

Nachhaltiges Regenwassermanagement und Biodiversität am Standort

Was braucht es dafür von Seiten der Wiener Stadtplanung (Schnittstellen)?

- Biotopvernetzung und Biodiversitätsstrategie zur Sicherstellung einer Vernetzung zwischen Populationen von Organismen und zum Schutz der Artenvielfalt.
- Regenwassermanagement auf Quartiersebene, um den natürlichen Wasserkreislauf bestmöglich imitieren zu können, die lokale Verdunstung zu erhöhen und somit in dicht besiedelten Gebieten Hitzeinseln zu vermeiden (z.B. in Form der Gestaltung des öffentlichen Raums nach dem Schwammstadtprinzip).

Welche Rolle muss die Wiener Stadtplanung im Kontext des kreislauffähigen Bauens einnehmen?

Kreislauffähiges Bauen ist ein Querschnittsthema, das nicht an der Gebäude- bzw. Grundstücksgrenze endet. Für eine breite Umsetzung der CE-Prinzipien im Bauwesen ist die bauplatzübergreifende Vernetzung der Wirkungsbereiche (Handlungsfelder) und die Zusammenarbeit verschiedener Disziplinen notwendig. Auf der Gebäudeebene gibt es dafür die „neue" Fachdisziplin „Circular Engineering". Auch auf Stadtplanungsebene sollte der integrale Planungsansatz – im Sinne eines **„Circular Urban Engineering"** – Eingang finden.

Der Wechsel vom linearen Planungsprozess hin zu einem integralen Planungsprozess, der die simultane Mitwirkung diverser Fachdisziplinen (Architektur, Tragwerksplanung, Bauphysik etc.) sicherstellt, ist für lebenszyklusorientiertes Bauen wesentlich. Die Transformation der Planungskultur spielt demnach eine zentrale Rolle im Gelingen des Systemwandels – in der Architektur sowie auf Stadtplanungsebene. Berücksichtigt man, dass Planungskosten in der Regel nur einen Bruchteil der Gemeinkosten ausmachen, von der Planung jedoch der Großteil der Folgekosten abhängt, wird deutlich, wie wirkungsvoll dieser Hebel sein kann/könnte.

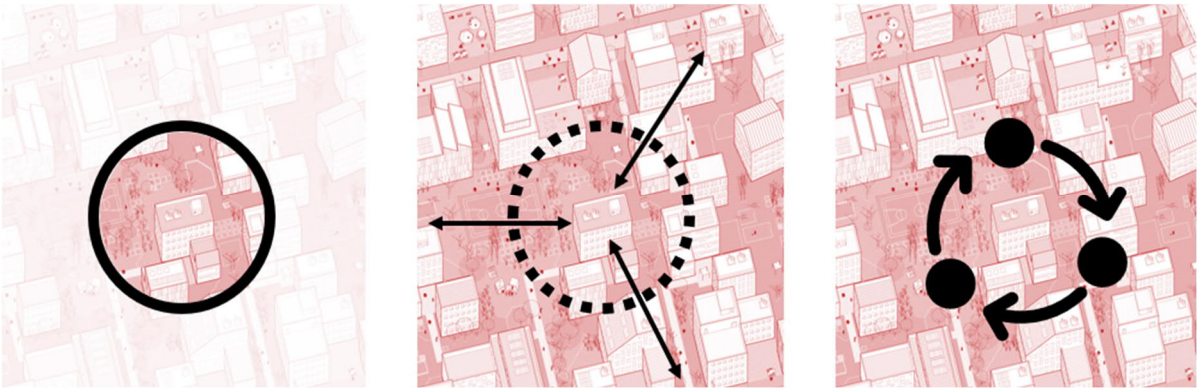
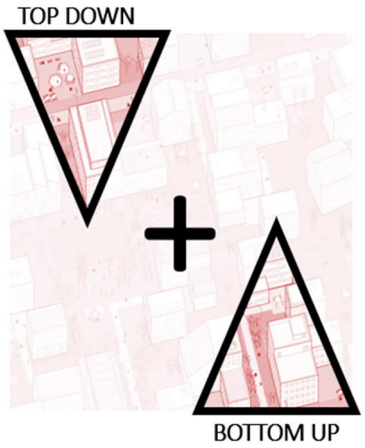


Abbildung 11: Bauplatzübergreifende Vernetzung im kreislauffähigen Bauen, eigene Darstellungen (© UIV) auf Basis einer Grafik arenas basabe palacios arquitectos.



Die internationalen Good Practice-Beispiele machen es vor: Der Wandel vom linearen zum zirkulären System setzt voraus, bestehende Lösungen neu zu denken. Dafür werden **Experimentierräume** eingerichtet, in denen kreislauffähige Konzepte interdisziplinär erarbeitet werden, neue Geschäftsmodelle entwickelt werden und Netzwerke zur Umsetzung gebildet werden. Akteure aus Wirtschaft, Forschung und dem öffentlichen Sektor arbeiten über den gesamten Prozess hinweg zusammen. Die enge Kooperation zwischen Bauwirtschaft und Verwaltung fördert die Identifikation und Überwindung von Barrieren.

Zur **Skalierung** der Initiativen braucht es klarerweise die Begleitung durch einen „Top-Down-Prozess", der entsprechende rechtliche Rahmenbedingungen schafft, Plattformen zur Vernetzung etabliert und wirtschaftliche Anreize sowie Förderungen initiiert.

Die Stadtplanung spielt in beiden Prozessen – Top-Down sowie Bottom-Up – eine Schlüsselrolle, denn für kreislauffähige Gebäude/Quartiere braucht es Voraussetzungen, die allen voran auf Stadtplanungsebene zu schaffen sind. Dafür muss die Stadtplanung jene **Schlüsselfragen** identifizieren, die zu Projektbeginn die Weichen für lebenszyklusorientiertes Bauen stellen. Dies betrifft u.a. folgende Aspekte:

- Bestandskontrolle: Wo liegen verfügbare anthropogene Ressourcen? Wie ist die Beschaffenheit des Bodens? Wie können Stoffströme zur Sicherstellung des Massenausgleichs innerhalb eines Bebauungsgebietes in städtebauliche Masterpläne übersetzt werden?
- Vermittlung: Wie werden Angebot und Nachfrage zusammengebracht? Welche Infrastruktur braucht es für die logistische Umsetzung?
- Lagerung: Wo können Materialien zwischengelagert werden? Wie weist man in Zukunft Flächen für sogenannte Zwischenlager aus?
- Transport: Wie können Materialien umweltschonend transportiert werden? Ist eine Verlagerung des Transports auf die Schiene möglich? (z.B. in Form von Lastenstraßenbahnen)
- Nutzung: Wie können Mehrfach- und Zwischennutzungskonzepte gefördert und umgesetzt werden? Braucht es dafür extra Zonen?
- Versorgung: Was kann die Energieraumplanung zur Schaffung von Quartierslösungen beitragen?

5_Anhang

5.1_Wiener Akteurslandschaft

Die in den **Tabellen 1-3** angeführten Personen und Institutionen sowie Unternehmen, Vereine und Kollektive tragen aktuell in Wien zur Forschung, Entwicklung, Verbreitung, Vernetzung, Planung und Umsetzung kreislauffähiger Prinzipien bei.

Die Akteurinnen und Akteure werden drei Bereichen zugeteilt: Tabelle 1 zeigt die AkteurInnen der Wiener Stadtverwaltung, Tabelle 2 AkteurInnen im Bereich Forschung und Wissenschaft und Tabelle 3 Unternehmen aus Wirtschaft, Vereine und Kollektive.

Tabelle 1: Wiener Stadtverwaltung

Person	Institution	Beschreibung
Deinhammer, Anna-Vera	Magistratsdirektion für Bauten und Technik	**DoTank Circular City 2020-2030 (DTCC30)** • Leiterin DoTank Circular City 2020-2030 (DTCC30) • Sachbearbeiterin für Circular City, Bauforschung und Integralingenieurwissenschaft • Projektkoordinatorin für Kreislaufwirtschaft im Baubereich
Schrenk, Claudia	Magistratsdirektion für Bauten und Technik	**DoTank Circular City 2020-2030 (DTCC30)** • Programmmanagement DoTank Circular City 2020-2030 (DTCC30) • Sachbearbeiterin für PM-Professional, Umwelt- und Ressourcen-management, Grün- und Freiräume
Hartmann, Gerhard	MA 01 Wien Digital	**Digitaler geoZwilling** • Arbeitet im Themenbereich Smart Government, Data Governance und Open (Geo-)Data
Mosor, Thomas	MA 22 Umweltschutz	**ÖkoKauf** • Programmleiter ÖkoKauf Wien
Scheibengraf, Martin	MA 22 Umweltschutz	**Schadstoffe in Bauwerken** • Amtssachverständiger der Umweltbehörde der Stadt Wien im Fachbereich Abfall- und Ressourcenmanagement
Thell, Gerrit	MA 23 Wirtschaft, Arbeit und Statistik	**Wirtschaftsentwicklung** • Kernteam Wirtschaftsstrategie
Tichy, Andreas	MA 39 Prüf-, Inspektions- und Zertifizierungsstelle	**Recyclingbeton** • Leiter des Bautechniklabors

Werner, Dieter	MA 39 Prüf-, Inspektions- und Zertifizierungsstelle	**Brandschutz, Baumaterial** • Leiter des Bauphysiklabors
Dorffner, Lionel	MA 41 Stadtvermessung	**Digitaler geoZwilling** • Dienststellenleiter der Stadtvermessung
Egle, Lukas	MA 48 Abfallwirtschaft, Straßenreinigung und Fuhrpark	**Abfallwirtschaft & Stoffstrommanagement** • Strategisches Controlling & Assistenz Abfallwirtschaft und Stoffstrommanagement • Projektmanager für Strategische Umweltprüfung

Tabelle 2: Forschung und Wissenschaft

Person	Institution	Beschreibung
Fellner, Johann	TU Wien, Christian Doppler Labor für Anthropogene Ressourcen (Leiter)	**Baustoffe, Ressourcenmanagement** Relevante Projekte: • Hochbauten als Werkstoffquelle • B (Lex ReUse) Abfallvermeidung im Bauwesen durch Wiederverwendung von Bauteilen
Gassner, Andreas	TU Wien, Christian Doppler Labor für Anthropogene Ressourcen	**Baustoffe, Ressourcenmanagement** Relevante Projekte: • B (Lex ReUse) Abfallvermeidung im Bauwesen durch Wiederverwendung von Bauteilen
Kleemann, Fritz	TU Wien, Christian Doppler Labor für Anthropogene Ressourcen	**Baustoffe, Ressourcenmanagement** Relevante Projekte: • Hochbauten als Werkstoffquelle
Lederer, Jakob	TU Wien, Christian Doppler Labor für Anthropogene Ressourcen	**Abfallwirtschaft, Sekundärrohstoffkataster** Relevante Projekte: • Hochbauten als Werkstoffquelle
Lengauer, Walter	TU Wien, Institut für Chemische Technologien und Analytik	**Gebäude, BIM** Forschungsgruppe Anorganische Werkstoffe (Professor) Relevante Projekte: BIMaterial – Prozess-Design für BIM-basierten, materiellen Gebäudepass

Honic, Meliha	TU Wien, Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement	**Gebäude, BIM** Forschungsgruppe Integrale Bauplanung und Industriebau Relevante Projekte: • BIMaterial – Prozess-Design für BIM-basierten, materiellen Gebäudepass • BIM Stocks
Kovacic, Iva	TU Wien, Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement	**Gebäude, BIM** Forschungsgruppe Integrale Bauplanung und Industriebau (Leiterin) Relevante Projekte: • BIMaterial – Prozess-Design für BIM-basierten, materiellen Gebäudepass • BIM Stocks
Oberwinter, Lars	TU Wien, Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement	**Gebäude, BIM** Relevante Projekte und Tätigkeiten: • BIMaterial – Prozess-Design für BIM-basierten, materiellen Gebäudepass Architekt, Geschäftsführender Gesellschafter der Plandata GmbH
Pamminger, Rainer	TU Wien, Institut für Konstruktionswissenschaften und Produktentwicklung	**Ecodesign** Forschungsgruppe Ecodesign (Senior Scientist) Relevante Projekte: • Entwicklung des Lehrprogramms „Ab-Bau - Lehrmaterialien zu Kreislaufwirtschaft und Abfallvermeidung im Baubereich" und dessen Integration in österreichische Höhere Technische Lehranstalten (HTL)
Kral, Ulrich	TU Wien, Institut für Wassergüte und Ressourcenmanagement	**Baustoffe/Bauteile, Urban Mining** Forschungsbereich Abfallwirtschaft und Ressourcenmanagement; relevante Projekte: • Mining the Urban Building Stock (MUBS)
Rechberger, Helmut	TU Wien, Institut für Wassergüte und Ressourcenmanagement (Vorstand)	**Abfallwirtschaft, Ressourcenmanagement** Forschungsbereich Abfallwirtschaft und Ressourcenmanagement (Leiter) Relevante Projekte: • BIMaterial – Prozess-Design für BIM-basierten, materiellen Gebäudepass
Korjenic, Azra	TU Wien, Institut für Werkstoff-technologie, Bauphysik und Bauökologie	**Natürliche Baumaterialien** Forschungsbereich Ökologische Bautechnologien (Leiterin)

Tabelle 3: Unternehmen aus der Wirtschaft, Vereine und Kollektive

Name	Auswahl Personen	Beschreibung
Bau-Karussell	Borszki, Roman Markus, Meissner Neitsch, Matthias Romm, Thomas	**Verwertungsorientierter Rückbau, Bauteilkatalog** BauKarussell ist ein Projektkonsortium, das sich im Jahr 2016 aus der pulswerk GmbH, Romm ZT, Repa-Net, dem Demontage und Recycling-zentrum (DRZ) und der Caritas SÖB gebildet hat. BauKarussell bietet sowohl Beratungsleistungen als auch ein komplettes Dienstleistungspaket für die Planung und Umsetzung von verwertungs-orientiertem Rückbau an. Die von BauKarussell demontierten Elemente werden in einem Bauteilekatalog vermerkt und zum Verkauf angeboten.
Baustoff-Recycling Verband (BRV)	Kasper, Thomas	**Baustoff-Recycling** Der BRV ist eine freiwillige Vereinigung von Recycling-unternehmen aus ganz Österreich und agiert als Interessenvertretung der Baustoff-Recycling-Wirtschaft.
Circular Economy Club (CEC) Vienna	Ellenberger, Andreas Wabitsch, Vanessa	**Kreislaufwirtschaft** Der CEC ist ein internationales Netzwerk mit lokalen Vertretungen in 110 Ländern, das sich für den Wandel von einem linearen System hin zur Kreislaufwirtschaft einsetzt. In dem Netzwerk sind sowohl Einzelpersonen als auch Organisationen vertreten.
Demontage- und Recycling Zentrum (DRZ)	Smith, Elisabeth Stoisser, Laurenz	**Re-Use, Recycling und Upcycling von Elektrogeräten** Das DRZ ist ein Recycling-, Re-Use und Upcycling Unternehmen. Im Re-Use-Shop werden gebrauchte Elektroaltgeräte recycelt oder repariert und zum Verkauf angeboten. In der „trash_design-Manufaktur“ des DRZ entstehen aus Elektro- und Elektronikschrott Upcycling-Produkte.
Drees & Sommer, EPEA	Pröwer, Nadja	**Umweltverträgliches Bauen** Drees & Sommer sind ein internationales Beratungs-, Planungs- und Projektmanagementunternehmen, u.a. im Bereich integrales Baumanagement und BIM-Solutions. 2019 haben sich Drees & Sommer und die vormalige EPEA Internationale Umweltforschung GmbH (mit Prof. Dr. Michael Braungart) unter der neuen Firmierung EPEA GmbH – Part of Drees & Sommer zusammengeschlossen. Ziel ist, C2C-Design-prinzipien für die Circular Economy in allen Industrie-branchen zu etablieren.

IG Lebens-zyk-lus Bau (Verein)	Vorstand: Achammer, Christoph Kradischnig, Wolfgang Heid, Stephan Reisinger, Klaus Thewanger, Erich Friedl, Karl	**Vernetzung der Immobilienbranche** Die IG Lebenszyklus Bau umfasst mehr als 70 Unternehmen und Institutionen der Bau- und Immobilienwirtschaft Österreichs. Der Verein unterstützt Bauherren bei der Planung, Errichtung, Bewirtschaftung und Finanzierung von ganzheitlich optimierten und kreislauffähigen Bauwerken.
Material-nomaden (Kollektiv)	Kneidinger, Peter Kessler, Andrea	**Verwertungsorientierter Rückbau, Bauteile-Plattform** Die Materialnomaden sind ein multidisziplinäres Kollektiv, das Dienstleistungen zur Bewertung von Materialien und Gebäudekomponenten hinsichtlich ihres Re-Use-Potenzials anbietet. Darüber hinaus führen sie selbst Rückbau- und Demontagearbeiten durch und lagern bzw. verkaufen die abgebauten Materialien/Bauteile in ihrem „re:store“.
Plandata GmbH	Oberwinter, Lars	**BIM** Plandata ist spezialisiert auf die Arbeit mit Building Information Modelling (BIM) und bietet Beratungs-leistungen rund um das Thema an.
pulswerk GmbH	Meissner, Markus	**Umweltberatung** pulswerk GmbH ist eine Tochtergesellschaft des Österreichischen Ökologie-Instituts, das Auftrag-nehmerInnen bei der Planung und Umsetzung nachhaltiger Lösungen berät. Die pulswerk GmbH ist im Bereich der unternehmens- und projektbezogenen Umweltberatung in zahlreichen Zertifizierungs- und Qualitätssicherungssystemen gelistet.
RepaNet (Verein)	Neitsch, Matthias	**ReUse** Das Re-Use und Reparaturnetzwerk Österreich ist die freiwillige Interessenvertretung der sozial-wirtschaftlich ausgerichteten Re-Use-Betriebe sowie der Reparaturnetzwerke und Reparaturinitiativen.
Romm – forschen planen bauen (Romm ZT)	Romm, Thomas	**Architekturbüro, kreislauffähiges Bauen** Romm ZT führt angewandte Forschungsprojekte durch und bietet Planung, bauaufsichtliche Begleitung sowie Beratungsleistungen für kreislauffähiges Bauen an. Thomas Romm ist Gründer von BauKarussell und es besteht eine Kooperation mit pulswerk GmbH.

Umweltdach-verband (UWD)	Dittrich, Julika	**Ressourcenschonung, Umweltpolitik** Der UWD ist eine österreichweite überparteiliche Plattform für 36 Mitgliedsorganisationen aus den Bereichen Umwelt-, Natur- und Alpenschutz, Land- und Forstwirtschaft sowie Erneuerbare Energien. Das EU-Umweltbüro des UWD ist zentrale Schnittstelle für europäische/nationale Umweltpolitik.
Urban Mining Consulting GmbH	Geschäftsführer: Pucher, Anton Taborsky, Martin	**Rückbau von Industrieanlagen** Das Unternehmen ist spezialisiert auf den Rückbau und die Verwertung von Industrieanlagen. Es hat Erfahrung in Rückbau- und Abbruchleistungen sowie Schadstoffsanierung und Entsorgung in Kombination mit Metallverwertung.

5.2_Adressierte Handlungsfelder der Good Practice-Beispiele

Zur Umsetzung lebenszyklusorientierter Bauten wurden im Zuge des Trendscoutings sechs relevante Handlungsfelder und dazugehörende CE-Prinzipien identifiziert:

- Design und Konstruktion
- Nutzung und Versorgung
- Stoffströme
- Kostenbetrachtung
- Datenmanagement
- Wasserströme und Biodiversität

Die nachstehende **Tabelle 4** zeigt, auf welche Handlungsfelder bzw. CE-Prinzipien die internationalen Good Practice-Beispiele fokussieren. Neben den sechs Handlungsfeldern wird „Skalierung“ angeführt. Darunter sind Prinzipien gelistet, die dazu beitragen, dass kreislauffähiges Bauen über einzelne Projekte hinaus auf Quartiers- oder Stadtebene angewandt wird.

Tabelle 4: Adressierte Handlungsfelder der internationalen Good Practice-Beispiele

HANDLUNGSFELDER	Design und Konstruktion			Nutzung und Versorgung		Stoffströme		Kostenbetrachtung	Datenmanagement	Wasserströme und Biodiversität	Skalierung		
Prinzipien	Design for Disassembly	Hoher Vorfertigungsgrad	Integraler Planungsprozess	Flexible Raumnutzung	Anwendung von Product-as-a-Service	Verwendung von Recycling- oder Re-Use-Material	On-Site Ressourcenlager	Lebenszyklus-orientierte Planung	Materieller Gebäudepass	Dach- / Fassadenbegrünung	CE-Kriterien im Öfftl. Vergabewesen	Anwendung auf Quartiersebene	Öfftl. Ausstellung zur Wissensvermittlung
Roadmap Amsterdam (NL)											X		
Bau- und Abbruchprozesse Göteborg (SE)											X		
DGNB-Zertifizierung (International)												X	
Rathaus Venlo (NL)	X		X		X	X		X	X	X	X		X
Feuerwehrhaus Straubenhardt (DE)	X							X	X		X		

HANDLUNGSFELDER	Design und Konstruktion			Nutzung und Versorgung		Stoffströme		Kostenbetrachtung	Datenmanagement	Wasserströme und Biodiversität	Skalierung		
Prinzipien	Design for Disassembly	Hoher Vorfertigungsgrad	Integraler Planungsprozess	Flexible Raumnutzung	Anwendung von Product-as-a-Service	Verwendung von Recycling- oder Re-Use-Material	On-Site Ressourcenlager	Lebenszyklus-orientierte Planung	Materieller Gebäudepass	Dach- / Fassadenbegrünung	CE-Kriterien im Öfftl. Vergabewesen	Anwendung auf Quartiersebene	Öfftl. Ausstellung zur Wissensvermittlung
Circle House Lisbjerg (DK)	X		X	X	X	X		X	X				X
BRIC Brüssel (BE)	X	X	X	X		X	X	X	X				X
Rathaus Brummen (NL)	X	X	X					X	X				
Multi-House Skanderborg (DK)				X					X				
La Maillerie Lille (FR)						X	X		X			X	
Cirular Building London (UK)	X	X	X			X		X	X				X

HANDLUNGSFELDER	Design und Konstruktion			Nutzung und Versorgung		Stoffströme		Kostenbetrachtung	Datenmanagement	Wasserströme und Biodiversität	Skalierung		
Prinzipien	Design for Disassembly	Hoher Vorfertigungsgrad	Integraler Planungsprozess	Flexible Raumnutzung	Anwendung von Product-as-a-Service	Verwendung von Recycling- oder Re-Use-Material	On-Site Ressourcenlager	Lebenszyklus-orientierte Planung	Materieller Gebäudepass	Dach- / Fassadenbegrünung	CE-Kriterien im Öfftl. Vergabewesen	Anwendung auf Quartiersebene	Öfftl. Ausstellung zur Wissensvermittlung
Edificio Sokrates Barcelona (ESP)	X	X		X				X	X				
NEST-Unit UMAR Dübendorf (CH)	X	X	X		X	X		X	X				X

5.3_Dokumentation zum Club 18 am 9.2.2021

Hintergrund der Veranstaltung

Der Club 18 „Kreislauffähiges Bauen“ widmete sich der Frage, was die Stadtplanung zum Gelingen kreislauffähiger Bauprojekte beitragen kann und muss.

- **Anna-Vera Deinhammer** (MD-BD) und **Claudia Schrenk** (MD-BD) gaben einen Einblick in die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft, in ihre Aktivitäten in diversen internationalen Netzwerken und in das Programm „Do Tank Circular City 2020-2030“.
- **Bernadette Luger** (UIV) stellte Ergebnisse aus einer im Auftrag der MA 18 durchgeführten Trendscouting-Studie zu internationalen Good Practice-Beispielen vor. Sie schärfte die Rolle der Stadtplanung im integralen Planungsprozess, indem sie wesentliche Schnittstellen zur Stadtplanung aufgezeigte bzw. den konkreten Handlungsbedarf identifizierte.
- Im Anschluss folgte eine offene Diskussion mit allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern. **Eva Pangerl** (MA 18) moderierte die Veranstaltung.

Diskussionspunkte

Status Quo in Wien: Know-How, Entwicklungen und Projekte

- **Wiener Pioniere.** Zwei Initiativen tragen aktuell besonders stark zur Verbreitung, Vernetzung und Umsetzung kreislauffähiger Prinzipien bei, das BauKarussel[51] und die Materialnomaden[52].
- **Social Urban Mining.** Das BauKarussel bringt verwertungsorientierten Rückbau, Kreislaufwirtschaft und soziales Engagement zusammen und schafft Arbeitsplätze für Menschen, die auf dem Arbeitsmarkt benachteiligt sind.
- **Vorreiter Seestadt Aspern.** In der Seestadt wurde ein bauplatzübergreifender Masseausgleich sowie eine Onsite-Verwertung von Aushubmaterialien umgesetzt (zur Betongewinnung in einer Ortbetonanlage). In einem Architekturwettbewerb wurde das Paradox angewandt, für eine lange Lebensdauer zu planen und gleichzeitig ein Rückbaukonzept einzufordern.
- **Rechtsrahmen.** Die Verpflichtung zur Schadstofferkundung bei Gebäuden war im Wiener Landesrecht verankert, bevor diese auf Bundesebene umgesetzt wurde.

---

[51] BauKarussell ist ein Projektkonsortium, das sich im Jahr 2016 aus der pulswerk GmbH, Romm ZT, RepaNet, dem Demontage und Recycling-zentrum (DRZ) und der Caritas SÖB gebildet hat. BauKarussell bietet sowohl Beratungsleistungen als auch ein komplettes Dienstleistungspaket für die Planung und Umsetzung von verwertungsorientiertem Rückbau an. Die von BauKarussell demontierten Elemente werden in einem Bauteilekatalog vermerkt und zum Verkauf angeboten.

[52] Die Materialnomaden sind ein multidisziplinäres Kollektiv, das Dienstleistungen zur Bewertung von Materialien und Gebäudekomponenten hinsichtlich ihres Re-Use-Potenzials anbietet. Darüber hinaus führen sie selbst Rückbau- und Demontagearbeiten durch und lagern bzw. verkaufen die abgebauten Materialien/Bauteile in ihrem „re:store“.

- **Forschungsprojekte.** Der verwertungsorientierte Rückbau basiert allen voran auf dem Wissen über die anthropogenen Ressourcen der Stadt. Deshalb wird aktuell daran geforscht, wie Sekundärrohstoffkataster erstellt werden können. Das Projekt BIM-Stocks setzt sich in diesem Kontext damit auseinander, wie auf wirtschaftliche Weise lokalisiert werden kann, wo im Gebäudebestand Materialressourcen liegen und wie diese rückgewonnen werden können.

  Folgende Forschungsprojekte wurden bzw. werden u.a. umgesetzt: Hochbauten als Werkstoffquellen, BIMaterial (Prozess-Design für BIM-basierten, materiellen Gebäudepass), MUBS (Mining the Urban Building Stock), M-DAB (Materialressourcen der Stadt digitalisieren, analysieren und nachhaltige bewirtschaften).

  Die MA 18 unterzeichnete kürzlich einen LOI für das Forschungsprojekt „Should it stay or should it go". Dabei geht es um die Bewertung von Abbruch in Bezug auf Flächen- und Ressourcenverbrauch, aufbauend auf ein Vorgängerprojekt.
- **Beginnende Grätzl-Betrachtung.** Gebäude nicht als isolierte Silos zu betrachten, sondern ihr Zusammenwirken im Grätzl/Kontext zu stärken, entspricht den Prinzipien einer kreislauffähigen Stadt (aktuelle Umsetzung z.B. in Wien NEU Plus).
- **Mehrheitlich Down-Cycling anstatt Up-Cycling.** Noch werden Materialien aus dem Hochbau vermehrt im Tiefbau wiederverwertet. In der Schweiz, wo Up-Cycling hoch im Kurs steht, ist man weiter – Hochbaumaterialien werden bereits verstärkt im Hochbau wiederverwendet.

Baukultur und Konstruktionsprinzipien

- **Die Kunst der Transformation.** In den letzten Jahrzehnten gab es immer wieder Ansätze, Recycling und Wiederverwendung in einen neuen Kontext zu rücken (z.B. Hundertwasser).
- **Zirkuläre Konstruktionsprinzipien.** Gebäude sind so zu konzipieren, dass diese bzw. deren Materialien und Bauteile nach der Nutzungsphase werthaltig wiederverwendet werden können. Zentral dabei ist, „zirkuläre Prinzipien" (z.B. einfach, in Schichten, monomaterial Bauen) in frühen Planungsphasen zu verankern, da die Möglichkeit zur Reparaturfähigkeit, Zerlegbarkeit und Wiederverwendung von Beginn an geplant werden muss. Holzbau und ein hoher Grad an Vorfertigung eignen sich dafür besonders.
- **Genius Loci.** Verwenden wir die Materialien unserer Stadt immer wieder, besteht die Möglichkeit, einen starken Ortsbezug in der Architektur herzustellen.

Lagerflächen und Transportwerge

- **„Just in Time".** Anstatt Gebäude rückzubauen und Materialien und Baustoffe zwischenzulagern, sollten Gebäude selbst als Lager dienen und – just in time – also erst dann, wenn die Materialien tatsächlich benötigt werden, abgebrochen werden.
- **Best Practice Stockholm.** Die Stadt Stockholm weist Flächen zur Zwischenlagerung aus, gleichzeitig arbeiten sie daran, Wissen zum urbanen Metabolismus aufzubauen – mit dem Ziel, das Ende des einen Lebenszyklus mit dem Beginn eines anderen zu verknüpfen.
- **Im Kreisführen der Materialien.** Es braucht Logistik- und Mobilitätskonzepte, um einen emissionsarmen Transport der Materialien zu gewährleisten (z.B. in Form von Lastenstraßenbahn).
- **Verweis auf Fachkonzept Produktive Stadt.** Es gilt zu beantworten, wo konkret die Bedarfsdimension für Lagerflächen für kreislauffähiges Bauen liegt und welche Kriterien diese Flächen erfüllen müssen.

Rechtliche Rahmenbedingungen und Haftungsfragen

- **Offene Zertifizierungsfragen.** In Bezug auf die Zertifizierung von Bauelementen (z.B. Fenster) gibt es unterschiedliche Herangehensweisen: (1) Einmal zertifiziert, immer zertifiziert, (2) Neuzertifizierung bei Wiedereinsatz notwendig. Diese Unklarheit führt zu Schwierigkeiten bei der Wiederverwendung von Bauteilen. Eindeutiger gestaltet sich die Sachlage bei statischen Elementen, wo bei Wiedereinsatz eine Abnahme durch ZiviltechnikerInnen erfolgen muss und im Zuge dessen Chaosreserven neu berechnet werden.
- **Vorzeitiges Abfallende als zentraler Baustein für den Re-Use-Markt.** Die Recycling-Baustoffverordnung sieht seit 2016 ein vorzeitiges Abfallende für bestimmte Recycling-Baustoffe vor, bei denen durch das vorzeitige Enden der Abfalleigenschaft im Hinblick auf Umwelt- und Gesundheitsschutz keine negativen Auswirkungen zu erwarten sind (davor war Abfallwirtschaftslizenz notwendig). Die Novellierung erleichtert den Wiedereinsatz von Materialien, da diese, nach einer entsprechenden Qualitätsprüfung, wie Primärmaterialien behandelt werden – ein wichtiger Knackpunkt für Ausschreibung und Image.

Image, Storytelling und Wissensvermittlung

- **Alles eine Frage des Narrativ.** Es geht nicht nur darum, zu reduzieren, sondern ein MEHR an Materialautarkie zu erlangen und „unseren“ Materialien einen Wert zuzuweisen.
- **Hemmnisse und fehlende Akzeptanz.** Verwertungsorientierter Rückbau generiert mehr Baustellen, mehr Lärm und mehr Staub. Darüber hinaus werden Sekundärmaterialien oftmals mit Abfall assoziiert. Abhilfe schafft Wissensvermittlung und entsprechendes Storytelling.
- **Vorteile sichtbar und greifbar machen.** Kreislaufwirtschaft ist nicht nur ein Wandel der gebauten Umwelt, sondern bedingt auch einen Wandel der Gesellschaft. Dafür braucht es geeignete Räume. Erdgeschoßflächen eignen sich z.B. dafür, die Idee der und die Vorteile von Kreislauffähigkeit in Form von Nutzungen wie Repair-Kaffees, Änderungsschneidereien, Coworking-Spaces etc. zu vermitteln. Temporäre und zirkulär konzipierte Pavillons klären über nachhaltige Lösungen auf und zeigen, wie zirkuläres Bauen konkret aussehen kann.

Zwischen- und Umnutzung

- **Gebäude als Materiallager.** Solange Materialien und Baustoffe nicht unmittelbar gebraucht werden, sollten Gebäude erhalten und weiter-, um- sowie zwischengenutzt werden. Wo sogenannte StandardnutzerInnen mitunter schäbige Gebäude sehen, sehen ZwischennutzerInnen das Potenzial zur Aneignung. Im Vordergrund steht die Anpassungsmöglichkeit der Räumlichkeiten an die eigenen Anforderungen.
- **Zwischen- und Umnutzen ist das Gebot der Stunde.** Positives Beispiel im 5. Bezirk: Ein sanierungsbedürftiges Schulgebäude wird aktuell als Kreativ-Cluster (Goldschmiede, DJ-Schule für Frauen etc.) genutzt und wirkt sich positiv auf seine Umgebung aus.

Kosten und Lebenszyklusbetrachtung

- **Fragen der Wirtschaftlichkeit.** Aktuell sind Sekundärmaterialien wesentlich teurer als Primärmaterialien. Noch ist der Re-Use-Markt ein Nischenmarkt, der an Materialmengen und Verfügbarkeiten scheitert. Es braucht eine stärkere Vernetzung der Branche in Form von digitalen Plattformen (z.B. Madaster) zum „Matching“ der unterschiedlichen Bedürfnisse der am

Planen und Bauen Beteiligten. Fakt ist, mit steigenden Ressourcenverknappung, wird sich das Preisverhältnis verschieben.

- **Fehlende Lebenszyklusbetrachtung.** Aktuell werden Gebäude in ihrer Kalkulation nicht im gesamten Lebenszyklus betrachtet, weswegen Umweltwirkungen, Transportkosten für Baustoffe/Materialien und Kosten am Lebensende unberücksichtigt bleiben. Als Konsequenz wird oft die scheinbar günstigere und schnellere Bauweise, z.BN. in Form verklebter Baustoffe gewählt.
- **Mehrwert Material.** Schon heute ist es in der Bilanzbuchhaltung möglich, Materialien als Anlagevermögen zu verbuchen, da der Wert eines Grundstücks aufgrund der im Gebäude gelagerten Materialien wächst.
- **Paradigmenwechsel im Bauen.** Mit der EU Taxonomie können zukünftig nur noch energiesparende und ressourceneffiziente Gebäude als nachhaltige Investments klassifziert werden. Das führt zu einem Paradigmenwechsel in der Kostenbetrachtung, da Gebäude hinsichtlich ihres Potenzial als Materiallager bewertet werden.

Erfahrungen zum kreislauffähigen Bauen in der Stadtplanung

- **Verschränkung Hochbau und Stadtplanung.** In Projektstartgesprächen im Bereich der Stadtplanung ist kreislauffähiges Bauen aktuell kaum Thema. Diskutiert werden lediglich mögliche Beschränkungen der Bebaubarkeit aufgrund von Kontaminationen sowie Fragen der Versickerung. Es ist unklar, ob Fragen zur Bodenbeschaffenheit sowie zum Leerstand in der näheren Umgebung vor Projektbeginn adressiert werden.
- **Mögliche Hebel und Instrumente zur Verankerung zirkulärer Prinzipien:** Städtebauliche Verträge, Wettbewerbe, Ausschreibung, kommunale Bauten.

6_Quellen

Arup (n.d.): Arup. https://www.arup.com/. Zuletzt aufgerufen: 5.10.2020.

BAMB (n.d.)a: Build Reversible In Conception (B.R.I.C.). https://www.bamb2020.eu/topics/pilot-cases-in-bamb/bric/. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

BAMB (n.d.)b: About BAMB. https://www.bamb2020.eu/about-bamb/. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

Bauen Aktuell (2019): Cradle-to-Cradle-Prinzip: Wie Straubenhardt jetzt kreislauffähig baut. Artikel vom 18.09.2019. https://www.bauen-aktuell.eu/cradle-to-cradle-prinzip-wie-straubenhardt-jetzt-kreislauffaehig-baut/. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

Baukarussel (n.d.)a: Coca-Cola Werk in Wien Favoriten. https://www.baukarussell.at/coca-cola-werk-in-wien-favoriten/. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

Baukarussell (n.d.)b: Bauteillager. https://baukarussell.bauteillager.de/bauteilnetz/website/ bauteilsuche?btk_suche=true. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

Baunetzwissen (n.d.)a: Was ist ein BIM-Modell? https://www.baunetzwissen.de/bim/fachwissen/modelle/was-ist-ein-bim-modell-5269725. Zuletzt aufgerufen: 5.10.2020.

Baunetzwissen (n.d.)b: Cradle-to-Cradle-Prinzip. https://www.baunetzwissen.de/nachhaltig-bauen/fachwissen/baustoffe--teile/cradle-to-cradle-prinzip-748225. Zuletzt aufgerufen: 5.10.2020.

Bouygues Batiment Nord-Est (2018): Economie circulaire dans le BTP : une démarche d'ampleur inédite menée sur le chantier de la Maillerie. Artikel vom 24.04.2018. http://www.bouygues-batiment-nord-est.fr/actualites/economie-circulaire-dans-le-btp-une-demarche-dampleur-inedite-menee-sur-le-chantier-de-la. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

Bouygues Construction (2019): Economie circulaire ET bâtiment, cap sur le réemploi des matériaux! Artikel vom 3.06.2019. https://www.bouygues-construction.com/blog/fr/construire-durablement/economie-circulaire-batiment-reemploi/. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

BRIC & efp (n.d.): The Circular Economy in Construction Industry. https://www.bric-efp.be/en. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

Bruckner, R. (2020): Großer Wert, kleiner Preis: Wiederverwerten vom Paternoster bis zum Heizkörper. Artikel vom 24.02.2020. In: Der Standard. https://www.derstandard.at/story/ 2000114862142/grosser-wert-kleiner-preis-wiederverwerten-vom-paternoster-bis-zum-heizkoerper. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

BRV (n.d.): Österreichischer Baustoff-Recycling Verband. http://brv.at/. Zuletzt aufgerufen: 5.10.2020.

C2C Expolab (n.d.): Stadthaus Venlo. https://www.c2cexpolab.eu/de/referenzen/stadthaus-venlo/. Zuletzt aufgerufen: 05.10.2020.

C40 Cities (2018): Amsterdam's Circular Economy Roadmap: Lessons Learned and Tools for Upscaling. Artikel vom 15.11.2018. https://www.c40.org/case_studies/amsterdam-s-circular-economy-roadmap-lessons-learned-and-tools-for-upscaling. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

Circular Economy Club (n.d.): Modular building: Brummen Town Hall. https://www.circulareconomyclub.com/solutions/modular-building-brummen-town-hall/. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

Circularity City (2018): Circularity City – Shaping our Urban Future (ISBN 978-87-998670-8-0) https://www.circularitycity.dk/wp-content/uploads/2018/05/Circularity-City-Book-Digital.pdf. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

City of Amsterdam (2015): Amsterdam Circular: A Vision and Roadmap for the City and Region. https://assets.website-files.com/5d26d80e8836af2d12ed1269/ 5ede5a03e4cd056426b86d8b_ 20152115%20-%20Amsterdam%20scan%20-%20report%20EN%20web%20single%20page%20-%20297x210mm.pdf . Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

Cradle to Cradle Products Innovation Institute (2017): What Is Design for Disassembly? Artikel vom 10.10.2017. https://www.c2ccertified.org/news/article/what-is-design-for-disassembly. Zuletzt aufgerufen: 05.10.2020.

Deinhammer, A. & Jarolim, B. (2020): Circular City is Smart. In: OIB aktuell (01/2020). https://www.oib.or.at/node/6627739. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

DGNB (2019): Circular Economy. Kreisläufe schließen, heißt zukunftsfähig sein. https://www.ogni.at/wp-content/uploads/%C3%96GNI_Report_Circular-Economy_Final_website.pdf. Zuletzt aufgerufen: 18.10.2020.

DGNB (n.d.)a: DGNB & Co.: Gemeinsamkeiten und Unterschiede bei den Zertifizierungssystemen für Gebäude. https://www.dgnb.de/de/aktuell/positionspapiere-stellungnahmen/hintergrundinformation-vergleich-zertifizierungssysteme/index.php. Zuletzt aufgerufen: 05.10.2020.

DGNB (n.d.)b: Die DGNB Zertifizierung: Mit System zu mehr Nachhaltigkeit. https://www.dgnb.de/de/verein/system/. . Zuletzt aufgerufen: 05.10.2020.

DGNB (n.d.)c: Circular Economy. https://www.dgnb.de/de/themen/circular-economy/. Zuletzt aufgerufen: 05.10.2020.

Dosch, Klaus (2017): Die Grenzen der Energieeffizienz. In: factoryy No.2/2017, Besser Bauen. (https://www.factory-magazin.de/fileadmin/magazin/media/bauen/factory_2_2017_besser_bauen_web.pdf). Zuletzt aufgerufen: 07.10.2019.

DRZ (n.d.): Demontage- und Recyclingzentrum. https://www.drz-wien.at/. Zuletzt aufgerufen: 05.10.2020.

Eje Prime (2019): Gonsi invierte ocho millones de euros para levantar un edificio ‘circular’ en Barcelona. Artikel vom 14.10.2019. https://www.ejeprime.com/empresa/gonsi-invierte-ocho-millones-de-euros-para-levantar-un-edificio-circular-en-barcelona.html. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

Ellen MacArthur Foundation (2016): Circularity in the Built Environment: Case Studies – A Compilation of Case Studies from the CE100. https://www.ellenmacarthurfoundation.org/ assets/downloads/Built-Env-Co.Project.pdf. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

Ellen MacArthur Foundation (n.d.): Our Mission is to accelerate the Transition to a Circular Economy. https://www.ellenmacarthurfoundation.org/. Zuletzt aufgerufen: 05.10.2020.

Europäisches Parlament (2018): Kreislaufwirtschaft: Definition und Vorteile. https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/economy/20151201STO05603/kreislaufwirtschaft-definition-und-vorteile. Zuletzt aufgerufen: 09.10.2020.

European Union (2020): Circular Economy Action Plan: For a cleaner and more competitive Europe. https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/new_circular_economy_action_plan.pdf. Zuletzt aufgerufen: 05.10.2020.

Fernández, C. (2016): The Circular Building: the most advanced reusable building yet. Artikel vom 19.09.2016. https://www.arup.com/news-and-events/the-circular-building-the-most-advanced-reusable-building-yet. Zuletzt aufgerufen: 05.10.2020.

FFG Projektdatenbank (2019): M-DAB: Materialressourcen der Stadt digitalisieren, analysieren und nachhaltig bewirtschaften. https://projekte.ffg.at/projekt/3307471/pdf. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

Forschungsgruppe „Nachhaltige Ressourcennutzung”, Institute for Ecological Economics Wirtschaftsuniversität Wien (WU) (Hrsg.) (2016): Regionale Kreislaufwirtschaft. Inputpapier für die Implementierung von RESET 2020. https://www.wu.ac.at/fileadmin/wu/d/i/ecolecon/PDF/RESET2020_Regionale_Kreislaufwirtschaft_Report.pdf. Zuletzt aufgerufen: 09.10.2020.

GEZE (n.d.): Die wichtigsten Green Building Bewertungssysteme: BREEAM, LEED, DGNB. https://www.geze.at/de/entdecken/themen/green-building#:~:text=Die%20wichtigs-

ten%20Green%20Building%20Bewertungssysteme,mehr%20in%20den%20Vordergrund%20ger%C3%BCckt.&text=Anhand%20einer%20Zertifizierung%20k%C3%B6nnen%20Investoren,erwartende%20Qualit%C3%A4t%20eines%20Geb%C3%A4udes%20absch%C3%A4tzen. Zuletzt aufgerufen: 27.10.2020.

Göteborg Stad (n.d.)a: Dags att bygga och riva cirkulärt! Rekommendationer till dig som är offentlig upphandlare i bygg- och rivningsprojekt. https://goteborg.se/wps/wcm/connect/739f9135-ebe3-4f18-8420-ef6ca7e13922/Guide+med+rekommendationer.pdf?MOD=AJPERES. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

Göteborg Stad (n.d.)b: Cirkulära Göteborg. https://goteborg.se/wps/portal/start/miljo/det-gor-goteborgsstad/cirkulara-goteborg-/!ut/p/z1/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfIjo8ziTYzcDQy9TAy9_c2NXQwC-TUyNgNjRyMDEWD-ckIIooLQBDuBooF-QG6oIAIqSeFE!/dz/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

Greenport Venlo (n.d.): Greenport Venlo: business parks, natural landscapes, recreation and a campus. https://www.greenportvenlo.eu/. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

GXN and Responsible Assets (2018): Circle House — Denmark's first circular housing project (ISBN: 978-87-998670-7-3). http://grafisk.3xn.dk/files/temp/2019.01.14_Circle_House_Book_ English_Version.pdf. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

Felix Heisel und Sara Schäfer, Circular Economy. Kreisläufe zu schließen, heißt zukunftsfähig zu sein. DGNB, ÖGNI GmbH. 2019. https://www.ogni.at/wp-content/uploads/%C3%96GNI_Report_Circular-Economy_Final_website.pdf. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

IG Lebenszyklus Bau (2020): AG Kreislaufwirtschaft: Leitfaden für ein kreislaufwirtschaftliches Planen und Konstruieren. https://www.ig-lebenszyklus.at/wp-content/uploads/2020/10/Leitfaden_Kreislaufwirtschaft_final.pdf. Zuletzt aufgerufen: 27.10.2020.

IÖB Innovationsplattform (2020): Von der Planung bis zum Abriss – den Baukreislauf neu organisieren: Challenge. https://www.ioeb-innovationsplattform.at/challenges/detail/von-der-planung-bis-zum-abriss-den-baukreislauf-neu-organisieren/. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

Kleemann, F., Lederer, J. & Fellner, J. (2015): Hochbauten als Werkstoffquelle. Projektbericht vom 31.05.2015. https://www.wien.gv.at/umweltschutz/nachhaltigkeit/pdf/kleemann-2015.pdf. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

Kovacic, I. et al. (2018): BIMaterial: Prozess-Design für den BIM-basierten, materiellen Gebäudepass. Projektbericht vom Juni 12018. https://www.industriebau.tuwien.ac.at/fileadmin/mediapool-industriebau/Bilder/Forschung/BIMaterial_Endbericht.pdf. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

Kraaijvanger (n.d.): City Hall Venlo – Brief: Beyond Sustainability. https://www.kraaijvanger.nl/en/projects/city-hall-venlo/. Zuletzt aufgerufen: 05.10.2020.

Lacy, P., Rutqvist, J. und Buddemeier, P. (2015): Wertschöpfung statt Verschwendung. Die Zukunft gehört der Kreislaufwirtschaft. München: Redline Verlag

Lebenszyklus Bau (n.d.): Lebenszyklus Bau: Planen, Bauen, Betreiben, Finanzieren. https://www.ig-lebenszyklus.at/. Zuletzt aufgerufen: 05.10.2020.

Lejerbro (n.d.): Lejerbro in English. https://www.lejerbo.dk/om-lejerbo/lejerbo-in-english. Zuletzt aufgerufen: 27.10.2020.

Lendager Group (n.d.): CPH Common House. https://lendager.com/arkitektur/cph-common-house/. Zuletzt aufgerufen: 05.10.2020.

Magistratsdirektion für Bauten und Technik, TU Wien, MA 22 (2015): Ergebnisbericht des Projekts Hochbauten als Werkstoffquelle. Bericht vom 8. Mai 2015. https://publik.tuwien.ac.at/files/PubDat_238867.pdf. Zuletzt aufgerufen: 29.10.2020.

Materialnomaden (n.d.): materialnomaden. https://www.materialnomaden.at/. Zuletzt aufgerufen: 05.10.2020.

Medizinische Universität Wien (2019): Aus Alt wird Neu: BIG, MedUni Wien und Baukarussell nutzen großes Re-Use-Potential beim MedUni Campus Mariannengasse. Artikel vom 05.12.2019. https://www.meduni-campus-mariannengasse.at/ueber-uns/news/aus-alt-wird-neu-big-meduni-wien-und-baukarussell-nutzen-grosses-re-use-potential-beim-meduni-campus-mariannengasse/. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

Österreichischer Baustoff-Recycling Verband (n.d.): Für das Baustoff-Recycling in Österreich maßgebliche Gesetze und Verordnungen. http://brv.at/gesetze-und-verordnungen/. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

Österreichische Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (n.d.): BREEAM: Das älteste Bewertungssystem der Welt. https://www.oegnb.net/breeam.htm. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

Optigede (n.d.): L'économie circulaire au cœur de la déconstruction de l'ancien site des 3 Suisses. https://www.optigede.ademe.fr/dechets-batiment-deconstruction-ancien-site-3-suisses. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

Overby, P. (2016): Skanderborg Rådhus. Artikel vom 20.12.2016. https://www.ktc.dk/artikel/ skanderborg-raadhus. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

Plandata (n.d.): Plandata. https://plandata.eu/. Zuletzt aufgerufen: 05.10.2020.

Pulswerk (n.d.): pulswerk GmbH. https://www.pulswerk.at/. Zuletzt aufgerufen: 05.10.2020.

RecyclingPortal (2017): Wiener BauKarussell-Projekt schafft neue Arbeitsplätze am Bau mit Re-Use. Bericht vom 20.06.2017. https://recyclingportal.eu/Archive/32762. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

RepaNet (n.d.): Re-Use und Reparaturnetzwerk Österreich. https://www.repanet.at/. Zuletzt aufgerufen: 05.10.2020.

Residuos Profesional (2019): Presentan en Barcelona el primer Edificio de Espana Basado en la Economía Circular. Artikel vom 17.09.2019. https://www.residuosprofesional.com/primer-edificio-basado-economia-circular/. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

Riedl, S. (2017): Definition: Was ist ein Proof of Concept? Artikel vom 2.01.2017. https://www.it-business.de/was-ist-ein-proof-of-concept-a-666615/. Zuletzt aufgerufen: 05.10.2020.

Rindler-Schantl, C. R., Mair, E. V. und Kodydek, K. (Hrsg.) (2019): Circular Change: 42 richtungsweisende Gespräche. Norderstedt: BoD – Books on Demand.

Roemers, G. und Faes, K. (2018): Roadmap Circular Land Tendering. https://www.metabolic.nl/ publications/city-of-amsterdam-roadmap-circular-land-tendering/. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

RKW Kompetenzzentrum: Was ist BIM? BIM Glossar. https://www.baumitbim.de/. Zuletzt aufgerufen: 05.10.2020.

Romm (n.d.): romm: forschen, planen, bauen. http://typo3.p197264.webspaceconfig.de/home. Zuletzt aufgerufen: 05.10.2020.

Smart Sustainable Cities (n.d.): Circular Gothenburg. https://smartsustainablecities.uk/circular-gothenburg/. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

Smith, S. (2016): Stuart Smith: The Circular Building - The most advanced reusable building yet. Videovortrag vom 16.11.2016. https://www.arup.com/perspectives/the-circular-building. Zuletzt aufgerufen 05.10.2020.

Stadt der Zukunft (n.d.): BIMstocks - Digital Urban Mining Platform for assessing the material composition of building stocks through coupling of BIM to GIS. https://nachhaltigwirtschaften.at/de/sdz/projekte/bim-stocks.php#shortDescription. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

Stadt Straubenhadt (2019)a: Straubenhardt ist C2C-Gemeinde. Artikel vom 16.05.2019). https://www.straubenhardt.de/verwaltung/rathausnachrichten/straubenhardt-ist-c2c-gemeinde-id_2876/. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

Stadt Straubenhardt (2019)b: „Cradle to Cradle“-Modellgemeinde. https://www.straubenhardt.de/verwaltung/cradle/. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

Stadt Venlo (n.d.)a: Cradle to Cradle in der Region Venlo. https://c2cvenlo.nl/de/homepage/. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

Stadt Venlo (n.d.)b: Gym Egerbos. http://c2c-center.com/project/gym-egerbos. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

Stadt Venlo (n.d.)c. Elementary School in Venlo - De Zuidstroom. http://c2c-center.com/project/ elementary-school-venlo-de-zuidstroom. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

Stadt Venlo (n.d.)d: KazerneKwartier Venlo http://c2c-center.com/project/kazernekwartier-venlo. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

Stadt Wien (n.d.)a: Geografisches Informationssystem (GIS) in der Stadtplanung. https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/grundlagen/stadtforschung/siedlungsentwicklung/gis/index.html. Zuletzt aufgerufen: 05.10.2020.

Stadt Wien (n.d.)b: Wien startet Digitale Baueinreichung. https://www.wien.gv.at/wohnen/baupolizei/planen/digitale-baueinreichung.html. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

Stadt Wien (n.d.)c: BRISE-Vienna: Gemeinsam planen und leben. https://digitales.wien.gv.at/site/ projekt/brisevienna/. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

Stadt Wien (n.d.)d: Projekt “RenoBooster“ - Anlaufstelle für Wohnhaus-Sanierungen. https://www.wien.gv.at/wohnen/wohnbautechnik/foerdern/projekt-renobooster/index.html. Zuletzt aufgerufen: 23.10.2020.

Starmans, E. (2013): Schools from the Venlo region receive a certificate for the C2C Masterclass. Artikel vom 13.11.2013. http://www.c2c-centre.com/news/schools-venlo-region-receive-certificate-c2c-masterclass. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

Sturm, E. (2019): Digitalisierung konkret: In Wien können seit Juni 2019 Bauanträge online eingereicht werden. Artikel vom 23.09.2019. In: Online Magazin - Internet für Architekten. https://internet-fuer-architekten.de/digitalisierung-wien-bauantraege-online-digitale-baueinreichung/. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

Trendje Natur (n.d.): CPH Common House. https://www.tredjenatur.dk/en/portfolio/cph-common-house/. Zuletzt aufgerufen: 05.10.2020.

Troldtekt (n.d.): Faktensammlung | Circle House. https://cdn.troldtekt.com/media/w1mk544v/ troldtekt_circle-house_facts-pdf.pdf. Zuletzt aufgerufen: 27.10.2020.

TU Wien (2017): B (MUBS) Rohstoffpotential im städtischen Gebäudepark (01.03.2017 - 31.12.2020). https://tiss.tuwien.ac.at/fpl/project/index.xhtml?id=1388866. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

TU Wien (2019): B (Lex ReUse) Abfallvermeidung im Bauwesen durch Wiederverwendung von Bauteilen - rechtswissenschaftlich-Technische Ist-Analyse (01.06.2019 - 30.06.2020). https://tiss.tuwien.ac.at/fpl/project/index.xhtml?id=1647022. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

TU Wien (n.d.)a: BIMstocks - Digital Urban Mining Platform for assessing the material composition of building stocks through coupling of BIM to GIS. https://www.industriebau.tuwien.ac.at/forschung/forschungsprojekte/bimstocks/. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

TU Wien (n.d.)b: BIMaterial: Process-Design für BIM basierten, materiellen Gebäudepass. https://www.industriebau.tuwien.ac.at/forschung/abgeschlossen/bimaterial/. Zuletzt aufgerufen: 05.10.2020.

TU Wien (n.d.)c: Ecodesign: Forschungsprojekt AbBau. http://www.ecodesign.at/forschungsprojekte/ab-bau/. Zuletzt aufgerufen: 05.10.2020.

Umweltbundesamt (n.d.): Bundes-Abfallwirtschaftsplan. http://ww3.umweltbundesamt.at/umwelt/bawp. Zuletzt aufgerufen: 29.10.2020.

Urban Innovation Vienna (n.d.): RenoBooster – the Smart Renovation Hub Vienna. https://www.urbaninnovation.at/de/RenoBooster-the-Smart-Renovation-Hub-Vienna. Zuletzt aufgerufen: 23.10.2020.

Urban Mining Consulting (n.d.): Urban Mining Consulting GmbH. https://www.urban-consulting.at/. Zuletzt aufgerufen: 05.10.2020.

Vandkunsten (n.d.): Social Housing designed for reuse. https://vandkunsten.com/en/projects/ circle-house. Zuletzt aufgerufen: 27.10.2020.

Werner Sobek AG (n.d.): NEST-Unit UMAR. https://www.wernersobek.de/projekte/status-de/fertiggestellt/nest/. Zuletzt aufgerufen: 30.10.2020.

WKO (2020): Recycling-Baustoffverordnung. https://www.wko.at/branchen/information-consulting/entsorgungs-ressourcenmanagement/recycling-baustoffverordnung.html. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.

Zwart, T. und Westerlo, Bas van de (2019): CITY OF VENLO: A Circular Economy Business Model Case. http://www.r2piproject.eu/wp-content/uploads/2019/05/Venlo-City-Hall-Case-Study.pdf. Zuletzt aufgerufen: 28.09.2020.