

Universität für Bodenkultur  
Department für Wasser, Atmosphäre und Umwelt  
Institut für Abfallwirtschaft



# Wiederverwendung von Bauteilen im Bauwesen – eine technisch wirtschaftliche Analyse

Masterarbeit  
Zur Erlangung des akademischen Grades  
Diplomingenieur

Betreuer: Assoc.Prof.Dipl.-Ing.Dr.techn. Johann Fellner  
Mitbetreuer: Dipl.-Ing. Andreas Gassner

eingereicht von  
**Edwin Salem, BSc**  
Studienkennz.: 427 / Matr. Nr.: 01168353

Wien, 2020

## **Vorwort/Danksagung**

Die vorliegende Arbeit wurde am Institut für Wassergüte und Ressourcenmanagement im Forschungsbereich Abfallwirtschaft und Ressourcenmanagement an der TU Wien verfasst.

Ich möchte mich bei all jenen bedanken, die mich bei der Anfertigung dieser Diplomarbeit unterstützt und motiviert haben. Besonderer Dank gilt meiner Familie und meinen Freunden, die mich während der gesamten Studienzeit unterstützt haben.

Des Weiteren möchte ich mich bei meinen beiden Betreuern DI Andreas Gassner und Prof. Johann Fellner bedanken. Ohne ihre wertvollen Anregungen und konstruktive Kritik wäre die Arbeit in dieser Form nicht möglich gewesen.

## **Eidesstattliche Erklärung**

Hiermit versichere ich an Eides statt, dass ich die vorliegende Masterarbeit ohne fremde Hilfe und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Quellen und Hilfsmittel angefertigt und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch bei keiner anderen Prüferin/ keinem anderen Prüfer als Prüfungsleistung eingereicht.

Mir ist bekannt, dass Zuwiderhandeln geahndet wird („Verwendung unerlaubter Hilfsmittel“) und weitere rechtliche Schritte nach sich ziehen kann.

Edwin Salem

## Kurzfassung

Der Bausektor verbraucht die meisten Ressourcen und produziert mehr Abfall als jeder andere Sektor. Die Wiederverwendung von Bauteilen im Bauwesen stellt eine sinnvolle ökologische, volkswirtschaftliche und teilweise ökonomische Option dar, um die durch den Bausektor verursachte Abfallmenge zu reduzieren. Bauteile wiederzuverwenden ist jedoch EU-weit unüblich. Es gibt EU-weit keine statistischen Aufzeichnungen zur Wiederverwendung und es kann davon ausgegangen werden, dass die Wiederverwendungsquote im Bausektor in den meisten europäischen Ländern sowie auch in Österreich deutlich unter 1 % liegt.

Diese Arbeit befasst sich mit den technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen der Wiederverwendung von Bauteilen im gewerblichen Bereich, zeigt systematisch die aktuelle Praxis und das Potential der Wiederverwendung in Österreich und der EU auf und erkundet Instrumente und Maßnahmen zur Förderung der Wiederverwendung.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Wiederverwendung mit einer Vielzahl an technischen, ökonomischen/rechtlichen und kulturellen Hindernissen konfrontiert ist. Vor allem bei tragenden Bauteilen stellt die bestehende Rechtslage ein großes Hindernis dar. Aufgrund dessen, werden in Österreich und auch in der EU, vor allem nur historische wertvolle Bauteile mit geringen bautechnischen Anforderungen gehandelt und wiederverwendet. Anhand einer selbst durchgeführten Fallstudie (Objekt Institutsgebäude Aspanggründe TU Wien) und mehreren untersuchten Fallbeispielen, konnte dies nochmals aufgezeigt werden. Das Potential für die Wiederverwendung ist somit unter anderem stark von der Bauweise, dem Alter und der Nutzungsart des Gebäudes abhängig. So bergen beispielsweise Bauten, welche bis ca. 1920 errichtet wurden, sowohl aus technischer Sicht als auch aus wirtschaftlicher Sicht, das größte Potential für die Wiederverwendung von Bauteilen. Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass die vorhandenen Verbindungen dieser Bauten oft einen zerstörungsfreien Rückbau der Bauteile ermöglichen und diese Bauteile normalerweise aus hochwertigen Materialien bestehen, welche außerdem aufgrund der besonderen Optik stark nachgefragt werden. Zu den am häufigsten wiederverwendeten Bauteilen zählen unter anderem diverse Holzböden, Türen, Mauerziegel, Fliesen, Altholz, Fenster und diverse Geländer. Die Beurteilung der Eignung eines Bauteils für eine Wiederverwendung ist jedoch immer mit einer Einzelfallbetrachtung verbunden.

Grundsätzlich ist aus rein technischer Sicht ein großes Potential für die Wiederverwendung von Bauteilen vorhanden. Die vorhandene marktwirtschaftliche Situation und die aktuell vorhandene kulturelle Barriere in Bezug auf die Wiederverwendung, verhindern jedoch die Ausnutzung dieses Potentials.

Die Wiederverwendung wird in einigen europäischen und nationalen Gesetzestexten als prioritär angesehen. Maßnahmen zur Umsetzung dieser Zielsetzung sind jedoch gegenwärtig schwach vertreten, obwohl eine Vielzahl an Vorschlägen wie z.B. die Berücksichtigung der Wiederverwendung in öffentlichen Ausschreibungen oder in Gebäudebewertungssystemen und die Förderung von gemeinnützigen/sozialwirtschaftlichen Vereinen im Bereich Re-Use, für die Förderung der Wiederverwendung von Bauteilen vorhanden sind.

## Abstract

The construction sector consumes the most resources and produces more waste than any other sector. The reuse of building components in the construction industry represents a reasonable ecological, macroeconomic and partly economic option to reduce the amount of waste caused by the construction sector. However, reusing components is not common throughout Europe. There are no EU-wide statistical records of reuse and it can be assumed that the reuse rate in the construction sector is well below 1 % in most European countries as well as in Austria.

This thesis deals with the technical and economic framework conditions for the reuse of components in the commercial sector, systematically shows the current practice and the potential of reuse in Austria and the EU and explores instruments and measures to promote reuse.

The results show that reuse faces a variety of technical, economic/legal and cultural barriers. The existing legal situation is a major obstacle, especially for load-bearing components. As a result, only historical valuable components with low structural requirements are traded and reused in Austria and the EU. This was demonstrated once again by means of a case study carried out (object Institutsgebäude Aspanggründe TU Wien) and several case studies investigated. The potential for reuse therefore depends heavily on the construction method, the age and the type of use of the building. For example, buildings erected up to about 1920 have the greatest potential for the reuse of components, both from a technical and economic point of view. This can be attributed, among other things, to the fact that the existing connections of these structures often enable non-destructive dismantling of the components and that these components are usually made of high-quality materials, which are also in great demand due to their special appearance. The most frequently reused components include various wooden floors, doors, bricks, tiles, old wood, windows and various railings. The assessment of the suitability of a building component for reuse, however, is always connected with an individual case study.

In principle, from a purely technical point of view, there is great potential for the reuse of components. However, the existing market economy situation and the currently existing cultural barrier with regard to reuse prevent the exploitation of this potential.

Reuse is considered as a priority in some European and national legislation. However, measures to implement this objective are currently poorly represented, although there are many suggestions existing, such as the consideration of reuse in public tenders or in building rating systems and the support of non-profit/socio-economic associations in the area of reuse, to encourage the reuse of components.

# Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung .....	1
1.1 Ziel und Forschungsfragen der Arbeit .....	2
2. Methodik und Vorgehensweise.....	3
3. Rechtliche Rahmenbedingungen.....	5
3.1 Europäische Gesetzgebung .....	5
3.1.1 Abfallrahmenrichtlinie .....	5
3.1.2 Bauproduktenverordnung .....	6
3.2 Nationale Gesetzgebung.....	7
3.2.1 Abfallwirtschaftsgesetz .....	7
3.2.2 Abfallnachweisverordnung .....	8
3.2.3 Recycling-Baustoffverordnung .....	8
3.2.4 Bauordnungen der Bundesländer/OIB-Richtlinien .....	9
3.2.5 Baustoffliste ÖE/ÖA.....	9
3.2.6 Gewährleistung/Haftung .....	10
4. Ergebnisse .....	11
4.1 Technische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen .....	11
4.1.1 Technische Rahmenbedingungen.....	11
4.1.2 Wirtschaftliche Rahmenbedingungen.....	13
4.1.3 Technische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen ausgewählter Bauteile .....	15
4.1.4 Ausbauteile .....	16
4.1.4.1 Fenster .....	16
4.1.4.2 Türen.....	19
4.1.4.3 Heizkörper.....	21
4.1.4.4 Sanitärobjekte .....	22
4.1.4.5 Fußbodendielen und Parkett.....	24
4.1.4.6 Fliesen.....	25
4.1.4.7 Mauerziegel.....	26
4.1.4.8 Dacheindeckungen .....	28
4.1.4.9 Fensterbänke .....	30
4.1.5 Konstruktionsbauteile .....	30
4.1.5.1 Konstruktionshölzer .....	31
4.1.5.2 Stahlbauteile .....	34
4.1.5.3 Stahlbetonbauteile .....	36
4.2 Praxis in Österreich.....	37
4.2.1 Relevante Akteure für die Durchführung von Re-Use .....	38
4.2.2 Durch staatliche Stellen finanziell geförderte Anbieter.....	39
4.2.3 Händler mit Spezialisierung auf bestimmte Bauteile .....	42
4.2.4 Informeller Sektor .....	43
4.2.5 Fallbeispiel Abbruch Türkenwirtgebäude Wien .....	44
4.2.6 Fallbeispiel Abbruch Postdirektion Althanstraße Wien.....	46
4.2.7 Fallstudie Abbruch Institutsgebäude Aspanggründe TU Wien.....	47
4.3 Praxis in Europa.....	48
4.3.1 Europäischer Vergleich .....	48
4.3.2 Internationale Vorzeigebispiele .....	49
4.4 Zusammenfassung der Hemmnisse .....	57
4.5 Instrumente und Maßnahmen zur Förderung.....	59
4.5.1 Building Information Modelling .....	59
4.5.2 Gebäudebewertungssysteme .....	60
4.5.3 Marktwirtschaftliche Instrumente .....	61
4.5.4 Strukturelle/technische Maßnahmen .....	63

5. Diskussion und Schlussfolgerungen .....	65
6. Literaturverzeichnis .....	68
6.1 Zusammenfassung der wichtigsten Fragen aus den Interviewleitfäden .....	77
6.2 Ausschnitt des Erhebungsbogens aus der Fallstudie.....	78

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Methoden zur Wiederverwendung, Weiterverwendung bzw. Upcycling von gesamten Fenstern (Josefsson, 2019).....	18
Abb. 2: Bassena (Wikipedia, 2020) .....	24
Abb. 3: Historische Fliesen aus der Gründerzeit (Baustoffmanufaktur, 2020) .....	26
Abb. 4: Wappenziegel (Baustoffmanufaktur, 2020).....	28
Abb. 5: Weiterverwendung von Dachziegeln als Fassadenverkleidung (Vandkunsten Architects, 2016). .....	29
Abb. 6: links: historischer „Wiener Taschen“ (Meerkatz & Klein, 2020), rechts: „Mönch und Nonne“ Dachziegel (Ziegelkontor, 2020).....	29
Abb. 7: Vereinfachtes Schema des Ablaufes vom Rückbau bis zur Wieder-/Weiterverwendung von Holzbauteilen (Dechantsreiter et al., 2015b).....	32
Abb. 8: Chalet errichtet aus Altholz (altholz.net, 2020).....	34
Abb. 9: Fassade errichtet aus wiederverwendeten sonnenverbrannten Brettern (altholz.net, 2020). .....	34
Abb. 10: Auswahl- und Entscheidungskriterien für die Wiederverwendung von Stahlbauteilen (Dechantsreiter et al., 2015b). .....	36
Abb. 11: Rückbau von Stahlbetonelementen eines Hochhauses (SUPERLOCAL, 2019).....	37
Abb. 12: Darstellung des Abbruchumfanges des ehemaligen Wien-Energie-Zentrums in Alsergrund (Gillier-Krajc, 2020). .....	40
Abb. 13: Gebäudeabschnitt des ehemaligen Wien-Energie-Zentrums in Alsergrund (Gillier-Krajc, 2020). .....	40
Abb. 14: Online-Bauteilkatalog des BauKarussells (BauKarussell, 2020).....	41
Abb. 15: Re-Use-Umsetzungsbeispiele für Türen, diverse Holzbauteile und Parkett (Materialnomaden, 2019). .....	42
Abb. 16: links: Türkenwirtgebäude; rechts: TÜWI-Salettl (Grabuschnig, 2018).....	44
Abb. 17: Ausgebaute historische Bauteile „Abbruch Türkenwirtgebäude“ (Kleemann et al., 2015). .....	46
Abb. 18: Abbruchobjekt Aspanggründe TU Wien. ....	47
Abb. 19: Beispiele erhobener Bauteile aus der Fallstudie. ....	48
Abb. 20: Lagerplatz der angelieferten Mauerziegel (Gamle Mursten, 2020). .....	54
Abb. 21: Herausschneiden und Lagerung der Fassadenmodule (Lendager Group, 2020).....	55

Abb. 22: Montierte Fassendmodule im neuen Objekt (Lendager Group, 2020). .....	55
Abb. 23: links: „Upcycle-Windows“, rechts: Einsatz der „Upcycle-Windows“ als Glasfront im Projekt „Upcycle-Studios“ (Lendager Group, 2020). .....	55
Abb. 24: Lagerung von gebrauchten Bauteilen (Oude Bouwmaterialien, 2020). .....	56
Abb. 25: Erwartete Vorteile durch die Wiederverwendung von Bauteilen (Hradil, 2014) .....	64
Abb. 26: Ausschnitt des Erhebungsbogens aus der Fallstudie Aspanggründe TU Wien. ....	78

## **Tabellenverzeichnis**

Tab. 1: Auflistung der in dieser Arbeit näher untersuchten Bauteile.....	15
Tab. 2: Relevante bautechnische Vorschriften der OIB-RL für den Einsatz von Fenstern (OIB-RL, 2015).....	17
Tab. 3: Relevante bautechnische Vorschriften der OIB-RL für den Einsatz von Türen (OIB-RL, 2015).....	20
Tab. 4: Ausgebaute Bauteile für Re-Use, Weiterverwendung und Upcycling (Grabuschnig, 2018).....	45
Tab. 5: Ausgebaute Bauteile je nach Verwendungszweck (Grabuschnig, 2018). ....	46

# 1. Einleitung

Der Bausektor ist sowohl der größte Ressourcenverbraucher (Dean et al., 2016) als auch einer der größten Abfallerzeuger (Neitsch et al., 2017). In der EU sind Bau- und Abbruchabfälle mit jährlich 800 Mio. t (inkl. Aushubmaterial) der bedeutendste Abfallstrom (Europäische Kommission, 2017). Außerdem können in der EU 50 % aller geförderten Rohstoffe und des Energieverbrauchs, dem Bau und der Nutzung von Gebäuden zugerechnet werden (Europäische Kommission, 2014). In Österreich ist der Bausektor jährlich für mehr als 70 % (150 Mio. t) des Ressourcenbedarfs (Meissner, 2019) und für rd. 73 % (48 Mio. t) des Abfallaufkommens verantwortlich (BMK, 2020).

Allein in Wien wurden im Jahr 2013/2014 579 Gebäude abgebrochen, Tendenz steigend. Der Großteil der abgebrochenen Gebäude wurde in der Bauperiode 1946-1976 errichtet. Es wurden jedoch insgesamt auch 101 Gründerzeithäuser (Bauperiode -1918), davon waren der Großteil Wohngebäude, abgebrochen (Lederer, 2020). Bis zum Jahr 2050 ist zu erwarten, dass rund die Hälfte der Bestandsbauten durch Neubauten ersetzt werden (VABÖ, 2019). Dies ist auch darauf zurückzuführen, dass das durchschnittliche Alter eines Abbruchobjektes, beispielweise in Wien, nur 35 Jahre beträgt (Deinhammer und Schrenk, 2019). Grundsätzlich werden Gebäude nur mehr mit einer Lebensdauer von 50 Jahren veranlagt (Bauteilnetz Deutschland, 2015) und Bürogebäude werden manchmal sogar schon nach 20 Jahren abgebrochen (Bertin et al., 2019). Diese Entwicklung ist vor allem auf den Bodenpreisdruck zurückzuführen, der eine immer höhere Ausnutzung von Grundstücken erzwingt (Hillebrandt und Seggewies, 2018). Einzelne Bauelemente/Bauteile weisen jedoch oft eine längere Lebensdauer auf als das Gebäude selbst (Hradil, 2014). Daraus ergibt sich ein großes Potential für das Re-Use von Bauteilen.

Noch vor 250 Jahren hatte ein Gebäude eine Lebensdauer von mehreren Generationen. Der Wert eines ganzen Gebäudes bzw. Teilen davon war sehr hoch und wenn ein Gebäude den Anforderungen nicht mehr genügte, wurden oft Teile davon in neuen Bauten verwendet (Hillebrandt und Seggewies, 2018).

Nachfrageseitige Erklärungsansätze warum das Re-Use von Bauteilen derzeit unzureichend stattfindet, sind technologisch (technologische Obsoleszenz), ökonomisch (ökonomische Obsoleszenz) und kulturell (psychologische Obsoleszenz) bedingt (Köppl, 2020).

Die Wiederverwendung von Bauteilen bringt eine Vielzahl an Vorteilen. Einer der Hauptargumente für die Wiederverwendung von Bauteilen ist, dass durch diese negative Umweltauswirkungen im Zusammenhang mit der Herstellung neuer Produkte vermieden werden können. Mehrere Studien zeigen, dass die Klimaeinsparungen trotz umfangreicher Transporte und notwendigen Aufbereitungen hoch sind (Allesch et al., 2019; Deweerdt und Marilyn, 2020; Kuikka, 2020; Wahlström et al., 2019). Außerdem können durch die Wiederverwendung eine Vielzahl an neuen lokalen Arbeitsplätzen geschaffen werden, da neue Arbeitsprozesse, wie die Potentialerhebung, Demontage, Aufbereitung und Lagerhaltung notwendig sind. Arbeitsintensive Tätigkeiten können außerdem durch sozialwirtschaftliche Betriebe durchgeführt werden. Von besonderer Bedeutung ist auch der Erhalt des kulturellen Wertes vorhandener Bauteile (Deweerdt und Marilyn, 2020; Geerts et al., 2020).

Die Begriffe Recycling und Wiederverwendung werden oft zusammen betrachtet, wobei es sich dabei um konkurrierende Entscheidungswege für die weitere Nutzung

von Ressourcen handelt. Grundlegend wird bei der Wiederverwendung ein Bauteil normalerweise nicht bzw. nur minimal aufbereitet, während dieses beim Recycling zu einem homogenen Material verarbeitet wird und oft nur für untergeordnete Funktionen verwendet wird (Hobbs und Adams, 2017).

Heutzutage ist jedoch die Wiederverwendung von Bauteilen im Bauwesen unüblich und so bleibt dieses Potential zur Ressourcenschonung ungenutzt (Kaiser, 2019).

Daher ist es von großer Bedeutung, das Potential welches in der Wiederverwendung von Bauteilen steckt, aufzuzeigen.

## 1.1 Ziel und Forschungsfragen der Arbeit

In der Literatur werden die Begriffe Wiederverwendung/Re-Use, Weiterverwendung, Upcycling und Recycling/Wiederverwertung oft nicht einheitlich bzw. falsch verwendet.

In dieser Arbeit werden folgende Definitionen angewandt:

- Wiederverwendung: Der wiederholte Gebrauch eines Produktes/Bauteil für den gleichen Verwendungszweck (ARRL, 2008). Die Form- und Materialstruktur bleibt erhalten (Vogel, 2020). Eine Voraussetzung für die Wiederverwendung können jedoch z.B. Reparaturarbeiten, das Reinigen oder das Anpassen der Abmessungen sein (FCRBE, 2019).
- Weiterverwendung: Das Produkt/Bauteil wird zu einem anderen Zweck verwendet (Dechantsreiter et al., 2015b), z.B. Dachziegel werden als Fassadenhülle verwendet.
- Upcycling: Es findet eine Aufwertung des Produktes/Bauteil statt (Dechantsreiter et al., 2015b), z.B. ein Holzboden wird zu einem Handlauf verarbeitet.
- Recycling: Aus Produkten/Bauteilen werden unter Auflösung der Formstruktur neue Ausgangsstoffe für die Herstellung von Produkten/Bauteilen hergestellt. Die Materialstruktur bleibt erhalten (Vogel, 2020).

Der Fokus dieser Arbeit liegt auf der Wiederverwendung von Bauteilen im gewerblichen Bereich. Dabei ist diese Arbeit auf den Hochbau begrenzt. Die Wiederverwendung von ganzen Gebäuden (adaptive Wiederverwendung) wird in dieser Arbeit nicht näher behandelt. Der Fokus liegt auf Bauteile, welche aus bestehenden Gebäuden ausgebaut werden können. Gegenstände, die in den Bereich „Entrümpelung“ fallen, werden nicht behandelt. Außerdem sind nicht genutzte Bauteile wie z.B. Überschusswaren von Bauunternehmen oder Fehlchargen und Restposten aus der Produktion, nicht Teil dieser Arbeit, obwohl eine Nutzung dieser Ressourcen ebenfalls großes Potential birgt.

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit folgenden Fragenstellungen:

- Inwieweit wird die Wiederverwendung im gewerblichen Bereich schon umgesetzt?
- Welche Bauteile eignen sich besonders dafür?
- Worin bestehen die technischen und wirtschaftlichen Herausforderungen?
- Welche Instrumente und Maßnahmen eignen sich zur Förderung der Wiederverwendung?

## 2. Methodik und Vorgehensweise

Einleitend wurden europäische und nationale Gesetze analysiert und konkrete für die Wiederverwendung von Bauteilen relevanten Bestimmungen dieser aufgezeigt. Die Relevanz dieser rechtlichen Rahmenbedingungen wurde anhand von Fachliteratur, leitfadengestützten Experteninterviews und den Besuchen von fach einschlägigen Vorträgen und Konferenzen erhoben. Weiters wurde aufgezeigt in welchen Bereichen derzeit Überarbeitungen stattfinden.

Das Kapitel „Ergebnisse“ basiert auf 3 Säulen:

1. Es wurde mittels einer ausführlichen Literaturrecherche der „Stand des Wissens“ über die technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen der Wiederverwendung erhoben, eine Stakeholderanalyse durchgeführt und nationale und internationale Praxisbeispiele aufgezeigt. Weiters wurden konkrete Bauteile ausgewählt, anhand derer aufgezeigt wurde, welche Bauteiltypen dieser Bauteile im aktuellen Bestand verbaut sind. Für diese Bauteile wurde eine technische und wirtschaftliche Bewertung durchgeführt, welche auch eine Erhebung der bautechnischen Anforderungen für diese Bauteile beinhaltet. Außerdem wurde ein europäischer Vergleich angestrebt und Instrumente und Maßnahmen zur Förderung der Wiederverwendung untersucht.

2. Es wurden leitfadengestützte Experteninterviews zum Themenkomplex „Wiederverwendung im Bauwesen“ durchgeführt. Die Themenschwerpunkte der Interviews waren die aktuelle Praxis im Bereich der Wiederverwendung, Hindernisse für die Wiederverwendung und Instrumente und Maßnahmen zur Förderung der Wiederverwendung. Ziel der Interviews war es, die technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen der Wiederverwendung aus der Sicht von relevanten Akteuren aus verschiedenen Bereichen zu erheben, um diese mit der vorhandenen Literatur vergleichen zu können und um ein Grundwissen für die Potentialerhebung der Fallstudie aufzubauen. Weiters wurde deren Meinung zu in der Literatur vorgefundenen Instrumenten und Maßnahmen zur Förderung der Wiederverwendung eingeholt. Mit folgenden Akteuren wurden leitfadengestützte Interviews durchgeführt:

- Markus Meissner ist Gesellschafter der pulswerk GmbH und Projektkoordinator von BauKarussell.
- Martin Scheibengraf ist Mitarbeiter bei der MA 22 im Bereich Abfall- und Ressourcenmanagement und vor allem für Angelegenheiten rund um den Bausektor zuständig.
- Patrick Kropik ist Geschäftsführer der Baustoffmanufaktur. Diese ist im Handel und der Aufbereitung von gebrauchten Bauteilen tätig und hat sich auf Bodendielen spezialisiert.
- Thomas Scharl ist Gesellschafter der Baumgartner und Co GmbH und für den Bereich Marketing, Controlling und Entwicklung zuständig. Diese ist im Handel und der Aufbereitung von Altholz tätig.

Da die interviewten Personen aus verschiedenen Bereichen stammen, wurde für jede Person ein individueller Interviewleitfaden erstellt. Eine Zusammenfassung der wichtigsten gestellten Fragen befindet sich im Anhang.

Außerdem wurden per Email Auskünfte von einem weiteren Altholzhändler eingeholt und ein spontanes Gespräch mit einem Mitarbeiter aus dem Baubereich geführt.

Weitere wertvolle Informationen konnten durch den Besuch des „Wiener Kongress für zukunftsfähiges Bauen 2020“, der „Re-Use Konferenz 2020“ und durch zwei Vorträge der „Materialnomaden“ bei der IG Architektur bzw. im Rahmen der Werkstattgespräche des Österreichischen Institutes für Bauen und Ökologie, eingeholt werden.

Durch die in Punkt 2 eingeholten Informationen konnte ein Vergleich mit vorhandener Literatur durchgeführt werden, weitere Einblicke in die Praxis geschaffen werden und eine Grundlage für die Bewertung von Instrumenten und Maßnahmen zur Förderung der Wiederverwendung geschaffen werden.

3. Es wurde eine Fallstudie durchgeführt. Ziel der Fallstudie war es, aus technischer und wirtschaftlicher Sicht für eine Wiederverwendung geeignete Bauteile dieses Abbruchobjektes zu identifizieren. Um eine effiziente Aufnahme aller Bauteile zu gewährleisten wurde ein Erhebungsbogen erstellt.

Für die Bestimmung der Eignung wurde folgendermaßen vorgegangen: 1. Erhebung aller vorhandenen Bauteile (inkl. Fotodokumentation), deren Material, Typ, Abmessungen, Marke (inkl. angebrachte Produktinformationen), Baujahr, allgemeinen Zustand und vorhandene Beschädigungen. 2. Beurteilung der Eignung mit Hilfe von vorhandener relevanter Literatur, den Ergebnissen der Experteninterviews und einer ausführlichen Untersuchung bestehender Märkte, für die erhobenen Bauteile. Im Anhang ist ein Ausschnitt des Erhebungsbogens abgebildet, welcher für diese Fallstudie erstellt wurde. Durch diese Fallstudie konnte das Re-Use-Potential für Gebäude dieser Bauperiode und Errichtungsweise aufgezeigt werden.

## 3. Rechtliche Rahmenbedingungen

Im folgenden Kapitel soll ein Überblick über den europäischen und nationalen Rechtsrahmen, welcher die Wiederverwendung von Bauteilen im Bauwesen betrifft, geschaffen werden.

### 3.1 Europäische Gesetzgebung

Die in den EU-Verträgen festgelegten Ziele werden durch verschiedene Arten von Rechtsakten erreicht. Teilweise sind diese verbindlich, teilweise aber auch nicht verbindlich. Zu den wesentlichen Rechtsakten gehören Verordnungen und Richtlinien. Verordnungen sind verbindlich und müssen von den Mitgliedsstaaten direkt umgesetzt werden. Richtlinien sind Ziele der EU, welche von den Mitgliedsstaaten durch nationale Gesetze umgesetzt werden müssen (Europäische Union, 2020).

#### 3.1.1 Abfallrahmenrichtlinie

Die Abfallrahmenrichtlinie 2008/98/EG (ARRL) legt den Rechtsrahmen für den Umgang mit Abfällen in den EU-Mitgliedsstaaten fest. Das oberste Ziel der Abfallpolitik ist es die nachteiligen Auswirkungen der Abfallerzeugung und -bewirtschaftung auf die menschliche Gesundheit und Umwelt zu minimieren. Außerdem sollte die Abfallpolitik auf die Verringerung der Nutzung von Ressourcen abzielen und die praktische Umsetzung der Abfallhierarchie fördern. Die fünfstufige Abfallhierarchie legt eine Prioritätenfolge fest, welche die Grundlage für die Umsetzung rechtlicher und politischer Maßnahmen im Bereich der Abfallwirtschaft darstellen soll. Folgende Prioritätenfolge sollte eingehalten werden:

- Vermeidung
- Vorbereitung zur Wiederverwendung
- Recycling
- Sonstige Verwertung, z.B. energetische Verwertung
- Beseitigung

Die ARRL enthält zahlreiche Begriffsbestimmungen. So werden auch die Begriffe Wiederverwendung, Abfallende und Vorbereitung zur Wiederverwendung definiert. Demnach versteht man unter der Wiederverwendung „jedes Verfahren, bei dem Erzeugnisse oder Bestandteile, die keine Abfälle sind, wieder für denselben Zweck verwendet werden, für den sie ursprünglich bestimmt waren“. Unter der Vorbereitung zur Wiederverwendung ist „jedes Verwertungsverfahren der Prüfung, Reinigung oder Reparatur, bei dem Erzeugnisse oder Bestandteile von Erzeugnissen, die zu Abfällen geworden sind, so vorbereitet werden, dass sie ohne weitere Vorbehandlung wiederverwendet werden können“ zu verstehen.

Bestimmte festgelegte Abfälle können das Abfallende erreichen, wenn sie ein Verwertungsverfahren, wozu auch die Vorbereitung zur Wiederverwendung gehört, durchlaufen haben und folgende spezifische Kriterien erfüllen:

- Der Stoff oder Gegenstand wird für bestimmte Zwecke verwendet.
- Es besteht ein Markt für diesen Stoff oder Gegenstand oder eine Nachfrage danach.

- Der Stoff oder Gegenstand erfüllt die technischen Anforderungen für die bestimmten Zwecke und genügt den bestehenden Rechtsvorschriften und Normen für Erzeugnisse.
- Die Verwendung des Stoffs oder Gegenstandes führt insgesamt nicht zu schädlichen Umwelt- oder Gesundheitsfolgen (ARRL, 2008).

Das Österreichische Ökologie-Institut hat im Jahr 2019 einen Leitfaden zur Feststellung des Abfallendes bei der Vorbereitung zur Wiederverwendung von Produkten veröffentlicht (Meissner et al., 2019).

Ein wesentliches Ziel der ARRL für den Baubereich ist eine Verwertungsquote von 70 % für nicht gefährliche Bau- und Abbruchabfälle bis zum Jahr 2020. Zur Förderung der Wiederverwendung und der Vorbereitung zur Wiederverwendung sollten die Mitgliedstaaten Maßnahmen zur Förderung umsetzen. Vorgeschlagene Maßnahmen sind Wiederverwendungs- und Reparaturnetzwerke, der Einsatz von wirtschaftlichen Instrumenten, Beschaffungskriterien und quantitative Ziele (ARRL, 2008).

In Österreich wurde die ARRL durch die Novelle des Abfallwirtschaftsgesetzes im Jahr 2010 umgesetzt.

### **3.1.2 Bauproduktenverordnung**

Die Verordnung 305/2011 des europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates (Bauproduktenverordnung), hat das Ziel technische Handelshemmnisse für Bauprodukte zu beseitigen und den Binnenmarkt für Bauprodukte zu verbessern. Unter Bauprodukten sind Produkte oder Bausätze zu verstehen, die hergestellt und in Verkehr gebracht werden, um dauerhaft in Bauwerke oder Teile davon eingebaut zu werden und dessen Leistung sich auf die Leistung des Bauwerkes im Hinblick auf die Grundanforderungen an Bauwerke auswirkt.

Die Verordnung legt folgende 7 Grundanforderungen an Bauwerke fest:

- Mechanische Festigkeit und Standsicherheit
- Brandschutz
- Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz
- Sicherheit und Barrierefreiheit bei der Nutzung
- Schallschutz
- Energieeinsparung und Wärmeschutz
- Nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen

Besonders bedeutend für die Wiederverwendung ist die Grundanforderung „Nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen“. Dazu wird ausgeführt, dass das Bauwerk derart entworfen, errichtet und abgerissen werden muss, dass die natürlichen Ressourcen nachhaltig genutzt werden und insbesondere Folgendes gewährleistet ist:

- Das Bauwerk, seine Baustoffe und Teile müssen nach dem Abriss wiederverwendet oder recycelt werden.
- Das Bauwerk muss dauerhaft sein.
- Für das Bauwerk müssen umweltverträgliche Rohstoffe und Sekundärbaustoffe verwendet werden.

Die Grundanforderungen an Bauwerke sind die Grundlage für die Ausarbeitung von harmonisierten technischen Spezifikationen für Bauprodukte. Dieser Begriff umfasst die harmonisierten Normen (hEN) und Europäische Technische Bewertungen (ETB)

(BPV, 2011). Derzeit sind jedoch nur die ersten sechs Grundanforderungen in den harmonisierten technischen Spezifikationen berücksichtigt, die nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen (Grundanforderung 7) jedoch nicht. Die derzeitige BPV wird jedoch derzeit überarbeitet und die neue BPV soll bis zum Jahr 2023 in Kraft treten. Besonders an den Verhandlungen zur Überarbeitung ist, dass die Industrie nicht beteiligt ist, da der Einfluss der dieser zurückgedrängt werden soll (Mikulits, 2020). In der Überarbeitung soll die Grundanforderung 7 konkret berücksichtigt werden und es soll vor allem auch die Wiederverwendung gefördert werden. So soll es z.B. neue Möglichkeiten für die Erstellung einer Leistungserklärung für gebrauchte Produkte geben (Martinkauppi, 2020).

hENs enthalten Verfahren und Kriterien für die Bewertung von Bauprodukten in Bezug auf ihre wesentlichen Merkmale. Diese wesentlichen Merkmale müssen anhand einer Leistungserklärung dokumentiert werden, welche die Voraussetzung für die CE-Kennzeichnung ist. Derzeit gibt es 455 hENs. Für Bauprodukte die von einer hEN nicht oder nicht vollständig erfasst werden, kann eine Europäische Technische Bewertung (ETB) ausgestellt werden (BPV, 2011). Diese dient dem Hersteller eine Leistungserklärung zu erstellen, welche für die CE-Kennzeichnung notwendig ist und kann von der jeweiligen Technischen Bewertungsstelle der Mitgliedsstaaten ausgestellt werden. In Österreich ist dies das Österreichische Institut für Bautechnik (OIB). Eine ETB ist jedoch eine freiwillige Möglichkeit eine Zertifizierung zu erhalten (OIB, 2020c). Die Grundlage einer ETB ist ein Europäisches Bewertungsdokument (European Assessment Document, EAD), welches von der Europäischen Kommission genehmigt wird und nach Ausstellung in allen EU-Ländern gültig ist (Gamle Mursten, 2018).

Eine CE-Kennzeichnung bedeutet bei Bauprodukten jedoch nur, dass das Produkt die erklärte Leistung erbringt. Die endgültigen Verwendungsbestimmungen für Bauprodukte und die Anforderungen an Bauwerke werden national geregelt. Dies bedeutet auch, dass der Käufer eines Produktes selbst beurteilen muss, ob das Produkt die bautechnischen Eigenschaften hat, die für das jeweilige Bauobjekt erforderlich sind.

Ob für gebrauchte Bauteile eine CE-Kennzeichnung verpflichtend ist, steht derzeit europaweit in der Diskussion. Eine belgische Studie hat sich im Jahr 2017 dieser Frage angenommen und kam zu dem Ergebnis, dass eine CE-Kennzeichnung nicht verpflichtend für das Inverkehrbringen von gebrauchten Bauprodukten ist. Demnach fallen die Bedingungen für die Wiederverwendung von Bauprodukten nicht unter den Anwendungsbereich der BPV und somit der harmonisierten Normen. Falls gebrauchte Bauprodukte in den Geltungsbereich der BPV fallen sollten, handelt es sich auf jeden Fall um Produkte, die nicht oder nicht vollständig von einer harmonisierten Norm der BPV gemäß Artikel 19 abgedeckt sind. In beiden Fällen ist eine CE-Kennzeichnung für diese Produkte nicht verpflichtend. Betreiber, welche die CE-Kennzeichnung auf gebrauchten Produkten anbringen möchten, können eine ETB beantragen (Seys, 2017).

## **3.2 Nationale Gesetzgebung**

### **3.2.1 Abfallwirtschaftsgesetz**

Das Abfallwirtschaftsgesetz (AWG) ist im Jahr 2002 in Kraft getreten und wurde durch eine Novelle im Jahr 2010 an die Vorgaben der ARRL angepasst. Im AWG werden die Ziele und Grundsätze der österreichischen Abfallwirtschaft festgelegt. Es beinhaltet

wichtige Begriffsbestimmungen. Von besonderer Bedeutung für die Wiederverwendung sind die Begriffe Abfall und Abfallbesitzer. Abfälle sind demnach bewegliche Sachen: 1. deren sich der Besitzer entledigen will oder hat oder 2. deren Sammlung, Lagerung, Beförderung und Behandlung als Abfall erforderlich ist, um öffentliche Interessen nicht zu beeinflussen. Abfallbesitzer ist der Abfallerzeuger (z.B. das Bauunternehmen oder der Bauherr) oder jede Person, welche die Abfälle innehat (z.B. Abfallsammler und -behandler). Außerdem regelt es die Voraussetzungen für die Genehmigung als Abfallsammler und -behandler. Diese Genehmigung ist die Voraussetzung für die Erlaubnis der Übernahme von Abfällen welche z.B. eine Vorbereitung zur Wiederverwendung durchlaufen sollen (AWG, 2002).

### **3.2.2 Abfallnachweisverordnung**

Die Abfallnachweisverordnung 2012 regelt den Inhalt und die Form der Aufzeichnungen für Abfälle, mit dem Ziel die Nachvollziehbarkeit der umweltgerechten Sammlung, Lagerung, Beförderung und Behandlung von Abfällen zu erreichen. Die Verordnung gilt für:

- aufzeichnungspflichtige Abfallerzeuger
- erlaubnisfreie Rücknehmer
- Abfallsammler
- sonstige Abfallbesitzer

Es sind fortlaufende Aufzeichnungen über die Abfallart, Abfallmenge, Abfallherkunft und den Abfallverbleib zu führen (Abfallnachweisverordnung, 2012). Für die Einhaltung der Verordnung im Bauwesen, gibt es das Baurestmassennachweis-Formular der österreichischen Wirtschaftskammer (WKO, 2010).

### **3.2.3 Recycling-Baustoffverordnung**

Die Recycling-Baustoffverordnung (RBV) ist im Jahr 2016 in Kraft getreten und hat das Ziel die Kreislaufwirtschaft und die Materialeffizienz im Bauwesen zu fördern, insbesondere die Vorbereitung zur Wiederverwendung von Bauteilen und die Sicherstellung einer hohen Qualität von Recycling-Baustoffen. In der RBV werden unter anderem auch die Pflichten bei Bau- oder Abbruchtätigkeiten geregelt. Beim Abbruch eines oder mehrerer Bauwerke im Rahmen eines Bauvorhabens, bei dem insgesamt mehr als 750 t Bau- oder Abbruchabfälle, ausgenommen Bodenaushubmaterial, anfallen, ist eine orientierende Schad- und Störstofferkundung gemäß ÖNORM B 3151 „Rückbau von Bauwerken als Standardabbruchmethode“, durch eine rückbaukundige Person durchzuführen. Gemäß der RBV ist der Rückbau „der Abbruch eines Bauwerks im Allgemeinen in umgekehrter Reihenfolge der Errichtung eines Bauwerks, mit dem Ziel, dass die beim Abbruch anfallenden Materialien weitgehend einer Wiederverwendung, Vorbereitung zur Wiederverwendung von Bauteilen oder einem Recycling zugeführt werden können [...]“.

Fallen mehr als 750 t Bau- oder Abbruchabfälle an und übersteigt der gesamte Brutto-Rauminhalt 3500 m<sup>3</sup>, ist eine Schad- und Störstofferkundung gemäß ÖNORM EN ISO 16000-32 „Innenraumluftverunreinigungen, Teil 32: Untersuchung von Gebäuden auf Schadstoffe“, durch eine externe befugte Fachperson oder Fachanstalt, die über bautechnische Kenntnisse verfügt, durchzuführen.

In der Schad- und Störstofferkundung sind unter anderem auch jene Bauteile zu dokumentieren, welche einer Vorbereitung zur Wiederverwendung zugeführt werden können. Außerdem ist beim Rückbau sicherzustellen, dass Bauteile, die einer

Vorbereitung zur Wiederverwendung zugeführt werden können und welche von Dritten nachgefragt werden, so ausgebaut und übergeben werden, dass die nachfolgende Wiederverwendung nicht erschwert oder unmöglich gemacht wird

Des Weiteren gilt beim Rückbau eine Trennpflicht für ausgewählte Hauptbestandteile. In jedem Fall sind Bodenaushubmaterial, mineralische Abfälle, Ausbauasphalt, Holzabfälle, Metallabfälle, Kunststoffabfälle und Siedlungsabfälle vor Ort voneinander zu trennen (RBV, 2016). Auf der Website des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus wird bei den häufig gestellten Fragen zur RBV zum Thema Abfallende ausgeführt: „Ohne spezielle Aufbereitung weiter verwendbare Bauteile für die keine Entledigungsabsicht besteht und keine Beeinträchtigungen der Umwelt zu befürchten sind wie Dachziegel, Dübelbäume, Natursteine etc., können unmittelbar weiter verwendet werden“ (BMLRT, 2016). Diese fallen somit nicht unter das Abfallregime.

Es ist positiv zu betrachten, dass die Wiederverwendung direkt in der RBV berücksichtigt wird. Jedoch sind die Vorgaben zur Wiederverwendung so formuliert worden, dass diese nicht als verbindlich angesehen werden müssen.

### **3.2.4 Bauordnungen der Bundesländer/OIB-Richtlinien**

Das Bauwesen unterliegt der Landesgesetzgebung und somit gibt es neun unterschiedliche Bauordnungen. Im Jahr 2008 wurden jedoch in den meisten Bundesländern die bautechnischen Vorschriften harmonisiert. Grundlage dieser Vorschriften sind die 6 Richtlinien des Österreichischen Institut für Bautechnik (OIB-RL), welche in den Bauordnungen der Länder als verbindlich erklärt wurden (oesterreich.gv.at, 2020). Sie dienen der Harmonisierung der bautechnischen Vorschriften in Österreich und werden vom OIB für die Bundesländer zur Verfügung gestellt. Die OIB-RL sind analog den Grundanforderungen für Bauwerke der BPV gegliedert:

- OIB-RL 1 Mechanische Festigkeit und Standsicherheit
- OIB-RL 2 Brandschutz
- OIB-RL 3 Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz
- OIB-RL 4 Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit
- OIB-RL 5 Schallschutz
- OIB-RL 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz

Für die Grundanforderung „Nachhaltige Nutzung Natürlicher Ressourcen gibt es keine OIB-RL“ (OIB, 2020d). Der Architekt Thomas Romm, das Umweltbundesamt und der Baustoffrecyclingverband arbeiten jedoch derzeit im Rahmen des Projektes „WHITE PAPER KreislaufBAUwirtschaft – Standards für ressourcenschonendes Bauen“ an einem Vorschlag für die noch fehlende OIB-RL 7 (Romm, 2020).

Es wurden seit 2007 vier Versionen der OIB-RL veröffentlicht. Die aktuellste Version stammt aus dem Jahr 2019. Diese ist jedoch erst in Wien in Kraft getreten. Die OIB-RL 2015 ist hingegen schon in allen Bundesländern bis auf Niederösterreich vollständig in Kraft getreten (OIB, 2020d).

### **3.2.5 Baustoffliste ÖE/ÖA**

Die Baustofflisten legen die Verwendungsbestimmungen für Bauprodukte in Österreich fest. Es wird zwischen der Baustoffliste ÖE und der Baustoffliste ÖA unterschieden.

Die Verordnung des OIB über die Baustoffliste ÖE dient der Festlegung von Verwendungsbestimmungen für CE-gekennzeichnete Bauprodukte. In der Baustoffliste ÖE werden die wesentlichen Merkmale, für die im Rahmen der CE-Kennzeichnung eine Leistung anzugeben ist, angeführt. Diese werden in der Baustoffliste ÖE selbst oder mittels Verweis auf ein anderes Dokument (z.B. ÖNORM, OIB-RL oder andere landesrechtliche Bestimmungen) angeführt. Außerdem werden Anforderungen für die zu erfüllenden Stufen und Klassen, einerseits in der Baustoffliste ÖE selbst, andererseits mittels Verweis auf ein anderes Dokument (z.B. ÖNORM, OIB-RL oder andere landesrechtliche Bestimmungen) angeführt (Baustoffliste ÖE, 2015).

Die Verordnung des OIB über die Baustoffliste ÖA dient der Festlegung für Bauprodukte, für die noch keine harmonisierten technischen Spezifikationen vorhanden sind und somit keine CE-Kennzeichnung vorweisen können. Für Bauprodukte die nicht in der Baustofflisten ÖA/ÖE enthalten sind, gibt es keine ausdrücklichen Verwendungsvorschriften. Die baurechtlichen Bestimmungen der Bundesländer müssen jedoch eingehalten werden (OIB, 2020a). Für Bauprodukte, für die keine harmonisierte technische Spezifikation vorliegt, oder wenn sie von den Baustofflisten abweichen, können Hersteller beim OIB eine Bautechnische Zulassung (BTZ) beantragen. Diese ist jedenfalls erforderlich, wenn dies in der Baustoffliste ÖE/ÖA festgelegt ist (OIB, 2020b). Eine BTZ ist grundsätzlich zwingend vorgesehen, wenn das Bauprodukt eine besondere Bedeutung für die Grundanforderungen an Bauwerke hat, insbesondere für die Gesundheit und Sicherheit (Lackner, 2018).

### **3.2.6 Gewährleistung/Haftung**

Innerhalb des Konsumentenschutzgesetzes beträgt die Gewährleistungsfrist für bewegliche Sachen 2 Jahre und die für unbewegliche 3 Jahre. Bei gebrauchten beweglichen Sachen kann die 2-Jahresfrist auf ein Jahr verkürzt werden. Dies muss jedoch im Einzelfall ausgehandelt werden.

Außerhalb des Konsumentenschutzgesetzes, das heißt bei Verträgen zwischen zwei Privaten oder zwei Unternehmern, besteht kein prinzipielles Verbot der Einschränkung oder des Ausschlusses der Gewährleistungsansprüche.

Haftbar kann man 10 Jahre ab Inverkehrbringen gemacht werden, wobei innerhalb von 3 Jahren ab Kenntnis des Schadens sowie des Schädigers gerichtlich vorgegangen werden muss (WKO, 2018).

Haftungs- und Gewährleistungsfragen sind ein wichtiges Thema für das Re-Use und werden in der Praxis häufig diskutiert (Meissner, 2020a; Rindler-Schantl et al., 2019). So sind Haftungsfragen eines der häufigsten Argumente warum sich Bauherr\*innen oft gegen das Re-Use wenden (Kneidinger und Kessler, 2020). In diesem Abschnitt wurden nur die Eckpfeiler zu Fragen der Haftung und Gewährleistung dargestellt. Haftungs- und Gewährleistungsfragen im Detail zu erkunden, würde den Rahmen der vorliegenden Arbeit sprengen.

## 4. Ergebnisse

### 4.1 Technische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen

In diesem Abschnitt werden die technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen der Bauteilwiederverwendung aufgezeigt, welche anhand von konkreten Bauteilen näher erläutert werden. Außerdem wird aufgezeigt in welchen Bereichen bereits die Wiederverwendung von Bauteilen durchgeführt wird und wer die relevanten Akteure sind. Dafür werden auch Fallbeispiele und eine Fallstudie herangezogen. In einem weiteren Schritt wird die Bauteilwiederverwendung auf europäischer Ebene betrachtet, internationale Vorzeigebispiele aufgezeigt und auf die Hemmnisse der Bauteilwiederverwendung eingegangen.

#### 4.1.1 Technische Rahmenbedingungen

Ob die Wiederverwendung von Bauteilen technisch möglich ist hängt von einigen Faktoren ab. Dazu gehören Faktoren wie z.B. die Funktionstüchtigkeit, die Möglichkeit des zerstörungsfreien Rückbaus und bautechnische Anforderungen wie der Wärmeschutz, Schallschutz, Brandschutz und die Statik (Dechantsreiter et al., 2015b). Es ist jedoch schwierig generalisierte Aussagen über die Wiederverwendbarkeit von Bauteilen zu treffen (energie:bau, 2016), da sich vor allem das Potential für die Rückbaufähigkeit, je nach Bauteil stark unterscheidet (Kanters, 2018). Die Strategie Design for Disassembly (DfD) oder von Vandkunsten Architects (2016) auch „reversibles Design“ genannt, spielt für die Wiederverwendbarkeit eine sehr bedeutende Rolle, da sie für alle Bauteile anwendbar ist. Sie beinhaltet eine Vielzahl an Vorgaben und Empfehlungen, welche sich positiv auf die Wiederverwendbarkeit von Bauteilen auswirken. Ziel der Strategie ist es den Rückbau aller Bauteile eines Bauwerks zu ermöglichen. Es gibt jedoch weder eine international vereinbarte Definition für DfD, noch gibt es Vorschriften für die Anwendung von DfD-Prinzipien in den bautechnischen Vorgaben aller Länder (Kanters, 2018).

Ein sehr entscheidendes Element stellt die Art der Befestigung/Verbindung von Bauteilen dar. Diese sollte leicht zugänglich, mechanisch trennbar und austauschbar sein (Vandkunsten Architects, 2016). Grundsätzlich kann zwischen Formschlussverbindungen wie z.B. durch Stehfalz-Verbindungen oder Drehriegel, Kraft- bzw. Reibschlussverbindungen wie z.B. durch Schrauben, Nageln oder Bolzen, und Stoffschlussverbindungen wie z.B. durch Kleben, Schweißen oder Löten, unterschieden werden. Stoffschlussverbindungen sind in der Regel unlösbare Verbindungen. Kraft- und Formschlussverbindungen sind grundsätzlich lösbar. Eine eindeutige Zuordnung in lösbare und unlösbare Verbindungen ist jedoch nicht immer möglich. So kann die Lösbarkeit z.B. auch durch andere Faktoren wie dem Witterungseinfluss oder der Materialität der Bauteile beeinflusst werden (Riegler-Floors und Hillebrandt, 2018a). Auch die Anzahl der Verbindungen stellt einen wichtigen Faktor dar, da sich diese wiederum auf den Zeitaufwand und die Komplexität des Ausbaus/Einbaus auswirken. Außerdem erhöht eine Vielzahl an gleichen Bauteilen, sowie eine geringe Größe und ein geringes Gewicht, die Wiederverwendbarkeit von Bauteilen (Vandkunsten Architects, 2016). Weiters sollte der Rückbau mit den üblichen Werkzeugen und Geräten möglich sein (Kanters, 2018).

Vor allem der modulare Aufbau eines Bauwerks verbessert die Chancen auf eine spätere Wiederverwendung der einzelnen Bauteile (Hillebrandt, 2018). So sind

beispielsweise modular errichtete Industriehallen, vor allem aus Stahl, gut für eine Wiederverwendung geeignet.

Für den schadensfreien Ausbau von Bauteilen sind Bauweisen, welche nach ca. 1940 angewandt wurden, das größte technische Hemmnis. Bauteile aus Gebäuden, welche bis ca. 1920 errichtet wurden, lassen sich hingegen gut schadensfrei ausbauen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass Gebäude, welche nach ca. 1940 errichtet wurden, einen höheren Betonanteil aufweisen und die verwendeten Verbindungen der Bauteile, oft einen schadensfreien Ausbau nicht ermöglichen. In Gebäuden, welche bis ca. 1920 errichtet wurden, wurden hingegen oft höherwertige Bauteile mit einer längeren Lebensdauer eingesetzt. Außerdem sind die verwendeten Verbindungen besser für eine Wiederverwendung geeignet. Grundlegend kann gesagt werden, dass die Wiederverwendbarkeit von Bauteilen entscheidend von der Bauweise des Gebäudes abhängt (Dechantsreiter et al., 2015b; Icibaci, 2019). Die Wiederverwendbarkeit der Bauteile variiert jedoch stark und ist nicht vorhersehbar (Gorgolewski, 2017; Icibaci, 2019). Vor allem der allgemeine Zustand eines Gebäudes (Meissner, 2020a) und wo und wie ein Bauteil verwendet wurde, ist von besonderer Bedeutung (Gorgolewski, 2017).

Matthias Neitsch, der Geschäftsführer von RepaNet, hat Schätzungen der Wiederverwendbarkeit von Bauteilen aus Häusern verschiedener Errichtungszeiträume durchgeführt. Demnach gibt es Häuser, welche um 1900 errichtet wurden, wo bis zu 90 % der Materialien der gesamten Gebäudemasse wiederverwendbar wären. Häuser der 70er und 80er Jahre weisen hingegen teilweise nur weniger als 10 % wiederverwendbare Materialien auf (energie:bau, 2016). Dabei handelt es sich jedoch nur um einzelne ausgewählte Abbruchobjekte. Betrachtet man den gesamten Baubestand, so kann von deutlich niedrigeren Werten ausgegangen werden.

Bei der Wiederverwendung von Bauteilen ist zu beachten, dass sich die bautechnischen Vorgaben für den Einsatz von Bauteilen je nach Einsatzgebiet unterscheiden. So müssen beispielsweise Fassaden von Gewerbe- oder Büroflächen andere Anforderungen erfüllen als bei einer Wohnnutzung. Die Anforderungen unterscheiden sich unter anderem bei der Belichtung und der thermischen Hülle. Soll eine Nachnutzung des gesamten Gebäudes stattfinden, ist diese von der Flexibilität der Fassade abhängig (Hillebrandt, 2018).

Einen gebrauchten Bauteil wieder in eine neue Konstruktion zu integrieren stellt außerdem eine Herausforderung dar (Bauwelt, 2018). Gemäß Caroline Palfy, der Geschäftsführerin der cetus Baudevelopment GmbH, benötigt die Umsetzung eine Menge an Flexibilität und Kreativität aller Akteur\*innen (Rindler-Schantl et al., 2019). Außerdem ist zu berücksichtigen, dass die Wiederverwendung von Bauteilen auch die Funktion anderer Gebäudesysteme technisch beeinträchtigen kann. So beeinflussen z.B. Fensterrahmen mit einem schlechten Wärmeschutz, die Energieeffizienz des Gebäudes (Icibaci, 2019).

Es gibt weltweit bereits eine Vielzahl an Vorzeigebauwerken, wo durch Kreativität und Flexibilität teilweise bis zu 90 % wiederverwendete Bauteile für die Errichtung eines Gebäudes eingesetzt wurden. Im Abschnitt 4.3.2 werden verschiedene internationale Vorzeigeprojekte beschrieben, wo bereits große Mengen an gebrauchten Bauteilen wiederverwendet wurden. Grundsätzlich können Re-Use-Projekte in drei Kategorien unterteilt werden:

1. Projekte, bei denen Bauteile wiederverwendet werden, welche durch den Rückbau des vorangegangenen Abbruchobjektes am Standort verfügbar gemacht wurden.
2. Projekte, bei denen gebrauchte Bauteile von anderswo wiederverwendet werden.
3. Projekte, wo Teile von Gebäuden oder ganze Gebäude wiederverwendet werden und durch andere gebrauchte Bauteile ergänzt werden (adaptive Wiederverwendung) (Gorgolewski, 2017).

#### 4.1.2 Wirtschaftliche Rahmenbedingungen

Die Wirtschaftlichkeit der Wiederverwendung ist von diversen Faktoren abhängig. Auf diese wird im folgenden Abschnitt näher eingegangen. In der Literatur sind nur begrenzt Daten über die Wirtschaftlichkeit der Wiederverwendung von Bauteilen vorhanden, da die Bewertung der Wirtschaftlichkeit oft individuell bewertet werden muss. Die Einflussfaktoren sind vielfältig, als wesentlich werden von Dechantsreiter et al. (2015b) und Bauwelt (2018) folgende angeführt:

- Aufwand für den zerstörungsfreien Rückbau.
- Transportaufwand und Transportdistanz
- Aufbereitung (Vorbereitung zur Wiederverwendung) für die Wiederverwendung
- Lagerungsaufwand
- Kommunikationsaufwand
- Erzielbare Erlöse: Historisch wertvolle Bauteile sind nur in geringen Stückzahlen vorhanden, bringen jedoch relativ hohe Erlöse. „Massenware“ ist in hoher Stückzahl vorhanden, bringt jedoch oft nur geringe Erlöse.
- Marktsituation: je nach Angebot und Nachfrage können unterschiedliche Preise verlangt werden (auch abhängig vom Preis für Neuwaren).
- Kosten für die Entsorgung und für alternative Verwertungsverfahren von Bauteilen.
- Zustand des Bauteils
- Festigkeit und Haltbarkeit
- Funktionaler und symbolischer Wert
- Anzahl vorhandener Bauteile
- Leichtigkeit mit der das Bauteil in ein neues Gebäude integriert werden kann.

Grundsätzlich ist das Angebot und die Nachfrage von gebrauchten Bauteilen in Regionen mit historischen Siedlungen und Altstädten deutlich höher als in Regionen mit Baubeständen aus den Jahren um 1970. Vor allem in Städten mit knappem Baugrund, wird eine Vielzahl an eigentlich noch gut erhaltenen Gebäuden abgebrochen. Somit ist auch eine größere Menge wiederverwendbarer Bauteile verfügbar (Hempel, 2019). Jedoch ist in Städten, im Vergleich zum weniger dicht besiedelten ländlichen Raum, oft deutlich weniger Lagerplatz verfügbar (Bougrain und Laurenceau, 2017). Daher ist die Wirtschaftlichkeit der Bauteilwiederverwendung auch stark von den lokalen Gegebenheiten abhängig.

Vor der Entscheidung über eine mögliche Wiederverwendung eines konkreten Bauteils, müssen alle genannten Parameter berücksichtigt werden, um beurteilen zu können, ob die Wiederverwendung wirtschaftlich sinnvoll ist. Kommt es zu

Fehleinschätzungen so stellt dies ein wirtschaftliches Risiko dar. Zu berücksichtigen ist, dass der Markt beeinflusst werden kann. Eine neue Nachfrage kann ausgelöst werden und wo es kein Angebot gibt, kann es gefördert werden (Bauwelt, 2018).

Der Wert eines Bauteils kann sich auch in Abhängigkeit der Wahrnehmung des Verbrauchers, über gebrauchte Produkte, ändern. Daher ist die Schaffung von Nachfrage und Angebot, eine der größten Herausforderungen für die Wirtschaftlichkeit der Bauteilwiederverwendung (Icibaci, 2019). So können z.B. Bauteile, welche heute üblicherweise nicht wiederverwendet werden, in ein paar Jahren zum Bestseller werden (Deweerd und Marilyn, 2020).

Grundsätzlich kann durch die Existenz eines Marktes auf die wirtschaftliche Machbarkeit der Wiederverwendung geschlossen werden (Icibaci, 2019). Sind jedoch zu viele gleiche gebrauchte Bauteile auf dem Markt bzw. zu wenige Abnehmer vorhanden, dann sinken die erzielbaren Erlöse stark und der Verkauf wird unwirtschaftlich (Hubmann, 2020). Somit variieren die Wiederverkaufserlöse sehr stark je nach Zustand, Alter, Bauteiltyp und dem Angebot bzw. der Nachfrage (Daxbeck et al., 2015a).

Der Rückbau von Bauteilen für eine Wiederverwendung ist vorwiegend für historische Bauteile üblich (Grabuschnig, 2018; Hillebrandt, 2018a). Diese bestehen oft aus massiven Monomaterialien, welche sehr langlebig sind und teilweise durch ihre Nutzungsphase gewünschte Gebrauchsspuren (Patina) erhalten (Riegler-Floors und Hillebrandt, 2018b). In diesem Bereich gibt es auch schon einen funktionierenden Altwarenhandel (Daxbeck et al., 2015a; Grabuschnig, 2018). Dies ist auch darauf zurückzuführen, dass Bauteile aus Gebäuden, welche vor ca. 1940 errichtet wurden, größtenteils leichter schadensfrei rückgebaut werden können. Außerdem können aufgrund der vorhandenen Nachfrage, angemessene Preise für diese Bauteile verlangt werden (Dechantsreiter et al., 2015b; Icibaci, 2019). Neuere Bauteile müssen eine sehr gute Qualität aufweisen, um auf dem Markt konkurrenzfähig sein zu können. Anwendung finden gebrauchte Bauteile vor allem bei Sanierungen (Bauteilnetz Deutschland, 2015).

Das vor allem historische Bauteile auf dem Markt nachgefragt werden, wurde auch von den für diese Arbeit interviewten Personen bestätigt. Diese Bauteile sind oft von hoher Qualität wie z.B. Türen, Holzböden, Holzbalken und seltene keramische Produkte wie Fliesen. Die Qualität/Zustand und die Anzahl der potenziell für eine Wiederverwendung geeigneten Bauteile ist jedoch von Gebäude zu Gebäude sehr unterschiedlich. Gebäude jedes Errichtungszeitraumes weisen eigene Bauteile auf, welche besonders für eine Wiederverwendung geeignet sind. Gebäude ab den 1960er Jahren haben z.B. vor allem vielen standardisierte Bauteile, wie z.B. Türen. Weiters findet man vor allem in Bürogebäuden viele standardisierte Bauteile, während in Wohngebäuden die Bauteile stark variieren (Meissner, 2020a). Grundsätzlich ist jedoch nur für historische Bauteile eine steigende Nachfrage zu erkennen (Grabuschnig, 2018; Kropik, 2020).

Für gebrauchte Bauteile aus Wohn- und Bürogebäuden ohne besonderen historischen Wert, sogenannte „Massenbauteile“, gibt es kaum eine Nachfrage bzw. einen gewerblichen Handel in Österreich. In diesem Bereich ist die Wiederverwendung

aufgrund der geringen Neupreise für Bauteile, nur selten wirtschaftlich. Die Kosten für die Bereitstellung der gebrauchten Bauteile übersteigen teilweise deutlich den möglichen Verkaufserlös. Im privaten Bereich findet jedoch ein Austausch dieser Bauteile über Internetplattformen wie „willhaben.at“ statt (Daxbeck et al., 2015a). Die beiden Initiativen Baukarussell und Materialnomaden sind derzeit in Österreich die einzigen Anbieter, welche auch „Massenbauteile“ in größeren Stückzahlen anbieten.

Grundsätzlich ist bei der Wiederverwendung die Aufteilung zwischen Arbeits- und Materialkosten deutlich anders, im Vergleich zu Neuprodukten. Normalerweise sinken die Materialkosten, da gebrauchte Bauteile oft billiger sind als Neuware (mit Ausnahme von besonders wertvollen und historischen Bauteilen), aber es ist mehr Arbeit nötig die Bauteile für eine Wiederverwendung aufzubereiten. Außerdem kann durch zusätzliche Forschung, Tests und zusätzliche Planungsaufgaben, weitere Arbeit für die Planer entstehen. Lohnkosten sind im Vergleich zu den Materialkosten oft sehr teuer. Daher ist es von großer Bedeutung zusätzliche Arbeitszeiten so gering wie möglich zu halten. Die größten Einsparungen ergeben sich oft bei Projekten, bei denen Bauteile wiederverwendet werden, welche durch den Rückbau des vorangegangenen Abbruchobjektes am Standort verfügbar gemacht wurden (Gorgolewski, 2017). Hier besteht ein besonderes Potential, da ein Gebäude nur sehr selten abgebrochen wird, ohne dass derselbe Auftraggeber ein Neues an diesem Standort errichtet (Romm, 2019).

Ein wesentlicher wirtschaftlicher Faktor für die Integration von Re-Use-Bauteilen in den Bauprozess ist außerdem, dass bereits im Entwurfsprozess Finanzmittel für die Prüfung, den Kauf und die Lagerung von Re-Use-Bauteilen aufgewendet werden müssen (Hillebrandt, 2018).

#### 4.1.3 Technische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen ausgewählter Bauteile

Im folgenden Abschnitt wird auf die technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen ausgewählter Bauteile, mit einem hohen Potential für eine Wiederverwendung, näher eingegangen (Dechantsreiter, 2015a; Dechantsreiter et al., 2015b). In Tab. 1 sind die ausgewählten Bauteile je nach Kategorie aufgelistet.

Tab. 1: Auflistung der in dieser Arbeit näher untersuchten Bauteile.

Ausbauteile	Konstruktionsbauteile
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fenster</li> <li>○ Türen</li> <li>○ Heizkörper</li> <li>○ Sanitärobjekte</li> <li>○ Fußbodendielen und Parkett</li> <li>○ Fliesen</li> <li>○ Mauerziegel</li> <li>○ Dacheindeckungen</li> <li>○ Fensterbänke</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Stahlbauteile</li> <li>○ Holzbauteile</li> <li>○ Stahlbetonbauteile</li> </ul>

Weitere auf dem Re-Use-Markt gehandelte Bauteile sind z.B. Treppen, Balkongeländer, Stieggeländer, Tore und Vordächer.

Sollen Bauteile in einem Bauwerk eingesetzt werden, müssen sie die jeweiligen bautechnischen Vorschriften erfüllen. Diese Vorschriften gelten auch für gebrauchte Bauteile. In Österreich sind die bautechnischen Vorschriften in den OIB-RL bzw. in den Bauordnungen der Bundesländer festgelegt. Die Bundesländer können die OIB-RL in ihre Bauordnungen aufnehmen. Wie in Abschnitt 3.2.4 erläutert sind die OIB-RL (2015) in 7 Bundesländern bereits vollständig in Kraft getreten. Daher werden im folgenden Abschnitt auch die jeweiligen relevanten bautechnischen Vorgaben der OIB-RL (2015) für die ausgewählten Bauteile dargestellt. Die „grundsätzlichen“ Anforderungen für CE-gekennzeichnete Bauprodukte wie z.B. die Druckfestigkeit und die Dauerhaftigkeit werden größtenteils in der Baustoffliste ÖE festgelegt, welche ebenfalls vom OIB erstellt wird (Baustoffliste ÖE, 2015).

Zu berücksichtigen ist, dass für die Vorgaben der OIB-RL 6 (2015) Energieeinsparung und Wärmeschutz folgendes gilt: „Auf Gebäude und Gebäudeteile, die als Teil eines ausgewiesenen Umfelds oder aufgrund ihres besonderen architektonischen oder historischen Wertes offiziell geschützt sind, gelten die Anforderungen dieser Richtlinie nicht, soweit die Einhaltung dieser Anforderungen eine unannehmbare Veränderung ihrer Eigenart oder ihrer äußeren Erscheinung bedeuten würde. Das Erfordernis der Ausstellung eines Energieausweises bleibt davon unberührt“. In Österreich stehen jedoch nur ca. 1,5 % der Gebäude unter Denkmalschutz (Huber-Reichel, 2018).

#### **4.1.4 Ausbauteile**

##### *4.1.4.1 Fenster*

Folgende Fenstertypen können in Gebäuden vorgefunden werden:

- **Kastenfenster:** Beim Kastenfenster werden zwei Fenster hintereinander an einer Zarge befestigt. Durch den entstehenden Zwischenraum soll eine zusätzliche Wärmedämmung erreicht werden.
- **Verbundfenster:** Als Weiterentwicklung des Kastenfensters gilt das Verbundfenster. Hier haben beide Flügel einen gemeinsamen Drehpunkt im Fensterrahmen. Die Wärmedämmung bei diesen Fenstern ist als ausreichend gut einzustufen, da die Luftschicht zwischen den Fensterscheiben dafür sorgt, dass die Wärmeübertragung von innen nach außen verringert wird. Zum Reinigen der Fenster kann der Verbundflügel geöffnet werden. Verbundfenster wurden ab ca. 1945 bis ca. 1980 verbaut. Danach wurden diese von Isolierglasfenstern abgelöst.
- **Isolierglasfenster:** Die ersten Mehrscheiben-Isolierglasfenster wurden ca. 1950 entwickelt und sind heute die in Europa am häufigsten verwendeten Fenster. Zuerst wurden doppelverglaste, dann thermoverglaste Fenster hergestellt (Bernard et al., 2014).

##### Technischer Rahmen

Ein Kastenfenster aus Holz kann je nach Qualität, Beanspruchung, Instandhaltung und Material über einen Zeitraum von 100 Jahren und länger funktionstüchtig sein. Aufgrund der einfachen Bauweise dieser Fenster, haben sie eine besonders hohe Reparaturfähigkeit. Die meisten Typen von Isolierglasfenstern, vor allem Kunststofffenster, haben jedoch eine deutlich geringere Lebensdauer. Außerdem werden Kunststofffenster nur selten repariert (Bernard et al., 2014). Bei Kunststofffenstern kann mit einer Lebensdauer von 20 bis 40 Jahren gerechnet werden (Daxbeck et al., 2015b). Gemäß dem dänischen Architekten Anders Lendager

haben Zweischeiben-Isolierglasfenster aus Holz eine Lebensdauer von bis zu 50 Jahren (ORF, 2019).

In Tab. 2 sind alle relevanten bautechnischen Vorgaben der OIB-RL (2015) für Fenster, deren Umfang bzw. je nach Einsatzgebiet dargestellt. Konkrete Unterschiede zwischen den Vorgaben je nach Einsatzgebiet konnten vor allem beim Parameter Wärmeschutz festgestellt werden. Hier sind die Vorgaben für Wohngebäude strenger als die für Nicht-Wohngebäude.

Tab. 2: Relevante bautechnische Vorschriften der OIB-RL für den Einsatz von Fenstern (OIB-RL, 2015).

Parameter	Einsatzgebiet
Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) in $W/m^2K$	Wohngebäude gegen Außenluft: max. Wert 1,40 Nicht-Wohngebäude gegen Außenluft: max. Wert 1,70
Schalldämm-Maß ( $R_w$ ) in dB	Sowohl für Wohngebäude, Wohnheime, Hotels, Schulen u. dgl. und Verwaltungs- und Bürogebäude und dgl. liegt der min. Wert bei 28 (abhängig vom maßgeblichen Außenlärmpegel).
Brandschutzklasse	Vorgaben gibt es nur für folgende Einsatzgebiete: Auf offene Laubengänge mündende Fenster, Überdachte Stellplätze mit einer Nutzfläche von mehr als $250 m^2$ .

Bernard et al. (2014) haben den U-Wert von alten Kastenfenstern untersucht und kamen zu dem Ergebnis, dass diese einen U-Wert von 2,9 ( $W/m^2K$ ) haben. Wird jedoch nachträglich eine Zweischeiben-Isolierverglasung für den Innenflügel eingebaut, kann ein U-Wert von 0,9 ( $W/m^2K$ ) erreicht werden. Diese Möglichkeit wird vor allem für denkmalgeschützte Gebäude angewandt. Gemäß Dechantsreiter et al. (2015a) kann die Dichtigkeit auch durch einen Austausch der Gummidichtungen verbessert bzw. wiederhergestellt werden.

Für den schadensfreien Rückbau von Fenstern sind spezifische Fachkenntnisse notwendig, vor allem das Wissen über die verschiedenen Einbautechniken (verklebt, ausgeschäumt, verkeilt). Außerdem ist es wichtig eine Funktionskontrolle der Beschläge durchzuführen, da die Beschläge einiger Hersteller nicht mehr produziert werden (Dechantsreiter, 2015a). Grundsätzlich können aus technischer Sicht Fenster und deren Fensterzargen unabhängig vom Material (Kunststoff, Holz, Aluminium) ohne weitere Beschädigung ausgebaut werden (Daxbeck et al., 2015b). Zu beachten ist, dass Dachfenster (vor allem aus Holz) einer besonders starken Witterungsbeanspruchung ausgesetzt sind. Daher ist hier oft der Zustand der Dichtungen und Hölzer in einem so schlechten Zustand, dass eine Wiederverwendung technisch nicht sinnvoll ist (Dechantsreiter et al., 2015b). Außerdem stellen die unterschiedlichen Größen der gebrauchten Fenster, oft eine Herausforderung bei der Wiederverwendung dar (Hillebrandt, 2018).

Abb. 1 zeigt verschiedene Methoden wie ganze Fenster einer Wiederverwendung, Weiterverwendung bzw. einem Upcycling zugeführt werden können.

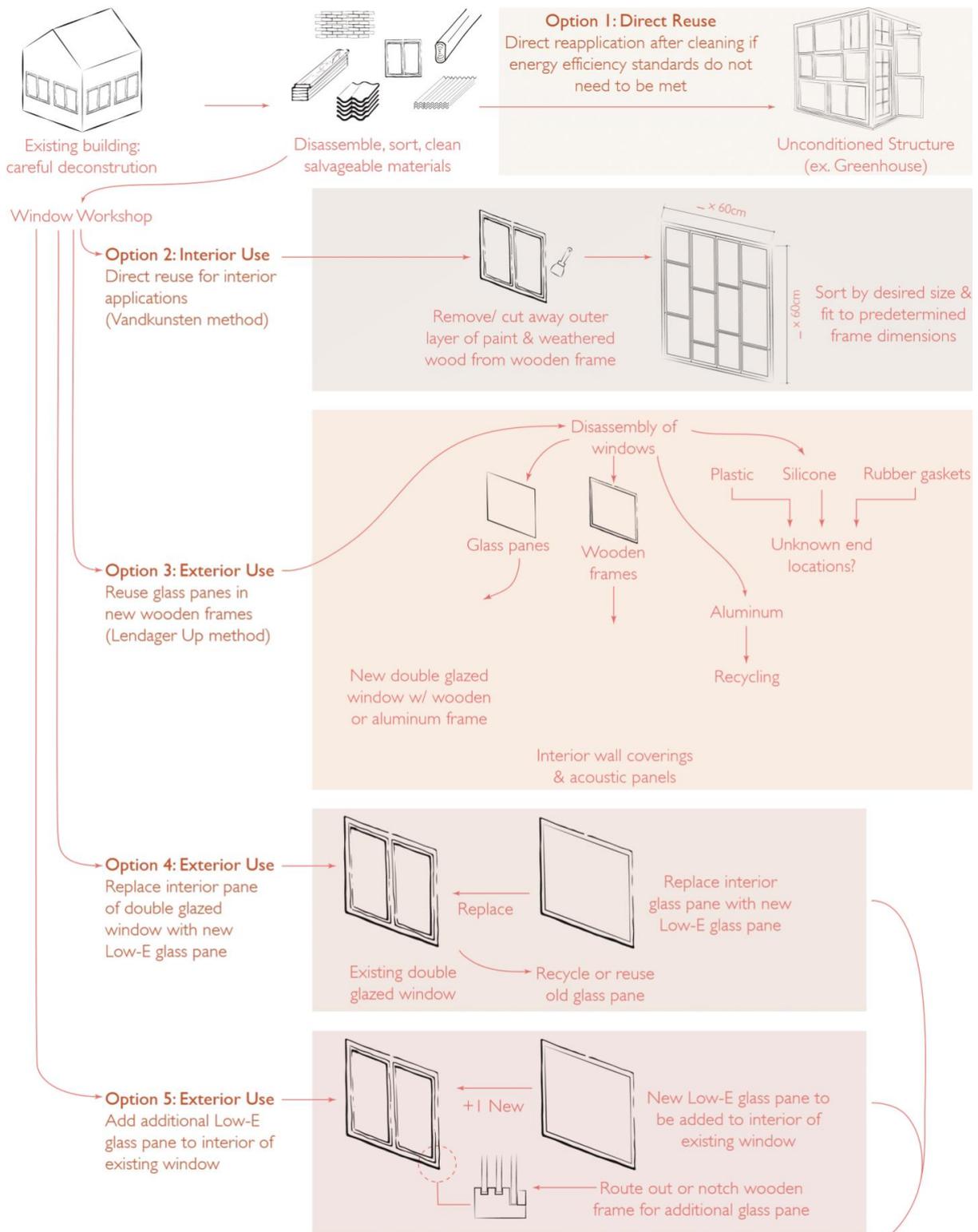


Abb. 1: Methoden zur Wiederverwendung, Weiterverwendung bzw. Upcycling von gesamten Fenstern (Josefsson, 2019).

### Wirtschaftlicher Rahmen

Daxbeck et al. (2015b) haben die Kosten für den Rückbau von Kunststofffenstern (1,00 x 1,00 m) und deren Fensterzargen untersucht. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass allein der Ausbau eines Fensters inkl. Zarge Kosten von ca. 60 € verursacht. Andere Kosten, um das Bauteil einer Wiederverwendung zuzuführen, wie z.B. der Transport-

und Lageraufwand, die MwSt. und der Vermittlungsaufwand sind bei dieser Berechnung jedoch nicht berücksichtigt. Neue Kunststofffenster sind bereits ab ca. € 80,-/m<sup>2</sup> erhältlich. Unter diesen Umständen kann die Wiederverwendung eines Kunststofffensters inkl. Zarge nicht wirtschaftlich durchgeführt werden. Bei der vorliegenden Marktlage ist nur der Ausbau von historisch und architektonisch wertvollen Fenstern wirtschaftlich sinnvoll. Der Schallschutz, der Wärmeschutz und die Dichtheit der Fenster haben sich in den letzten 20 Jahren so stark verbessert, sodass es selten wirtschaftlich ist, ältere Fenster wiederzuverwenden. Bereits 15 Jahre alte Fenster können als veraltet angesehen werden und kommen nur selten für eine Wiederverwendung in Frage (Daxbeck et al., 2015b).

Daher sind für Bauteilhändler nur historisch wertvolle Fenster von Interesse. Es handelt sich dabei jedoch nur um einen Nischenmarkt und die Nachfrage nach diesen Fenstern ist gering (Kropik, 2020; Meissner, 2020a). Es gibt jedoch einige Unternehmen, welche die Sanierung und die Modernisierung von historischen Kastenfenstern anbieten.<sup>1</sup>

Auf dem informellen Markt wie z.B. auf Plattformen wie „willhaben.at“ oder „ebay.at“ zählen Fenster aller Baujahre zu den am meisten angebotenen Bauteilen (Stand 2020).

Gemäß Dechantsreiter et al. (2015b) kann man grundsätzlich sagen, dass sich ein Fenster leichter vermarkten lässt, je besser der U-Wert ist. Ein Ausbau von Fenstern lohnt sich aus wirtschaftlicher Sicht oft nur, wenn die Fenster direkt vom Kunden übernommen werden (Dechantsreiter et al., 2015b; Kleemann et al., 2015). Der Ausbau und der Transport von kleinen Fenstern (1,00 × 1,00 m) ist mit deutlich geringerem Aufwand durchführbar und daher auch wirtschaftlicher als für größere Fenster (Dechantsreiter et al., 2015b).

Auch in den Niederlanden werden Fenster im Vergleich zu Türen nur in sehr geringen Mengen wiederverwendet. Bei den wiederverwendeten Fenstern handelt es sich größtenteils um Holzfenster ohne Isolierverglasung. Isolierglasfenster werden normalerweise vor einer Wiederverwendung neu eingerahmt (Icibaci, 2019).

#### 4.1.4.2 Türen

Türen können nach Außentüren und Innentüren unterschieden werden, wobei je nach Bauform zwischen Anschlagstüren, Schiebetüren und Falttüren unterschieden werden kann (Daxbeck et al., 2015b).

##### Technischer Rahmen

Die durchschnittliche Lebensdauer für Außentüren beträgt ca. 40 Jahre und die von Innentüren ca. 50 Jahre (Ritter, 2011). Je nach Qualität und Beanspruchung gibt es jedoch große Unterschiede bei der Lebensdauer von Türen. Sehr hochwertige Türen können eine deutlich längere Lebensdauer aufweisen (Daxbeck et al., 2015b).

In Tab. 3 sind alle relevanten bautechnischen Vorgaben der OIB-RL für Türen, deren Umfang bzw. je nach Einsatzgebiet dargestellt. Konkrete Unterschiede zwischen den Vorgaben je nach Einsatzgebiet konnten vor allem beim Parameter Wärmeschutz festgestellt werden. So sind für Türen gegen Außenluft strengere Grenzwerte vorgeschrieben als für Türen gegen unbeheizte Gebäudeteile.

<sup>1</sup> <https://www.wienerkomfortfenster.at/>, <https://www.hessl.at/>

Tab. 3: Relevante bautechnische Vorschriften der OIB-RL für den Einsatz von Türen (OIB-RL, 2015).

Parameter	Einsatzgebiet
Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) in $W/m^2K$	<p>unverglasst, gegen Außenluft: max. Wert 1,70</p> <p>unverglasst, gegen unbeheizte Gebäudeteile: max. Wert 2,50</p> <p>verglasst, gegen Außenluft in Wohngebäuden: max. Wert 1,40</p> <p>verglasst, gegen Außenluft in Nicht-Wohngebäuden: max. Wert 1,70</p> <p>Für Türen im Innenbereich gibt es keinen Grenzwert.</p>
Schalldämm-Maß ( $R_w$ ) in dB	<p>Außentüren: min. Wert 28 (abhängig vom maßgeblichen Außenlärmpegel).</p> <p>Innentüren: min. Wert 28 (abhängig vom Einsatzgebiet).</p>
Brandschutzklasse	<p>Abhängig vom Einsatzgebiet gibt es eine Vielzahl an brandschutztechnischen Vorschriften, welche teilweise sehr komplex sind und mit Ausnahmeregelungen verbunden sind.</p>

Aus technischer Sicht können sowohl Außentüren als auch Innentüren schadensfrei ausgebaut und wiederverwendet werden. Zu berücksichtigen ist, dass alle Beschläge und Drückergarnituren von Türen mit ausgebaut werden sollten, da diese teilweise nicht mehr erhältlich sind (Dechantsreiter et al., 2015b). Türen können grundsätzlich schnell ausgebaut werden und normalerweise ist auch ein zerstörungsfreier Ausbau der Türzarge möglich (Icibaci, 2019). Feuerschutztüren enthalten oft schafstoffhaltige Stoffe wie z.B. Asbest. Außerdem müssen für die Wiederverwendung von Feuerschutztüren passende feuerfeste Türstöcke gefunden werden (Deweerd und Marilyn, 2020).

#### Wirtschaftlicher Rahmen

Gemäß Daxbeck et al. (2015b) sind die Rückbaukosten von Türen ähnlich derer von Fenstern. Türen aus der Massenfertigung mit einer schlechten Wärme- und Schalldämmung haben aus ökonomischer Sicht oft keinen Wert.

Für historische und wertvolle Türen können Abnehmer gefunden werden. Da der Ausbau von Türzargen ein aufwendiger Arbeitsschritt ist, werden überwiegend nur mehr die Türblätter ausgebaut. Dies ist jedoch oft nur für standardisierte Türblätter sinnvoll. Der Ausbau der Türzarge wird nur in Einzelfällen bei historischen und besonders wertvollen Türen durchgeführt (Dechantsreiter, 2015a; Meissner, 2020a). Grundsätzlich kann gesagt werden, dass individuell gefertigte Türen schwieriger zu vermarkten sind als Standardmaße. Neuere Innentüren weisen oft Standardmaße auf

und können so leichter vermarktet werden. So sind beispielsweise ungefälzte Zimmertüren das am häufigsten verkaufte Bauteil der Bauteilbörsen in Deutschland (Dechantsreiter et al., 2015b).

In Österreich findet die Vermarktung von Türen ohne besonderen historischen Wert im gewerblichen Bereich noch kaum statt. Meissner (2020a) kann sich jedoch durchaus vorstellen, dass Türen mit einem Standardmaß, in großer Stückzahl und guter Qualität, Abnehmer finden würden. Die Materialnomaden sind auch im Stande gebrauchte Türen in einer großen Stückzahl für eine Wiederverwendung bereitzustellen. So werden in ihrem Online-Bauteilkatalog (Zugriff 18.04.2020) 200 Stück gleiche Türblätter aus Holz zum Stückpreis von 50 Euro inkl. MwSt. angeboten. Ob es Abnehmer für diese Türen gibt bzw. ob die Wirtschaftlichkeit gegeben ist, wird sich zeigen.

Auf dem informellen Markt wie z.B. auf Plattformen wie „willhaben.at“ oder „ebay.at“ zählen Türen zu den am meisten angebotenen Bauteilen (Stand 2020).

Auch in den Niederlanden gehören Innen- und Außentüren zu den am häufigsten wiederverwendeten Bauteilen. Es werden vor allem hochqualitative Türen aus Hartholz wiederverwendet (Icibaci, 2019).

#### 4.1.4.3 Heizkörper

Bei Heizkörpern können folgende Bauarten unterschieden werden:

- Konvektoren: Bei dieser Bauart werden an wasserführenden Rohren Lamellen aus Aluminium, Kupfer oder Stahlblech montiert.
- Gliederheizkörper: Gliederheizkörper sind die älteste Heizkörperform. Der Heizkörperaufbau besteht aus einer Aneinanderreihung genormter Glieder.
- Röhrenheizkörper: Dabei handelt es sich um eine Weiterentwicklung der Gliederheizkörper. Röhrenheizkörper sind in diverser Form erhältlich und werden z.B. als Handtuchradiatoren oder als Fensterbankradiatoren verwendet.
- Plattenheizkörper: Dabei handelt es sich um den beliebtesten Heizkörpertyp. Er wird aus Blechplatten oder Platten und Konvektionsblechen hergestellt (Heizsparrer, 2019).

#### Technischer Rahmen

Bei Heizkörpern kann von einer durchschnittlichen Lebensdauer zwischen 25 und 50 Jahren ausgegangen werden (Daxbeck et al., 2015b; Huffmeijer and Damen, 1995).

In den OIB-RL (2015) sind keine bautechnischen Vorgaben für Heizkörper vorhanden. Für die Erstellung des Energieausweises sind jedoch der Heizwärmebedarf (Berechnung gemäß ÖNORM B 8110-6), der Heizenergiebedarf und der Befeuchtungs-Energiebedarf (Berechnung gemäß ÖNORM H 5056) notwendig.

Der Ausbau und der Einbau von gebrauchten Heizkörpern, ist mit dem nötigen Fachwissen, mit geringem Aufwand und zerstörungsfrei möglich (Daxbeck et al., 2015b; Dechantsreiter et al., 2015b). Für eine Wiederverwendung sollten Heizkörper keine Rostflecken vorweisen und gängige Anschlüsse besitzen. Gebrauchte Heizkörper können über mehrere Jahre in einer trockenen Halle gelagert werden, ohne zu rosten (Dechantsreiter, 2015a). Bei Heizkörpern gibt es jedoch oft das Risiko, dass diese mit giftigen Farben behandelt wurden oder Undichtigkeiten aufweisen (Deweerd und Marilyn, 2020; Icibaci, 2019). Außerdem können Gliederheizkörper

Asbestdichtungen enthalten (Dechantsreiter et al., 2015b; Deweerdt and Marilyn, 2020).

#### Wirtschaftlicher Rahmen

Daxbeck et al. (2015b) haben die Kosten für den Rückbau von Plattenheizkörpern untersucht. Die Kosten für den Ausbau und die Entleerung pro Heizkörper betragen ca. 7 € und stehen einem Neupreis von durchschnittlich ca. 50-150 € gegenüber. Zu beachten ist, dass die Kosten für den Ausbau auch bei einem herkömmlichen Abbruch anfallen. Andere Kosten, um das Bauteil einer Wiederverwendung zuzuführen wie z.B. der Transport- und Lageraufwand, die MwSt. und der Vermittlungsaufwand sind bei dieser Berechnung jedoch nicht berücksichtigt. Außerdem zu berücksichtigen ist, dass Heizkörper aus Blech und Gusseisen einen Schrottpreis haben. Die Wiederverwendung von gut erhaltenen und hochwertigen Heizkörpern ist jedoch wirtschaftlich sinnvoller. Dem schließt sich auch Dechantsreiter et al. (2015b) an. Vor allem historische Gliederheizkörper (Baujahr um 1990) werden gerne wieder in Gebäuden gleichen Baujahrs eingesetzt (Dechantsreiter et al., 2015b). Heizkörper mit Füßen haben dabei einen höheren Wert als hängende Heizkörper (Deweerdt and Marilyn, 2020). Grundsätzlich muss der Heizkörper jedoch technisch einwandfrei funktionieren und sich über eine moderne Heizungsregelung ansprechen lassen. Andernfalls lassen sich gebrauchte Heizkörper nicht ökonomisch betreiben (Dechantsreiter et al., 2015b).

In Österreich werden jedoch hauptsächlich nur historische Gliederheizkörper nachgefragt (Meissner, 2020a). Ein häufig auftretendes Problem ist, dass Abbruchunternehmen den Erlös des kalkulierten Schrottpreises bereits im Angebot mitberücksichtigen. Dadurch werden die Verhandlungen über die Entnahme der Heizkörper für eine Wiederverwendung erschwert (Dechantsreiter et al., 2015b).

Ein weiterer bedeutender ökonomischer Faktor ist, dass alte Heizkörper bis zu zwei Drittel mehr Heizwasser fassen als moderne Heizkörper. Somit ist ein entsprechend großer Energieaufwand für das Aufheizen des Heizwassers nötig (energie-experten, 2016).

In den Niederlanden werden sowohl gebrauchte Heizkörper verkauft, welche billiger als Neuprodukte sind, als auch Heizkörper mit besonderem historischen Wert (Icibaci, 2019).

#### 4.1.4.4 Sanitärobjekte

Zu den Sanitärobjekten zählen Waschbecken (inkl. Armaturen), Bade- und Duschwannen, WCs und Urinale.

#### Technischer Rahmen

Die durchschnittliche Lebensdauer von Sanitärobjekten beträgt 40 Jahre (Huffmeijer und Damen, 1995).

In den OIB-RL (2015) sind keine bautechnischen Vorgaben für Sanitärobjekte vorhanden.

Die am häufigsten eingesetzten Materialien in diesem Bereich sind Keramik, Acryl und Stahlemaille (Baunetzwissen, 2019). Daxbeck et al. (2015b) haben die technischen Aspekte der Wiederverwendung von Duschwannen untersucht und kamen zu dem Ergebnis, dass diese mit geringem Aufwand für eine Wiederverwendung rückgebaut werden können. Beim Rückbau von Duschtassen aus Stahlemaille kann es aufgrund

des leichten Abspringens der Oberfläche zu Problemen kommen. Duschtassen sollten frostfrei und vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt gelagert werden.

Vorteil von Sanitäröbekten ist, dass sie mit wenig Aufwand ausgetauscht werden können und meist standardisiert sind. Öbekte aus Acryl sind leichter als Öbekte aus Stahlemaille oder Keramik und sind somit einfacher zu transportieren. Bei älteren Waschbecken ist zu berücksichtigen, dass diese oft zwei vorgefertigte Löcher zur Aufnahme der Kalt- und Warmwasserarmaturen haben. Bei solchen Armaturen kann von einem höheren Wasserverbrauch ausgegangen werden (Dechantsreiter et al., 2015b).

#### Wirtschaftlicher Rahmen

Daxbeck et al. (2015b) haben die Kosten für den Rückbau von Duschtassen untersucht. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass der Ausbau einer Duschtasse ca. 10 € kostet. Andere Kosten, um das Bauteil einer Wiederverwendung zuzuführen, wie z.B. der Transport- und Lageraufwand, die MwSt. und der Vermittlungsaufwand sind bei dieser Berechnung jedoch nicht berücksichtigt. Neue Duschtassen werden ab einem Neupreis von ca. 70 € angeboten. Somit kann angenommen werden, dass es ökonomisch sinnvoll wäre, gebrauchte Duschtassen einer Wiederverwendung zuzuführen.

Für historische Öbekte aus Keramik aus den 1970/1980er Jahren gibt es eine Nachfrage. Besondere Öbekte, welche Anfang des 19. Jahrhundert produziert wurden, wie z.B. Badewannen mit Füßen oder besondere Armaturen, werden auch von Händlern für historische Bauteile nachgefragt. Grundsätzlich kann festgestellt werden, dass gebrauchte Sanitäröbekte keine große Beliebtheit haben, auch wenn sie gut erhalten und gründlich gereinigt sind (Dechantsreiter et al., 2015b).

In Österreich gibt es keine Nachfrage für Sanitäröbekte ohne besonderen historischen Wert, obwohl diese oft in großen Stückzahlen, in guter Qualität und in einheitlichen Größen vorhanden sind. Nach einer gründlichen Reinigung kann optisch meist kein Unterschied zu einem Neuprodukt erkannt werden (Meissner, 2020a).

Dass Sanitäröbekte trotzdem vom Markt nicht angenommen werden, ist vor allem auf die kulturelle Barriere zurückzuführen, welche mit gebrauchten Sanitäröbekten verbunden ist. In den Niederlanden wurde dazu ein Experiment durchgeführt, wo potenziellen Käufer\*innen sowohl neue Sanitäröbekte als auch gebrauchte Sanitäröbekte angeboten wurden. Es zeigte sich, dass diese keinen visuellen Unterschied zwischen neuen und gebrauchten Sanitäröbekten erkennen konnten. Auch in den Niederlanden findet die Wiederverwendung von Sanitäröbekten nur in einem sehr geringen Ausmaß statt (Icibaci, 2019).

Eine Ausnahme stellen wiederum besondere historische Öbekte dar, wie beispielsweise die Bassena (Meissner, 2020a). Bei der Bassena handelt es sich um eine öffentliche Wasserstelle, wie sie vor allem in Mietshäusern zur Gründerzeit verbaut wurde, siehe Abb. 2.



Abb. 2: Bassena (Wikipedia, 2020)

#### 4.1.4.5 Fußbodendielen und Parkett

Der Unterschied zwischen einem Parkett und Fußbodendielen liegt in der Größe der einzelnen Verlegeeinheiten. Parkett wird derzeit klassisch mit einer Länge von ca. 2,20 m und einer Breite von etwa 18,5 cm angeboten. Dielen sind deutlich größer und können eine Länge von bis zu 4 m erreichen (Bodenprofis, 2019).

##### Technischer Rahmen

Die durchschnittliche Lebensdauer von Fußbodendielen und Parkett beträgt zwischen 40 und 50 Jahren (Huffmeijer and Damen, 1995; Ritter, 2011). Holzböden können aber auch je nach Beanspruchung und Qualität eine deutlich längere Nutzungsdauer erreichen. Sie können für mehrere Nutzungen mehrmals geschliffen und versiegelt werden (Daxbeck et al., 2015b). Grundsätzlich kann man sagen, dass Eichenfußböden dauerhafter und robuster als Weichholzböden sind (Dechantsreiter, 2015a; Kropik, 2020).

In den OIB-RL (2015) gibt es für Holzböden nur Vorgaben für die Brandschutzklasse. Konkrete Vorgaben für Holzböden gibt es nur für Aufenthaltsräume (z.B. Restaurant, Bar). Allgemeine Vorgaben für Böden gibt es für Heizräume, Gänge und Treppen außerhalb von Wohnungen, Treppenhäuser und nicht ausgebaute Dachräume. In diesen Bereichen ist jedoch der Einsatz von Holzböden nicht üblich. Außerdem werden in den OIB-RL (2015) Anforderungen an den Trittschallschutz von Gebäuden gestellt. Es gibt Vorgaben für den Standard-Trittschallpegel für Aufenthaltsräume und Nebenräume. Diese beziehen sich jedoch nicht direkt auf das Bauteil Holzboden. Gemäß DeineTür (2019) können die Art des Bodenbelags, die Qualität des Bodenbelags und die Trittschalldämmung jedoch maßgeblich den Trittschall beeinflussen.

Holzböden können, wenn sie fachgerecht geschraubt oder genagelt wurden, zerstörungsfrei rückgebaut werden. Durch Spiralnägeln oder verzinkte Nägel wird der Rückbau erschwert. Verklebte Holzböden sind aufgrund von Schwierigkeiten beim Ausbau nicht für eine Wiederverwendung geeignet (Daxbeck et al., 2015b). Das verklebte Holzböden nicht für eine Wiederverwendung geeignet sind, wird auch von Meissner (2020a) und Kropik (2020) bestätigt. Jedoch kann ein nicht professionell genagelter Holzboden auch zu Problemen beim Rückbau führen (Meissner, 2020a).

Außerdem wurden oft auch schadstoffhaltige Kleber bei der Verlegung der Holzböden verwendet. Für die Wiederverwendung ist vor allem auch die Dicke der Nutzschicht über der Nut von Bedeutung, da dickere Nutzschichten öfter geschliffen werden können. Sofern eine brauchbare Unterkonstruktion vorhanden ist, sollte diese auch ausgebaut werden. Durch die gemeinsame Austrocknung, bringt diese weitere Vorteile für die spätere Nutzung (Dechantsreiter, 2015a). Holzböden sind nur dann für eine Wiederverwendung geeignet, wenn die Substanz des Holzes in Ordnung ist (Kropik,

2020). Heutzutage werden Fußbodenaufbauten meistens als schwer zu trennende Verbundkonstruktionen ausgeführt (Riegler-Floors und Hillebrandt, 2018a).

#### Wirtschaftlicher Rahmen

Für alte Holzböden in gutem Zustand gibt es einen Absatzmarkt. Vor allem breite Holzdielen (Dechantsreiter et al., 2015b) und großformatige Parkettböden wie Tafelböden, sind von besonderem Interesse für Bauteilhändler (Grabuschnig, 2018). Vernagelte Parkettböden zählen zu den am häufigsten nachgefragten Bauteilen (Meissner, 2020a).

Der Ausbau von Parkett ist ein sehr aufwendiger Prozess, vor allem wenn so wenig Parkett wie möglich zerstört werden soll. Daher werden nur wertvolle Parkettböden für eine Wiederverwendung ausgebaut. Der Verkauf von alten Holzböden geht auch über die Landesgrenzen hinweg (Icibaci, 2019; Kropik, 2020).

Eine besondere Wertigkeit haben Eichenholz, Buchenholz und Fichtenholz. Es sind aus wirtschaftlicher Sicht nur Altholzböden von Interesse, welche älter als ca. 60 Jahre sind. Holzböden, welche jünger sind als ca. 60 Jahre, können als „neues Holz“ angesehen werden (Kropik, 2020).

Bei historischen Holzböden werden Beschädigungen wie Nagellöcher oder Wurmfraß teilweise akzeptiert. Ein 100 Jahre alter Fußboden kann noch von sehr hoher Qualität sein, wenn dieser gepflegt und unter drei Schichten Linoleum und Teppich eingebaut war. Historische Holzböden werden immer häufiger nachgefragt (Dechantsreiter, 2015a).

#### 4.1.4.6 Fliesen

Je nach Ausgangsmaterial und Eigenschaften können Fliesen in Naturfliesen, Zementfliesen, Steingut, Steinzeug und Feinsteinzeug unterschieden werden (Beilhammer, 2015). Bei Steingut, Steinzeug und Feinsteinzeug spricht man von keramischen Fliesen, welche zum größten Teil aus gebranntem Ton bestehen und sich je nach Aufbereitung der Rohstoffe und Brenntemperatur unterscheiden (Grimm, 2014).

#### Technischer Rahmen

Die durchschnittliche Lebensdauer von Bodenfliesen beträgt ca. 50 Jahre (Huffmeijer und Damen, 1995; Ritter, 2011) und die von Wandfliesen ca. 75 Jahre (Vissering, 2011).

In den OIB-RL (2015) sind keine bautechnischen Vorgaben für Fliesen vorhanden.

Das Herauslösen von Fliesen aus historischen Gebäuden ist in den meisten Fällen technisch möglich (Beilhammer, 2015). Diese wurden oft in einem Dickbettverfahren, in einem Mörtelbett aus Sand und Lehm, verlegt. Wenn Zementmischungen verwendet wurden, dann ist die Reinigung der Fliesen deutlich aufwendiger bzw. nicht möglich. Heutzutage ist es üblich Fliesen im Dünnbettverfahren mit verschiedenen Klebern zu verlegen, wodurch ein schadensfreier Ausbau unmöglich gemacht wird (Dechantsreiter et al., 2015b). Der Aussage, dass verklebte Fliesen nicht für eine Wiederverwendung geeignet sind, stimmen auch Meissner (2020a) und Kropik (2020) zu.

## Wirtschaftlicher Rahmen

Die Bauteilbörse Bremen kommt aufgrund der gemachten Erfahrungen zu dem Ergebnis, dass die Wiederverwendung von Fliesen erst dann wirtschaftlich ist, wenn mindestens 10 m<sup>2</sup> Fliesen unbeschädigt ausgebaut werden können. Besondere historische Fliesen werden jedoch auch zum Austausch beschädigter Bodenbeläge oder zu Dekorationszwecken, als Einzelstücke nachgefragt (Dechantsreiter et al., 2015b). Grundsätzlich kann man sagen, dass handgemachte Fliesen für Händler von historischen Bauteilen interessant sind. Industriell gefertigte Fliesen oder Fliesen die jünger als 50-60 Jahre sind, sind hingegen nicht von Interesse (Kropik, 2020).

Gemäß Meissner (2020a) zählen historische Bodenfliesen, vor allem aus der Gründerzeit und mit Verzierungen, zu den am meisten nachgefragten Bauteilen. In Abb. 3 sind Beispiele von historischen Fliesen aus der Gründerzeit zu sehen.

Die Wiederverwendung von Zementfliesen zahlt sich nur dann aus, wenn diese einen besonderen historischen Wert haben, da die Marktpreise für neue Zementfliesen sehr niedrig sind und ein Risiko der Zerstörung beim Ausbau besteht. Auch in den Niederlanden sind alte Fliesen größtenteils auf dem Markt für historische Bauteile zu finden, da der Aufwand für den Ausbau relativ kostenintensiv ist (Icibaci, 2019).



Abb. 3: Historische Fliesen aus der Gründerzeit (Baustoffmanufaktur, 2020)

### 4.1.4.7 Mauerziegel

Es existieren verschiedene Mauerziegelarten mit unterschiedlicher Dichte, Druckfestigkeit und Wärmeleitfähigkeit. Folgende Mauerziegelarten werden unterschieden: Vollziegel, Hochlochziegel, Vollklinker, Hochlochklinker, Leichtlanglochziegel, Leichtlanglochziegelplatten und Vormauerziegel (Baunetzwissen, 2019). In der ÖNORM EN 771-1 werden Mauerziegel je nach Einsatzgebiet in P-Ziegel und U-Ziegel unterschieden. P-Ziegel sind Mauerziegel zur Verwendung in geschütztem Mauerwerk, wie z.B. Hochlochziegel, Füllziegel und Mauertafelziegel. U-Ziegel sind alle Mauerziegel zur Verwendung in ungeschütztem Mauerwerk, wie z.B. Vollziegel und Hochlochziegel (Verband österreichischer Ziegelwerke, 2019). Bei Vollziegeln kann je nach Brenntemperatur zwischen weich gebrannten Ziegeln (900 °C) und hart gebrannten Ziegeln (1200 °C) unterschieden werden (CHEMIE.DE, 2020).

## Technischer Rahmen

Qualitativ hochwertige Ziegel in einer trockenen und frostsicheren Vermauerung haben eine praktisch unbeschränkte Lebensdauer (Daxbeck et al., 2015b). Gemäß Ritter (2011) haben Mauerziegel eine durchschnittliche Lebensdauer von ca. 80 Jahren.

In den OIB-RL (2015) sind keine bautechnischen Vorgaben für das Bauteil Mauerziegel vorhanden. Die bautechnischen Vorgaben beziehen sich jeweils auf das übergeordnete Bauteil, in dem Fall das Wandelement aus Ziegelsteinen. Für dieses gibt es Vorgaben für die Statik, Feuerwiderstandsklasse, den Schallschutz, die Energieeinsparung und den Wärmeschutz. Grundsätzliche Vorgaben wie z.B. die

Druckfestigkeit oder die Wasserdampfdurchlässigkeit, aber auch z.B. der Gehalt an aktiv löslichen Salzen, werden in der Baustoffliste ÖE (2015) festgeschrieben.

Der zerstörungsfreie Rückbau von Hochlochziegel ist nur bedingt möglich und mit großem Zeitaufwand verbunden. Vollziegel hingegen sind aus technischer Sicht für eine Wiederverwendung geeignet (Daxbeck et al., 2015b). Sie zeichnen sich vor allem durch ihre lange Lebensdauer und die modulare Bauweise aus (Rosen, 2018). Voraussetzung für den zerstörungsfreien Rückbau ist, dass diese mit einem Mörtel vermauert wurden, der sich leicht abschlagen lässt, wie z.B. Muschelkalkmörtel (Dechantsreiter, 2015a). Die meisten für die Wiederverwendung rückgebauten Ziegelsteine stammen von Bauten, welche vor den 1930er Jahren errichtet wurden, wo der Einsatz von Mörtel auf Kalkbasis noch üblich war. Ab den 1930er Jahren wurde größtenteils zementhaltiger Mörtel verwendet, wodurch der Rückbau deutlich erschwert wird (Gorgolewski, 2017; Icibaci, 2019). Der Rückbau von Ziegeln ab den 1960er Jahren ist technisch gar nicht mehr möglich (Lendager Group, 2020).

Vollziegel werden meistens in untergeordneten Bereichen wieder- bzw. weiterverwendet (Dechantsreiter, 2015a). Verwendung finden die gebrauchten Mauerziegel vorwiegend in Kellern bzw. Weinkellern, als Wandblenden, als Fußbodenbeläge (Grabuschnig, 2018; Kleemann et al., 2015) für Renovierungs- und Restaurationsarbeiten (Icibaci, 2019; Kleemann et al., 2015) und im Dachgeschossausbau. Von einem Einsatz als Mauerwerk wird oft abgesehen, da für die Erreichung des erforderlichen U-Wertes eine sehr dicke Isolierung notwendig ist (Lederer, 2020).

#### Wirtschaftlicher Rahmen

Aufgrund der technischen Schwierigkeiten beim Rückbau von Hochlochziegeln, ist die Wiederverwendung von diesen unwirtschaftlich. Für Vollziegel, vor allem mit Wappen gibt es einen Markt. Die Entscheidung für einen Rückbau wird je nach materiellen beziehungsweise historischen Wert gefällt (Daxbeck et al., 2015b).

Für historische Bauteilhändler ist die Substanz der Mauerziegel von besonderer Bedeutung. So sind vor allem hart gebrannte Ziegel und Ziegel mit dem alt-österreichischen Reichsformat (28x14x7 cm) für eine Wiederverwendung von Interesse. Neuformatziegel (25x12x6,5 cm) sind für sie nicht von Interesse. Vor allem auch die Unterscheidung zwischen handgemachten und maschinell produzierten Ziegeln ist von Bedeutung. Ein Rückbau ist nur für große Mengen interessant, da sich sonst der logistische Aufwand nicht lohnt. Besondere Wappenziegel sind auch in geringen Mengen aus wirtschaftlicher Sicht interessant (Kropik, 2020). Der durchschnittliche Verkaufspreis für gebrauchte Vollziegel liegt bei ca. 0,80 bis 1,00 Euro pro Ziegel. Wird von diesem Erlös ausgegangen, kann die Wiederverwendung wirtschaftlich sein (Rosen, 2018). Gebrauchte Mauerziegel sind teurer als die günstigsten Mauerziegel auf dem Markt, aber preislich mit den qualitativ hochwertigen Ziegeln konkurrenzfähig. Sie werden vor allem aufgrund des nicht maschinell erzeugten Aussehens nachgefragt (Gorgolewski, 2017) und es gibt für gebrauchte Vollziegel bereits einen bestehenden länderübergreifenden Handel (Kropik, 2020; Riegler-Floors und Hillebrandt, 2018a). So gibt es z.B. einen ungarischen Anbieter, welcher große Mengen an Ziegeln zu günstigen Preisen nach Österreich liefern kann.<sup>2</sup>

Gemäß Grabuschnig (2018) sind in Österreich vor allem Wappenziegel für Bauteilhändler interessant, da der logistische Aufwand und der Arbeitsaufwand für die

<sup>2</sup> <https://alteziegelverblender.at/>

Reinigung, im Vergleich mit dem Erlös, unverhältnismäßig hoch ist. In Abb. 4 sind Beispiele von Wappenziegeln zu sehen.

Grundsätzlich sollte der Rückbau möglichst ohne Beschädigungen der Mauerziegel erfolgen, da diese den Wert stark verringern (Dechantsreiter, 2015a). Sie werden sowohl aus kleinvolumigen als auch aus großvolumigen Gebäuden zurückgewonnen. Logistisch einfacher ist jedoch der Rückbau von kleinvolumigen Gebäuden (Kropik, 2020).



Abb. 4: Wappenziegel (Baustoffmanufaktur, 2020).

#### 4.1.4.8 Dacheindeckungen

Die wichtigsten Materialien für Dacheindeckungen sind: Dachsteine aus Beton, Dachziegel aus Ton, Faserzementplatten, Bitumenschindeln, Kupfer, Aluminium, der Zinkdachbelag und die Dachpappe (Wohnnet, 2019a).

##### Technischer Rahmen

Bei Dachziegeln aus Ton kann von einer durchschnittlichen Lebensdauer von ca. 50 Jahren ausgegangen werden. Betondachsteine weisen eine durchschnittliche Lebensdauer von ca. 45 Jahren auf (Ritter, 2011).

In den OIB-RL (2015) gibt es nur Vorgaben für die Brandschutzklasse. Dacheindeckungen mit einer Neigung  $\leq 60^\circ$  müssen die BROOF (t1) Klassifizierung aufweisen. Für diese Klassifizierung ist die ÖNORM EN 13501-5 maßgebend. Außerdem gilt, dass Dacheindeckungen der GK 5 mit einer Neigung  $\geq 20^\circ$  der Klasse A2 entsprechen müssen.

Dachziegel aus Ton und Dachsteine aus Beton, welche mit einem Einhängesystem montiert wurden, lassen sich gut rückbauen. Diese sind jedoch nur für eine Wiederverwendung geeignet, wenn ihre Oberflächen nicht beschädigt und frei von Flechten und Ausblühungen sind (Dechantsreiter et al., 2015b). Gemäß dem holländischen Projektentwickler Edward Zevenberger, sind Flechten auf Tonziegeln in einem sehr geringen Ausmaß, für die Wiederverwendung nicht störend (ORF, 2019). Metallabdeckungen und Holzschindeln sind ebenfalls für die Wiederverwendung geeignet (Dechantsreiter, 2015a).

Sollten alte Tondachziegel nicht für eine Wiederverwendung geeignet sein, kann auch eine Weiterverwendung als sehr sinnvoll angesehen werden. Vandkunsten Architects (2016) aus Dänemark, haben beispielsweise ein System entwickelt, um diese als Fassadenverkleidung weiterzuverwenden. Da Fassadenverkleidungen den Umwelteinflüssen geringer ausgesetzt sind als Dacheindeckungen, können Dachziegel als Fassadenverkleidungen deutlich länger verwendet werden als in ihrer ursprünglichen Funktion. In Abb. 5 ist ein Beispiel der Anwendung dieses Systems zu sehen.



Abb. 5: Weiterverwendung von Dachziegeln als Fassadenverkleidung (Vandkunsten Architects, 2016).

### Wirtschaftlicher Rahmen

Für eine wirtschaftliche Wiederverwendung eignen sich nur gelegte Dachsteine. Sind Dachsteine mit einem Mörtel oder Nägeln fixiert, rentiert sich die Wiederverwendung aufgrund der zu erwartenden Beschädigungen und des großen Arbeitsaufwandes nicht. Blechgedeckte Dächer eignen sich aus wirtschaftlicher Sicht nicht für eine Wiederverwendung. Grundlegend hängt die Wirtschaftlichkeit der Wiederverwendung von Dacheindeckungen vom qualitativen Zustand ab. Bei einer Dacheindeckung im guten Zustand kann nahezu 100% wiederverwendet werden. Beträgt der Ausschussanteil mehr als 50% rentiert sich eine Wiederverwendung aufgrund des Transportaufwandes nicht mehr (Daxbeck et al., 2015b). Grundsätzlich gilt je mehr Quadratmeter einer Dacheindeckung geborgen werden können, desto ökonomischer ist die Zwischenlagerung für den Bauteilhändler (Dechantsreiter et al., 2015b). Bei Tondachziegeln können gute Erlöse durch den Mengenverkauf und bei historischer Qualität erzielt werden (Dechantsreiter, 2015a).

In Österreich werden im gewerblichen Bereich nur historische Dacheindeckungen aus Ton gehandelt, wobei es nur sehr wenige Händler gibt, welche alte Dachziegel im Sortiment haben. Es findet jedoch auch ein Handel über die Grenzen hinweg statt. So gibt es z.B. auch einen ungarischen Anbieter, welcher einen Handel mit Dachziegeln und Mauersteinen betreibt und sich auf den österreichischen Markt spezialisiert hat.<sup>3</sup> In Abb. 6 sind Beispiele von historischen Dachziegeln anhand des „Wiener Taschen“ und des „Mönch und Nonne“ Ziegel zu sehen.



Abb. 6: links: historischer „Wiener Taschen“ (Meerkatz & Klein, 2020), rechts: „Mönch und Nonne“ Dachziegel (Ziegelkontor, 2020).

Die Wiederverwendung von Betondachsteinen ist aus wirtschaftlicher Sicht nicht sinnvoll, da die Preise für neue Betondachsteine sehr niedrig sind und ein Risiko der Zerstörung beim Rückbau besteht. In den Niederlanden können Dachziegel aus Ton

<sup>3</sup> <https://alteziegelverblender.at/>

häufig bei Bauteilhändlern angefounden werden, wobei der Fokus auf Dachziegel mit einem besonderem historischen Wert liegt (Icibaci, 2019).

#### 4.1.4.9 Fensterbänke

Die handelsüblichen Fensterbänke bestehen aus Granit, Marmor, Holz, Aluminium oder Kunststoff (Wohnnet, 2019b).

Technischer Rahmen

Für den Ausbau von Fensterbänken ist besonderes Geschick nötig. Tiefe Kratzer und Risse sollten vermieden werden. Beim Neubau werden üblicherweise gleichartige Fensterbänke verwendet. Daher ist es nötig ein großes Lager aufzubauen (Dechantsreiter, 2015a).

Wirtschaftlicher Rahmen

Wenn noch kein Ausbau der Fenster stattgefunden hat, kann der Ausbau von Fensterbänken nur dann wirtschaftlich sein, wenn diese aus Naturstein oder hochwertigem Holz bestehen (Dechantsreiter et al., 2015b).

#### 4.1.5 Konstruktionsbauteile

Gemäß den OIB-RL (2015) gilt allgemein für Tragwerke: „Tragwerke sind so zu planen und herzustellen, dass sie eine ausreichende Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit aufweisen, um die Einwirkungen, denen das Bauwerk ausgesetzt ist, aufzunehmen und in den Boden abzutragen. Für die Neuerrichtung von Tragwerken oder Tragwerksteilen ist dies jedenfalls erfüllt, wenn der Stand der Technik eingehalten wird. Die Zuverlässigkeit der Tragwerke hat den Anforderungen gemäß ÖNORM EN 1990 in Verbindung mit ÖNORM B 1990-1 zu genügen.“ In den OIB-RL (2015) gibt es neben dem Verweis auf diese ÖNORMEN, Vorgaben für die Feuerwiderstandsklasse, den Schallschutz, die Energieeinsparung und den Wärmeschutz von Konstruktionsbauteilen.

Es gibt keine eigenen Eurocodes für tragende Re-Use Bauteile. Die Eurocodes sind eine Gruppe von europäischen Normen für das Bauwesen. Eine Norm für die Bewertung der Tragfähigkeit von in Bauwerken verbauten Bauteilen ist jedoch bereits vorhanden (Kneidinger und Kessler, 2020). Normalerweise gibt es weniger Probleme, wenn das tragende Bauteile an derselben Stelle bleibt, wie z.B. bei der adaptiven Wiederverwendung (Gorgolewski, 2017).

Johann Daxbeck, der geschäftsführende Obmann der Ressourcen Management Agentur, kommt zu dem Schluss, dass sich in erster Linie nicht-tragende Bauteile für eine Wiederverwendung eignen. Prinzipiell sind jedoch auch tragende Bauteile für eine Wiederverwendung geeignet (energie:bau, 2016). Diese werden jedoch beim Abbruch oder Umbau eines Bauwerks oft nur wenig wertgeschätzt (Brütting et al., 2019).

Grundsätzlich kann für den Rückbau aller tragenden Bauteile gesagt werden, dass dieser eine besondere Logistik erfordert (Dechantsreiter, 2015a). Weiters zu beachten ist, dass der Ausbau von tragenden Bauteilen oft nur im Rahmen des Abbruchs/Rückbau erfolgen kann. Daher müssen die teilweise zeitaufwendigen Maßnahmen im gesamten Bauzeitkonzept berücksichtigt werden (Dechantsreiter et al., 2015b). Tragende Bauteile einer Wiederverwendung zuzuführen ist besonders anspruchsvoll, da diese besondere Qualitäts- und Sicherheitsanforderungen erfüllen müssen. So ist für ein tragendes Bauteil, welches wieder als tragendes Bauteil eingesetzt werden soll, ein statisches Gutachten notwendig (Dechantsreiter, 2015a). In Österreich gibt es neben den akkreditierten Prüflaboren zwei Ziviltechniker, welche

statische Gutachten für gebrauchte tragende Bauteile erstellen und auch die Haftung für diese übernehmen. Es gibt in Österreich auch schon einige Handwerker, welche die Haftung für tragende Bauteile übernehmen. Dabei handelt es sich hauptsächlich um tragende Holzbauteile (Kneidinger und Kessler, 2020).

Im folgenden Teil der Arbeit wird auf die technischen und wirtschaftlichen Aspekte der Wiederverwendung von konstruktiven Holzbauteilen, Stahl- und Stahlbetonbauteilen näher eingegangen.

#### 4.1.5.1 *Konstruktionshölzer*

Konstruktionshölzer können beispielsweise im Dachstuhlbau, als Balken- und Doppelbaumdecken, als Last abtragendes Fachwerk, im Blockbau und als nichttragende Zwischenwand eingesetzt werden. Seit 1998 ist die Holzbauquote in Österreich von 10% auf aktuell 24% gestiegen. Davon entfallen rund 53% auf Wohnbauten und 47% auf Nichtwohnbauten. Holzbauten sind Gebäude, wo die tragende Konstruktion zu mehr als 50% aus Holz oder Holzwerkstoffen besteht (Knaus, 2019).

##### Technischer Rahmen

Holzbalken haben eine Lebensdauer von rund 75 Jahren (Vissering, 2011). Wenn sie ohne Schädlings- und Pilzbefall sind, können sie jedoch 100 Jahre oder mehr ohne statische Einbußen verwendet werden (Daxbeck et al., 2015b). Die Eigenschaften können sich sogar über die Jahre hinweg verbessern. So ist z.B. die mechanische Festigkeit von über 50 Jahre altem Holz oft besser, da das Holz mehr Zeit zum Trocknen hat (Gorgolewski, 2017). Die durchschnittliche Lebensdauer für unbehandeltes Hartholz einer vorgehängten hinterlüfteten Fassade beträgt rund 40 Jahre und die von behandeltem rund 50 Jahre. Zu beachten ist, dass sich die Lebensdauer von Holz je nach Holzbaustoff und in Abhängigkeit der Umwelteinflüsse, sehr stark unterscheidet (Ritter, 2011).

Altholz mit wenigen bis keinen Verunreinigungen wie Mörtelreste, Bauschäumen, Kunststoffen und Chemikalien, kann zerstörungsfrei rückgebaut werden und ist für eine Wiederverwendung geeignet (Daxbeck et al., 2015b). Holzbauteile wie Holztragwerke, Dachkonstruktionen und Balkendecken wurden zum Schutz gegen Insekten- oder Pilzbefall häufig mit Holzschutzmitteln behandelt. Diese enthalten gesundheitsschädliche Biozide. Daher sollte bei der Erfassung wiederverwendbarer Bauteile genau untersucht werden, ob diese mit Holzschutzmitteln (z.B. Lindan, PCB, DDT) behandelt wurden und gegebenenfalls eine Analyse durchgeführt werden. Die meisten gesundheitsschädlichen Holzschutzmittel wurden ab ca. 1950 bis in die 1990er Jahre eingesetzt (IBO, 2017). Die Charakterisierung und Klassifizierung von behandelten Althölzern, ist jedoch aufgrund der Unübersichtlichkeit an Holzschutzmitteln und der unterschiedlichen Arten der Behandlung schwierig. Daher braucht es Experten, die feststellen können, ob Altholz mit gesundheitsschädlichen Holzschutzmitteln behandelt wurden (Dechantsreiter et al., 2015b).

Weitere für eine mögliche Wiederverwendung wichtige Anforderungen sind: Abmessungen des Bauteils, der allgemeine Zustand wie z.B. Risse und Verformungen, konstruktive Parameter, die Holzfeuchte, lösbare Verbindungen (z.B. nicht lösbare Kamnagelverbindungen verhindern den zerstörungsfreien Rückbau) und der Schädlings- und Pilzbefall (Dechantsreiter et al., 2015b). Schädlingsbefall ist vor allem bei Blockhausbalken ein Problem, während dieser bei Dachbalken nur selten zu beobachten ist (Schwarz, 2020).

Wurden klassische Zimmermannstechniken wie z.B. „Schlitz- und Zapfen“ verwendet, dann ist Altholz sehr gut für eine Wiederverwendung geeignet (Daxbeck et al., 2015b). Verklebte Verbindungen sind nicht für eine Wiederverwendung geeignet, da diese nicht ohne Beschädigungen rückgebaut werden können (Hradil, 2014).

Das wiederverwendete Altholz stammt vor allem aus Scheunen, Stallungen und Dachstühlen diverser Bauten (Scharl, 2020). Die Anteile, welche nicht für eine Wieder- /Weiterverwendung geeignet sind, unterscheiden sich stark. Schwarz (2020) schätzt diesen Anteil mit 10-20 %, Scharl (2020) mit 20-30 %.

Neben der chemischen Behandlung von Holz, wurde dieses oft auch lackiert. Dieses Holz verfault oft, das es unter dem Lack nicht atmen kann (Scharl, 2020).

Der Leitfaden zur Altholzsortierung des Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverbandes (ÖWAV) gibt einen guten Überblick, welche Althölzer stofflich genutzt werden können und welche thermisch verwertet werden müssen (ÖWAV, 2018). In Abb. 7 ist der vereinfachte Ablauf vom Rückbau bis zur Wieder-/Weiterverwendung dargestellt.

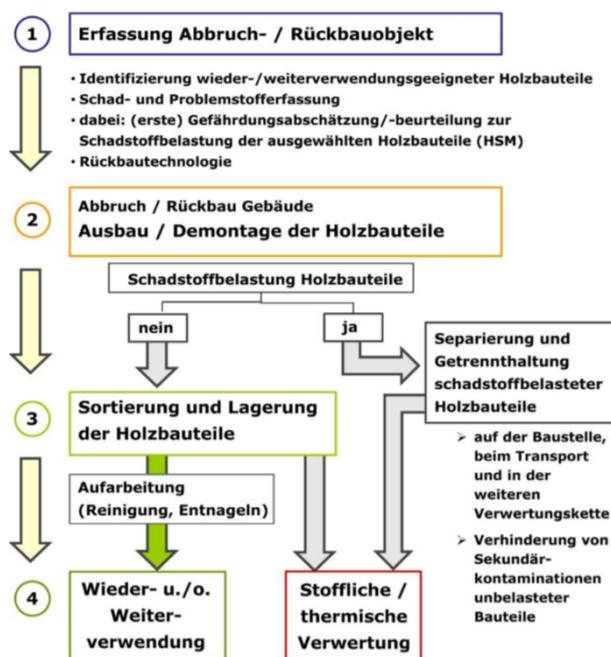


Abb. 7: Vereinfachtes Schema des Ablaufes vom Rückbau bis zur Wieder-/Weiterverwendung von Holzbauteilen (Dechantsreiter et al., 2015b).

### Wirtschaftlicher Rahmen

Altholzhändler spezialisieren sich vor allem auf handgehacktes Holz, da dieses eine besondere Oberfläche aufweist und daher besonders stark nachgefragt wird (Scharl, 2020). Diese entstand durch das Behauen der Holzstämmen mit Breitäxten, welches Spuren auf der Oberfläche des Holzes hinterlassen hat (altholz.net, 2020). Breitäxte wurden bis ca. 1900 angewandt. Geschnittenes Holz ist weniger lukrativ und wertvoll (Scharl, 2020).

Der Rückbau eines alten Dachstuhls ist erst ab einer größeren Menge lukrativ. Der Dachstuhl sollte zumindest 10-20 m<sup>3</sup> handgehackte Balken beinhalten. Für den Rückbau von Dachstühlen aus üblichen kleinen Gebäuden werden normalerweise die Kosten des Rückbaus und der Entsorgung ersetzt. Weitere Voraussetzungen für die Wirtschaftlichkeit sind vor allem die Dimensionen und die Qualität. Dabei gilt je stärker,

länger und scharfkantiger, desto besser. Halbrunde Balken, welche auch häufig verbaut wurden, sind kaum gewinnbringend. Außerdem sind Kerben und Zapfenlöcher wertmindernd und Bockkäferbefall und Fäule sind nicht erwünscht (Schwarz, 2020).

Aufgrund der starken Nachfrage müssen Altholzhändler mittlerweile auch Geld für Altholz in größeren Mengen bezahlen (Scharl, 2020).

Für den Rückbau ist außerdem noch die Lage des Objektes von Bedeutung. Schwer zugängliche Objekte oder mit LKW bzw. Kran nicht erreichbare Gebäude, führen zu einer Teuerung des Rückbaus (Schwarz, 2020).

Ein entscheidender Faktor ist die Untersuchung von Altholz auf gesundheitsgefährdende Holzschutzmittel, da diese mit einem erhöhten Kosten- und Zeitaufwand verbunden ist. Daher wird oft auf diese Untersuchung verzichtet und Altholz somit gleich einer thermischen Verwertung zugeführt (Dechantsreiter, 2015a; Deutsche Säge- und Holzindustrie Bundesverband e.V.). Die Altholzhändler in Österreich spezialisieren sich hauptsächlich auf handgehacktes Altholz. Bei diesem ist eine Belastung mit Holzschutzmittel unüblich. Altholz wird normalerweise optisch geprüft und im Verdachtsfall werden auch Schadstoffanalysen durchgeführt (Scharl, 2020; Schwarz, 2020). Die Baumgartner und Co GmbH arbeitet jedoch derzeit gemeinsam mit der Holzforschung Austria an einem handlichen Gerät, welches auf einer Spektralanalyse basiert, um stichprobenartige Kontrollen durchführen zu können (Scharl, 2020).

Außerdem sind die Kosten für die Erstellung eines statischen Gutachtens, mögliche höhere Versicherungsprämien und mögliche zukünftige Haftungszahlungen, weitere ausschlaggebende Kostenfaktoren für tragende Bauteile (Bertin et al., 2019).

Im Bereich der Aufbereitung und des Handels mit Altholz haben sich bereits einige Unternehmen etabliert. Es werden sowohl Holzbauteile für tragende Anwendungen, z.B. für den Wiedereinbau in denkmalgeschützten Gebäuden oder für die Errichtung ganzer Chalets in der alpinen Region als auch für nicht tragende Anwendungen, gehandelt (Scharl, 2020).

Ob sich ein Rückbau von Holzbauteilen lohnt, ist auch immer stark vom aktuellen Markt abhängig. So war z.B. im Jahr 2016 der Markt für Holz ziemlich übersättigt, wodurch auch der Bedarf an Altholz sehr gering war (Grabuschnig, 2018). Grundsätzlich sind jedoch durch den Mengenverkauf gute Erlöse zu erzielen und vor allem bei historischen Holzbauteilen gibt es keine Vermarktungsschwierigkeiten (Dechantsreiter, 2015a). Der Großteil der vormals tragenden Holzbauteile wie z.B. Holzbalken wird jedoch zu Brettern weiterverarbeitet und im Innenausbau z.B. als Fußböden, Wandverkleidung oder Holzdecken weiterverwendet (Antikholz, 2020; Schwarz, 2020). Mittlerweile wird Altholz hauptsächlich in Form von Balken, Brettern und Dielen auch schon in bekannten Baumärkten, wie z.B. OBI, Hornbach und Bauhaus, angeboten. Diese Produkte sind jedoch deutlich teurer als Neuware und können somit als Luxusprodukt angesehen werden.

Eine Ausnahme stellen die Altholzbalken der Baumgartner und Co GmbH dar. Aus diesen werden zu einem größeren Anteil auch ganze Dachstühle und sogar ganze Häuser aus Altholz errichtet. Thomas Scharl schätzt, dass ca. 40 % des Altholzes als Balken direkt wiederverwendet wird und 60 % zu Brettern weiterverarbeitet werden. Bei der Wiederverwendung von Balken als tragende Bauteile ist viel Erfahrung notwendig. Da in Holzbalken nicht hineingeschaut werden kann und somit nicht alle statischen Parameter bekannt sind, werden diese oft überdimensioniert verbaut

(Scharl, 2020). Abb. 8 zeigt ein aus Altholz der Baumgartner und Co GmbH errichtetes Chalet.



Abb. 8: Chalet errichtet aus Altholz (altholz.net, 2020).

Der Handel mit Altholz geht mittlerweile schon über Grenzen hinweg. Das Altholz stammt neben Österreich auch aus östlichen Ländern wie Ungarn, Polen, Tschechien und Rumänien. In diesen Ländern wurde historisch mit dicken Balken gebaut. Verkauft wird das Altholz unter anderem auch in Länder wie Deutschland, Schweiz und Frankreich (Scharl, 2020).

Grundsätzlich kann man sagen, dass die Wiederverwendung von tragenden Holzbauteilen schon häufiger betrieben wird als die von Stahlbauteilen (Kneidinger und Kessler, 2020).

Thomas Scharl von der Baumgartner und Co GmbH schätzt das Potential für die Wiederverwendung von „neuerem“ Altholz als gering ein, da dieses keinen besonderen Charakter bzw. Charme hat. Die einzige Ausnahme stellen sonnenverbrannte Bretter der Außenhülle von Bauernhäusern und Stadeln da. Diese können schon nach 40-50 Jahren eine kleine Patina aufweisen und stechen vor allem durch ihre grau-braune Farbe hervor (Scharl, 2020). Abb. 9 zeigt anhand der Fassade, ein Beispiel für die Wiederverwendung von sonnenverbrannten Brettern der Baumgartner und Co GmbH.



Abb. 9: Fassade errichtet aus wiederverwendeten sonnenverbrannten Brettern (altholz.net, 2020).

#### 4.1.5.2 Stahlbauteile

Stahlbauteile werden innerhalb eines Konstruktionsverbund und auch als Einzelbauteile verwendet. Beispiele für Anwendungen sind Skelett- und Fachwerkkonstruktionen und Tragwerke (Kaiser, 2019). Stahlerzeugnisse können in Formstahl, Stabstahl, Hohlprofile, Flacherzeugnisse und dünnwandige Kaltprofile unterschieden werden. Die Stahlbauweise ist vor allem bei Nichtwohngebäuden und landwirtschaftlichen Gebäuden vorzufinden. Bei Wohngebäuden spielt sie eine sehr

untergeordnete Rolle. Jedoch können in Wohngebäuden einzelne Stahlbauteile wie z.B. Deckenträger verbaut sein (Dechantsreiter et al., 2015b). In Österreich werden ca. 11% des Baustahls direkt einer Wiederverwendung zugeführt (Österreichischer Stahlbauverband, 2019).

#### Technischer Rahmen

Tragkonstruktionen aus Stahl haben eine durchschnittliche Lebensdauer von rund 80 Jahren (IEMB, 2006). Relevante technische Aspekte sind unter anderem: Beschädigungen/Mängel (z.B. infolge mechanischer Einwirkungen, Perforierungen durch Verbindungsmittel und Korrosion), konstruktive Parameter (Tragfähigkeit, Statik, Stabilität), Anstriche/Beschichtungen (z.B. Brandschutz, Korrosionsschutz) und die Bewertung der Ausbau- bzw. Rückbaubarkeit (Dechantsreiter et al., 2015b).

Aus technischer Sicht können konstruktive Stahlbauteile relativ einfach einer Wiederverwendung zugeführt werden, da diese oft mit Schraubverbindungen miteinander verbunden wurden. Auch für Schweißverbindungen gibt es geeignete Trennverfahren, wie z.B. das Brennschneiden (Kaiser, 2019). Aufgrund der spezifischen Verbindungen und Verankerungen zwischen Stahlbauteilen können oft Grundrisse und ganze Gebäude aus Stahl flexibel verändert werden. So wurden z.B. in Österreich schon ganze Brücken aus Stahl einer Wiederverwendung zugeführt (Österreichischer Stahlbauverband, 2019). In Deutschland gab es ein Projekt, wo ein gesamtes Parkhaus aus Stahl rückgebaut wurde und an einer anderen Stelle wieder errichtet wurde (Dechantsreiter et al., 2015b).

Felix Heisel, ein Architekt am Karlsruher Institut für Technologie im Fachgebiet nachhaltiges Bauen, sieht bei der Wiederverwendung von Altstahl noch sehr viele Schwierigkeiten. Beispielsweise sind oft die Stahlsorte, die Schweißbarkeit und mögliche vergangene Gebäudebrände oder Erdbeben nicht bekannt. Diese Aspekte sind jedoch sehr wichtig, da man wissen muss ob der Altstahl dem Neustahl gleichwertig ist (ORF, 2019). Es gibt jedoch auch Möglichkeiten auf fehlende Informationen zu reagieren. So wurde z.B. bei einem Projekt in den Niederlanden vom Statiker die schlechteste Stahlspezifikation angenommen. Die tatsächliche Leistung des Stahls war wahrscheinlich besser, jedoch wurde aus Sicherheitsgründen der ungünstigste Fall angenommen (Gorgolewski, 2017). In Abb. 10 sind alle relevanten Auswahl- und Entscheidungskriterien für die Wiederverwendung von Stahlbauteilen dargestellt.



Abb. 10: Auswahl- und Entscheidungskriterien für die Wiederverwendung von Stahlbauteilen (Dechantsreiter et al., 2015b).

### Wirtschaftlicher Rahmen

Wirtschaftliche Hemmnisse für die Wiederverwendung von Stahlbauteilen sind unter anderem der Zeitfaktor beim Abbruch/Rückbau, der Logistik/Transport- und Lageraufwand und die hohen Recyclingerlöse für Altstahl (Dechantsreiter et al., 2015b). In Österreich werden ca. 88% des Baustahls einem Recycling zugeführt (Österreichischer Stahlbauverband, 2019). Eine regelmäßige Wiederverwendung von Stahlbauteilen konnte in Österreich nur im Bereich der Industriehallen aus Stahl festgestellt werden.

Gemäß Icibaci (2019) sind die signifikantesten Barrieren für die Wiederverwendung von Stahlbauteilen nicht ökonomische Hindernisse, fehlende Standards oder Qualitätskontrollen. Barrieren ergeben sich vor allem dadurch, dass zu wenig Wissen vorhanden ist und das Potential von allen Marktbeteiligten nicht erkannt wird. Dies hat zur Folge, dass sowohl zu wenig Nachfrage vorhanden ist als auch ein zu geringes Angebot. Deweerdt und Marilyn (2020) stimmen der Tatsache, dass die Wiederverwendung von Stahlbauteilen in vielen Fällen eine Kosteneinsparung bedeuten kann zu.

Eine Studie aus England ergab jedoch, dass gegenwärtig die Wiederverwendung von Stahl geringfügig teurer ist als die Verwendung von neuem Stahl. Dies kann jedoch durch eine verbesserte Infrastruktur und eine stärkere Nachfrage/Angebot überwunden werden (Gorgolewski, 2017).

#### 4.1.5.3 Stahlbetonbauteile

Die Stahlbeton-Fertigteiltbauart wurde und wird vor allem im eingeschossigen Industrie- und Gewerbebau sowie im mehrgeschossigen Wohnungs- und Verwaltungsbau angewandt (Dechantsreiter et al., 2015b). In Österreich spielt die Stahlbeton-Fertigteiltbauart, welche auch als Plattenbauweise bezeichnet wird, jedoch nur eine untergeordnete Rolle. Gemäß Das Plattenportal (2019) beträgt in Wien der Anteil an Wohnhausanlagen, welche in einer Plattenbauweise errichtet wurden, nur ca. 4 %. Aufgrund dieser Tatsache wird in dieser Arbeit nicht näher auf die Möglichkeiten der Wiederverwendung von Stahlbetonbauteilen eingegangen.

In Deutschland, wo die Plattenbauweise deutlich dominanter ist, hat Mettke et al. (2019) eine gut funktionierende Methode für den Rückbau von Betonfertigteiltgebäuden

entwickelt. Rückgebaute Betonfertigteile wurden bisher überwiegend im Rahmen verschiedener Pilotvorhaben eingesetzt.

So konnten durch ihre Forschungsarbeiten etwa 30 Gebäude aus mehr als 1.000 Stahlbetonelementen errichtet werden. Diese Elemente wurden zuvor anderswo rückgebaut, zwischengelagert und qualitätsgeprüft. Die Elemente befanden sich dabei in einer sehr guten Qualität. So konnte auch ein Festigkeitszuwachs festgestellt werden, da Beton bereits nach 28 Tagen qualitätsgeprüft wird, anschließend jedoch noch weiter aushärtet (Seelig, 2018). In den Niederlanden werden im Rahmen des Projektes SUPERLOCAL, welches von der EU gefördert wird, bis zum Jahresende 2020, 130 Häuser aus den Bauteilen leerstehender Hochhäuser aus den 1960er Jahren errichtet. Dabei wird auch ein Großteil der Stahlbetonelemente wiederverwendet (SUPERLOCAL, 2019). Abb. 11 zeigt den Rückbau von gesamten Stahlbetonelementen eines Hochhauses im Rahmen des Projektes SUPERLOCAL.



Abb. 11: Rückbau von Stahlbetonelementen eines Hochhauses (SUPERLOCAL, 2019).

Das Bauen mit wiederverwendeten Stahlbetonelementen soll etwa 25% der Baukosten einsparen. Trotzdem hat sich die Wiederverwendung von industriell vorgefertigten Stahlbetonteilen in der Praxis noch nicht durchsetzen können (Kaiser, 2019). Dies ist unter anderem auch darauf zurückzuführen, dass die Hersteller neuer Betonfertigteile und die Recycling-Unternehmen gegen eine Wiederverwendung von Betonbauteilen sind. Außerdem ist der wirtschaftliche Anreiz für die Bauherr\*innen nicht groß genug. (Dechantsreiter et al., 2015b)

Es wird jedoch davon ausgegangen, dass weltweit Fertigteilhäuser und Plattenbauten in Zukunft wieder eine bedeutende Rolle einnehmen werden. Diese Vorhersage ist vor allem auf die Kostenersparnis beim Bauen und den Fachkräftemangel in der Baubranche zurückzuführen (DeutscheWirtschaftsNachrichten, 2019). Romm (2020) geht davon aus, dass durch vorgefertigte Bauelemente 20 % der Baukosten eingespart werden können. Somit wird auch in Zukunft das Thema der Wiederverwendung von Fertigteilenelementen aus Stahlbeton von Bedeutung sein.

## 4.2 Praxis in Österreich

Im folgenden Abschnitt werden die relevanten Akteur\*innen, deren Aufgabengebiete und deren Einfluss auf die Wiederverwendung von Bauteilen kurz beschrieben. Für die Wiederverwendung von Bauteilen, ist die Vernetzung und die Kommunikation zwischen den relevanten Akteur\*innen von besonderer Bedeutung. Es wird aufgezeigt, in welchen Bereichen schon ein Handel für Bauteile besteht und welche Dienstleister im Bereich des Re-Use aktiv sind. Außerdem werden zwei, von den aufgezählten

---

Dienstleistern unabhängige Fallbeispiele näher beschrieben und die Ergebnisse der durchgeführten Fallstudie dargestellt.

#### 4.2.1 Relevante Akteure für die Durchführung von Re-Use

- Bauherr\*innen

Bauherr\*innen sind die Auftrag- und Geldgeber für geplante Vorhaben. Sie spielen eine bedeutende Rolle bei der Wiederverwendung von Bauteilen, da sie bei Abbruchtätigkeiten Besitzer der Gebäude und der darin enthaltenen Bauteile sind. Somit haben sie die Entscheidungshoheit was mit diesen Bauteilen passieren soll (Daxbeck et al., 2015b). Bei der Errichtung bzw. Sanierung eines Gebäudes haben sie wiederum die Entscheidungshoheit, ob mit Re-Use-Bauteilen gearbeitet werden soll. Derzeit wird jedoch das Potenzial der Wiederverwendung von den Bauherr\*innen nur selten erkannt (Daxbeck et al., 2015b; Meissner, 2020a).

- Planer\*innen

Die Planer\*innen arbeiten im Auftrag der Bauherr\*innen und sind somit in ihrer Entscheidungsgewalt eingeschränkt bzw. nur Ausführende (Daxbeck et al., 2015b). Zu ihnen gehören Projektentwickler\*innen und Architekt\*innen. Sie nehmen eine entscheidende Rolle ein, da sie die Möglichkeit haben Re-Use-Bauteile für die Planung heranzuziehen und diese gezielt zu fördern. Außerdem können sie Re-Use-Bauteile so in die Planungen integrieren, dass diese von den Auftraggebern akzeptiert werden und bestenfalls auch eine positive Außenwirkung erreichen.

- Befugte Fachpersonen oder Fachanstalten, rückbaukundige Personen

Sie sind für die Schad- und Störstofferkundung bzw. das Rückbaukonzept gemäß RBV zuständig. Die Schad- und Störstofferkundung ist von besonderer Bedeutung, da aufgrund dieser erkannt werden kann, welche Bauteile frei von Schadstoffen und somit für eine Wiederverwendung geeignet sind. Außerdem gibt sie darüber Auskunft, welche Bereiche aufgrund von z.B. vorhandenen künstlichen Mineralfasern, nur mit einer Schutzausrüstung betreten werden dürfen. Gemäß der RBV sollte diese Personengruppe auch jene Bauteile dokumentieren, welche für eine Wiederverwendung geeignet sind. Sie sind vor allem auch eine wichtige Gruppe, da sie als einer der ersten das Objekt betreten und somit das Potential für mögliche Re-Use-Bauteile schon zu einem sehr frühen Zeitpunkt bestimmen können (Meissner, 2020a).

- Bauteilhändler\*innen

Bauteilhändler\*innen halten die Bauteile durch den Ausbau, die Aufbereitung und den Handel im Kreislauf. Sie besitzen ein umfangreiches Detailwissen über den Ausbau, die Aufbereitung und die Nachfrage von Bauteilen. Diese Gruppe ist besonders stark auf Netzwerke mit den Abbruchunternehmen/Bauherr\*innen und den Abnehmern der Bauteile angewiesen, da sie von diesen abhängig sind (Kropik, 2020; Rindler-Schantl et al., 2019). Außerdem haben sie oft auch ein breites Wissen über den Einbau von Re-Use-Bauteilen (Geerts et al., 2020). Einer ihrer wichtigsten Eigenschaften ist, dass sie die Lagerung der Bauteile übernehmen, da diese oft ein Hindernis für die Bauteilwiederverwendung darstellt (FCRBE, 2019).

- Ausführende Bauunternehmen/Abbruchunternehmen und Gewerke

Sie sind die Hauptakteur\*innen bei der Durchführung von Abbrüchen/Sanierungen und Neubauten. Bei Neubauten sind sie für den fachgerechten Einbau der Re-Use-Bauteile zuständig. Durch ihre Bereitschaft mit Re-Use-Bauteilen zu arbeiten, können sie das Re-Use von Bauteilen gezielt fördern.

Da Abbruchtätigkeiten derzeit größtenteils pauschal (inkl. der Entsorgung) ausgeschrieben werden, entscheiden die Abbruchunternehmen, wie mit den Materialien weiter umgegangen wird. Aufgrund dieser Tatsache spielen sie eine bedeutende Rolle für die Wiederverwendung von Bauteilen (Daxbeck et al., 2015b). Mittlerweile stellen gewissen Bauteile wie z.B. Holz einen wichtigen Erlösfaktor für diese dar (Rindler-Schantl et al., 2019).

- Unternehmen mit Spezialisierung auf den Rückbau/fachkundige Person

Diese Unternehmen bieten verschiedene Dienstleistungen rund um den verwertungsorientierten Rückbau von Bauwerken an. Sie sind Experten auf dem Gebiet des Re-Use und haben ein breites Wissen über die technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen in diesem Bereich. In Österreich gibt es in diesem Bereich derzeit nur folgende zwei Anbieter: das BauKarussell und die Materialnomaden. Diese werden jedoch durch staatliche Stellen finanziell gefördert und es wird sich erst zeigen, ob sie den Absprung zu einer wirtschaftlichen Umsetzung schaffen.

#### **4.2.2 Durch staatliche Stellen finanziell geförderte Anbieter**

- BauKarussell

Das BauKarussell entstand im Jahr 2016 als Projektkonsortium von RepaNet, pulswerk gmbh, Romm/Mischek ZT, DRZ der Wiener Volkshochschulen GmbH, Caritas SÖB und SÖB WUK Bio.Pflanzen (Neitsch et al., 2018). Es ist der erste österreichische Anbieter für den verwertungsorientierten Rückbau mit besonderem Fokus auf die Wiederverwendung von Bauteilen und Materialien von Großprojekten. Das Dienstleistungspaket beinhaltet die Ausschreibung für eine Schad- und Störstofferkundung, die Erfassung des Objektes (Ersterfassungsgespräch zur Potentialerhebung, Ausarbeitung eines „Social Urban Mining“-Angebotes), die Erstellung des Rückbau- und Wertschöpfungskonzepts, die Ausschreibung des verwertungsorientierten Rückbaus und die Rückbaubegleitung. Für die Rückbauarbeiten werden unter anderem auch Arbeitskräfte aus sozialwirtschaftlichen Unternehmen eingesetzt. Das BauKarussell legt besonderen Wert auf die Einhaltung rechtlicher Vorschriften (BauKarussell, 2020). So ist es z.B. befugter Abfallsammler und -behandler und hat auch schon eigene Allgemeine Geschäftsbedingungen erstellt.

Bisher wurde bei drei Objekten der verwertungsorientierte Rückbau durchgeführt, wobei nur bei zwei Objekten Bauteile und Materialien einer Wiederverwendung zugeführt wurden. Beim ersten Objekt handelt es sich um das erste Re-Use-Großprojekt im Baubereich, dem Rückbau des ehemaligen Coca-Cola Werkes im Jahr 2017 (BauKarussell, 2020). Dieses erreichte eine Lebensdauer von 62 Jahren (Coca-Cola Österreich, 2020). Hier konnten 450 Tonnen Abfall vermieden werden und 5.000 Dachplatten und 3000 m<sup>2</sup> extensive Dachbegrünung für die Wiederverwendung zur Verfügung gestellt werden. Insgesamt konnten fast ein Prozent der Gesamtmasse für eine Wiederverwendung bereitgestellt werden (Neitsch et al., 2018).

Beim zweiten Objekt handelt es sich um das ehemalige Rechenzentrum der Stadt Wien, welches ebenfalls im Jahr 2017 rückgebaut wurde. Dieses erreichte gerade einmal eine Lebensdauer von 38 Jahren (BauKarussell, 2020). Hier konnten 74 Tonnen Abfall einem Recycling zugeführt werden. Einer Wiederverwendung konnte jedoch nur eine Trennwand zugeführt werden. Diese wurden dem Kooperationspartner „Materialnomaden“ für den Bau einer Großküche zur Verfügung gestellt (Neitsch et al., 2018). Die Trennwand wurde im „magdas Hotel“ einer Wiederverwendung zugeführt und ist voll funktionstüchtig, obwohl der Hersteller meinte, dass diese nicht mehr

funktionstüchtig sei und somit nicht für eine Wiederverwendung geeignet ist (Kneidinger und Kessler, 2020).

Seit Oktober 2019 ist das BauKarussell für die Vermittlung und den Rückbau von Bauteilen und Innenausstattungsobjekten, im Rahmen des verwertungsorientierten Rückbaus, des ehemaligen Wien Energie-Zentrums in Wien Alsergrund zuständig. Dabei handelt es sich um einen großen Gebäudekomplex, wobei aufgrund des Denkmalschutzes nur Teile davon abgebrochen werden. Auftraggeber ist die Bundesimmobiliengesellschaft (BIG), eine der größten Immobilieneigentümer\*innen Österreichs. In Abb. 12 ist das Bestandsareal, der Umfang des geplanten Teilabbruchs und der geplante Neubau abgebildet.



Abb. 12: Darstellung des Abbruchumfanges des ehemaligen Wien-Energie-Zentrums in Alsergrund (Gillier-Krajc, 2020).

Das BauKarussell hat die Aufgabe, bis zum geplanten Baubeginn im Herbst 2020, möglichst viele Re-Use-fähige Bauteile zu vermitteln (BauKarussell, 2020). Stand 03.02.2020 wurden bereits ca. 4.600 kg einer Wiederverwendung zugeführt. Es ist jedoch nicht geplant Re-Use-Bauteile für die Errichtung der neuen Gebäude an diesem Standort zu verwenden (Gillier-Krajc, 2020). Dabei handelte es sich größtenteils um historische Bodenfliesen, Parkettböden, Innentüren und Metallschränke (Meissner, 2020a). Im Online-Bauteilkatalog werden noch eine Vielzahl an anderen Bauteilen und Objekten, wie z.B. Glaswände oder Sanitäröbekte angeboten. In Abb. 13 ist ein Gebäudeabschnitt des geplanten Abbruchs zu sehen. Anhand diesem ist ersichtlich, dass es sich um ein Gründerzeitgebäude (Baujahr ca.1840-1918) handelt.



Abb. 13: Gebäudeabschnitt des ehemaligen Wien-Energie-Zentrums in Alsergrund (Gillier-Krajc, 2020).

Das BauKarussell tritt jedoch nicht als reiner Vermittler auf, sondern die Bauteile gehen aufgrund von rechtlichen Fragestellungen wie z.B. Gewährleistung und Haftung, eine juristische Sekunde in den Besitz des BauKarussells über. Ihr derzeitiges Geschäftsmodell beruht darauf, dass sie die potenziell Re-Use-fähigen Bauteile des Abbruchgebäudes aufnehmen und in ihrem Online-Bauteilkatalog präsentieren. Auf Wunsch des Kunden werden diese dann ausgebaut bzw. können vom Kunden auch

selbst ausgebaut werden. Die angegebenen Preise beinhalten nicht die Kosten für den Transport, die Demontage und die Montage. Abnehmer sind sowohl Unternehmen als auch Privatpersonen. Für diese werden laufend Begehungen angeboten. Bevorzugt werden jedoch aus wirtschaftlichen Gründen Unternehmen da diese in der Regel größere Mengen an Bauteilen abnehmen. Interessante Zielgruppen für das BauKarussell sind neben den Bauteilhändlern, auch Non-Profit-Organisationen und Architekten/Baumeister welche den Mehrwert von Re-Use-Bauteilen erkennen (Meissner, 2020a). Für die Gruppe der Bauteilhändler kann das BauKarussell somit als Marktöffner angesehen werden.

Große Rückbauprojekte werden im Building Information Modeling (BIM) nachgebaut. Somit können alle relevanten Bauteile im Komplex lokalisiert werden (Meissner, 2020a). Das Thema BIM und dessen Vorteile wird im Abschnitt 4.5.1 näher erläutert.

Das BauKarussell hat kein eigenes Lager. Es gibt jedoch die Überlegung, besonders wertvolle Bauteile, welche unmittelbar keinen Abnehmer finden, wie z.B. Stiegen aus Gusseisen oder Marmorplatten, auf einem externen Lagerplatz zu lagern. Das Dienstleistungspaket, welches das BauKarussell anbietet, ist mindestens kostendeckend, wenn nicht sogar wertschöpfend (Meissner, 2020a). Derzeit ist es jedoch noch von finanziellen Förderungen abhängig. Es soll jedoch in Zukunft ein wirtschaftlich unabhängiges Unternehmen werden, wobei weiter auf sozialwirtschaftliche Betriebe zurückgegriffen werden soll (Meissner, 2020b). Abb. 14 zeigt die Benutzeroberfläche des Online-Bauteilkataloges anhand der Präsentation einer Türe.

The screenshot shows the product page for a door on the BauKarussell website. The page is titled 'BauKarussell' and features a navigation breadcrumb: 'Suche > Türen / Tore > Zimmertüren > Bauteil'. The main product is 'Flügeltüre Laurel & Hardy 1 (Holz, gepolstert)'. Below the title, there is a 'LagerNr.: BKnull' and a 'Klick zum Vergrößern' link. The 'Eigenschaften' section lists: Baujahr, Material (Holz), Farbe (Weiß, Hellgrau), Zustand (brauchbar), and Herkunft (Privathaus). The 'Maße' section lists: Breite (125,00 cm), Höhe (249,00 cm), and Länge/Tiefe (6,00 cm). The 'Preis, Menge u.a.' section lists: Preis (40,00 € / Stk.), Menge (10 Stk.), Verfügbar ab (sofort), Status (verfügbar), and Lieferung (Selbstabholung). The 'Details' section lists: Innen gepolstert, Andere ähnliche Maße vorhanden, Mindestabnahme (90€), and Der genannte Preis versteht sich exklusive Ausbau. The 'Standort' section lists: 1090 Wien. The 'Anbieter' section lists: BauKarussell, Seidengasse 13, 1070 Wien, Tel +4369915236110, and E-Mail senden. The 'Aktionen' section lists: Hilfe, Druckversion, zum Merkzettel hinzuf., and Anfrage an Anbieter. The 'Navigieren' section lists: zurück zur Suche/Liste.

Abb. 14: Online-Bauteilkatalog des BauKarussells (BauKarussell, 2020).

- Materialnomaden

Die Materialnomaden sind ein Team aus den Bereichen Architektur, Stadtplanung, Baudurchführung und Restaurierung, Kunst und Design und der Tragwerksplanung (Materialnomaden, 2019), welches seit 5 Jahren besteht. Ihr Geschäftsmodell beruht auf mehreren Säulen. Einerseits führen sie den Ausbau von Bauteilen durch, welche in ihrem Online-Bauteilkatalog präsentiert werden (Kneidinger und Kessler, 2020). Es werden schon ausgebaute Bauteile vermarktet, aber auch Bauteile, welche noch im

Bauobjekt verbaut sind und auf Anfrage zur Verfügung gestellt werden können. Außerdem verfügen sie über ein eigenes Lager für Re-Use-Bauteile und es gibt regelmäßig Pop-Up Stores, wo die Bauteile aus den Rückbaugebäuden direkt vor Ort verkauft werden (Materialnomaden, 2019). Andererseits bieten sie auch verschiedene Dienstleitungen für Bauherr\*innen und Planer an. Aufgrund der Vielzahl der beteiligten Akteur\*innen können sie dabei den gesamten Bauprozess abdecken. Zu den Dienstleistungen zählt die Potentialerhebung von Re-Use-fähigen Bauteilen, wobei es sich dabei oft um ein „Rosinenpicken“ handelt. Außerdem begleiten sie Re-Use-Projekte vom Entwurf bis zur Fertigstellung. Das vorrangige Ziel ist dabei die Bauteile möglichst am gleichen Standort wiederzuverwenden, da somit kein Transport notwendig ist und die Bauteile an die Geschichte des ehemaligen Gebäudes erinnern. Neben der Wiederverwendung liegt ihr Fokus auch auf der Weiterverwendung und dem „Upcycling“ von Bauteilen. Im Vergleich zum BauKarussell arbeiten sie auch mit tragenden Re-Use-Bauteilen.

Ihr bisher größtes Re-Use-Projekt war das Projekt „Großküche und Bürostandort magdas, caritas“ im Jahr 2018/2019 (Materialnomaden, 2019). Dabei handelt es sich um einen sozialökonomischen Beschäftigungsbetrieb der Caritas (magdas, 2020). Bei der Errichtung des Hotels waren sie für die Planung und die Umsetzung des Einsatzes von Re-Use-Bauteilen zuständig. In diesem Hotel wurden Bauteile aus drei Rückbauobjekten verbaut. Neben der Wiederverwendung wurden auch einige Bauteile einer Weiterverwendung bzw. einem „Upcycling“ zugeführt. Es wurden folgende Re-Use-Materialien für die Errichtung des Gebäudes verwendet: Akustik-Deckenpaneele, Vollholzhandläufe, Kastenelemente mit Echtholz furnier, Türblätter, Türzargen, Postkästen, Hängeleuchten, Natursteinplatten, Parkettboden und eine mobile Trennwand.

Die Materialnomaden sind derzeit noch auf finanzielle Förderungen angewiesen (Materialnomaden, 2019) da ihre Tätigkeiten derzeit mehr volkswirtschaftlich als betriebswirtschaftlich sind. Während derzeit sehr viel über das Thema Re-Use gesprochen wird, wollen sie den ersten Schritt machen und vorangehen (Kneidinger und Kessler, 2020). Außerdem veranstalten sie regelmäßig Vorträge und Workshops, mit dem Ziel ihr Wissen weiterzugeben und Aufmerksamkeit für die Bauteilwiederverwendung zu schaffen (Dethlefsen, 2020). Abb. 15 zeigt drei Umsetzungsbeispiele aus dem Re-Use-Projekt „Großküche und Bürostandort magdas, caritas“ .



Abb. 15: Re-Use-Umsetzungsbeispiele für Türen, diverse Holzbauteile und Parkett (Materialnomaden, 2019).

#### 4.2.3 Händler mit Spezialisierung auf bestimmte Bauteile

Die Bauteilhändler sind untereinander und auch mit den Abbruchunternehmen und Bauherr\*innen gut vernetzt. Der Fokus der Händler liegt auf historisch wertvolle Bauteile, wobei sich die Händler oft auf bestimmte Bauteilkategorien spezialisieren (Grabuschnig, 2018; Kropik, 2020). So kommt es selten zu Interessenskonflikten

zwischen den Händlern und Informationen zu Abbrüchen werden gegenseitig ausgetauscht (Grabuschnig, 2018). Teil der Vereinbarung zwischen den Abbruchunternehmen bzw. Bauherr\*innen und den Bauteilhändler\*innen ist eine verhandelbare Gebühr, welche für die Bauteile von den Bauteilhändler\*innen bezahlt wird (Icibaci, 2019).

Eine Internetplattform, wo Bauherren oder Abbruchunternehmen, Bauteilhändler über Abbrüche von historischen Gebäuden informieren, gibt es nicht. Grundsätzlich ist jedoch ein steigendes Interesse für historische Bauteile zu erkennen (Grabuschnig, 2018; Kropik, 2020). Im Vergleich zu den genannten Initiativen, werben die Bauteilhändler nicht speziell mit dem Begriff der Wiederverwendung.

In folgenden Bereichen konnte ein Handel mit gebrauchten Bauteilen festgestellt werden:

- Altholz

Altholzhändler kaufen Althölzer wie z.B. Balken und Sparren von alten Dachstühlen oder alten Scheunen, Bretter von Außenfassaden, alte Böden aus Wohnräumen oder alte Blockwände. Sie werden entweder direkt für eine Wiederverwendung vermarktet oder davor noch einer Aufbereitung bzw. einer Verarbeitung zu Brettern unterzogen (Scharl, 2020; Schwarz, 2020)

- Historische Bauteile

Im Bereich der historisch wertvollen Bauteile besteht bereits ein funktionierender Handel. Das Angebot der Händler für diese Bauteile ist weitreichend und geht von Stufen und Säulen, bis zu Zementfließen und Türen.

- Industriehallen

In Österreich konnte im Bereich des Handels mit gebrauchten Industriehallen nur ein Unternehmen identifiziert werden. Die CONCRETA HandelsgesmbH aus Oberösterreich hat gebrauchte Industriehallen aus Stahl- und Betonfertigteilen im Sortiment. Außerdem bietet sie die Montage und die Demontage dieser an.

In Deutschland gibt es hingegen schon mehrere Unternehmen, welche sich auf gebrauchte Industriehallen spezialisiert haben. Diese kaufen und verkaufen diese auch im EU-Ausland. Darüber hinaus werden auch eine Vielzahl an gebrauchten Industriehallen auf privaten Verkaufsplattformen angeboten.

- Alte Holzhäuser

Es konnten zwei Unternehmen identifiziert werden, welche die Demontage von alten Holzhäusern (alte Bauernhäuser) für eine spätere Wiederverwendung anbieten. Sowohl die „Baustoffmanufaktur“, als auch „Bauernhaus-abtragen“ verkaufen alte Bauernhäuser, bieten die Demontage, die Erstellung von Montageplänen und die Montage von alten Bauernhäusern an. Teilweise werden auch bereits abgetragene Häuser zum Verkauf angeboten. Der Handel in diesem Bereich findet jedoch nur in einem sehr geringen Umfang statt (Kropik, 2020).

#### **4.2.4 Informeller Sektor**

Neben den genannten Akteur\*innen gibt es auch einen informellen Sektor im Bauwesen. Gemäß einem Bauunternehmen, welches auch im Abbruch von Gebäuden tätig ist, gibt es nicht befugte Sammler, welche Bauteile aus den Abbruchgebäuden entnehmen. Die illegal entnommen Bauteile sind vielfältig und reichen von Dacheindeckungen, über Dachbodenziegel bis zu Holzböden. Diese Bauteile werden

dann weiterverkauft. Dies zeigt, dass es ein Potenzial für die Wiederverwendung von Bauteilen gibt (Neitsch et al., 2017). Dies wird auch von Meissner (2020a) bestätigt. Demnach werden die entnommenen Bauteile vorrangig in das Ausland gebracht. Sobald z.B. die ersten Fenster eingeschlagen wurden, ist die Hemmschwelle der illegalen Sammler gering.

Nach Auskunft eines Mitarbeiters aus dem Baubereich, gibt es Gebäude, welche über Nacht teilweise fast leergeräumt werden. So wurden z.B. auch schon Stahlträger und Sanitärobjekte aus den Abbruchobjekten entwendet (Vertreter der Baubranche, 2020)

Außerdem werden im geringen Ausmaß auch Bauteile von den Baustellenmitarbeitern selbst ausgebaut. Diese werden auf der Baustelle gelagert und in Länder wie z.B. Kroatien oder Serbien gebracht. Gemäß Scheibengraf (2020) werden Türen und Fenster ausgebaut, wobei es sich dabei nur um sehr geringe Mengen handelt. Daher kann man davon ausgehen, dass die Bauteile für die Eigenverwendung bzw. die Weitergabe an Bekannte gedacht sind (Scheibengraf, 2020).

#### 4.2.5 Fallbeispiel Abbruch Türkenwirtgebäude Wien

Beim ehemaligen Türkenwirtgebäude handelte es sich um ein Gebäude im Besitz der Universität für Bodenkultur (BOKU). In dem Gebäude waren das TÜWI-Lokal, ein Hofladen, der Facultas-Lehrmittelshop, Büros und Lernräume untergebracht. Weiters befand sich eine vermietete Wohnung im Gebäude. Es handelte sich um ein im Jahr 1908 in Massivbauweise errichtetes Spätgründerzeithaus. Dem Türkenwirtgebäude war ein Nebengebäude (TÜWI-Salettl) angeschlossen, welches in den Jahren 1927-1928 errichtet wurde und wo zuletzt die Mineraliensammlung der Universität untergebracht war. Es wurde jedoch vor nicht allzu langer Zeit saniert, wobei auch Fenster und Türen erneuert wurden. Der Abbruch der beiden Gebäude erfolgte im Jahr 2016. Abb. 16 zeigt die beiden in dem Fallbeispiel beschriebenen Abbruchgebäude.



Abb. 16: links: Türkenwirtgebäude; rechts: TÜWI-Salettl (Grabuschnig, 2018).

Das Fallbeispiel „Abbruch Türkenwirtgebäude“ wird für diese Arbeit herangezogen, da im Gegensatz zu den Re-Use-Projekten von BauKarussell und den Materialnomaden, dieses über keinerlei finanzielle Förderungen verfügte. Außerdem wurde der Abbruch durch Grabuschnig (2018) wissenschaftlich begleitet und somit stehen umfangreiche Daten zur Verfügung. Auf Initiative des Rektorates der BOKU wurde jedoch gezielt versucht, Bauteile einer weiteren Nutzung zuzuführen. So wurden Unternehmen aus den Bereichen „historische Bauteilhandel“ und dem „Upcycling“, ein Verein aus dem sozioökonomischen Bereich, Mitglieder des TÜWI-Vereins und Angehörige der BOKU

aktiv miteingezogen, um Bauteile auszubauen. Daher repräsentiert dieses Projekt nicht vollständig den „Abbruch Alltag“.

Bei diesem Abbruch hatten die Unternehmen und mitwirkenden Personen ca. 2 Wochen Zeit die Bauteile auszubauen. Es wurde jedoch auch teilweise das Abbruchunternehmen beauftragt und auch dafür bezahlt, bestimmte Bauteile auszubauen. Dazu zählten Balkongeländer, Stieggeländer, ein Vordach und historische Fliesen. Aus Sicherheitsgründen war es für Laien nicht erlaubt, den Ausbau von Geländern und anderen größeren Bauteilen durchzuführen.

In der Schad- und Störstofferkundung des Türkenwirtgebäudes wurden für eine Wiederverwendung geeignete Bauteile erwähnt (Grabuschnig, 2018). Dies stellt eine Ausnahme dar, da gemäß Scheibengraf (2020) normalerweise der Aufforderung, für die Wiederverwendung geeignete Bauteile zu dokumentieren, nicht nachgekommen wird.

In der Schad- und Störstofferkundung wurden hauptsächlich historische Bauteile wie z.B. alte Fliesen und Türen, Balkon- und Stieggeländer, glasierte Dachziegel und Holzbauteile, als für eine Wiederverwendung geeignet eingestuft. In Tab. 4 sind alle Bauteile, welche vor dem maschinellen Abbruch ausgebaut wurden, aufgelistet.

Tab. 4: Ausgebaute Bauteile für Re-Use, Weiterverwendung und Upcycling (Grabuschnig, 2018).

<b>Historische Bauteilhändler</b>	<b>Mitglieder TÜWI-Verein</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ ca. 100 m<sup>2</sup> historische Fliesen</li> <li>○ ca. 25 Flügeltüren</li> <li>○ Balkongeländer</li> <li>○ Stieggeländer</li> <li>○ Vordach</li> <li>○ Einzelne Fensterflügel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Holz: TÜWI-Salettl</li> <li>○ Treppenhauslampen</li> <li>○ Kastenfenster</li> <li>○ Brandschutztür</li> <li>○ Fenster- und Türbeschläge</li> <li>○ Flügeltüren</li> <li>○ vereinzelt Fliesen</li> <li>○ vereinzelt Parkett</li> <li>○ div. Devotionalien</li> </ul>
<b>BOKU-Angehörige</b>	<b>Sozioökonomischer Verein</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Dachziegel</li> <li>○ Balkongeländer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Alle Fenster: TÜWI-Salettl</li> <li>○ Durchlauferhitzer</li> <li>○ Waschbecken</li> <li>○ Zwei Türen: TÜWI-Salettl</li> </ul>
<b>Upcycling-Unternehmen</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ ca. 30 m<sup>2</sup> Parkett</li> </ul>	

Alle von den historische Bauteilhändlern ausgebauten Bauteile wurden für ein Re-Use zum Verkauf angeboten. Der TÜWI-Verein hatte in den meisten Fällen noch nicht entschieden gehabt, was mit den Bauteilen geschehen soll. Daher gestaltete sich die Abgrenzung je nach Verwendungszweck, teilweise schwierig. In Tab. 5 sind die ausgebauten Bauteile je nach Verwendungszweck aufgelistet.

Tab. 5: Ausgebaute Bauteile je nach Verwendungszweck (Grabuschnig, 2018).

Re-Use	Weiterverwendung	Upcycling
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 100 m<sup>2</sup> historische Fliesen</li> <li>○ ca. 25 Flügeltüren</li> <li>○ alle Balkongeländer</li> <li>○ Stieggeländer</li> <li>○ Vordach</li> <li>○ Einzelne Kastenfensterflügel</li> <li>○ Fenster: TÜWI Salettl</li> <li>○ Durchlauferhitzer</li> <li>○ Treppenhauslampe</li> <li>○ Waschbecken</li> <li>○ Holz: TÜWI Salettl</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Devotionalien</li> <li>○ Stuck</li> <li>○ Fensterbeschläge</li> <li>○ Dachziegel</li> <li>○ Fensterbeschläge</li> <li>○ Brandschutztür</li> <li>○ vereinzelt Fliesen</li> <li>○ vereinzelt Parkett</li> <li>○ Fensterbeschläge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 30 m<sup>2</sup> Parkett</li> </ul>

Die „besten“ Holzbauteile wurden von dem Abbruchunternehmen selbst verkauft. Der TÜWI-Verein hätte noch Interesse an weiteren Holzbauteilen gehabt, jedoch wollte das Abbruchunternehmen für den Ausbau Geld verlangen. Die beteiligten Akteure kommen zu dem Schluss, dass mehr ausgebaut werden hätte können, wenn ein längerer Zeitraum für den Ausbau zur Verfügung gestanden hätte. So wurde beispielsweise abgeschätzt, dass nur ca. 10 % des Re-Use-fähigen Parkett und nur ca. 54 % der Re-Use-fähigen Fliesen, wiederverwendet wurden (Grabuschnig, 2018). Abb. 17 zeigt ausgebaute historische Bauteile aus dem genannten Objekt.

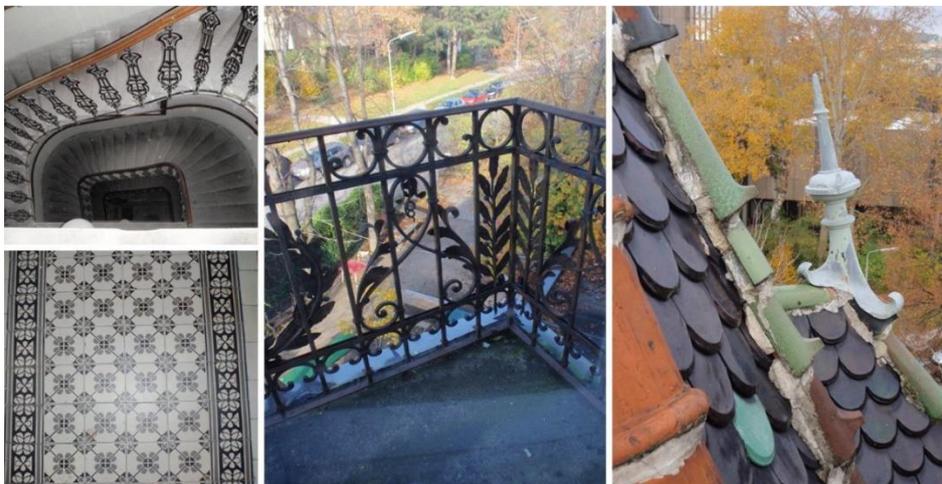


Abb. 17: Ausgebaute historische Bauteile „Abbruch Türkenwirtgebäude“ (Kleemann et al., 2015).

#### 4.2.6 Fallbeispiel Abbruch Postdirektion Althanstraße Wien

Bei der ehemaligen Postdirektion handelte es sich um einen Glasbau aus den 1970er Jahren (DER STANDARD, 2018). Bei diesem Abbruch hatten die beteiligten Akteure das Ziel, einzelne Bauteile, mit Hilfe von soziökonomischen Betrieben, einer Wiederverwendung zuzuführen. Als potenziell für eine Wiederverwendung geeignete Bauteile mit hoher Stückzahl, wurden unter anderem Türen, Gipskartonplatten, Fenster, Sonnenschutzelemente, Waschbetonplatten und Sanitärobjekte eingestuft.

Schlussendlich konnten jedoch nur 109 von 1000 Türblätter, bestehend aus einer Vollspanplatte, Beleuchtungskörper, Dekokies und Stahlseile einer Wiederverwendung zugeführt werden. Die Abnehmer waren ein Messestand, welcher 87 Türen abgenommen hat, Architekturbüros und ein Schanigarten. Die wichtigste Lektion dieses Projektes war, dass es nicht einfach ist außenstehende Interessent\*innen für „Massenbauteile“ zu finden (Bauer, 2016 zit. bei Neitsch et al., 2017). Offen bleibt jedoch, was mit den Türen passiert ist, nachdem der Messestand wieder abgebaut wurde.

#### 4.2.7 Fallstudie Abbruch Institutsgebäude Aspanggründe TU Wien

Beim untersuchten Abbruchobjekt handelt es sich um einen im Jahr 1993 errichteten Industriebau. Dieser besteht aus zwei Prüfhallen, welche von einer Stahlkonstruktion gehalten werden und einem angeschlossenen Bürotrakt. Die Wände der Prüfhallen bestehen aus Ytong, die des Bürotraktes aus einem Mauerwerk, sowohl aus Hochlochziegel als auch aus Vollziegel. Das Gebäude soll noch im Jahr 2020 abgebrochen werden. In Abb. 18 ist die Außenansicht des untersuchten Abbruchobjektes zu sehen.



Abb. 18: Abbruchobjekt Aspanggründe TU Wien.

Ziel der Fallstudie war es, aus technischer und wirtschaftlicher Sicht für eine Wiederverwendung geeignete Bauteile dieses Abbruchobjektes zu identifizieren. Im Kapitel 2 wird die Vorgangsweise für diese Bestimmung beschrieben.

Als potenziell für eine Wiederverwendung geeignet, konnte nur eine Klimaanlage und die Stahlkonstruktion der Prüfhalle identifiziert werden. Die Funktionstüchtigkeit der Klimaanlage muss jedoch im Vorhinein geprüft werden. In Österreich konnte nur ein Unternehmen identifiziert werden, welches unter anderem auch gebrauchte Klimaanlagen verkauft. Auf privaten Verkaufsplattformen werden ähnliche Klimaanlagen zum Stückpreis von ca. 250 Euro verkauft. Diese werden jedoch nur in einem sehr geringen Ausmaß gehandelt. Daher ist eine Abnahme nicht garantiert.

Die einzelnen Teile der Stahlkonstruktion sind lösbar und somit aus technischer Sicht für eine Wiederverwendung geeignet. In Österreich konnte jedoch nur ein Unternehmen identifiziert werden, welches auch im Handel mit gebrauchten Hallen aktiv ist. Somit findet ein Handel nur in einem sehr geringen Ausmaß statt. Daher muss die Wirtschaftlichkeit der Wiederverwendung, individuell für jede Halle geprüft werden. In Abb. 19 sind Beispiele der geprüften Bauteile des Abbruchgebäudes abgebildet. Anhand des abgebildeten Heizkörpers ist ersichtlich, dass sich einzelne Bauteile im Gebäude teilweise in einem schlechten Zustand befinden. Dadurch wird die Wahrscheinlichkeit für eine Wiederverwendung weiter gesenkt.



Abb. 19: Beispiele erhobener Bauteile aus der Fallstudie.

## 4.3 Praxis in Europa

### 4.3.1 Europäischer Vergleich

Die ARRL schreibt vor, dass bis zum Jahr 2020 alle Mitgliedsstaaten der EU 70 Prozent ihrer Bau- und Abbruchabfälle recyceln oder verwerten müssen. Die Länder Malta, Belgien, die Niederlande, Luxemburg, Ungarn, Österreich, Estland, Deutschland und Spanien haben dieses Ziel bereits erfüllt. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Datenlage teilweise unsicher ist und Rückverfüllungen in manchen Ländern als Verwertung angesehen werden.

Für die Wiederverwendung von Bauteilen gibt es in Europa keine eigenen Berichtspflichten. Daher gibt es auch keine einheitlichen, offiziellen EU-weiten Statistiken dazu, wodurch es nicht möglich ist Wiederverwendungsquoten zwischen den Mitgliedsstaaten zu vergleichen. Im Vergleich zum Recycling, der Verwertung und der Vermeidung, ist die Bedeutung der Wiederverwendung von Bauteilen und Materialien in Europa sehr gering. Dies spiegelt sich auch anhand der fehlenden politischen Maßnahmen zur Förderung der Wiederverwendung wider. Die Studie „Resource Efficient Use of Mixed Wastes“ der Europäischen Kommission kam zu dem Ergebnis, dass in rund 50 Prozent der Mitgliedsstaaten über keine beziehungsweise nur eine Aktivität mit direktem Bezug zur Wiederverwendung von Bauteilen und Materialien berichtet wird. Es ist jedoch nicht möglich aufgrund der Aktivitäten auf Wiederverwendungsquoten zu schließen. Durch die Anzahl der vorhandenen Initiativen, Aktivitäten und Projekte, kann jedoch abgeschätzt werden, inwieweit Bauteile wiederverwendet werden. Außerdem wird vermutet, dass die Wiederverwendung in Ländern mit geringem Wohlstandsniveau, höher ist. Identifizierte Maßnahmen zur Förderung der Wiederverwendung sind z.B. die Verpflichtung zur Vorlage von Rückbaukonzepten (z.B. in Ungarn, Belgien, Finnland),

Bauteilbörsen (z.B. in Tschechien und Irland) und industrielle Symbioseprogramme (z.B. in der Slowakei und Ungarn) (Europäische Kommission, 2017).

Eine Referenz für eine Re-Use-Quote kann nur für die Schweiz mit 7 % gefunden werden (Ecolo, 2015). Es wird jedoch nicht weiter ausgeführt, woher diese Zahl stammt bzw. auf was sich diese bezieht. Somit kann diese nicht als Vergleich herangezogen werden. In Nordwesteuropa kann mit einer Re-Use-Quote von 1 % bezogen auf den gesamten Bausektor gerechnet werden (Deweerd and Marilyn, 2020). Österreich weist deutlich weniger Aktivitäten im Bereich Re-Use als die nordeuropäischen Länder auf. Somit kann davon ausgegangen werden, dass die Re-Use-Quote in Österreich deutlich unter 1 % liegt.

So konnten beispielsweise im Rahmen des Rückbaus des ehemaligen Coca-Cola Werkes in Wien, ein Pilotprojekt des BauKarussells, nur 0,82 % der Rückbaumasse einer Wiederverwendung zugeführt werden (Neitsch, 2018).

Die Netzwerke in den Mitgliedsstaaten haben verschiedene Strukturen. In der Schweiz und in Deutschland gibt es z.B. nationale Dachverbände für die bestehenden Bauteilbörsen. Diese treten für die Interessen der Bauteilbörsen ein. Es kommt häufig zu Kooperationen zwischen Bauteilbörsen und Abbruchunternehmen oder privaten Personen. In anderen Ländern wie den Niederlanden, Belgien und Dänemark existieren auch einige Bauteilbörsen und Händler, welche jedoch nicht durch eine gemeinsame Organisation vertreten werden. In den Niederlanden z.B. ist eine Vernetzung an einer zu großen Konkurrenz zwischen den Bauteilbörsen und -Händlern gescheitert. Wo es noch kein ausgeprägtes Netz an Bauteilbörsen und -Händlern gibt, wird oft auf allgemeine Verkaufsplattformen zurückgegriffen (Ecolo, 2015). Politisch hat die Wiederverwendung von Bauteilen in allen Ländern eine eher nachrangige Bedeutung (Bauteilnetz Deutschland, 2015).

Gemäß Peter Kneidinger von den Materialnomaden nimmt die Wiederverwendung von Bauteilen in Dänemark, den Niederlanden und Frankreich, eine deutlich wichtigere Rolle ein als in Österreich (Kneidinger und Kessler, 2020). Dies spiegelt sich auch anhand der Anzahl an aktiven Akteuren\*innen in diesen Ländern wider.

In Österreich besteht bereits ein funktionierender Markt für die Wiederverwendung von historisch wertvollen Bauteilen. Die Wiederverwendung von Massenwaren findet jedoch nur in einem sehr kleinen Maßstab statt und ein großer Anteil davon findet auf dem informellen Markt statt (Daxbeck et al., 2015a).

#### **4.3.2 Internationale Vorzeigebispiele**

- Bauteilnetz Deutschland

Das Bauteilnetz Deutschland wurde zwischen 2006 und 2009 aufgebaut und wurde in diesem Zeitraum von der deutschen Bundesstiftung Umwelt gefördert. Derzeit sind sechs Bauteilbörsen und Betriebe Mitglieder des Bundesverband Bauteilnetz Deutschland, welche in Mittel- und Norddeutschland angesiedelt sind. Diese haben das Ziel, Bauteile aller Errichtungszeiträume einer Wiederverwendung zuzuführen. Das Bauteilnetz tritt dabei als Dachverband auf und stellt eine Online-Verkaufsplattform für die Vermarktung der Bauteile zur Verfügung. Außerdem bietet es Beratungen für den Aufbau einer neuen Bauteilbörse an, betreibt Öffentlichkeitsarbeit/Lobbyarbeit für die Bauteil-Wiederverwendung und fördert die Vernetzung relevanter Akteur\*innen (Bauteilnetz Deutschland, 2020). Die beteiligten Bauteilbörsen abreiten nicht nur mit historischen Bauteilen, sondern auch mit gut erhaltenen Massenbauteilen (Bauteilnetz Deutschland, 2015).

Nur zwei der Bauteilbörsen arbeiten privatwirtschaftlich. Die Bauteilbörse Berlin-Brandenburg gehört zum Entsorgungsfachbetrieb Brita Marx GmbH. Diese spezialisiert sich auf historische Bauteile. Sie hat jedoch auch ein breites Angebot an neueren Bauteilen wie z.B. Fenster, Türen, Böden, Sanitärobjekte und Heizkörper. Grundsätzlich wird ihr Angebot in zwei Kategorien aufgeteilt: historische Bauteile bis 1940 und gebrauchte Bauteile ab 1940 (Brita Marx Entsorgungsfachbetrieb GmbH, 2020). Bei der zweiten Bauteilbörse handelt es sich um die Bauteilbörse Bremen. Sie ist als Zusammenschluss von Handwerksbetrieben und Büros aus dem Baubereich im Jahr 2002 gegründet worden. Sie hat das Ziel, möglichst viele Bauteile, welche beim Abbruch oder der Sanierung anfallen, einer Wiederverwendung zuzuführen (Bauteilbörse Bremen).

Bei den anderen vier Bauteilbörsen/Betrieben handelt es sich um Beschäftigungs- und Qualifizierungsbetriebe, welche Langzeitarbeitslosen eine sinnvolle Tätigkeit bieten. Diese sind teilweise nicht nur im Bereich des Re-Use und der Aufbereitung von Bauteilen aus dem Bauwesen tätig, sondern haben auch das Ziel verschiedene andere Produkte wie z.B. Fahrräder im Kreislauf zu halten.

In den meisten Bauteilbörsen macht erst der Erlös aus dem Verkauf von historischen Bauteilen, die Lagerung und den Verkauf von neueren Bauteilen möglich (Bauteilnetz Deutschland, 2015).

Im Online-Bauteilkatalog des Bauteilnetz Deutschland werden größtenteils nur einzelne bzw. Bauteile in geringen Stückzahlen angeboten. Die meisten Bauteile werden in folgenden Kategorien angeboten (Stand 07.04.2020):

- Türen/Tore: 2131 Treffer
- Fenster: 620 Treffer
- Treppen: 212 Treffer

Gemäß Dechantsreiter (2015b) sind ungefälzte Zimmertüren der am häufigsten verkaufte Bauteilposten der Bauteilbörsen des Bauteilnetz Deutschland. Außerdem sind ca. 80 % der Käufer von gebrauchten Bauteilen, welche Bauteile von Bauteilbörsen kaufen, Privatpersonen. Die Bauteile werden nur selten über das Internet gekauft, da sich die Käufer selbst von der Qualität der Bauteile überzeugen wollen.

Die Lagerhallen der Bauteilbörsen haben Verkaufsflächen mit einer Größe zwischen 350 und 2.500m<sup>2</sup>, welche regelmäßig geöffnet haben. Durch die Bauteilbörsen werden jährlich über 1.500 Bauteile/Bauteilposten einer Wiederverwendung zugeführt, mit steigender Tendenz. Um eine umwelt- und marktrelevante Position zu erreichen, braucht es jedoch einen flächendeckenden Ausbau der Bauteilbörsen (Dechantsreiter, 2015a).

Außerhalb der Bauteilbörsen sind in Deutschland jedoch auch Märkte für gebrauchte Bauteile entstanden. So werden z.B. seit mehreren Jahren in kleinerem Umfang Deckenplatten direkt von der Baustelle an Abnehmer aus den Niederlanden weitergegeben (Dechantsreiter et al., 2015b).

Das Bauteilnetz Deutschland hat im Jahr 2011 auch ein Forschungsprojekt initiiert. Bei diesem wurde unter auch anhand von zwölf Rückbauobjekten und Pilotprojekten aus Re-Use-Materialien aufgezeigt, welche Vorteile die Bauteilwiederverwendung bringt. Außerdem wurde ein Ausbildungsprogramm für die Qualifizierung als „Fachkraft für die Wiederverwendung von Bauteilen“ geschaffen. Ziel des Projektes war es,

diejenigen anzusprechen, die für das Bauen zuständig sind wie z.B. Planungs- und Architekturbüros und Abbruch- und Handwerksunternehmen (Dechantsreiter, 2015a).

- Bauteilnetz Schweiz

Das Bauteilnetz Schweiz ist ein gemeinnütziger Dachverband, welcher die Wiederverwendung von Bauteilen im Bauwesen fördert. Es wurde 1996 gegründet und hat heute 50 Mitglieder, 10 davon sind Bauteilbörsen. In den Bauteilbörsen werden 350 arbeitslosen Personen ein Arbeitsplatz geboten und es werden rund 35.000 gebrauchte Bauteile jährlich verkauft.

Das Bauteilnetz betreibt Öffentlichkeitsarbeit und berät die Bauteilbörsen, wird jedoch nicht öffentlich subventioniert. Bauteilclick.ch ist die Internet-Plattform des Bauteilnetz Schweiz, wo die Bauteilbörsen ihre Bauteile anbieten können (Bauteilclick.ch, 2020). Gemäß Stefan Tschannen, dem Präsidenten des Bauteilnetz Schweiz, werden Bauteilbörsen in der Schweiz, größtenteils in Arbeitsintegrationsprojekten integriert. So stammen im Durchschnitt rund 50% der Einnahmen aus Förderungen. Deshalb ist es möglich die Bauteile zu günstigen Preisen anzubieten (Westermann, 2014). Ein wirtschaftliches Arbeiten sei kaum möglich, da Bauteilbörsen als Qualifizierungsbetriebe ihre Arbeitskräfte oft nur für kurze Zeiträume halten können (Ecolo, 2015).

Die meisten Bauteile werden in folgenden Kategorien angeboten (Stand 07.04.2020):

- Sanitärobjekte: 426 Treffer
- Fenster: 115 Treffer
- Türen und Tore: 109 Treffer

Auffallend ist, dass eine Vielzahl an Sanitärobjekten angeboten werden. Gemäß Stefan Tschannen werden z.B. gebrauchte Pissoirs häufig von Betreibern von Bars und Restaurants gekauft. Da diese oft beschädigt werden, kaufen sie den Ersatz oft günstig in einer Bauteilbörse (Westermann, 2014).

- Hiltbrunner AG Schweiz

Die Hiltbrunner AG ist ein Unternehmen, welches sich auf den verwertungsorientierten Rückbau von Gebäuden spezialisiert hat. Sie hat das Ziel möglichst viele Bauteile und Materialien einer Wiederverwendung zuzuführen. Wo dies nicht möglich ist, sollen diese einem Recycling zugeführt werden. Um dies zu gewährleisten hat die Hiltbrunner AG zusammen mit einem Partner das Re-Use-Recycling Center Riedwil ins Leben gerufen, welches auch Mitglied des Bauteilnetz Schweiz ist. Hier werden die Bauteile aus dem Rückbau gelagert, aufbereitet und verkauft. Durch ihre jahrelange Erfahrung und speziell für den Rückbau entwickelten Maschinen, können sie auch tragende Bauteile rückbauen (Hiltbrunner AG, 2020).

- Rotor/Rotor Deconstruction Belgien

Rotor ist ein im Jahr 2005 gegründetes, in Brüssel ansässiges, gemeinnütziges Unternehmen, das sich für die Förderung und Erleichterung der Wiederverwendung von Bauteilen aus dem Bauwesen einsetzt. Es ist selbst in der Planung von Projekten im Bereich der Architektur tätig, berät aber auch Architekten und Auftraggeber bei der Identifizierung von Re-Use-fähigen Bauteilen und unterstützt diese bei der Suche nach geeigneten gebrauchten Bauteilen. So soll die Integration von gebrauchten Bauteilen maximiert werden. Außerdem ist es im Bereich der Forschung tätig, veröffentlicht Bücher, macht Ausstellungen und erstellt Wirtschaftsmodelle und politische Vorschläge. Ein Beispiel ihrer Arbeit ist die Erstellung eines Leitfadens für die

Berücksichtigung von Re-Use in öffentlichen Ausschreibungen. Seit Jänner 2020 leitet Rotor z.B. ein europäisches Forschungsprojekt mit dem Titel „Erleichterung der Kreislaufwirtschaft von gebrauchten Bauteilen aus dem Bauwesen in Nordwesteuropa“. Das Projekt konzentriert sich auf die nördliche Hälfte Frankreichs, Belgien und Großbritannien. Derzeit werden in Nordwesteuropa nur ca. 1 % der Bauteile wiederverwendet. Ziel des Projektes ist es diesen Wert bis 2032 um 50 % zu erhöhen. Das Ergebnis des Projektes wird unter anderem ein Online-Verzeichnis mit über 1500 Bauteilhändlern, ein Prüfverfahren vor dem Abbruch für Re-Use-fähige Bauteile und 4 innovative Spezifikationsmethoden für zurückgewonnen Bauteile sein. Außerdem soll es im Rahmen des Projektes 36 Pilotprojekte geben, wo 360 t Bauteile wiederverwendet werden (Rotor, 2020).

Rotor Deconstruction ist ein eigenständiges Nebenprojekt von Rotor, welches seit 2016 besteht. Während es in Belgien viele kleine Unternehmen gibt, welche sich auf historische Bauteile spezialisiert haben, fokussiert sich Rotor Deconstruction auf den Ausbau, die Aufbereitung und den Verkauf von gebrauchten Bauteilen aus Großobjekten, vor allem auf moderne Bürogebäude (Rotor Deconstruction, 2020). Bei den Bauteilen, mit denen sich Rotor befasst, handelt es sich hauptsächlich um Innenelemente, welche weniger strengen Leistungsanforderungen unterliegen (Gorgolewski, 2017).

Als Dienstleistung bieten sie auch die Vermittlung von Bauteilen an und beraten Architekten und Bauherr\*innen in Bezug auf die Wiederverwendung von Bauteilen. Außerdem stellen sie eine kostenlose Plattform zur Verfügung, wo Privatpersonen und Unternehmen gebrauchte Bauteile untereinander austauschen können.

Die für die Wiederverwendung bereitgestellten Bauteile werden in einem Verkaufslager und über einen eigenen Online-Bauteilkatalog vermarktet. Ziel ist es jedoch in erster Linie immer, das Gebäude selbst als Lager zu verwenden und die Bauteile direkt für eine Wiederverwendung zu vermitteln, damit die Lagerungskosten eingespart werden können. Die Bauteile werden auch in das Ausland verkauft.

Rotor Deconstruction entwickelt ständig seine Rückbau- und Aufbereitungstechniken weiter. So besitzen sie z.B. seit 2019 eine eigene Anlage für die Aufbereitung von Fliesen. Die mechanische Trennung des Mörtels von Fliesen führte häufig zu Beschädigungen und hohen Kosten. In der neuen Anlage wird eine schwache biologische Säure verwendet, um den Mörtel aufzulösen. Die Fliesen werden dann mit einem Hochdruckwasserstrahl gereinigt, getrocknet und verpackt. Durch die Optimierung der Verpackung, die Verwendung von Regenwasser zur Reinigung und die sorgfältige Überwachung des Prozesses, ist es gelungen, die Umweltauswirkungen der wiederverwendeten Fliesen auf unter 15 %, im Vergleich zu gleichwertigen neuen Fliesen zu senken (Rotor Deconstruction, 2020).

Rotor und Rotor Deconstruction sind mittlerweile schon zu großen Unternehmen herangewachsen, können schon eine Vielzahl an Re-Use-Projekten vorweisen und bearbeiten auch Aufträge aus dem Ausland. So begleitet Rotor seit 2019 z.B. auch einen großen öffentlichen Bauträger in Brüssel, bei der Umsetzung von Prinzipien der Kreislaufwirtschaft (Rotor, 2020).

- Gamle Mursten Dänemark

Das Unternehmen Gamle Mursten hat sich darauf spezialisiert gebrauchte Mauerziegel, welche normalerweise aus Gebäuden zwischen 1900 und 1960 stammen, für eine Wiederverwendung aufzubereiten. Für die Aufbereitung der von den

Abbruchunternehmen angelieferten Ziegelabfälle, haben sie gemeinsam mit Partnern, ein patentiertes Verfahren zur Sortierung und Reinigung entwickelt (Projekt REBRICK). Dieses basiert auf Vibration und kommt ohne die Verwendung von Chemikalien und Wasser aus. Nach diesem automatischen Verfahren werden die Reste des Mörtels manuell entfernt und die Ziegel je nach Eigenschaften und Farbe sortiert. In einem weiteren Schritt werden die Ziegel dann von einem Roboter auf Paletten gestapelt. Durch dieses Verfahren können sehr große Mengen alter Mauerziegel wieder auf den Markt gebracht werden. Außerdem stammen rund 50 % der Mitarbeiter aus Arbeitsintegrationsprojekten (Gamle Mursten, 2020). Da Mörtel auf Zementbasis zu hart ist, um mit diesem Verfahren entfernt zu werden, werden nur Ziegel mit einem Mörtel auf Kalkbasis (Butera et al., 2016) bzw. nur welche mit einem sehr geringen Zementgehalt im Mörtel, aufbereitet (Gorgolewski, 2017).

Im Jahr 2017 waren in Dänemark drei Anlagen in Betrieb, die ca. 4,5 Millionen Ziegel im Jahr aufbereitet haben und welche nach Nordeuropa verkauft wurden. Diese Anlagen bekommen die Ziegel hauptsächlich aus Kopenhagen und der Insel Seeland. Die für eine Wiederverwendung aufbereiteten Ziegel sind zwar teurer als die billigsten Ziegel auf dem Markt, aber mit qualitativ hochwertigen Ziegeln konkurrenzfähig. Sie werden oft wegen ihrer besonderen Oberfläche von Architekten verwendet (Gorgolewski, 2017).

Da gebrauchte Ziegel immer mehr von Architekten und Bauherren nachgefragt werden und diese für statische Berechnungen eine Dokumentation der Tragfähigkeit und der Festigkeit der Ziegel fordern, hat Gamle Mursten ein Projekt gestartet, um Möglichkeiten für eine CE-Kennzeichnung zu untersuchen (Gamle Mursten, 2020). Bis zum Beginn des Projektes war es nicht möglich gebrauchte Ziegel mit einer CE-Kennzeichnung zu versehen und das Fehlen einer einheitlichen Leistungsbeschreibung war ein Hindernis für die Wiederverwendung von Ziegeln. Da es für gebrauchte Ziegel keine harmonisierte Norm gibt, war das Ziel des Projektes eine Dokumentationsbasis für eine Europäische Technische Bewertung (ETB) zu erstellen. Eine ETB ist ein freiwilliges Zertifizierungssystem für Produkte und wird auf Grundlage eines Europäischen Bewertungsdokumentes (European Assessment Document, EAD) erstellt, das rechtlich einer harmonisierten Norm entspricht. Die EAD und eine ETB beschreibt die technischen Spezifikationen, welche die Grundlage für eine CE-Kennzeichnung sind, wenn das Produkt nicht unter eine harmonisierte Norm fällt. Die relevanten Eigenschaften des erstellten EAD sind weitgehend die gleichen, wie die der harmonisierten Norm für neue Ziegel. Durch dieses Projekt konnte eine ETB und ein EAD, gemeinsam mit der Europäischen Technischen Bewertungsstelle Dänemark (ETB-Dänemark) und der European Organisation for Technical Assessments (EOTA), vorbereitet werden. Das EAD wurde von der Europäischen Kommission genehmigt und ist somit in allen EU-Ländern gültig.

Dieses Projekt hat es möglich gemacht, gebrauchte Ziegel mit einem CE-Kennzeichen zu versehen und Gamle Mursten war somit das erste Unternehmen, das ein gebrauchtes Bauprodukt CE-Kennzeichnen kann. Durch die CE-Kennzeichnung konnte festgestellt werden, dass die Baubranche mutiger geworden ist, gebrauchte Ziegelsteine im Neubau zu verwenden. So sind auch immer mehr Bauherr\*innen daran interessiert, ihre eigenen gebrauchten Ziegelsteine für die Errichtung neuer Gebäude zu verwenden. Durch die CE-Kennzeichnung gibt es auch schon Interesse aus Schweden und Norwegen, an den Lösungen und Produkten von Gamle Mursten (Gamle Mursten, 2018). Um die Vermarktung weiter zu steigern, stellt Gamle Mursten außerdem für viele Produkte Environmental Product Declarations (EPD) zur

Verfügung. Diese liefern Informationen über die Umweltauswirkungen von Produkten, welche sich auf den gesamten Lebenszyklus beziehen (Gamle Mursten, 2020).

In Abb. 20 ist der Lagerplatz von Gamle Mursten für angelieferte ungereinigte Mauerziegel zu sehen.



Abb. 20: Lagerplatz der angelieferten Mauerziegel (Gamle Mursten, 2020).

- Lendager Group Dänemark

Die Lendager hat sich auf die Förderung der Kreislaufwirtschaft in zukünftigen Städten, Gebäuden und Unternehmen spezialisiert. Sie ist als Architekturbüro tätig, entwickelt Upcycling-Bauprodukte und bietet Beratungsdienstleistungen rund um das Thema Ressourceneffizienz im Bauwesen an. Sie hat bereits eine Vielzahl an Projekten abgeschlossen, wo Bauteile einer Wiederverwendung, einer Weiterverwendung und einem Upcycling zugeführt wurden, wobei der Fokus auf dem Upcycling liegt (Lendager Group, 2020). Mittlerweile besitzen sie schon eine eigene Halle in der sie gebrauchte Bauteile lagern und verkaufen diese auch an externe Kunden (ORF, 2019).

Die Lendager Group bezieht in ihren Projekten unterschiedliche Fachleute aus der gesamten Wertschöpfungskette ein. So sind Abbruchunternehmen z.B. die ersten Ansprechpartner, da diese ein wichtiger Partner sind, wenn es um die Bergung von Bauteilen geht. Außerdem spielt der Auftraggeber eine bedeutende Rolle, da dieser für das Standortmanagement und somit für die Lagerung der Bauteile am Standort zuständig ist (Gorgolewski, 2017).

Eines ihrer Projekte war das Projekt „The Resource Rows“. In diesem Projekt wurden ganze Wandmodule mit Mauersteinen aus Gebäuden herausgeschnitten. Dies war notwendig, da die Gebäude hauptsächlich in den 1960er Jahren errichtet wurden und somit aufgrund des verwendeten Zementmörtels, der Rückbau einzelner Mauersteine nicht möglich war. Die herausgeschnittenen Fassadenmodule wurden in einen Stahlrahmen eingebaut und als neue Fassadenmodule für ein Wohnbauprojekt in Kopenhagen verwendet. Außerdem wurde „upgecycles-Holz“ für diese Projekt verwendet (Lendager Group, 2020). Grundsätzlich kosten die von der Lendager Group errichteten Bauwerke für die Bauherr\*innen nicht mehr als „normale“ Bauwerke (ORF, 2019). Abb. 21 zeigt das Herausschneiden und die Lagerung der Fassadenmodule. In Abb. 22 sind die Fassadenmodule bereits im neuen Objekt verbaut zu sehen.



Abb. 21: Herausschneiden und Lagerung der Fassadenmodule (Lendager Group, 2020).



Abb. 22: Montierte Fassadenmodule im neuen Objekt (Lendager Group, 2020).

Die Lendager Group hat außerdem eine Methode entwickelt, um gebrauchte Zweischieben-Isolierglasfenster einer Weiternutzung zuzuführen. Dafür werden die Rahmen der Fenster entfernt. Mehrere Fensterscheiben werden dann durch einen neuen Holzrahmen zu einer Glasfront miteinander verbunden. Um einen ausreichenden Wärme- und Schallschutz zu erreichen, werden diese Glasfronten doppelt verbaut. Somit entstehen sozusagen „Vierschieben-Isolierglasfenster“. Für die Glasfront gibt es eine Garantie und sie übernimmt die Gewährleistung. In Dänemark liegt die Gewährleistung und die Garantie zwischen 5 und 10 Jahren (ORF, 2019). Aus den alten Holzfensterrahmen werden Innenwandverkleidungen und Akustikpaneele hergestellt (Josefsson, 2019). In Abb. 23 ist ein Anwendungsbeispiel dieser Methode zu sehen.



Abb. 23: links: „Upcycle-Windows“, rechts: Einsatz der „Upcycle-Windows“ als Glasfront im Projekt „Upcycle-Studios“ (Lendager Group, 2020).

- Oude Bouwmaterialien Niederlande

Oude Bouwmaterialien ist ein Markt für gebrauchte Bauteile und Materialien mit einer Fläche von ca. 10.000 m<sup>2</sup>, welcher seit 32 Jahren besteht (Dechantsreiter, 2015a). Dem Markt ist eine Werkstatt für Holz- und Steinarbeiten angeschlossen, wo z.B. aus alten Dachbalken und Steinen, Möbel und Sanitäreinrichtungen hergestellt werden. Im Jahr 2015 hatte der Markt 12 Angestellte und der Jahresumsatz liegt bei ca. zwei Millionen Euro. Der Erfolg des Marktes ist auf die Größe und das vielfältige Sortiment zurückzuführen. Dabei liegt der Fokus des Marktes auf besondere Bauteile, welche normalerweise nicht gekauft werden. An die Bauteile und Materialien kommt das Unternehmen durch Kooperationen mit Abbruchunternehmen, welche sie über Abbrüche informieren. Teilweise ist die Lagerung von Bauteilen wie z.B. Ziegeln und Dachbalken nicht wirtschaftlich, dies wird jedoch durch den Verkauf anderer Bauteile kompensiert. Die Bauteile und Materialien werden außerdem noch in einem Online-Bauteilkatalog präsentiert (Ecolo, 2015). In Abb. 24 ist ein Teil des Marktes „Oude Bouwmaterialien“ für gebrauchte Bauteile zu sehen.

In den Niederlanden gibt es neben den Bauteilhändler\*innen auch Abbruchunternehmen, welche als Nebengeschäft einen Handel mit gebrauchten Bauteilen betreiben. Diese haben oft auch einen eigenen Lagerplatz für diese Bauteile (Icibaci, 2019).

Außerdem gibt es auch schon Bauherr\*innen und Projektentwickler\*innen, welche den Mut haben, gebrauchte Bauteile auch bei größeren Projekten einzusetzen. Der Projektentwickler Edward Zevenberger aus Amsterdam beispielsweise, sucht gezielt gebrauchte Bauteile für seine Projekte und beauftragt dann die Architekt\*innen, diese in der Planung zu berücksichtigen. Dabei wird er von den Bauherr\*innen unterstützt und ihm wird bei den Garantien entgegengekommen (ORF, 2019).



Abb. 24: Lagerung von gebrauchten Bauteilen (Oude Bouwmaterialien, 2020).

- SalvoWeb Großbritannien

SalvoWeb.com ist das weltweit umfassendste Online-Verzeichnis für Händler von Bauteilen und Materialien mit besonderem architektonischen Wert. Das Verzeichnis beinhaltet Händler aus aller Welt. Während (Stand 15.04.2020) bereits 2063 Händler aus Großbritannien registriert sind, beträgt die Anzahl der registrierten Händler aus Österreich nur 12 (SalvoWeb, 2020).

## 4.4 Zusammenfassung der Hemmnisse

In diesem Abschnitt werden die wichtigsten Hemmnisse für die Wiederverwendung von Bauteilen aufgezeigt. Diese Hemmnisse wurden durch die Literaturrecherche, die durchgeführten Experteninterviews und durch den Besuch von fach einschlägigen Vorträgen und Konferenzen erhoben.

Es gibt eine Vielzahl an Hemmnissen für die Wiederverwendung von Bauteilen. Diese rechtlichen, technischen, organisatorischen, kulturellen und wirtschaftlichen Hemmnisse sind eng miteinander verbunden. Folgende Hemmnisse können als ausschlaggebend angesehen werden:

- Rechtliche Unsicherheiten in Bezug auf das Abfallende, Haftungs- und Gewährleistungsfragen und die Notwendigkeit einer CE-Kennzeichnung für Re-Use-Bauteile.
- Die derzeitige Rechtslage ist nicht für das Re-Use von Bauteilen im Bauwesen geschaffen. Diese ist nur auf die Verwendung von neuen Produkten ausgerichtet. Gebrauchte Bauteile müssen die gleichen Anforderungen erfüllen wie Neuware.
- Die Qualität der Schad- und Störstofferkundungen nimmt derzeit stark ab bzw. wird diese nicht immer durchgeführt. Diese ist jedoch als Grundlage für die Erhebung von Re-Use-fähigen Bauteilen notwendig, da schadstoffhaltige Bauteile nicht für eine Wiederverwendung geeignet sind.
- Bauteile, welche schadstoffbelastet sind, dürfen nicht wiederverwendet werden (Lex ReUse Workshop, 2019). Diese bleiben Abfall, wenn sie von Stoffverboten betroffen sind (Meissner et al., 2019). Aufgrund des Chemikalienrecht dürfen z.B. PVC-Fensterrahmen welche Bleistabilisatoren beinhalten, nicht wiederverwendet werden (Allesch et al., 2019).
- Aufgrund von fehlenden finanziellen Anreizen ist der Markt für Re-Use-Bauteile unterentwickelt. Die Wiederverwendung von Bauteilen führt durch die Demontage, die Logistik, die Lagerung und den Transport zu Mehrkosten. Die Entsorgung ist oft billiger als die Wiederverwendung.
- Der Bauprozess ist sehr komplex. Vor allem gibt es immer mehr Normen im Bauwesen. Die Wiederverwendung von Bauteilen macht ihn noch komplexer.
- Das Bauwesen bzw. die Abfallwirtschaft ist stark vom Lobbyismus geprägt. Einerseits hat die Baustoffindustrie das Ziel möglichst viele Baustoffe zu verkaufen. Beispielsweise soll die „Styropor-Lobby“ erreicht haben, dass die Vorgaben des Energieausweises bei der Errichtung eines Gebäudes, größtenteils nur noch durch den Einsatz von Styropor erreicht werden können. (Lex ReUse Workshop, 2019). Andererseits soll die „Abfallwirtschaftslobby“ dafür sorgen, dass möglichst viele Materialien bei Entsorgungsbetrieben bzw. Deponiebetreibern landen (Kropik, 2020).
- Es fehlt die Kommunikation zwischen den relevanten Akteuren.
- Oft steht nur der Neubau im Fokus der Bauherr\*innen und Planer. Das alte Gebäude wird dem Abbruchunternehmen übergeben. Das Abbruchunternehmen übernimmt vertragsmäßig Abfälle und muss diese entsorgen (Lex ReUse Workshop, 2019). Die im Abbruchbescheid dokumentierten Mengen müssen somit auch ihren Weg zum Entsorgungsunternehmen finden. Somit wird es den Bauteilhändler\*innen erschwert, die Bauteile für eine Wiederverwendung zu bergen (Kropik, 2020).

- Die Wiederverwendung von Bauteilen wird im Zeitplan des Bauwesens/Abbruchwesens oft nicht einkalkuliert. Dadurch werden jeden Tag große Mengen an Re-Use-fähigen Bauteilen entsorgt. Wenn mehr Zeit für die Wiederverwendung einkalkuliert werden würde (2-4 Wochen), dann könnten deutlich mehr Bauteile durch die Bauteilhändler\*innen geborgen werden (Kropik, 2020).
- Anforderungen und Normen für Bauteile ändern sich in der Regel relativ schnell (Hillebrandt, 2018; Hoffmann, 2018).
- Bei neuen Bauteilen steht normalerweise ein technisches Produktdatenblatt zur Verfügung. Dieses ist sowohl für die Einhaltung gesetzlicher Vorgaben als auch für projektspezifische Anforderungen von Bedeutung. Dieses ist bei Re-Use-Bauteilen nur selten vorhanden (Bertin et al., 2019; Geerts et al., 2020).
- Es gibt eine Abneigung für die Wiederverwendung von Bauteilen ohne CE-Kennzeichnung, vor allem bei tragenden Bauteilen (Hobbs und Adams, 2017). Der Prozess der Erstellung eines EADs ist sehr aufwendig und diese werden nur selten publiziert (Mikulits, 2020). Die Überprüfung der bautechnischen Anforderungen rentiert sich nicht für geringe Mengen (Geerts et al., 2020; Scheibengraf, 2020).
- Gemäß der Architektin Anette Hillebrandt müssen Architekt\*innen die Gewährleistung von Bauwerken aus gebrauchten Bauteilen übernehmen. Diese Gewährleistung können sie eigentlich nicht tragen, da sie die Bauteile nicht selbst erzeugt haben und keine Prüfanstalt sind (ORF, 2019).
- Auftraggeber befürchten höhere Versicherungsprämien, wenn sie mit tragenden Re-Use-Bauteile arbeiten (Bertin et al., 2019; Geerts et al., 2020; Hradil, 2014).
- Gesundheit- und Sicherheitsrisiken beim manuellen Abbruch sind oft ein Grund, warum der mechanische Abbruch bevorzugt wird (Hobbs und Adams, 2017; wrap, 2008).
- In Österreich hat Gebrauchtware noch ein schlechtes Image.
- Der Abbruch und die Entsorgung werden oft in einem ausgeschrieben. Es fehlen interessierte Bauherr\*innen und Planer. Oft fehlt auch das Wissen darüber, welchen Wert gebrauchte Bauteile haben (Kneidinger und Kessler, 2020; Meissner, 2020a; Scheibengraf, 2020). Außerdem fehlt es oft an qualifizierten Handwerkern und Arbeitskräften, welche das nötige Fachwissen haben, um mit Re-Use-Bauteilen zu arbeiten. Grundsätzlich will man nicht von den Standardabläufen abweichen und die Baubranche kann als eine träge Branche angesehen werden (Kneidinger und Kessler, 2020). Nicht alle Handwerker sind bereit mit gebrauchten Bauteilen zu arbeiten. Einerseits aus wirtschaftlichen Gründen, andererseits aus Angst vor Garantieansprüchen (Westermann, 2014).
- Vor allem Gebäude ab den 80er-Jahren werden durch ihre schadstoffreichen Schichtaufbauten, die größtenteils auch miteinander verklebt sind, zunehmend zur Herausforderung. Produkte und Bauteile wurden und werden in schlechter Qualität produziert. Es muss jetzt wieder so gebaut werden, damit Bauteile in Zukunft wieder wiederverwendet werden können (Kneidinger und Kessler, 2020).
- Es fehlen Anreizsysteme, Förderungen und rechtlich bindende Instrumente für die Wiederverwendung von Bauteilen bzw. nachhaltige Bauweisen (Allesch et al., 2019; Rindler-Schantl et al., 2019). Während Arbeitszeit teuer

ist und relative hoch besteuert wird, sind Primärmaterialien günstig und haben einen geringeren Steuersatz (Kneidinger und Kessler, 2020). Bauteile werden oft nur für eine Einmalnutzung ausgelegt und nicht auf Reparierbarkeit und Aufrüstbarkeit (Allesch et al., 2019).

- Peter Giffinger, der Geschäftsführer von Saint Gobain RIGIPS Austria, bezeichnet das Fehlen von privatwirtschaftlichen Unternehmen, welche sich auf den verwertungsorientierten Rückbau spezialisieren, als „Missing Link“, um die Kreislaufwirtschaft voranzutreiben (Rindler-Schantl et al., 2019).

## 4.5 Instrumente und Maßnahmen zur Förderung

In diesem Kapitel werden Instrumente und Maßnahmen zur Förderung der Wiederverwendung von Bauteilen vorgestellt. Einerseits werden in der Literatur vorgefundene und teilweise bereits umgesetzte Vorschläge auf ihre Sinnhaftigkeit untersucht, andererseits werden bereits umgesetzte Maßnahmen aus dem Ausland vorgestellt und weitere Maßnahmen vorgeschlagen.

Politische Entscheidungsträger bzw. die zuständigen Behörden können sich auf eine Vielzahl von europäischen und nationalen Dokumenten beziehen, um Maßnahmen zur Förderung der Wiederverwendung umzusetzen bzw. zu fördern. Diese Dokumente empfehlen eine gezielte Förderung der Wiederverwendung.

Auf europäischer Ebene zählen dazu die Richtlinie über die öffentliche Auftragsvergabe 2014 des Europäischen Parlaments und des Rates, der Circular Economy Action Plan 2015 der Europäischen Kommission, das EU-Protokoll über die Bewirtschaftung von Bau- und Abbruchabfällen 2016 der europäischen Kommission, die Schlussfolgerung des Europäischen Rates über die Kreislaufwirtschaft im Bausektor 2019 und der Länderbericht Österreich 2020 der Europäischen Kommission „Das Europäische Semester 2020: Bewertung der Fortschritte bei den Strukturreformen, Vermeidung und Korrektur makroökonomischer Ungleichgewichte und Ergebnisse der eingehenden Überprüfung gemäß Verordnung (EU) Nr. 1776/2011“.

Auf nationaler Ebene gibt es unter anderem das Nationale Abfallvermeidungsprogramm 2017, das Österreichische Regierungsprogramm 2020-2024, das Wiener Abfallvermeidungsprogramm 2019-2024, die Smart City Wien Rahmenstrategie 2019-2050 und die Klima- und Energiestrategie Steiermark 2030 (Aktionsplan 2019-2021).

### 4.5.1 Building Information Modelling

Building Information Modelling (BIM) ist ein Tool, welches von einigen Architekt\*innen zur computergestützten Planung eines Gebäudes verwendet wird. Dieses Tool kann um bestimmte Parameter erweitert werden und somit als Gebäudematerial-Informationssystem genutzt werden. Hierfür wird ein „digitaler Zwilling“ des Gebäudes erstellt, indem alle notwendigen Informationen für die Wartung, Instandhaltung und den Rückbau des Gebäudes gesammelt werden. Ziel ist es, alle relevanten Daten eines Bauwerks digital in einem Modell über den gesamten Lebenszyklus hinweg zu erfassen. Dazu zählt auch, dass jeder Aus- und Umbau im Modell eingetragen wird und die Materialinformationen aktualisiert werden (Reisinger et al., 2017).

Vorteil des Einsatzes des Tools sind unter anderem:

- Alle im Objekt vorhandenen Bauteile sind bekannt und verortet. Somit wird auch die Lokalisation von Schadstoffen beim Rückbau oder der Sanierung erleichtert (Reisinger et al., 2017). Vor allem auch die adaptive Wiederverwendung von ganzen Gebäuden könnte durch vorhandene BIM-Daten deutlich erleichtert werden (Sanchez et al., 2019)
- Für die Wiederverwendung von Bauteilen relevante Informationen wie z.B. Verbindungsarten (Durmisevic et al., 2017) und Materialinformationen können im BIM gesammelt werden (Hobbs und Adams, 2017).
- Im BIM gesammelte Daten erleichtern die Ausschreibung von Leistungen wie z.B. das Rückbaukonzept, da Mengenströme leichter ermittelt werden können (Meissner, 2020a).

Es gibt derzeit europaweit eine Vielzahl an Forschungsprojekten, welche sich mit der Entwicklung von Tools für eine Verbesserung des Datenmanagements im Bauwesen beschäftigen. Ein Beispiel ist das EU-Horizon 2020 Forschungsprojekt Building As Material Banks (BAMB).<sup>4</sup> Unter anderem wird in diesem Projekt eine Methode entwickelt um mit BIM-Daten das Re-Use-Potential von Bauteilen zu bestimmen (Durmisevic et al., 2017).

Eine weitere in der Literatur häufig diskutierte Technologie ist die Integration von RFID-Chips (radio-frequency identification) in Bauteilen. Auf diesen RFID-Chips können relevante Informationen über das Bauteil gespeichert werden, welche jederzeit abgerufen werden können. Diese Technologie wird besonders für tragende Bauteile empfohlen und die Verbindung von RFIDs mit BIM stellt eine besonders innovative Technologie dar. Die Entwicklung und die Anwendung der RFID-BIM-Technologie stellt jedoch noch ein Nische dar (Iacovidou et al., 2018).

Mittlerweile wird BIM auch schon für den Rückbau aktueller Projekte angewandt. So werden beispielsweise vom BauKarussell (Meissner, 2020a) und Rau Architects in den Niederlanden, Rückbauobjekte im BIM nachgebaut. Durch die Anwendung eines BIM-Modells kann unter anderem die Lokalisierung und Mengenerhebung von Bauteilen erleichtert werden (Gorgolewski, 2017).

In Finnland soll die Erstellung eines „digitalen Zwillings“ mit BIM und die Weitergabe dieser an Behörden, in Zukunft für jeden Neubau verpflichtend vorgeschrieben werden (Martinkauppi, 2020). In Österreich empfehlen Allesch et al. (2019) ebenfalls die verpflichtende Nutzung und Pflege eines BIM-Modells für Neubauten. In Wien werden im BIM große Chancen für eine Kreislaufwirtschaft im Bausektor gesehen (Deinhammer und Schrenk, 2019).

#### **4.5.2 Gebäudebewertungssysteme**

Gebäudebewertungssysteme haben sich sowohl international als auch national etabliert. In Österreich werden derzeit 6 Bewertungssysteme angeboten, wobei 3 aus Österreich kommen (klimaaktiv, 2018). Nachhaltigkeitszertifikate können unter anderem Anreize für mehr Design für Re-Use und den Einsatz von Re-Use-Bauteilen schaffen (Allesch et al., 2019). Sie erhöhen vor allem auch die Vermarktbarkeit von Gebäuden (Dechantsreiter et al., 2015b).

Die Wiederverwendung von Bauteilen spielt jedoch derzeit noch in allen Gebäudebewertungssystemen nur eine sehr untergeordnete Rolle. So werden beispielsweise beim Bewertungssystem der Österreichischen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (ÖGNB) nur max. 15 von 1000 Punkten für die Verwendung

<sup>4</sup> Building as Material Banks - <https://www.bamb2020.eu/>

recycelter oder wieder gewonnener/wieder verwendeter Baumaterialien vergeben (ÖGNB, 2018). Die Wiederverwendung in diesen Bewertungssystemen stärker zu fördern, ist jedoch erst sinnvoll, wenn es ein ausreichendes Angebot/Nachfrage gibt. Außerdem muss bedacht werden, dass die Wiederverwendung von Bauteilen in Österreich oft wirtschaftlich irrelevant ist (Meissner, 2020a). Bewertungssysteme beruhen in Österreich auf freiwilliger Basis und diese sind bis auf den „klimaaktiv Gebäudestandard“ des Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, mit relativ hohen Kosten verbunden (BMLFUW, 2016). Daher wird es in Zukunft eine Herausforderung sein, die Wiederverwendung stärker in Gebäudebewertungssystemen zu etablieren.

#### 4.5.3 Marktwirtschaftliche Instrumente

- Reduzierung des Mehrwertsteuersatzes für Reparaturdienstleistungen/Re-Use

Derzeit werden in 8 EU-Ländern ermäßigte Steuersätze für alle Reparaturdienstleistungen angewandt (Luxemburg, Niederlande, Irland, Polen, Finnland, Slowenien, Malta, Schweden). Diese ermäßigten Steuersätze liegen zwischen 6 und 13,5% und können auch eine positive Wirkung auf die Wiederverwendung von Bauteilen im Bauwesen haben (Köppl et al., 2019). Eine reduzierte Mehrwertsteuer auf Re-Use-Bauteile sieht Meissner (2020a) schwierig umsetzbar. Außerdem würde diese im Business-to-Business Geschäftsbeziehungen keine Auswirkungen haben, da diese ein durchlaufender Posten sind.

In den USA gibt es beispielsweise einen anderen Ansatz um Steuern als Instrument zur Förderung der Wiederverwendung zu nutzen. Bauherr\*innen, welche rückgebaute Bauteile an eine gemeinnützige Organisation weitergeben z.B. Habitat for Humanity, haben dort die Möglichkeit ein Steuergutschrift für den Wiederverkaufswert der Spende zu beantragen (Gorgolewski, 2017), welche von einen unabhängigen Experten berechnet wird. Die Steuergutschrift kompensiert normalerweise die Rückbaukosten (FCRBE, 2019). Habitat for Humanity ist eine der größten gemeinnützigen Organisationen, welche über das ganze Land verteilt sind (Icibaci, 2019). In der USA gibt es eine relativ klare Abtrennung zwischen Abbruchunternehmen und Rückbauunternehmen. Diese Rückbauunternehmen sind oft auch gemeinnützige Unternehmen (FCRBE, 2019).

Auf der Metaebene wäre die Einführung einer Ressourcensteuer, die Senkung der Besteuerung der Arbeit und die Internalisierung von Umweltkosten ein sinnvolles Instrument (Allesch et al., 2019).

- Die öffentliche Hand als Vorzeigebispiel

Die öffentliche Hand hat die Möglichkeit durch ihre Aktivitäten Akteur\*innen zu sensibilisieren, Vorbehalte abzubauen, Einsatzmöglichkeiten aufzuzeigen und Märkte zu schaffen. Dies kann durch die Berücksichtigung von Re-Use-Bauteilen in öffentlichen Ausschreibungen, die Initiierung von Leuchtturmprojekten, welche sowohl ein ressourceneffizientes Design als auch den Einsatz von Re-Use-Bauteilen enthalten (Allesch et al., 2019) und die Errichtung eines eigenen Lagers für gebrauchte Bauteile, erreicht werden (Gorgolewski, 2017). So sieht die Klima- und Energiestrategie Steiermark 2030 (Aktionsplan 2019-2021) beispielsweise die Prüfung und Festlegung von Re-Use-Quoten bei öffentlichen Bauvorhaben vor. Außerdem hat sie das Ziel den Anteil wiederverwendbarer Bauteile im Neubau zu erhöhen (Amt der Steiermärkischen Landesregierung, 2019).

In Dänemark gibt es das Ziel, dass bei öffentlichen Ausschreibungen Punkte vergeben werden, wenn nachweislich mit Re-Use-Bauteilen gearbeitet wird (Lex ReUse Workshop, 2019). In Belgien begleitet Rotor seit 2019 z.B. einen großen öffentlichen Bauträger in Brüssel, bei der Umsetzung von Prinzipien der Kreislaufwirtschaft (Rotor, 2020).

Ein Beispiel aus Paris zeigt, dass durch die Nachfrage großer Mengen an Re-Use-Bauteilen, neue Märkte entstehen können. Hier konnte eine Firma aufgrund der Nachfrage nach 22.000 m<sup>2</sup> gebrauchten Doppelboden, ein neues Geschäftsmodell entwickeln, welches noch immer besteht und um weitere Dienstleistungen rund um diese Bauteilkategorie erweitert wurde (Deweerd und Marilyn, 2020).

Öffentliche Auftraggeber wie beispielweise die BIG in Österreich, sind für die Errichtung und den Abbruch einer Vielzahl an Bauobjekten zuständig. Daher würde es sich für diese besonders anbieten, eine Strategie zu entwickeln, um Bauteile dieser Objekte eine Wiederverwendung zuzuführen. Dies ist z.B. durch die zeitliche Abstimmung zwischen Projekten oder die Gründung eines eigenen Lagers für Re-Use-Bauteile möglich (Gorgolewski, 2017). Einen ersten Schritt hat die BIG in Österreich, durch die Zusammenarbeit mit dem Baukarussell schon gemacht.

- Förderung von gemeinnützigen/sozialwirtschaftlichen Vereinen im Bereich Re-Use

Internationale Praxisbeispiele zeigen, dass gemeinnützige/sozialwirtschaftliche Betriebe, welche sich mit dem Re-Use von Bauteilen beschäftigen, sich auf dem Markt etablieren können. Vor allem sind diese auch eine gute Möglichkeit, Langzeitarbeitslose zu qualifizieren und diese in den Arbeitsmarkt zu integrieren. Somit können sinnvolle Arbeitsplätze geschaffen werden (Hempel, 2019). Da für den Ausbau und die Aufbereitung der Bauteile jedoch spezifisches Fachwissen notwendig ist und Arbeitskräfte in Qualifizierungsbetrieben oft nur über kurze Zeiträume gehalten werden können (Ecolo, 2015), ist die großflächige Förderung solcher Vereine, für die Wiederverwendung von Bauteilen nur begrenzt sinnvoll.

In Brüssel und in Wallonien ist es beispielsweise gesetzlich vorgeschrieben, dass gemeinnützige/soziale Vereine die im Bereich der Wiederverwendung tätig sind, finanzielle Förderungen durch den Staat bekommen (Europäische Kommission, 2017).

- Verpflichtende Potentialerhebung von Re-Use-Bauteilen

Da die Potentialerhebung von Re-Use-Bauteilen bei Abbrüchen in Österreich noch nicht verpflichtend ist, wird diese nur durchgeführt, wenn Bauherr\*innen diese beauftragen bzw. selbst durchführen.

Die RBV sieht zwar vor, dass im Rahmen der Schad- und Störstofferkundung Re-Use-fähige Bauteile dokumentiert werden sollten, dies wird in der Praxis jedoch kaum durchgeführt (Scheibengraf, 2020). Wenn die Dokumentation von Re-Use-fähigen Bauteilen in der Schad- und Störstofferkundung gefordert wird, dann müssen die rückbaukundigen Personen auch dementsprechend ausgebildet werden (Meissner, 2020a). In der Ausbildung zur rückbaukundigen Person gemäß RBV wird jedoch das Thema Re-Use von Bauteilen nicht berücksichtigt.

Eine verpflichtende Potentialerhebung durch eine externe „Re-Use-kundige Person“ vorzuschreiben, wird von Meissner (2020a) und Scheibengraf (2020), aus finanziellen und organisatorischen Gründen nicht für sinnvoll angesehen. Außerdem ist die Wirkung, welche damit erreicht werden kann, für den Aufwand zu gering (Scheibengraf, 2020).

Eine verpflichtende Untersuchung der „Hauptbauteile“ könnte sich Scheibengraf (2020) im Rahmen der Schad- und Störstofferkundung jedoch vorstellen. Diese sollten jedoch anhand einer vorgegebenen Liste untersucht werden, welche z.B. auch durch Fotos oder Informationen zu Re-Use-fähigen Bauteilen ergänzt werden könnte.

Seattle in den USA ist das einzige Beispiel wo vor jedem Abbruch eine verpflichtende Potentialerhebung für Re-Use-Bauteile verbindlich vorgeschrieben ist. Sie ist mit der Durchführung eines Rückbaukonzeptes gekoppelt, aber wird unabhängig davon durchgeführt. Außerdem sollte sie von einem Experten im Bereich des Re-Use von Bauteilen durchgeführt werden. Die Behörden geben jedoch weder vor wer die Potentialerhebung durchführen soll, noch erwarten sie sich positive Ergebnisse. In der Praxis zeigt sich, dass deutlich mehr Bauteile einem Re-Use zugeführt werden, wenn die Potentialerhebung von einem unabhängigen Experten durchgeführt wird und nicht vom Abbruchunternehmen, dem Generalunternehmen oder dem Bauherrn (FCRBE, 2019).

Grundsätzlich ist jedoch die Kombination Rückbaukonzept und Re-Use-Potentialerhebung als sinnvoll anzusehen, wenn die Hauptunterschiede zwischen diesen beiden Ansätzen berücksichtigt werden (Deweerd und Marilyn, 2020).

Für die Durchführung von Potentialerhebungen gibt es mittlerweile schon eine Vielzahl an Leitfäden und Online-Tools. Rotor hat beispielsweise schon einen Leitfaden und eine App für die Potentialerhebung erstellt. Im Projekt BAMB wird derzeit an einem Online-Tool gearbeitet (FCRBE, 2019).

- Festlegung von Zeiträumen für den Rückbau von Bauteilen

In Kalifornien regeln die Behörden, dass vor dem eigentlichen Abbruch ein Zeitraum (durchschnittlich zehn Tage) reserviert werden muss, um Bauteile für eine Wiederverwendung rückzubauen (Icibaci, 2019). Details zur genauen Umsetzung sind nicht bekannt. Scheibengraf (2020) könnte sich so eine Regelung nur für große Abbruchobjekte mit langer Vorlaufzeit vorstellen. Meissner (2020a) sieht bei diesem Vorschlag Probleme bei der Festlegung von Bedingungen für die Umsetzung.

Eine gut durchdachte Regelung für die Festlegung von Zeiträumen für den Rückbau von Bauteilen, wäre jedoch sehr sinnvoll, da der zeitliche Druck bei den Abbrucharbeiten, oft als ausschlaggebendes Hemmnis für die Wiederverwendung angesehen wird.

- „grüne Zertifikate“ für Abbruchunternehmen und Architekten können auch eine Form von Anreiz sein, um die Wiederverwendung zu fördern (Icibaci, 2019). Dies könnte eine sinnvolle Maßnahme sein, da „grüne Zertifikate“ gerne als Marketinginstrument verwendet werden.

#### **4.5.4 Strukturelle/technische Maßnahmen**

- Themen rund um die Kreislaufwirtschaft, den Rückbau und die Wiederverwendung von Bauteilen sollten stärker in die Ausbildung der relevanten Akteur\*innen integriert werden (Allesch et al., 2019).
- Es braucht Plattformen wie die HarvestMap, Opalis oder SalvoWeb, die das Angebot und die Nachfrage miteinander verbinden. Im Optimalfall werden die Bauteile direkt von der Baustelle weitergegeben.
- Es müssen Technologien weiterentwickelt werden, um den Ausbau, die Aufbereitung und die Untersuchung auf mögliche Schadstoffe zu erleichtern wie z.B. das Projekt REBRICK.

- Errichtung einer Plattform wo Bauherr\*innen freiwillig Bauteilhändler\*innen über geplante Abbrüche informieren können. Diese könnte ungenutzte Potentiale aufzeigen.
- Gebäude müssen wieder so gebaut werden, dass Bauteile in Zukunft wieder wiederverwendbar sind (Kneidinger und Kessler, 2020).
- Gesetzestexte müssen an die Wiederverwendung von Bauteilen angepasst werden bzw. sollten weitere politische Instrumente geprüft werden.

Abb. 25 zeigt potenzielle Bereiche, die durch die Förderung der Wiederverwendung positiv beeinflusst werden können.

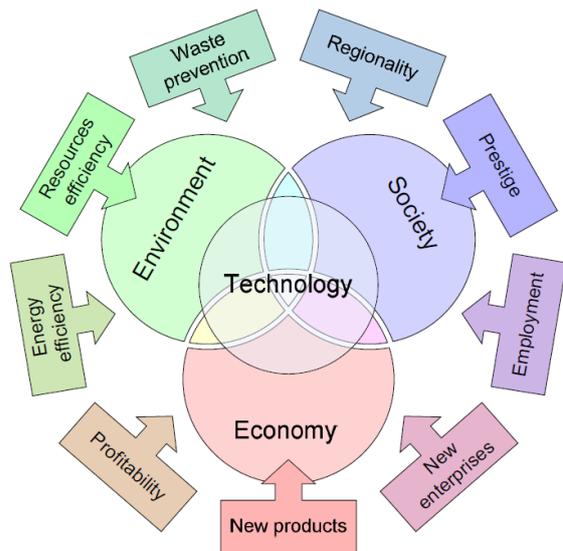


Abb. 25: Erwartete Vorteile durch die Wiederverwendung von Bauteilen (Hradil, 2014)

## 5. Diskussion und Schlussfolgerungen

Im gewerblichen Bereich in Österreich findet die Wiederverwendung von Bauteilen hauptsächlich im Bereich der historisch wertvollen Bauteile statt. Hier haben sich schon unterschiedliche Bauteilhändler\*innen etabliert, welche im Bausektor gut vernetzt sind. Die in diesem Bereich wiederverwendeten Bauteile sind vielfältig, wobei vor allem Bauteile mit geringen bautechnischen Anforderungen wiederverwendet werden. Die am häufigsten wiederverwendeten Bauteile sind unter anderem Holzböden, Türen, Mauerziegel, Fliesen, Altholz, Fenster, Stufen und diverse Geländer. Jedoch findet in Österreich derzeit größtenteils nur ein „Rosinenpicken“ der Bauteile statt.

Anhand der Fallbeispiele und der Fallstudie konnte nochmals aufgezeigt werden, dass es für „jüngere“ Bauteile in Österreich kaum Abnehmer gibt. Diese bestehen oft aus qualitativ minderwertigen Materialien und sind nicht für eine lange Nutzungsdauer ausgelegt. Vor allem wurden und werden diese auch oft so verbaut, dass ein zerstörungsfreier Rückbau nicht immer möglich ist. Außerdem zeigt sich, dass in Österreich gebrauchte Bauteile einen geringen Stellenwert haben.

Es besteht jedoch auch ein hohes Potential für die Wiederverwendung von Bauteilen wie z.B. vorgefertigte Fassadenelemente, vorgefertigte Bodenplatten, modulare Trennwände von Bürogebäuden, abgehängte Decken (Geerts et al., 2020) und Sanitäreinrichtungen.

Initiativen wie das BauKarussell und die Materialnomaden sind von großer Bedeutung, da diese Pionierarbeit leisten und vorangehen. Es gilt jedoch abzuwarten, ob diese in Zukunft den Absprung zu einer wirtschaftlichen Umsetzung schaffen. Diese wird auch sehr stark von der Umsetzung politischer Maßnahmen abhängig sein.

Die internationalen Praxisbeispiele zeigen, dass durch verschiedene Geschäftsmodelle, sowohl die Wiederverwendung von historischen als auch von „jüngeren“ Bauteilen wirtschaftlich durchführbar ist. Historische Bauteile bringen jedoch deutlich höhere Profite. Außerdem zeigen diese Beispiele, dass die Re-Use-Architektur architektonisch wertvoll sein kann.

Diese Arbeit hat weiters aufgezeigt, dass die Kombination Abbruchunternehmen/Rückbauunternehmen und Bauteilhandel bzw. gemeinnützige/sozialwirtschaftliche Betriebe, welche sich mit dem Re-Use von Bauteilen beschäftigen, als vielversprechende Geschäftsmodelle angesehen werden können. Außerdem hat das Beispiel Altholz gezeigt, dass ein Angebot gebrauchter Bauteile in Baumärkten ökonomisch sinnvoll sein kann. Grundsätzlich muss immer berücksichtigt werden, dass die Wirtschaftlichkeit der Wiederverwendung von einer Vielzahl an Faktoren abhängig ist und für jedes Bauteil individuell bestimmt werden muss. Um diese beurteilen zu können, braucht es langjährige Erfahrung.

In der Branche wird oft davon ausgegangen, dass die Wiederverwendung von Bauteilen teurer ist (insbesondere bei größeren Projekten). Es ist wichtig zu verstehen, dass die Wiederverwendung in der Regel eine einzigartige Kostenaufteilung aufweist, die sich deutlich von einem regulären Projekt unterscheidet, da es untypische Kosten gibt (Gorgolewski, 2017). Die in dieser Arbeit vorgestellten Projekte haben aufgezeigt, dass die Wiederverwendung von Bauteilen, auch für größere Projekte, nicht zwingend teurer sein muss. Auf europäischer Ebene hat sich gezeigt, dass sich einige

Architekt\*innen schon spezifisches Wissen bezogen auf die Wiederverwendung von Bauteilen angeeignet haben und damit ihr Geschäftsfeld erweitern.

Die Arbeit mit Re-Use-Bauteilen ist jedoch oft mit Unsicherheit verbunden und erfordert eine gewisse Flexibilität. Dies kann jedoch auch eine Möglichkeit sein, die Rolle und den Einfluss von Architekten zu überdenken. Neue Aufgabengebiete könnten beispielsweise die Potentialerhebung von Re-Use-fähigen Bauteilen, die Beschaffung und die Suche nach gebrauchten Bauteilen und die Erarbeitung von Wiederverwendungsstrategien sein (Geerts et al., 2020).

In Österreich ist Re-Use derzeit vor allem für kleinere Bauprojekte umsetzbar, da nur geringe Mengen an Re-Use-Bauteilen gehandelt werden. Zu berücksichtigen ist, dass die Wiederverwendung EU-weit derzeit überwiegend im Heimwerkerbereich stattfindet, z.B. für Renovierungsarbeiten. Außerdem hat sich EU-weit gezeigt, dass die Lagerkosten von großer Bedeutung sind. Daher ist eines der prioritären Ziele vieler Akteur\*innen, die Bauteile direkt vom Abbruchobjekt, an den potenziellen Kunden weiterzugeben. Die Lagerung wird oft nur für historische Bauteile in Kauf genommen, da diese zu teureren Preisen als Neuprodukte verkauft werden können und somit auch als „Luxusprodukte“ angesehen werden können.

Außerdem nimmt in Österreich die Wiederverwendung von Bauteilen, im Vergleich zu Ländern wie Dänemark, Holland, Frankreich, die Schweiz, England und der USA, noch einen eher geringen Stellenwert ein. Die Wiederverwendung von Bauteilen stellt jedoch europaweit nur eine Nische dar. In Österreich (Dethlefsen, 2020; Kneidinger and Kessler, 2020; Neitsch, 2018) und auch in Norwegen (Nordby, 2019) wird das vorhandene Re-Use-Potential (aus technischer Sicht) von Experten, bezogen auf den gesamten Gebäudebestand, jedoch auf ca. 10 % der Masse der Abbruchgebäude geschätzt. Der Anteil der gut rückbaubaren Gebäude wird sich jedoch weiter verringern und die aktuellen Bauweisen bergen ein deutlich geringeres Re-Use-Potential.

Für das Bauen wurden noch nie so viele verschiedene Materialien und Verbundstoffe verwendet wie heute (Bauteilnetz Deutschland, 2015). Dies hat eine negative Auswirkung auf die Rückbaufähigkeit von Bauteilen. Werden diese bestehenden Bauweisen beibehalten, dann wird der Anteil wiederverwendeter Bauteile weiter abnehmen.

Es gibt jedoch derzeit vielversprechende Projekte, die zeigen das auch heute noch so gebaut werden kann, dass ein Großteil der verbauten Bauteile nach deren Nutzungsdauer potenziell wiederverwendbar sind. Das Projekt „Circle House“ in Dänemark hat gezeigt dass es möglich ist, Gebäude so zu errichten, dass 90 % der Materialien wiederverwendet werden können (Dethlefsen, 2020). Dies zeigt auf, welche Möglichkeiten in der Zukunft bestehen könnten. Die Literaturrecherche hat jedoch ergeben, dass sich der Großteil der aktuellen Forschungsprojekte auf recyclinggerechte Bauweisen fokussiert und die Wiederverwendung oft nur eine untergeordnete Rolle spielt.

Außerdem von Bedeutung ist, dass wenn der gesamte Lebenszyklus betrachtet wird, die Anwendung von „Design for Re-Use“ oder „Design for Recycling“ Prinzipien bei der Errichtung eines Gebäudes, nicht mit höheren Kosten verbunden ist (Allesch et al., 2019).

Der zerstörungsfreie Rückbau ist bei einem Großteil der Bauteile technisch möglich, vor allem bei historischen Bauteilen ist dieser oft mit einem geringen Aufwand verbunden. Es hat sich jedoch auch gezeigt, dass die Wiederverwendung aus bautechnischer Sicht nicht immer möglich ist. Daher birgt die Verbindung der

Wiederverwendung mit einer Weiterverwendung bzw. Upcycling große Chancen. Somit können die Möglichkeiten, Bauteile einem Kreislauf zuzuführen, erweitert werden und vor allem das Upcycling bringt oft einen besonderen architektonischen Mehrwert.

Diese Arbeit hat außerdem gezeigt, dass es auch für Bauteile (z.B. Sanitärobjekte wie Duschtassen, WCs und Urinale) welche aus technischer Sicht für eine Wiederverwendung geeignet sind und welche aus ökonomischer Sicht gewinnbringend wären, auf Grund der kulturellen Barriere keinen Markt gibt.

Um die Wiederverwendung von Bauteilen voranzutreiben müssen Bauherren\*innen, Projektentwickler\*innen, Architekten\*innen und andere ausführende Gewerbe zusammenarbeiten. Erst wenn diese Zusammenarbeit gegeben ist, können sich neue und effiziente Logistikketten entwickeln und durch Skaleneffekte eine wirtschaftliche Umsetzung ermöglichen. Außerdem ist es von großer Bedeutung, dass die relevanten Akteur\*innen bereit sind, sich dieser Herausforderung zu stellen.

Weiters müssen sich in Zukunft Geschäftsmodelle entwickeln, die das Angebot und die Nachfrage von Bauteilen zeitlich zusammenbringen. Ob solche Geschäftsmodelle entstehen hängt natürlich stark von den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen ab.

Der Wiederverwendung von Bauteilen stehen jedoch auch eine Vielzahl an Hindernissen gegenüber, die überwunden werden müssen. Es liegen jedoch bereits einige Vorschläge für Maßnahmen zur Förderung der Wiederverwendung auf dem Tisch. Eine Umsetzung stellt sich jedoch aufgrund der Vielzahl der betroffenen Akteur\*innen als schwierig dar. Vor allem der Lobbyismus stellt auch eine große Hürde dar.

Neben der Wiederverwendung von Bauteilen birgt auch die adaptive Wiederverwendung ein großes Potential. Vor allem Gründerzeithäuser bieten viele Möglichkeiten einer Umnutzung (Deinhammer und Schrenk, 2019; Lederer, 2020).

Grundsätzlich ist erkennbar, dass der politische Schwerpunkt überwiegend auf der Energieeffizienz der Gebäude liegt. Die Kreislaufwirtschaft im Bauwesen spielt eine geringere Rolle. Die europäische und nationale Gesetzgebung nimmt sich zwar zum Ziel die Wiederverwendung von Bauteilen zu fördern, die Umsetzung ist jedoch mangelhaft. Dies zeigt sich z.B. anhand der BauproduktenVO oder anhand der nicht als verbindlich auslegbaren Formulierungen der RBV. Die RBV hat es jedoch geschafft, im Bausektor auf das Re-Use von Bauteilen aufmerksam zu machen.

Ohne konkrete politische Eingriffe wird eine strukturelle Änderung des Bausektors in Österreich in nächster Zeit schwierig umsetzbar sein. Langfristig geht Hradil (2014) davon aus, dass die Rentabilität der Wiederverwendung in Zukunft immer größer wird, da die Rohstoffpreise und die Deponierung teurer werden und die Kosten für den Rückbau aufgrund neuer Technologien und nachhaltiger Bauweisen, sinken werden.

Die Thematik „Ressourceneffizienz“, „Abfallvermeidung“ und „Kreislaufwirtschaft“ gewinnt derzeit auf diversen Ebenen an Bedeutung und finden sich z.B. in Strategiepapieren wie dem „Green Deal“ oder der „Smart City Rahmenstrategie in Wien“, wieder. Dies sind hoffnungsbringende Voraussetzungen, damit die Wiederverwendung von Bauteilen im Bauwesen weiter vorangetrieben werden kann.

## 6. Literaturverzeichnis

- Abfallnachweisverordnung, 2012. Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Nachweispflicht über Abfälle: (Abfallnachweisverordnung 2012 – ANV 2012).
- Allesch, A., Laner, D., Roithner, C., Fazeni-Fraisl, K., Lindorfer, J., Moser, S., Schwarz, M., 2019. Energie-und Ressourceneinsparung durch Urban Mining-Ansätze. Projektbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr Innovation und Tehnologie (BMVIT), Wien.
- altholz.net, 2020. Original handgehackt, <https://www.altholz.net/oberflaechen/orig-handgehackt> (Zugriff am 11.06.2020).
- Amt der Steiermärkischen Landesregierung, 2019. Klima- und Energiestrategie Steiermark 2030. Aktionsplan 2019-2021, Graz.
- Antikholz, 2020. Altholz, <https://www.antikholz.info/altholz/> (Zugriff am 11.06.2020).
- EU-Abfallrahmenrichtlinie, 2008. Richtlinie 2008/98/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 19. November 2008 über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien.
- AWG, 2002. Bundesgesetz über eine nachhaltige Abfallwirtschaft (Abfallwirtschaftsgesetz 2002 – AWG 2002), Fassung vom 11.06.2020.
- BauKarussell, 2020. Dienstleistungspaket für Bauherren, <https://www.baukarussell.at/> (Zugriff am 11.06.2020).
- Baunetzwissen, 2019. Glossar, <https://www.baunetzwissen.de/glossar/a> (Zugriff am 11.06.2020).
- Baustoffliste ÖE, 2015. Verordnung des österreichischen Instituts für Bautechnik (OIB) über die Baustoffliste ÖE, Wien.
- Baustoffmanufaktur, 2020. Alter Baustoff Ziegel, <http://www.baustoffmanufaktur.at/ziegel/> (Zugriff am 11.06.2020).
- Bauteilbörse Bremen, Wir über uns, [http://www.bauteilboerse-bremen.de/btb/website/cms?cms\\_knuuid=5c94f6d5-d9b5-4300-a6f3-99631b3433b4](http://www.bauteilboerse-bremen.de/btb/website/cms?cms_knuuid=5c94f6d5-d9b5-4300-a6f3-99631b3433b4) (Zugriff am 11.06.2020).
- Bauteilclick.ch, 2020. Mitglied werden, <https://www.bauteilclick.ch/> (Zugriff am 11.06.2020).
- Bauteilnetz Deutschland, 2015. Entwicklung zukunftsfähiger Instrumente zum bewussteren Umgang mit gebrauchten Bauteilen. Abschlussbericht Bauteilnetz Deutschland, Bremen.
- Bauteilnetz Deutschland, 2020. Beratung und Angebote, <http://www.bauteilnetz.de/> (Zugriff am 11.06.2020).
- Bauwelt, 2018. Architektur im Rückwertsgang, <https://www.bauwelt.de/themen/betrifft/Architektur-im-Rueckwaertsgang-Recycling-Wiederverwendung-von-Baumaterialien-Rotor-3189877.html> (Zugriff am 11.06.2020).
- Beilhammer, M., 2015. Alte Fliesen aufbereiten. 8 DOs & DONTs, <http://www.architekturwelt.de/alte-fliesen-aufbereiten-8-dos-donts/> (Zugriff am 11.06.2020).

- Bernard, E., Kruml, M., Kupf, M., Zimmermann, L., 2014. Wiener Fenster. Gestaltung und Erhaltung. Forschungsbericht im Auftrag der MA 19 - Architektur und Stadtgestaltung, Wien.
- Bertin, I., Lebrun, F., Braham, N., Le Roy, R., 2019. Construction, deconstruction, reuse of the structural elements. The circular economy to reach zero carbon, 1 ed. IOP Publishing, p. 012020, <http://doi:10.1088/1755-1315/323/1/012020>.
- BMK, 2020. Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich. Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, Wien.
- BMLFUW, 2016. Gebäudebewertungssysteme im Vergleich. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, <https://www.klimaaktiv.at/> (Zugriff am 11.06.2020).
- BMLRT, 2016. Recycling-Baustoffverordnung. Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus, <https://www.bmlrt.gv.at/umwelt/abfall-ressourcen/abfall-atlastenrecht/awg-verordnungen/recyclingbaustoffvo.html> (Zugriff am 11.06.2020).
- Bodenprofis, 2019. Dielen oder Parkett: ähnlich, aber eigenständig, <https://www.bodenprofis.de/parkett/dielenboden/vergleich> (Zugriff am 11.06.2020).
- Bougrain, F., Laurenceau, S., 2017. Reuse of building components: an economic analysis. International HISER Conference on Advances in Recycling and Management of Construction and Demolition Waste, Delft University of Technology.
- Bauproduktenverordnung (EU), 2011. Verordnung 305/2011 des europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates.
- Brita Marx Entsorgungsfachbetrieb GmbH, 2020. Bauteilbörse Berlin-Brandenburg, <https://brita-marx.de/bauteilboerse/> (Zugriff am 11.06.2020).
- Brütting, J., De Wolf, C., Fivet, C., 2019. The reuse of load-bearing components. Journal of Earth and Environmental Science 225, <http://doi:10.1088/1755-1315/225/1/012025>
- Butera, S., Oberender, A., Birkemark Olesen, K., 2016. Wiederverwendung von Ziegeln: Innovationen, dänische Erfahrungen und Perspektiven., in: Waltjen, T., Bauer, B. (Eds.), Tagungsband: Wiener Kongress für zukunftsfähiges Bauen. Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie., Wien, pp. 55-56.
- CHEMIE.DE, 2020. Backstein, <https://www.chemie.de/lexikon/Backstein.html#Herstellung> (Zugriff am 11.06.2020).
- Coca-Cola Österreich, 2020. Als Coca-Cola nach Österreich kam, <https://www.coca-cola-oesterreich.at/uber-uns/geschichte/als-coca-cola-nach-osterreich-kam> (Zugriff am 11.06.2020).
- Das Plattenportal, 2019. Über die Palte, <https://www.jeder-qm-du.de/ueber-die-platte/detail/wiener-flur-heinz-nittel-hof/> (Zugriff am 11.06.2020).
- Daxbeck, H., Neumayer, S., DeNeef, D., Gassner, A., Becker, S., Buschmann, H., Rosenbach, E., Hippacher, H., 2015a. Rahmenbedingungen für den Aufbau und Initiierung eines regionalen Wiederverwendungsnetzwerkes für Bauteile aus dem Bauwesen als Beitrag zur Ressourcenschonung (Projekt: RaABa). Endbericht der Ressourcen Management Agentur, Wien.

- Daxbeck, H., Neumayer, S., DeNeef, D., Gassner, A., Becker, S., Buschmann, H., Rosenbach, E., Hippacher, H., 2015b. Rahmenbedingungen für den Aufbau und Initiierung eines regionalen Wiederverwendungsnetzwerkes für Bauteile aus dem Bauwesen als Beitrag zur Ressourcenschonung (Projekt: RaABa). Handbuch der Ressourcen Management Agentur, Wien.
- Dean, B., Dulac, J., Petrichenko, K., Graham, P., 2016. Towards zero-emission efficient and resilient buildings. Global Status Report.
- Dechantsreiter, U., 2015a. Bauteile wiederverwenden - Werte entdecken. Oekom Verlag, München.
- Dechantsreiter, U., Mettke, A., Asmus, S., Schmidt, S., Horst, P., Knappe, F., Reinhardt, J., Theis, S., Lau, J.J., 2015b. Instrumente zur Wiederverwendung von Bauteilen und hochwertigen Verwertung von Baustoffen. Forschungsbericht im Auftrag des Umweltbundesamt Deutschland, Dessau-Roßlau.
- Deine Tür, 2019. Trittschall, <https://www.deinetuer.at/wiki/trittschall#> (Zugriff am 11.06.2020).
- Deinhammer, A.-V., Schrenk, C., 2019. Circular City Wien. Vortrag im Rahmen der Vortragsreihe Ressourcenmanagement und Abfallwirtschaft an der TU Wien.
- DER STANDARD, 2018. Die Zukunft des Franz-Josefs-Bahnhofs in Wien bleibt ungewiss, <https://www.derstandard.at/story/2000072996776/die-zukunft-des-franz-josefs-bahnhof-in-wien-bleibt-ungewiss> (Zugriff am 11.06.2020).
- Dethlefsen, S.M., 2020. Materialkreislaufgeschichten - verschiedene Stationen von re:use fähigen Produkten., in: Waltjen, T. (Ed.), Tagungsband: Wiener Kongress für zukunftsfähiges Bauen. Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie., Wien, pp. 44-47.
- Deutsche Säge- und Holzindustrie Bundesverband e.V., Stadt als Ressource: "Die Kaskadennutzung von Holz ist eine riesige Chance, die bislang vernachlässigt wird", <https://saegewerkskongress.de/annette-hillebrandt> (Zugriff am 11.06.2020).
- DeutscheWirtschaftsNachrichten, 2019. Studie: Weltweite Plattenbau-Renaissance in Sicht, <https://deutsche-wirtschafts-nachrichten.de/500619> (Zugriff am 11.06.2020).
- Deweerd, M., Marilyn, M., 2020. A guide for identifying the reuse potential of construction products: Working Draft version, 29 March 2020 ;Project Report.
- Durmisevic, E., Beurskens, P.R., Adrosevic, R., Westerdijk, R., 2017. Systemic view on reuse potential of building elements, components and systems-comprehensive framework for assessing reuse potential of building elements.
- Ecolo, 2015. Beuteilnetz-Europa-Konferenz zur grenzüberschreitenden Vernetzung und zum Erfahrungsaustausch 2014 in Bremen. Abschlussbericht, Bremen.
- energie-experten, 2016. Alte Heizkörper austauschen und entsorgen, <https://www.energie-experten.org/heizung/heizungstechnik/heizkoerper/alte.html> (Zugriff am 11.06.2020).
- energie:bau, 2016. Portal für Architektur und Technik, Urban Mining, <https://www.energiebau.at/bauen-sanieren/2366-urban-mining> (Zugriff am 11.06.2020).
- Europäische Kommission, 2014. Effizienter Ressourceneinsatz im Gebäudesektor. COM (2014) 445 final, Brüssel.
- Europäische Kommission, 2017. Resource Efficient Use of Mixed Wastes: Improving management construction and demolition waste: Final report, Deloitte Frankreich.

- Europäische Union, 2020. Regulations, Directives and other acts, [https://europa.eu/european-union/eu-law/legal-acts\\_en](https://europa.eu/european-union/eu-law/legal-acts_en) (Zugriff am 11.06.2020).
- FCRBE, 2019. Interreg FCRBE. Review of existing pre-demolition tolls, policies, resources for identifying, quantifying and organizing the reclamation of reusable elements. Project Report.
- Gamle Mursten, 2018. Wiederverwendung von Ziegeln. Dänische Umweltschutzbehörde, <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2018/04/978-87-93710-01-6.pdf> (Zugriff am 11.06.2020).
- Gamle Mursten, 2020, <http://en.gamlemursten.dk/> (Zugriff am 11.06.2020).
- Geerts, G., Ghyoot, M., Naval, S., 2020. A guide for facilitating the integration of reclaimed building materials in large-scale projects and public tenders. Working Draft version, 26 March 2020. .
- Gillier-Krajc, C., 2020. MedUni Campus Mariannengasse Wien: Bundesimmobiliengesellschaft m.b.H. Vortrag bei der Re-Use Konferenz, Graz.
- Gorgolewski, M., 2017. Resource Salvation: The Architecture of Reuse. Hoboken, New Jersey.
- Grabuschnig, L., 2018. Abbruchwesen und Baustoffrecycling in Österreich am Beispiel eines Wieder Gründerzeithauses. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien.
- Grimm, R., 2014. Der Unterschied zwischen Steingut- und Steinzeugfliesen, [https://www.baustoffwissen.de/baustoffe/baustoffknowhow/boden\\_und\\_wand/dichte-steingutfliessen-steinzeugfliesen/](https://www.baustoffwissen.de/baustoffe/baustoffknowhow/boden_und_wand/dichte-steingutfliessen-steinzeugfliesen/) (Zugriff am 11.06.2020).
- Heizsparer, 2019. Heizkörper Typen, <https://www.heizsparer.de/heizung/heizkorper/heizkoerper-typen> (Zugriff am 11.06.2020).
- Hempel, N., 2019. Die Bauteilwiederverwendung als Soziale Innovation für eine nachhaltige Entwicklung. Bachelorarbeit an der Hochschule München.
- Hillebrandt, A., 2018. Architekturkreisläufe - Urban-Mining-Design, in: Hillebrandt, A., Riegler-Floor, P., Rosen, A., Seggewies, J.-K. (Eds.), Atlas Recycling: Gebäude als Materialressource. Detail Business Information GmbH, München, pp. 10-15.
- Hillebrandt, A., Seggewies, J.-K., 2018. Recyclingpotenziale von Baustoffen., Atlas Recycling: Gebäude als Materialressource. Detail Business Information GmbH, München, pp. 58-101.
- Hiltbrunner AG, 2020, <https://www.hiltbrunnerag.ch/home.html> (Zugriff am 11.06.2020).
- Hobbs, G., Adams, K., 2017. Reuse of building products and materials - barriers and opportunities. International HISER Conference on Advances in Recycling and Management of Construction and Demolition Waste, Delft University of Technology.
- Hoffmann, H., 2018. Elastischer Standard - Urban Mining und Computational Design., in: Hillebrandt, A., Riegler-Floor, P., Rosen, A., Seggewies, J.-K. (Eds.), Atlas Recycling: Gebäude als Materialressource. Detail Business Information GmbH, München, pp. 34-35.
- Hradil, P., 2014. Barriers and opportunities of structural elements re-use. Research Report. VTT Technical Research Centre of Finland, Espoo.

- Huber-Reichel, A., 2018. Jahrestag Bau: Standards für die Baudenkmalpflege, <https://www.youtube.com/watch?v=0IEhRLNDnqo> (Zugriff am 11.06.2020).
- Hubmann, R., 2020. Kreislaufwirtschaft - ReUse Management Siemens AG Österreich. Vortrag bei der Re-Use Konferenz, Graz.
- Huffmeijer, F.J.M., Damen, A.A.J., 1995. Levensduur van bouwproducten: Praktijkwaarden. Rotterdam (Stichting Bouwresearch). (Zugriff am 11.06.2020).
- Iacovidou, E., Purnell, P., Lim, M.K., 2018. The use of smart technologies in enabling construction components reuse: A viable method or a problem creating solution? *Journal of environmental management* 216, 214-223, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.04.093>.
- IBO, 2017. Österreichisches Institut für Baubiologie und Ökologie 2017. Holzschutz: Dekontamination von Holzschutzmittel-belasteten Holz, <https://www.ibo.at/wissensverbreitung/ibomagazin-online/ibo-magazin-artikel/data/holzschutz/> (Zugriff am 11.06.2020).
- Icibaci, L., 2019. Re-use of Building Products in the Netherlands: The development of a metabolism based assessment approach. Dissertation at the Delft University of Technology.
- IEMB, 2006. Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken e.V. an der TU Berlin 2006. Lebensdauer von Bauteilen und Bauteilschichten, Projektbericht, Berlin.
- Josefsson, T.A., 2019. form follows availability: the reuse revolution. Master's Thesis at the Chalmers University of Technology.
- Kaiser, O., 2019. Rückbau im Hochbau - Aktuelle Praxis und Potentiale der Ressourcenschonung, Kurzanalyse Nr. 26 ed. VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH (VDI ZRE), Berlin.
- Kanters, J., 2018. Design for deconstruction in the design process: State of the art. *Buildings* 8, 150, <https://doi.org/10.3390/buildings8110150>.
- Kleemann, F., Lederer, J., Fellner, J., 2015. Hochbauten als Wertstoffquelle: Ein Projekt der Stadtbaudirektion Wien und dem Christian Doppler Labor für Anthropogene Ressourcen an der Technischen Universität Wien, Wien.
- klimaaktiv, 2018. Gebäudebewertungssysteme im Vergleich 2016, <https://www.klimaaktiv.at/bauen-sanieren/gebaeudedeklaration/vergleich-gebaeudebewertungssysteme-2016.html> (Zugriff am 11.06.2020).
- Knaus, U., 2019. Holzbauanteil steigt in Österreich kontinuierlich. *Holzkurier*, <https://www.holzkurier.com/holzbau/2019/07/holzbauanteil-steigt-in-oesterreich-kontinuierlich.html> (Zugriff am 11.06.2020).
- Kneidinger, P., Kessler, A., 2020. Re-Use - Abfallwirtschaft oder Architektur. Vortrag bei der IG Architektur, Wien.
- Kropik, P., 2020. Geschäftsführer der Baustoffmanufaktur. Persönliche Mitteilung vom 25.02.2020, Wien.
- Kuikka, S., 2020. LCA of the demolition of a building. Master's Thesis at the Chalmers University of Technology.
- Köppl, A., 2020. Instrumente zur Förderung von Reparaturdienstleistungen: Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung. Vortrag im Rahmen der Re-Use Konferenz 2020, Graz.

- Köppl, A., Loretz, S., Meyer, I., Schratzenstaller, M., 2019. Effekte eines ermäßigten Mehrwertsteuersatzes für Reparaturdienstleistungen. Projektbericht des Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung, Wien.
- Lackner, H., 2018. CE-ÖE, ÜA-ÖA...alles klar?: Österreichische Bauzeitung, <https://www.bauforum.at/bauzeitung/ce-oe-uea-oea-alles-klar-166289> (Zugriff am 11.06.2020).
- Lederer, J., 2020. Gebäude in Wien aus materieller Perspektive. Vortrag bei der Vortragsreihe Ressourcenmanagement und Abfallwirtschaft an der TU Wien, Wien.
- Lendager Group, 2020, <https://lendager.com/en/architecture/resource-rows/> (Zugriff am 11.06.2020).
- magdas, 2020. magdas Philosophie, <https://www.magdas.at/> (Zugriff am 11.06.2020).
- Martinkauppi, K., 2020. Kreislaufwirtschaft - unterwegs zu einer Überarbeitung der Bauproduktenverordnung. Vortrag beim Wiener Kongress für zukunftsfähiges Bauen, Wien.
- Materialnomaden, 2019, <https://www.materialnomaden.at/> (Zugriff am 11.06.2020).
- Meissner, M., 2019. Kreislaufwirtschaft im Rückbau Konzeption, Challenges und Chancen des BauKarussell-Ansatzes. Vortrag im Rahmen der Vortragsreihe Ressourcenmanagement und Abfallwirtschaft an der TU Wien, Wien.
- Meissner, M., 2020a. Gesellschafter der pulswerk GmbH und Mitglied des Österr. Ökologie-Institutes. Persönliche Mitteilung vom 18.02.2020, Wien.
- Meissner, M., 2020b. Social Urban Mining als Baustein in Richtung CE & und BauKarussell als neuer Partner im Rückbau. Vortrag bei der Re-Use Konferenz, Graz.
- Meissner, M., Schwarzmüller, E., Neitsch, M., Wagner, M., 2019. Re-Use von Produkten: Leitfaden zur Feststellung des Abfallendes bei der Vorbereitung zur Wiederverwendung, Österreichisches-Ökologieinstitut Wien.
- Mettke, A., Arnold, V., Schmidt, S., 2019. Erste Schritte zum Urban Mining, in: Leal Filho, W. (Ed.), Aktuelle Ansätze zur Umsetzung der UN-Nachhaltigkeitsziele. Springer, Berlin, pp. 113-133.
- Mikulits, R., 2020. Perspektiven für eine Überarbeitung der Bauproduktenverordnung. Vortrag beim Wiener Kongress für zukunftsfähiges Bauen, Wien.
- Neitsch, M., 2018. Re-Use und Jobs in Zahlen. EAG, Textilien, Möbel, Baubereich. . Vortrag bei der Re-Use Konferenz, Graz.
- Neitsch, M., Meissner, M., Grünberger, R., 2017. Machbarkeits-Untersuchung: Re-Use von ganzen Bauteilen aus dem Bausektor in Österreich. RepaNet, Wien.
- Neitsch, M., Wagner, M., Sparer, G., 2018. RepanNET, Re-Use und Reparaturnetzwerk Österreich, Tätigkeitsbericht 2017, Wien.
- Nordby, A.S., 2019. Barriers and opportunities to reuse of building materials in the Norwegian construction sector, 1 ed. IOP Publishing, p. 012061, <http://s:doi:10.1088/1755-1315/225/1/012061>
- oesterreich.gv.at, 2020. Baurecht und Bauordnungen, [https://www.oesterreich.gv.at/themen/bauen\\_wohnen\\_und\\_umwelt/bauen/Seite.2260200.html](https://www.oesterreich.gv.at/themen/bauen_wohnen_und_umwelt/bauen/Seite.2260200.html) (Zugriff am 11.06.2020).

- OIB, 2020a. Baustofflisten: Österreichisches Institut für Bautechnik, <https://www.oib.or.at/de/kennzeichnung-und-zulassung-von-bauprodukten/baustofflisten> (Zugriff am 11.06.2020).
- OIB, 2020b. Bautechnische Zulassung: Österreichisches Institut für Bautechnik, <https://www.oib.or.at/de/btz> (Zugriff am 11.06.2020).
- OIB, 2020c. Bewertungen ETA: Österreichisches Institut für Bautechnik, <https://www.oib.or.at/de/kennzeichnung-und-zulassung-von-bauprodukten/bewertungen> (Zugriff am 11.06.2020).
- OIB, 2020d. OIB-Richtlinien: Österreichisches Institut für Bautechnik, <https://www.oib.or.at/de/oib-richtlinien> (Zugriff am 11.06.2020).
- OIB-RL 6, 2015. Richtlinie des österreichischen Instituts für Bautechnik 6. Energieeinsparung und Wärmeschutz (Zugriff am 11.06.2020).
- OIB-RL, 2015. Richtlinien des österreichischen Instituts für Bautechnik.
- ORF, 2019. Wenn die Rohstoffe knapp werden: Bauen mit Schutt, <https://www.3sat.de/gesellschaft/politik-und-gesellschaft/wenn-die-rohstoffe-knapp-werden-110.html> (Zugriff 25.11.2019).
- Oude Bouwmaterialen, 2020, <http://www.oudebouwmaterialen.nl/> (Zugriff am 11.06.2020).
- Lex ReUse Workshop, 2019. Praxis-Workshop im Rahmen des Forschungsprojektes Lex ReUse der TU Wien und der Niederhuber und Partner Rechtsanwälte GmbH am 06.11.2019, Wien. Teilnehmer aus den Bereichen Bauwesen/Abbruchwesen, Architektur, Bauteilhandel, Schad- und Störstofferkundung, Wirtschaft und Experten/Ausführung Re-Use.
- Vertreter der Baubranche, 2020. Mitarbeiter eines oberösterreichischen Bau- und Abbruchunternehmens. Persönliche Mitteilung vom 26.02.2020, Wien.
- RBV, 2016. Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Pflichten bei Bau- oder Abbruchtätigkeiten, die Trennung und die Behandlung von bei Bau- oder Abbruchtätigkeiten anfallenden Abfällen, die Herstellung und das Abfallende von Recycling-Baustoffen (Recycling-Baustoffverordnung – RBV).
- Reisinger, H., Walter, B., Karigl, B., 2017. Entwicklung des Abfallvermeidungsprogramms 2017. Bericht des Umweltbundesamt Österreich, Wien.
- Riegler-Floors, P., Hillebrandt, A., 2018a. Architekturkreisläufe - Urban-Mining-Design, in: Hillebrandt, A., Riegler-Floor, P., Rosen, A., Seggewies, J.-K. (Eds.), Atlas Recycling: Gebäude als Materialressource. Detail Business Information GmbH, München, pp. 42-57.
- Riegler-Floors, P., Hillebrandt, A., 2018b. Kostenvergleich konventioneller und recyclinggerechter Konstruktionen., in: Hillebrandt, A., Riegler-Floor, P., Rosen, A., Seggewies, J.-K. (Eds.), Atlas Recycling: Gebäude als Materialressource. Detail Business Information GmbH, München, pp. 120-127.
- Rindler-Schantl, C.R., Mair, E.M., Kodydek, K., 2019. Circular Change: 42 richtungsweisende Gespräche. Social Design - Arts as Urban Innovation, Wien.
- Ritter, F., 2011. Lebensdauer von Bauteilen und Bauelementen: Modellierung und praxisnahe Prognose. Dissertation an der technischen Universität Darmstadt.

- Romm, T., 2019. Cinderellas's Critical Care: Von den Mühen der radikalen Veränderung., in: Rindler-Schantl, C.R., Mair, E.M., Kodydek, K. (Eds.), Circular Change: 42 richtungsweisende Gespräche. Social Design - Arts as Urban Innovation, Wien, pp. 214-219.
- Romm, T., 2020. WHITE PAPER KreislaufBAUwirtschaft: Standards für ressourcenschonendes Bauen. Vortrag beim Wiener Kongress für zukunftsfähiges Bauen, Wien.
- Rosen, A., 2018. Architekturkreisläufe - Urban-Mining-Design., in: Hillebrandt, A., Riegler-Floor, P., Rosen, A., Seggewies, J.-K. (Eds.), Atlas Recycling: Gebäude als Materialressource. Detail Business Information GmbH, München, pp. 108-113.
- Rotor, 2020, <http://rotordb.org/en> (Zugriff am 11.06.2020).
- Rotor Deconstruction, 2020, <https://rotordc.com/> (Zugriff am 11.06.2020).
- SalvoWeb, 2020, <https://www.salvoweb.com/> (Zugriff am 11.06.2020).
- Sanchez, B., Rausch, C., Haas, C., 2019. Deconstruction programming for adaptive reuse of buildings. Automation in Construction 107, 102921, <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102921>.
- Scharl, T., 2020. Gesellschafter bei Altholz Schlierbach. Persönliche Mitteilung vom 22.05.2020.
- Scheibengraf, M., 2020. Amtssachverständiger in Umweltbehörde der Stadt Wien MA 22, Fachbereich Abfall- und Ressourcenmanagement. Persönliche Mitteilung vom 24.02.2020.
- Schwarz, B., 2020. Geschäftsführer von Holz Schwarz. Schriftliche Mitteilung vom 23.05.2020.
- Seelig, L., 2018. Angelika Mettke; "Intakte Gebäude abreißen und schreddern? Das kam für mich nicht in Frage", <https://editionf.com/Interview-Angelika-Mettke-25-Frauen-Beton-Bauliches-Recycling/> (Zugriff am 11.06.2020).
- Seys, S., 2017. Vers un dépassement des freins réglementaires au réemploi des éléments de construction: Un meilleur cadre pour le réemploi de produits, pas d'obligation de marquage CE et un système d'évaluation ad hoc. Le bâti bruxellois, source de nouveaux matériaux (BBSM).
- SUPERLOCAL, 2019. Das Projekt, <https://www.superlocal.eu/superlocal/> (Zugriff am 11.06.2020).
- VABÖ, 2019. Baurestmassen. Verband Abfallberatung Österreich. VABÖ Blatt 2/2019.
- Vandkunsten Architects, 2016. Nordic Built Componente Reuse. Final Report, Kopenhagen.
- Verband österreichischer Ziegelwerke, 2019. Ziegel Technik, <https://www.ziegel.at/index.php/ziegeltechnik/baustoffe#heading-0> (Zugriff am 11.06.2020).
- Vissering, C.L., 2011. Levensduur van bouwproducten: methode voor referentiewaarden. SBR publication no. 624.11, Rotterdam.
- Vogel, G., 2020. Abfallwirtschaftliche Maßnahmen im Bereich Re-Use mit besonderer Effizienz . Vortrag im Rahmen der Re-Use Konferenz 2020 in Graz.
- Wahlström, M., zu Castell-Rüdenhausen, M., Hradil, P., Hauge-Smith, K., Oberender, A., Ahlm, M., Götbring, J., Hansen, J.B., 2019. Improving quality of construction &

demolition waste. Requirements for pre-demolition audit. Nordic Council of Ministers, Copenhagen.

Westermann, R., 2014. Bauteilbörsen: Qualität aus zweiter Hand, <https://www.beobachter.ch/wohnen/bauen-renovieren/bauteilborsen-qualitat-aus-zweiter-hand> (Zugriff am 11.06.2020).

WKO, 2010. Baurestmassen-Nachweisformular der Österreichischen Wirtschaftskammer.

WKO, 2018. Gewährleistung - Garantie - Schadenersatz - Produkthaftung - FAQs: Wirtschaftskammer Österreich, [https://www.wko.at/service/wirtschaftsrecht-gewerberecht/Gewaehrleistung\\_-\\_Garantie\\_-\\_Schadenersatz\\_-\\_Produkthaftun.html#heading\\_2\\_\\_Wie\\_lange\\_habe\\_ich\\_Gewaehrleistung\\_](https://www.wko.at/service/wirtschaftsrecht-gewerberecht/Gewaehrleistung_-_Garantie_-_Schadenersatz_-_Produkthaftun.html#heading_2__Wie_lange_habe_ich_Gewaehrleistung_) (Zugriff am 11.06.2020).

Wohnnet, 2019a. Dacheindeckungen: Der Materialüberblick, <https://www.wohnet.at/bauen/rohbau/dachdecken-material-16174> (Zugriff am 11.06.2020).

Wohnnet, 2019b. Fensterbänke: Materialien im Überblick, <https://www.wohnet.at/bauen/rohbau/fensterbaenke-ueberblick-material-4432550> (Zugriff am 11.06.2020).

wrap, 2008. Reclaimed building products guide: A guide to procuring reclaimed building products and materials for use in construction projects. Waste and Resources Action Programme, UK.

Ziegelkontor, 2020. Historische/antike Dachziegel, <https://www.ziegelkontor.de/historische-dachziegel.html>

ÖGNB, 2018. ÖGNB-Tool, <https://www.oegnb.net/zertifikat.htm?typ=wb&sop=7635,7613> (Zugriff am 11.06.2020).

Österreichischer Stahlbauverband, 2019. Stahlbau - Tehnologie mit Zukunft, <https://www.stahlbauverband.at/b1212m314/stahlbau---technologie-mit-zukunft--argumentarium-stahlbau> (Zugriff am 11.06.2020).

ÖWAV, 2018. Leitfaden zur Altholzsortierung, ÖWAV Arbeitsbehelf 60 des Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband, Wien.

---

## 6.1 Zusammenfassung der wichtigsten Fragen aus den Interviewleitfäden

- Welche Bauteile sind von besonderem Interesse für den Re-Use Bereich? Wer sind die Abnehmer? Nach welchen Kriterien wird entschieden, ob diverse Bauteile für eine Wiederverwendung geeignet sind?
- Bei welchen Bauteilen würden Sie eine Wiederverwendung besonders empfehlen?
- Worin sehen Sie die größten Hindernisse bei der Wiederverwendung von Bauteilen?
- Wie wird mit dem Risiko der Kontamination von Bauteilen mit Schadstoffen umgegangen?
- Gibt es das Problem, dass Unbefugte Bauteile aus den Abbruchgebäuden entnehmen? Wie kann dagegen vorgegangen werden?
- Wäre eine Plattform sinnvoll, wo Bauteilhändler Informationen zu abzubrechenden Bauobjekten erhalten?
- Wäre es sinnvoll bei Abbrüchen und Sanierungen ab einer bestimmten Größenordnung eine verpflichtende Erkundung (Potentialerhebung) durch eine „Reusekundige Person“ vorzuschreiben?
- Stimmt es, dass die Qualität der Schad- und Störstofferkundungen derzeit stark abnimmt? Könnte dies auch einen Einfluss auf die Wiederverwendung von Bauteilen haben?
- Was sind die Voraussetzungen für die Wirtschaftlichkeit des Rückbaus eines alten Dachstuhls? Wie hoch sind ca. die Anteile, welche nicht für eine Wiederverwendung geeignet sind? Woher stammt Altholz hauptsächlich?
- Wieviel Prozent der Altholzbalken werden direkt wiederverwendet und wieviel Prozent zu Brettern weiterverarbeitet?
- Was halten Sie davon, dass die Wiederverwendung in öffentlichen Ausschreibungen berücksichtigt wird?
- Ist eine Senkung der Umsatzsteuer auf Reparaturdienstleistungen bzw. auf den Verkauf von Re-Use Bauteilen sinnvoll?
- Wäre ein Dachverbund, wie es ihn in Deutschland oder der Schweiz gibt, für eine bessere Vernetzung des Re-Use Segments Ihrer Meinung nach sinnvoll?
- Wie hat sich die Wiederverwendung von Bauteilen in den letzten Jahren entwickelt? Ist ein Trend erkennbar?

## 6.2 Ausschnitt des Erhebungsbogens aus der Fallstudie

Objektbeschreibung	
Objektart:	Wohngebäude <input type="checkbox"/> Nicht-Wohngebäude <input type="checkbox"/> Nutzung als:
Bauperiode:	Vor 1918 <input type="checkbox"/> 1919 bis 1945 <input type="checkbox"/> 1946-1976 <input type="checkbox"/> 1977-1996 <input type="checkbox"/> nach 1996 <input type="checkbox"/> keine Inf. <input type="checkbox"/>
Geschoßanzahl (Anz.):	
Brutto(wohn)nutzfläche (m <sup>2</sup> ):	
Dachkonstruktion:	Flachdach <input type="checkbox"/> Schrägdach <input type="checkbox"/>
Bauweise:	Ziegelbauweise <input type="checkbox"/> Stahlbeton <input type="checkbox"/> Holzriegelkonstruktion <input type="checkbox"/> Stahlkonstruktion <input type="checkbox"/>
Geplante Tätigkeit:	Totalabbruch <input type="checkbox"/> Sanierung <input type="checkbox"/> Teilabbruch <input type="checkbox"/>
Schad- und Störstofferkundung zugänglich:	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>
Bauteilerhebungsbogen	
Fenster	
Holz:	Fenstertyp: Kastenfenster <input type="checkbox"/> Verbundfenster <input type="checkbox"/> Isolierglasfenster <input type="checkbox"/>
Stk.:	Abmessungen (cm): (x: /y: ) Baujahr: Marke:
voll funktionstüchtig: Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Beschädigungen: Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Welche:	
Anmerkungen:	
Türen	
Holz:	Innentür <input type="checkbox"/> Außentür <input type="checkbox"/>
Stk.:	Abmessungen (cm): (x: /y: ) Baujahr: Marke:
voll funktionstüchtig: Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Beschädigungen: Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Welche:	
Anmerkungen:	
Heizkörper	
Bauarten:	Gliederheizkörper <input type="checkbox"/> Röhrenheizkörper <input type="checkbox"/> Plattenheizkörper <input type="checkbox"/>
Stk.:	Abmessungen (cm): (x: /y: ) Baujahr: Marke:
voll funktionstüchtig: Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Beschädigungen: Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Welche:	
Anmerkungen:	
Sanitärobjekte	
Objekt:	Waschbecken (inkl. Armaturen) <input type="checkbox"/> Bade- und Duschwannen <input type="checkbox"/> WCs <input type="checkbox"/> Urinale <input type="checkbox"/>
Material:	Keramik <input type="checkbox"/> Acryl <input type="checkbox"/> Stahlemaille <input type="checkbox"/>
Stk.:	Abmessungen (cm): (x: /y: ) Baujahr: Marke:
voll funktionstüchtig: Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Beschädigungen: Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Welche:	
Anmerkungen (z.B. vorgefertigte Löcher):	
Fußbodendielen und Parkett	
Fußbodendielen <input type="checkbox"/> Parkett <input type="checkbox"/> verschraubt/genagelt <input type="checkbox"/> verklebt <input type="checkbox"/>	
Menge (m <sup>2</sup> ):	Stk.: Abmessung (cm): (x: /y: )
Herstellungsjahr:	Marke:
Beschädigungen/Verunreinigungen: Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Welche:	
Anmerkungen (z.B. Nageltyp):	
Fliesen	
Keramische Fliesen:	Bodenfliesen <input type="checkbox"/> Wandfliesen <input type="checkbox"/>
Menge (m <sup>2</sup> ):	Stk.: Abmessung (cm): (x: /y: )
Herstellungsjahr:	Marke:
Verlegung: Dickbettverfahren (Sand/Lehm) <input type="checkbox"/> Klebemörtel auf Zementbasis <input type="checkbox"/> Dünnbettverfahren (versch. Kleber)	
Beschädigungen/Verunreinigungen: Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Welche:	
Anmerkungen (z.B. besondere Muster):	
Vollziegel	
Menge (m <sup>2</sup> ):	Stk.: Abmessung (cm): (x: /y: )
Herstellungsjahr:	Marke:
Zerstörungsfreie Bergung möglich: Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>	
Mörtel leicht abschlagbar: Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>	
Wappen vorhanden: Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>	
Dacheindeckung	
Tonziegel <input type="checkbox"/> Betonziegel <input type="checkbox"/>	
Menge (m <sup>2</sup> ):	Stk.: Abmessung (cm): (x: /y: )
Herstellungsjahr:	Marke:
Zerstörungsfreie Bergung möglich: Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>	
Beschädigungen/Verunreinigungen: Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Welche:	
Fensterbänke	
Naturstein <input type="checkbox"/> Holz <input type="checkbox"/>	
Menge (m <sup>2</sup> ):	Stk.: Abmessung (cm): (x: /y: )
Herstellungsjahr:	Marke:
Zerstörungsfreie Bergung möglich: Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>	
Beschädigungen/Verunreinigungen: Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Welche:	
Konstruktionsholz	
Stk.:	Abmessung (cm): (x: /y: )
Zerstörungsfreie Bergung möglich: Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>	
Beschädigungen/Verunreinigungen: Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Welche:	
Schädlingsbefall/Pilzbefall: Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>	
Verdacht auf Holzschutzmittel: Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>	
Lösbare Verbindungen vorhanden: Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>	
Stahlbauteile	
Stk.:	Abmessung (cm): (x: /y: )
Zerstörungsfreie Bergung möglich: Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>	
Lösbare Verbindungen vorhanden: Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>	
Korrosion vorhanden: Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>	
Einheitliche Größen der Bauteile vorhanden: Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>	

Abb. 26: Ausschnitt des Erhebungsbogens aus der Fallstudie Aspanggründe TU Wien.