

Diploma Thesis

**Reuse in construction:
Analysis of the criteria for implementation with
existing elements**

Submitted in satisfaction of the requirements for the degree of
Diplom-Ingenieur / Diplom-Ingenieurin
of the TU Wien, Faculty of Civil Engineering

DIPLOMARBEIT

**Wiederverwendung im Bauwesen:
Analyse der Kriterien für eine Implementierung mit
Bestandselementen**

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines / einer
Diplom-Ingenieurs/ Diplom-Ingenieurin
eingereicht an der Technischen Universität Wien, Fakultät für Bauingenieurwesen

von

Alexandra Kotecki

Matr.Nr.: 01127941

unter der Anleitung von

Univ.Prof.in Dipl.-Ing. Dr.in techn. **Iva Kovacic**

Senior Scientist Mag.a rer.soc.oec. Dr.in rer.soc.oec. **Marijana Sreckovic**

210 Institut für Hoch- und Industriebau
Forschungsbereich Integrale Bauplanung und Industriebau
Technische Universität Wien,
Karlsplatz 13/E210-01, A-1040 Wien

Wien, am _____

Ich habe zur Kenntnis genommen, dass ich zur Drucklegung meiner Arbeit unter der Bezeichnung

DIPLOMARBEIT

nur mit Bewilligung der Prüfungskommission berechtigt bin.

Ich erkläre weiters an Eides statt, dass ich meine Diplomarbeit nach den anerkannten Grundsätzen für wissenschaftliche Abhandlungen selbständig ausgeführt habe und alle verwendeten Hilfsmittel, insbesondere die zugrunde gelegte Literatur genannt habe.

Datum

Unterschrift

“There is no ugly material or component when there is good design.”

-Jan Jongert, Superuse studios co-founder.

Zusammenfassung

Die Bauindustrie hat einen großen Einfluss auf unsere Umwelt, sowohl im positiven als auch im negativen Sinn. Doch die Zahlen des Rohstoffverbrauchs und der Abfallmengen, sind schon zu einem Problem geworden, von dem wir nicht mehr wegschauen können. Um eine nachhaltigere Bauindustrie zu fördern und aus der linearen Wegwerf-Gesellschaft auszubrechen, ist die Wiederverwendung von Bestandselementen eine vielversprechende Alternative. Diese bedeutet, dass vorhandene Elemente aus Abriss- und Sanierungsprojekten wiederverwendet werden, anstatt neue zu produzieren. In Österreich ist die Wiederverwendung von Bestandselementen ein immer wichtiger werdendes Thema, doch die Umsetzung lässt noch zu wünschen übrig. Es benötigt eine rechtliche Novelle und geförderte Bewusstseinsbildung vor allem der Beteiligten der Branche. In der Arbeit werden die Prozesse der Wiederverwendung und die relevanten Rahmenbedingungen und Kriterien untersucht. Durch die Betrachtung und Analyse dieser Kriterien soll eine Grundlage für weitere Forschungen und Optimierungspotentiale für den Wiederverwendungsprozess geschaffen werden. Anhand einer Fallstudie werden die Prozesse und maßgebenden Kriterien untersucht, um auf die Missstände in der Wiederverwendung von Bestandselementen aufmerksam zu machen und Fragen zu klären. Die Arbeit soll dazu beitragen, eine nachhaltigere Bauindustrie zu schaffen und die Wiederverwendung als Alternative zu fördern.

Abstract

The construction industry has a great impact on our environment, both positive and negative. However, the figures of raw material consumption and waste volumes, have already become a problem we can no longer look away from. To promote a more sustainable construction industry and break out of the linear throwaway society, the reuse of building components is a promising alternative. This means reusing existing components from demolition and renovation projects instead of producing new ones. In Austria, the reuse of building components is an increasingly important topic, but implementation still leaves much to be desired. It needs a legal amendment and promoted awareness raising, especially of the stakeholders in the industry. In this paper, the processes of component reuse and the relevant framework conditions and criteria are investigated. By looking at and analysing these criteria, a basis for further research and optimisation potentials for the reuse process will be created. By means of a case study, the processes and relevant criteria are examined in order to draw attention to the shortcomings in the reuse of components and to clarify questions. The work is intended to contribute to a more sustainable construction industry and to promote the reuse of building components as an alternative.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	vii
Abstract.....	ix
Inhaltsverzeichnis	xi
1 Einführung.....	1
1.1 Problemstellung und Ziel der Arbeit	1
1.2 Untersuchungsdesign.....	4
2 Stand der Technik	6
2.1 Kreislaufwirtschaft.....	6
2.2 Begriffsdefinitionen der Wiederverwendung	9
2.3 Wiederverwendung in der Ökobilanzierung	14
2.4 Online-Plattformen für die Wiederverwendung.....	17
2.5 Geschäftsmodelle	22
2.6 Digitale Potentiale in der Wiederverwendung	24
3 Methodik der Forschung.....	28
4 Fallstudien.....	30
4.1 Kriterien der Wiederverwendung	32
4.1.1 Elementbezogen	33
4.1.2 Prozessbezogen	37
4.1.3 Systembezogen	38
4.2 Rückbauphase Grellgasse alt	38
4.3 Drei Elemente der Grellgasse	43
4.3.1 Fertigbetonteile	44
4.3.2 Lochblechpaneele	45
4.3.3 Kastentüren.....	46
4.4 Grellgasse neu [38]	47
4.5 Einfamilienhaus Seyring.....	48
4.6 Glashaus	49
4.7 Café	51
5 Diskussion der Ergebnisse.....	53
5.1 Aufgabengebiete in der Wiederverwendung	53
5.2 Vorteile für EigentümerInnen.....	54
5.3 Vorteile für AbnehmerInnen.....	55
5.4 MPK – Materialpreiskalkulation	58
5.5 Rechtliche Aspekte.....	60

5.6	Kriterien der Wiederverwendung in der Grellgasse	63
5.7	Beantwortung der Forschungsfragen	65
6	Schlussfolgerung und Ausblick	70
6.1	Erkenntnisse der Arbeit	70
6.2	Zukunft der Wiederverwendung	72
6.3	Limits der Untersuchung	73
	Quellenverzeichnis	74
	Tabellenverzeichnis	77
	Abbildungsverzeichnis	77

I Einführung

I.1 Problemstellung und Ziel der Arbeit

Die Bauindustrie ist eine wichtige Säule unserer Gesellschaft, da sie nicht nur Wohn- und Arbeitsräume bereitstellt, sondern auch einen erheblichen Beitrag zur Schaffung von Arbeitsplätzen und zur Wirtschaftsentwicklung leistet. Leider hat die Branche jedoch auch einen bedeutenden Einfluss auf die Umweltverschmutzung. Der Abbau von Ressourcen und die Produktion von Bauelementen sind energieintensiv und erzeugen viele Abfälle. Daher ist es von großer Bedeutung, Alternativen zu entwickeln, um eine nachhaltige Bauindustrie zu fördern. Auch müssen Anreize geschaffen werden, um aus der linearen Wegwerf-Gesellschaft auszubrechen, um kreislaufgerechtere Wege zu beschreiten. [4]

Eine dieser Alternativen ist die Wiederverwendung von Bestandselementen. Dies bedeutet, statt neue zu produzieren, vorhandene aus Abriss- und Sanierungsprojekten wiederzuverwenden. Hierbei gibt es jedoch eine Reihe von Herausforderungen, die es zu bewältigen gilt. Zum Beispiel müssen die Elemente überprüft und gegebenenfalls instandgesetzt werden, um ihre Funktionalität und Integrität zu gewährleisten. Hierfür fehlen aber wichtige rechtliche Grundlagen, die den Prozess ermöglichen bzw. vereinfachen. Trotz dieser Herausforderungen bietet die Wiederverwendung eine große Chance für die Branche, um eine nachhaltigere Zukunft zu gestalten.

In Österreich ist die Wiederverwendung ein immer wichtiger werdendes Thema der Baubranche. Rechtlich wurde das Thema schon eingeführt, zB mit dem Abfallwirtschaftsgesetz [17]. Doch die Umsetzung lässt noch zu wünschen übrig. Durch die steigende Nachfrage nach nachhaltigen Lösungen und die Notwendigkeit, Abfall zu reduzieren und Ressourcen zu schonen, wächst das Interesse an der Wiederverwendung. In der Praxis sieht es jedoch noch anders aus, da es oft schwierig ist, die passenden Bauelemente zu finden und die rechtlichen Rahmenbedingungen und Gewährleistungspflichten zu klären. Während bei privaten Handwerker-Vorhaben,

Bauelemente öfters aus ihrer ursprünglichen Verwendung entnommen werden, um einem anderen Zweck zu dienen, konnte sich dieser Trend in der Bauwirtschaft noch nicht durchsetzen. Mit Initiativen wie dem Reparaturbonus [7] wird das Bewusstsein zur Reparatur statt Neuanschaffung gestärkt. Es wird dem Teil der Bevölkerung unter die Arme gegriffen, der sich für die nachhaltige Variante der Müllvermeidung entscheidet. Zwei Firmen in Österreich mit unterschiedlichen Zugängen zu dem Thema haben sich auf die Wiederverwendung von Bestandselementen spezialisiert und sich den Herausforderungen gestellt. Diese sind Materialnomaden und Baukarussell. Durch die Zusammenarbeit mit diesen Firmen, kann die erfolgreiche Integration der Wiederverwendung beschleunigt werden. In dieser Arbeit, welche im Rahmen des Forschungsprojekts DiCYCLE¹ erstellt wurde, wird eine Fallstudie des Unternehmens Materialnomaden im Detail untersucht, um den Ist-Stand in der Wiederverwendung von Bauelementen zu erforschen. Schon in den ersten Gesprächen hat sich herausgestellt, dass in der Branche viele Fragen offen sind und viele Optimierungspotentiale bestehen. Durch die Betrachtung und Analyse der wichtigen Kriterien soll eine Grundlage für weitere Forschungen erschaffen werden.

Während die Wiederverwendung für alle Lebenszyklusphasen eines Gebäudes von Bedeutung ist, konzentriert sich diese Arbeit auf die sogenannte End of Life (EoL) Phase von Gebäuden, d.h. die Um- und Rückbauphase. Konkret werden Bestandsgebäude behandelt, die keine bzw. eine mangelnde digitalisierte Plandokumentation enthalten, somit kann deren Wiederverwendungspotential erst durch langwierige Untersuchungen und Bestandsaufnahmen in Erkenntnis gebracht werden.

¹ Das Forschungsprojekt DiCYCLE wird von „Stadt der Zukunft“ der FFG gefördert & vom Forschungsbereich Integrale Bauplanung & Industriebau (TU WIEN) geleitet:
<https://nachhaltigwirtschaften.at/de/sdz/projekte/dicycle.php>

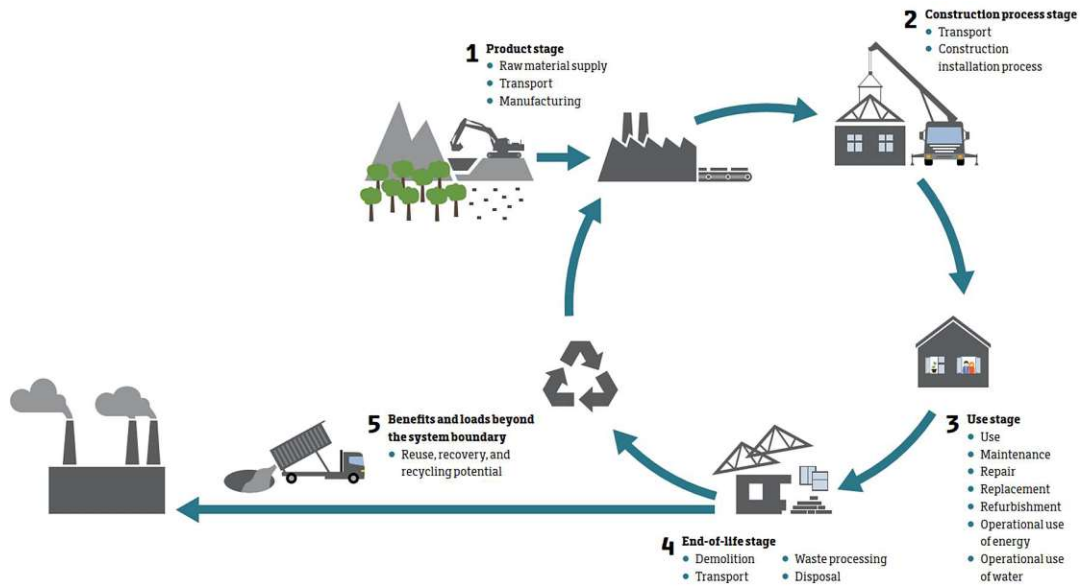


Abb. 1.1 Typischer Lebenszyklus eines Gebäudes [57]

Abb. 1.1 stellt den typischen Lebenszyklus eines Gebäudes dar. An der Stelle des Recyclingsymbols, findet der Übergang von einem „Cradle-to-Grave“ zu einem „Cradle-to-Cradle“ Prozess statt. Auf letzterem liegt der Fokus in dieser Arbeit.

Für den weiteren Verlauf dieser Diplomarbeit müssen die Begriffe Bauelement und Bauteil definiert werden. Laut ISO 10209:2002 [63] 2.14 ist ein Bauteil *ein Bestandteil einer Ausrüstung, das nicht weiter zerlegt werden kann, ohne seine grundlegenden Eigenschaften zu verlieren*. In demselben Rechtstext ist keine Definition für das Wort „Bauelement“ zu finden, jedoch kann eine Interpretation aus der englischen Definition „element“ und deren Übersetzung zu „Bestandteil“ zuhanden genommen werden. Dieser Begriff wird als (2.33) *Teil eines Bauteiles definiert*. Da keine anderen aussagekräftigen Definitionen gefunden werden konnten, wird einfachheitshalber von einer Unterscheidung der Begriffe Bauteil und Bauelement abgesehen und im weiteren Verlauf nur der Begriff „Element“ verwendet. Dieser wird wie folgt definiert:

Bauelemente in Bezug auf die Wiederverwendung umfassen physische Komponenten eines Gebäudes, die über die sechs Schichten von Stewart Brand [40] reichen. Sie tragen zur Struktur, Funktionalität und Ästhetik des Bauwerks bei und umfassen Fenster, Türen, Heizungssysteme, Bodenbeläge, das Tragwerk, Einbaumöbel, etc.

1.2 Untersuchungsdesign

Diese Arbeit widmet sich dem Thema Wiederverwendung von Bestandselementen. Während es noch viele Fragen in dem Bereich zu stellen und beantworten gilt, liegt der Fokus auf den folgenden zwei Forschungsfragen:

- 1 Wie sieht der Prozess der Wiederverwendung von Bestandselementen in der Um- und Rückbauphase (End of Life) eines Gebäudes aus und welche Rahmenbedingungen und Kriterien sind hierbei von Relevanz?
- 2 Wie werden diese Kriterien bestimmt und welche müssen für eine erfolgreiche Wiederverwendung erfüllt sein? Welche Optimierungspotentiale für den Wiederverwendungsprozess lassen sich daraus ableiten

Für eine sinnvolle Auseinandersetzung mit den zwei Forschungsfragen, musste zuerst der Stand der Wissenschaft und der Technik analysiert werden. Hierfür galt es unterschiedliche Publikationen zu lesen und herauszufinden, wie Wiederverwendung bereits erfolgreich umgesetzt wurde. Was sind die Schlüsselfaktoren für den Erfolg und auf welche Kriterien gilt es zu achten? Bei der Analyse eines großen Wiederverwendungsprojektes und allen Nachfolgeprojekten von den Materialnomaden, wurden die Kriterien nochmals eruiert und angewendet.

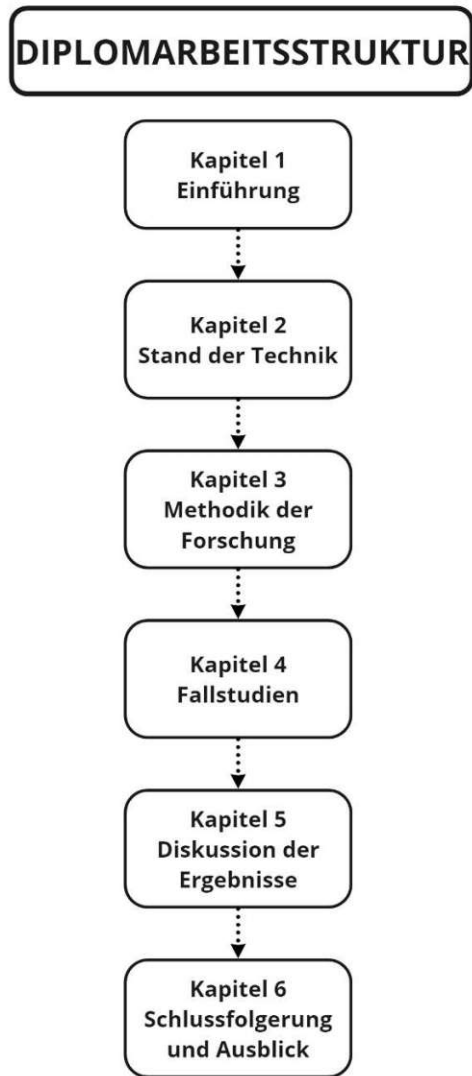


Abb. I.2 Diplomarbeitungsstruktur

Abb. I.2 stellt die Struktur dieser Diplomarbeit dar. Im ersten Kapitel wird das Thema der Arbeit vorgestellt und auf den Forschungsbedarf hingewiesen. In Kapitel 2 wird der Stand der Technik untersucht. Dieser umfasst alle umgesetzten Maßnahmen Abfallmengen der Bauindustrie zu reduzieren zB durch gesetzliche Regulierungen und Förderungen. Dazu gehören auch Ökobilanzierungen und Online-Plattformen, welche wichtige Instrumente sein können die Kreislaufwirtschaft im Bauwesen zu fördern. Es werden aber auch die Missstände dieser Bemühungen erörtert. Kapitel 3 beschreibt die Methodik der Forschung. Das Herzstück dieser Arbeit, die Fallstudie wird in Kapitel 4 erläutert und im darauffolgenden Kapitel 5 diskutiert. Das letzte und 6. Kapitel fasst die Erkenntnisse der Forschung zusammen, gibt eine Einschätzung auf die Zukunft der Wiederverwendung und weist auf die Limits dieser Forschungsarbeit hin.

2 Stand der Technik

2.1 Kreislaufwirtschaft

Der Start in die 20er des 21. Jahrhunderts hat seine Schwierigkeiten mit sich gebracht, auf die die Welt nicht vorbereitet war. Die Wirtschaft in Österreich und den meisten anderen Ländern musste viel einbüßen. Durch den Engpass an Arbeitskräften und Materialien auf der ganzen Welt, müssen sich viele die Frage stellen, ob wir so weiter machen können wie bisher. Auch die Baubranche bleibt davon nicht verschont.

Ein Mangel an Baumaterialien und Produkten führt zu Engpässen und lässt die Preise steigen. Doch der Baustoffmangel entwickelte sich nicht nur aus der Krise und Pandemie, sondern ist auch ein Effekt der erhöhten Nachfrage auf der ganzen Welt. Viele Länder versuchen ihre Wirtschaft durch öffentliche Investitionen zu retten, wodurch die Nachfrage weiter steigt. [9]

Rechtliche Grundlagen, die diese Engpässe zumindest abdämpfen hätten können, bestehen aber schon länger. Denn laut dem österreichischem Abfallwirtschaftsgesetz (AWG) [17] gilt folgende Abfallhierarchie:

- 1) Abfallvermeidung;
- 2) Vorbereitung zur Wiederverwendung;
- 3) Recycling;
- 4) sonstige Verwertung, zB energetische Verwertung;
- 5) Beseitigung.

Durchsucht man den Gesetzestext nach dem Wort Wiederverwendung, erscheint dies 58-Mal und dennoch wird diese nicht so gelebt, wie gewünscht. Im Anhang Ia (S. 127 und 128 im AWG) findet man die „Ziele für die Vorbereitung zur Wiederverwendung, das Recycling und die sonstige stoffliche Verwertung“ in welcher folgende Zielvorgabe für Bau und Abbruchfälle beschrieben wird (S. 128) : *Bis 2020 wird die Vorbereitung zur*

Wiederverwendung, des Recyclings und die sonstige stoffliche Verwertung (einschließlich der Verfüllung, bei der Abfälle als Ersatz für andere Materialien genutzt werden) von nicht gefährlichen Bau- und Abbruchabfällen – mit Ausnahme von in der Natur vorkommenden Materialien, die in Kategorie 17 05 04 des Europäischen Abfallkatalogs definiert sind – auf mindestens 70 Gewichtsprozent erhöht.

Österreich hat diese Recyclingquote im Jahr 2019 erfüllt. Von den 11,5 Mio. Tonnen an mineralischen Bau- und Abbruchabfällen wurden 9,4 Mio. Tonnen Behandlungsanlagen für mineralische Bau- und Abbruchabfälle zugeführt. Das sind fast 82% und liegt somit weit über den Vorgaben [12].

Das Problem liegt an der Gruppierung der Anforderungsquoten. Das AWG nennt Quoten für Recycling und Wiederverwendung zusammen, ohne einen Mindestanteil von letzterem festzulegen. Wie man die Anforderung erfüllt, obliegt somit dem Betroffenen. Da Wiederverwendung aus verschiedensten Gründen nicht leicht umzusetzen ist, wird sie oft übersehen. Eine gesonderte Betrachtung dieser würde höchstwahrscheinlich effizientere Effekte erweisen bzw. die Versäumnisse offenlegen.

Dieses Problem lässt sich am Beispiel der Olympischen Spiele 2012 in London verdeutlichen. Als freiwillige Vorgabe bei der Errichtung des Olympiageländes und des vorangehenden Abbruchs der Bestandsobjekte, wurde eine Recycling- und Wiederverwendungsquote von 90% vorausgesetzt. Diese Quote wurde um 8,5% überschritten, doch der Wiederverwendungsanteil lag bei marginalen 0,5%. [10]

Auch in Österreich hat es schon motivierte Bauvorhaben gegeben, bei denen Deponiemengen vermindert werden sollten. In der Seestadt Aspern, einem von Europa innovativsten Stadtentwicklungskonzepten, wurde das Aushubmaterial des dort geplanten Sees vor Ort zur Verwertung als Baumaterial aufbereitet. Laut der Aspern Development AG erspart die Menge von 600.000 t rund 240.000 LKW-Transporte und somit 5.500t CO₂-Emissionen. Man darf sich durch die Zahlen trotzdem nicht verzaubern lassen, denn das Material wäre für den Neubau sowieso benötigt worden. Lediglich die Quelle des Materials wurde für dieses Vorhaben optimiert. Die Einsparung galt hier den Transportmitteln und der vermiedenen Deponiemenge des Aushubes. [11]

Die Begriffsunterscheidung zwischen Vorbereitung zur Wiederverwendung und Recycling, wie sie in Kapitel 2.2 genauer erörtert wird, macht in der Hinsicht nur dann Sinn, wenn die Anforderungen auch separat gestellt werden. Das Wort Recycling beinhaltet per Definition die Wiederverwendung. Durch das Rezyklieren sollen Rohstoffe im Umlauf

gehalten werden, um die Verwendung von Primärrohstoffen zu vermeiden. Wenn Elemente wiederverwendet werden, bleiben sie auch im Kreislauf und sparen im Vergleich viel Energie in der Aufbereitung. Somit ergibt es keinen Sinn diese zwei Begriffe in der Hierarchie zu unterscheiden, jedoch nicht in Bezug auf die Einhaltungquoten. Im Jahr 2011 wurde die dreistufige Abfallhierarchie, Vermeidung, Verwertung und Beseitigung, von der fünfstufigen abgelöst und durch die Einführung der Begriffe Vorbereitung der Wiederverwendung, Recycling und sonstige Verwertung die Definition von Verwertung verfeinert (siehe Abb. 2.1) [60].

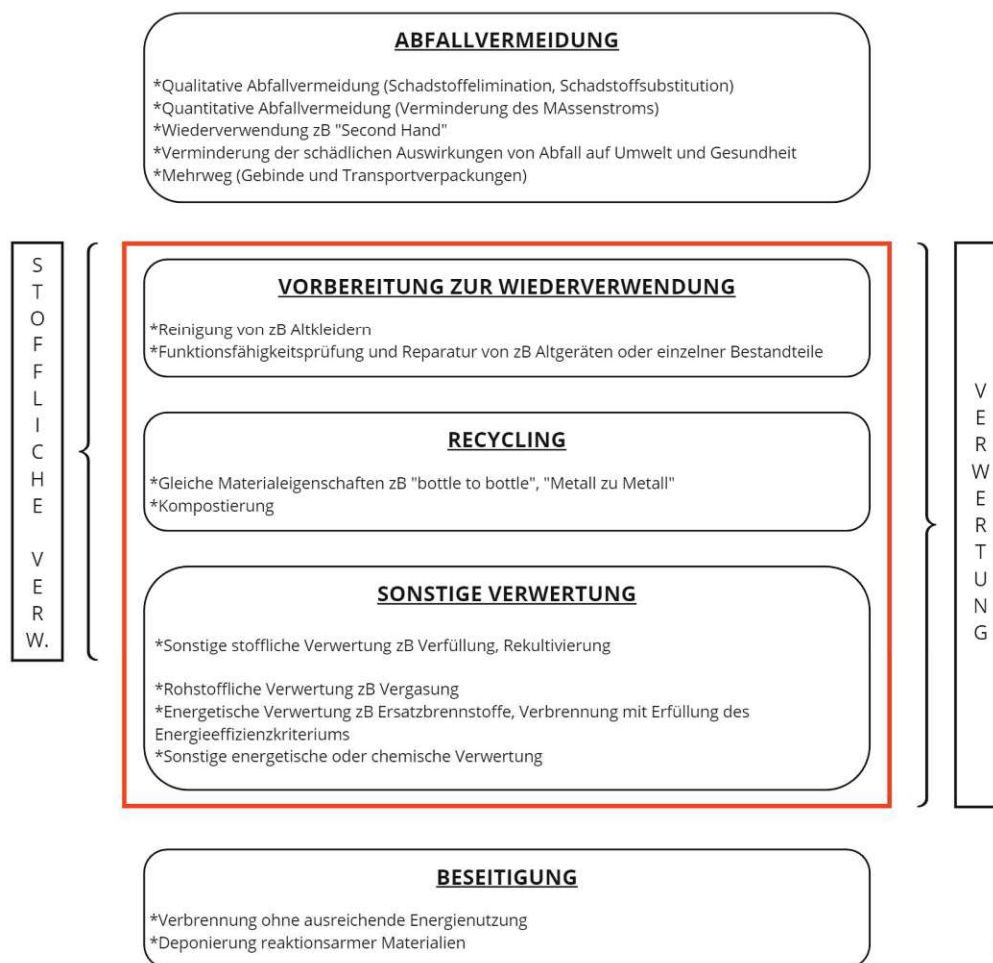


Abb. 2.1 Anpassung der Abfallhierarchie an das AWG 2002, in Anlehnung an [60]

Wiederverwendung und Recycling stellen zwei Möglichkeiten der Kreislaufwirtschaft dar, wobei letzteres heutzutage schon als Marketingmasche der großen Konzerne gesehen werden kann, Stichwort „Die Recyclinglüge“. Alles ist recycelbar, doch der Aufwand an Energie und Rohstoffen für den Prozess, kann dem Grundgedanken der

Nachhaltigkeit widersprechen, ganz abgesehen davon, dass eine Nachverfolgung von Recyclingabfall schwer möglich, aber dringend notwendig ist. [18]

Fällt die Entscheidung ein Gebäude abzureißen, hat je nach Größe des Abbruchvorhabens, zuvor eine "orientierende Schad- und Störstofferkundung" gemäß ÖNORM B 3151 bzw. eine Schad- und Störstofferkundung gemäß ÖNORM EN ISO 16000-32 zu erfolgen. Erstere sieht auch eine Dokumentation von Bauteilen vor, welche der Vorbereitung zur Wiederverwendung zugeführt werden können [5]. Diese Regelung gilt seit 1. Jänner 2016. Ob die Einhaltung dieser auch tatsächlich verfolgt wird, ist fragwürdig. Genaue Zahlen gibt es nicht und die Aufzeichnungen über Abbruchanzeigen stimmen nicht mit den Schätzungen der bildmatching-basierten Veränderungsdetektionen überein. Hierbei werden Höhenmodelle aus GIS-Daten über einen Zeitraum verglichen um plötzliche „Höhensprünge“ von Gebäuden, wie sie z.B. nach einem Abbruch stattfinden würden, zu detektieren [51]. Eine genaue Dokumentation des Rückbaus jeglicher Größe, bringt aber sowohl für BauherrInnen als auch für das Land viele Vorteile. Was ein begleiteter Rückbau den EigentümerInnen und AbnehmerInnen bringt, wird in den nachfolgenden Kapiteln beschrieben.

Wiederverwendung hat auch eine sozioökonomische Bedeutung und wird aus diesem Grund für einige der einzige Weg zur Nachhaltigkeit sein. Für viele Menschen ist der Konsum von Produkten nicht mehr wegzudenken, wodurch die Vermeidung von Abfall im Sinne von Konsumeinschränkung keine Option ist. Selbstdarstellung, Selbstverwirklichung und Kunst werden durch Generationen geprägt und versucht mit Dingen darzustellen. Durch den ständigen Wechsel besteht die Nachfrage nach Neuem. Doch wo einst die Nachfrage durch Produkte aus Primärrohstoffen gestillt wurde, kann in Zukunft ein Markt für Wiederverwendung entstehen. [6]

2.2 Begriffsdefinitionen der Wiederverwendung

Auch wenn der Grundgedanke für die meisten derselbe ist, und zwar ein nachhaltigerer Konsum, sind die Definitionen und die Bereitschaft für die Kreislaufwirtschaft oft sehr unterschiedlich. Während Reuse, neudeutsch für Wiederverwendung, ein recht moderner Begriff ist, ist die Sache selbst mindestens so alt wie der konsumierende Mensch selbst. Ein Spaziergang durch Rom, eine Stadt von vielen Epochen und Kulturen, bietet viele Beispiele wie Wiederverwendung schon immer Teil der Menschheit war. Eine Kirche, die aus einem Tempel umgebaut wurde oder einen Säulenteil, das als Mauerstein fungiert. Damals, wie

jetzt wieder, waren Materialien rar und preiswert und sollten nicht einfach entsorgt werden. [33]

Auch Wien wurde auf den Ruinen von alten Völkern und Kulturen gebaut und bestimmt wurden deren Bausteine zur damaligen Nutzung wiederverwendet. Doch was davon Wiederverwendung, Recycling, Upcycling, Downcycling, umfunktioniert etc. ist, dafür gibt es unterschiedliche Definitionen.

Ein gutes Beispiel hierfür zeigt Abb. 2.2. Die Darstellung der „R-Leiter“ der Kreislaufwirtschaft bietet eine Hilfe für die Priorisierung an. Neben Reuse und Recycling werden Redesign, Repair, Refurbish, Remanufacture und Re-Purpose aufgelistet. Diese Schritte sollten vor dem Recycling und der thermischen Verwertung in Erwägung gezogen werden. Man sollte erwähnen, dass es auch von dieser Hierarchie unterschiedliche Versionen gibt.

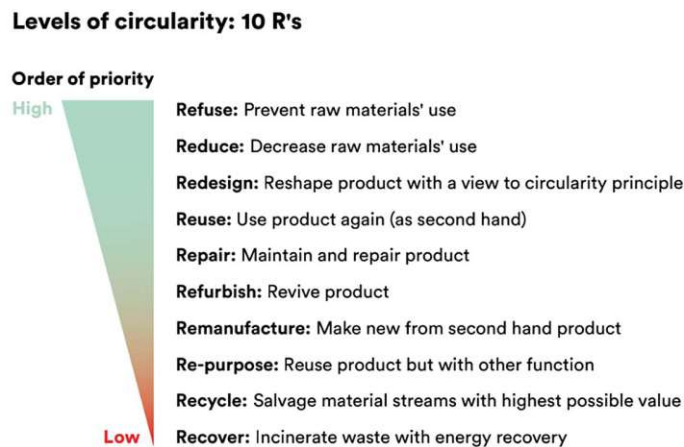


Abb. 2.2 Levels of Circularity: 10R's [14]

Die Unterschiede zwischen den "R"-Begriffen liegen in den spezifischen Maßnahmen und Ansätzen, die für jedes Prinzip angewendet werden. Sie decken verschiedene Aspekte der Wiederverwendung ab, wie Überdenken des Konsumverhaltens, Ablehnen von Einwegprodukten, Reduzieren des Verbrauchs, Wiederverwenden von Gegenständen, Reparieren von Defekten, Aufarbeiten für ästhetische Verbesserungen, Reproduzieren in einen neuen Zustand, Umnutzen für neue Verwendungszwecke, Recyceln von Materialien und Wiedergewinnen von Energie oder Ressourcen. Zusammen bieten sie eine ganzheitliche Herangehensweise an die Wiederverwendung und tragen zur Förderung der Kreislaufwirtschaft bei.

Laut den Begriffsdefinitionen des AWG bedeutet Wiederverwendung (§2 (5) 4.) (...) jedes Verfahren, bei dem Produkte sowie Bestandteile, die keine Abfälle sind, wieder für denselben

Zweck verwendet werden, für den sie ursprünglich eingesetzt und bestimmt waren und Vorbereitung zur Wiederverwendung (§2 (5) 6.) (...) jedes Verwertungsverfahren der Prüfung, Reinigung oder Reparatur, bei dem Produkte sowie Bestandteile von Produkten, die zu Abfällen geworden sind, so vorbereitet werden, dass sie ohne weitere Vorbehandlung wiederverwendet werden können. Ein klarer Unterschied der zwei Definitionen liegt in der Bestimmung, ob ein Produkt als Abfall gilt oder nicht. Dafür muss sich nach der gleichen Begriffsbestimmung der Besitzer der Sache entledigt haben oder entledigen wollen. Gleich bleibt die Bedingung, dass der ursprüngliche Verwendungszweck eingehalten werden muss. Eine Umnutzung würde somit lt. §2 (5) 5 im AWG als Verwertung gelten, denn dort steht: *Jedes Verfahren, als deren Hauptergebnis Abfälle innerhalb der Anlage oder in der Wirtschaft in umweltgerechter Weise einem sinnvollen Zweck zugeführt werden, indem sie andere Materialien ersetzen, die ansonsten zur Erfüllung einer bestimmten Funktion verwendet worden wären; im Falle der Vorbereitung zur Wiederverwendung – die Abfälle so vorbereitet werden, dass sie diese Funktion erfüllen.* Als letzte wichtige Definition gilt die des Recyclings. Als Sammelbegriff beschreibt dieser das „im Kreis behalten“ von Produkten, Sachen und Stoffen: (§2 (5) 7.) (...) jedes Verwertungsverfahren, durch das Abfallmaterialien zu Produkten, Sachen oder Stoffen entweder für den ursprünglichen Zweck oder für andere Zwecke aufbereitet werden. Es schließt die Aufbereitung organischer Materialien ein, aber nicht die energetische Verwertung und die Aufbereitung zu Materialien, die für die Verwendung als Brennstoff oder zur Verfüllung bestimmt sind. Somit ergibt sich folgende Reihung:

Vorbereitung zur Wiederverwendung < Verwertung < Recycling

Matthew Wilson [15] unterscheidet Recycling in Downcycling und Upcycling. Entscheidend ist, ob die Materialien ihre Qualität verlieren oder sie zumindest gleichbleibt. Der entscheidende Punkt dieser Unterscheidung ist, dass Sachen meist (n+1) Mal recycelt werden können mit n als Summe der Upcycling-Prozesse. Als letzter Verwertungsschritt gilt hier das Downcycling, dessen Produkt nach dem Gebrauch meist nicht mehr dem Kreislauf rückgeführt werden kann. Das bedeutet, das Material weist eine fehlende Qualität auf und muss als Abfallprodukt anderweitig verwertet werden.

Ein Beispiel hierfür ist das Recyclen von PET-Flaschen, welche zum Teil aus dem Sekundärmaterial verwerteter Altflaschen produziert werden. Die PET Recycling Industrie verbindet verschiedenste wissenschaftliche Disziplinen wie Chemie, Physik, Verfahrenstechnik usw. Die Recyclingbranche ist ständig am Wachsen und verzeichnet

Umsatzsteigerungen trotz weltweiter wirtschaftlicher Herausforderungen [21]. Die Motivation zum Recycling von PET ist sowohl aus ökologischem Druck entstanden als auch aus dem einfachen Grund, dass das Material unter normalen Konditionen nicht biologisch abbaubar und somit zu einem Abfallproblem geworden ist. Beim Recyclingverfahren spielen Kontaminationen eine wichtige Rolle. Treten diese in der Recyclingmasse auf, kann das zu einer Degradierung des Recyclingproduktes führen, was schlussendlich in Downcycling oder thermischer Verwertung resultiert. Die Verhinderung dessen ist sehr aufwändig und inkludiert neben komplizierten industriellen Prozessen auch soziale Bemühungen wie Bewusstseinsbildung zur richtigen Mülltrennung. Dieser enorme Aufwand wird betrieben, um einen Behälter einmalig zu verwenden. [22]

Upcycling wird lt. Kyungeun Sung u.a. [16] auch als Sammelbegriff für Repair, Reuse, Repurpose, Refurbishment, Upgrade, Remanufacture und Recycling genannt, was das Verschwimmen der Definitionsgrenzen erneut unterstreicht.

Ein weiteres Definitionsproblem stellt die Gruppierung bestimmter Begriffe dar. Aufgrund der Darstellung in den Gesetzestexten und Medien wird Wiederverwendung gemeinsam mit Recycling der Kreislaufwirtschaft untergeordnet. Das AWG sieht aber die Wiederverwendung auch als Teil der Vermeidung (§2 (5) 3.): (...) Maßnahmen, die ergriffen werden, bevor ein Produkt zu Abfall geworden ist, und die Folgendes verringern: a) die Abfallmenge, auch durch die Wiederverwendung von Produkten oder die Verlängerung ihrer Lebensdauer; b) die nachteiligen Auswirkungen des nachfolgend anfallenden Abfalls auf die Umwelt und die menschliche Gesundheit oder c) den Gehalt an gefährlichen Stoffen in Materialien und Produkten.

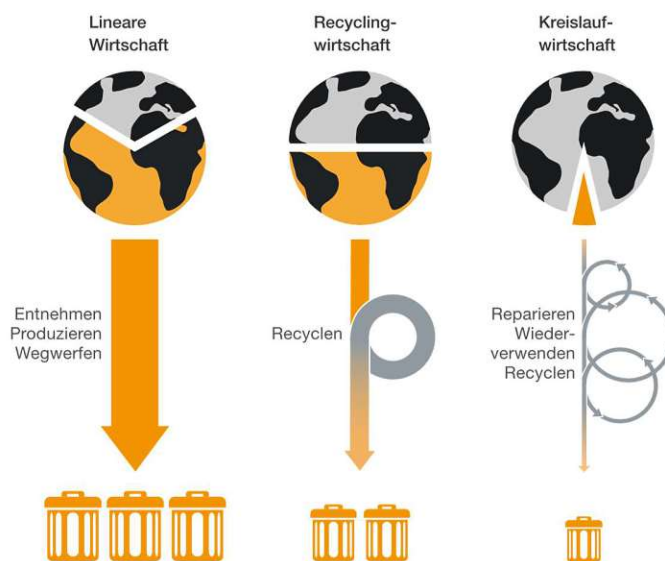


Abb. 2.3 lineare, Recycling- und Kreislaufwirtschaft [43]

Somit kommt Wiederverwendung sowohl in den Definitionen der Verwertung als auch der Vermeidung vor. Das macht auch Sinn, wenn man bedenkt, dass bei der Vorbereitung und Umwandlung solcher Produkte sehr wohl Rohstoffe und Energie verbraucht werden können. Trotzdem und besonders in Betracht auf die vorangehende Definition sollte der Begriff Wiederverwendung der Vermeidung untergeordnet werden. Das kann man durch die „doppelte“ Abfallvermeidung bekräftigen. Nicht nur wird etwas nicht zu Abfall, sondern vermeidet die Verlängerung der Lebensdauer, dass zusätzlicher Abfall durch die Neuproduktion und Nutzung eines sonst benötigten Produktes entsteht. Mit jährlich wachsenden Abfallmengen [12] sollte die Vermeidung somit oberste Priorität haben.

Die Arten der Wiederverwendung werden in dieser Arbeit, aber besonders auch in der Branche, nicht ganz so streng unterschieden, denn der Fokus liegt auf Verminderung der Abfallmenge und Primärrohstoffe. Auch in Gesprächen mit den Beteiligten der Szene wurde diese Meinung stark vertreten.

In dieser Arbeit wird unter Wiederverwendung von Bauelementen jeglicher Wiedereinsatz verstanden, egal ob der ursprüngliche Nutzen eingehalten oder ein andersartiger gefunden wird. Auch können diese Elemente mit anderen erweitert bzw. neugestaltet werden, selbst wenn diese Neuprodukte sind. Der Einfachheit halber werden Wiederverwendung, Vorbereitung zur Wiederverwendung und Verwertung, im Sinne von Upcycling, unter dem Sammelbegriff Wiederverwendung verstanden. Von einer Differenzierung in die unterschiedlichen „R“ wird abgesehen.

Die Differenzierung in den Gesetzestexten gehört gleichfalls überdacht. Eine Neudefinition der Wiederverwendung und vielleicht auch der Vorbereitung für diese, kann nicht nur Erleichterungen mit sich bringen, sondern auch Unklarheiten und Verwirrungen beseitigen. Ein ähnliches Beispiel wurde auch von Yazan Osaily u.a. [49] beschrieben. Bei Interviews mit Abfallunternehmen zum Thema Kategorisierung von Abrissvorhaben hat sich herausgestellt, dass die übliche Unterscheidung der Abrissmethoden nicht zeitgemäß war. Beteiligte der Industrie unterscheiden ihre Vorhaben in konventionellen, nachhaltigen und zirkulären Abriss, anstatt in konventionellen und selektiven Abriss.

In der nachfolgenden Fallstudie wird näher darauf eingegangen, wieso eine nähere Zusammenarbeit mit Abrissunternehmen für die Umwandlung der Architecture, Engineering, Construction (AEC)-Industrie in eine nachhaltigere unumgänglich ist. Diese Erkenntnisse sind aber auch ein Beweis, dass die Gesetzgeber sich dringend mit den Tätigen

der Wiederverwendungsszene und Abrissfirmen koordinieren müssen, um die Zukunft dieser Branche zu überdenken.

2.3 Wiederverwendung in der Ökobilanzierung

Eine Möglichkeit, die Nachhaltigkeit von Gebäuden in ihrer Planungsphase zu bewerten, sind die sogenannten Ökobilanzierungen. Durch Lebenszyklusanalysen (LCA) kann man sich ein gutes Bild über das Bauvorhaben und all seine Einwirkungen machen. Da der wirtschaftliche Aspekt meist der entscheidende ist, wird dieser durch die Lebenszykluskosten mitbetrachtet. Die Kombination von beidem nennt sich integrale Lebenszyklusanalyse. [19]

Angaben über den Abbruch von Gebäuden und den Werdegang seiner Materialien und Elemente können bzw. sollten in solchen Bilanzierungen mitbetrachtet werden. Je kreislauffähiger ein Objekt ist, desto besser ist die Bewertung für dieses. Doch die verschiedenen Bilanzierungsmethoden in Europa und im Rest der Welt unterscheiden sich sehr und Wiederverwendung wird in vielen Fällen gar nicht einbezogen. Eine gute Übersicht bietet **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**, welche von der Firma Ramboll erstellt wurde.

RAMBOLL August 2022 Life cycle stages included according to LCA standards	Reference study period	Product stage										Use stage								End of life stage				Beyond building life cycle
		A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	C1	C2	C3	C4	D					
Denmark																								
Danish Building Regulation 2023	50																							
Voluntary Sustainability Class	50																							
DGNB-DK	50																							
Germany																								
DGNB	50																							
Climate Declaration	50																							
RTS	50																							
Finland																								
Climate Declaration	50																							
RTS	50																							
Sweden																								
Miljöbyggnad 3.0-3.1	n/a																							
Miljöbyggnad 3.2	n/a																							
Miljöbyggnad 4.0	n/a																							
Klimadeklaration 2022	n/a																							
Klimadeklaration 2027	50																							
BREEAM-SE 2017 ¹	60																							
NollCO2	50																							
Europe																								
Levels 2020	50																							
Norway																								
TEK17	50																							
BREEAM-NOR 2016 ¹	60																							
BREEAM-NOR v6.0 ^{1,2}	60																							
Futurebuilt Zero	60																							
UK																								
BREEAM NC 2018 ¹	60																							
RICS	60																							
London Plan WLCA 2022	60																							
International																								
BREEAM International ¹	60																							
New construction V6	60																							
LEED V4.1	60																							

1. More points available for LCA, when more life cycle stages are included
2. Only the required life cycle stages are required for showing reduction in GHG emissions, GHG reduction in construction (A5), energy use (B6), transport (B8) covered in other chapters

Abb. 2.4 Ramboll Übersicht [41]

In Österreich gibt es zwei Varianten für Gebäudeklassifizierungen, die ÖGNI (Österreichische Gesellschaft Nachhaltige Immobilienwirtschaft) und die ÖGNB (Österreichische Gesellschaft Nachhaltiges Bauen). Erstere lehnt sich stark an die Methode der DGNB (Deutschen Gesellschaft für nachhaltiges Bauen), während die Zweite das TQB (total quality building certification) Bewertungssystem adaptiert hat, welches als System der 2. Generation gilt. [20]

Die ÖGNI betrachtet Wiederverwendung und Recycling als separaten Wert, der deklariert werden kann. Im TQB-Bewertungssystem der ÖGNB können Punkte durch den Nachweis von Recycling oder Wiederverwendung erhalten werden. Diese sind abhängig von den Massenprozent des Gebäudeanteils. In folgendem Auszug (Abb. 2.5) der Dokumentation von TQB ist ersichtlich, dass auch hier keine eigenen Kriterien für Wiederverwendung und Recycling gelten. Auch wird nicht unterschieden, ob die Wiederverwendung von Elementen essenziell ist, also zB als tragendes, oder nicht.

E.2.2	Verwendung von Recyclingmaterialien	15	0
☐	Verwendung recycelter oder wieder gewonnener / wieder verwendeter Baumaterialien in Massen-% des Gebäudes > 25 %	15	
☐	Verwendung recycelter oder wieder gewonnener / wieder verwendeter Baumaterialien in Massen-% des Gebäudes zw. 15 - 25 %	10	
☐	Verwendung recycelter oder wieder gewonnener / wieder verwendeter Baumaterialien in Massen-% des Gebäudes 5 - 15 %	8	
☐	Verwendung recycelter oder wieder gewonnener / wieder verwendeter Baumaterialien in Massen-% des Gebäudes < 5 %	5	
☐	Keine Verwendung recycelter oder wieder gewonnener / wieder verwendeter Baumaterialien in Massen-% des Gebäudes	0	

E.2.2 Nachweis	
Betrachtet wird die Gesamtmasse des Objekts (thermische Gebäudehülle, Zwischendecken, Innenwände, Pufferräume (wie z.B. Kellergeschosse) im Lebenszyklus. Bei Sanierungen werden in der Konstruktion verbleibende Bestandsaufbauten als wieder verwendete Baumaterialien gutgeschrieben. Angestrebt wird im Neubau- und Sanierungsbereich der Einsatz von Bauprodukten mit hohem Recyclinganteil bzw. die Wiederverwendung von brauchbaren und qualitativ hochwertigen Baumaterialien/Baukonstruktionen, um den Einsatz neuer Ressourcen zu minimieren und den Entsorgungs- und Deponieaufwand möglichst gering zu halten. Der Sanierungsbereich weist bei größtmöglicher (und sinnvoller) Bewahrung der vorhandenen Bausubstanz ein hohes Einsparungspotenzial auf.	
• Massenermittlung der Baustoffe mit hohem Recyclinganteil sowie wieder gewonnener oder wieder verwendeter Baumaterialien • Vorlage der Berechnungsergebnisse mit Nachweis Recycling-Anteil durch Produzenten (Bei Verwendung von Recyclingbaustoffen; zB Datenblätter) oder Bauunternehmen / PlanerInnen (bei Beibehaltung von Bauteilen im Bestand)	

Abb. 2.5 Auszug aus Dokumentation nach TQB [42]

Es lässt sich aber ableiten, dass die Bewertung mit Massenprozent im Falle der Wiederverwendung nachteilig sein kann. Als Beispiel hierfür gilt Holz, welches ein Baustoff ist, der sehr gut und einfach wiederverwendet werden kann. Da Holz aber eine relativ niedrige Dichte hat und somit ein leichter Baustoff ist, wäre der Massenanteil hier weniger effektiv. Die Betrachtung der Masse macht bei Recyclingbaustoffen eher Sinn, da diese meist als Verfüllungen bei zB Recyclingbeton verwendet werden. Der ersetzte Baustoff ist somit gleich schwer, es wird lediglich eine ökologischere Verwertung gewählt.

Eine gesonderte Betrachtung der beiden Punkte und besonders eine Bevorzugung von Wiederverwendung, da die Vorbereitung für diese in den meisten Fällen weniger Primärenergie benötigt als Recycling, könnte eine Erhöhung der Wiederverwendungsquote mit sich bringen.

2.4 Online-Plattformen für die Wiederverwendung

Im 21. Jahrhundert steigt die Zahl der Abwicklung aller Geschäfte und Kommunikationen in digitaler Form, weshalb auch unterschiedliche Wiederverwendungsplattformen online vertreten sind, als Applikationen oder webbasierte Softwares. Letztere sind Anwendungen oder Programme, welche über einen Webbrowser auf einem Computer oder einem anderen Gerät ausgeführt werden und über das Internet zugänglich sind. Durch online Angebote wird Wiederverwendung für AbnehmerInnen und AnbieterInnen erleichtert und bekommt eine größere Reichweite.

Die Internet-Recherche nach Plattformen wurde vor allem mit der Suchmaschine Google erledigt, einige der unten aufgelisteten Beispiele wurden auch in unterschiedlicher Literatur erwähnt bzw. von erfahrenen WiederverwenderInnen empfohlen und konnten somit in der Auflistung ergänzt werden. Die Suche im europäischen Raum war relativ einfach, da durch die internationale und einheitliche Angewohnheit des multikulturellen Kontinents viele Plattformen auf KundInnen aus anderen Ländern vorbereitet sind. Plattformen wie zum Beispiel *Oogskart* und *CYRKL* arbeiten sogar weltweit und ermöglichen sowohl die Suche als auch das Anbieten von Materialien und Elementen in mehreren Ländern.

Mit Keywords wie „reuse“, „circular“, „Wiederverwendung“, „recycling in construction“, „reuse platforms“ wurde nach Informationen und Plattformen online gesucht. Wie angenommen, war die Suche in Europa und den USA erfolgreich. Die Plattform *arquivo* war die einzige Plattform auf dem südamerikanischen Markt. Dass nur

ein Anbieter aus dem asiatischen Raum gefunden wurde, liegt vermutlich an der Abweichung der Alphabete, wodurch die Suche mithilfe von Keywords nur sehr erschwert, möglich war. Die einfache Übersetzung dieser hat jedenfalls zu keinen Ergebnissen geführt. Es wird vermutet, dass sehr wohl Plattformen für Wiederverwendung auch im asiatischen Markt bestehen und ganz bestimmt gibt es virtuelle Marktplätze.

Schlussendlich hat sich eine Liste von diversen Anbietern und Plattformen für Wiederverwendung im allgemeinen Sinn ergeben. Nicht alle haben direkt mit dem AEC-Gewerbe zu tun, wurden aber korrekturhalber mitaufgenommen. In Summe konnten Plattformen aus zwölf verschiedenen Ländern gefunden werden, wobei die Niederlande, welche in der Wiederverwendungsszene schon lange präsent sind, mit drei Anbietern am stärksten vertreten sind. In Österreich konnten die Materialnomaden mit ihrer *re:store* Plattform und *Baukarussell* ausfindig gemacht werden. Beide Anbieter gelten schon seit einigen Jahren als erste Vertreter in der Wiederverwendungsszene in Österreich.

In der folgenden Tab. 2.1 wurden die 20 Anbieter aufgelistet mit ihrem Herkunftsland und ihrer Darstellungsform der Elemente und Materialien. Einige bieten zusätzlich zur klassischen Auflistung eine Kartenübersicht mit Filtermöglichkeit nach Entfernung an, wodurch weiter entfernte Elemente ausgeblendet werden können. Eine lange Anfahrtszeit stellt oft ein Hindernis dar und wird somit zum Ausschlussgrund für die Wiederverwendung.

Die Plattformen wurden vor allem auf die Informationen zu den einzelnen Elementen und Materialien untersucht. Eine der Hauptfragen in der Wiederverwendung ist immer: Welche Informationen sind wichtig und überhaupt möglich herauszufinden, damit die Wiederverwendung erleichtert und ermöglicht wird? Denn, je mehr man über das Produkt weiß, desto besser kann dieses wieder eingesetzt werden. Zu Schwierigkeiten kommt es, wenn zu wenig Wissen zu einem Produkt besteht. Viele Eigenschaften können nur durch aufwendige Prüfungen und Untersuchungen herausgefunden werden. Des Weiteren braucht man oft genau dann solche spezifischen Informationen, wenn man das genaue Vorhaben mit dem Produkt kennt. Also, ob die Oberflächenbeschichtung eines vormals im Innenbereich verwendeten Elements auch dem Sonnenlicht standhält und sich zB nicht verfärbt, kann meistens erst nach genaueren Untersuchungen in Erfahrung gebracht werden. Trotzdem gilt es, Materialien und Elemente so genau wie möglich zu beschreiben. In Zeiten der Digitalisierung und BIM kann man davon ausgehen, dass viele Informationen in Zukunft leichter zugänglich sein werden. Da es aber jetzt wichtig ist, Materialien und

Elemente wiederzuverwenden, die schon vor Jahrzehnten produziert wurden und deren Eigenschaften nicht mehr bekannt sind, sind die Plattformen meist auf die Angaben der AnbieterInnen angewiesen.

Tab. 2.1 Auflistung der untersuchten Plattformen für Wiederverwendung

Anbieter	Land	Darstellung (Karte, Liste, etc)	Link
Oogstkaart	NL	Liste + Karte	https://www.oogstkaart.nl/
RotorDC	BE	Liste (nach Gebäude oder Element)	https://rotordc.com/store/
Globechain	UK	Liste	https://globechain.com/
Zündstoffe	DE	Liste	https://zuendstoffe.materialvermittlung.org/
arquivo	BRA	Liste (nach Gebäude oder Element)	https://arquivoreuso.com.br/por-funcao/
concular	DE	Liste?	https://app.concular.com/catalogue
HarvestMAP eG	AT	Liste + Karte	https://www.restore.or.at/store/
Salza	CH	Liste	https://www.salza.ch/de/filter
green goat	USA	Liste	https://greengoat.org/
Baukarussell	AT	Liste	https://baukarussell.bauteillager.de/bauteilnetz/website/bauteilsuche?btk_suche=true
Miniwiz	TW	Liste	https://materialdb.miniwiz.com/materiallibrary
EME - Excess Material Exchange	NL	kA	https://platform.excessmaterialsexchange.com/
BRE	UK	kA	https://bregroup.com/products/bresmartsite/
Cyrkl	CZ	Liste	https://www.cyrkl.com/de/
Genbyk	DK	Liste	https://genbyg.dk/
Madaster	DE	Materialkataster	https://platform.madaster.com/
bauteilclick	CH	Liste + Karte	https://www.bauteilclick.ch/
opalis	BE	Karte + Liste	https://opalis.eu/en/dealers
Oude Bouwmaterialien	NL	Liste	https://www.oudebouwmaterialen.nl/
Bauteilnetz	DE	Liste bzw Liste von Anbietern	http://www.bauteilnetz.de/bauteilnetz/website/bauteilsuche?btk_suche=true

Die Idee in dieser Arbeit war es, Plattformen als Abnehmer und Anbieter zu betrachten und die Ergebnisse zu vergleichen, denn als bei Ersterem hat man nicht direkten Einblick welche Informationen von einem Abnehmer verlangt werden. Grundsätzlich kann man sagen, dass die meisten Plattformen am Stand der Technik sind und ihre Verwendung sehr einfach ist. Vieles ist logisch und mühelos. Die Anbieter *Oude Bowmaterialien* hatten eine veraltete Website, auf welcher das Anbieten von Produkten nur nach E-Mail-Kontakt mit den BetreiberInnen möglich war. Als Gegenbeispiel hierzu gibt es Plattformen wie *Concular* und *Madaster*, welche aus einer webbasierten Software bestehen. Bei den meisten Anbietern war eine Anmeldung notwendig, um ihre Dienste nutzen zu können, wobei es bei fünf Anbietern nicht möglich war, Zugriff zu erhalten. Bei sechs weiteren war eine Anmeldung nicht notwendig und nur einmal wurde sie verweigert, wenn der Hauptwohnsitz nicht aus derselben Gegend war, wie der der Plattform.

Zuerst wurde aus Sicht des Anbieters untersucht, welche Informationen man zu seinem Produkt angeben konnte. Das war wichtig, um im späteren Schritt zu wissen, welche Informationen bei den einzelnen Produkten nicht bekannt waren, da leere Angaben oft bei der Produktbeschreibung nicht erscheinen.

Tab. 2.2 Informationen auf Homepage

	Spendergebäude	Baujahr	Ort	Fotos	Kategorie	Materialtyp	Material-spezifikation	Beschreibung	Logistik-hinweis	optionale Angaben	Qualität	Menge	Häufigkeit	Mindestabnahme	Verfügbarkeitszeitraum	Geometrie	Volumen	Masse	Farbe	Kosten	Entsorgungsgrund	Für Wen	Dokumente		
1	X		X	X	X	X	X	X												X				14	61%
2				X	X			X		X		X	X							X				6	26%
3			X	X	X			X	X		X	X			X					X	X	X	X	12	52%
4			X	X		X		X				X			X	X			X				X	9	39%
5	X		X	X	X			X				X				X				X				8	35%
6				X	X	X		X		X	X	X			X	X			X				X	11	48%
7			X	X		X						X				X			X					6	26%
8			X	X	X	X		X	X			X				X								8	35%
9			X	X	X			X				X				X				X				7	30%
10	X	X	X	X	X	X		X	X		X	X			X	X		X	X	X				15	65%
11				X	X	X	X	X				X					X	X	X				X	10	43%
12	leider keine Kontaktaufnahme möglich - Software																							0	0%
13	Leider kein Zugriff/ Software für Abfall- und Materialfluss auf Baustellen und bei Projekten																							0	0%
14			X	X	X	X		X	X			X								X			X	9	39%
15	X			X	X	X		X				X				X			X	X				9	39%
16	Material-Kataster - webbasierte Plattform																							0	0%
17			X	X	X	X		X	X		X	X				X				X			X	11	48%
18	Auflistung von Firmen und deren Produkten																							0	0%
19	leider auf niederländisch - nicht automatisch übersetzbar da alte Homepage																							0	0%
20	X	X	X	X	X	X		X	X		X	X			X	X		X	X	X				15	65%
	5	2	11	15	13	11	2	14	6	2	5	15	1	1	6	11	2	3	7	10	1	1	6		
	25%	10%	55%	75%	65%	55%	10%	70%	30%	10%	25%	75%	5%	5%	30%	55%	10%	15%	35%	50%	5%	5%	30%		

Bei der weiteren Recherche wurden pro Plattform willkürlich mind. fünf zufällige Produkte ausgewählt und auf vorhandene Informationen untersucht. Aus der Tabelle 2.2 kann man entnehmen, welchen Informationen die Plattformen verlangt haben. Bei den fünf untersuchten Produkten wurde darauf geachtet, ob eine Angabe explizit verlangt war oder diverse Informationen als Beschreibung von den Anbietern selbst ausgefüllt wurden. Bei ersterem kann sichergestellt werden, dass nichts übersehen bzw. vergessen und eine adäquate Produktbeschreibung geboten wurde. Alle Plattformen, zu welchen der Zugriff gewährleistet war, hatten die Option Fotos und die Menge des Produkts als Information. Die meisten wollten eine Kategorisierung, eine Material- und Kostenangabe, die Geometrie, den Ort, das Material, und eine Beschreibung. Nur drei Firmen verlangten über 50% der oben angegebenen Informationen, wobei Baukarussell und Bauteilnetz mit 15 Angaben die „strengsten“ waren. Hier muss noch erwähnt werden, dass diese beiden Anbieter über dieselbe Plattform ihre Waren anbieten (s. Beispiel in Abb. 2.6).

Suche » Böden » Fliesen » Bauteil

VERKAUFT - Historische Fliesen Sissi

LagerNr. BKnull

Eigenschaften

Baujahr:

Material: Keramik

Farbe:

Zustand: brauchbar

Herkunft: Öffentliches Gebäude

Maße

Breite:

Höhe:

Länge/Tiefe:

Gewicht / m²: 48,00 kg

Klick zum Vergrößern.



Preis, Menge u.a.

Preis: 55,00 € / m²

Menge: 200,00 m²

Verfügbar ab: sofort

Status: zu besichtigen

Lieferung: Selbstabholung

Details

Bei Selbstausbau günstiger.

Mindestabnahme: 90€

Preise inkl. MwSt.

Anfragen bitte an: office@baukarussell.at

Standort

Anbieter

1020 Wien

BauKarussell

-

Seidengasse 13

--

1070 Wien

Tel +4369915236110

[E-Mail senden](#)

[zur Website des Anbieters](#)

Abb. 2.6 Beispielfoto von Baukarussell [44]

Es ist zu vermuten, je mehr Informationen auf den Plattformen ersichtlich sind, desto leichter wird die Wiederverwendung und desto eher werden Materialien und Elemente abgenommen. Als potenzieller Kunde möchte man so viel essenzielle Informationen wie möglich erhalten. Ist etwas unklar oder nicht bekannt, kann es sein, dass das Interesse einem anderen, wahrscheinlich neuem Produkt zugewendet wird. Obwohl es schwierig und oft kostspielig ist, viele Eigenschaften von einem der Elemente herauszufinden, kann es sich in vielen Aspekten auszahlen.

2.5 Geschäftsmodelle

In den letzten Jahrzehnten hat das Internet eine revolutionäre Veränderung in der Art und Weise gebracht, wie Unternehmen Geschäfte machen. Es hat die Grenzen des traditionellen Handels aufgebrochen und eine Fülle neuer Geschäftsmodelle ermöglicht. Die Art der KundInnenkommunikation und der Produktinformationen hat sich grundlegend verändert, und es gibt jetzt eine Vielzahl neuer Möglichkeiten für Unternehmen, ihre

KundInnen zu erreichen und ihre Produkte zu verkaufen. Auch die Wiederverwendung hat sich diesen Modernisierungen angepasst, wie im vorhergehenden Kapitel erörtert wurde. [26]

Der Handel und das Marketing gehören zu einem erfolgreichen Wiederverwendungsgeschäft, aus diesem Grund wird zu Informationszwecken im Folgenden auf die drei grundlegenden Geschäftsmodelle eingegangen: B2B (Business-to-Business), B2C (Business-to-Consumer) und C2C (Consumer-to-Consumer).

B2B-Geschäftsmodelle beziehen sich auf Geschäftsbeziehungen zwischen Unternehmen. In diesem Fall verkauft ein Unternehmen Produkte oder Dienstleistungen an ein anderes Unternehmen, das diese dann an seine eigenen KundInnen weiterverkauft oder in seinen eigenen Geschäftsprozessen nutzt. Beispiele für B2B-Geschäftsmodelle sind der Verkauf von Rohstoffen an Hersteller, der Verkauf von Ersatzteilen an Reparaturwerkstätten oder der Verkauf von Software an Unternehmen. B2C-Geschäftsmodelle beziehen sich auf Geschäftsbeziehungen zwischen Unternehmen und EndverbraucherInnen. In diesem Fall verkauft ein Unternehmen Produkte oder Dienstleistungen direkt an die Endverbraucher, ohne dass es einen Zwischenhändler gibt. Beispiele für B2C-Geschäftsmodelle sind der Verkauf von Kleidung, Elektronik oder Nahrungsmitteln an die Endverbraucher. C2C bezieht sich auf Geschäftsbeziehungen zwischen Endverbrauchern. In diesem Fall verkaufen Privatpersonen Produkte oder Dienstleistungen direkt an andere Privatpersonen, ohne dass ein Unternehmen als Vermittler oder Zwischenhändler fungiert. Beispiele für C2C-Geschäftsmodelle sind Online-Plattformen wie willhaben [24], in denen Privatpersonen ihre gebrauchten oder neuen Waren an andere Privatpersonen verkaufen, oder Peer-to-Peer-Plattformen für die Vermietung von Wohnungen oder Autos. [27]

C2C-Geschäftsmodelle haben in den letzten Jahren an Popularität gewonnen, insbesondere durch den Aufstieg von Online-Plattformen und sozialen Medien. Sie bieten den Endverbrauchern die Möglichkeit, direkt miteinander zu interagieren und ihre Produkte oder Dienstleistungen auf einfache Weise anzubieten oder zu erwerben.

Besonders in Bezug auf Wiederverwendung sind C2C-Geschäfte vorbildhaft und zukunftsweisend und haben die Mentalität zur Kreislaufwirtschaft gefördert. Die Motivation dahinter kann unterschiedlich sein, wie in Abb. 5.4 in Kapitel 5 dargestellt ist.

Marketingtechnisch ist die Kommunikation zu den Geschäftspartnern in den verschiedenen Modellen meist unterschiedlich. *Marketing in business-to-consumer (B2C)*

market is more based on emotional aspects; while in business-to-business sector more professionalism is needed [25 S.74]. In B2B-Geschäftsmodellen ist die Kommunikation oft formeller und weniger emotional als bei B2C-Geschäftsmodellen, da GeschäftskundInnen in der Regel auf die rationalen Aspekte des Produkts fokussiert sind und ein Verständnis für das Produkt benötigen, um es in ihren eigenen Prozessen nutzen zu können. Im B2C-Geschäftsmodell ist die Produktinformation oft auf eine leicht verständliche Sprache ausgelegt und beinhaltet oft emotionale Aspekte, um das Interesse des Verbrauchers zu wecken. Es ist wichtig zu beachten, dass dies jedoch nicht immer der Fall sein muss, da es Unternehmen gibt, die erfolgreich sowohl B2B als auch B2C-Geschäftsmodelle betreiben. Es hängt von vielen Faktoren ab, wie zB Branche, Zielgruppe und Produkt oder wie das Unternehmen seine Produktinformationen und KundInnenkommunikation gestaltet. [25]

Für die Geschäftsmodelle B2B und B2C gelten dieselben allgemeinen rechtlichen Vorschriften, wie beispielsweise die Regelungen zu Wettbewerb, Datenschutz und VerbraucherInnenschutz.

In der Wiederverwendung kommen alle drei Modelle vor. Für Unternehmen ist es jedoch meistens lukrativer, wenn man einen B2B-Auftrag erhält, da dadurch eine gewisse Abgabe- bzw. Abnahmemenge zustande kommt und ein besserer Umsatz erreicht werden kann. Doch besonders im Wiederverwendungsgeschäft zeigt sich, dass beide Wege offengehalten werden sollten, um eine gewisse Flexibilität in der Produktvermittlung beizubehalten. Einzelstücke können über Plattformen vermittelt werden, solange ein gutes System gefunden wird. Ausreichend Informationen auf den Plattformen, können dabei helfen, um unnötige Anfragen zu vermeiden. Beispiele dazu werden in Kapitel 4 erörtert.

2.6 Digitale Potentiale in der Wiederverwendung

Die Digitalisierung hat alle Bereiche der Zivilisation erreicht und beeinflusst. Da im Jahr 2022 bemerkenswerte Fortschritte im Bereich der künstlichen Intelligenz KI erzielt wurden, wäre es falsch einen wissenschaftlichen Text zu schreiben, ohne auf dieses Thema einzugehen. Mit Building Information Modelling (BIM) wurden wichtige Schritte in die Digitalisierung der Baubranche gesetzt. Während beide noch in ihren Kinderschuhen stecken, sind sie jetzt schon wichtige Aspekte der Industrie. Auch die Kreislaufwirtschaft kann stark von diesen Innovationen profitieren.

Wenn ein Gebäude zum Abbruch freigegeben wird, müssen die Elemente schnell einen neuen Nutzen finden, um unnötige Kosten zu vermeiden. KI kann dabei helfen, ein

Bewertungsschema zu erstellen, um diese Entscheidung besser zu evaluieren. Mit den richtigen Daten eingespeist, weiß der Computer, wann, was, wieviel zur Verfügung steht und wo es wiederverwendet werden kann. Durch intelligente Logistiksysteme könnten Elemente zur richtigen Zeit abgeholt werden, um leere Transportwege zu vermeiden. Während es noch viel Forschung für die potenziellen Möglichkeiten der künstlichen Intelligenz für Wiederverwendung benötigt, ist die „Vorbereitung zur Verwendung von KI in Wiederverwendung“ aktuell wichtig. Dazu zählt das Sammeln von Daten und Informationen, Zielsetzungen und rechtliche Grundlagenschaffung.

Als Inspiration für das Entwerfen von Elementen bieten sich heute schon KI-Generatoren wie Midjourney [29], Stable Diffusion [30] und DALL-E 2 [31] an. Diese helfen durch „text-to-image“, „image-to-image“ oder einer Kombination aus beidem, etliche Variationen eines gewünschten Designs zu finden. Für ArchitektInnen und Product DesignerInnen ist dies jetzt schon ein großes Hilfsmittel bei ihren Entwürfen.



Abb. 2.7 Designvorschläge mit „text-to-image“ Generator Midjourney

Abb. 2.7 zeigt eine einfache Möglichkeit für einen text-to-image-Entwurf. Hierfür wurde ein Bild eines Holzbalken in den Chat hochgeladen und mit dem Befehl *reused element*

for sitting made of reclaimed timber wurden die unteren vier Abbildung generiert, welche als Inspiration für Wiederverwendungsprodukte dienen können.

Zukünftig könnte ein KI-Generator mit 3D-Modellen von Bauelementen inkl. Informationen zu Material etc. wie sie jetzt schon in BIM-Modellen existieren, Ideen zur Wiederverwendung anbieten und sogar den genauen Prozess zu einer erfolgreichen Umsetzung beschreiben. Forschungen zu KI in Wiederverwendungen gibt es schon und der Wettlauf um das erste funktionierende System hat begonnen. Ein EU-gefördertes Projekt ist RRRMaker [39], eine KI-Design-Plattform für die Produktion von handgefertigten, schnell hergestellten und wiederaufbereiteten Produkten, die auf der Verfügbarkeit von gebrauchten Waren und gesammelten recycelbaren Abfällen basiert. Mit Informationen von bestehenden Designs und vorhandenen Materialien können so Produkte entwickelt werden, die helfen unser Abfallproblem in den Griff zu bekommen.

Wenn man über die Digitalisierung des Bauwesens spricht, kann Building Information Modelling (BIM) nicht fehlen. Die Idee besteht zwar schon seit 1975 [61], doch die grundlegenden BIM-Funktionen brauchten 25 Jahre, um auf den Markt zu kommen [62].

Die Probleme von BIM umfassen die Fragmentierung der Bauindustrie, bestehende Unternehmenskulturen und Arbeitspraktiken, rechtliche und vertragliche Fragen, Datenschutz und Datensicherheit, Beschaffungsmethoden sowie Kundenunterstützung. Die Vielzahl von Akteuren und deren unterschiedliche Interessen erschwert eine reibungslose Zusammenarbeit. Ein kultureller Wandel und die Anpassung von Arbeitsabläufen sind erforderlich. Rechtliche Unsicherheiten und Haftungsfragen können die Umsetzung verzögern. Datenschutzmaßnahmen sind notwendig, um den Schutz sensibler Informationen zu gewährleisten. Die traditionellen Beschaffungsmodelle müssen möglicherweise angepasst werden. Die Kunden müssen die Vorteile von BIM erkennen und unterstützen. Diese Herausforderungen erfordern eine umfassende Strategie zur erfolgreichen Implementierung von BIM in der Bauindustrie. Man könnte sagen die Probleme weisen viele Parallelen zu einer Umsetzung der Wiederverwendung auf. [64]

Eines der Ziele von BIM ist, neben einer interdisziplinären Planung mit einem 3D-Modell, der Erhalt eines digitalen Zwillings, der während der Nutzungsphase verwendet werden kann. Während es sehr viele unterschiedliche solche Nutzungen gibt, kann Wiederverwendung eine davon sein, wenn die richtigen Daten eingespeist werden. Oft gibt es bei Bestandsgebäuden heutzutage höchstens einen wenig aussagenden Bestandsplan, doch digitale Zwillinge können alle Informationen enthalten, um Wiederverwendung zu

erleichtern. Bis die Welt jedoch so weit ist, wird es wahrscheinlich noch etwas dauern, da BIM noch nicht von vielen Büros verwendet wird.

3 Methodik der Forschung

In dieser Masterarbeit wird eine Fallstudie der erfolgreichen Umsetzung der Wiederverwendung von Bestandselementen durch das Unternehmen Materialnomaden (MN) untersucht und analysiert. Da sie sich als eine der wenigen dem Thema der Kreislaufwirtschaft vor Jahren gestellt haben, gelten sie als Vorreiter in Österreich. Die Befragung und Analyse basierten auf einem breiten Spektrum an Dokumenten, die zur Verfügung gestellt wurden, einschließlich Verträgen, Berechnungen, Studien, Fotos und Protokollen.

Um ein tiefes Verständnis für die Praktiken und Herausforderungen bei der Umsetzung der Wiederverwendung von Bestandselemente zu erlangen, wurde ein qualitativer Forschungsansatz gewählt. Dies ermöglichte es, ausführliche Informationen und Perspektiven von den Beteiligten zu sammeln und zu interpretieren. Während der Befragungen wurden die Erkenntnisse kontinuierlich analysiert und aufgezeichnet. Neben den Interviews wurden auch Dokumentenanalysen durchgeführt, um weitere Einsichten und Informationen zu gewinnen. Dies beinhaltete die Überprüfung von Dokumenten wie Verträgen, Berechnungen, Studien und Protokollen, um einen Einblick in die Prozesse und Herausforderungen zu gewähren und deren Wirkungszusammenhänge zu erkennen. [58]

Zusätzlich wurde eine Literaturrecherche durchgeführt, um ein breiteres Verständnis für das Thema der Wiederverwendung im Bauwesen zu erlangen und um eine theoretische Grundlage für die Analyse zu schaffen. Die Literaturrecherche beinhaltete sowohl allgemeine Literatur zu dem Thema als auch spezifische Literatur zu den rechtlichen und technischen Aspekten der Wiederverwendung.

Abb. 3.1 bietet einen Überblick über die Forschungsschritte und die darauffolgende Diplomarbeitungsstruktur. Der teils iterative Prozess, musste während der gesamten Forschungsarbeit, stets überdacht und angepasst werden.

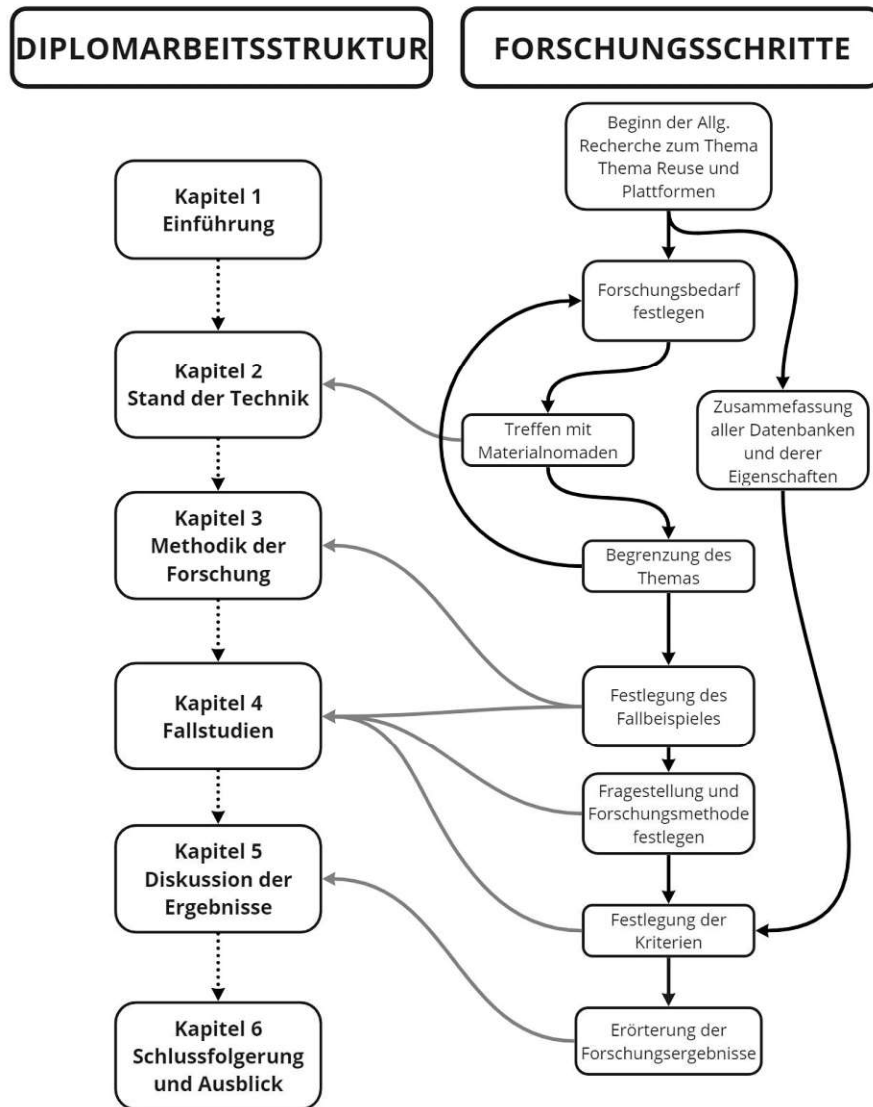


Abb. 3.1 Forschungsprozess

Zusammenfassend wird in dieser Masterarbeit ein tiefes Verständnis für die Praktiken und Herausforderungen bei der Umsetzung der Wiederverwendung von Bestandselementen entwickelt. Auf diesem basierend und mithilfe der Einsicht in das Unternehmen, wurde versucht die Forschungsfragen zu beantworten.

4 Fallstudien

Das Konzept der Wiederverwendung von Baumaterialien hat in den letzten Jahren immer mehr an Bedeutung gewonnen. Da die kommerzielle Wiederverwendung in Österreich noch nicht so weit verbreitet ist, gilt es als Ziel, Wege zu finden, um das zu ändern. Eines von zwei Unternehmen in Österreich, die sich erfolgreich mit dem Thema beschäftigen, sind die Materialnomaden (MN). Im Rahmen der Fallstudie wird ihr Leuchtturmprojekt, die Grellgasse, untersucht, ein großes Bürogebäude im 21. Wiener Bezirk und Forschungsprojekt für den zirkulären Rückbau. Außerdem werden vier Folgeprojekte besprochen. Um ein tieferes Verständnis für die Umsetzung von Wiederverwendung im Kontext der MN zu erlangen, wurde das Unternehmen befragt und ihre Unterlagen analysiert. Im ersten Teil des Kapitels wird das große Rückbauprojekt der Grellgasse beschrieben und auf drei Elemente des Gebäudes genauer eingegangen. Die Folgeprojekte wurden aufgrund ihrer Unterschiede ausgewählt, um einen guten Einblick in die verschiedenen Möglichkeiten zu bieten. Bei dem Ersten werden Elemente vor Ort für die Außenraumgestaltung des Neubaus verwendet. Danach folgt ein B2C-Beispiel eines Einfamilienhauses, bei welchem die Bauelemente unweit des Ausbauortes einen neuen Nutzen gefunden haben. Das dritte Projekt ist ein Forschungsprojekt, bei welchem die MN für ihre Dienstleistung und Wiederverwendungsprodukte angeheuert wurden. Zu guter Letzt wird ein Café vorgestellt, für das Elemente durch die ArchitektInnen ausgesucht und wiederverwendet wurden, wodurch die MN nur als Vermittler tätig wurden.

In Tab. 4.1 werden alle weiteren Folgeprojekte, welche lt. den MN Elemente erhalten haben aufgelistet, wobei die fett dargestellten Projekte im Rahmen dieser Diplomarbeit genauer besprochen werden. Diese Liste enthält keine Einzelvermittlungen über ihre Plattform. Eine Darstellung der Reichweite der Grellgasse aus dieser Liste bietet Abb. 4.1. Neben den vielen Projekten in Wien (Abb. 4.1 rechts) konnte in drei weiteren Bundesländern neue Nutzen für die Elemente gefunden werden.

Bei der Untersuchung der Fallstudien wird auf die element-, prozess- und systembezogenen Kriterien geachtet, um Vorschläge für die Zukunft der Wiederverwendung von Bauelementen zu finden. Diese sind entscheidend für den Erfolg und helfen, Optimierungspotentiale aufzuzeigen und Empfehlungen für die Zukunft abzuleiten.

Tab. 4.1 Liste der Projekte mit Elementen der Grellgasse

Projekt	Bundesland	PLZ	Elemente
Grellgasse neu	Wien	1210	Betonlisenen, Geländer, Wartungssteg
Möbelhalle	Wien	1210	Information fehlt
EFH Seyring Sonnenhalle	NÖ	2201	Geländer, Waschbecken, Kastentüren, Natursteinplatten, Unterkonstr. Serverboden, ...
Privatwohnung	Wien	1200	Fenster
Hotel	Wien	1030	Rasterspiegelleuchten
TU Wien Ausstellung	Wien	1040	Pyramidenleuchte, Heizungsabdeckungsgitter, Parkett, Geländer, ...
Café	Wien	1100	Kastentüren
Kegelhalle - Am Kempelenpark	Wien	1100	Lochblechpaneele, Büroinnenausstattung, Heizungsabdeckungsgitter, ...
Kegelhalle Lager	Wien	1100	Lochblechpaneele, Büroinnenausstattung, Waschbecken, ...
Pop Up Cube – materialnomaden	Wien	1100	Lochblechpaneele
Parktoilette - Am Kempelenpark	Wien	1100	Bestandspläne
Großküche	Wien	1230	Lochblechpaneele, Kastenelemente, Hängeleuchten, mobile Trennwände, Natursteinplatten, ...
Glashaus	Stmk	8350	Fensterscheiben
Spundwand	Stmk	Information fehlt	Betonlisenen
Wohnhaus	Sbg	5640	Information fehlt

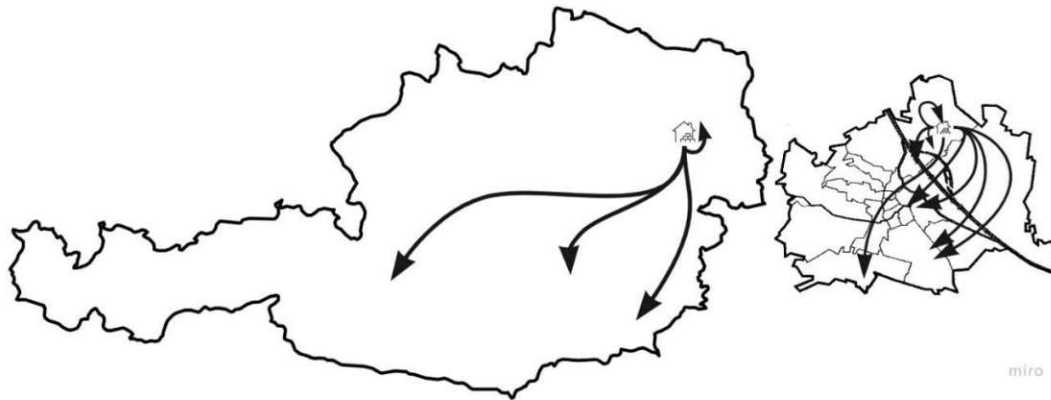


Abb. 4.1 Reichweite der Grellgasse

4.1 Kriterien der Wiederverwendung

Bevor auf die Fallbeispiele genauer eingegangen wird, werden die maßgebenden Kriterien der Wiederverwendung von Bestandselementen vorgestellt. Diese haben sich aus den Gesprächen mit den Materialnomaden abgeleitet. In der Literatur konnte keine vergleichbare Auflistung gefunden werden, doch die Begriffe tauchen immer wieder auf und haben auch dort einen wichtigen Stellenwert für erfolgreiche Projekte. Ein wichtiges Ziel der MN war es Elemente schnellstmöglich analysieren zu können, um deren Wiederverwendungspotential zu erkennen. Obwohl viele Eigenschaften erst nach aufwändigen Untersuchungen ausfindig gemacht werden können, wurde versucht in den untenstehenden Absätzen die wichtigen Kriterien herauszufiltern, um eben diese Voranalyse für Reuse bestmöglich gestalten zu können.

Aus vielen, teilweise schon erwähnten Gründen ist die Wiederverwendung von Bauelementen ein kompliziertes Unterfangen. Umso wichtiger ist es zu wissen, welche Kriterien erheblich sind, um diese im frühen Planungsstadium zu berücksichtigen. Es ist wichtig zu beachten, dass diese für die Wiederverwendbarkeit nicht unabhängig voneinander betrachtet werden können, sondern ganzheitlich bedacht werden müssen. Eine sorgfältige Bewertung aller relevanten Kriterien ist daher unerlässlich, um sicherzustellen, dass Bauelemente auf eine nachhaltige und wirtschaftliche Art und Weise wiederverwendet werden können.

Die Kriterien ziehen sich durch alle Schichten der Wiederverwendung wie ein roter Faden. Egal ob es um die vertragliche Absicherung geht, die Frage wer darf was und wohin bewegen, wie sieht die Nachfrage aus, welche Elemente haben den größten ökologischen und welche den größten ökonomischen Mehrwert.

Im Zuge der Recherche, sowohl in der Literatur als auch während der Untersuchung des Fallbeispiels, wurden wiederholt Punkte erwähnt, welche sich als maßgebliche Kriterien für die Wiederverwendung herauskristallisiert haben. Sie wurden meistens nicht beim Namen genannt doch, ihre Wichtigkeit war klar zu erkennen. Diese werden im Folgenden genauer betrachtet und analysiert. Es wurde versucht, die Überkategorien zu definieren (hier: Element, Prozess, System) und die einzelnen treibenden Kriterien zu benennen.

Abb. 4.2 zeigt die Kriterien, welche sich aus der Recherche ergeben haben. Sie lassen sich in die erwähnten elementbezogenen, prozessbezogenen und systembezogenen Kategorien unterteilen. Die elementbezogene Kategorie kann als erste Ebene betrachtet werden, da sich diese auf die spezifischen Eigenschaften der Elemente selbst konzentriert. Hier werden Fragen der Qualität, Quantität, Kosten, Ästhetik und Ökobilanz betrachtet, um die Eignung der Elemente für die Wiederverwendung zu bewerten. Die prozessbezogene Kategorie erweitert diese Betrachtung auf eine zweite Ebene. Diese umfasst die verschiedenen Prozesse und Abläufe, wie die Zeit, den Transport, die Lagerung und die Vermittlung, die erforderlich sind, um die Wiederverwendung effizient zu gestalten. Die Systembezogene Kategorie als dritte Ebene umfasst rechtliche Bestimmungen, wie z.B. Bauvorschriften und Sicherheitsstandards sowie soziokulturelle Aspekte, welche die Wiederverwendung beeinflussen.

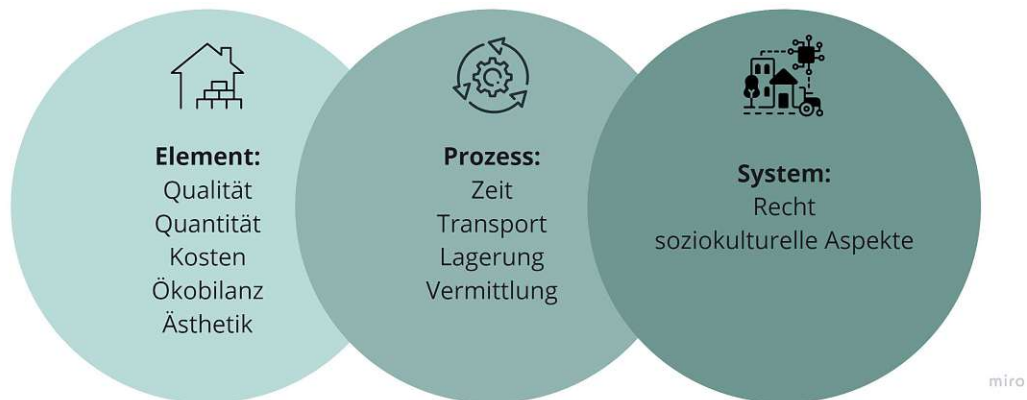


Abb. 4.2 Kriterien der Wiederverwendung

Im Folgenden werden die gewählten Kriterien definiert.

4.1.1 Elementbezogen

Die elementbezogene Kategorie bezieht sich auf die Eigenschaften und Merkmale der Elemente selbst. Sie umfasst Aspekte wie die Qualität der Elemente, ihre Menge, die Kosten im Zusammenhang mit ihrer Wiederverwendung, ihre ästhetischen Eigenschaften und ihre

Umweltauswirkungen. Diese Kriterien sind entscheidend, um die Eignung der Elemente für die Wiederverwendung zu bewerten und sicherzustellen, dass sie den Anforderungen an Leistung, Verfügbarkeit, Wirtschaftlichkeit, Design und Umweltverträglichkeit gerecht werden.

Qualität in Bezug auf die Wiederverwendung bezieht sich nicht nur auf die physischen und chemischen Eigenschaften eines Materials, sondern auch auf seine Eignung und Ausbaubarkeit. Ein hochwertiges Element muss also nicht nur robust und langlebig sein, sondern auch in der Lage sein, ohne Beschädigung entfernt zu werden und für eine Wiederverwendung oder Recycling geeignet sein. Ein wichtiger Aspekt der Qualität ist auch die Erfüllung von spezifischen Anforderungen und Normen, um sicherzustellen, dass das Bauelement für den beabsichtigten Zweck geeignet ist und den erforderlichen Standards für den geplanten Wiederverwendungszeitpunkt entspricht. Ein Element von hoher Qualität weist beispielsweise keine sichtbaren Schäden auf, ist frei von Verschleiß oder Abnutzung und kann in einer neuen Anwendung problemlos eingesetzt werden. Falls dies nicht erfüllt ist, muss es leicht reparier- bzw. bearbeitbar sein. Die Qualität kann auch von der Art des Bauelements abhängen, beispielsweise kann eine höhere Qualität für tragende Elemente erforderlich sein im Vergleich zu dekorativen. Es ist wichtig, die Qualität bei der Entscheidung für die Wiederverwendung zu berücksichtigen, um sicherzustellen, dass sie in der Lage sind, ihre Funktion in der neuen Anwendung zu erfüllen und den notwendigen Anforderungen gerecht zu werden.

In "Ten tips for a circular design" aus Lessons in Circularity [53], wird darauf hingewiesen, dass eine Definition von Qualität zwar schwierig ist, aber das Verständnis über die Eigenschaften eines Elementes und Zusammenwirken aller Bauelemente in einem Gebäude zu einem guten Design führt. Das gilt sowohl für Bauen mit wiederverwendeten Elementen als auch für die Planung von Objekten, die zukünftig wiederverwendbar sein sollen.

Die **Quantität** bezieht sich auf die Menge der verfügbaren Elemente, die wiederverwendet werden können. Die Erkenntnis über diese verfügbare Menge ist essenziell für die erfolgreiche Umsetzung eines neuen Projekts mit Reuse Anforderungen. Die Quantität hat Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit, da die Wiederverwendung von Bestandselementen in ausreichender Menge dazu beitragen kann, Kosten zu sparen und Ressourcen zu schonen. Einige wichtige Faktoren, die die Quantität beeinflussen können, sind beispielsweise der verfügbare Platz für Lagerung, die Verfügbarkeit von Ressourcen

und Personal, sowie der Aufwand für die Demontage und Reinigung der wiederverwendbaren Materialien. Die Menge der verfügbaren Elemente bestimmt auch ob die Nachfrage gedeckt werden kann.

Ein gutes Beispiel dafür, dass Quantität wichtig ist, ist das Projekt „Bicycle parking facility Eindhoven“ [54]. Ein Kunde wünscht sich ein Gebäude mit wiederverwendeten Elementen. Der Kunde ist ein großes Eisenbahn-Unternehmen und liefert die Elemente selbst. Aus den Fenstern alter Züge wird eine schöne Fassade der Fahrrad-Parkanlage. Oder eine Parkbank in Basel: Die große Anzahl eines Stücks ergibt ein praktisches neues Design. Beide Beispiele werden in Abb. 4.3 dargestellt.

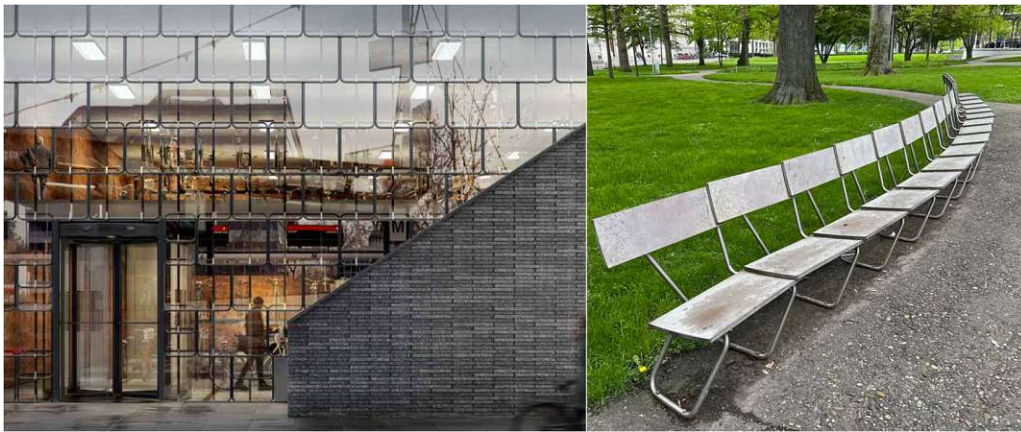


Abb. 4.3 Beispiele für Quantität: rechts „Bicycle parking facility Eindhoven“ [54], links Parkbank in Basel

Kosten beziehen sich auf die finanziellen Aufwendungen, die zur Wiederverwendung anfallen. Dies umfasst sowohl die Kosten für die Demontage, den Transport und die Lagerung der Bauelemente als auch die Kosten für die Aufbereitung, Inspektion und ggf. Reparatur derselben. Darüber hinaus können auch Kosten für die Dokumentation und Zertifizierung der Bauelemente anfallen. Die Höhe der Kosten hängt von verschiedenen Faktoren ab, wie z.B. der Art, ihrem Zustand, dem Ort der Demontage und der Wiederverwendung, sowie dem aktuellen Marktangebot und der Nachfrage. In Zukunft kann die EU-Taxonomie die Kosten beeinflussen, indem sie die finanzielle Leistungsfähigkeit des Sektors in Bezug auf umweltfreundliche Maßnahmen bewertet. Es ist zu erwarten, dass Unternehmen, die in umweltfreundliche Praktiken wie Wiederverwendung investieren, steuerliche Anreize erhalten werden. Dadurch können die Kosten für die Wiederverwendung von Baumaterialien möglicherweise reduziert werden, was die Umsetzung solcher Praktiken attraktiver macht.

Im Fallbeispiel K.I18 [35] vom Architekturbüro in situ werden die Kosten des Projektes gut analysiert dargestellt. Zuerst werden die Kosten pro Element gezeigt, welche aus den Anteilen Suche, Beurteilung und Dokumentation, Erwerb, Rückbau, Transport, Lagerung, Aufbereitung, Wiedereinbau und Unterhalt bestehen. Trotz sparsamer Planung ist es nicht gelungen, die Bauelemente billiger wieder einzubauen als bei Neuanschaffung. Zu guter Letzt wurden die Baukosten und Finanzierung analysiert. Es hat sich herausgestellt, dass aufgrund der großen Vorarbeit, noch vor dem Baustart mit erhöhten Kosten zu rechnen ist. Die Einsparungen werden im Endeffekt durch den Mehraufwand ausgeglichen und die Gesamtkosten werden vergleichbar mit dem eines Neubaus.

Die **Ökobilanz** betrifft die Umweltauswirkungen der Wiederverwendung. Es umfasst den Energieverbrauch, den Ressourcenverbrauch, die Treibhausgasemissionen und andere umweltrelevante Faktoren. Eine umfassende Lebenszyklusanalyse kann helfen, die Umweltauswirkungen der Wiederverwendung zu bewerten.

Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten die Umweltauswirkungen eines Elementes zu berechnen. Im Beispiel von K.I18 wurden CO₂-Äquivalenten der relevanten Leistungen der Wiederverwendung aus Rückbau, Transport, Aufbereitung und Wiedereinbau berechnet, wobei hier immer der Transport den größten Teil ausmachte. Diese wurden mit neuen Bauelementen nach SN EN 15804 + A1/SIA 490.052 + A1 verglichen. Einsparungen von 85% bis 99.2% konnten erzielt werden. In [56], die vollständige Studie zu K.I18, werden die drei Varianten Teilamortisation, Zusatzaufwand und wie neu, berechnet. [35]

Die **ästhetischen Eigenschaften** eines Bauelements können bei der Entscheidung über seine Wiederverwendung eine Rolle spielen. Es ist wichtig zu überprüfen, ob das Element den gestalterischen Anforderungen des neuen Projekts entspricht und ob es sich harmonisch in die bestehende Architektur oder das Designkonzept einfügt. Für andere Elemente kann Ästhetik aber auch nebensächlich sein, da sie zB nicht sichtbar in ein neues Gebäude eingebaut werden, oder ihr „Alter“ gewollt sichtbar gelassen wird. Ein gutes Beispiel für verschiedene ästhetische Ansatzmöglichkeiten in der Wiederverwendung sind die „10 R's“ welche schon in Kap 2.2 erwähnt wurden. Während Reuse die einfache Wiederverwendung bedeutet ohne Bearbeitung, werden bei Repair und Refurbish Aufwertungen unternommen. Bei Redesign entstehen neue Produkte, wofür sogar mehrere Elemente verwendet werden können.

4.1.2 Prozessbezogen

Die prozessbezogene Kategorie bezieht sich auf die verschiedenen Prozesse und Abläufe im Zusammenhang mit der Wiederverwendung von Bestandselementen. Sie umfasst Aspekte wie die Zeit, die für den Ausbau, die Überprüfung, die Aufbereitung und die Integration der Elemente in neue Bauprojekte erforderlich ist. Der Transport, die Lagerung während des Wiederverwendungsprozesses und die Vermittlung zwischen den verschiedenen Bauprojekten sind ebenfalls wichtige Aspekte. Die Berücksichtigung dieser Kriterien gewährleistet die Effizienz und Durchführbarkeit der Wiederverwendung von Bestandselementen.

Zeit bezieht sich auf den Zeitrahmen, in dem die Elemente verfügbar sein müssen, um sie in einem Bauprojekt zu verwenden. Es bezieht sich auch auf den Zeitrahmen für den Abbau, die Inspektion, die Lagerung und den Transport. Die Verfügbarkeit zu einem bestimmten Zeitpunkt kann auch Auswirkungen auf den Preis haben. Zum Beispiel kann eine höhere Nachfrage nach wiederverwendbaren Elementen zu höheren Preisen führen, während eine niedrigere Nachfrage zu niedrigeren Preisen führen kann.

Der **Transport** bezieht sich auf den physischen Transport der Elemente von ihrem ursprünglichen Standort zum neuen Bauprojekt, aber auch allen Zwischenstationen, die hierfür notwendig sind. Das kann ein Zwischenlager, Prüfstellen, Werkstätten etc. bedeuten. Die Auswahl geeigneter Transportmittel und -methoden, die Berücksichtigung von Transportzeiten und -kosten sowie der Schutz der Bauelemente während des Transports sind wichtige Faktoren.

Die **Lagerung** betrifft die Aufbewahrung der Elemente zwischen ihrem Ausbau und ihrer Wiederverwendung. Es umfasst Aspekte wie die Auswahl geeigneter Lagermöglichkeiten, den Schutz vor Beschädigungen und Diebstahl sowie die Verfügbarkeit der Bauelemente zum richtigen Zeitpunkt.

Die **Vermittlung** umfasst den Prozess der Zusammenführung von Angebot und Nachfrage, um eine erfolgreiche Wiederverwendung zu ermöglichen. Hierbei spielen Erfahrung und eine fundierte Ausbildung der Vermittler eine entscheidende Rolle, um eine optimale Vermittlung zu gewährleisten. Es gibt verschiedene Möglichkeiten der Vermittlung, wie beispielsweise über Online-Plattformen oder über spezialisierte Vermittler. Zukünftig könnte auch KI eine wichtige Rolle in der Vermittlung spielen, indem sie automatisierte Prozesse zur Identifikation von Angeboten und Nachfragen ermöglicht und somit die Vermittlung beschleunigt und optimiert.

4.1.3 Systembezogen

Die systembezogene Kategorie bezieht sich auf die übergeordneten Systeme und Rahmenbedingungen, innerhalb derer die Wiederverwendung von Bestandselementen stattfindet. Sie umfassen Aspekte wie rechtliche Bestimmungen und Vorschriften, die Einhaltung von Bauvorschriften und Sicherheitsstandards sowie Umweltgesetze. Auch soziokulturelle Aspekte spielen eine wichtige Rolle, wie beispielsweise die Akzeptanz und Integration der Wiederverwendung in die Gesellschaft und die Bauindustrie. Die Berücksichtigung dieser Kriterien gewährleistet die Einhaltung rechtlicher Anforderungen, den Schutz der Interessen aller Beteiligten und die reibungslose Integration der Wiederverwendung von Bestandselementen in die Bauindustrie.

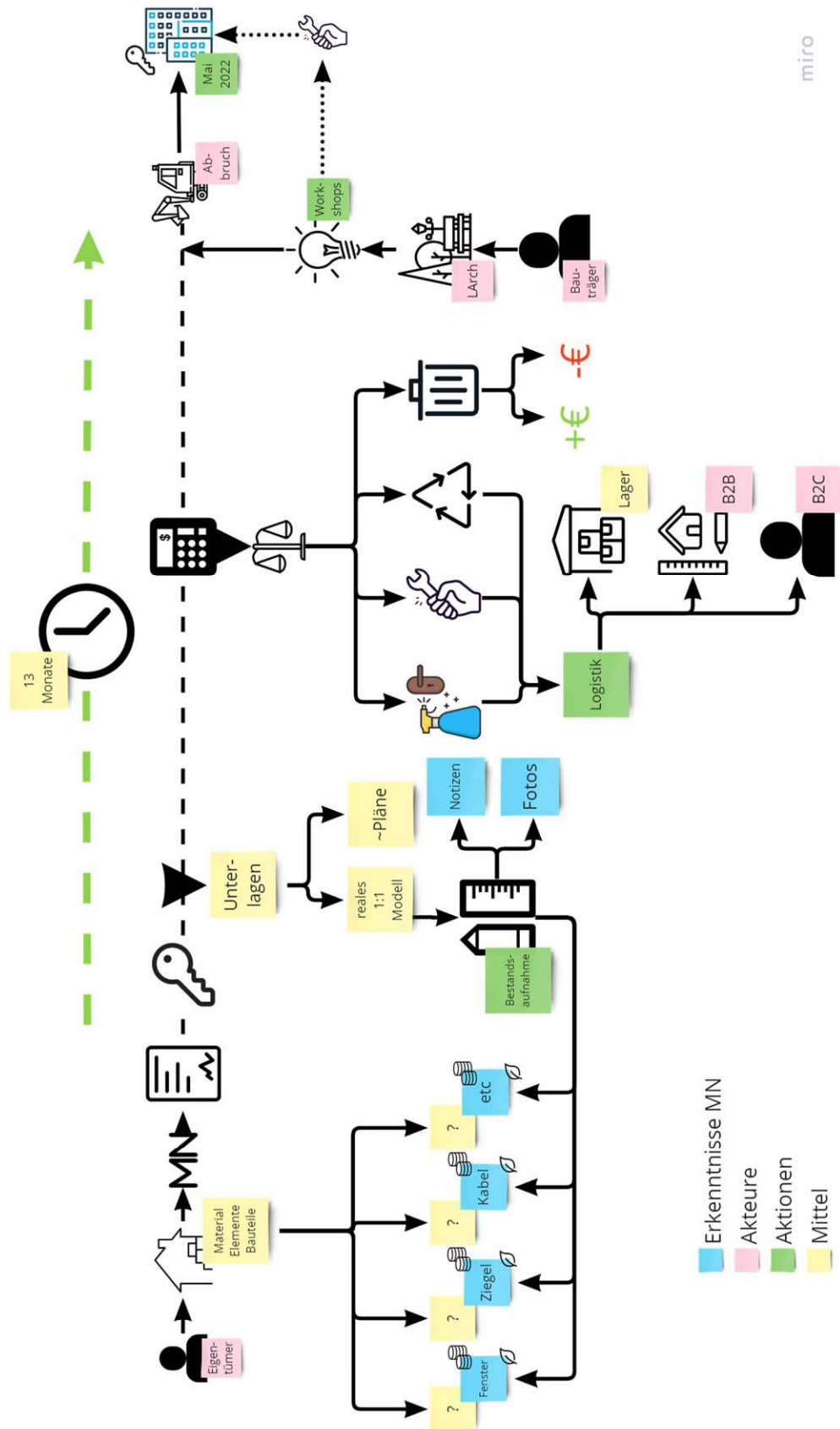
Recht im Kontext der Wiederverwendung umfasst alle rechtlichen Aspekte, die bei der Planung und Umsetzung von Wiederverwendungsprojekten zu beachten sind. Dazu gehören beispielsweise die Einhaltung von Vorschriften und Standards im Baurecht, die Berücksichtigung von Umweltauflagen, die Einhaltung von Arbeitsschutz- und Sicherheitsbestimmungen sowie die Berücksichtigung von Vertrags- und Haftungsfragen. Insgesamt umfasst die Dimension Recht alle Aspekte, die bei der Realisierung von Wiederverwendungsprojekten beachtet werden müssen, um ein den Rechtsvorschriften entsprechendes und sicheres Projekt zu gewährleisten.

Die Akzeptanz und Integration der Wiederverwendung von Bestandselementen in die Gesellschaft und die Bauindustrie spielen eine wichtige Rolle. Es ist wichtig, **soziokulturelle Aspekte** zu berücksichtigen, wie beispielsweise die Wahrnehmung von Gebrauchtbauteilen, die Einstellung der Stakeholder, die Verfügbarkeit von Fachkräften und die Sensibilisierung der Öffentlichkeit für die Vorteile der Wiederverwendung. In dem wissenschaftlichen Artikel “Enhancing Recycling of Construction Materials: An Agent Based Model with Empirically Based Decision Parameters“ [55] wurde untersucht, wie Recycling von Baumaterialien gefördert werden kann. Die Schlussfolgerung war, dass neben der Kostensenkung von Recyclingmaterialien auch die Bewusstseinsbildung über dessen Verfügbarkeit zu einer Steigerung des Recyclings führten.

4.2 Rückbauphase Grellgasse alt

Die Materialnomaden, damals noch als HarvestMAP tätig, wurden durch den Immobilieneigentümer eingeladen, den Rückbau der Grellgasse zu begleiten. Die Bekanntschaft bestand schon früher aus geschäftlichen Gründen. Da der Eigentümer mit

der Arbeit der Materialnomaden vertraut war, war der Zugang zu diesem Projekt ein etwas anderer als er bei einem üblichen Abriss gewesen wäre. Der Prozess des Rückbaus beinhaltete somit nicht nur diesen im mehr oder weniger klassischen Sinne, sondern wurde im Rahmen von Forschungsgruppen durch StudentInnen und internationale ProfessorInnen bearbeitet. Die Ergebnisse dieser Projekte wurden veröffentlicht [2].



miro

Abb. 4.4 Rückbauprozess der Grellgasse

Abb. 4.4 zeigt einen Überblick über die Prozesse des Rückbaus der Grellgasse. Diese werden im Folgenden genauer erörtert und analysiert. Während die Darstellung eine grobe Vereinfachung ist, ist der Prozess ein langwieriger.

Das betrachtete Objekt in der Grellgasse im 21. Wiener Bezirk, war ein ehemaliges Bürogebäude mit einer Größe von ca. 15.000m²[3]. Das ca. 1988 fertiggestellte Gebäude sollte 2018 nach nur 30 Jahren abgerissen werden und einem Wohnblock, welcher im Besitz desselben Immobilienträgers geblieben ist, weichen. Dementsprechend wurde die Lebensdauer des Bürogebäudes um mind. 20 Jahre verkürzt, verglichen mit einer geplanten Lebensdauer von 50 Jahren lt. EC 0 [1]. Das Gebäude wurde aus Stahlbeton ausgeführt mit vielen Fertigteilelementen an der Fassade. Den großen Eingangsbereich hat das Glassatteldach und die Verglasung der Frontfassade geprägt. Nach Norden und Süden ragten die Gebäudeteile mit den Bürogängen in denen jeweils ca. 18 Büroräume rechts und links zugänglich waren. Eine Untersuchung durch den für den Neubau zuständigen ArchitektInnen, hat die Weiterverwendung und damit folgende Sanierung des Bestandsgebäudes ausgeschlossen. Eine genaue Begründung wurde für diese Diplomarbeit nicht beantragt.

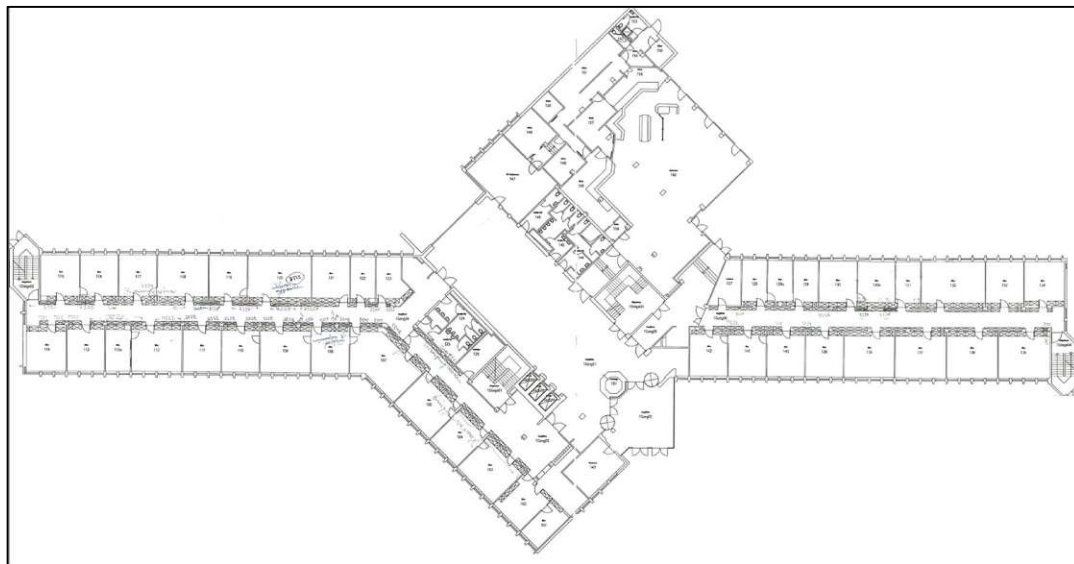


Abb. 4.5 Grundriss Grellgasse Bürogebäude

Am 30.06.2017 erfolgte die offizielle Beauftragung der MN zur Begleitung des Rückbaus der Grellgasse, aber erst nachdem die MN sich einen Überblick über das Gebäude gemacht hatten und den Rückbau einschätzen konnten. In dem Vertrag zwischen den MN und dem Eigentümer wurde festgelegt, wie die Vermittlung entnommener Elemente und Materialien vonstattenzugehen hat. Als Basis hat der von den MN erstellte Bauteilkatalog

gegolten, welcher die Dokumentation von den Produkten darstellte. Der Immobilienbesitzer war nicht gewinnbeteiligt an der Weitervermittlung. Durch die Einsparung der Abbruchkosten konnte der Eigentümer jedoch zufriedengestellt werden. Das beauftragte Abbruchunternehmen bestätigte den Auftraggebern und den MN in einem Gespräch, dass für den Abbruch eine große Summe weniger verrechnet wurde, dank der Vorarbeit durch den exemplarischen Rückbau. Es zeigt sich, dass die Zusammenarbeit mit Abbruchunternehmen ein wichtiger Schlüsselpunkt in der Kreislaufwirtschaft ist.

Am 23. Mai 2018 fand die Schlüsselübergabe statt, wodurch die Arbeiten im Rahmen des Projekts "Grellgasse" starten konnten. Über einen Zeitraum von 13 Monaten und einer Vielzahl an Begehungen wurde der Bestand des Gebäudes aufgenommen und bewertet, wobei bereits während der Aufnahme stets an die Möglichkeiten der Wiederverwendbarkeit gedacht wurde.

Das Ziel bestand darin, so viele Elemente wie möglich in möglichst kurzer Zeit zu ihrem neuen Einsatzort zu bringen. Da das Gebäude lediglich bis zum Abbruchtermin als Zwischenlager genutzt werden konnte, war es unerlässlich, eine effiziente Logistik zu etablieren. Hierbei stellte sich jedoch heraus, dass die Verfügbarkeit von Lager- und Abstellflächen ebenso wie deren Kosten eine große Herausforderung darstellten.

Die Kunst bestand darin, alle Bestandselemente so sorgfältig und zügig wie notwendig zu erfassen, um ihren weiteren Werdegang entscheiden zu können. Letztlich wurden in der Grellgasse über 200t an Bauelementen ausgebaut. Dabei wurde bei jeder Begehung nicht nur auf die Qualität und Wiederverwendbarkeit, sondern auch auf den Aufwand für den Ausbau sowie den Transport zum Bauplatz geachtet. Dies führte zur Erstellung des Bauteilkatalogs der Grellgasse, welcher unter anderem Türen, Schränke, Fenster, Verteiler, Kabeltrassen und Betonfertigteilelemente enthielt. Aus allen Schichten von Brands „6S shearing layers“ Theorie [40] wurden Elemente entnommen.

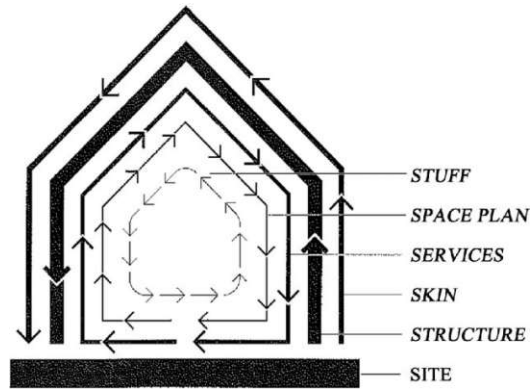


Abb. 4.6 Brands 6S shearing layers [40]

Die MN standen bei ihrer Arbeit nicht nur vor dem Problem fehlender Unterlagen, sondern auch vor der Herausforderung, dass die vorhandenen Bestandspläne für ihre Zwecke nicht hilfreich waren. Daher mussten viele Informationen vor Ort erhoben und begutachtet werden. Vor allem Detailpläne und Informationen über die Einrichtung und den Bestand im Inneren des Gebäudes waren schwer zu finden. Diesen Problemen müssen sich viele stellen, die mit Bestandsgebäuden zu tun haben.



Abb. 4.7 Beauftragungsreihenfolge

Während die meisten Bauvorhaben häufig durch eine Vielzahl beteiligter Subfirmen, Zulieferer, Fachkräfte und andere Akteure geprägt sind, die zusammenarbeiten, um das Projekt umzusetzen, kommen bei Wiederverwendungsvorhaben, neue dazu. Abb. 4.7 stellt die Beauftragungsreihenfolge der Grellgasse dar. Ein extremeres Beispiel für die Verflechtung der Beteiligten bei einem Kreislaufbauprojekt stellt [59] dar. Dies war Teil des Forschungsprojektes welches in Kapitel 4.6 erörtert wird.

4.3 Drei Elemente der Grellgasse

Obwohl sehr viele Elemente und Materialien aus der Grellgasse rückgewonnen werden konnten, werden im folgenden Abschnitt drei von diesen genauer betrachtet. Die Mengen der vorhandenen und tatsächlich ausgebauten Elemente kann Tab. 4.2 entnommen werden.

Tab. 4.2 Drei Elemente der Grellgasse

	potenzielle Ausbaustückzahl		potenzielle Ausbaugewicht		tatsächliche Ausbaustückzahl		tatsächliches Ausbaugewicht		Summe wiederverwendet		Masse wiederverwendet	
Fertigbetonteile	420	Stk	252,0	t	200	Stk	120,0	t	ca.60	Stk	36,0	t
Lochblechpaneele	17840	Stk	35,7	t	5056	Stk	10,1	t	3905	Stk	7,8	t
Kastentüren	2237,8	m ²	27,7	t	864	m ²	10,7	t	499	m ²	6,2	t

4.3.1 Fertigbetonteile

Die eingehängten Fertigteile dienten als massive Fensterlisenen, jeweils seitlich von allen Fenstern der Büroräumlichkeiten. Die Zählung aus den Grundrissen des Gebäudes hat etwas weniger als 140 Stück pro Geschoß der unten dargestellten Lisenen ergeben. Das bedeutet eine ungefähre Summe von 420 Stück plus mind. 140 Stück an Lisenen anderer Bauarten. Offiziell wurden 200 Stück ausgebaut.

Erst als die Bagger an der Baustelle ankamen, wurde getestet wie diese Elemente von der Fassade gelöst werden könnten. Mit einem Greifer wurden sie gefasst und am Boden abgelegt. Da diese Methode nicht optimal war, beschädigte der Bagger einige Elemente. Wäre die Verbindungstechnik der Lisene im Vorhinein bekannt gewesen, wäre dies mit einer besseren Ausbaumethode bzw. angepassten Geräte zu verhindern gewesen. Aus Zeitgründen wurde keine neue Maschine organisiert.

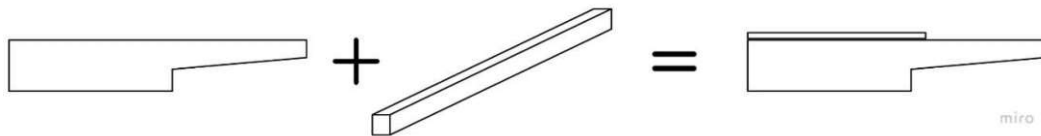


Abb. 4.8 Fertigbetonteile

Bewehrungspläne der Fertigteilelemente wurden gefunden und ersparten somit eine aufwändige Untersuchung mit Ultraschall oder womöglich durch Freilegung der Bewehrung.

Aufgrund der Massivität der Betonelemente wären viele Möglichkeiten zur Wiederverwendung möglich, doch aus demselben Grund war diese nur erschwert möglich. Dies liegt an mehreren Gründen. Eine Zwischenlagerung wäre optimal an der Entnahmestelle, doch das ist meistens zeitlich und oft auch platztechnisch nicht möglich. Selbst wenn eine Lagerung anderorts eine Option ist, stellt sich schnell heraus, dass der

Transport solch schwerer Elemente sehr aufwändig ist. Es müssen LKWs und Hebemaschinen besorgt werden. Bei bestimmten Schwertransporten wird eine Genehmigung benötigt. Aus diesem Grund werden Entscheidungen die Wiederverwendung betreffend schnell getroffen, um keinen unnötigen Aufwand zu lukrieren. Eine Priorisierung schwerer und großer Elemente würde helfen, diese rasch weiterzuvermitteln und somit eine höhere Wiederverwendungsrate zu erreichen. Solche Elemente sollten schon bei den ersten Begehungen rasch identifiziert werden, um jegliche Schritte zur Vorbereitung zur Wiederverwendung einzuleiten.

Im Fall der Grellgasse wurden 33 Stück Fertigbetonteile für die Außenraumgestaltung wiederverwendet. Sie wurden zu Sitzbänken (siehe Abb. 4.8), Bodenplatten im Freiraum und Sandeinfassungen umgenutzt. Einige weitere konnten als Böschungsrückhaltelemente bereitgestellt werden. Der Großteil aber musste aufgrund der schon oben erwähnten Schwierigkeiten im Endeffekt entsorgt werden. Es ist zu erwarten, dass der Beton zum Recycling dem Kreislauf rückgeführt werden konnte, eine Bestätigung hierfür gibt es aber nicht.

4.3.2 Lochblechpaneele

Die Lochblechpaneele aus Aluminium (Abb. 4.9) fungierten als abgehängte Decke in zahlreichen Bereichen des Bürogebäudes und stellen daher mit insgesamt 17.840 potenziell wiederverwendbaren Elementen eine bedeutende Ressource dar. Die vergleichsweise geringe Masse und die unkomplizierte Demontage, für die nur eine Arbeitskraft erforderlich ist, ermöglichten eine erfolgreiche Ernte einer großen Anzahl an Paneelen. Aufgrund der hohen Recyclingfähigkeit von Aluminium als Werkstoff rechtfertigt sich der hierfür aufgewendete Aufwand.

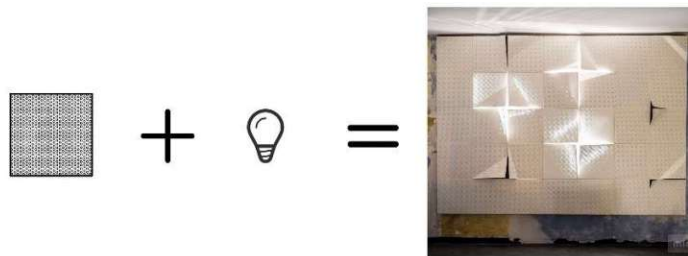


Abb. 4.9 Lochblechpaneel [23]

Insgesamt konnten 3.905 der Lochblechpaneele erfolgreich wiederverwendet werden bzw. stehen als Lagerbestand der Materialnomaden zur Verfügung. Die meisten

dieser Paneele wurden in eine Wandlichtinstallation upgecycelt [23]. Hierbei wurden die Alupaneele beliebig gekantet und zu einem bestimmten Bild oder Logo zusammengesetzt. Durch die Montage von LED-Leuchtmitteln hinter den Paneelen entsteht eine individuell gestaltbare Raumdekoration.

Darüber hinaus haben die Materialnomaden selbst die Lochblechpaneele für ihr Projekt "Cube" wiederverwendet. Hierbei handelt es sich um einen Anhängerwagen, der als Infobox für ihre Projekte und Veranstaltungen genutzt wird und bei dem die Paneele als Fassadenelemente verwendet wurden. Der Cube wird weiterhin genutzt und die Paneele haben ihr Erscheinungsbild bis auf einige Kratzer beibehalten.

4.3.3 Kastentüren

Die Gänge und Büros des alten Gebäudes waren fast vollständig mit Holzkästen als Zwischenwände ausgestattet. Diese Kästen bestanden aus Spanplatten mit Furnierbeschichtung. Wie auch bei den Lochblechpaneelen war der Ausbau der Kastentüren vergleichsweise einfach, und ihre Stapelbarkeit ermöglichte eine bequeme Lagerung. Die geernteten Elemente konnten mithilfe von Hubwägen und Paletten leicht transportiert werden.

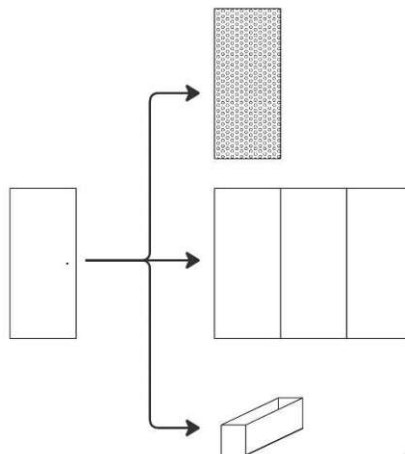


Abb. 4.10 Kastenflügel

Holzelemente haben eine lange Tradition als vielseitig einsetzbare Materialien und sind auch für Wiederverwendungszwecke leicht nutzbar. Allerdings müssen sie in manchen Fällen auf ihre Eignung für zukünftige Verwendungen untersucht werden. Für die Wiederverwendung der Kastentüren im Großküchenprojekt waren beispielsweise Datenblätter der verwendeten Materialien erforderlich, um eine ÖGNB-Zertifizierung zu erhalten. Dabei mussten die Bestandteile der Kastentüren untersucht werden, um mögliche Gefährdungen

für Mensch und Umwelt auszuschließen. Auch der Formaldehydanteil, ein Bindemittel für Holzwerkstoffe, musste nachgewiesen werden, wobei sich herausstellte, dass dieser unter dem zulässigen Maximalwert gemäß der Formaldehydverordnung [37] lag. Es ist anzunehmen, dass ein großer Teil des Formaldehyds bereits ausgedampft war.

Ein Nebenprodukt der Kastentüren waren die Beschläge und Schlösser, die sich einfach wiederverwenden ließen. Bei größeren Mengen können Unternehmen diese leicht in ihre Produkte einplanen. Die Kastentüren wurden unter anderem zu einer Akustikwand umgewandelt und in einem Café im Sonnwendviertel eingesetzt. Weitere Wiederverwendungsmöglichkeiten waren die Verwendung der Dachschalung in einem Einfamilienhaus oder der Umbau zu Lampen, wie es in Abb. 4.10 vereinfacht dargestellt wurde.

4.4 Grellgasse neu [38]

In diesem Kapitel wird ein Folgeprojekt untersucht, das im Rahmen der Wiederverwendung von Bestandselementen aus dem großen Bürogebäude realisiert wurde. Die wiederverwendeten Elemente umfassten die Betonfertigteile, ein Wartungsgerüst und Geländer. Dieses Fallbeispiel beschreibt die Wiederverwendung von Bauelementen vor Ort und gilt somit als Vorbild.

Die Planung für den Einsatz in der neuen Grellgasse hat bereits vor dem Abbruch des Bestandsgebäudes begonnen. In Workshops mit den MN und der Landschaftsarchitektin wurden Ideen für den Neubau gesammelt und diskutiert. Es wurde ermittelt, welche Elemente aus dem Bestandsgebäude entnommen werden konnten und in welcher Form sie wiederverwendet werden sollten.

Vor dem Abbruch des Bestandsgebäudes wurden die wiederverwendbaren Bauelemente sorgfältig ausgebaut, gereinigt und gelagert. Ein Großteil der Elemente wurde aufgrund ihres Gewichtes vor Ort gelagert. Für den Prototypenbau und verschiedene Untersuchungen mussten aber auch Elemente zu den MN gebracht werden. Bei schweren Bauelementen wie den Betonlisenen ist der Transport ein aufwendiges Vorhaben.

Die Betonfertigteile als Sitzbänke wiederzuverwenden war eines der erfolgreichsten Projekte des Workshops. Hierfür wurden jeweils zwei der Elemente verbunden und mit Holzbohlen als Sitzfläche versehen. Die Idee ist deshalb so gut, weil die schweren Fertigteile eine gewisse Stabilität mit sich bringen und das Holz auf einfache Art und Weise die

Nutzung des Endproduktes definiert. Verglichen mit einer neuen Sitzbank welche online für 700€ und teurer zu finden sind, konnte diese Variante auch einen finanziellen Vorteil bieten.

Des Weiteren wurden die Betonfertigteile zu Trittsteinen und Sandkisteneinfassungen umfunktioniert. Erstere wurden im Außenbereich des neuen Gebäudes platziert und dienen als befestigte Wege der Grünanlagen.

Das Gerüst aus dem Bestandsgebäude wurde ursprünglich als Unterstützung für Wartungsarbeiten für das Glasdach im Bürogebäude verwendet. Nachdem mehrere Versuche unternommen wurden, das Gerüst als Klettergerüst für den Kinderspielplatz beim TÜV einzureichen, musste es schließlich als Sonnendach umdisponiert werden. Das Wartungsgerüst wurde umgebaut und mit Sonnenschutz-Materialien und Sitzgelegenheiten ausgestattet, um einen Schattenplatz im Freien zu schaffen. Das Sonnendach bietet nicht nur eine Möglichkeit zum Verweilen im Freien, sondern auch einen zusätzlichen Nutzen als wettergeschützter Wartebereich.

Die Geländer aus dem Bestandsgebäude wurden zu Fahrradabstellplätzen umfunktioniert. Hierfür wurden sie leicht modifiziert, um ihren neuen Nutzen zu erfüllen.



Abb. 4.11 Fotos von Spielplatz, Sitzbank und Trittsteinplatten [47]

Abb. 4.11 zeigt Teile des umgesetzten Wiederverwendungsprojekts in der neuen Grellgasse. Links sieht man das Wartungsgerüst als Sonnendach auf dem neuen Spielplatz. Rechts sind die Betonlisenen, als Parkbank und als Trittsteine in der Außenanlage des Wohnareals. Die Ideen sind originell und verbinden die Gebäude, welche sonst nur ihre Adresse geteilt hätten.

4.5 Einfamilienhaus Seyring

Ein gutes Beispiel, dass es auch private InteressentInnen der Wiederverwendung gibt, ist ein Einfamilienhauses in Seyring [45].

Durch die Bauteiler, ein Planungsbüro mit Fokus auf Wiederverwendung mit betrieblicher Nähe zu den MN, wurden die Bauherren des Einfamilienhauses in Seyring auf den Abriss und die dadurch freiwerdenden Elemente und Materialien der Grellgasse aufmerksam gemacht. Für ihr Sanierungs- und Zubauprojekt wurden 26 Tonnen an Materialien und Bauelementen wieder eingesetzt, davon fast 7,3t aus der Grellgasse. Unter den wiederverwendeten Elementen aus dem Bürogebäude befinden sich die Kastentüren, die Unterkonstruktion der Serverböden, Waschbecken, Natursteinplatten, Geländer etc. Die Materialien wurden quasi frisch ausgebaut von der Baustelle abgeholt. Dies hat aus zwei Gründen besonders gut funktioniert. Erstens durch die gute Verbindung zwischen Floridsdorf und Seyring und zweitens durch die große Mitarbeit der Bauherren. Diese Zusammenarbeit zwischen EigentümerInnen und privaten AbnehmerInnen kann als Vorzeigebispiel für funktionierende B2C-Geschäfte gelten und bestätigt die Wichtigkeit private Kundschaft nicht aus den Geschäftsmodellen zu streichen. Dadurch wird auch kleinen BauherrInnen die Möglichkeit für eine nachhaltigere Ausführung ihrer Projekte gegeben. Durch gewisse Auflagen und Bedingungen, wie zB persönliche Abwicklung von Transport und Lagerung, wird die Arbeit der Rückbauer nicht erschwert. Anstatt einzelne Elemente auf die Plattform zu stellen, kann das gesamte Objekt mit den Details verlaublich werden, um mögliche InteressentInnen an Land zu ziehen. Dies wird von einigen Plattformen aus Kapitel 2.4 auch angeboten. Andere Bedingungen wären auch Verträge, durch welche die Zusammenarbeit abgesichert wird. Der Erwerb der Elemente und Materialien kann nur in einem bestimmten Zeitraum erfolgen. Dies ist nur ein Beispiel für eine funktionierendes B2C-Geschäftsmodell, welches zeitgleich mit der Abwicklung von B2B-Projekten laufen kann. Die Einbeziehung von interessierten aber besonders im Umkreis des Objektes liegenden, privaten BauherrInnen kann durchaus gewinnbringend sein.

4.6 Glashaus

Ein weiteres Projekt, das mit Elementen der Grellgasse ausgeführt wurde, war ein Glashaus bzw. Gewächshaus in Fehring in der Steiermark. Dieses Vorhaben gilt nicht nur durch die Beauftragung der MN als einzigartig, sondern, weil es auch Teil eines von der EU geförderten Forschungsprojektes [36] ist.

Dieses soll anhand von vier Demonstrationsbeispielen in Österreich und Spanien, im Zeitraum von Mai 2018 bis Oktober 2022, ein Umdenken des Wohnungssektors

fördern. Hierbei wird nicht nur auf die Zirkularität der Bauelemente hingewiesen, sondern auch auf den Kreislauf und die effiziente Nutzung von Wasser, Abfällen, Energie und Materialien. Das bedeutet auch die Behandlung von Lebensmittelabfällen, Regen-, Grau-, und Schwarzwasser und Erzeugung von Biogas aus Abfällen. Dadurch soll eine Abfallreduktion und verminderter Ressourcenverbrauch erreicht werden. Gebäude, die mit solchen Möglichkeiten ausgestattet sind, tragen nicht nur einen wichtigen Teil zum Umweltschutz bei, sondern ermöglichen eine gewissen Autarkie von Haushalten. Mithilfe des Forschungsprojektes sollen nicht nur die Bewusstseinsförderung für die Kreislaufwirtschaft gestärkt werden, sondern auch Möglichkeiten zur Quantifizierung des Zirkularitätsgrades von Gebäuden und die Sicherstellung der Marktfähigkeit untersucht werden. Auf den Erkenntnissen aufbauend, sollen Richtlinienempfehlungen erstellt werden, um die Kreislaufwirtschaft zu fördern.[36]

Die MN wurden für die Erstellung des Glashauses beauftragt. Ein neuer Zubau für das bestehende Gebäude in Fehring, in dem sich eine Pflanzenkläranlage befinden sollte. Die Konstruktion wurde als Pfosten-Riegel-System vorgegeben, deren Ausführung auch Fußpunktausführungen, Dachpaneele, Aluanschlüsse, etc. beinhaltete. Für die Glasfassade wurden Glasscheiben aus der Grellgasse in einen neu erstellten Alurahmen eingebaut. Das Vorhaben verlangte jedoch viel Vorarbeit. Der Ausbau der Glasscheiben war verhältnismäßig einfach, da die Fensterkonstruktion der Grellgasse mit einem Clip-System versehen war und die Zerlegung rasch voranging. Ein gutes Beispiel dafür, wie wichtig es ist, Elemente mit mechanischem Verbund jenen mit Verklebungen und dergleichen zu bevorzugen.

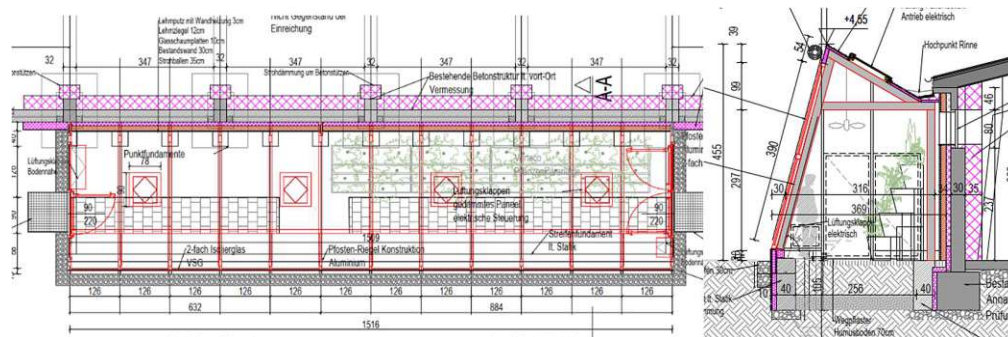


Abb. 4.12 Grundriss und Schnitt Glashaus [46]

Für die Glaselemente der Glasfassade wurden Anforderungen an die Wärmeisolierung und Bruchsicherheit gestellt. Der U-Wert der Scheiben sollte 1,0 [W/(m²K)] nicht überschreiten. Außerdem war die Ausbildung eines VSG bzw. ESG

notwendig, um die Anforderungen der Richtlinien zu erfüllen. Es sollten zwei Scheiben mit einer hochreißfesten Folie in der Mitte verklebt werden. Für die Gewährleistung musste eine Qualitätsbestätigung vorgelegt werden. Die Prüfung und der Nachweis der Bruchsicherheit und Wärmeisolierung waren Aufgaben der MN. Aufgrund der Involvierung Dritter und des Transportes, war dies eine Herausforderung.

Die Glasfassade besteht aus 24 VSG-Scheiben, das bedeutet 48 Glasscheiben aus der Grellgasse wurden dafür wiederverwendet und in die Steiermark gebracht. Bei einer geschätzten Glasdicke von 4mm und Dichte von 2500kg/m^3 ergibt sich eine vermiedene Abfallmenge von über 1,1 Tonnen.

Die MN haben in diesem Projekt viele Rollen übernommen. Sie waren Materiallieferanten, Ausführer, Logistiker, Ideenbringer, Glaser und Schlosser. Sie waren auch mit den Herausforderungen konfrontiert, welche mit solch einem unüblichen Projekt einhergehen. Mängel mussten behoben werden, was bei der Distanz zwischen Wien und Fehring, terminlich vor auszuplanen war. Der Vertrag wurde nicht auf die Bedürfnisse der Wiederverwendung abgestimmt, was in Kapitel 5.5 genauer erörtert wird. Auch bei der Beförderung von Glasscheiben, mussten Verluste eingebüßt werden, genauso bei der Lagerung vor Ort.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Glashaus von Houseful für alle Beteiligten ein lehrreiches Projekt war. Der Anteil der wiederverwendeten Elemente ist nicht zu unterschätzen, denn jedes solcher Vorhaben dient der Förderung der Kreislaufwirtschaft. In Zukunft wird diese jedoch hoffentlich so weit verbreitet sein, dass nicht ein Unternehmen sich allen Aufgaben der Wiederverwendung widmen muss. Die Umsetzung von Projekten sollte dadurch effizienter werden.

4.7 Café

Beim letzten Beispiel der Folgeprojekte der Grellgasse waren die MN nur als Materialanbieter zuständig. Für das Café Flöge in Wien Favoriten haben die planenden ArchitektInnen die Holzelemente der Kästen im re:market ausfindig machen können und daraufhin die MN kontaktiert. Der re:market war ein physischer Baumarkt, an dem die MN ihre rückgewonnenen Güter zum Verkauf angeboten haben. Nach der Begutachtung konnten sie die Platten in ihre Planung aufnehmen, welche im Endeffekt als Schallschutzpaneele konzipiert wurden.

Der Prozess ist ein gutes Beispiel wie unkompliziert Projekte mit wiederverwendeten Elementen sein können, wenn Produkte verfügbar sind und richtig vermarktet werden. Erst durch das Angebot ist die Idee entstanden. D.h. durch die Flexibilität der PlanerInnen und durch das Interesse an nachhaltigeren Optionen wurde die Initiative geschaffen, nach Wiederverwendungselementen zu suchen. Zwar hat eine Online-Plattform mit ausreichender Auswahl eine größere Reichweite, trotzdem können Wiederverwendungsmärkte lokal bei jeder Baustelle, egal ob Abbruch, Sanierung oder Neubau, angeboten werden, um Elemente anzubieten.

Die MN mussten in diesem Fall weder Untersuchungen durchführen noch den Transport organisieren, da dies von den Planenden und Ausführenden übernommen wurde. Ihre Rolle war nur die der Vermittler.

5 Diskussion der Ergebnisse

5.1 Aufgabengebiete in der Wiederverwendung

Die Materialnomaden haben viele Aufgaben und ihre KundInnen können sehr unterschiedlich sein. Mit ihrer Hilfe können die Prozesse der Bauindustrie neu überdacht und der Begriff Abfall hinterfragt werden.

Im Grunde genommen bieten sie ihre Dienstleistungen an KundInnen sowohl auf der AbnehmerInnen-, als auch auf der EigentümerInnenseite an. Somit haben sie einen Überblick über ihre Produkte und die benötigten Dienstleistungen. Sie können den EigentümerInnen die tatsächliche Weitervermittlung der geernteten Elemente und Materialien versichern. Auf der anderen Seite können Sie KundInnen aller Art, also egal ob B2B oder B2C in ihren Vorhaben gut beraten und ihnen gute Produkte anbieten.

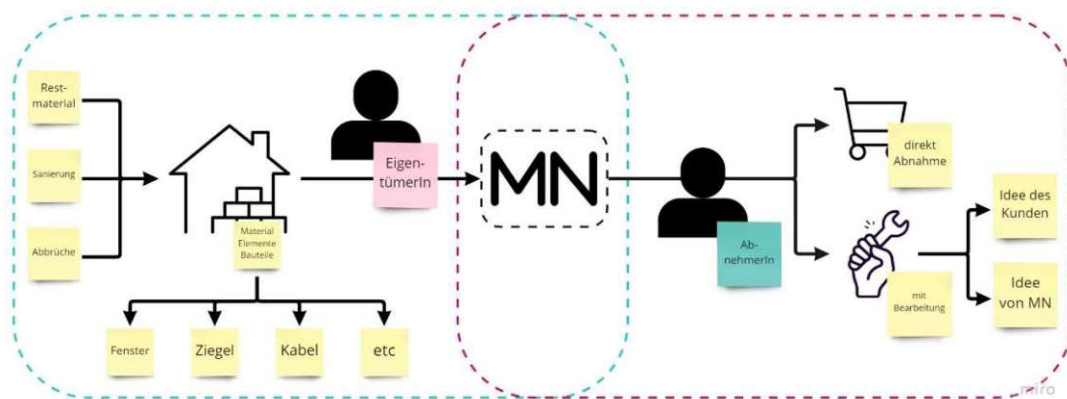


Abb. 5.1 Prozess der Wiederverwendung

Zwischen dem Abbruchgebäude und einem zur Wiederverwendung vorbereiteten Produkt stehen somit die MN und ihresgleichen. Ihr Aufgabengebiet erstreckt sich vom begleiteten Rückbau, mit der vorangehenden Besichtigung, Bestandsaufnahme und Erstellung von Gebäudematerialpässen bis zur Weitervermittlung, inkl. Prototypenbau und

Entwicklung von Produkten und Projekten. Für die Abwicklung dieser Aufgaben wird das Wissen und Können mehrerer handwerklicher Gewerke benötigt.

In „Bauteile Wiederverwenden - Ein Kompendium zum zirkulären Bauen“ [35] werden vier zirkuläre Modelle vorgestellt, in denen unterschiedliche Beteiligte die Hauptaufgabe der Wiederverwendung übernehmen. In der zirkulären Bauherrschaft werden die Ressourcen entweder selbst zur Verfügung gestellt oder organisiert. Das zirkuläre Unternehmen (vergleichbar mit den MN) übernimmt Aufgaben von der Suche, über den Rückbau bis zum Wiedereinbau und Unterhalt. Die zirkulären Planer sind Architekten spezialisiert auf Wiederverwendung. Das letzte Modell, die zirkulären Zulieferer sind darauf spezialisiert die vorhandene Ware dokumentiert zu vermitteln. Diese Ware kann zB aus eigenen Abbruchprojekten kommen oder über einen Second-Hand-Markt gehandelt werden.

Egal wie ein Wiederverwendungsprojekt umgesetzt wird, ist es ratsam ein Unternehmen anzuheuern, welches in diesem Gebiet spezialisiert ist. Die Vorteile für Eigentümer und Abnehmer werden folgend beschrieben.

5.2 Vorteile für EigentümerInnen

Mit dem derzeitigen Stand werden Gebäude nach Ablauf ihres Nutzens oder ihrer Lebensdauer zum Abbruch freigegeben. Sobald die Entscheidung gefallen ist ein Gebäude abzureißen, müssen alle rechtlichen Schritte eingehalten und im Endeffekt ein Abbruchunternehmen beauftragt werden, dass sowohl den Abbruch selbst durchführt als auch den Abfall ordnungsgemäß beseitigt. Der Bauherr, die Bauherrin zahlt für den Service, sich um Nichts kümmern zu müssen, trägt aber verwaltungsstrafrechtliche Verantwortlichkeit für die ordnungsgemäße Durchführung der Schad- und Störstofferkundung sowie des Rückbaus.[5]. Die meisten BauherrInnen wissen nicht, dass ihr Objekt noch ausreichend Wert hat, indem es eine „Urban Mine“ darstellt, und sie mit nur einer Investition von Zeit auch einen wichtigen Beitrag zur Kreislaufwirtschaft leisten können. Für diese Aufgabe braucht es Unternehmen wie z.B. die MN. Durch Begehungen und Untersuchungen der zur Verfügung stehenden Unterlagen machen sie sich einen guten Überblick über das Objekt. Mit ihrem Fachwissen erstellen sie eine Materialdokumentation oder einen Bauteilkatalog, die als Basis für alle weiteren Berechnungen und Schritte dienen. Mit dieser Grundlage können dem/der Eigentümer/Bauherr die optimalen Möglichkeiten für eine Wiederverwendung präsentiert werden. Die genaue Dokumentation bewirkt eine

realistische Abschätzung über Wiederverwendbarkeit, denn wie schon in den vorherigen Kapiteln erwähnt wurde, müssen hierfür viele Aspekte beachtet werden, welche schlussendlich dazu führen, ob etwas auf rentable Art und Weise wiederverwendet werden kann. Je größer, bekannter und besser das Unternehmen ist, desto schneller werden neue Verwendungen gefunden. Potenzielle AbnehmerInnen können auf Abruf bereitstehen und die Elemente in ihr Projekt einplanen. In die Berechnungen fließen auch der Materialpreis und der Entsorgungspreis ein. Es ergibt sich eine aussagekräftige Dokumentation auf Basis welcher der/die EigentümerIn/BauherrIn die richtigen Entscheidungen treffen kann, bevor überhaupt das Abbruchunternehmen ans Werk geht.

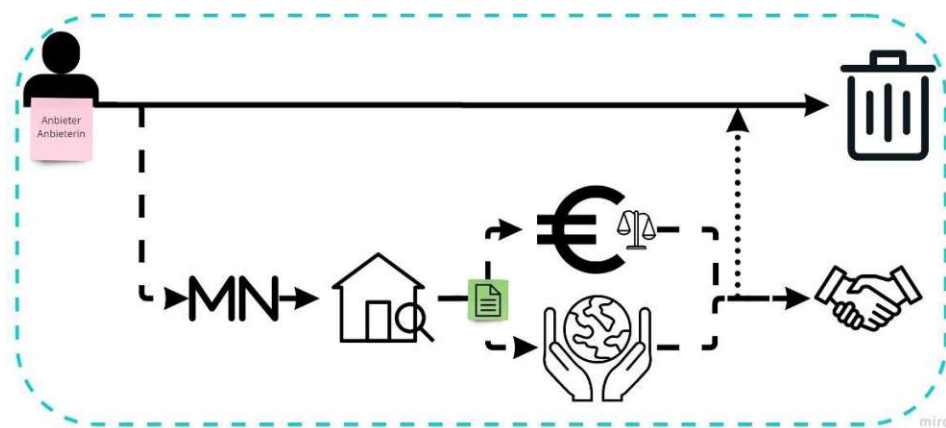


Abb. 5.2 Vorteile für EigentümerInnen

Viele wertvolle Materialien können so vor der Deponie oder Verbrennungsanlage gerettet werden. Für den/die EigentümerIn gilt jedenfalls als Hauptargument für die Beauftragung eines begleiteten Rückbaus der finanzielle Vorteil und das gute Gewissen.

5.3 Vorteile für AbnehmerInnen

Auf der anderen Seite der Wiederverwendung finden sich die AbnehmerInnen also Unternehmen oder Privatpersonen, welche sich dazu entscheiden reuse Elemente zu verwenden. Gründe dafür kann es viele geben. Rechtlich kann es manchmal schwierig sein.

Besonders bei tragenden Bauelementen sind viele Punkte nicht geregelt. Neuprodukte müssen im Vergleich dazu durch Prüfberichte, Gutachten und technische Informationen für ihre Verwendung nachgewiesen werden. Potentielle AbnehmerInnen werden laut den MN durch den bürokratischen, prüfungstechnischen und finanziellen Mehraufwand verunsichert. Solange aus rechtlicher Sicht keine, längst überfällige, Erleichterung angeboten wird, beruhen die Meisten auf Unternehmen wie die MN, welche

sie bei ihren Projekten unterstützen. Bei großen Vorhaben empfiehlt es sich sowieso Unterstützung zu suchen, da der logistische Aufwand enorm und die Vorbereitung zu Wiederverwendung anspruchsvoll sein kann. Die Motivation eines Abnehmers/einer Abnehmerin für Wiederverwendung kann folgender Abb. 5.3 entnommen werden.

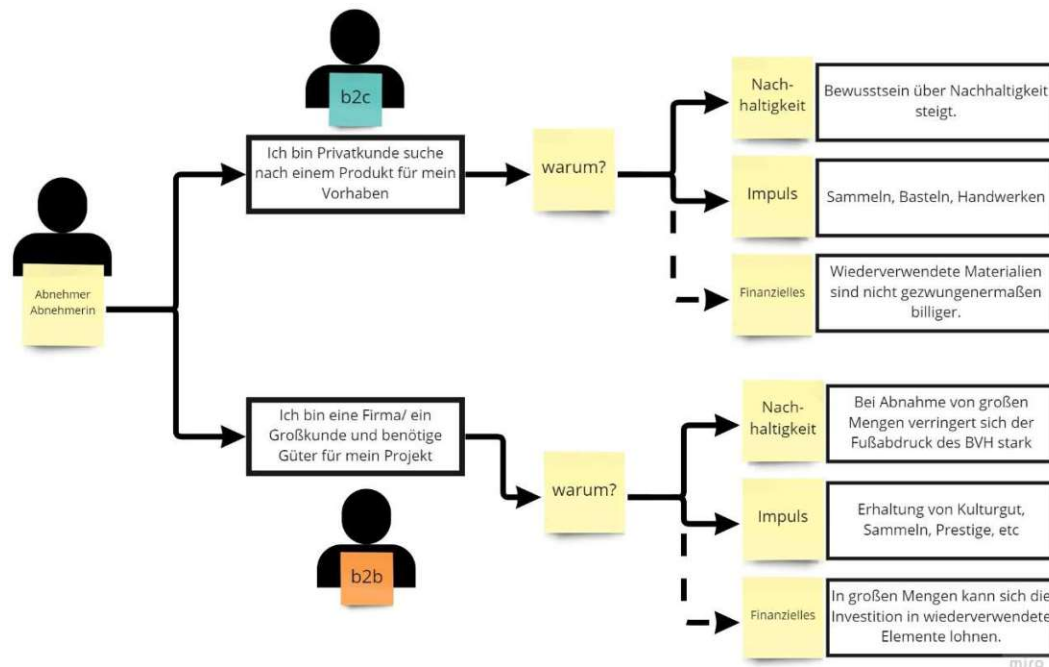


Abb. 5.3 Arten von AbnehmerInnen

Die Entscheidung für Wiederverwendung ist eine entscheidende. Jährlich erreicht der sogenannte „Earth Overshoot Day“ ein früheres Datum. Österreich liegt hierbei weit über dem Durchschnitt der Welt. Während global der Earth Overshoot Day am 28. Juli erreicht wurde, wäre dies schon am 6. April, wenn die Welt so konsumieren würde wie Österreich. [23]

Die Bereitschaft der Bevölkerung zur Nachhaltigkeit in ihrem weitgefächerten Sinn ist vorhanden, aber noch wird der Weg zu nachhaltigen Alternativen erschwert. Der Weg muss geebnet werden, um funktionstüchtige Güter im Kreislauf zu behalten.

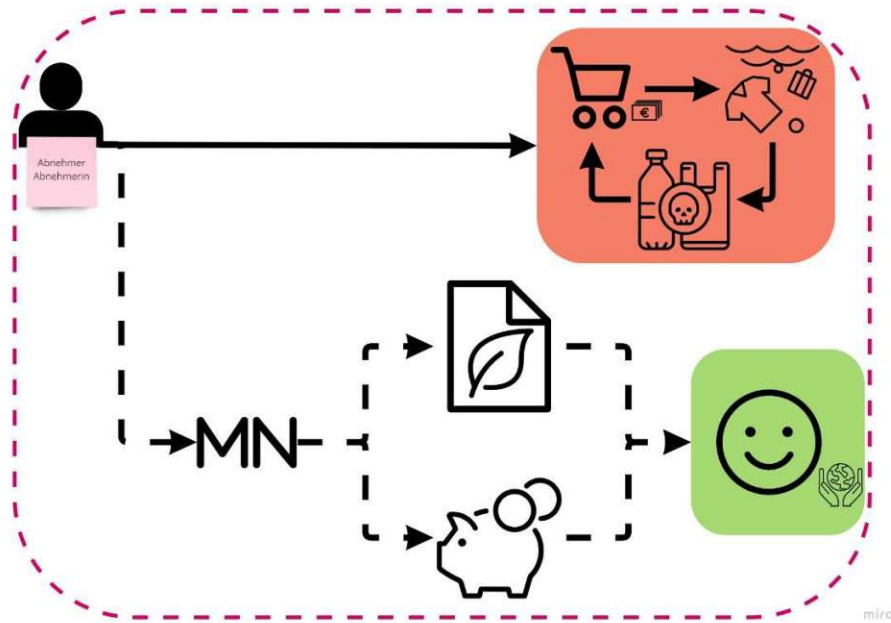


Abb. 5.4 Vorteile für AbnehmerInnen

Unternehmen, wie die hier untersuchten MN bieten mit ihrer Plattform und ihrem Fachwissen, Denkanstöße für alle Projekte an. Es gibt viele Gründe Wiederverwendungsspezialisten als AbnehmerIn zu beauftragen, wenn die Entscheidung fällt, ein nachhaltiges Bauprojekt mit wiederverwendeten Bauelementen auszuführen:

- 1) Angebot an Elementen und Materialien
- 2) Unterstützung bei Suche
- 3) Unterstützung bei der Umsetzung von Projekten
- 4) Erstellung von LCAs
- 5) Analyse der zu wiederverwendeten Elementen und Materialien
- 6) Vorbereitung zu Wiederverwendung
- 7) Produktdesign
- 8) Unterstützung bei technischen Nachweisverfahren

Die Vorteile für AbnehmerInnen werden vereinfacht in Abb. 5.4 dargestellt. Anstatt den Weg der linearen Wegwerfgesellschaft zu wählen, können Wiederverwendungsspezialisten beauftragt werden, welche das Projekt begleiten können. Das Aufgabengebiet ist sehr breit gefächert und man benötigt auch hier Fachwissen in vielen Bereichen. Es ist eindeutig, dass die Branche der Wiederverwendung viele neue Arbeitsgebiete und Geschäftsmodelle zu bieten hat. Das Argument von Verlust von

Arbeitsplätzen und einem Wirtschaftsrückgang ist deshalb, wie Erica Novianti Lukas es auch beschreibt, nicht nachvollziehbar [8].

5.4 MPK – Materialpreiskalkulation

Wiederverwendung bedeutet nicht zwingend billigere Produkte, denn der Prozess der Wiederverwendung ist ein aufwändiger. Es werden Fachkräfte aus vielen Sparten benötigt, um Elemente und Materialien korrekt auszubauen, wiederaufzuarbeiten und zu lagern. Dafür sind auch Maschinen und große Lagerplätze nötig. Gleich wie bei neuen Produkten braucht es auch eine Vermarktung, um diese attraktiv zu machen. Oft kommt Upcycling ins Spiel, wofür Produktdesigner benötigt werden. All diese Punkte dürfen bei der Preiskalkulation für die „geernteten“ Elemente und Materialien nicht vergessen werden, ansonsten werden sie zu billig weitervermittelt und der Betrieb kann sich selbst nicht erhalten.

Die Basis der Preiskalkulation der MN sind die benötigten realen Gesamtstunden für die Beschaffung. Aus den protokollierten Stunden kann berechnet werden, wieviel Zeit pro Stück eines Produktes benötigt wurde. Multipliziert mit einem Stundensatz und unter Betrachtung von verwendeten Maschinen, zB Baggern, ergeben sich die Beschaffungskosten. Für die laufenden Kosten, wie zB Miete, Internet, Werkzeugverschleiß, Versicherung, etc. wird ein Aufschlag von 20% kalkuliert. Mit der Summe der Beschaffungskosten und der laufenden Kosten ergeben sich die Selbstkosten der MN.

Abfall kann wertvoll sein, wenn der Rohstoffwert bzw. die Menge groß ist. Viele Abbruchfirmen sind sich darüber bewusst und verkaufen das Abbruchmaterial weiter. Durch den begleiteten Rückbau kann besser auf den Restwert des Abbruchgebäudes hingewiesen werden, unter anderem auf potenzielle Alternativen wie eben den Verkauf zur Wiederverwendung, wenn dieser ertragreicher ist als Recycling. Je mehr Elemente und Materialien geerntet werden, desto weniger bleibt beim Abbruch über, wodurch sich eine erhebliche Kostenersparnis für die EigentümerInnen ergibt. Laut den MN sind die Abbruchkosten immer noch eine Blackbox, dessen Details, zB wieviel Gewinn in Wahrheit dahintersteckt, wahrscheinlich nur die Abbruchfirmen selbst wissen. Eine genaue Untersuchung dessen würde womöglich viele InvestorInnen und BauherrInnen dazu bringen ihre Gebäude, besonders deren letzten Lebensabschnitt, anders zu betrachten und das Bewusstsein zur Wiederverwendung zu stärken, denn in ihrem Abbruchgebäude kann viel Geld stecken.

Die unten dargestellten Beispielberechnungen (Tab. 5.1, Tab. 5.2, Tab. 5.3) sollen die Preiskalkulation eines kleinen, einfach auszubauenden Elementes darstellen wie zB der Lochblechpaneele. Der Aufwand für Bagger kann durch den Transport auf der Baustelle entstehen. Es zeigt sich, dass bei großer Quantität der Ausbau sich schnell rentiert, wenn der Ausbaufwand gering ist. Wenn der Markt sich für wiederverwendete Bauelemente öffnet, wird die Vermittlung dieser auch einfacher.

Tab. 5.1 Beispiel Kosten Personal

Personal	Stunden pro Arbeiter	Gesamte Ausbauzeit	Stundensatz Personal	Menge	Ausbauzeit pro Stück	Kosten
4 pax	12,50h/pax	50 h	18 €/h	158 Stk	0,316 h/Stk	900 €

Tab. 5.2 Beispiel Kosten Maschinen

Bagger	Zeit	Stundensatz inkl Fahrer	Menge	Kosten	Kosten pro Stück
	2 h	200 €/h	158 Stk	400 €	2,53 €/Stk

Tab. 5.3 Beispielberechnung Verkaufspreis

+	€ 900,00	Kosten Personal
+	€ 400,00	Kosten Maschinen
	<u>€ 1 300,00</u>	Kosten Ausbau
	20%	Aufpreis Laufende Kosten (Büro, Werkzeug, Versicherung, ...)
+	<u>€ 1 560,00</u>	Selbstkosten
	50%	Nachbearbeitungsaufpreis
+	<u>€ 2 340,00</u>	Kosten Produkt
	20%	Vermittlungsgebühr
+	<u>€ 2 808,00</u>	Nettoverkaufspreis
	=17,77 €/Stk	Nettoverkaufspreis pro Stück
+	20%	MwSt
	<u>€ 3 369,60</u>	Bruttoverkaufspreis
	=21,33 €/Stk	Bruttoverkaufspreis pro Stück

Die Preisbildung eines wiederzuverwendeten Produktes sollte demnach so kalkuliert werden, dass die kompletten Selbstkosten gedeckt werden inkl. eines gewissen Gewinns. Der berechnete Verkaufspreis kann mit Neupreisen am Markt oder zB mit Rohstoff- und Schrottpreisen verglichen werden. Eine Tabelle mit eindeutigen Zahlen, kann sowohl den EigentümerInnen als auch den WiederverwenderInnen helfen, Entscheidungen

zu treffen. Übersichtsmäßige Berechnungen sollten demnach in vorgefertigten Tabellen zu allen Abbruchgebäuden mitgenommen werden.

Durch Förderungen von Bund und Land soll der Mehraufwand erleichtert werden. Auf der einen Seite können Kosten für den begleiteten Rückbau gedeckt werden. Neben den vielen auch finanziellen Vorteilen für AbgeberInnen, erhält auch das Land durch die genaue Dokumentation eines Abbruchs einen besseren Einblick in die Abfallmengen und -arten, de facto einen großen Teil des Materialhaushaltes des Landes. Mit Förderungen können auch AbnehmerInnen unterstützt und ermutigt werden, Elemente und Materialien wiederzuverwenden. Das kann auch die heimische Wirtschaft unterstützen. Viele Produkte werden heutzutage aus dem Ausland importiert, somit fließt wichtiges Steuergeld auch dorthin. Wenn Unternehmen im Inland von Wiederverwendung profitieren, fördert das nicht nur die Wirtschaft, sondern auch die Erhaltung von Fachkräften, von ihrem Wissen und Können. Die Wiederverwendungsbranche ist in Wahrheit eine grüne Goldgrube.

5.5 Rechtliche Aspekte

In der Bauwirtschaft ist die Wiederverwendung von Bestandselementen noch ein recht neues Konzept und wird bisher nur selten praktiziert. Einer der Hauptgründe für die Zurückhaltung bei der Wiederverwendung ist das Fehlen klarer rechtlicher Rahmenbedingungen. Obwohl einige Leitfäden, Richtlinien und Definitionen (siehe Kapitel 2.2) existieren, gibt es viele ungeklärte Fragen im Zusammenhang mit der Rechtslage bei der Wiederverwendung von Bestandselementen. Zum Beispiel stellen sich Fragen nach den Gewährleistungsansprüchen bei wiederverwendeten Elementen, den Haftungsfragen im Falle eines Schadens sowie den Anforderungen an die Dokumentation und Überprüfung von wiederverwendeten Elementen. Diese rechtlichen Unsicherheiten machen es für die AkteurInnen in der Bauwirtschaft schwierig, die Wiederverwendung zu einem festen Bestandteil ihrer Geschäftspraktiken zu machen. Es ist daher wichtig, dass die relevanten rechtlichen Rahmenbedingungen weiterentwickelt und geklärt werden, um den Einsatz der Wiederverwendung von Bauelementen zu fördern und zu unterstützen. Während den Gesprächen mit den MN hat sich herauskristallisiert, dass diese rechtliche Unsicherheit die Realität für WiederverwenderInnen ist. Auch im Zuge der Recherche konnten nicht viele Antworten gefunden werden. Da Recht oft eine Frage der Auslegung ist und oft nur bei Konflikten zur Hilfe gezogen wird, fehlen die Erfahrungswerte bei der Wiederverwendung.

Die MN bieten ihre Dienstleistungen im Bereich der Wiederverwendung an. Rechtlich ist dies, wie schon erwähnt, nicht zur Gänze geregelt ist, deshalb bewegen sie sich oft auf schwierigem Grund. Bei gegenwärtigen Projekten sind ihre KundInnen gleichgesinnte AuftraggeberInnen, mit einem gewissen Bewusstsein über die Schwierigkeiten der Wiederverwendung, sind, was den Ablauf erleichtern kann. Zukünftig und um die Glaubwürdigkeit abzusichern, muss der Staat rechtliche Grundlagen entwickeln, um eine gewissenhafte und rechtskonforme Abwicklung aller Projekte der Wiederverwendung zu gewährleisten.

Besonders auf nationaler Ebene gesehen wurden im Zuge der Recherche keine eindeutigen Hilfsmittel gefunden, deshalb wird im Folgenden auf die Erkenntnisse von Huser und Menn verwiesen [34][52], welche im Rahmen des Fallbeispiels K.118 [35] in der Schweiz gesammelt wurden. Obwohl dies nun nicht auf österreichischem Recht basiert, kann davon ausgegangen werden, dass viele Punkte Parallelen aufzeigen. Diese Annahme ist insofern korrekt, da zumindest auf Bauproduktrechtsebene eine Wettbewerbsfähigkeit gewährleistet werden soll, um technische Hindernisse im europäischen Vergleich zu verhindern. Signifikante Abweichung des schweizerischen Gesetzes im Vergleich zum europäischen bzw. österreichischen Gesetz werden somit nicht erwartet.

Huser und Menn befassen sich hauptsächlich mit der öffentlich-rechtlichen und der vertragsrechtlichen Sicht. Während ersteres auf ähnliche Missstände wie in Österreich hinweist, ist besonders die vertragliche Basis für WiederverwenderInnen interessant. Eine solche Absicherung beiderseits ist immer empfehlenswert, egal wie klein das Vorhaben sein mag. Obwohl immer darauf hingewiesen wird, dass bei der Wiederverwendung viele neue Arbeitsschritte gegeben sind, ist nicht davon auszugehen, dass diese im Grunde genommen mehr an der Zahl sind als im traditionellen Bauwesen. Die Branche ist durch viele Mitbeteiligte, komplizierte Subfirmenverhältnisse, enge Terminpläne usw. gekennzeichnet. Eine gewisse Behutsamkeit musste somit immer schon gegeben sein. Die Regelungen für Verträge müssen an die Spezifikationen der Wiederverwendung angepasst werden.

In Tab. 5.4 werden Menns [52] empfohlene Punkte für Verträge aufgelistet. In der rechten Spalte befindet sich eine Zuordnung der in dieser Arbeit definierten Kriterien.

Tab. 5.4 Empfehlungen für Verträge für Wiederverwendungsprojekte [52], ergänzende Kriterienzuordnung

Empfehlung	Kriterien
<i>Definition der zu erwerbenden Bauteile nach Art und Gattung;</i>	Qualität, Quantität
<i>Definition der technischen oder anderweitigen Anforderungen an die Bauteile (zB Schadstofffreiheit, Einhaltung spezifischer technischer oder sicherheitsrelevanter Normen);</i>	Qualität, Recht
<i>Pflicht des Planers zur Suche, Auswahl sowie sorgfältigen Untersuchung der Bauteile auf Eignung und Einhaltung der spezifischen Anforderungen, gegebenenfalls unter Beizug von Spezialisten;</i>	Vermittlung, Qualität, Recht
<i>Pflicht des Planers zur Prüfung, ob die gebrauchten Bauteile den Sicherheitsanforderungen der Bauprodukteerlasse genügen, und Prüfung, ob die Nachmarktpflichten gemäß Bauprodukteerlasse eingehalten werden können, gegebenenfalls unter Beizug von Spezialisten (...);</i>	Recht
<i>Pflicht des Planers zu Koordination und Überwachung von Erwerb und Rückbau der Bauteile; Wahrnehmung von Prüfungs- und Rügeobliegenheiten;</i>	Vermittlung, Recht
<i>Vertretungspflicht und -befugnisse des Planers bei Vertragsschlüssen mit Dritten bezüglich Untersuchung/Prüfung, Erwerb und Rückbau;</i>	Vermittlung
<i>Pflicht des Planers zu Koordination und Überwachung von Transport und Lagerung der Bauteile; Abschluss von Transport- und Miet-/Lagerverträgen; allenfalls Pflicht des Planers, für die fachgerechte Einlagerung der Bauteile zu sorgen;</i>	Transport und Lagerung
<i>Pflicht des Planers zur Koordination mit dem Unternehmer, der die Bauteile wiederverwendet, und Erteilung allfälliger spezifischer Instruktionen;</i>	Transport und Lagerung
<i>Pflicht der Bauherrin zur (rechtzeitigen) Mitwirkung bei Auswahl und Erwerb der Bauteile, insbesondere beim Abschluss der Verträge;</i>	Vermittlung
<i>Pflicht der Bauherrin zur Bezahlung eines Honorars für die Zusatzleistungen des Planers; Definition des Honorars (nach Aufwand oder Pauschale);</i>	Kosten
<i>Regelung bezüglich Umgang mit überzähligen Bauteilen.</i>	Quantität

Im Fall der Grellgasse alt wurde ein Vermittlungsvertrag zwischen den MN und dem Eigentümer abgeschlossen, welcher die Handhabung der ausgebauten Elemente regelte. Der Vertrag gliedert sich hauptsächlich in die Pflichten der EigentümerInnen und der MN. Für einen reibungslosen Ablauf soll der freie Zugang zum Gebäude gewährleistet sein und etwaige Hindernisse alsbald gemeldet werden. Der Bauteilkatalog dient als Übersicht der auszubauenden Elemente und bietet dem Eigentümer die eventuelle Ablehnung dieser. Im Gegenzug dürfen die MN alles in die Wege leiten, um eine erfolgreiche Weitervermittlung zu erreichen. Sie sind jedoch dazu verpflichtet, die Interessen des/der

Eigentümers/Eigentümerin zu wahren und technische Vorschriften einzuhalten. Dieser/Diese ist ihnen zwar keine Provision schuldig für ihre Tätigkeiten, trotzdem ist es ihnen erlaubt, einen finanziellen Betrag von den AbnehmerInnen zu verlangen. Wie schon in den vorigen Kapiteln erwähnt, liegen diese Punkte im Interesse beider Seiten, da nicht nur wirtschaftliche Vorteile gezogen werden können.

Ein Punkt ist besonders wichtig im Vermittlungsvertrag der MN. Sie weisen darauf hin, dass die EigentümerInnen die Bauelemente ohne Entledigungsabsicht, somit zur Wieder- und Weiterverwendung abgeben. Das bedeutet, die Elemente werden zu keinem Zeitpunkt als Abfall kategorisiert. Sie sind somit Produkte, die erworben worden sind und mit oder ohne Nachbehandlung weitervermittelt werden.

5.6 Kriterien der Wiederverwendung in der Grellgasse

In diesem Kapitel werden die in Kapitel 0 definierten Kriterien Qualität, Quantität, Kosten, Ökobilanz, Ästhetik, Zeit, Transport, Lagerung, Vermittlung, Recht, und soziokulturelle Aspekte in Bezug auf die Wiederverwendung von Materialien durch Materialnomaden und ihre Projekte untersucht. Diese Faktoren waren maßgebend für den Erfolg von Wiederverwendungsprojekten und werden anhand der Erfahrungen aus den vorangegangenen Kapiteln analysiert.

In Tab. 5.5 werden die Kriterien aus dem Fallbeispiel erneut aufgelistet, um eine Übersicht zu erlangen.

Tab. 5.5 Auflistung der Kriterien aus dem Fallbeispiel

Elementbezogene Kriterien	
Die Qualität musste innerhalb der zur Verfügung gestellten Zeit bestimmt werden, um Entscheidungen über den weiteren Werdegang der Elemente zu treffen	Kap. 0
Die Befestigungsmethode der Betonfertigteile an der Fassade war anfangs nicht bekannt, wodurch viele Elemente beschädigt wurden.	Kap. 4.3.1
Bewehrungspläne der Betonfertigteile ersparten eine aufwändige Untersuchung derer	Kap. 4.3.1
Die Fertigteillisenen waren sehr massiv, wodurch sie sich als sehr gute Wiederverwendungselemente herausstellten	Kap. 4.3.1
Die Lochblechpaneele hatten nicht nur ein geringes Gewicht, sondern konnten auch einfach ausgebaut werden	Kap. 4.3.2
Der Ausbau der Kastenelemente war einfach	Kap. 4.3.3
Die Kastenelemente mussten auf ihre chemischen Eigenschaften (Formaldehyd) für ein Folgeprojekt untersucht werden.	Kap. 4.3.3

Die Bänke aus des Fertigteillisenen sind aufgrund ihrer Massivität ein gutes Wiederverwendungselement.	Kap. 4.4
Die Einreichung des Wartungssteiges der alten Grellgasse beim TÜV, war zwar erfolglos, dennoch konnte dieser als Sonnendach für den Kinderspielplatz wiederverwendet werden.	Kap. 4.4
Die Fensterscheiben in der alten Grellgasse konnten anhand von einem Clipsystem einfach aus dem Rahmen herausgenommen werden.	Kap. 4.6
Die neuen VSG-Scheiben für das Glashaus mussten qualitätstechnisch geprüft werden.	Kap. 4.6
Es wurden über 200t an Elementen der Grellgasse alt entnommen	Kap. 0
An der Fassade der Grellgasse alt befanden sich über weit über 420 Stück der Fertigbetonelemente, welche den MN zur Verfügung standen.	Kap. 4.3.1
Es standen über 17.000 Lochblechpaneele zur Verfügung.	Kap. 4.3.2
Es standen viele Kastentüren und Elemente zur Verfügung.	Kap. 4.3.3
Es wurden 48 Fensterscheiben aus der alten Grellgasse beim Glashaus wiederverwendet	Kap. 4.6
Keine Gewinnbeteiligung des Eigentümers, trotzdem konnte durch eine Einsparung der Abbruchkosten ein gewisser Gewinn für diesen erreicht werden	Kap. 0
Prozessbezogene Kriterien	
Über einen Zeitraum von 13 Monaten konnten die MN das Gebäude beliebig oft betreten, begutachten und die Elemente entnehmen	Kap. 0
Die Grellgasse konnte nur bis zum Abbruchtermin als Zwischenlager genutzt werden. Der gesamte Transport und die Lagerung mussten auf das abgestimmt sein.	Kap. 0
Während der Analyse der Elemente musste stets an ihren Transport und die Lagerung im Allgemeinen gedacht werden.	Kap. 0
Das Gewicht der Fertigteillisenen war für die Transport ein Nachteil	Kap. 4.3.1
Entscheidungen ob die Fertigteillisenen wiederverwendet wurden, mussten aufgrund der aufwändigen Lagerung und des Transportes schnell getroffen werden. Oft war die eine Entscheidungen aus dem Bauch und basierte nicht auf einer genauen Analyse	Kap. 4.3.1
Durch die einfache Lagerung der Lochblechpaneele stehen noch viele Elemente den MN in ihren eigenen Lagerräumen für die zukünftige Verwendung zur Verfügung	Kap. 4.3.2
Aufgrund des Gewichts der Fertigteillisenen wurden diese für das Folgeprojekt in der neuen Grellgasse vor Ort gelagert.	Kap. 4.4
Aufgrund der Nähe der alten Grellgasse zum neuen Einbauort hat sich der Transport als relativ einfach erwiesen.	Kap. 4.5
Die große Entfernung zwischen Wien und Fehring war in manchen Fällen eine Herausforderung.	Kap. 4.6

Durch Mundpropaganda und Bekanntschaften konnten Elemente aus der alten Grellgasse an B2C Kunden weitervermittelt werden	Kap. 4.5
Fast 7,3 Tonnen an Elementen aus der alten Grellgasse wurden in dem Einfamilienhaus wiederverwendet. Ein gutes Beispiel für funktionierende B2C Projekte	Kap. 4.5
Über Plattformen können ganze Wiederverwendungsobjekte veröffentlicht werden, um B2B und B2C Kunden zu erhalten.	Kap. 4.5
Eine Mischung aus B2B und B2C Kunden kann eine größtmögliche Wiederverwendungsquote ermöglichen.	Kap. 4.5
Die Kastentüren für das Café wurden über den re:market weitervermittelt.	Kap. 4.7
Die MN waren im Falle des Cafés nur Vermittler.	Kap. 4.7
Die Lochblechpaneele wurden unter anderem zum Produkt Neele umgestaltet.	Kap. 4.3.2
Systembezogene Kriterien	
Ein Vermittlungsvertrag zwischen den MN und dem Eigentümer wurde erstellt	Kap. 0
Mithilfe eines gut durchdachten Vermittlungsvertrages können auch B2C Projekte reibungslos ausgeführt werden.	Kap. 4.5
Der Vertrag für das Glashaus wurde nicht auf Wiederverwendung spezifiziert.	Kap. 4.6
Das Projekt Glashaus hat die zukunftssträchtige Forschung zum Thema kreislauffähige Gebäude unterstützt.	Kap. 4.6
Interessierte Anrainer, konnten am re:market die ausgebauten Elemente vor Ort erwerben.	Kap. 0

Aus Tab. 5.5 ist gut ersichtlich, dass viele element- und prozessbezogenen Kriterien, gut beschreibbar bzw. etwaige Ausführungsfehler, gut erkennbar sind. Mit der Unsicherheit der rechtlichen Bestimmungen, ist es zurzeit noch schwer definierbar, welche Empfehlungen zur Optimierung der Projekte gemacht werden können. Durch zukünftige Gesetze wird nicht nur die Sicherheit zur Ausführung von Wiederverwendungsprojekten steigen, sondern auch die Akzeptanz in der Gesellschaft. Ganz wie beim Recycling von Plastikflaschen können Menschen ihren Beitrag zur ökologischeren Bauindustrie beitragen.

5.7 Beantwortung der Forschungsfragen

Die erste Forschungsfrage „Wie sieht der Prozess der Wiederverwendung von Bestandselementen in der Um- und Rückbauphase (End of Life) eines Gebäudes aus und welche Rahmenbedingungen und Kriterien sind hierbei von Relevanz?“ wurde ausführlich in der Beschreibung des Fallbeispiels in Kapitel 4 erläutert. Auf die zweite Forschungsfrage „Wie werden diese Kriterien bestimmt und welche müssen für eine erfolgreiche Wiederverwendung erfüllt sein? Welche Optimierungspotentiale für den

Wiederverwendungsprozess lassen sich daraus ableiten?“ wird folgend eingegangen und diese beantwortet:

Die **Qualität** der Elemente in der Grellgasse war oft unbekannt und musste vor Ort oder durch Untersuchungen ermittelt werden. Eine genaue Untersuchung wäre zeitintensiv gewesen und es ist unklar, ob sich diese gelohnt hätte. Informationen über bestimmte Elemente, wie Betonlisenen, hätten den Projekterfolg signifikant beeinflussen können. Die Sitzbänke aus Betonlisenen erwiesen sich als erfolgreich, jedoch wurde aufgrund der logistischen Herausforderungen für die schweren Elemente gegen die Erweiterung des Projekts entschieden. Für die Folgeprojekte mussten manchmal Qualitäten und Nutzungssicherheiten nachgewiesen werden. Das war zB bei dem Klettergerüst für den Kinderspielfeldplatz, welches im Endeffekt als Sonnendach umgeplant werden musste. Die Qualität der Wiederverwendungselemente wird normalerweise durch Tests und Überprüfungen bestimmt, die darauf abzielen sicherzustellen, dass das Produkt weiterhin funktioniert und seine spezifizierten Anforderungen erfüllt. Diese können im eigenen Unternehmen durchgeführt werden, oder in zuständigen Labors. Werkzeuge wie online KundInnenfeedbacks und -bewertungen, können auch dabei helfen die Qualität zu erhalten.

Ein großes Bürogebäude wie die Grellgasse bietet eine große **Quantität** an Elementen. Für ein solches Projekt müssen Transport, Lagerung, Personal und Zeit im Voraus geplant werden. Großabnehmer sollten frühzeitig gefunden und über Projekte auf dem Laufenden gehalten werden, um den Bedarf regelmäßig abzustimmen. Elemente in großen Mengen eignen sich für Produktserien, die bei gutem Produktdesign erfolgreich vermarktet werden können. Die Quantität kann meist erst vor Ort bestimmt werden oder mithilfe der Gebäudedokumentation. Die Quantität hängt aber stark von der Qualität ab, denn ein lukrativer Ausbau kann nur bei einer sicheren Vermittlung stattfinden.

Da die Grellgasse Teil eines Forschungsprojektes war, galten weniger Beschränkungen als üblich. Dennoch zeigt das Projekt, dass eine gute Vorbereitung und effektive Nutzung von Informationen Einsparungen bei den **Kosten** für Personal und Maschinen ermöglichen können. Die Kosten können durch Werkzeuge wie der MPK bestimmt werden. Bei der Besichtigung können sie überschlagsmäßig bestimmt werden, um weitere Schritte festzulegen. Umso genauer die MPK ist, also je mehr Parameter sie miteinbezieht, desto sicherer sind die Annahmen.

Ein weiterer wichtiger Faktor bei der Wiederverwendung von Materialien sind die Auswirkungen mithilfe von **Ökobilanzen**. Durch die Verwendung bereits vorhandener Materialien kann der Bedarf an neuen Rohstoffen und somit auch der Energieaufwand für deren Förderung und Verarbeitung verringert werden. Die MN haben in diesem Zusammenhang jedoch keine systematische Untersuchung durchgeführt. Eine einfache Berechnung hierfür wäre jedoch nicht nur zu Marketingzwecken hilfreich, sondern würde auch Informationen über den Effekt dieser Vorhaben liefern. Es ist wichtig, den Rahmen der Berechnungen fest- und offenzulegen. Eine Energieeinsparung kann z.B. nur für die Materialien und nicht die Produktion eines ähnlichen Neuprodukts berechnet werden. Es gibt aber auch andere Bilanzmethoden wie den ökologischen Fußabdruck, die Rucksackmethode, etc.

Bei der Bearbeitung der Elemente aus der Grellgasse, haben die MN unterschiedliche Herangehensweisen erprobt. Es ist ihnen gelungen unter dem Aspekt **Ästhetik** unterschiedliche Produkte zu erstellen. Einige der Elemente wurde belassen, wie sie sind, höchsten gereinigt, während andere zu neuen Produkten umgeformt wurden. Bei einer großen Quantität an Elemente, können mehr als ein Produktdesign ausgeführt werden, was sie auch gut erzielt haben. Je nach Bedarf der Abnehmer wurden Wiederverwendungselemente bestmöglich umgenutzt und eingesetzt.

Die **Zeit** ist ein wichtiger Faktor bei der Wiederverwendung von Materialien. Für die Bestandsaufnahme und den Ausbau vor dem Abbruch des Gebäudes standen den Materialnomaden etwa 13 Monate zur Verfügung. Allerdings bedeuten mehrere Personen für das Bestandsgebäude für Besichtigungen oder Ausbauten zu beauftragen, beträchtliche Kosten. Es müssen auch Termine für Logistik, Subunternehmen, Abbruch, aber auch Termine auf der Abnehmerseite, also Einbau, Produktion und Untersuchungen, eingehalten werden. Projekte in der Kreislaufwirtschaft sind durch terminliche Restriktionen auf der Aus- und Einbauseite definiert. Dazwischen gibt es weitere Termine, die einzuhalten sind. Da es aktuell noch viele Unklarheiten bei diesen Vorhaben gibt, muss ausreichend Pufferraum eingeplant werden, um unnötige Terminkollisionen zu vermeiden.

Transport und Lagerung sind bei Wiederverwendungsprojekten immer ein ausschlaggebender Punkt. Sie betreffen alle Phasen eines Projektes und müssen immer gut durchdacht sein. Durch zeitliche Freiheiten konnten viele Elemente der Grellgasse vor Ort gelagert werden. Allerdings kann sich eine kleine Firma wie die Materialnomaden mit großen Gebäuden wie der Grellgasse schwer tun. Selbst Zwischenlagerung müssen gut

geplant werden, um im Notfall Lagerfläche zu mieten. Projekte, die Wiederverwendung vor Ort ermöglichen, können viele Transportwege ersparen.

Die MN haben verschiedene **Vermittlungswege** erprobt, um ihre wiederverwendbaren Materialien an potenzielle Abnehmer zu verkaufen. Einerseits wurden Elemente am Entnahmeort vor allem an Anrainer verkauft. Andererseits konnten sie ihre Reichweite durch ihre Teilnahme an unterschiedlichen Forschungsprojekten vergrößern und dadurch mehr Abnehmer erreichen. Zu guter Letzt haben sie auch über ihre Plattform Elemente vermittelt, wobei sich diese Art und Weise als zu aufwändig für den geringen Ertrag herausgestellt hat. Unabhängig davon, welche Kundschaft bevorzugt wird, ob B2B oder B2C, ist eine Plattform mit ausreichenden Informationen zu den Materialien unumgänglich. Diese muss jedoch nicht für alle zugänglich sein, um "leere" Anfragen zu vermeiden, die zeitaufwändig sind. Die Vermittlung der Elemente erfordert nicht nur Fachwissen, sondern auch Erfahrung. Ausbildungsstätten sollten den Fokus vermehrt auf die Kreislaufwirtschaft legen, um wichtiges und fehlendes Personal auszubilden.

Bei der Wiederverwendung von Materialien befindet man sich oft im Graubereich der **rechtlichen Bestimmungen**, da viele Punkte noch nicht geklärt sind. Besonders auch vom Staat ist eine Förderungsinitiative bemerkbar ist, deshalb kann davon ausgegangen werden, dass solche Projekte unterstützt werden. Eine rechtliche und vertragliche Absicherung ist aber unumgänglich. Die Qualität und Nutzungssicherheit müssen gegeben sein. Die Materialnomaden haben für unterschiedliche Elemente Untersuchungen beanstandet, zum Beispiel wurde der Formaldehydanteil in den Kastentüren aus Holz gemessen. Mit weiteren Projekten können Erfahrungen gesammelt werden, welche Untersuchungen von Haus aus zu machen bzw. welche rechtlich gesehen unumgänglich sind.

Soziokulturelle Aspekte spielen in allen Bauprojekten eine wichtige Rolle, weil Gebäude unsere Umgebung verändern und beeinflussen. Durch Informationsstellen der MN wurden nicht nur Anrainer, sondern auch Interessierte über ihre Projekte und deren Einfluss informiert. Dadurch war es möglich an dem Projekt der Grellgasse teilzuhaben, egal ob durch die Wiederverwendung von einzelnen Elementen oder einer Horizonterweiterung. Durch die Bewusstseinsbildung der Gesellschaft, kann die Einführung der Wiederverwendung in das Bauwesen erleichtert werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass eine sorgfältige Planung und Umsetzung in diesen Bereichen notwendig sind, um eine erfolgreiche Wiederverwendung von Materialien zu gewährleisten. Durch die Sammlung von Erfahrungen können die Prozesse optimiert

werden, doch die ganzheitliche Betrachtung aller Kriterien wird eine erfolgreiche Umsetzung der Projekte fördern. Um erfolgreich zu sein, müssen alle Kriterien in einem angemessenen Verhältnis zueinanderstehen. Ein erfolgreicher Wiederverwendungsprozess erfordert eine hohe Qualität bei niedrigen Kosten, eine ausreichende Verfügbarkeit in einem angemessenen Zeitrahmen, eine effiziente Logistik, die Einhaltung geltender Gesetze und eine gute Ökobilanz.

6 Schlussfolgerung und Ausblick

6.1 Erkenntnisse der Arbeit

Die Wiederverwendung von Bestandselementen ist in Österreich noch nicht weit verbreitet, weil noch zu viele Fragen offen sind. Um ein Gewerbe lukrativ führen zu können, sollten die meisten Tätigkeiten klar sein, um einen schnellen Ablauf zu gewährleisten. Unternehmen, die jetzt schon in der Kreislaufwirtschaft tätig sind, handeln meist aus der persönlichen Überzeugung, umweltbewusste Maßnahmen zu setzen und nehmen dafür unerforschtes Neuland in Kauf. Sie arbeiten dadurch oft auch im rechtlichen Graubereich. Da sich ein Trend zur Kreislaufwirtschaft zeigt, werden ihre Vorhaben jedoch gefördert und unterstützt.

Bei genauerer Betrachtung der definierten Kriterien, hat sich schnell herausgestellt, dass viele von diesen voneinander abhängig sind. Ein gutes Beispiel hierfür sind Transport und Lagerung. Sie ziehen sich wie ein roter Faden durch fast alle Bereiche, denn Transport und Lagerung sind kein einzigartiges Problem der Wiederverwendung, aber Wiederverwendung ist Neuland für sie. Um ein Gebäude und seine Elemente aufnehmen zu können sind viele Transportwege notwendig. Besonders heutzutage wo, Bestandsgebäude schlecht oder gar nicht dokumentiert sind. Dies erfordert eine Koordination des Personals, um Qualität und Quantität bestimmen zu können. Aber auch zur weiteren Prüfung der Elemente zB in Labors, muss der Transport hierfür vorausgeplant werden. Genauso sieht es auch mit der Zeit aus. Jede Tätigkeit, ob es die Aufnahme, der Transport, die Prüfung oder die reine Lagerung ist. All das kostet Zeit und muss in den Projekten mitbetrachtet werden. Zeit ist auch wichtig, wenn es darum geht, wann ein Gebäude zum Abbruch bereit sein muss und wann die AbnehmerInnen ihre Elemente benötigen. Manche Elemente werden aber für längere Zeit im Lager untergebracht, bis sie

einen neuen Zweck bekommen. Kosten sind wohl das aussagekräftigste Kriterium, um pro oder contra Wiederverwendung zu entscheiden. Sie sind aber auch sehr von Transport, Lagerung, Terminplänen, Personalaufwand und Förderungen abhängig. Große Transportwege und Lagerflächen können dazu führen, dass Projekte scheitern. Aufwändige Ausbautätigkeiten bedeuten nicht nur Fachkräftebedarf, sondern auch, dass mehr Personal benötigt wird.

Diese Abhängigkeit unter den Kriterien hat eine gewisse Priorisierung gezeigt. Die Kriterien Qualität, Quantität, Kosten, Zeit, Transport, Lagerung und Recht beeinflussen die Wirtschaftlichkeit. Die Ökobilanz, also eine Evaluierung der benötigten Energie und Ressourcen für die Wiederverwendung von einem Element, hängt allein von Transportwegen und Umwandlungsaufwand ab. Manche Elemente bzw. Materialien sind hierfür besser geeignet als andere. Nur weil ein Element aber im Kreislauf erhalten bleiben soll, heißt es nicht, dass weite Transportwege gerechtfertigt werden sollten. Ein nachhaltiges Produkt sollte lokal entnommen werden. Zu guter Letzt gibt es die Vermittlung die als bindendes Glied zwischen der Nachhaltigkeit und der Wirtschaftlichkeit liegt. Die VermittlerInnen bestimmen, ob der Fokus nun auf Ersterem oder Zweiterem liegt.

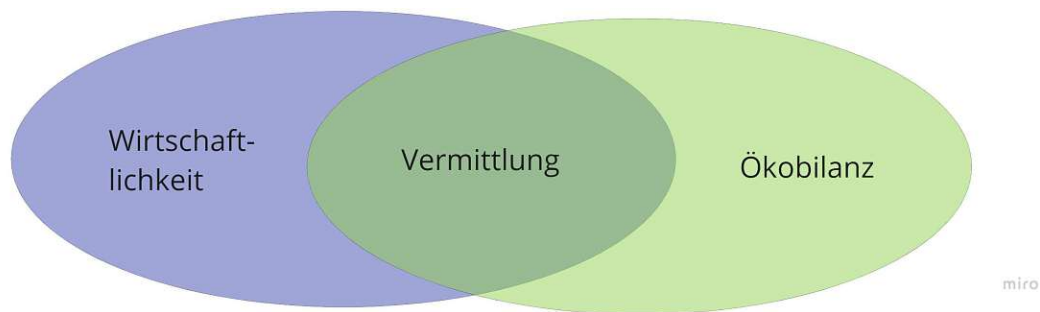


Abb. 6.1 Aspekte der Wiederverwendung

Abb. 6.1 und Abb. 6.2 stellen die soeben beschriebene Priorisierung und ihren Zusammenhang in der Wiederverwendung dar. Diese soll auch helfen, die richtigen Kriterien zu bestimmen, um ein Vorhaben richtig umsetzen zu können. In Zukunft kann KI so programmiert werden, dass Elemente mit dieser Priorisierung vorgeschlagen werden, um die beste Wahl treffen zu können. Ein ähnliches Projekt [48] bietet eine Aufteilung und Bewertung von Baumaterialien nach Umwelteinflüssen an.

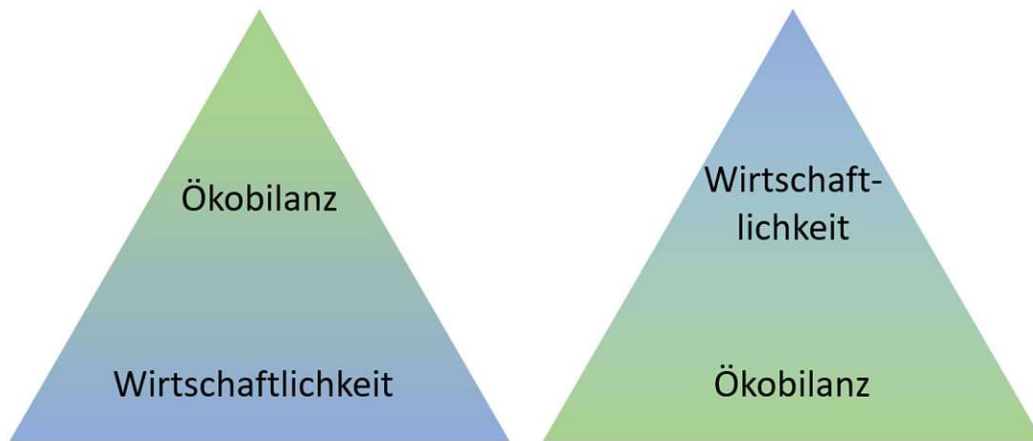


Abb. 6.2 Priorisierung der Kriterien

6.2 Zukunft der Wiederverwendung

Damit wir unsere Klimaziele erreichen, muss besonders die Bauindustrie so rasch wie möglich Änderungen einführen. Dies gilt nicht nur für die Ausführenden und BauherrInnen, sondern auch für die ProduktherstellerInnen und andere Beteiligte. Die Definition von Nachhaltigkeit beinhaltet das In-Betracht-ziehen zukünftiger Generationen [13]. Doch die Einflüsse der Endphase eines Gebäudes werden aufgrund des großen Zeitfaktors und der wechselnden ObjektbesitzerInnen häufig ignoriert. Genau deshalb ist ein Umdenken zur zirkulären Bauweise maßgebend, um dem Tunnelblick der Bauindustrie gegenzusteuern und Gebäude wieder zu Teilen des Kreislaufs zu machen. Wie in dieser Arbeit verdeutlicht wurde, wird dies ohne einen gewissen Eingriff der Gesetzesgeber, durch die schon erwähnten Anpassungen der Gesetze, Erleichterungen durch gut durchdachte Förderungen, etc. nicht von selbst funktionieren.

In Zukunft wird die Wiederverwendung hoffentlich eine immer größere Rolle spielen, da sich das Bewusstsein für Nachhaltigkeit und Ressourcenschutz bei Unternehmen und VerbraucherInnen zunehmend verstärkt. Es wird erwartet, dass die Technologie und die Verfahren für die Wiederverwendung verbessert werden, was dazu beitragen wird, die Kosten und Zeitaufwände für den Prozess zu reduzieren. Eine der größten Herausforderungen bei der Wiederverwendung ist die Garantie für eine gleichbleibend hohe Qualität der produzierten Güter. Dies erfordert eine effiziente Überwachung und Dokumentation des gesamten Prozesses, von der Überprüfung der Materialien bis hin zur Überprüfung des Endprodukts. Des Weiteren müssen auch die logistischen und rechtlichen Aspekte berücksichtigt werden, um sicherzustellen, dass die Wiederverwendung den geltenden Gesetzen und Vorschriften entspricht. Die Ökobilanz ist ein weiterer wichtiger

Faktor bei der Wiederverwendung, da es wichtig ist, sicherzustellen, dass die Prozesse energieeffizient sind und nicht zu einem Anstieg der CO₂-Emissionen führen. Durch den Einsatz erneuerbarer Energien und die Optimierung der Prozesse kann dies jedoch erreicht werden. Insgesamt wird die Wiederverwendung in Zukunft ein wichtiger Faktor für eine nachhaltige Wirtschaft sein und Unternehmen und VerbraucherInnen dazu ermutigen, eine nachhaltigere Lebensweise zu führen.

6.3 Limits der Untersuchung

Die Untersuchung der Wiederverwendung von Bestandselementen ist ein weites und komplexes Thema, das eine Vielzahl an Faktoren und Herausforderungen beinhaltet. Eine Diplomarbeit, die sich ausschließlich auf die Fallbeispiele einer bestimmten Firma konzentriert, kann daher nur einen Teilbereich des Gesamtbilds abdecken.

In dieser Diplomarbeit werden die Erfolgsfaktoren und Limits der Wiederverwendung von Bestandselementen in Bezug auf die MN untersucht. Es handelt sich hierbei nur um eine Fallstudie und keine repräsentative Studie, weshalb die Ergebnisse nicht auf die gesamte Baubranche bzw. andere Tätige der Wiederverwendung übertragen werden können. Eine ausführliche Analyse von verschiedenen Unternehmen und Branchen würde eine breitere Perspektive bieten und zu einem umfassenderen Verständnis beitragen. Darüber hinaus sind auch zeitliche und finanzielle Limitationen zu berücksichtigen. Eine detaillierte Analyse aller Aspekte der Wiederverwendung würde mehr Zeit und Ressourcen erfordern, besonders da es ein noch relativ unerforschtes Gebiet ist. Ein weiteres Limit ist der Zugang zu Informationen. Obwohl eine gewisse Zusammenarbeit mit den MN bestanden hat und Zugang zu wichtigen Dokumenten, wie beispielsweise Verträgen, Berechnungen und Protokollen, gewährt wurde, könnte es sein, dass bestimmte Informationen nicht zugänglich waren, falsch interpretiert oder gewisse Abläufe verschönt übermittelt wurden.

Es empfiehlt sich, die Ergebnisse als Ausgangspunkt für weitere Forschungen zu nutzen, um ein umfassenderes Verständnis für das Thema der Wiederverwendung zu erlangen. Das kann auch dazu beitragen, bestehende Herausforderungen zu identifizieren und Lösungsansätze zu entwickeln, um die Wiederverwendung von Bestandselementen zu fördern.

Quellenverzeichnis

- [1] ÖNORM B 1990-1: 2013 01 01 - Tabelle 2.1
- [2] Hannah Aufschnaiter, Carola Stabauer. Rebeauty. o.A, 2019.
- [3] www.materialnomaden.at (30.9.2022)
- [4] MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT, DEN RAT, DEN EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFTS- UND SOZIALAUSSCHUSS UND DEN AUSSCHUSS DER REGIONEN (2020), COM(2020) 98 final
- [5] ÖNORM B 3151: 2014-12-01
- [6] Christian Schüle (14.06.2014). ZEIT Wissen 04/2014. <https://www.zeit.de/zeit-wissen/2014/04/persoenlichkeit-charakter-individualismus/komplettansicht> (30.09.2022)
- [7] <https://www.reparaturbonus.at/> <https://www.reparaturbonus.at/> (04.02.2023)
- [8] Erica Novianti Lukas. Green Economy for Sustainable Development and Poverty Eradication. Mediterranean Journal of Social Sciences, 6(6 S5), 434
- [9] Jakob Pflügl, Baustoffmangel zementiert hohe Preise ein (9.8.2021). <https://www.derstandard.at/story/2000128803080/baustoffmangel-zementiert-hohe-preise-ein> (31.07.2022)
- [10] Reuse and Recycling on the London 2012 Olympic Park. Lessons for demolition, construction and regeneration. 2011. <https://www.bioregional.com/resources/how-reclaimed-building-materials-were-used-for-the-london-olympic-park> (24.02.2022)
- [11] Aspern Seestadt Facts + Figures. September 2020. 2020 <https://www.aspern-seestadt.at/infocenter/downloads> (30.7.2022)
- [12] Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich Statusbericht 2021
- [13] Brundtland Report. Our Common Future. 1987
- [14] Jacqueline Cramer. Building a Circular Future. Ten Takeaways for Global Changemakers. oA, 2022.
- [15] Matthew Wilson. When creative consumers go green: understanding consumer upcycling. Journal of Product & Brand Management, Band 25 Ausgabe 4, pp. 394-399
- [16] Kyungeun Sung, Tim Cooper, Sarah Kettley. Factors Influencing Upcycling for UK Makers. Sustainability, 11, 870.
- [17] Abfallwirtschaftsgesetz 2002, Fassung vom 10.10.2022
- [18] Tom Costello, Benedikt Wermter (2020). Die Recyclinglüge [Dokumentation], oA. a&o buero filmproduktion gmbh. <https://www.daserste.de/information/reportage-dokumentation/dokus/sendung/die-recyclingluege-100.html>
- [19] Iva Kovacic. Über Integrale Planung zur Nachhaltigkeit: Entwicklung einer Planungsmethodik. Journal für Facility Management. 2, 8
- [20] Lechner Julian. Vergleich von Ökobilanzierungen in Gebäuden unter Berücksichtigung des technologischen Fortschritts. Masterarbeit. BOKU Wien, 2019
- [21] Recyclingbranche zuversichtlich gestimmt. EU-Recycling Magazin, 03.2022, 28. <https://eu-recycling.com/Archive/34556> (01.02.2023)
- [22] Firas Awaja, Dumitru Pavel. Recycling of PET. European Polymer Journal, 41(7), 1453-1477.
- [23] <https://www.restore.or.at/product/neue/> (01.02.2023)

- [23] <https://www.overshootday.org/newsroom/country-overshoot-days/> (02.02.2023)
- [24] <https://www.willhaben.at/iad> (03.02.2023)
- [25] Rėklaitis, Kėstutis and Pilelienė, Lina. Principle Differences between B2B and B2C Marketing Communication Processes. Management of Organizations: Systematic Research, vol.81, no.1, 2019, pp.73-86. <https://doi.org/10.1515/mosr-2019-0005>
- [26] Daniel Veit, Eric Clemons, Alexander Benlian, Peter Buxmann, Thomas Hess, Dennis Kundisch, Jan Marco Leimeister, Peter Loos, Martin Spann. Geschäftsmodelle: Eine Forschungsagenda für die Wirtschaftsinformatik. WIRTSCHAFTSINFORMATIK, 56(1), 55-64.
- [27] Christian Aichele, Marius Schönberger. E-Business. Springer Fachmedien Wiesbaden, 2016.
- [28] ChatGPT: Optimizing Language Models for Dialogue (openai.com) (03.02.2023)
- [29] Midjourney (03.02.2023)
- [30] Stable Diffusion Online (stablediffusionweb.com) (03.02.2023)
- [31] DALL·E 2 (openai.com) (03.02.2023)
- [33] Ákos Moravánszky. Der Kreislauf der Bausteine – Stichwort zu einer Ökologie des Bauen. Bauteile Wiederverwenden. Park Books, 2021. 17-31
- [34] Meinrad Huser. Die Wiederverwendung von Bauteilen - Auslegeordnung aus öffentlich-rechtlicher Sicht. Die Wiederverwendung von Bauteilen - Ein Überblick aus rechtlicher Perspektive. Dike Verlag AG, 2021.
- [35] Eva Stricker, Guido Brandi, Andreas Sonderegger. Bauteile Wiederverwenden- Ein Kompendium zum zirkulären Bauen. Park Books, 2021.
- [36] <https://houseful.eu/de/projekt/> (04.02.2023)
- [37] Formaldehydverordnung, Fassung vom 10.02.2023
- [38] <https://www.schwarzatal.at/projekte/umgesetzte-projekte/grellgasse-3/> (04.02.2023)
- [39] <https://www.rremaker.com/> (04.02.2023)
- [40] Stewart Brand. How Buildings Learn: What Happens after They're Built. PenguinBooks, 1995.
- [41] https://www.linkedin.com/posts/ramboll_the-carbon-footprint-of-buildings-even-though-activity-6969929653813682176-OSGj?utm_source=share&utm_medium=member_desktop (26.09.2022)
- [42] <https://www.oegnb.net/zertifikat.htm?typ=wb> (26.09.2022) ÖGNB Tool Testversion
- [43] <https://berichte.wacker.com/2020/nachhaltigkeitsbericht/produkte/kreislaufwirtschaft.html> (12.02.2023)
- [44] https://baukarussell.bauteillager.de/bauteilnetz/website/bauteilsuche?btk_suche=true (24.04.2022)
- [45] <https://www.bauteiler.at/sonnenhalle/> (30.09.2022)
- [46] Ausschnitt aus Entwurfsplanung Glashaus Houseful (26.04.2021), Architekturbüro REINBERG ZT GmbH
- [47] <https://www.materialnomaden.at/projects/grell/> (30.09.2022)
- [48] https://www.materialepyramiden.dk/?utm_medium=website&utm_source=archdaily.com# (13.02.2023)
- [49] Yazan Osaily, Alex Copping, Stephen McCann. Demolition project management pathways: the route towards circular demolition. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2022, 1101 062002, DOI: 10.1088/1755-1315/1101/6/062002

- [50] Matthias Heinrich, Werner Lang. Materials Passport-Best Practice, Innovative Solutions for a Transition to a Circular Economy in the Built Environment. 2019
- [51] Fritz Kleemann, Hubert Lehner, Anna Szczypinska, Jakob Lederer, Johann Fellner. Bewertung von Abfallströmen aus Gebäudeabbrüchen in Wien auf Grundlage von Bildmatching-basierter Veränderungsdetektion. 2018. <https://doi.org/10.1007/s00506-018-0463-y>
- [52] Annatina Menn. Die Wiederverwendung von Bauteilen - Ein Überblick aus vertragsrechtlicher Perspektive. Die Wiederverwendung von Bauteilen - Ein Überblick aus rechtlicher Perspektive. Dike Verlag AG, 2021.
- [53] Merel Pit. Ten tips for a circular design. Lessons in Circularity. de Architekten Cie, 2021
- [54] Lessons in Circularity. de Architekten Cie, 2021, 105 ff.
- [55] Christof Knoeri, Igor Nikolic, Hans-Joerg Althaus, Claudia R. Binder. Enhancing Recycling of Construction Materials: An Agent Based Model with Empirically Based Decision Parameters. Journal of Artificial Societies and Social Simulation. 2014, 17(3), DOI: 10.18564/jasss.2528
- [56] Katrin Pfäffli. Graue Energie und Treibhausgasemissionen von wiederverwendeten Bauteilen – Methodik und Berechnung in Varianten am Fallbeispiel Gebäude KI 18 in Winterthur. 2020
- [57] Birgisdottir, H., Rasmussen, F. N.. Introduction to LCA of Buildings. (1 ed.) Trafik-og Byggestyrelsen. 2016
- [58] Andreas Borchardt, Stephan E. Gätlich. Erkenntnisgewinnung durch Fallstudien. Sönke Alber ua (Hrsg.). Methodik der empirischen Forschung. Gabler Verlag. 3. Auflage. 2009
- [59] [HOUSEFUL EU • HOUSEFUL STAKEHOLDERS / Target Groups • Kumu](#) (28.05.2023)
- [60] https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Begut/BEGUT_COO_2026_100_2_593758/COO_2026_100_2_593935.html (29.05.2023)
- [61] Eastman, Charles. The use of computers instead of drawings in building design. *AIA journal* 63.3. 1975. 46-50.
- [62] Rafael Sacks, Mark Girolami, Ioannis Brilakis. Building Information Modelling, Artificial Intelligence and Construction Tech. Developments in the Built Environment. 4. 2020. 10.1016/j.dibe.2020.100011
- [63] ISO 10209:2012 – mehrsprachige Fassung: de/en/fr
- [64] Farzad Khosrowshahi. Building Information Modelling (BIM) a Paradigm Shift in Construction. Mohammad Dastbaz (Hrsg.) ua. Building information modelling, building performance, design and smart construction. Springer, 2017. 47 ff

Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1 Auflistung der untersuchten Plattformen für Wiederverwendung.....	19
Tab. 2.2 Informationen auf Homepage.....	21
Tab. 4.1 Liste der Projekte mit Elementen der Grellgasse	31
Tab. 4.2 Drei Elemente der Grellgasse.....	44
Tab. 5.1 Beispiel Kosten Personal.....	59
Tab. 5.2 Beispiel Kosten Maschinen	59
Tab. 5.3 Beispielberechnung Verkaufspreis.....	59
Tab. 5.4 Empfehlungen für Verträge für Wiederverwendungsprojekte [52], ergänzende Kriterienzuordnung	62
Tab. 5.5 Auflistung der Kriterien aus dem Fallbeispiel	63

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1 Typischer Lebenszyklus eines Gebäudes [57]	3
Abb. 1.2 Diplomarbeitungsstruktur	5
Abb. 2.1 Anpassung der Abfallhierarchie an das AWG 2002, in Anlehnung an [60]	8
Abb. 2.2 Levels of Circularity: 10R's [14].....	10
Abb. 2.3 lineare, Recycling-, und Kreislaufwirtschaft [43]	12
Abb. 2.4 Ramboll Übersicht [41].....	15
Abb. 2.5 Auszug aus Dokumentation nach TQB [42]	16
Abb. 2.6 Beispielfoto von Baukarussell [44]	22
Abb. 2.7 Designvorschläge mit „text-to-image“ Generator Midjourney	25
Abb. 3.1 Forschungsprozess.....	29
Abb. 4.1 Reichweite der Grellgasse.....	32
Abb. 4.2 Kriterien der Wiederverwendung	33
Abb. 4.3 Beispiele für Quantität: rechts „Bicycle parking facility Eindhoven“ [54], links Parkbank in Basel	35
Abb. 4.4 Rückbauprozess der Grellgasse.....	40
Abb. 4.5 Grundriss Grellgasse Bürogebäude.....	41
Abb. 4.6 Brands 6S shearing layers [40]	43
Abb. 4.7 Beauftragungsreihenfolge.....	43
Abb. 4.8 Fertigbetonteile	44
Abb. 4.9 Lochblechpaneel [23]	45
Abb. 4.10 Kastenflügel	46
Abb. 4.11 Fotos von Spielplatz, Sitzbank und Trittsteinplatten [47]	48
Abb. 4.12 Grundriss und Schnitt Glashaus [46].....	50
Abb. 5.1 Prozess der Wiederverwendung.....	53
Abb. 5.2 Vorteile für EigentümerInnen.....	55
Abb. 5.3 Arten von AbnehmerInnen.....	56
Abb. 5.4 Vorteile für AbnehmerInnen	57
Abb. 6.1 Aspekte der Wiederverwendung.....	71
Abb. 6.2 Priorisierung der Kriterien	72