

DIPLOMARBEIT

# Verwendungs- und Verwertungsmöglichkeiten von Bau- und Konstruktionsabfällen

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

von

**Stephanie Mack, BSc. BSc.**

Matr.Nr.: 11929193

unter der Anleitung von

**Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Iva Kovačić**

**Dipl.-Ing. Stefan Schützenhofer**

Institut für interdisziplinäres Bauprozessmanagement  
Forschungsbereich Integrale Bauplanung und Industriebau  
Technische Universität Wien,  
Karlsplatz 13/234-2, A-1040 Wien

Wien, im März 2022

---



# Kurzfassung

Die Bauindustrie steht vor zwei der größten Herausforderungen ihrer Zeit. Ressourcenmangel und überfüllte Deponien. Durch die immer weiterwachsende Bevölkerung werden bei gleichbleibenden Ansprüchen in den nächsten Jahren nicht nur die Ressourcen knapp, sondern die Deponiemöglichkeiten komplett ausgeschöpft sein.

Im Laufe der vorliegenden Arbeit werden Verwendungs- und Verwertungsmöglichkeiten von Bau- und Konstruktionsabfällen gefunden. Eine Leitfrage der Arbeit lautet: „Wie können Bau- und Konstruktionsabfälle noch effektiver wiederverwendet, recycelt oder verwertet werden?“. Mit Hilfe von Experteninterviews werden neue Möglichkeiten sowie Hindernisse und Problematiken der Kreislaufwirtschaft erörtert und dargestellt.

Das Alleinstellungsmerkmal der Arbeit bildet das Referenzprojekt. Der Abbruch eines Einfamilienhauses wird vor Ort begleitet und dokumentiert. Dadurch können relevante und vor allem reale Daten für weitere Berechnungen gesammelt und später verarbeitet werden. Auf Grundlage dieser Daten, wird ein materieller Gebäudepass (MGP) gemäß Kovacic und Honic (Kovacic & Honic, 2019) erstellt, um unter anderem ökologische Vorteile, gemessen an der Reduktion der Emissionen, aufzuzeigen und anhand einer optimierten Variante mit dem realen Projekt zu vergleichen. Abschließend werden drei Szenarien abgebildet und für diese Kostenvergleiche erstellt. Szenario 1 zeigt den realen Mengen- und Kostenverlauf des Abbruchs. Das zweite Szenario stellt eine optimierte Variante vor, in der fiktiv wiederverwendbare Materialien an Dritte weiterverschenkt und somit die Entsorgungskosten eingespart werden können. Szenario 3 bildet die optimale Lösung ab. Hierfür werden auf Grundlage des Expertenwissens und durch Onlineplattformen Preisvergleiche und Möglichkeiten gefunden, das Material gewinnbringend zu verkaufen.

Wie sich im Laufe der Arbeit herausstellt, birgt die Wiederverwendung und -verwertung von Bau- und Konstruktionsabfällen trotz des höheren Planungs- und Durchführungsaufwandes sowohl ökonomische, ökologische sowie soziale Vorteile. Diese spiegeln sich zum einen in der enormen Kostenminderung durch Einsparung der Entsorgungskosten und in der Minderung der umweltschädlichen Emissionen durch Weiterverwendung der Materialien wider. Zum anderen werden durch den verwertungsorientierten Rückbau Arbeitsplätze für sozialbenachteiligte Arbeitnehmer geschaffen. Durch die Expertenbefragungen wird deutlich, dass jedes Material, das nicht giftig ist, aufbereitet und wiederverwendet werden kann. Das alles und noch vieles mehr wird im Laufe der Arbeit spezifiziert und detailliert aufgezeigt.

# Abstract

The construction industry is facing two of the greatest challenges of its time. Lack of resources and overcrowded landfills. Due to the ever-increasing population, not only will resources be scarce in the next few years with the same demands, but the landfill options will be completely exhausted.

In the course of this work, possible uses and recycling of building and construction waste are found. A key question of the work is as follows: "How can building and construction waste be reused, recycled or utilized even more effectively?". With the help of expert interviews, new possibilities as well as obstacles and problems of the circular economy are discussed and presented.

The unique selling point of the work is the reference project. The demolition of a single-family house is accompanied and documented on site. This allows relevant and, above all, real data to be collected for further calculations and later processed. Based on this data, a material building passport (MGP) is created according to Kovacic and Honic (Kovacic & Honic, 2019) in order to show, among other things, ecological advantages, measured by the reduction in emissions, and based on an optimized variant with the real project to compare. Finally, three scenarios are mapped and created for these cost comparisons. Scenario 1 shows the actual quantity and cost development of the demolition. The second scenario presents an optimized variant in which fictitious reusable materials are given away to third parties and disposal costs can thus be saved. Scenario 3 depicts the optimal solution. For this purpose, price comparisons and opportunities to sell the material profitably are found based on expert knowledge and online platforms.

As it turns out in the course of the work, the reuse and recycling of building and construction waste has economic, ecological and social advantages despite the higher planning and implementation costs. These are reflected on the one hand in the enormous cost reduction through savings in disposal costs and in the reduction of environmentally harmful emissions through reuse of the materials. On the other hand, jobs for socially disadvantaged employees are created through the recycling-oriented demolition. The expert surveys make clear that any material that is not toxic can be processed and reused. All this and much more will be specified and shown in detail in the course of the work.

**Genderhinweis** Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung der Sprachformen männlich, weiblich und divers (m/w/d) verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar  
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Kurzfassung</b> .....	<b>III</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>IV</b>
<b>1. Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1 <i>Motivation und Ziel der Arbeit</i> .....	5
1.2 <i>Aufbau und Struktur der Arbeit</i> .....	5
<b>2. Forschungsmethodik und Design</b> .....	<b>7</b>
2.1 <i>Forschungsmethodik und Ablauf</i> .....	7
2.2 <i>Literaturrecherche</i> .....	9
2.3 <i>Experteninterviews</i> .....	9
2.4 <i>Referenzprojekt Südtirol</i> .....	10
2.4.1 <i>Materieller Gebäudepass</i> .....	10
2.4.2 <i>Kostenberechnung</i> .....	12
2.4.3 <i>Vergleich und Gegenüberstellung</i> .....	12
<b>3. Status Quo</b> .....	<b>13</b>
3.1 <i>Rechtliche Einflüsse und Abfallrahmenrichtlinien</i> .....	13
3.2 <i>Kreislaufwirtschaft</i> .....	16
3.3 <i>Urban Mining</i> .....	18
<b>4. Experteninterviews und Erkenntnisse</b> .....	<b>21</b>
4.1 <i>Vorgehen</i> .....	22
4.2 <i>Beantwortung der aufgestellten Hypothesen</i> .....	28
4.3 <i>Weitere ergänzende Aussagen und Erkenntnisse</i> .....	34
<b>5. Referenzprojekt</b> .....	<b>36</b>
5.1 <i>Objektbeschreibung</i> .....	36
5.2 <i>Lage und Umgebung</i> .....	37
5.3 <i>Grundrisse und Schnitte</i> .....	37
5.4 <i>Kubatur und Maße</i> .....	39
5.5 <i>Ablauf des selektiven Abbruchs</i> .....	40
5.6 <i>Kommunikation während des Abbruchs</i> .....	42
5.7 <i>Persönliche Erfahrung und Schlüsse aus dem Abbruch</i> .....	42
5.8 <i>Materielliste und Materieller Gebäudepass</i> .....	43
5.9 <i>MGP ökologische Betrachtung</i> .....	51

5.10	<i>Fazit und Erkenntnisse des Referenzprojektes</i> .....	53
<b>6.</b>	<b>Kostenberechnungen und Vergleich</b> .....	<b>54</b>
6.1	<i>Kostenvergleich der reinen Entsorgungskosten</i> .....	54
6.2	<i>Kostenvergleich unter Berücksichtigung der Entfrachtungsarbeiten</i> .....	60
<b>7.</b>	<b>Fazit und Ausblick</b> .....	<b>63</b>
7.1	<i>Beantwortung der Hypothesen</i> .....	63
7.2	<i>Fazit Referenzprojekt</i> .....	65
7.3	<i>Ausblick</i> .....	66
<b>8.</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>67</b>
<b>9.</b>	<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>70</b>
<b>10.</b>	<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>71</b>

## 1. Einleitung

Müllinseln, überfüllte Deponien und verschmutzte Meere sind Folgen der jahrelangen Müllproduktion der Menschheit, doch wohin führt dieses immer weiterwachsende Problem? Die Baubranche als eines der größten Müllproduzenten hat enormen Einfluss auf die zukünftige Entwicklung der Abfallwirtschaft. 2019 verursachte die österreichische Baubranche mehr als 11,5 Millionen Tonnen Bau- und Konstruktionsabfälle. (Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, 2021, p. S.72). Dies sind wie Abbildung 1 zeigt 16,1% des Gesamtabfallaufkommens 2019 in Österreich. Dazu kommen in Höhe von 59%, weitere 42 Millionen Tonnen Abfall in Form von Aushubmaterialien. (Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, 2021)

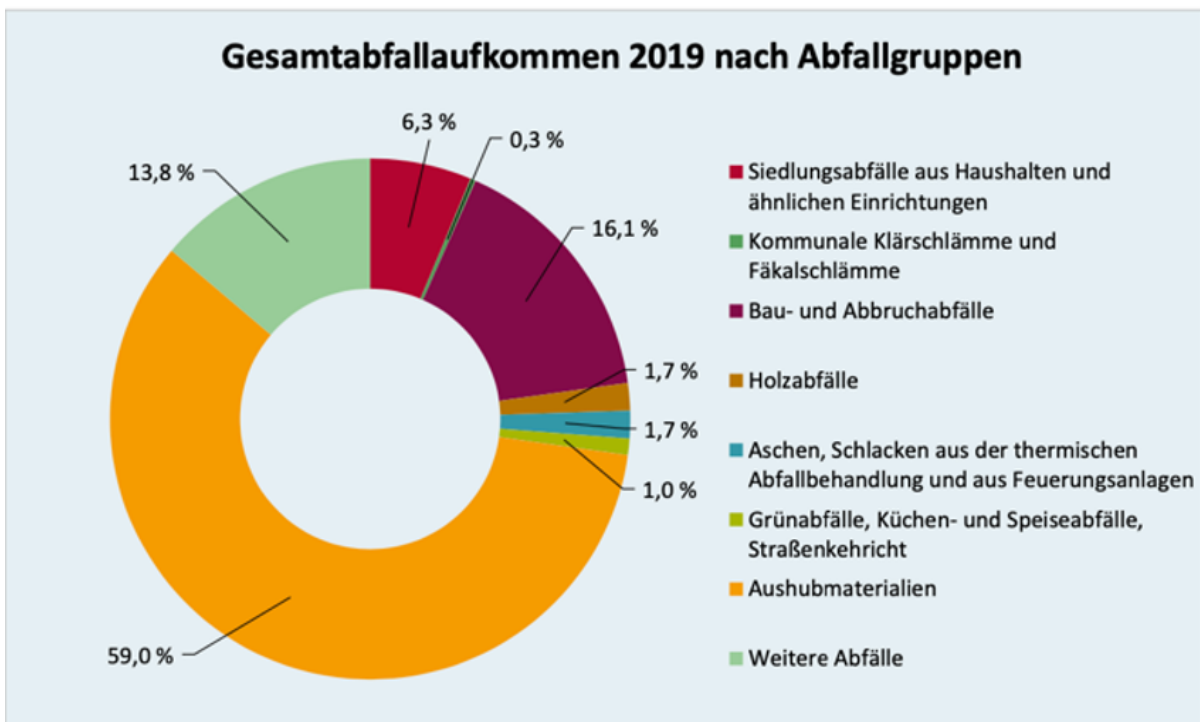


Abbildung 1: Zusammensetzung des Gesamtabfallaufkommens im Jahr 2019 nach Abfallgruppen (Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, 2021, p. 15)

2019 wurden, bezogen auf die Verwertung und Beseitigung der Abfälle, ausgenommen vom Aushubmaterial wie Abbildung 2 zeigt, 72% wiederverwertet, verfüllt oder über verschiedene Aufbereitungsmaßnahmen für den weiteren Einsatz vorbereitet. Die restlichen 28% wurden deponiert oder verbrannt und somit dem Materialkreislauf entnommen. Dies bedeutet, dass Materialien die trotz ihrer hohen Qualität als Sekundärressource entsorgt werden und somit das Ende ihrer Lebensdauer erreicht haben, dem Ressourcenkreislauf entnommen werden.



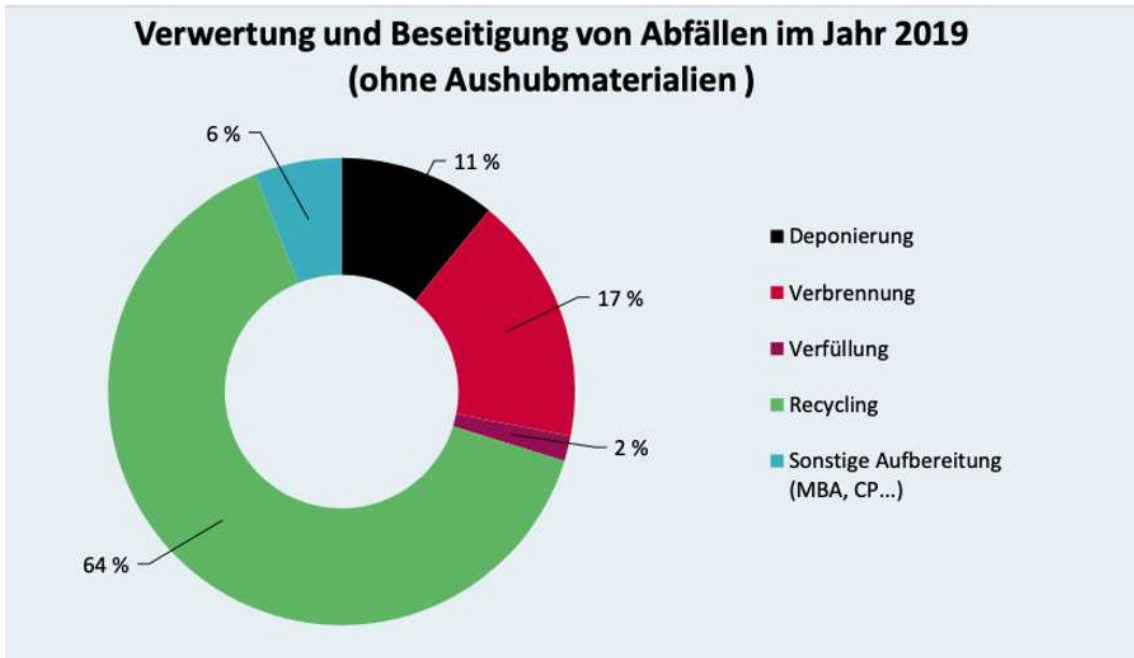


Abbildung 2: Verwertung und Beseitigung von Abfällen im Jahr 2019 (ohne Aushubmaterialien) (Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, 2021),

Im Widerspruch hierzu steht, der Ressourcenmangel. Darunter versteht sich nicht nur die Problematik der Knappheit einzelner Materialien, sondern viel mehr der enorme Bedarf an natürlichen Rohstoffen, um den Bevölkerungsansprüchen gerechnet zu werden. Grund hierfür ist unter anderem die immer weiterwachsende Weltbevölkerung. Wie Abbildung 3 zeigt, hat sich die Erdbevölkerung in den letzten 50 Jahren mehr als verdoppelt. 1970 gab es ca. 3,7 Mrd. Menschen auf der Erde. 2020 sind es mit 7,79 Mrd. Menschen mehr als doppelt so viele Personen auf der Welt. (Statista, 2019)

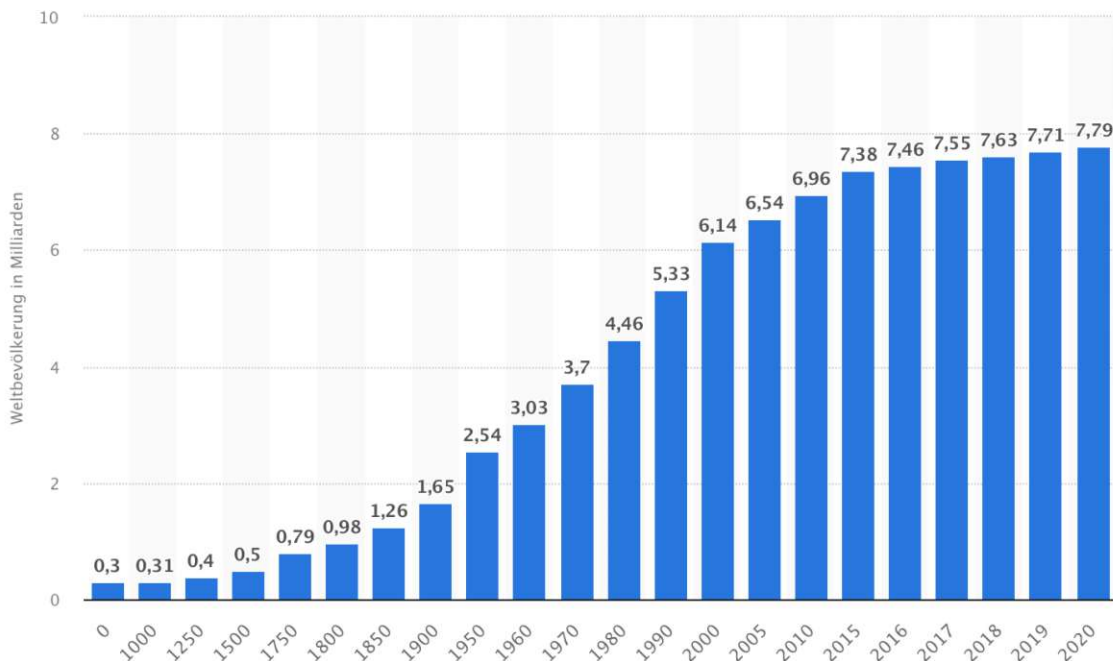


Abbildung 3: Entwicklung der Weltbevölkerung (Statista, 2019)

Die immer höher werdenden Ansprüche jedes Einzelnen spielen ebenfalls eine bedeutende Rolle in Bezug auf die Ressourcenknappheit. Wie Abbildung 4 zeigt, lag die durchschnittliche Wohnfläche pro Person mit Hauptwohnsitzen in Österreich 2019 bei 45,3 m<sup>2</sup>/Kopf (Statista, 2019). 1971 lag diese gerade mal bei einer Wohnfläche von 22,9 m<sup>2</sup>/Kopf. (Statista, 2019) Früher wohnte bspw. eine vierköpfige Familie in einer 100 Quadratmeter Wohnung, heute wohnen auf gleicher Fläche nur mehr zwei Personen.

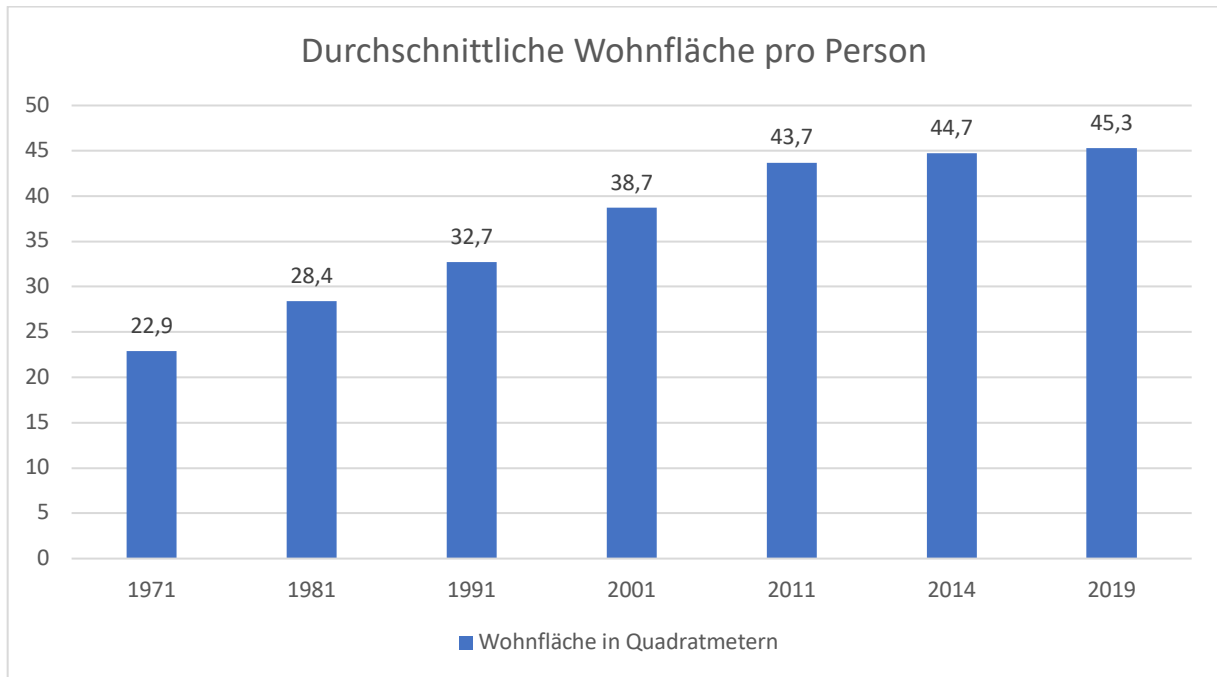


Abbildung 4: Wohnflächenbedarfsanstieg pro Person seit 1971 (Statista, 2019) (WWF, 2017)

Das zeigt, dass sich nicht nur die Bevölkerung verdoppelt, sondern auch die Ansprüche auf die Fläche des Wohnraums enorm gestiegen sind. Hochgerechnet bedeutet das, dass die benötigte Wohnfläche, die zur Bewältigung der angestiegenen Bevölkerung mit wachsenden Wohnraumanprüchen, sich vervierfachen muss, um den Wünschen der Menschen, die in Deutschland und Österreich leben, gerecht zu werden.

Noch dazu kommt das immer weiterwachsende Interesse der Bevölkerung nach Selbstverwirklichung, Kultur und Ähnlichem. Da ist es unumgänglich, dass die gebaute Umwelt diesen Ansprüchen nur gerecht werden kann, wenn Sie wächst. Allerdings gibt es bereits jetzt in vielen Städten Wohnungsknappheit. Der Anstieg der Bevölkerung sowie die Ansprüche verglichen mit dem Anstieg des Neubaus von Wohnfläche ist hierfür auch ein großes Problem. Hieraus wird klar ersichtlich, dass eines der größten Probleme der Zukunft der Ressourcenmangel darstellt. Um den Bedürfnissen der Menschen gerecht werden zu können, werden bis 2030 für die Ressourcenbeschaffung mehr als 2 Planeten benötigt (WWF, 2017).

Bei Betrachtung dieser Problematiken, stellt sich die Frage, ob durch Verknüpfung dieser Probleme nicht eigentlich die Lösung recht nahe ist. Aktuell werden Unmengen (Westermayer, 2018)

an Rohstoffen, die zwar schon eingesetzt wurden, jedoch nicht das Ende ihrer Lebensdauer erreicht haben, weggeschmissen und durch neue, nur schwer erreichbare und begrenzte Rohstoffe ausgetauscht.

Auch die Regierungen haben dieses Problem erkannt und fordern, mittels Abfallwirtschaftsgesetz 2002, den Wiedereinsatz von Bau- und Konstruktionsabfällen auf ein Maximum zu erhöhen. Wie Westermayer (2018, p. 6) anschaulich beschreibt, wurde hierfür eine klare Abfallhierarchie erstellt. Aus dieser geht hervor, dass grundlegend eine Abfallvermeidung an oberster Stelle steht. Bezogen auf die Bauwirtschaft bedeutet das, dass ein Gebäude so lange durch Sanierungsarbeiten oder ähnlichem in Stand gehalten werden muss, bis ein Abbruch unumgänglich ist. Sollte der Erhalt allerdings nicht mehr möglich sein, muss eine Wiederverwendung wenigstens von Teilen des Gebäudes angestrebt werden. Erst dann kann es zu Recycling und einer Wiederverwertung mit herabgestufter Qualitätsstufe kommen. An letzter Stelle steht die Beseitigung, die bestmöglich vermieden werden soll. Diese stellt keine Verwertung dar, auch wenn z.B. durch Verbrennung oder Ähnlichem, Stoffe oder Energien erzeugt werden. (Westermayer, 2018, p. 6)

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Herausarbeitung von Möglichkeiten zur Wiederverwendung, zum Recycling und für sonstige Verwertungen am Beispiel eines realen Referenzprojektes. Ziel ist es zum einen die gebaute Umwelt als Ressourcenspeicher bestmöglich auszuschöpfen und zum anderen die Menge an zu beseitigendem Material maßgebend zu minimieren. Weiterhin werden Problematiken, Hindernisse und Herausforderungen einer optimal genutzten Kreislaufwirtschaft durch Expertenbefragungen erörtert und aufgezeigt. Zuletzt wird die Wirtschaftlichkeit eines verwertungsorientierten Rückbaus berechnet. Hierfür werden die realen Daten, erlangt durch die Fallstudie, mit verschiedenen Szenarien, die unterschiedliche Verwendungsmöglichkeiten beinhalten, verglichen.

Alles in allem wird durch die gesamte Arbeit aufgezeigt welche Vor- und Nachteile ein verwertungsorientierter Rückbau für den Bauherren birgt.

## 1.1 Motivation und Ziel der Arbeit

Im Laufe dieser Arbeit wird herausgearbeitet, welche Möglichkeiten es für die Wiederverwendung, dem Recycling und der Wiederverwertung von Bau- und Konstruktionsabfällen gibt. Hierfür wurde folgende Leitfrage formuliert: „Wie können Bau- und Konstruktionsabfälle noch effektiver wiederverwendet, recycelt oder verwertet werden?“ Dabei ist anzumerken, dass nicht nur der Wiedereinsatz von Bedeutung ist, sondern auch der Erhalt der vorliegenden Materialqualität. Aktuell werden viele Produkte beim Wiedereinsatz in ihren Möglichkeiten herabgesetzt und das Potential, das die Materialien liefern, oftmals nicht ausgeschöpft.

Um noch tiefer in die Materie zu gelangen und die zu untersuchende Leitfrage zu präzisieren, werden folgende Hypothesen aufgestellt, die es im Laufe der Arbeit zu beweisen oder zu widerlegen gilt:

1. Downcycling stellt eines der größten Hindernisse für die maximale Ausschöpfung des Urban Minings dar.
2. Um Ressourcen in ihrer Qualität wieder zu verwenden und somit Downcycling zu vermeiden, muss vor Abbruch eine sorgfältige Materialausbeute stattfinden.
3. Die gebaute Umwelt bildet einen enormen Ressourcenspeicher, der bei sorgfältiger Verwendung und Verwertung einen Großteil der benötigten Materialnachfrage decken kann.
4. Das Potential zum Re-Use von Gebäuden hängt stark von der Qualität der genutzten Materialien beim Bau eines Gebäudes ab.
5. Ein großes Hindernis für einen lückenlosen Materialkreislauf stellt die fehlende Transparenz sowie fehlendes, breitaufgestelltes Know-how in dieser neu entstehenden Branche dar.

Beim Aufstellen dieser Hypothesen wird der Schwerpunkt bewusst auf die Wiederverwendung, dem Recycling und der Verwertung gelegt. Die Müllvermeidung sowie die Beseitigung, wird in dieser Arbeit des Umfangs wegen nicht genauer betrachtet.

## 1.2 Aufbau und Struktur der Arbeit

Zuerst wird die im vorherigen Kapitel angesprochene Problematik im weiterführenden Kapitel genauer aufgezeigt und analysiert. Es wird somit ein kurzer Abriss über die aktuell vorliegende Situation gegeben. Im darauffolgenden Kapitel werden die genutzten Methoden, die bei der Bearbeitung dieser Abschlussarbeit angewandt werden, vorgestellt.

Daraufhin erfolgt die Bearbeitung der Forschungsfrage wo die verschiedenen, aufgestellten Hypothesen mit Hilfe der Experteninterviews beantwortet und genauer ausgeführt werden.

Der Schwerpunkt dieser Diplomarbeit liegt in der genaueren Betrachtung des betreuten Referenzprojektes. Hier wird anhand eines vor Ort begleiteten Abbruchs eines ca. 120 m<sup>2</sup> großen Einfamilienhauses durch verschiedene Vergleichsmethoden ein Kostenvergleich der Abrisskonzepte erstellt. Hierbei stehen vor allem das Vermeiden von Kosten durch Entsorgung und die Maximierung der Wiederverwendung und Verwertung der Materialien im Mittelpunkt.

Es werden die oben aufgezeigten Hypothesen, mit Hilfe von Experteninterviews, dem Referenzprojekt und anderen Erfahrungswerten beantwortet. Für die Experteninterviews wurden Personen befragt, die sich sowohl beruflich als auch privat mit den angesprochenen Themen sehr genau auseinandersetzen und somit ein breit aufgestelltes, fundiertes Wissen über das behandelte Thema besitzen. Dabei handelt es sich um Mitarbeiter von Mülldeponien, Abbruchfirmen oder auch Firmen, die gezielte Abbruch- bzw. verwertungsorientierte Rückbaukonzepte anbieten und durchführen bzw. die sogenannte Materialhandel von Sekundärrohstoffen betreiben.

Im Mittelpunkt dieser Arbeit steht das Begleiten eines Abbruchs eines ca. 120 m<sup>2</sup> großen Einfamilienhauses. Dieser findet im April und Mai 2021, in Norditalien statt und dauert etwa zwei Wochen. Bei dem Objekt handelt es sich um ein Einfamilienhaus / Skihütte die 1963 als Musterhaus einer geplanten Feriensiedlung gebaut wurde. Diese befindet sich auf ca. 2000 Metern, zugehörig der Gemeinde Afers, bei Brixen in Südtirol. Das Projekt wird im Frühjahr 2021 abgerissen und durch einen Neubau ersetzt.

Dieser Abbruch wird protokolliert und als Referenzprojekt genutzt, um genaue, reale Informationen über die aktuellen Verwertungspotentiale von Baurestmassen zu erlangen. Hierfür werden die beim Abriss anfallenden Baurestmassen in Art und Menge protokolliert. Für die genaue Übersicht und den Vergleich wird im Voraus ein Materieller Gebäudepass erstellt. Außerdem wird untersucht, inwieweit Materialien wiederverwendet, recycelt oder auf Mülldeponien entsorgt werden. Um die Beobachtungen und Erkenntnisse in Zahlen zu fassen, werden Kostenaufstellungen für drei verschiedene Szenarien erstellt. Das erste Szenario spiegelt das Ist-Szenarios wider. Beim zweiten Szenario werden fiktiv brauchbare Materialien weiter verschenkt, ohne damit Gewinne erzielen zu wollen, sondern lediglich Entsorgungskosten zu reduzieren. Für das dritte Szenario werden die erlangten Erkenntnisse aus den Experteninterviews für die Erstellung eines ökonomisch optimierten Gebäuderückbaukonzeptes genutzt. Es stellt somit das Best-Case Szenario dar, indem die brauchbaren Materialien gewinnbringend verkauft werden und damit eine maximale Gewinnerzielung stattfindet. Die durch die Interviews erlangten Kenntnisse wirken hierbei unterstützend und bilden die Grundlage.

## 2. Forschungsmethodik und Design

In diesem Kapitel werden die Herangehensweise und die verschiedenen Methoden, die in der Arbeit Anwendung finden aufgezeigt und erläutert. Es handelt sich hierbei zum einen um eine qualitative empirische Forschungsmethodik, in Form der Literaturrecherche und der Experteninterviews und zum anderen umfasst die Arbeit eine real betreute Fallstudie, die mit tatsächlichen Daten und Informationen, die Arbeit fundamental unterstützt und somit abbildbar macht.

### 2.1 Forschungsmethodik und Ablauf

In Abbildung 5 werden die angewandten Methoden und das Zusammenspiel bzw. der Ablauf der Diplomarbeit dargestellt.

## Angewandte Methoden

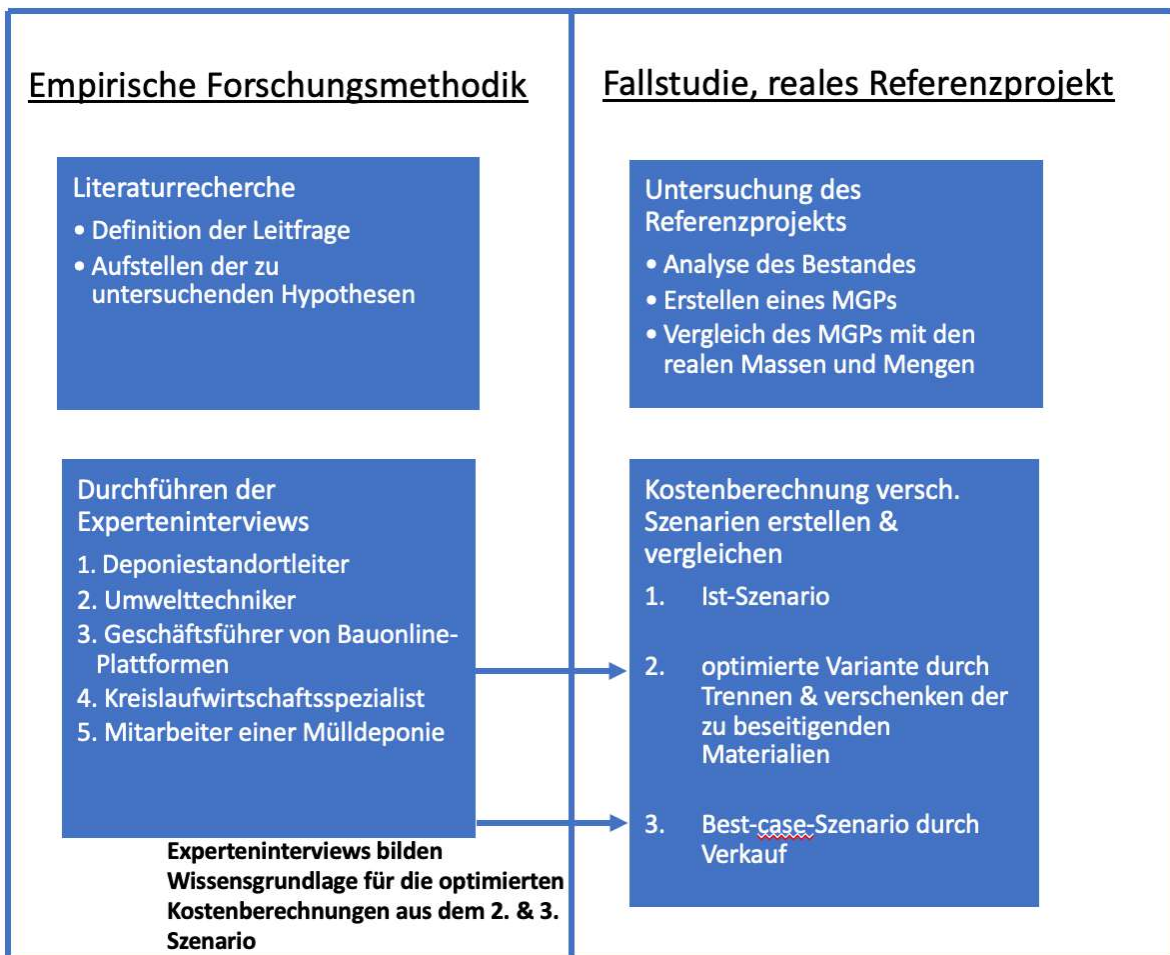


Abbildung 5: Forschungsmethoden

Am Anfang der Diplomarbeit steht eine kurze Literaturübersicht, welche eine Übersicht über den aktuellen Stand der Thematik gibt. Um die in Kapitel 1.2 aufgestellten Hypothese zu beweisen,



werden verschiedene Experteninterviews geführt. Diese beiden Disziplinen bilden den empirischen Forschungsbereich der Arbeit. Parallel dazu werden an einem realen Referenzprojekt, welches als Datengrundlage dient verschiedene Untersuchungen vollzogen.

Zum einen, eine vergleichende Studie, bei der die theoretische Aufstellung von Massen eines Materiellen Gebäudepasses mit den real angefallenen Baurestmassen des Abbruches verglichen werden. Der Abbruch wird vor Ort begleitet und alle Informationen über die tatsächlich angefallenen Massen von der ausführenden Firma bereitgestellt. Verglichen wird hier vor allem, wie effektiv die Abbildung eines Gebäudes mittels MGP ist und ob der MGP gemäß Kovacic und Honic (2019) ein realitätsabbildendes Werkzeug darstellt. Es wird ein ökologischer Vergleich der Ökoindikatoren zwischen der Realität und einem Modell, das auch für die spätere Kostenberechnung verwendet wird, gezogen. Dieses Modell beinhaltet lediglich die Gebäudebestandteile, die trotz verwertungsorientierter Rückbaumaßnahmen entsorgt werden müssen.

Außerdem wird basierend auf den zur Verfügung gestellten Daten, Kostenaufstellungen verschiedenster Szenarien erstellt:

Szenario 1: Ist-Analyse: welche Kosten sind tatsächlich beim Abbruch angefallen

Szenario 2: eine optimierte Variante: Materialien werden Kostenausgleichend verschenkt (außer Mineralwolle, da diese als gefährlicher Abfall eingestuft wird)

Szenario 3: Optimiertes, Gewinnbringendes Szenario: Inwieweit können Kosten ersetzt werden, wenn nicht nur die Aufwände für Entsorgung des Materials wegfallen, sondern wenn das Material sogar gewinnbringend verkauft wird.

Der Ablauf der Kostenberechnung erfolgt folgendermaßen. Zuerst wird auf Grundlage der Experteninterviews erörtert, welche Materialien des vorliegenden Projektes problemfrei weiterverwendet werden können. Ausschlusskriterium bilden Feuchtigkeit oder giftige Materialien. Ansonsten kann für alle Materialien eine Verwendung gefunden werden. Für das 1. Szenario kann die reale Kostenberechnung übernommen werden. Für Szenario zwei werden die brauchbaren Materialien aus der Kostenaufstellung entnommen und als neutrale Position angesehen. Für die Kostenaufstellung des dritten Szenarios werden über Onlineplattformen Vergleichspreise gefunden. Oftmals müssen flexible Angebote ausgewählt werden und auf die gewünschten Mengen umgerechnet werden. Mit Hilfe dieser Berechnungen kann dann ein in Zahlen ersichtlicher Vergleich der verschiedenen Rückbauoptionen und Verwertungsmöglichkeiten erstellt und analysiert werden.

Im Ersten Schritt werden rein die Entsorgungskosten erstellt. Erst in der weiteren Betrachtung werden die Entfrachtungskosten angepasst und bei einer zweiten Gegenüberstellung mit in die Berechnung aufgenommen.

## 2.2 Literaturrecherche

Ziel der Literaturrecherche ist es den aktuellen Stand der Entwicklung von Wiederverwendung und Verwertung von Baurestmassen kurz darzustellen. Zu Beginn wird ein kurzer Überblick der, für das bessere Verständnis der vorliegenden Arbeit, grundlegenden Richtlinien und Gesetze gegeben. Aufbauend darauf werden die Thematiken der Kreislaufwirtschaft, Urban Mining und die neusten Entwicklungen der Abfall und Recyclingwirtschaft aufgezeigt. Hierfür werden verschiedenste Fachzeitschriften, aktuelle Publikationen sowie Podcasts und Ähnliches verwendet. Am Ende der Arbeit wird eine Aufstellung aller verwendeten Literaturquellen angehängt.

## 2.3 Experteninterviews

Experteninterview sind Befragungen von Personen, die in Ihrer Branche als Experten für bestimmte Themengebiete gelten. In Anlehnung an die Publikation von Bogner (2005) „Das Experteninterview: Theorie, Methode, Anwendung“ wird bei der Auswahl der Experten vor allem darauf geachtet, die Thematik von verschiedensten Perspektiven zu beleuchten. Hierfür werden Experten aus den verschiedensten Bereichen ausgewählt und, mit auf Ihr Profil zugeschnittenen Fragebögen, befragt. Die ausgewählten Stakeholder waren:

1. Mitarbeiter einer Mülldeponie
2. Deponiestandortleiter für Bau- und Konstruktionsabfälle
3. Umwelttechniker
4. Geschäftsführer von Plattformen für den Handel von Baumaterialien als Sekundärrohstoffen
5. Geschäftsführer von Firmen, die auf Abbrüche im Sinne der Kreislaufwirtschaft spezialisiert sind

Dabei ist anzumerken, dass alle befragten Experten anonymisiert werden, der Inhalt der transkribierten Interviews jedoch hundertprozentig der Wahrheit entspricht. Alle Interviews werden vor Ort aufgenommen und händisch transkribiert, dies birgt den Vorteil, sich vollkommen auf das wesentliche des Gesprächs konzentrieren zu können und inhaltlich keine Defizite zu erleiden.

Für die Auswertung werden alle transkribierten Interviews analysiert und für die Beantwortung der Forschungsfragen wichtigen Aussagen tabellarisch festgehalten. Außerdem werden die meistgenannten Begriffe besonders hervorgehoben, um eine Richtung der Gesprächsthemen erkennen zu können.



## 2.4 Referenzprojekt Südtirol

Im Mittelpunkt der Arbeit steht das Betreuen eines Abbruchs eines Einfamilienhauses in Italien. Zwei Wochen lang wird dabei in Südtirol ein Abbruch begleitet und in Form eines Abbruchtagebuchs sowie einer Fotodokumentation Daten gesammelt und Informationen über den Ablauf eines Gebäudeabbruchs erlangt. Um einen Mehrwert aus diesem Projekt für diese Arbeit zu schlagen, wird parallel dazu ein materieller Gebäudepass für das vorliegende Gebäude erstellt, um den Vergleich der theoretischen Berechnung mit der Praxis herstellen zu können. Verwendet wird für die Erstellung des Materiellen Gebäudepasses eine Excel Aufstellung, die mit den Materialdaten der einzelnen vorliegenden Materialien, erlangt aus der Datenbank von Eco2soft, vervollständigt wird. Außerdem wird eine Kostenerstellung dreier verschiedener Szenarien, wie bereits in Kapitel 2.1 beschrieben, ausgearbeitet und letztendlich verglichen.

### 2.4.1 Materieller Gebäudepass

Materielle Gebäudepässe sind digitale Datensätze, die die notwendigen Informationen über Materialien, Produkte und Komponenten für eine zirkuläre Nutzung digital erfassen und als Informationsquelle für beispielsweise einen kontrollierten Abbruch zur Verfügung stellen (BAMB, 2020). Im Materiellen Gebäudepass werden wie Kovacic et al. bekräftigt:

- Die Verteilung der Materialien im Gebäude
- Die Massen und Arten der verbauten Materialien
- Die Verteilung der rezyklierbaren Abfallmaterialien und ihre ökologischen Einflüsse

(Kovacic & Honic, 2019, p. 33) Dabei hat der Materialpass im Laufe des Lebenszyklus einer Immobilie verschiedene Aufgaben. Er dient in der Vorplanung als Grobanalysewerkzeug, während der Entwurfsplanung als Optimierungswerkzeug, als Dokumentationsgrundlage der Materialzusammensetzung während der Ausschreibung sowie als Basis für einen Sekundärrohstoffkataster während der gesamten Dokumentation. (Kovacic & Honic, 2019) Zuerst muss für das betrachtete Gebäude eine Massenberechnung der anfallenden Volume, der Baustoffe berechnet werden. Dabei spielen vor allem die verschiedenen Nutzungsdauern der unterschiedlichen Materialien eine wichtige Rolle. Hierbei wird geschaut, welche Materialien nach welcher Nutzungsdauer ausgetauscht werden müssen. Daraufhin erfolgt die Bewertung der verschiedenen Baustoffe. Dabei werden die Entsorgungseigenschaften von Baustoffen nach dem in Abbildung 6 gezeigten Bewertungsschema eingestuft und dienen später als Grundlage für die Ressourceneinschätzung des vorliegenden Gebäudes. In die Beurteilung fließen die Entsorgungswege für das Recycling, die Verbrennung und die Deponierung mit ein und die Materialien werden in eine fünfstufige Bewertungsmatrix eingliedert. Als Datenbank für diese Einstufung dient die IBO Datenbank, Austrian Institute for Building and Ecology (IBO, Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie, 2020)

	1	2	3	4	5
<b>RECYCLING</b>	Wiederverwendung bzw. -verwertung zu technisch gleichwertigem Sekundärprodukt oder -rohstoff	Recyclingmaterial wird mit geringem Aufwand sortenrein gewonnen und kann hochwertig verwertet werden.	Recyclingmaterial ist verunreinigt, kann mit höherem Aufwand rückgebaut und nach Aufbereitung verwertet werden	Downcycling	Kein Recycling möglich
<b>VERBRENNUNG</b>	Hoher Heizwert (> 2000 MJ / m <sup>3</sup> ); natürliche Metall- und Halogengehalte im ppm-Bereich, sortenreines Material	Wie 1, jedoch nicht sortenrein Anteil an nicht-organischen Fremdstoffen beträgt < 3 Massen-%	Wie 1 oder 2, jedoch mittlerer Heizwert (500 - 2000 MJ/m <sup>3</sup> ) oder geringfügige Metall- oder Halogengehalte (< 3 Massen-%)	Hoher Stickstoffgehalt, hoher Anteil mineralischer Bestandteile oder erhöhter Metall- oder Halogengehalt (3-10 Massen-%)	Hoher Metall- oder Halogengehalt
<b>DEPONIERUNG</b>	Zur Ablagerung auf Inertabfalldeponie geeignete Abfälle	Zur Ablagerung auf Baurestmassen geeignete Abfälle ohne Verunreinigungen	Materialien mit geringem Anteil nicht-mineralischer Bestandteile, z.B. mineralische Baurestmassen mit organischen Verunreinigungen durch Bitumen oder WDVS-Resten	Gipshaltige, faserförmige oder mineralisierte organische Materialien sowie Materialien mit erhöhtem Anteil nicht-mineralischer Verunreinigungen.	Organisch-mineralischer Verbund, Metalle als Verunreinigungen von Baurestmassen

Abbildung 6: Bewertungsschema IBO (vgl. IBO, Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie, 2020)

Nach der Einstufung in die verschiedenen Entsorgungseigenschaften werden diese mit den jeweiligen Baustoffvolumen multipliziert. Die Verwertungspotentiale der verschiedenen Materialien werden von Eco2soft zur Verfügung gestellt und zeigen an, wie viel Prozent der vorliegenden Materialien wiederverwendet oder als Abfallmasse anfallen. Dabei werden wie in Abbildung 6 die Verwertungspotentiale in fünf Verhältnisstufen eingeteilt wobei „1“ das Potential mit dem wenigsten Abfallaufkommen und „5“ sogar mehr als nur die Baumasse anfallenden Abfallaufkommen darstellt.

Verwertungspotential	Recycling	Abfall
1	75%	25%
2	50%	50%
3	25%	75%
4	0%	100%
5	0%	125%

Abbildung 7: Beispiel für Verwertungspotentiale von Baumaterialien (Honic, 2020)

Zum Schluss werden die Ökoindikatoren des Gebäudes berechnet und ähnlich wie auch bei der Kostenberechnung mit einem optimierten Gebäude, welches nur mehr die Bauteile beinhaltet, die aus verschiedenen Gründen nicht weiterverwendet werden können, gegenübergestellt. Durch den Vergleich dieser beiden Optionen wird der ökologische Aspekt des verwertungsorientierten Rückbaus verdeutlicht.

## 2.4.2 Kostenberechnung

Für die Kostenermittlung der verschiedenen Möglichkeiten werden folgende drei Szenarien untersucht und verglichen:

Szenario 1: Ist-Analyse: welche Kosten sind tatsächlich beim Abbruch angefallen

Szenario 2: eine optimierte Variante: Materialien werden Kostenausgleichend verschenkt (außer Mineralwolle, da diese als gefährlicher Abfall eingestuft wird)

Szenario 3: Optimiertes, Gewinnbringendes Szenario: Inwieweit können Kosten ersetzt werden, wenn nicht nur die Aufwände für Entsorgung des Materials wegfallen, sondern wenn das Material sogar gewinnbringend verkauft wird.

Für das zweite und dritte Szenario wird auf Grundlage des im Laufe der Diplomarbeit, durch Interviews und Literaturrecherche, erlangten Wissens, die Verteilung der tatsächlichen Abfallmassen und die wiederverwendbaren Materialien optimiert. Für die nicht wieder einsetzbaren Massen werden mit den Unterlagen der ausführenden Abbruchfirma des Referenzprojekts, die anfallenden Kosten berechnet und vom Gewinn, der durch den Verkauf der übrigen Materialien erzielt wird, abgezogen. Für Berechnung werden Vergleichspreise im Internet recherchiert und mit den dort gefundenen Preisen eine Kosten-/Gewinnaufstellung generiert. Oftmals müssen flexible Angebote ausgewählt werden und auf die gewünschten Mengen umgerechnet werden. Mit Hilfe dieser Berechnungen kann dann ein in Zahlen ersichtlicher Vergleich der verschiedenen Rückbauoptionen und Verwertungsmöglichkeiten erstellt und analysiert werden.

Im ersten Schritt werden rein die Entsorgungskosten erstellt. Erst in der weiteren Betrachtung werden die Entfrachtungskosten angepasst und bei einer zweiten Gegenüberstellung mit in die Berechnung aufgenommen.

## 2.4.3 Vergleich und Gegenüberstellung

Zuletzt steht der Vergleich des errechneten Gebäudepasses mit den tatsächlich angefallenen Abfallmassen des betreuten Abbruchs des Gebäudes sowie der Kostenvergleich der verschiedenen Szenarien. Ermittelt und aufgezeigt werden vor allem, welche Vorteile die Wiederverwendung in Zahlenwerten für den Bauherren bringt.

### 3. Status Quo

Im Lauf der letzten Jahre und aufgrund des Umdenkens der Bevölkerung hin zu mehr Nachhaltigkeit sowie das Problem der immer knapper werdenden Ressourcen hat sich die Abfallwirtschaft und die Bereitschaft sowie die Möglichkeiten zu mehr Re-Use einem enormen Wandel unterzogen. Im Folgenden werden die wichtigsten Entwicklungen und der aktuelle Stand der Abfall- bzw. Kreislaufwirtschaft aufgezeigt und analysiert.

#### 3.1 Rechtliche Einflüsse und Abfallrahmenrichtlinien.

Um den Rahmen der vorliegenden Diplomarbeit nicht zu sprengen, wird nur der, für das bessere Verständnis dieser Arbeit, grundlegende Teil der rechtlichen Rahmenbedingungen, die beim Abbruch bzw. Rückbau eines Projektes beachtet und von hoher Bedeutung sind, aufgezeigt.

Das zentrale rechtliche Regelwerk in Österreich bildet das Abfallwirtschaftsgesetz (AWG, 2002) Laut diesem wird Abfall folgendermaßen definiert:

„Abfälle sind bewegliche Sachen, deren sich der Besitzer entledigen will bzw. entledigt hat. Es ist nicht erforderlich, dass der aktuelle Besitzer einen Entledigungswillen hat. Eine bewegliche Sache ist auch Abfall, wenn sich bereits ein Vorbesitzer der Sache entledigt hat.“

Weiter gilt: „Abfälle sind bewegliche Sachen, die als Abfall behandelt werden müssen, um die öffentlichen Interessen nicht zu beeinträchtigen.“ (AWG, 2002)

Ausgenommen sind dabei nicht kontaminierte Böden und natürlich vorkommende Materialien, die nach dem Aushub, für die Wiedernutzung auf derselben Baustelle zwischengelagert und wieder eingebracht werden. Sollte eine Wiederverwendung auf der ursprünglichen Baustelle nicht möglich und somit ein Abtransport unumgänglich sein, so ist auch das Aushubmaterial als Abfall zu deklarieren. (§3 Abs. 1 Z 8 AWG 2002)

Als Grundidee der gesamten Abfall- und Recyclingwirtschaft steht die Abfallhierarchie. Wie in Abbildung 8 zu sehen, steht an oberster Stelle die Abfallvermeidung gefolgt von der Abfallverwertung und das Schlusslicht bildet die Beseitigung.

Genauer betrachtet ist für die Baubranche die qualitative und quantitative Abfallvermeidung von Bedeutung. Realisierbar ist dies, indem zum Beispiel statt Abbruch ein Umbau stattfindet. Außerdem kann durch Wiederverwendung einzelner Bauteile im Sinne von „Second Hand“ Material im Kreislauf gehalten werden, indem Materialien vermittelt und zum Einsatz in anderen Bauvorhaben zur Verfügung gestellt werden. (Zelewitz, 2015)

Diesem untergeordnet, folgt die Verwertung. Diese teilt sich in die stoffliche Verwertung und in die allgemeine Verwertung auf. Der Unterschied ist hierbei, dass bei der stofflichen Verwertung das Material als Brennstoff und somit als Energiegewinnung genutzt wird und somit aus dem Res-

sourceskreislauf entnommen wird. Am Anfang einer Verwertung steht die vorbereitenden Maßnahmen zu Wiederverwendung wie zum Beispiel die Prüfung, Reinigung oder Reparatur der einzelnen Bauteile bzw. Materialien (Westermayer, 2018, p. 6) Ist eine Verwertung nicht möglich kommt es zum Recycling. Hierbei wird das Material entweder für den vorherigen Zwecke oder für andere Einsatzgebiete aufbereitet. Ist dies ebenfalls nicht möglich, erfolgen andere Verwertungen. Im Sinne der stofflichen Verwertung handelt es sich bspw. um Verfüllungen im Straßenbau oder um die Verwendung als Zusatzstoff zum Beispiel in der Zementherstellung. In der allgemeinen Verwertung kommt noch der Einsatz als Ersatzbrennstoff oder sonstige energetische sowie chemische Verwertung in Frage.

Die ökologisch gesehen schlechteste Alternative bietet die Beseitigung. Hierunter wird die Verbrennung ohne gewinnbringende Energie sowie das Deponieren der Materialien verstanden. (BMNT, Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, 2017, p. 18)



Abbildung 8: Abfallhierarchie in Anlehnung an (BMNT, Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, 2017, p. 18)

Seit dem 1. Januar 2016 gelten verschiedene Pflichten und Anordnungen, die bei Abbrüchen, Umbauten, Renovierungsarbeiten und sonstigen Abbruchtätigkeiten berücksichtigt werden müssen. Vor jedem Abbruch, der ein Abbruchvolumen von 750 t überschreitet, ist eine „orientierte Schad-

und Störstofferkundung“ gemäß ÖNORM B 3151 verpflichtend vorzuweisen. Bei einem Brutto-Rauminhalt von über 3500 m<sup>3</sup> wird von einer externen, befugten Fachperson oder Fachanstalt eine Schad- und Störstofferkundung gemäß ÖNORM EN ISO 16000-32 verlangt. Eine solche Erkundung stellt die vorhandenen Schad- und Störstoffe einer Rückbaumaßnahme dar und bewertet diese. Dafür sind Unterlagen und Informationen über das Bauwerk, dessen Standort sowie der Nutzung zu sichten. Außerdem wird das Gebäude begangen und bei Verdacht auf Schad- und Störstoffe verschiedene Untersuchungen und Analysen durchgeführt. Noch dazu muss eine Aufzählung der Materialien bzw. Bauteile erstellt werden, die problemlos und mit geringem Aufwand wiederverwendet werden können. (Westermayer, 2018, p. 16)

Des Weiteren muss bei einem Abbruch größer als 750 t Abbruchabfälle ein verwertungsorientierter Rückbau gemäß ÖNORM B 3151 erfolgen. Das bedeutet, das Gebäude muss Stück für Stück auseinander gebaut und die Materialien möglichst einer Wiederverwendung, Verwertung oder einem Recycling zugeführt werden. Dies muss dokumentiert und die Dokumentation für sieben Jahre aufbewahrt werden. (Westermayer, 2018, p. 16)

Zuletzt steht die Trennpflicht, diese besagt, dass vor Ort alle gefährlichen Abfälle von nicht gefährlichen Abfällen getrennt werden müssen. Auch die anderen Abfälle, mineralische, metallische, Holz, Bodenaushub, Kunststoffe etc. müssen sortenrein getrennt werden. Materialien, sollen für eine problemlose Wiederverwendung ausgebaut werden. Sollte dies aus technischen Gründen oder auf Grund zu hoher Kosten nicht möglich sein, kann dies zu externen Behandlungs- und Sortierungsstandorten verschoben werden (ÖNORMB3151, 2014, p. 6).

Ist Material einmal als Abfall deklariert kann es nur schwer und unter Einbeziehung von Analysen und Werkstoffprüfungen, wieder als Rohstoff in den Materialkreislauf rückgeführt werden. Hier bildet die Qualitätsklasse U-A das Ende der Abfallkette. Hat ein Baustoff diese Qualitätsklasse erreicht, kann er ohne weitere Aufarbeitung als Baustoff wieder eingesetzt werden. (Westermayer, 2018, p. 25)

Mineralische Abfälle können dann direkt ohne große Aufbereitungen, wenn sie insgesamt nicht mehr als 750 t betragen, auf derselben Baustelle wieder eingesetzt werden. Dabei darf der Einsatz weder im Grundwasser noch im Oberflächengewässer stattfindet oder es muss eine alternative Qualitätssicherstellung vorliegen, die beweist, dass das Material frei von Schad- und Störstoffen ist. (Westermayer, 2018, p. 25)

All diese oben genannten Bestimmungen bilden nur das Grundgerüst der aktuellen Verordnungen und Normen der Gesetzgebung. Erkennbar ist, dass sich in den letzten zehn Jahren viel getan hat. Die Gesetze werden zukünftig immer weiter an eine einfache Durchführung der Wiederverwendung und der Kreislaufwirtschaft angepasst. Damit Ressourcen geschont, der Klimakrise entgegengewirkt und somit eine ökologischere Basis für die Abfallwirtschaft gebildet werden kann.



## 3.2 Kreislaufwirtschaft

Kreislaufwirtschaft bildet den Lebenszyklus eines Materials ab. Wie in Abbildung 9 zu sehen wird der Rohstoff durch Herstellung, Verarbeitungen, und Verwertungen so lange „im Kreis“ geführt wie möglich. Erst wenn keine Verwertung nach dem Rückbau mehr stattfinden kann, verlässt das Material den Kreislauf und kommt zu Beseitigung.

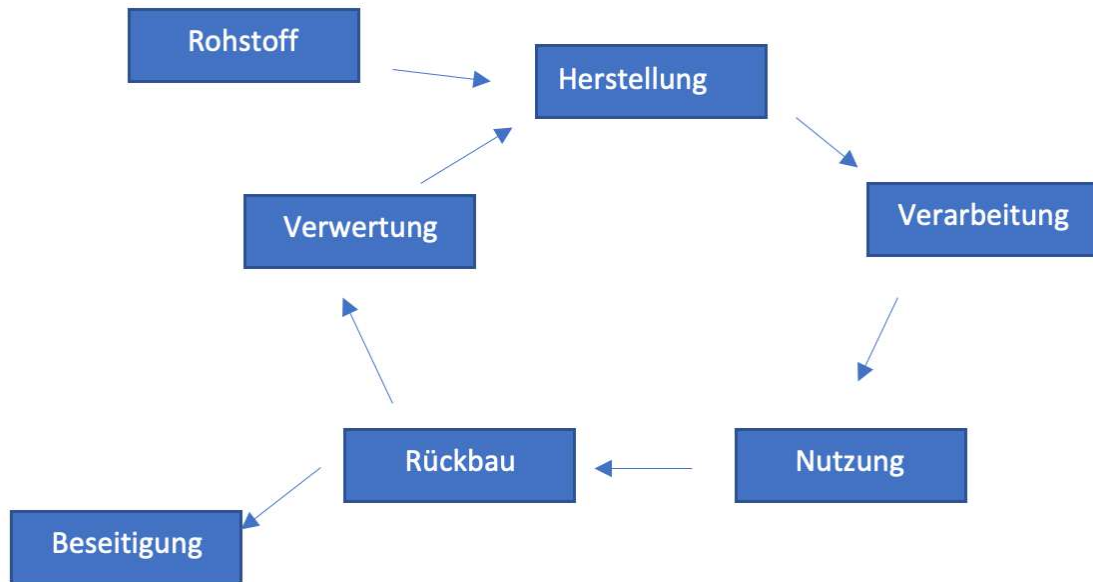


Abbildung 9: Lebenszyklus Bauprodukt (Helmus & Kesting, 2018, p. 33)

Ziel der Kreislaufwirtschaft ist es ein Produkt so lange wie möglich, ohne großen Qualitätsverlust, am Leben zu halten und somit Ressourcen und Kosten zu sparen sowie Abfall zu vermeiden. Dies kann in verschiedener Art und Weise erfolgen. Hierfür gibt es verschiedenste Möglichkeiten (Restado):

- Cradle to Cradle / Wiederverwendung
- Recycling
- Upcycling / Downcycling

Cradle to Cradle (Kurz C2C) beschreibt das Phänomen, Elemente nicht durch Recyclingvorgänge aufzubereiten, sondern in ihrer Beschaffenheit im geschlossenen Kreislauf bestehen zu lassen, die Lebensdauer somit zu verlängern und das Baumaterial in gleichbleibender Qualitätsstufe weiter zu nutzen (Cepezed, 2021, p. 75). Bei C2C handelt es sich um einen präzise überlegten Prozess, bei dem bereits in der Planungsphase Wiedereinsatzgebiete der verbauten Materialien überlegt und strukturiert vorbereitet werden (Zettel, 2021, p. 47). Hierfür legt der Materielle Gebäudepass die Grundlage. In ihm wird, wie bereits in Kapitel 2 beschrieben, die einzelnen Materialeigenschaften, der genaue Ort der verbauten Materialien sowie die Art und Weise des Einsatzes hinterlegt. Dies bietet eine genaue Übersicht der verwendeten Ressourcen und erleichtert die Planbarkeit der Weiterverwendung der verschiedenen Rohstoffe und Bauteile enorm (Zettel, 2021, p. 47). Außerdem ist es besonders wichtig, den Unterschied zwischen Recycling und Wiederverwendung

klar zu trennen. Recycling setzt am Ende der Baumateriallebensdauer an. Hierbei wird der Baustoff in seine Grundbestandteile zerlegt und somit in seine ursprünglichen Einzelteile zurückgeführt. Gerade im Straßenbau spielt Recycling eine wichtige Rolle. Beim Abbruch von Straßen bspw. wird das gewonnene Material mittels Radlader in Recyclinganlagen befördert. Hier werden zuerst die feinkörnigen Anteile abgesiebt und der Bauschutt dann im Brecher zerkleinert. Danach wird durch gewissen Abscheidetechniken oder händisch, Störmaterialien aussortiert und das Material anschließend in verschiedenste Körnungen klassifiziert. So können hochwertige Sekundärbaustoffe wieder neu hergestellt werden. Am häufigsten werden diese gewonnenen Rohstoffe aktuell als hochwertiges Frostschutz- und Schottertragschicht Material im Straßen- und Tiefbau eingesetzt. Dieser Prozess wird häufig, gleich mit Downcycling gestellt. Da hier die Materialien in weniger wertvollen Einsatzgebieten verwendet werden. Ein Upcycling erfolgt dann, wenn aus bestehenden Baustoffen etwas Neues, mit höherer Qualitätsstufe, kreiert wird. (Restado, 2021)

Aktuell ist die deutsch/österreichische Abfall und Recyclingbranche allerdings noch weit von dieser Kreislaufwirtschaft mit geschlossenen Stoffkreisläufen entfernt (Bachmann, 2018, p. 7). Linearwirtschaft, wie sie in Abbildung 10 dargestellt ist, wird derzeit noch vorrangig zur Kreislaufwirtschaft betrieben.



Abbildung 10: Linearwirtschaft

Dies ist allerdings nicht nur ökologisch sowie ökonomisch verschwenderisch, sondern sozial mehr als untragbar (Bachmann, 2018, p. 7). Am Ende der Nutzungsphase stehen zu oft noch die verschiedenen Abfallkategorien anstelle der Wertstoffströme. Die Niederlande hat sich zum Ziel gesetzt, bis 2050 alle Bautätigkeiten vollständig in geschlossenen Stoffkreisläufen abzubilden und zu realisieren. (Cepezed, 2021, p. 75) Doch auch in Deutschland gibt es bereits für solche Vorhaben Pilotprojekte. Beispielsweise in Hannover entstand ein Recyclinghaus, dessen Fassade zu 90% aus wiederverwendeten Baumaterialien errichtet wurde. Um solche Projekte realisieren zu können, erfordert es allerdings eine Menge Flexibilität und Spontanität. In diesem Fall wurde der Baukörper um die Re-Use Fenster herum entworfen und allein die Planungsphase erstreckte sich über drei Jahre. Dabei fand die Detailplanung erst parallel zum Bauprozess statt, damit flexibel und spontan auf Änderungen oder Materialflüsse reagiert werden kann (Cityförster architecture + urbanism, 2021, p. 117). Wie zu erkennen, birgt die Abfallwirtschaft noch viel Potential aus dem linearen Prozess einen Kreislauf zu schaffen. Möglichkeiten zur Verbesserung und die Hindernisse einer solchen Kreislaufwirtschaft werden im Laufe der vorliegenden Arbeit aufgezeigt.



### 3.3 Urban Mining

Urban Mining bedeutet, die gebaute Umwelt als Rohstoffminen der Zukunft zu sehen. Die Gebäude der Zukunft sind eher ein Rohstoffzwischenlager als nur ein Rohstoffverbraucher. (Hillebrandt, 2018, p. 10) Somit ist Deutschland nicht wie oft behauptet ein rohstoffarmes Land. Deutschland ist aktuell so reich an Rohstoffen wie noch nie. Diese befinden sich zwar nicht mehr im Erdinneren, sondern viel mehr in der verbauten Umwelt und in den städtischen – urbanen – Gebieten. Verbaute Rohstoffe wie Metalle, Kunststoffe, ölbasierte Verbundstoffe sowie Mineralien liegen verbaut als Rohstoffe in den Städten und bieten ein enormes Rohstoffvorkommen für spätere Wiederverwendung. (Bachmann, 2018, p. 6)

Verschiedene Quellen sprechen von den vier Säulen des Urban Minings, siehe Abbildung 11. Diese bilden die Grundlage für ein funktionierendes, ausschöpfendes System und die optimale Nutzung der vorhandenen anthropogenen Lagerstätten. Dabei bedeutet Design for Urban Mining, dass bereits in der Planungsphase auf Verbindungsarten, Systemcharakteristiken und wiedereinsatzbare Rohstoffe geachtet werden muss. Damit die anthropogenen Lagerstätten messbar gemacht werden können, ist ein Ressourcenkataster sowie verschieden Materielle Gebäudepässe unumgänglich. In diesen werden die verbauten Materialien mit deren verschiedenen Eigenschaften eingetragen und stehen somit auf regionaler Ebene erfasst zur Verfügung. Außerdem wird eine Urbane Prospektion, das heißt eine Methode zum Auffinden und zur Bewertung der städtischen Lagerstätten, benötigt, um die Materialien dann, mit neu entwickelter Technologie, zu trennen und als Sekundärrohstoff dem Materialkreislauf zurückzuführen. (Flamme, 2016)

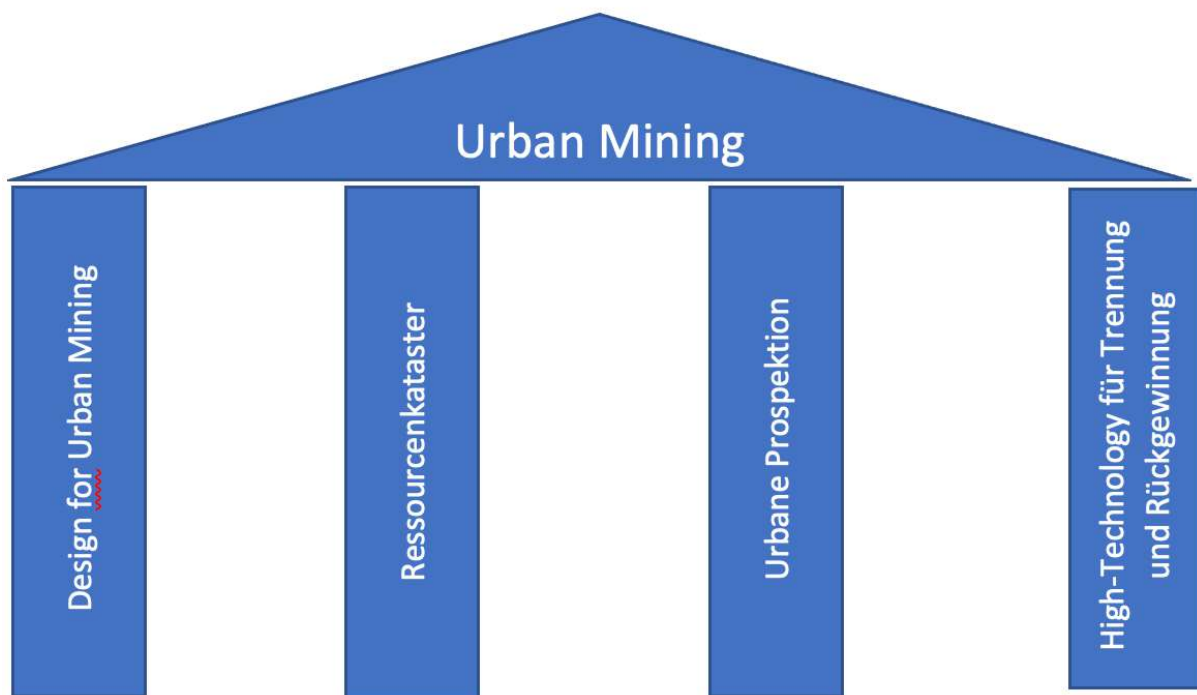
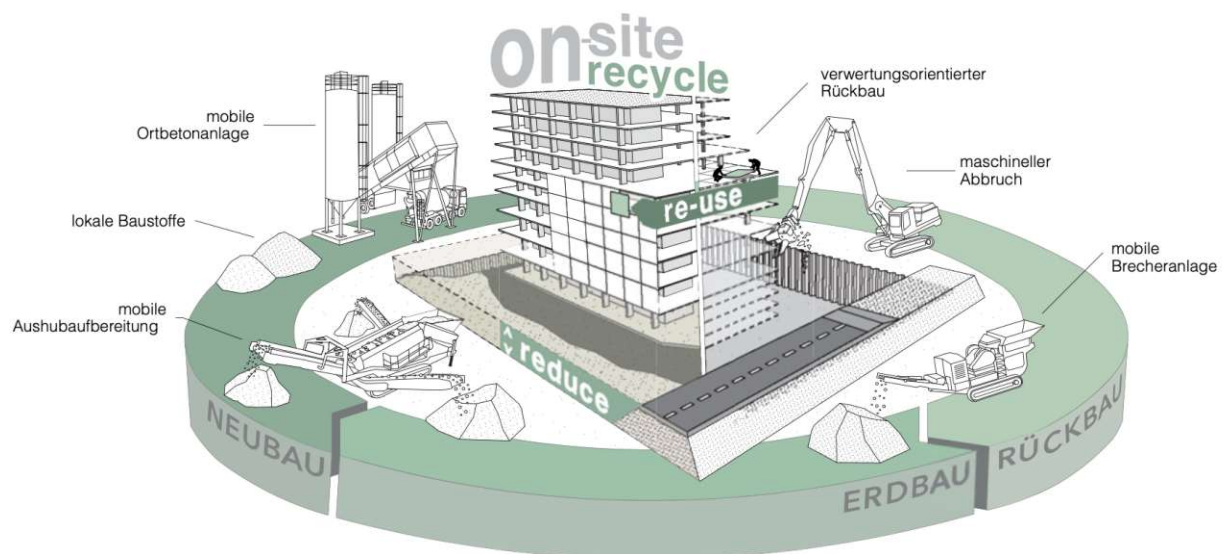


Abbildung 11: Die vier Säulen des Urban Minings

Außerdem wird zwischen lang- und kurzfristigen Lagerstätten differenziert, die sich vor allem in Wertstoffdichte, erforderlicher Aufwand zur Nutzung des Sekundärrohstoffes sowie dem Grad der Wertminderung durch die vorherige Nutzung unterscheiden. (Flamme, 2016) Wird dieses Material sinnvoll und ressourceneffizient genutzt, können viele Engpässe gedeckt werden. Doch nicht nur der materielle Wert ist hierbei von Bedeutung. Auch die räumliche Nähe, die dadurch eingesparten Transportkosten sowie CO<sub>2</sub> Einsparungen durch kürzere Transportwege als bei einem Produkt, das vom Ausland neu importiert wird, spielen hierbei eine bedeutende Rolle. So berechnen sich aktuell die CO<sub>2</sub> Emissionen beim Bau eines Gebäudes auf 440 kg CO<sub>2</sub> /m<sup>2</sup> (Nickel, 2021) Diese Zahl setzt sich allerdings nicht nur aus den direkt verbauten Massen zusammen. Vielmehr spielen hier Transportwege und Herstellungsprozesse eine wichtige Rolle. Aktuell ist die mittlere, rentable Transportdistanz für Beton, Kies und Sand bei 15 bis 30 Kilometer (Romm & Kaspar, 2018, p. 36) Durch das Nutzen der vorhandenen Rohstoffe vor Ort und einer Aufbereitung auf der Baustelle könnten beispielsweise Aushubkiese mit weniger Aufwand noch an Ort und Stelle z.B. als Betonzuschlag aufbereitet und wieder eingesetzt werden. Dies ist unter dem Namen On-site-Rohstoffgewinnung bekannt und in Abbildung 12 ersichtlich. Hierbei handelt es sich um einen verwertungsorientierten Rückbau für strategische Ressourcenplanung und mit Aufbereitungsanlagen auf der Baustelle.



A 6.2

Abbildung 12: On-Site-Rohstoffgewinnung. Wiener Model (Romm & Kaspar, 2018, p. 37)

Wie in Abbildung 12 zu sehen, beginnt der Zyklus mit den verschiedenen Techniken des Abbruchs wie verwertungsorientierter Rückbau, maschineller Abbruch mit dem Bagger und mobilen Aushubgerätschaften. Das gewonnene Material aus den Abbrüchen wird dann über die mobile Brecheranlage aufgebrochen und die lokalen Rohstoffe zusammen mit dem Aushubmaterial aus dem Erdbau zwischengelagert. Bei Bedarf können dann, wie im linken oberen Teil der Abbildung 12 ersichtlich, Betonmischer mit der ortseigenen mobilen Betonanlage befüllt werden und fügen dann den On-Site gewonnen Sekundärrohstoff dem Neubau zu. Dadurch ergeben sich nicht nur

Zeitersparnisse und kurze Transportwege, sondern es ist anzumerken, dass gemäß der EU-Abfallrahmenrichtlinie der vor Ort wiederverwendete Bodenaushub nicht als Abfall deklariert werden muss und somit eine Menge an rechtlichen Konsequenzen und Folgeanalysen eingespart werden können. (Romm & Kaspar, 2018, p. 36) Wie allerdings zu erkennen, erfordert diese Art der Rohstoffgewinnung eine gewisse Logistikfläche, für Lager, Aufbereiten und Transport in und um die Baustelle herum, was vor allem in innerstädtischen Bereichen, zu Problemen führen kann. (Romm & Kaspar, 2018, p. 37)

Inwieweit die urbanen Minen den Materialbedarf decken können und welche Schwierigkeiten es bezogen auf die Materialien aber auch Transportwege, Gesetzeslage oder ähnliches gibt, wird in den darauffolgenden Kapiteln ermittelt, beschrieben und diskutiert.

## 4. Experteninterviews und Erkenntnisse

Wie in Kapitel 2.3 bereits beschrieben, werden fünf Experten der Kreislauf- sowie Abfallwirtschaft befragt. Ziel ist es die vorher definierten Hypothesen zu beantworten, die da lauten:

1. Downcycling stellt eines der größten Hindernisse für die maximale Ausschöpfung des Urban Minings dar.
2. Um Ressourcen in ihrer Qualität wieder zu verwenden und somit Downcycling zu vermeiden, muss vor Abbruch eine sorgfältige Materialausbeute stattfinden.
3. Die gebaute Umwelt bildet einen enormen Ressourcenspeicher, der bei sorgfältiger Verwendung und Verwertung einen Großteil der benötigten Materialnachfrage decken kann.
4. Das Potential zum Re-Use von Gebäuden hängt stark von der Qualität der genutzten Materialien beim Bau eines Gebäudes ab.
5. Ein großes Hindernis für einen lückenlosen Materialkreislauf stellt die fehlende Transparenz sowie fehlendes, breitaufgestelltes Know-how in dieser neu entstehenden Branche dar.

Hierfür werden aus Datenschutzgründen die befragten Experten anonymisiert wiedergegebene. Für das Differenzieren der befragten Personen werden folgende Abkürzungen definiert:

1. Interviewpartner [1.IP]: Geschäftsführer von Firmen, die auf Abbrüche im Sinne der Kreislaufwirtschaft spezialisiert sind
2. Interviewpartner [2.IP]: Mitarbeiter einer Mülldeponie
3. Interviewpartner [3.IP]: Umwelttechniker
4. Interviewpartner [4.IP]: Deponiestandortleiter für Bau- und Konstruktionsabfälle
5. Interviewpartner [5.IP]: Geschäftsführer von Plattformen für den Handel von Baumaterialien als Sekundärrohstoffen

Mit Hilfe dieser Abkürzungen können die Aussagen, den anonymisierten Interviewpartnern zugewiesen werden. Im Folgenden werden nur noch die oben definierten Abkürzungen verwendet.

## 4.1 Vorgehen

Für die Interviews werden Leitfragenfragebögen wie Abbildung 13 zeigt spezifisch für die befragte Person erstellt. Bei dieser Vorlage handelt es sich um den Fragebogen des IP 4, der allerdings

Interview Details
Thema: Verwendungs- und Verwertungsmöglichkeiten von Bau- und Konstruktionsabfällen
Interviewer: Stephanie Mack
Befragte Person:
Unternehmen:
Datum: 09.08.2021
Dauer: 90 min
Datenverarbeitungserklärung liegt vor: Ja / Nein
Interviewvorlage
Vorstellung des Befragten
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Beschreiben Sie bitte kurz Ihren Werdegang</li> <li>2. Beschreiben Sie das Tätigkeitsfeld ihres Unternehmens</li> <li>3. In welche Größenordnung ist ihr Unternehmen einzustufen Kleinunternehmen, Mittelständiges- oder Großunternehmen, wie viele Mitarbeiter beschäftigen Sie aktuell und wann wurde ihr Unternehmen gegründet?</li> <li>4. Wie fortschrittlich schätzen Sie ihr Unternehmen im Thema Abfallwirtschaft ein?</li> <li>5. Wie sehen Sie die Entwicklung der Abfallwirtschaft der letzten Jahre?</li> </ol>
Allgemeine Fragen zum Thema Recycling und Wiederverwertung
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wie werden Materialien grundsätzlich getrennt und recycelt?</li> <li>2. Welche Arten des Recyclings gibt es?</li> <li>3. Welche Materialien haben ein hohes Verwertungspotential?</li> <li>4. Welche Materialien können aktuell am effizientesten in den Ressourcenkreislauf rückgeführt werden?</li> <li>5. Welche Materialien stellen für Sie die größte Herausforderung für eine effektive Wiederverwendung und Wiederverwertung dar?</li> <li>6. Welches Potential sehen Sie, noch besser zu trennen und wieder zu verwerten und warum wird dies bisher noch nicht getan?</li> <li>7. Werden Materialien für eine Weiterverwendung vorbereitet?</li> <li>8. Wie werden Materialien weiterverwendet?</li> <li>9. Inwieweit stehen Sie im Austausch mit anderen Unternehmen, die Ihnen Materialien für eine Wiederverwendung abnehmen bzw. mit denen Sie zusammenarbeiten?</li> <li>10. Welche Branchen kommen als mögliche Abnehmer der recycelten Materialien in Frage? Können Sie ein paar explizite Beispiele geben.</li> </ol>
Die gebaute Umwelt bildet einen enormen Ressourcenspeicher, der bei sorgfältiger Verwendung einen Großteil der benötigten Materialnachfrage decken kann.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wie kann der Sekundärrohstoff Beton, aus dem unter anderem RC-Beton hergestellt wird, in nahezu gleichbleibender Qualität wieder verwendet werden?</li> <li>• Welche Einsatzmöglichkeiten für Bestandteile wie Kupfer, Ziegel oder Mineralwolle gibt es in anderen Sektoren außer dem Sektor Bau?</li> </ul>
Raum für einen weiterführenden Austausch

Abbildung 13: Interviewvorlage IP4



Ziel bei der Erstellung des Fragebogens ist es, die Fragen so offen wie möglich zu formulieren und somit eine ausführliche Antwort zu erlangen, um möglichst viel Informationsmaterial zu generieren (Prof. Kovacic, 2021). Der Fragebogen wird dem Befragten nicht ausgehändigt und dient lediglich als Unterstützung bei der Befragung, um den roten Faden nicht zu verlieren und beim Thema zu bleiben. Wie Bogner (Bogner, 2005) immer wieder betont, soll so wenig Informationsfluss wie möglich vor dem Interview stattfinden, damit die Beantwortung der Fragen spontan und ohne große Beeinflussung stattfindet.

Auf Grundlage des Fragenkatalogs und mit einer digitalen Aufzeichnung des Gesprächs, wofür im Vorhinein das Einverständnis geholt wurde, wird dann das Gesprochene transkribiert und für die Weiterverarbeitung der Daten vorbereitet. Die Auswertung umfasst folgende Schritte:

1. Transkribieren der Sprachaufzeichnungen
2. Markieren der wichtigsten Textpassagen
3. Übertragen in Excel – Zusammenfassen und Auswerten der wichtigsten Aussagen
4. Zuweisen zu den einzelnen Hypothesen
5. Sortieren nach den Hypothesen
6. Zusammenfassen ähnlicher Aussagen
7. Bilden der Kernaussagen

Zuerst werden die Transkripte der Sprachmemos erstellt und daraufhin die wichtigsten Textpassagen markiert und hervorgehoben. Die markierten Passagen werden dann ungefiltert in eine Excel Tabelle übertragen und weiterverarbeitet. Die Excel Tabelle beinhaltet folgende Spalten: wichtige Aussagen, Hauptaussagen der wichtigen Aussage, Hypothese und Stichwörter. In der ersten Spalte wird die originale Aussage, die für wichtig empfunden wird, aufgelistet. In der Zweiten Spalte wird diese dann kürzend zusammengefasst, um das Materialvolumen auf das Wichtigste zu reduzieren. Die Aussagen werden dann in der dritten Spalte einer Hypothese zugeordnet. Da die Hypothesen sehr ähnliche Inhalte vorweisen, ist es schwierig, eine Aussage nur einer bestimmten Hypothese zuzuordnen, da oftmals inhaltliche Überschneidungen vorliegen. In der letzten Zeile werden die prägnanten Stichwörter dokumentiert, um den Inhalt der Aussagen auf ein Minimum zu reduzieren. Daraufhin werden die Aussagen den fünf Hypothesen zugeordnet und anschließend ähnliche Aussagen zusammengefasst. Zuletzt werden die Kernaussagen aller Interviews gebildet. Tabelle 1 zeigt eine Übersicht der wichtigsten zusammengefassten Aussagen, geordnet nach den zuvor definierten Hypothesen.

Tabelle 1: Kernaussagen der Interviews sortieren nach den Hypothesen

<p>1. Downcycling stellt eines der größten Hindernisse für die maximale Ausschöpfung des Urban Minings dar.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wenn ein Primärrohstoff zu 100% ersetzt werden kann, liegt kein Downcycling vor -&gt; Begriffe werden verschieden definiert.</li> <li>• Qualität Erhaltung ist nicht immer automatisch die beste Lösung (z.B. Recyclingbeton)</li> <li>• Einsatzmöglichkeiten der Wiederverwendungen bereits jetzt klug wählen, um nachträglich eine erhöhte Müllproduktion zu vermeiden -&gt; nicht einfach nur Downcycling aktuell vermeiden, sondern an die Zukunft denken</li> <li>• Produktstatus als Hindernis für die problemlose, einfache Weiterverwendung</li> </ul>
<p>2. Um Ressourcen in ihrer Qualität wieder zu verwenden und somit Downcycling zu vermeiden, muss vor Abbruch eine sorgfältige Materialausbeute stattfinden.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abfallstrom umgehen und davor als Stoffstrom ansehen -&gt; Analysen um Einstufung zurück zu wiedereinsatzbarem Material aufwendig &amp; teuer</li> <li>• Stoffströme des Rückbaus, bestmöglich an Neubau anplanen</li> <li>• Bestandsaufnahme als Grundlage für jegliche Entfrachtungsarbeiten</li> <li>• Zeitknappheit als größtes Hindernis für einen effektiven Rückbau</li> <li>• vorgezogene Rückbaumaßnahmen als Grundlage jeglicher Kreislaufwirtschaft um Zeit zu sparen und die sortenreine Entnahme z.B. von Buntmetallen zu ermöglichen</li> <li>• Verwertungsorientierter Rückbau ermöglicht Wertschöpfung über verschiedene Wertschöpfungselemente, ökologischer, ökonomischer und sozialer Natur</li> <li>• Zu hohe Lager-, Transport- oder Aufbereitungskosten machen Sekundärprodukt wettbewerbsunfähig</li> <li>• Verbindungsmittel müssen klug gewählt und eingesetzt werden</li> <li>• Gewährleistung für Sekundärrohstoffe schwierig</li> <li>• Genauigkeiten der Bestandsaufnahmen, als fehlende Komponente sorgfältigen Re-Uses -&gt; Entwicklungskosten für Software zur einfacheren Erfassung des Bestandes teuer</li> <li>• Schad- und Störstofferkundung als Bestandsaufnahme und Grundlage für sorgfältige Materialausbeute</li> <li>• Organisation des Rückbaus und Re-Use Konzeptes sehr entscheidend und wichtig für den Umfang der Wiederverwendung</li> <li>• Rückbaukonzept in Planungsphase bereits berücksichtigen</li> </ul>

3. Die gebaute Umwelt bildet einen enormen Ressourcenspeicher, der bei sorgfältiger Verwendung und Verwertung einen Großteil der benötigten Materialnachfrage decken kann.

- Längere Lebensdauer der Produkte, mindert den Primärrohstoffbedarf -> Modelle für die Produkthaftung der Hersteller: Rückkaufoptionen der Gebäude, Rücknahmeverpflichtungen von Bauteilen, etc.
- früher wurde mehr Wert auf Wiederverwendung und Wiederverwertung gelegt als heute. Grund: sinkende Primärrohstoffpreise und hoher Zeitdruck
- Kreislaufwirtschaft nötig, um Klimawandel und Klimafolgen zu bewältigen
- TGA als Herausforderung für die Wiederverwendung -> Weiternutzung von größter Bedeutung
- Endliche Ressourcen erzwingen Wiederverwendung bzw. Kreislaufwirtschaft
- Preis des Sekundärmaterials verhindert oft die Kreislaufwirtschaft -> verschwendet Material und Rohstoffe
  - Wegwerfgesellschaft durch Globalisierung, Digitalisierung, etc.
  - Preisreduktion durch Import aus dem Ausland etc.
- Verunreinigungen oder Verbindungen erschweren die Möglichkeit der Wiederverwendung und Wiederverwertung und verhindern somit die Möglichkeit zur Nutzung der Materialquelle: Stadt
- 100% Kreislaufwirtschaft nicht möglich, es wird immer ein Anteil auf der Deponie landen
- keine Scheu vor Analysen -> der Mehrwert der Wiederverwertung ist im Vergleich zu den Testkosten enorm
- Angebot an Wiederverwendbarem Material enorm hoch
  - Transportkosten, Ausbaurkosten, etc. entscheiden
- Abbruchvermeidung als oberste Priorität
- Preis der Primärrohstoffe beeinflusst die Bereitschaft und die Art der Wiederverwendung und Wiederverwertung



#### 4. Das Potential zum Re-Use von den Gebäuden hängt stark von der Qualität der genutzten Materialien beim Bau eines Gebäudes ab.

- Potential zur Rückführung in den Ressourcenkreislauf stark abhängig von Wert des Materials
- Die Möglichkeit Materialien wieder zu verwenden ist so gut wie für jedes Material gegeben -> Frage der Rentabilität oftmals entscheidend
- Recyclingbeton: bei steigender Betonklasse vermehrt sich der Zementbedarf oder die Betonqualität verschlechtert sich. -> Hoher Aufwand, um Recyclingbeton herzustellen sowohl aus Kostensicht als auch ökologisch -> teilweise aufwendiger als Primärrohstoffherstellung
- Ziel des Ausbaus und der Wiederverwendung spielt eine wichtige Rolle
- Größte Herausforderung für eine effektive Wiederverwendung und Wiederverwertung: alles was giftig ist. Dazu gehören fast alle Dämmstoffe
- Verwerter abhängig von Material
- Preis bestimmt Angebot und Nachfrage
- grüner Zement bis 2025 -> Bereitschaft zu Re-Use vorhanden
- Ausbau von Fliesen abhängig von Kleber -> Verbindungsart entscheidend
- Hersteller anregen, Materialien wieder mit höherer Qualität und längerer Lebensdauer zu produzieren -> möglich über Herstellerhaftung für Rückbau
- Kriterien für die Bewertung der Wiederverwendungsmöglichkeiten:
  - gestalterische Bewertung
  - Vielzahl von "neuen" Produkten die aus dem Vorhandenen generiert werden können
  - Aufwand für die Aufbereitung
- Gebäudeumnutzung vor Wiederverwendung der einzelnen Bauteile
- Potential der Wiederverwendung nicht nur von Qualität der verwendeten Materialien des Gebäudes, sondern auch stark vom Grundriss abhängig -> Gebäudeumnutzung
- Qualität von Gebäuden hat viele Dimensionen
- Qualität des Materials: bei Türen, Fenstern, etc. schon von Bedeutung
- Bei mineralischen oder ähnlichen Baustoffen, ist eher die Art der Verbindung ausschlaggebend als die Qualität des tatsächlichen Materials
- Gründerzeithäuser als Paradebeispiel für hohes Potential zur Wiederverwendung und Wiederverwertung

- Abbruchvermeidung als oberste Priorität

5. Ein großes Hindernis für einen lückenlosen Materialkreislauf stellt die fehlende Transparenz, fehlendes breitaufgestelltes Know-how & die ungenaue Gesetzgebung in dieser neu entstehenden Branche dar.

- fehlende Transparenz und Know-how aufgrund der großen Bekanntheit der Thematik keine Ausrede mehr
- Gesetzgebung muss mehr eingreifen, um Kreislaufwirtschaft zu fördern
- Zu wenig Praxisbezug seitens der Gesetzgebung
  - > kennen die tatsächlichen technischen Möglichkeiten nicht
- Ansprüche der Menschheit sind widersprüchlich -> einerseits Nachhaltigkeit, andererseits fehlende Bereitschaft für Verzicht
- Es sollte mehr Aufklärung stattfinden, dass diese Bedürfnisse nicht so umsetzbar sind ohne andere Einschränkungen in Kauf zu nehmen.

## 4.2 Beantwortung der aufgestellten Hypothesen

Im Folgenden werden die Hypothesen auf Grundlage Tabelle 1 und den Interviewtranskripten aus dem Anhang beantwortet:

1. Downcycling stellt eines der größten Hindernisse für die maximale Ausschöpfung des Urban Minings dar:

Wie IP 1 zu Anfang seines Interviews klar definiert, stellt eine Wiederverwendung von Sekundärrohstoffen als Auffüllmaterial kein Downcycling dar. Es sei vor allem wichtig, dass Primärrohstoffe zu 100% durch Sekundärrohstoffe ersetzt werden können. Dabei fällt auf, dass bereits die Begriffsdefinition eine sehr unterschiedliche ist und zu Missverständnissen führen kann.

Die Grundlage einer jeden Wiederverwertung bildet sortenreines Material. Es sind sich alle fünf Experten einig, dass Material in gleichbleibender Qualität nur wieder verwertet werden kann, wenn keine Verunreinigungen vorliegen. Ein Beispiel für Verunreinigungen sind z.B. Putzmörtelreste oder gipshaltige Feinteile, die gerade, wenn feinkörnige Fraktionen hergestellt werden, dann problematisch für die Erfüllung der Grenzwerte der Recyclingbaustoffverordnung sind. Dies hat beispielsweise zufolge, dass Bauschutt, der auf einer einfachen Baurestmassendeponie hätte abgelagert werden können, durch die Aufbereitung in eine andere Stoffgruppe gerät und mit den abweichenden Grenzwerten dann auf einer höherstufigen Deponieklasse abgelagert werden muss. (IP4)

Darüber hinaus bekräftigen gleich mehrere Experten, dass eine Qualitätserhaltung der Materialien nicht immer automatisch die beste Lösung darstellt. Am Beispiel von Recyclingbeton zeigen sowohl IP3 und IP1 auf, dass Beton ungefähr zu 95% wiederverwendet werden kann. Kankörnungen können Einsatz in der Zementherstellung finden oder für Aufschüttungen im Straßenbau genutzt werden. Dabei ist zu beachten, dass bei steigender Betonklasse sich der Zementbedarf erhöht bzw. die Qualität des Betons leidet. Die Herstellung von Beton aus Sekundärrohstoffen ist demnach kostenintensiver und verlangt von der Umwelt noch mehr Aufwände ab. Dies wird von der Tatsache bekräftigt, dass aktuell kaum jemand die vom Gesetz maximal mögliche Menge von 40% RC-Betonanteil einsetzt, da dies den finanziellen Rahmen sprengen würde. (IP3) Die hohen Kosten für das RC-Material entstehen durch das Brechen, Sieben, Analysieren und für die Gewährleistung der darauffolgenden Jahre. Dem gegenüber steht, wie bereits erwähnt die günstigen Primärrohstoffkosten. (IP3) Es wird von fast allen Experten bekräftigt, dass ein Materialwiedereinsatz aus finanzieller Sicht leichter recht zu fertigen ist, umso teurer der Primärrohstoffpreis ist, da dann die Aufbereitungskosten proportional höher ausfallen können. Das bedeutet, liegt ein Material vor, bei dem die Primäranschaffungskosten im Vergleich gering sind, so müssen die Recyclingkosten im Vergleich niedrig ausfallen, damit das Recyclingmaterial wettbewerbsfähig bleibt.

Ein weiterer Aspekt wurde von IP2 angebracht und betrachtet die Problemverschiebung auf spätere Zeit. Aktuell wird bspw. Styropor zerkleinert und fast zu 100% wieder als Dämmmaterial z.B.

in Hohlziegeln eingesetzt. Die Problematik hierbei ist allerdings, dass das Material sich mit anderen Materialien verbindet und es aktuell keine Lösung gibt, dies nach der Lebensdauer wieder sortenrein zu trennen, sodass dann später das verbundene Material wie Estrich oder ähnliches mit entsorgt werden muss. So wird zwar die aktuelle Entsorgung umgangen, für die Zukunft entsteht in Summe durch die Verbindung allerdings sogar eine größere Menge an deponierbaren Abfällen als ursprünglich. Es ist also erforderlich, Einsatzmöglichkeiten der Wiederverwendungen bereits jetzt klug zu wählen, um nachträgliche erhöhte Müllproduktion zu vermeiden.

Darüber hinaus stellt der Produktstatus ein Hindernis für die problemlose, einfache Weiterverwendung von Materialien dar (IP3). Wie in Kapitel 3.1 erklärt, muss ein Abfallprodukt die Qualitätsklasse U-A erreichen, um wieder eingesetzt werden zu können. Verschiedene Anbieter umgehen diesen Produktstatus bewusst und vermitteln das Material weiter, ohne in den Abfallstatus zu gelangen. Problematisch ist hierbei allerdings die Gewährleistung der darauffolgenden Jahre. Beispielsweise bei einem Fenster ist das nicht so gravierend wie bei Stahlträgern oder tragenden Elementen. Da Fenster keine statischen Aufgaben übernehmen und somit nicht die Einsturzgefahr und somit lebensbedrohliche Folgen beeinflussen, sind für sie leichtere Gewährleistungen zu gewähren. (IP3) Sicher ist, dass sich diese Vermittlung von Materialien, ohne in den Abfallstatus zu gelangen, in einer gesetzlichen Grauzone bewegt, die allerdings aufgrund des guten Grundgedankens und der ökologischen Vorteile geduldet wird.

Zu guter Letzt wird angemerkt, dass die Verbrennung ein unglaublich schlechtes Image hat, es allerdings durchaus einen Verwertungscharakter aufweist. Wenn Material, das für eine Wiederverwendung unbrauchbar ist, als Brennstoff eingesetzt werden kann und somit einen Primärrohstoff ersetzen kann, so liegt auch hier, laut der Definition von IP1, kein Downcycling vor und die Verbrennung bildet durchaus eine Alternative. Bei den modernen Verbrennungsanlagen werden die Abgase mittlerweile so gut gefiltert, dass am Ende fast zu 100% CO<sub>2</sub> und Wasserdampf emittiert wird und die Metaphern der schwarzen Wolken der Müllverbrennung falsch sind. (IP2)

Die Definition von Downcycling als solches muss also grundsätzlich erst einmal hinterfragt werden. Wie durch die Interviews erkannt wurde, steht in erster Linie das Prinzip, das Primärrohstoffe ersetzt werden sollen im Fokus. Allerdings sieht gerade IP5 die dringende Notwendigkeit nicht nur der Wiederverwertung, sondern vor allem der Wiederverwendung der Materialien in gleichbleibender Qualität.

Somit ist zu erkennen, dass es hierbei unterschiedliche Meinungen gibt. Die einen sehen Downcycling durchaus problematisch, um Kreislaufwirtschaft und Urban Mining voranzutreiben und zu vollziehen. Die anderen arbeiten ganz nach dem Prinzip, Materialien im Kreislauf halten, aber die Art der Verwendung und deren Qualität spielen hierbei eher eine untergeordnete Rolle. Alles in allem unterstreicht dies, dass Downcycling durchaus ein Hindernis für die maximale Ausschöpfung des Urban Minings bildet, die Wiederverwendung aber selbst in herabgesetzter Stufe einen enormen Mehrwert birgt. Die Hypothese ist also mit Einschränkungen bewiesen und zeigt einmal mehr, dass diese Themen eng umstritten sind.

2. Um Ressourcen in ihrer Qualität wieder zu verwenden und somit Downcycling zu vermeiden, muss vor Abbruch eine sorgfältige Materialausbeute stattfinden.

Die Grundlage eines jeden verwertungsorientierten Rückbaus, der laut Gesetz immer anzustreben ist, bildet eine ordentliche Bestandsaufnahme sowie die Schad- und Störstofferkundung. (IP1 & IP5) Bei der einfachen und genauen Bestandsaufnahme ist allerdings noch großes Potential zu erkennen. Hierfür fehlt aktuell noch passendes Werkzeug und teuer zu entwickelnden Softwares. Diese können aufgrund der hohen Entwicklungskosten allerdings nicht von kleinen Unternehmen gestemmt werden, sondern müssen von großen Unternehmen mit einem gewissen Maß an Investitionsmöglichkeiten entwickelt werden. (IP5)

Interviewpartner 1 betont, dass vorgezogene Rückbaumaßnahmen grundlegend sind, um Zeit zu sparen und somit die sortenreine Entnahme z.B. von Buntmetallen etc. sorgfältig durchführbar zu machen. Dies ist wichtig, damit nicht auf Grund von Zeitknappheit die Materialausbeute leidet. Außerdem birgt dies nicht nur ökologische sowie ökonomische Vorteile, sondern bringt Potentiale der sozioökonomischen Wertschöpfung. (IP1) Dies ist gewährleistet, wenn das Ausspachteln der Projekte von sozial Schwächeren durchgeführt wird und diese mit den Gewinnen, erzielt aus dem Verkauf der Buntmetalle bezahlt werden. Gerade dieses Rückbaumodell, mit dem besonderen sozioökonomischen Image ist Aushängeschild für viele große Unternehmen und nennt sich Social Urban Mining. (IP1)

Ein weiterer Punkt ist, dass durch eine frühzeitige Vorausplanungen mit den vorhandenen Materialien gearbeitet werden kann. Das bedeutet der Neubau muss bestmöglich an die aus dem Rückbau gewonnen Stoffströme angeplant werden. (IP5) Dabei ist es besonders nützlich Abfallströme zu umgehen und die nützlichen Baustoffe für die Wiederverwendung zwischenzulagern. IP 5 betont hierbei nochmal ausdrücklich, dass bei Abfallmaterial keine Scheu vor Analysen bestehen darf, denn die Kosten und der Aufwand die für solche Analysen anfallen, sind im Vergleich zu dem Potential der Einsparung zum einen aus Kostensicht zum anderen aus Sicht der CO2 Einsparung kaum zu gewichten. Außerdem wird immer wieder von allen fünf Experten betont, dass vor allem die Art der Verbindungsmittel entscheidend sind, wie einfach und sauber Materialien getrennt und ausgebaut werden können. Es wird somit an alle Planer appelliert in Zukunft bereits bei der Planung den Rückbau des Projektes mit im Auge zu behalten.

Ein weiterer Aspekt stellen die problematischen Aufbereitungskosten für die Wiederverwendung. Diese setzen sich aus Transport-, Aufbereitungs- und Lagerkosten zusammen. Sowohl IP 3 als auch IP4 betonen, dass zum Beispiel günstige Sekundärrohstoffe wie sie für die Betonherstellung benötigt werden, bereits ab einem Transportweg größer 50 km unwirtschaftlich werden. Das bedeutet, sobald Abbruch Material von Beton mehr als 50 km zur Verwertung gefahren werden muss, rechnet sich dies aufgrund der Lohn- sowie Treibstoffkosten nicht mehr und es ist billiger ein naheliegendes Primärrohstoffmaterial einzusetzen. Wie in allen Branchen, entscheidet der Markt und der Preis der Rohstoffe letztendlich, welche Materialien eingesetzt werden. Da ist es unumgänglich, dass die Rohstoffrückgewinnung immer lukrativer wird je wirtschaftlicher und wettbewerbsfähiger diese ist. Wie bereits in Punkt eins erwähnt, spielt hierbei die Gewährleistung

eine entscheidende Rolle. Oftmals ist es die Scheu und die Angst vor der Verantwortung der Gewährleistung, was die Kunden zu neuen Produkten greifen lässt. IP5 vertritt jedoch die Meinung, dass mit Hilfe von verschiedenen Analysen diese Problematik aufgelöst werden kann und Material ohne Probleme wieder eingebaut und wiederverwendet werden können.

Wie IP 1 betont, ist die Organisation des Rückbaus und des Re-Use Konzeptes entscheidend und wichtig für den Umfang der Wiederverwendung. Er bekräftigt somit nochmals abschließend die aufgestellte Hypothese, dass auf Grundlage eines durchdachten und vorgeplanten verwertungsorientierten Rückbaus die Materialsaubeute maximiert und die Wiederverwendung in höchstem Maß vorangetrieben werden kann.

### 3. Die gebaute Umwelt bildet einen enormen Ressourcenspeicher, der bei sorgfältiger Verwendung und Verwertung einen Großteil der benötigten Materialnachfrage decken kann.

„Angebot an gebrauchten Materialien gibt es mehr als zu genüge.“ (IP5) Entscheidend für den Einsatz dieser Materialien ist jedoch am Ende immer der Preis. Dieser wird wie bereits angeführt von den Instandsetzungskosten bestimmt. Solange der Ausbau, der Transport und die Aufbereitung der Materialien den Preis hochhalten und somit das Material wettbewerbsunfähig machen, werden keine hohe Wiederverwendungsquoten erreichbar sein. (IP3)

Außerdem wurde, wie IP 5 berichtet, früher mehr Wert auf Wiederverwendung und Wiederverwertung von Materialien gelegt. Kurz gesagt, wurde mit dem vorhandenen weitergearbeitet. Heute wird diese Denkweise von sinkenden Primärrohstoffen und höherem Zeitdruck verdrängt. Hersteller verkürzen bewusst die Lebensdauer ihrer Produkte, um den Konsum der Kunden und somit deren Umsätze zu erhöhen. Das stellt eines der größten Problematiken der heutigen Wegwerfgesellschaft dar. Fast alle fünf Experten sehen daher längere Lebensdauern der Produkte bzw. eine Produkthaftung der Produzenten von der Herstellung bis zur Entsorgung als Lösung des enorm hohen Rohstoffverbrauchs. Rückkaufoptionen von Gebäude sowie Rücknahmeverpflichtungen für Bauteile sind dabei unumgänglich (IP1).

Besondere Herausforderung für die Wiederverwendung bildet die technische Gebäudeausrüstung. Gerade hier ist die Weiternutzung von größter Bedeutung, um Ressourcen zu sparen und Müll zu reduzieren. Es wäre für die Produzenten, die ihre Produkte und deren Funktionsweise kennen, am einfachsten, mit dem Vorhandenen etwas Neues, wieder brauchbares zu schaffen. Langzeitleasing oder Wärmekontrakte wären hier eine denkbare Lösung.

Einen weiteren Aspekt bilden die endlichen Ressourcen. Diese erfordern die Notwendigkeit der Wiederverwendung bzw. der Kreislaufwirtschaft. Gerade Materialien wie Gips, deren natürliches Vorkommen begrenzt und mittlerweile fast ausgeschöpft ist und der Gewinn durch die Kohlekraftwerke aufgrund der Schließung der Anlagen gestoppt ist, zwingt zum Handeln. Laut IP3 können Gipskartonplatten unendlich oft im Kreis geführt werden, wenn eine Methode entwickelt wird, um den Karton schadlos vom Gips zu entfernen. Doch dazu wird die Bauwirtschaft durch

das Deponieverbot bis 2026 gezwungen sein. „Aktuell gibt es keine Lieferengpässe für Gips, aber sobald die Deponiemöglichkeit wegfällt, wird es keine andere Möglichkeit geben, als das Material im Kreis zu führen.“ so IP3. Hersteller werben mittlerweile schon mit der Wiederverwendung und versuchen so ihre Ökoziele der Firmen voranzutreiben, um sich CO<sub>2</sub>-Zertifikate oder ähnliches einzusparen. (IP3)

Im Allgemeinen wird es jedoch laut IP4 immer einen gewissen Anteil an Materialien geben, der am Ende der Produktlebensdauer auf der Deponie landet. Kreislaufwirtschaft wird also nie zu 100% umsetzbar sein, aber Ziel sollte es sein, diesen Anteil so gering wie möglich zu halten.

Abschließend sei gesagt, dass die gebaute Umwelt durchaus einen Großteil der Materialnachfrage decken kann. Aktuell wird dies jedoch noch durch niedrige Primärrohstoffpreise und zu hohe Aufbereitungskosten des Sekundärmaterial verhindert. Am Ende entscheidet immer der Preis und solange neue Materialien günstiger sind, wird sich der Sekundärrohstoff schwer in der Durchsetzung zur Wiederverwendung tun. Allerdings sehen alle Experten aufgrund der Gesetzgebung, des steigenden Ressourcenmangels und der besserwerdenden Technologien durchaus die Zukunft im Re-Use und der Kreislaufwirtschaft und somit die gebaute Umwelt mit hohem Potential als Urbane Mine der Zukunft.

#### 4. Das Potential zum Re-Use von den Gebäuden hängt stark von der Qualität der genutzten Materialien beim Bau eines Gebäudes ab.

Laut IP5 hat die Qualität eines Gebäudes viele Dimensionen. Sie kann zum einen anhand des Grundrisses beurteilt werden. Da am Anfang der Abfallhierarchie die Abfallvermeidung steht, ist es immer sinnvoll zuerst die Möglichkeit einer Umnutzung des Bestandes in Betracht zu ziehen. IP5 betont, dass Re-think hier die entscheidende Rolle spielt. „Was gibt es für Möglichkeiten für einen auf den ersten Blick primitiv wirkenden Plattenbau, der dann aber durch seine modulare Aufteilung optimal für Büroflächen oder WG-Situationen ist.“ (IP5) Umnutzungen, Sanierungen und Umplanungen von Gebäuden, die aus geringwertigen Materialien gebaut sind, ihre Strukturen aber durchaus Potential zur Wiederverwendung haben, werden oftmals unterschätzt.

Erst wenn die Möglichkeiten der Umnutzungen bzw. Weiternutzungen ausgeschöpft sind, soll laut IP5 die Bauteilebene betrachtet werden. Hierbei bewertet er die Wiederverwendungsmöglichkeiten nach drei Aspekten. Die gestalterische Bewertung, die Vielzahl von neuen Produkten, die aus den Vorliegenden Produkten generiert werden können und wie aufwendig die Aufbereitung der einzelnen Materialien ist. Generell betont IP1 aber auch, dass hierbei durchaus die Qualität der Bauteile, z.B. Türen, Fenster, etc. eine Bedeutung für die direkte Weiternutzung bietet. Das Potential zur Rückführung in den Ressourcenkreislauf hängt stark von dem Wert des Materials ab. Umso teurer ein Material als Primärrohstoff ist, desto einfacher lässt er sich wieder rückführen, da es dann leichter ist, einen wettbewerbsfähigen Preis zu erzielen. Laut IP1 eignen sich hierfür vor allem Buntmetalle, Kupfer oder ähnliches. Wie bereits öfters angebracht, spielt dabei immer der



Preis die entscheidende Rolle, denn generell ist es fast bei jedem Material möglich es wieder zu verwenden. Grundsätzlich sollte vor Ausbau das Ziel, bzw. der Wiedereinsatzort definiert sein. (IP1)

Bei mineralischen Bauteilen spielt die Art der Verbindungen und die Trennbarkeit bzw. die Sortenreinheit eine übergeordnete Rolle. Liegen giftige Bestandteile in oder an einem Bauteil vor, so setzt dies die Materialqualität rapide herunter und macht das Material in den meisten Fällen unbrauchbar, bzw. verursacht so hohe Aufbereitungskosten, die die Wiederverwendung unrentabel werden lassen. Problematisch sind dabei Asbest, aber auch jegliche Dämmstoffe oder Blei.

Als Paradebeispiel für eine qualitativ hochwertige Möglichkeit der Wiederverwendung dient das Gründerzeithaus. Diese ist laut IP5 am leichtesten zu Zerlegen und bildet aufgrund seiner sortenreinen Materialien die einfachsten Möglichkeiten zur Wiederverwendung. Dabei sind Baustoffe wie Holz, Ziegel, Stahl und Buntmetallen einfach zu entnehmen und müssen nicht erst aufwendig getrennt werden. Hierbei ist nochmals zu betonen, dass vor allem die Sortenreinheit die entscheidende Rolle für das Potential zur Wiederverwendung spielt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Qualität der einzelnen Baustoffe natürlich eine wichtige Rolle spielen, gerade in der direkten Vermittlung zur Wiederverwendung. Allerdings muss ein Umdenken stattfinden und ein Gebäude nicht direkt in seine Einzelteile zerlegt, betrachtet werden. Vielmehr soll das Gebäude als Ganzes Modell im Sinne der Abfallvermeidung betrachtet werden und erst nach Ausschöpfung der Potentiale zur Wiederverwendung, sollen die Betrachtung bis in die Bauteilebene reichen. Re-think als Grundlage um neue Lösungsansätze zu finden, mal etwas Neues auszuprobieren, um die alten Muster der Wiederverwendung zu verlassen, der Kreativität freien Lauf zu geben und Gebäude mit den vorhandenen Materialien zu planen.

#### 5. Ein großes Hindernis für einen lückenlosen Materialkreislauf stellt die fehlende Transparenz, fehlendes breitaufgestelltes Know-how & die ungenaue Gesetzgebung in dieser neu entstehenden Branche dar.

Laut Aussage des IP.1 ist fehlende Transparenz und ungenügendes Know-how keine Ausrede mehr. Nachhaltigkeit, Klimawandel sowie Ressourcenmangel ist mittlerweile überall thematisiert und gerade wer sich mit dem Rückbau von Gebäuden auseinandersetzt, muss sich im Laufe der Entwicklung mit dieser Thematik einmal beschäftigt haben.

Einen anderen Betrachtungspunkt schildert IP 3, der das fehlende, ausgereifte Know-how über aktuelle technologische Möglichkeiten zur Aufbereitung und Wiederverwertung gerade in Reihen der Gesetzgebung kritisiert. Dadurch komme es zu Lücken und unerfüllbaren Anforderungen in der Gesetzes Lage, die niemand realistisch umsetzen kann. Dies ist auf den fehlenden Praxisbezug der dort agierenden Organe zurückzuführen.



Laut IP4 stehen die Ansprüche der Bevölkerung oftmals im Widerspruch mit sich selbst. Einerseits wird der Wunsch nach mehr Nachhaltigkeit, Ressourcenschonung und nach Verwendung natürlicher Rohstoffe immer größer, im Gegenzug ist jedoch niemand bereit zu Verzicht. Gerade in der Abfallwirtschaft ist dies daran zu erkennen, dass einerseits eine Wegwerfgesellschaft vorherrscht, die zwar sehr viel und ständig konsumiert, ihre Überbleibsel, nämlich der Abfall, aber weder sichtbar noch hörbar und am besten ohne jegliche Gerüche oder Kosten beseitigt werden sollen. Dies ist so nicht möglich und hierbei fordert IP4 noch viel mehr Öffentlichkeitsarbeit, damit das Bewusstsein geschärft wird, dass ein ökologischeres Dasein, Verzicht und Kompromisse mit sich ziehen muss.

Die Hypothese kann also nur teilweise bewiesen werden, denn jedem ist die Möglichkeit geboten sich mit diesem Thema auseinanderzusetzen und sich somit fundamentales Wissen anzueignen. Für Expertenwissen und Details muss jedoch durchaus mehr Aufklärung stattfinden und für die gesetzlichen Rahmenbedingungen Experten mit mehr Praxisbezug eingebunden werden.

#### 4.3 Weitere ergänzende Aussagen und Erkenntnisse

Grundsätzlich wurde von fast allen Experten angemerkt, dass die Wiederverwendung aller Materialien möglich ist. Wichtig ist vor allem, dass das Material sortenrein vorliegt. Sollte dies nicht der Fall sein, sind die Kosten die beim Trennen des Materials entstehen ausschlaggebend. Denn bei jeder Wiederverwendung ist vor allem die Wirtschaftlichkeit und Rentabilität entscheidend. Entstehen durch Transport, Aufbereitung und Wiederverwendung zu hohe Aufwände, ist der Sekundärrohstoff nicht wettbewerbsfähig und somit nur schwer für eine Wiederverwendung zu rechtfertigen.

Verbundwerkstoffe, also Stoffe, die nur schwer lösbar miteinander verbunden sind, bilden für eine sortenreine Trennung die größten Schwierigkeiten. Das sind beispielsweise, wie der Name schon sagt Verbunddecken, jegliche Fußbodenaufbauten oder ähnliches. Hierfür müssen Lösungen gefunden werden, zum einen das Material mit chemischen Methoden zu trennen und außerdem muss bereits bei der Planung darauf geachtet werden, dass leichter trennbare Verbindungen gewählt werden und somit der Rückbau bereits in der Planung mit betrachtet werden.

Desweiteren bilden alle giftigen Materialien große Hindernisse für die Kreislaufwirtschaft. Wie alle Experten immer wieder betonen, waren in den 90er Jahren, die zum Betonieren benötigten Abstandhalter aus Asbest. Dies hat zur Folge, dass aktuell der Großteil des vorhandenen Betons mit Asbest belastet und dadurch ohne vorbereitende Maßnahmen als gefährliche Abfälle gelten. Dies ist vor allem ein Hindernis für jegliche Wiederverwendungen und Wiederverwertungen. Es gibt laut IP4 Möglichkeiten diese belasteten Materialien zu kontaminieren, allerdings muss dies von Spezialisten durchgeführt werden, die nicht nur sehr lange für das Entfernen brauchen, sondern auch enorme Kosten für Schutzmaterialien sowie Arbeitsanforderungen, wie Pausen etc. verursachen.

Aber nicht nur Asbest auch Materialien wie Mineral- oder Steinwolle stellen für die Wiederverwendung Problematiken dar. Schwierigkeiten entstehen vor allem bei Wollen, die vor 1998 (Fachvereinigung Mineralwolleindustrie, 2021) eingebaut wurden. Der Kontakt mit diesen Materialien kann gesundheitliche Folgen mit sich ziehen. Es ist es vor allem schwer, das Herstellungsjahr der Materialien zu beziffern und zu erkennen. Abbildung 14 zeigt beispielhaft einen Auszug aus einem Leitfaden, der den Entsorgern an die Hand gegeben wird, um Mineralwolle zu erkennen und zu entscheiden, aus welchem Jahr diese stammt. Wie IP4 anmerkt, ist dies für einen Leien fast unmöglich. Außerdem kann das zeitlich und auch maschinell bei einem Gebäude mit verschiedenen Bauabschnitten nicht realistisch durchgeführt werden. Das hat zur Folge, dass fast das ganze Material deponiert wird



Abbildung 14: Steinwolle erkennen (Fachvereinigung Mineralwolleindustrie, 2021)

Generell ist die Bereitschaft etwas zu ändern da und wird jedenfalls teilweise vom Staat eingefordert, allerdings gibt es in der Umsetzung noch Probleme aufgrund des wirtschaftlichen, aber auch technischen Drucks.

Durch die Auswertung der wichtigsten Aussagen ist klar geworden, dass die Grundlage für eine effektive Wiederverwendung zum einen die sorgfältige Planung sowohl des Neubaus, als auch des Rückbauablaufes und zum anderen eindeutig die Zeit darstellt. Es ist unumgänglich sortenreines Material zu erzeugen und somit Verunreinigungen zu entfernen, damit das Material problemlos wiederverwendet werden kann, allerdings erfordert dies ein sorgfältige Organisation und ein gutes Zeitmanagement im Voraus.

## 5. Referenzprojekt



### 5.1 Objektbeschreibung

Bei dem Objekt handelt es sich um ein Einfamilienhaus / Skihütte, das 1963 als Musterhaus einer geplanten Feriensiedlung gebaut wurde. Diese befindet sich auf ca. 2000 Metern, zugehörig der Gemeinde Afers, bei Brixen in Südtirol. Das Projekt wird im Frühjahr 2021 abgerissen und durch einen Neubau ersetzt. Dieser Abbruch wird protokolliert und als Referenzprojekt genutzt, um genauere Informationen über den genauen Abbruchablauf, die Kommunikation zwischen den einzelnen Stakeholdern sowie über die aktuellen Verwertungspotentiale von Baurestmassen, zu erlangen. Hierfür werden die beim Abriss anfallenden Baurestmassen in Art und Menge protokolliert sowie eine Fotodokumentation und ein Abbruchtagebuch des gesamten Abbruchs erstellt. Augenmerk wird hierbei auf die verwendeten Materialien und den Abrissprozess gelegt. Außerdem soll untersucht werden, welche Menge Abfall auf die Größe eines solchen Projektes anfallen und inwieweit Materialien wiederverwendet werden, recycelt oder auf Mülldeponien landen. Eine untergeordnete Rolle spielt der Aushub des Erdreichs für den Neubau. Hier soll lediglich beobachtet werden, wo die Bodenmassen eingesetzt werden können. Der Abbruch wird von Anfang an mittels einer Materialliste und mittels eines Abbruchtagebuchs protokolliert. Mit Hilfe der vorhandenen Pläne, sowie durch Besichtigungen und anderen Untersuchungen wurde im Vorhinein eine Materialliste der zu erwarteten anfallenden Materialmassen erstellt. Aufgeteilt wurde in die verschiedenen Materialien, Einsatzort und Mengen. Außerdem wird täglich ein kurzes Ablaufprotokoll zur besseren Übersicht erstellt.

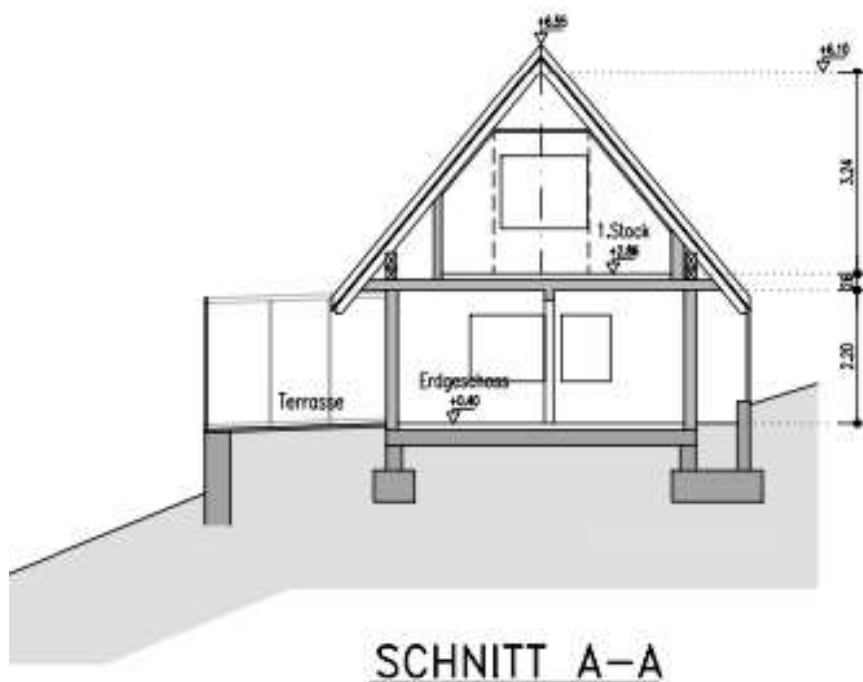
## 5.2 Lage und Umgebung

Das Objekt befindet sich abgelegen auf 2000 Metern Höhe in der Nähe der Stadt Brixen in Italien. Brixen ist eine ca. 22.000 Einwohner Stadt im Norden Italiens. (Wikipedia, 2022) Diese ist die drittgrößte Stadt Südtirols und lokales Wirtschaftszentrum der Bezirksgemeinschaft Eisacktal. Anzumerken ist, dass es sich hierbei um ein eher ländliches Stadtgebiet mit gut ausgebauter Infrastruktur und eine aktuell stark florierende Bauwirtschaft handelt. Dennoch sind die Arbeitsweisen im Vergleich konservativ und Entwicklungstechnisch noch nicht so weit fortgeschritten wie z.B. im Ballungsgebiet Wien. Aufgrund der überschaubaren Größe ist ein stark Nachbarschaftliches Verhalten zu erkennen, was sich vor allem in der Kommunikation und der Verbundenheit der verschiedene Stakeholder widerspiegelt.

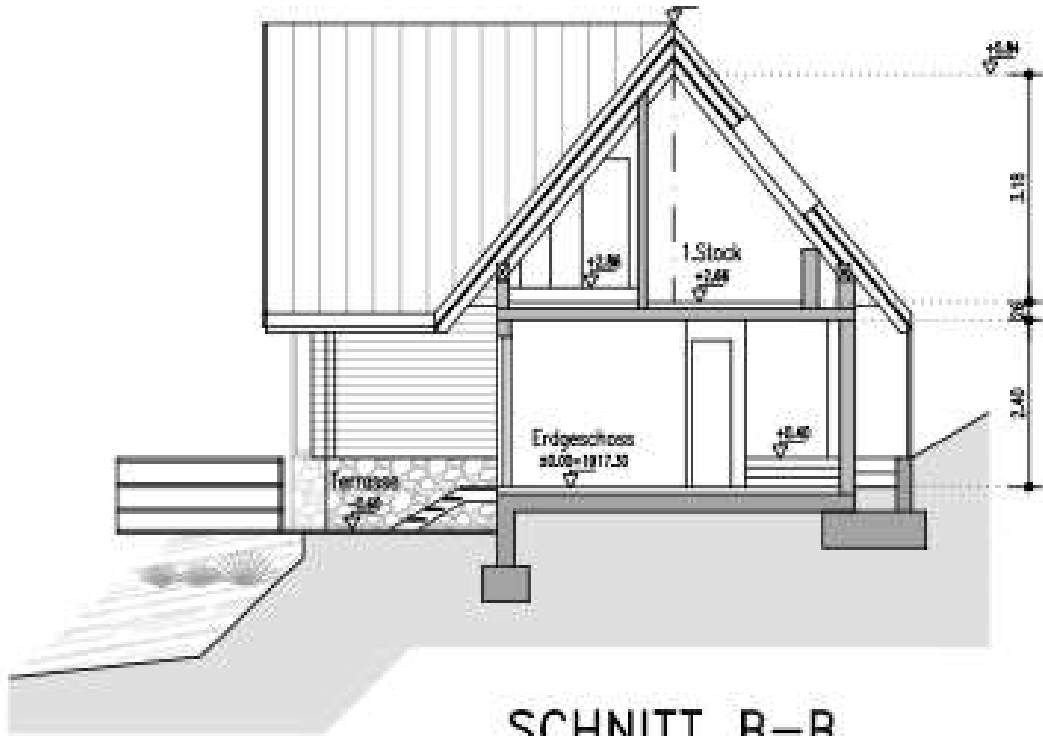
Ein weiterer wichtige Aspekt der vorliegenden Lage des Gebäudes bildet die Höhe. Auf zweitausend Metern über dem Meeresspiegel ist die Bauzeit auf Grund der Witterungsverhältnisse eingeschränkt. Die Bauzeit variiert sehr mit den Schneebedingungen und ist ca. von Mai bis Ende November. Deshalb konnte auch der Beginn des Abbruchs, nach Öffnung der italienischen Grenzen, die im Frühjahr 2021 auf Grund der Corona Maßnahmen geschlossen waren, nicht nach hinten verschoben werden und somit keine zusätzliche Zeit für verwendungsorientierten Rückbau geschaffen werden.

## 5.3 Grundrisse und Schnitte

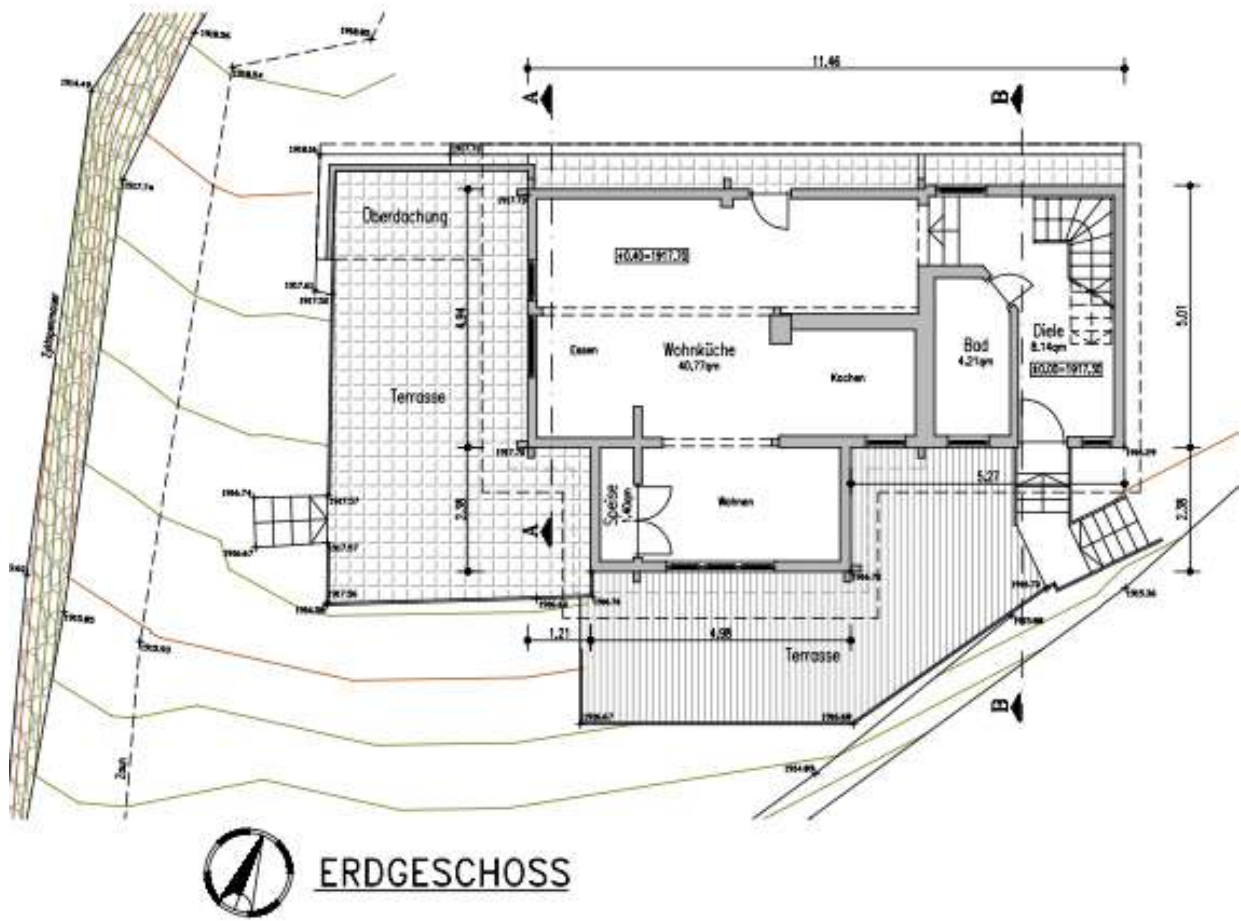
Im Folgenden sind die Ansichten sowie die Grundrisse des Projekts aufgezeigt, um dem Leser einen Überblick über das betrachtete Objekt und eine Größeneinordnung zu erlangen. Alle Daten wurden von ausführenden Architekturbüro ohne namentliche Nennung zur Verfügung gestellt.



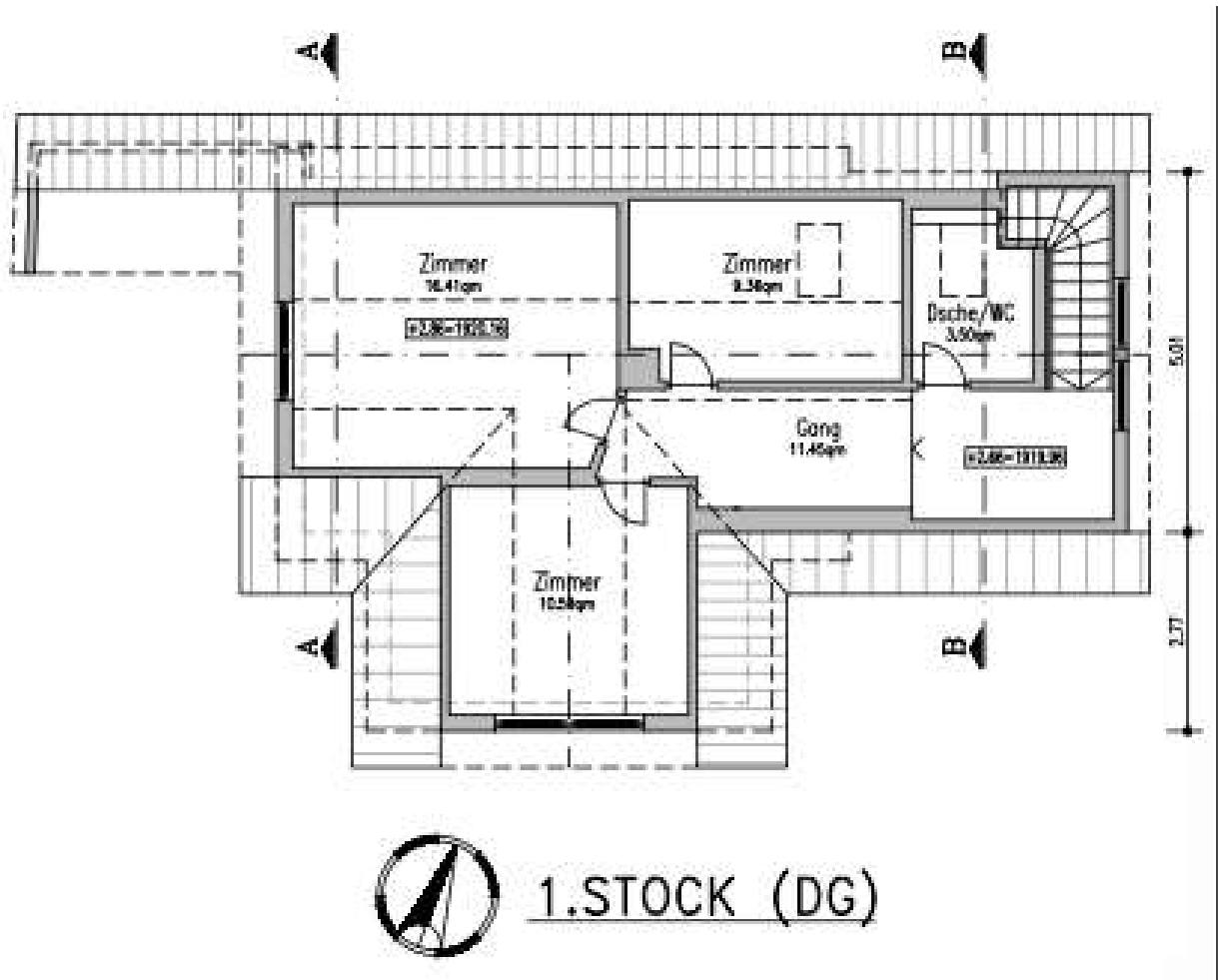




**SCHNITT B-B**



**ERDGESCHOSS**



## 5.4 Kubatur und Maße

Tabelle 2: Kubatur und Maße des Projekts

	Kubikmeter	Quadratmeter
<b>Skihütte Bestand</b>	315 m <sup>3</sup>	120 m <sup>2</sup>
<b>Skihütte NEU</b>	730 m <sup>3</sup>	270 m <sup>2</sup>
<b>Aushub Material für die neue Hütte</b>	1897 m <sup>3</sup>	- m <sup>2</sup>

## 5.5 Ablauf des selektiven Abbruchs

Selektiver Abbruch ist das maschinelle Rückbauen eines Gebäudes ohne händische Ausspachtelung im Vorfeld. Das Trennen des Materials findet nachträglich und händisch am Boden statt. (Rosen, 2018, p. 20) Abbildung 15 zeigt einen Überblick des Rückbaus unter Einbeziehung der Stakeholder sowie die Art der Kommunikation zwischen den verschiedenen Parteien.

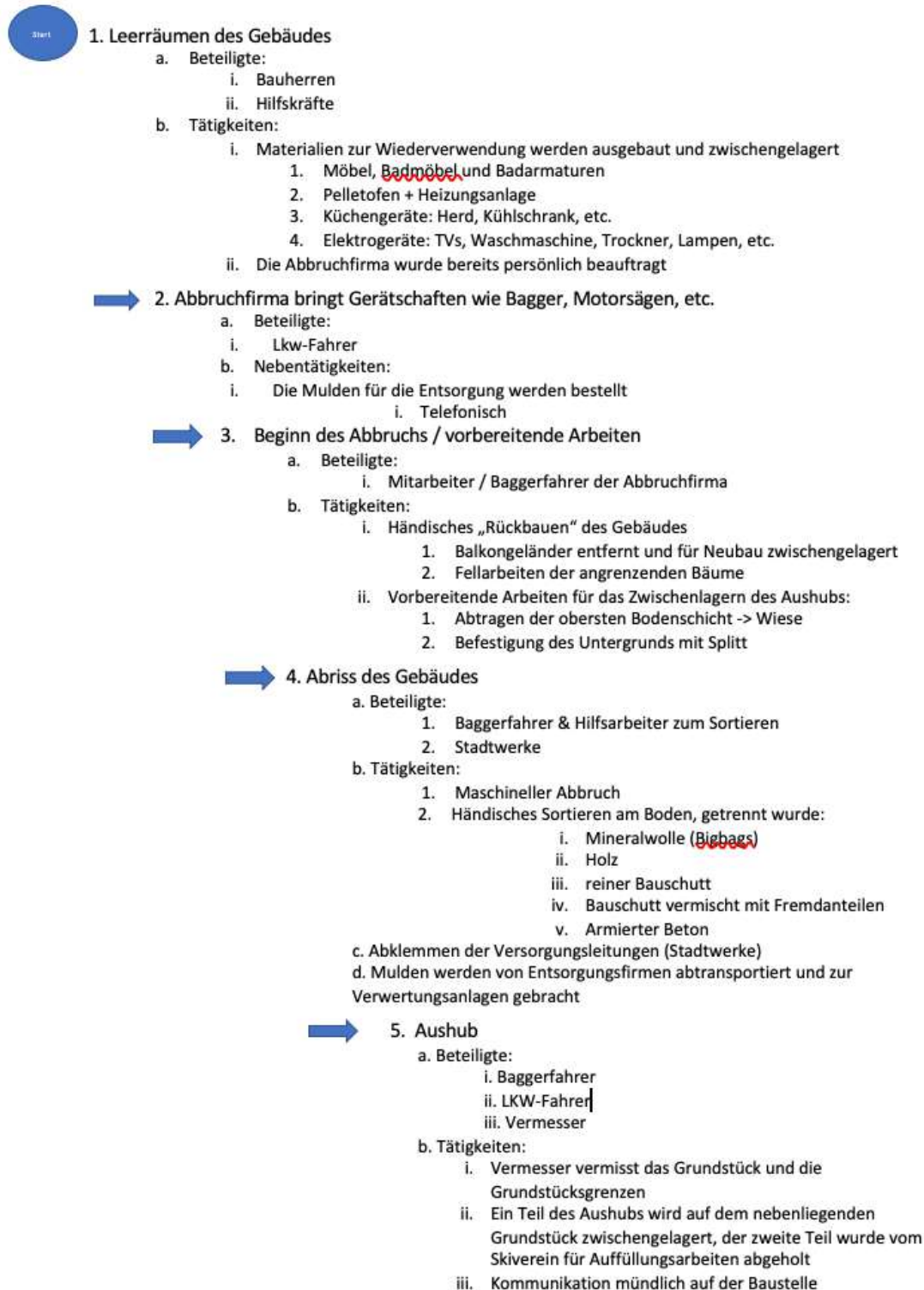


Abbildung 15: Ablaufdiagramm Abbruch des Referenzprojektes



Der Abriss begann mit dem Leerräumen der Hütte und endete nach 11 Tagen mit dem Beginn des Aushubs. Der Abriss des Referenzprojektes beginnt am 06.05.2021. Zu diesem Zeitpunkt ist das abzureisende Haus bereits von allen für die Wiederverwendung gewünschten Bauteilen, wie Möbeln, Elektrogeräten z.B. Kühlschränke, Waschmaschinen, etc. leergeräumt. Auch die Badarmaturen, Heizkörper sowie Waschbecken und ähnliches sind ausgebaut und zum Wiedereinsatz zu einer anderen Baustelle gebracht. Lediglich die Möbel und Gegenstände, die nicht wieder verwendet werden, sind noch in der Hütte. Vor dem Objekt befindet sich außerdem ein im Boden versunkener Gastank, der komplett entleert und ausgebaggert werden muss. Alle Leitungen, Wasser, Gas & Strom sind bereits getrennt und die Stadtwerke haben bereits die Leitungsverläufe Wasser und Strom angezeichnet. Außerdem hat die Abbruchfirma die benötigten Maschinen wie Bagger, Motorsägen etc. für den Abbruch gebracht. Parallel wurden die für den Abbruch benötigten Abfallmulden per Mail von der ausführenden Abbruchfirma bestellt.

Am zweiten Tag ist ein Mitarbeiter der Abbruchfirma vor Ort. Dieser entfernt zuerst das Edelstahlgeländer vor der Hütte und lagert es für die Wiederverwendung zwischen. Dann werden alle Bäume, die auf dem zukünftigen Baugelände stehen, gefällt. Das Holz wird, wie vorher mündlichen vereinbart, vom Nachbarn abgeholt, der die Zirbenfichten schneidet und für spätere Arbeiten als Verkleidungsholz trocknet. Außerdem wird der Gastank ausgegraben und bis zur Entsorgung unterhalb des Grundstücks gelagert. Für die Zwischen- /Endlagerung des Aushubs am benachbarten Grundstück wird die obere Bodenschicht entfernt und die Zufahrt, die durch das neu entstandene Zwischenlager führte, weiter nach unten verlegt. Am Abend liefert die Recyclingfirma drei Abfallmulden an. Dabei gab es einen Container für Metall, Edelstahl und Blech, einen anderen Container für Styropor, Matratzen, etc. Im Laufe des Abbruchs werden mehrere LKW-Ladungen Holz weggebracht. Für das Entsorgen der Mineralwolle gibt es große Bigbags, die dann separat entsorgt werden.

Am dritten Tag wird der Lagerplatz für den Bodenaushub weiter ausgebaut und mit Splitt befestigt. Daraufhin wird die Hütte mit einem Greifbagger „auseinandergerissen“. Getrennt wird händisch am Boden.

Am Morgen des vierten Tages, sind Mitarbeiter der Stadt Brixen vor Ort, die den Strom abklemmen, sobald die Stromleitungen im Grund freigegeben sind, kommen sie erneut und verlegen den Baustrom. Aufgrund des schlechten Wetters ist es nicht möglich mit den LKWs zum Abrissort zu gelangen. Deshalb wird an diesem Tag die Mineralwolle händisch aufgesammelt und in Säcke gepackt. Die restliche Hütte wurde weitestgehend abgerissen und die Holzabfälle witterungsbedingt rechts und links zwischengelagert.

An den darauffolgenden zwei Tagen wird weiterhin händisch Material am Boden getrennt. Gerade die Mineralwolle war sehr mühsam zu sammeln, da sie überall in kleine Stücke zerstreut lag. Außerdem wurden mehrere Fuhren Holz abgeholt und das Abholen der vollen Container telefonisch veranlasst. Außer dem Betonfundament waren jetzt alle Materialien weggebracht worden.

Am Siebten Tag wurde das Fundament mittels Bagger abgetragen und mit mehreren LKW- abtransportiert. Danach wurde mit dem Aushubvorbereitungen und dem Ebnen begonnen. Das für spätere Aufschüttungen benötigte Material wird oberhalb der Hütte gelagert und alle Leitungen werden freigelegt. Damit war der offizielle Abbruch abgeschlossen. Daraufhin folgten weitere Kanalarbeiten sowie Vermessungs- und Aushubarbeiten für den Neubau des darauf entstehenden Gebäudes.

## 5.6 Kommunikation während des Abbruchs

Während des Abbruchs fand die Kommunikation vor allem telefonisch, persönlich oder per Mail statt. Da es sich beim betrachteten Referenzprojekt um ein Bauobjekt in einer eher ländlichen Gegend handelt, ist zu erkennen, dass aufgrund der hohen Vertrautheit der verschiedenen Stakeholder eine vergleichbar einfache und schnelle Kommunikation stattfindet. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die verschiedenen Unternehmen aufgrund der regelmäßigen Zusammenarbeit eine Vertrautheit geschaffen haben, bei der noch relativ viele Geschäfte über die sogenannte Handschlagkultur abgewickelt werden. Das bedeutet, dass sich die Leute weitestgehend daranhalten und drauf vertrauen, das mündlich vereinbarte einzuhalten. Dies erleichtert in vielen Situationen die Kommunikation und ermöglicht schnelles Handeln, allerdings ist es für die spätere Nachvollziehbarkeit bei Fehlern oder Problematiken schwierig bzw. sobald die Größe der Objekte nicht mehr durch wenige Personen vertretbar ist, für Nachfolger oder Außenstehende nicht nachvollziehbar.

## 5.7 Persönliche Erfahrung und Schlüsse aus dem Abbruch

Alles in allem war es eine sehr erkenntnisreiche Erfahrung, die einen realistischen Einblick in den Ablauf eines Hausabbruchs geliefert hat. Erwartet wurde anfangs ein strukturiertes Abtragen und Verwerten der verschiedenen Materialschichten des Bauwerks. Dies wurde von der Realität allerdings sehr schnell revidiert. Nachdem die Hütte von den Möbeln, die wiederverwendet werden, leergeräumt war, endete die Phase der Wiederverwendung. Die Hütte war innerhalb von drei Tagen mehr oder weniger abgerissen. Dabei wurde das Haus mit einem Greifarm, der vorne am Bagger befestigt war, wortwörtlich „auseinandergerissen“. Getrennt wurde am Boden und das getrennte Material dann von den Mülldeponien abgeholt. Hätte der prozentuale Anteil der Wiederverwendung erhöht werden sollen, hätte sich der Bauherr eigenständig um ein organisiertes Ausbauen und Weitergeben z.B. der Bad Möbel, Fenster, o.ä. kümmern müssen. Dies war aufgrund der Lage des Objektes sowie der zeitlichen Eingrenzung, wegen der späten Einreise aufgrund der Corona Regelungen nicht möglich. Größtes Hindernis war in diesem Fall die Zeitknappheit sowie fehlende Kontakte. Im Nachhinein betrachtet, wäre es jetzt auf jeden Fall einfacher gewesen, da über die kurze Bauzeit viele Kontakte geknüpft wurden und immer mehr Abnehmer bekannt werden. Beziehungen und Kontakte spielen hier im eher ländlichen Bereich durchaus eine wichtige Rolle.

## 5.8 Materialliste und Materieller Gebäudepass

Vor Beginn des Abrisses wird ein materieller Gebäudepass gemäß Kovacic (Kovacic & Honic, 2019) erstellt, um die berechneten anfallenden Abfallmassen vergleichbar mit den tatsächlich angefallenen Massen zu machen. Die tatsächlich angefallenen Abfallmassen werden von der ausführenden Abrissfirma zu Verfügung gestellt und sind in Abbildung 16 beschrieben.

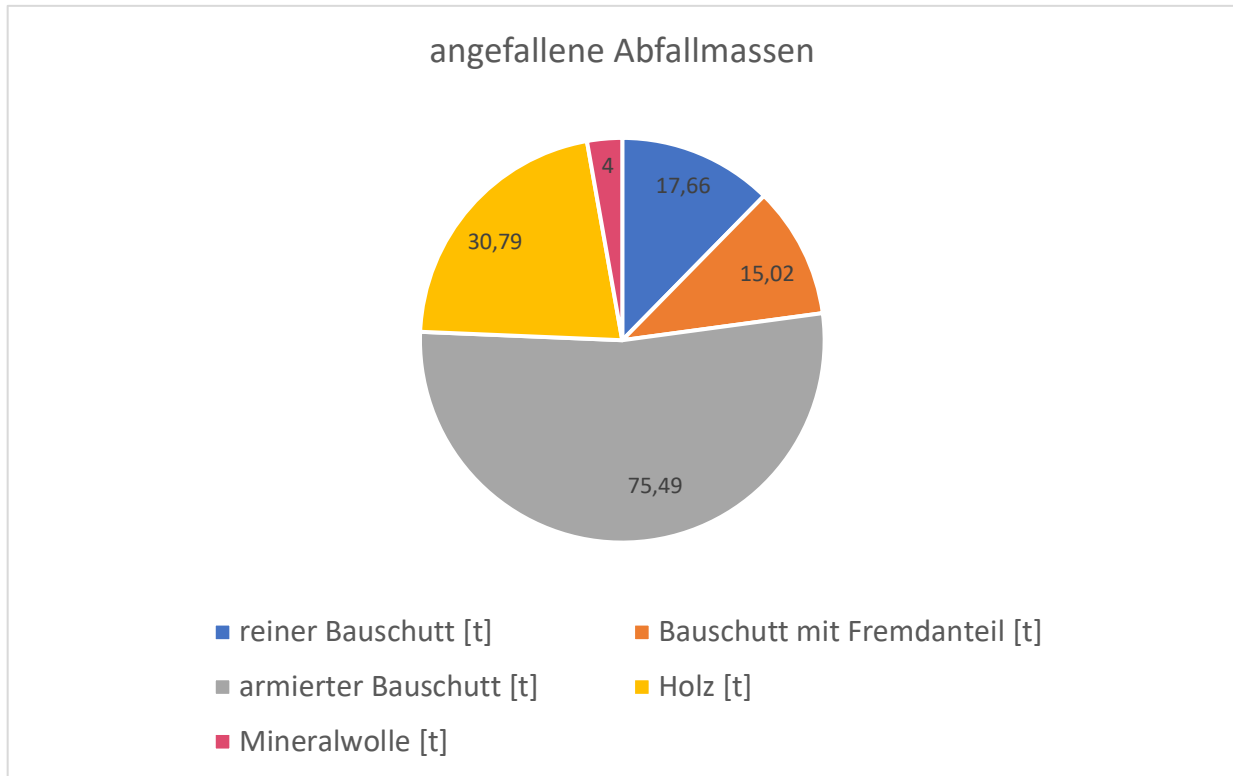


Abbildung 16: angefallene Abfallmassen

Für das Erstellen des materiellen Gebäudepasses, wird das Gebäude fiktiv in eco2soft erstellt. Eco2soft ist eine Materialdatenbank, in der verschiedene Aufbauten mit hinterlegten Materialien bestückt und nachgebildet werden können. Grundlage hierfür ist eine Mengenermittlung. Hierfür werden die Quadratmeter und Mengen der verschiedenen Aufbauten berechnet. Die zu bemessenden Bauteile sind: Außenwand, Innenwand, Dach, der Fußbodenaufbau im EG und OG sowie die Terrasse. Abbildung 17 zeigt den Aufbau des Daches, das von außen nach innen, aus einem Kupferblech, einer Holz Lattung, Mineralwolle als Dämmmaterial sowie einer Holzspanplatte besteht.

**Baut:** THEURL-Brettschichtholz (Fichte)

Allgemeine Daten		Berechnete Kennwerte:	
Bezeichnung, Menge:		Gesamtdicke:	0,1280 m
Typ:		U-Wert :	0,402 W/m <sup>2</sup> K
Bemerkung:		flächenspez. Masse:	77,7 kg/m <sup>2</sup>
		$\Delta OI3$ (BG3):	?
		Nutzungsdauer :	ganzzahlige Austauschzyklen im Betrachtungszeitraum lt. Norm EN 15804
		Art:	Neubau

[Bearbeiten](#)

Nr.	Typ	Schicht	d [cm]	$\lambda$ [W/mK]	Neu
O> 1		Kupfer...	0,500	380,000	
2		THEUR...	2,500	0,120	
3		Steinw...	8,000	0,040	
U> 4		Holzsp...	1,800	0,130	

[Bearbeiten](#) [Kopieren](#) [Löschen](#)

Weitere Bestandteile (nicht U-Wert relevant, ohne Bauteilaufbau)

**Löschen**
 **Druckansicht**

**Kopieren**
 **Nutzungsdauer**

**Aktualisieren**

[← zurück zur Bauteilliste](#)

**Querschnitt**

2D-Grafik

Abbildung 17: Dachaufbau des Referenzprojektes aus Eco2Soft (eco2soft, 2021)

Die Materialien, die in eco2soft hinterlegt sind, beinhalten dann verschiedene Materialdaten und Eigenschaft wie zum Beispiel die Verwertungsquoten, das Global Warming Potential (GWP), welches das Potential zur Erderwärmung darstellt, das Adification Potential (AP), zu deutsch das Versauerungspotential der Meere sowie die Primary Energy Intensity (PEI), was den Primärenergiebedarf. Abbildung 18 zeigt eine Kopie der aus ECO2Soft von den hinterlegten Daten einer Holzspanplatte für den Gebrauch innen. Von Bedeutung für die Berechnung waren die rot markierten Daten. Diese sind vor allem die Dichte in kg/m<sup>3</sup>, das GWP in kg CO<sub>2</sub> equ./Funkt. Einheit, das AP in kg SO<sub>2</sub> equ./Funkt. Einheit, sowie PEI in MJ/Funkt. Einheit. Die Verwertungsquote der einzelnen Materialien ist ebenfalls angegeben. – Siehe blaue Markierung in Abbildung 18. Diese zeigt an, wie viel Prozent der vorliegenden Materialien wiederverwendet oder als Abfallmasse anfallen.

### Verwendetes Material

In der folgende Tabelle werden die Daten des Materials, das im Bauteil verwendet und mit ihm gespeichert wird, den Daten im baubook gegenübergestellt. Gibt es Unterschiede (farblich hinterlegt), wurde das Material im baubook aktualisiert, nachdem es von Ihnen in das Bauteil geladen wurde. Wenn Sie möchten, können Sie die aktualisierten Daten auch auf Ihr Bauteil übernehmen ("Material aktualisieren").

Erstellung der Komponente: **15. 7. 2021, baubook**

	Einheit	Verwendetes Material	Datenbestand in baubook	Unterschied
<b>Material</b> (Deutsch)		Holzspanplatten innen (650 kg/m <sup>3</sup> )	Holzspanplatten innen (650 kg/m <sup>3</sup> )	-
<b>Material</b> (Englisch)		Internal chipboard (650 kg/m <sup>3</sup> )	Internal chipboard (650 kg/m <sup>3</sup> )	-
Spez. Wärmeleitfähigk. (λ)	W/mK	0,13	0,13	-
Dichte	kg/m <sup>3</sup>	650	650	-
Flächengewicht	kg/m <sup>2</sup>			-
Schraffur	Nummer	22	22	-
PENRT	MJ/Funkt. Einh.	8,30072	8,30072	-
PENRE	MJ/Funkt. Einh.	6,459396	6,459396	-
PENRM	MJ/Funkt. Einh.	1,841324	1,841324	-
GWP total	kg CO <sub>2</sub> equ./Funkt. Einh.	-1,354453	-1,354453	-
GWP fossil	kg CO <sub>2</sub> equ./Funkt. Einh.	0,386337	0,386337	-
GWP bioogenic	kg CO <sub>2</sub> equ./Funkt. Einh.	-1,74079	-1,74079	-
AP	kg SO <sub>2</sub> equ./Funkt. Einh.	0,001665	0,001665	-
Eutrophierungspotenzial (EP)	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /Funkt. Einh.	0,000652461503	0,000652461503	-
PERT	MJ/Funkt. Einh.	18,0038000231	18,0038000231	-
PERE	MJ/Funkt. Einh.	2,29540002309	2,29540002309	-
PERM	MJ/Funkt. Einh.	15,7084	15,7084	-
POCP (Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon)	kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /Funkt. Einh.	0,000117982299	0,000117982299	-
ODP (Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht)	kg CFC-11/Funkt. Einh.	0,000000047954	0,000000047954	-
Funktionale Einheit		kg	kg	-
Entsorgung_Ist	Schulnote	3	3	-
Entsorgung_Pot	Schulnote	3	3	-
Entsorgung_Min	%	0	0	-
Entsorgung_Org	%	100	100	-
Entsorgung_Met	%	0	0	-
Dicke(n), Dickenbereich(e)				-

im baubook anzeigen

Material aktualisieren Fenster schließen

Abbildung 18: Materialdaten einer Holzspanplatte (eco2soft, 2021)

Dabei werden wie Abbildung 19 zeigt, die Verwertungspotentiale in fünf Verhältnisstufen eingeteilt wobei 1 das Potential mit dem wenigsten Abfallaufkommen und 5 sogar mit mehr als der Baumasse anfallenden Abfallaufkommen darstellt.

Verwertungspotential	Recycling	Abfall
1	75%	25%
2	50%	50%
3	25%	75%
4	0%	100%
5	0%	125%

Abbildung 19: Übersicht der Verwertungspotentiale und der Prozentuale Anteil an Recycling und Abfall

Mit Hilfe dieser Daten wird dann in Excel eine Übersicht, eingeteilt in die verschiedenen Bauteile, erstellt. Dafür wird zuerst für jedes Bauteil eine Datensammlung und Berechnung der anfallenden Abfall- und Recyclingmassen erstellt. Tabelle 3 zeigt eine solche Aufstellung der übertragenen Daten am Beispiel des Dachaufbaus.

Tabelle 3: MGP Bauteilübersicht Dachaufbau, Datenübertragung aus IBO

A	Bauteilaufbau	Dicke der Schicht [m]	Dichte IBO [kg/m <sup>3</sup> ]	GWP (100) [kgCO <sub>2</sub> eq./kg]	AP [kg SO <sub>2</sub> eq./kg]	PEI <sub>ne</sub> [MJ/kg]	Flächenbez. Masse [kg/m <sup>2</sup> ]	Masse bei Abriss [kg]
1	Kupferblech	0,01	8900	1,73	0,08367	25	89	8.681,06
2	Brettschicht-holz	0,025	475	-1,197	0,002571	8,0724	11,875	1.158,29
2	Steinwolle	0,08	120	1,94	0,0141	21,36	9,6	936,38
1	Brettschicht-holz	0,02	650	-1,35	0,0017	6,46	13	1.268,02
	Σ	<b>0,115</b>						<b>10.775,73</b>

Tabelle 4 zeigt das weitere Vorgehen, zur Berechnung der anfallenden rezyklierbaren Massen sowie die anfallenden Abfallmassen. Hierfür werden wie die aus Abbildung 19 aufgeführten Verwertungsquoten wiederverwendet und mit deren Hilfe die Massen berechnet.

Tabelle 4: MGP Bauteilübersicht Dach, Verwertungsquoten & die daraus errechneten Abrissmassen

A	Bauteilaufbau	Verwertungspotential	Rezyklierbare Masse bei Abriss [kg]	Abfall Masse [kg]	GWP (100) [kgCO <sub>2</sub> eq./kg]	AP [kg SO <sub>2</sub> eq./kg]	PEI <sub>ne</sub> [MJ/kg]
1	Kupferblech	1	6.510,80	2.170,27	15,02	726,34	215,11
2	Brettschicht-holz	1	868,72	289,57	1,39	2,98	9,35
2	Steinwolle	4	-	936,38	1,82	13,20	20,00
1	Brettschicht-holz	3	317,01	951,02	1,71	2,16	8,19
	Σ		<b>7.696,52</b>	<b>4.347,24</b>	<b>15,45</b>	<b>742,53</b>	<b>244,46</b>

Zum Schluss wurden die gesamt anfallenden Abfall- und Recyclingmassen des gesamten Gebäudes zusammengefasst und in einer Übersicht erstellt. Zuerst gegliedert nach den Abfällen der verschiedenen Bauteile, siehe Tabelle 5.



*Tabelle 5: MGP Abfallmassen sortiert nach Bauteilen*

	Rezyklierbare Masse [kg]	Abfallmasse [kg]
Außenwand	3.833,85 kg	2.842,72 kg
Innenwand	453,31 kg	1.862,06 kg
Dach	7.696,52 kg	4.347,24 kg
Fußboden EG	59.114,07 kg	59.187,66 kg
Fußboden OG	1.243,83 kg	534,52 kg
Terrassenboden	486,41 kg	162,14 kg
<b>Summe:</b>	<b>72.727,98 kg</b>	<b>68.936,34 kg</b>
<b>Gesamtmasse:</b>		<b>141.664,32 kg</b>

Tabelle 6 liefert die Darstellung der Massen gegliedert nach den unterschiedlichen Materialien. Dies wurde erstellt, da die tatsächlichen angefallenen Massen wie in

Tabelle 7 ersichtlich, nach dem gleichen Schema aufgelistet wurden und es somit einfacher ist, die realen mit den berechneten Massen aus dem MGP zu vergleichen.

*Tabelle 6: Mittels MGP errechneten anfallende Abfallmassen*

	Rezyklierbare Masse [kg]	Abfallmasse [kg]
Reiner Bauschutt	58.186,80 kg	58.186,80 kg
Bauschutt vermischt mit Fremtteilen		
Armierter Beton		
Holz	8.030,39 kg	5.945,81 kg
Steinwolle	-	2.633,47 kg
Metall	6.510,80 kg	2.170,27 kg
<b>Summe:</b>	<b>72.727,98 kg</b>	<b>68.936,34 kg</b>
<b>Gesamtmasse:</b>		<b>141.664,32 kg</b>



Tabelle 7: tatsächlich angefallenen Abfallmassen

	Abfallmasse [kg]
Reiner Bauschutt	17.660,00 kg
Bauschutt vermischt mit Fremtteilen	15.020,00 kg
Armierter Beton	75.490,00 kg
Holz	30.790,00 kg
Steinwolle	3.950,00 kg
<b>Summe:</b>	<b>142.910,00 kg</b>

Aufgefallen ist, dass gerade bei den angefallenen Holzmassen eine deutliche Abweichung aufgetreten ist. Dies ist allerdings dem zu zuschreiben, dass Elemente wie die Holzmassivtreppe, die Innentüren sowie Fenster nicht in eco2Soft erfasst wurden und somit in der Massenermittlung fehlen. Die Abweichung bei den Betonmassen, nämlich die Tatsache, dass weniger als berechnet angefallen ist, ist darauf zurückzuführen, dass Teile des Fundamentes beim Aushub mit untergemischt wurde und nicht alles zu 100% abtransportiert, sondern als gebrochenes Gesteinsmaterial für spätere Auffüllungen zwischengelagert wurde. Ursache für die Unstimmigkeiten waren also die ungenaue Bestandsaufnahme sowie Abweichungen durch ungenaues Sortieren bzw. Untermischen des Fundamentes zu dem Aushubmaterial. Die Abweichungen bei der Steinwolle sind mit der unerwarteten großzügigen Verwendung von Dämmmaterial, das nicht kalkulierbar war, zu erklären. Da sich das betrachtete Objekt auf fast 2000 Metern über dem Meeresspiegel befindet und dort teilweise Extremtemperaturen herrschen, wurde bei der Sanierung mehr Steinwolle eingebracht als nötig. Alles in allem können alle Abweichungen erklärt werden und somit bildet der MGP das vorhandene Gebäude durchaus richtig ab. Auf Grundlage dieser Materialien kann nun weitergearbeitet werden, wobei für die Kostenaufstellung mit den tatsächlich angefallenen Kosten der Baufirma weiter gerechnet wird.

Abschließend zeigt Abbildung 20 die Recyclingnoten eines Gebäudes an. Diese geben an, wie viel Prozent der angefallenen Abfallmasse rezyklierbar ist. Die Einstufung erfolgt in einer Abstufung nach Schulnoten von 1-5. Dabei stellt 1 die ökologischste und 5 die schlechteste Variante dar. Wie aus den Werten aus Tabelle 6 errechnet wird, können 51,3% des gesamten Abfallmaterials des Gebäudes recycelt werden. Dies entspricht gemäß Kovacic (Kovacic & Honic, 2019) einer Recyclingnote von 2,5. Die hier berechnete Recyclingnote basiert auf den tatsächlich berechneten Massen aus dem MGP auf Grundlage der Planungsunterlagen.

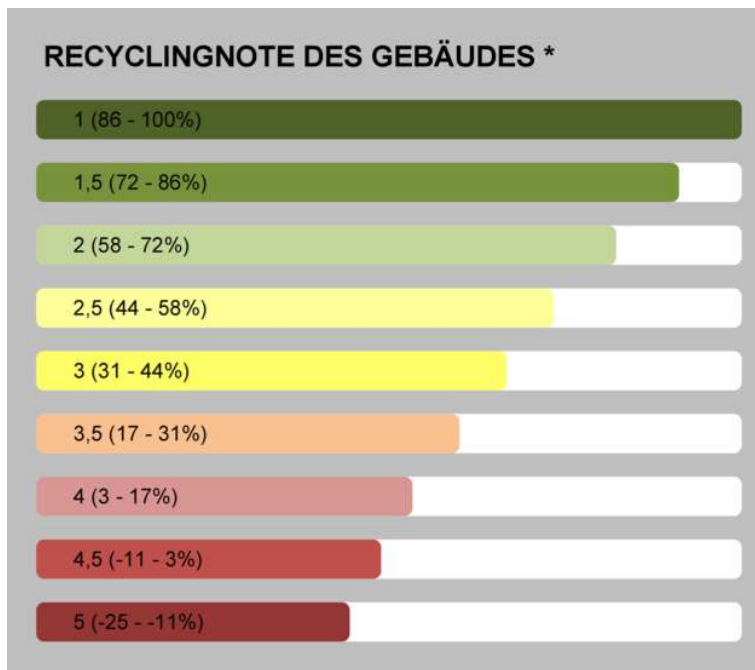


Abbildung 20: Recyclingnotenverteilung (Kovacic & Honic, 2019)

Es folgt ein Vergleich mit einem Modell, das auch für die spätere Kostenberechnung verwendet wird. Dieses beinhaltet lediglich die Gebäudebestandteile, die trotz verwertungsorientierter Rückbaumaßnahmen übrigbleiben. Die dort anfallenden Abfallmassen berechnen sich, wie Tabelle 8 zeigt, in Summe auf 8.599,98 kg.

Tabelle 8: Mengenaufstellung optimierte Variante

	Rezyklierbare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]
Außenwand		6.676,57 kg
Innenwand	1.813,24 kg	502,13 kg
Dach	11.107,37 kg	936,38 kg
Fußboden EG	117.816,84 kg	484,89 kg
Fußboden OG	1.678,35 kg	-
Terrassenboden	648,55 kg	-
<b>Summe</b>	<b>133.064,35 kg</b>	<b>8.599,98 kg</b>
		<b>141.664,32 kg</b>

Das bedeutet, dass durch das Verschenken und Verkaufen der übrigen Materialien fast 94% der Gesamtmassen rezyklierbar sind bzw. wiederverwendet und somit nicht als Abfallmasse deklariert werden. Dies führt dazu, dass die optimierte Variante die Bestbewertung mit einer 1 als Recyclingnote des Bewertungssystem erreicht. Abbildung 21 zeigt, die eindeutige Verbesserung der Recyclingquote bei der optimierten Variante im Vergleich zum Ursprungsprojekt.

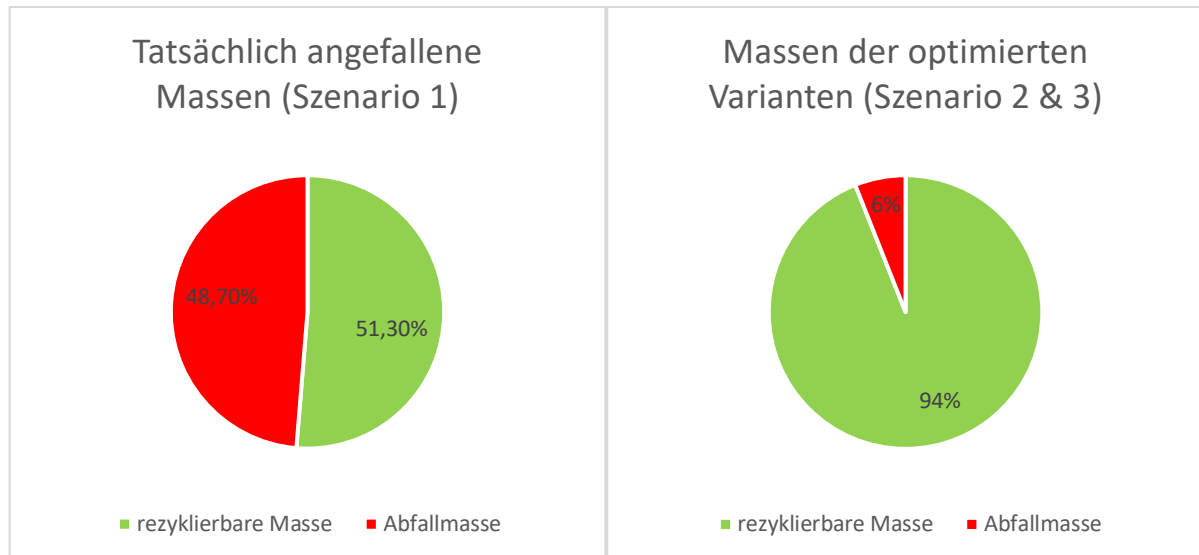


Abbildung 21: Vergleich der Recyclingquoten

Anzumerken ist, dass bei der Erstellung des MGPs nach Honig et al. (vgl. 2019, S.26 f.) in der Planungsphase den Materialien eine gewisse Lebensdauer zugeordnet wird. Diese beschreiben dann, wann und welche Bauteile nach welcher Zeit ausgetauscht werden müssen, da sie ihre gewünschten Eigenschaften nach der gewissen Zeit nicht mehr erfüllen können. Im vorliegenden Projekt wurden diese Bauteile nicht nach einer bestimmten Zeit gewechselt. Das Objekt wurde lediglich nach 40 Jahren teilweise saniert. Allerdings gibt es darüber keine Protokollierung und Informationen, da die Sanierung vom Eigentümer durch Eigenarbeit durchgeführt wurde. Daher beziehen sich alle Daten, die zum Vergleich herangezogen worden sind auf die einmalige Beseitigung der Materialien und die im Jahre 2000 durchgeführte Sanierung wird vernachlässigt, da es keine für die Berechnungen bedeutenden Informationen liefert.

## 5.9 MGP ökologische Betrachtung

Die Berechnung des MGPs beinhaltet jedoch nicht nur Massenanteile, sondern auch ökologische Indikatoren. Diese umfassen das Global Warming Potential (GWP), welches das Potential zur Erderwärmung darstellt, das Acidification Potential (AP), zu deutsch das Versauerungspotential der Meere sowie die Primary Energy Intensity (PEI), was den Primärenergiebedarf widerspiegelt. (Baubook., 2013)

Es folgt eine Gegenüberstellung der zwei Varianten wie auch im vorherigen Kapitel. Zum einen der realen Variante und zum anderen der optimierten Variante. Es soll damit aufgezeigt werden, dass durch einen verwertungsorientierten Rückbau nicht nur Kosten, also der ökonomische Aspekt verbessert werden kann, sondern ein solches Vorgehen durchaus einen positiven Einfluss auf den ökologischen Fußabdruck eines solchen Abbruchs hat. Wie in Abbildung 22 zu sehen, können alle drei Outputs enorm reduziert werden. Durch das Verschenken bzw. Weiterverwenden der Materialien beträgt der GWP nur mehr 13%, der AP 6,2% und der PEI 18% des ursprünglichen Wertes.

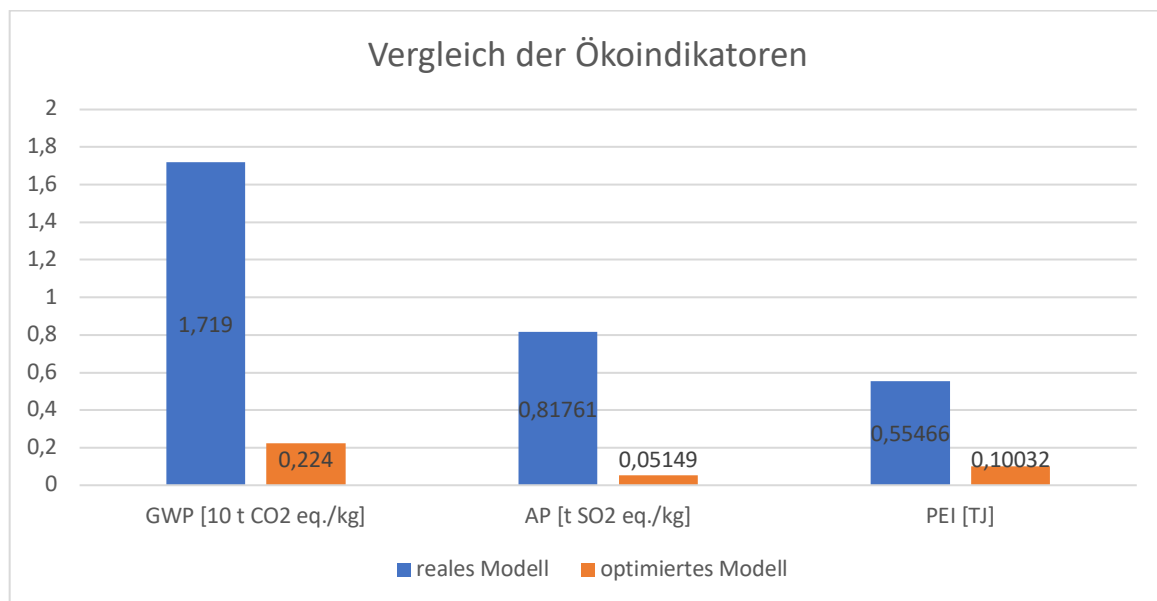


Abbildung 22: Vergleich der Ökoindikatoren

Die in eco2soft berechneten Werte weisen eine große Verbesserung der Ökodaten auf, Siehe Abbildung 23. Eco2soft bewertet die Gebäude nach einem gewissen Punktesystem. Diese Berechnungsmethode wandelt die Werte der drei Indikatoren GWP, AP und PEI in ein Punktesystem um. Diese geben dann Auskunft, wie gravierend sich ein Gebäude auf die Umwelt auswirkt. Dabei sind die Auswirkungen umso größer, desto höher die Punktzahl ist. Im vorliegenden Fall lag das Gebäude zu Beginn mit seinen realen Daten wie Abbildung 23 zeigt, ziemlich genau im Mittelfeld der Bewertung. (Baubook, 2017)

# OI3-Ausweis

## Ergebnisblatt Gebäude – Neubau



www.baubook.at/eco2soft  
Ökobilanz für Gebäude

Projektname: **Brixen Südtirol**

### Gebäude gesamt

<b>*OI3 BG3 BZF:</b>	534 Punkte	<b>BGF:</b>	120,58 m <sup>2</sup>
<b>PENRT:</b>	2.775 MJ / (m <sup>2</sup> BZF <sub>oi</sub> )	<b>BZF<sub>oi</sub>:</b>	147,83 m <sup>2</sup>
<b>GWP-total:</b>	89,4 kg CO <sub>2</sub> equ. / (m <sup>2</sup> BZF <sub>oi</sub> )	<b>Katalog der Ökokennzahlen:</b>	IBO-Richtwerte 2012
<b>AP:</b>	3,20 kg SO <sub>2</sub> equ. / (m <sup>2</sup> BZF <sub>oi</sub> )	<b>Nutzungsdauer berücksichtigt:</b>	ganzzahlige Austauschzyklen im Betrachtungszeitraum lt. Norm EN 15804
<b>Leitfadenversion OI3:</b>	V4.0 (September 2018)	<b>Betrachtungszeitraum:</b>	100 Jahre
		<b>Nutzungsdauerkatalog:</b>	2018



\* Berücksichtigung der Herstellungsphase (A1-A3) und der Verwendungsphase (B1-B4) von EN 15804

Abbildung 23: OI3-Ausweis des realen Gebäudes

Durch die Optimierungen bzw. durch die Weiternutzung der Materialien wie z.B. jegliche Hölzer, des Kupferdaches oder auch der Bodenbeläge, hat sich die Gebäudebewertung von 534 Punkte auf 71 Punkte reduziert und liegt somit im sehr guten Bereich. Die optimierte Variante hat sehr geringe Auswirkungen auf die Umwelt wie in Abbildung 24 ersichtlich ist.

# OI3-Ausweis

## Ergebnisblatt Gebäude – Neubau



www.baubook.at/eco2soft  
Ökobilanz für Gebäude

Projektname: **Brixen Südtirol optimiert**

### Gebäude gesamt

<b>*OI3 BG3 BZF:</b>	71 Punkte	<b>BGF:</b>	120,58 m <sup>2</sup>
<b>PENRT:</b>	735 MJ / (m <sup>2</sup> BZF <sub>oi</sub> )	<b>BZF<sub>oi</sub>:</b>	147,78 m <sup>2</sup>
<b>GWP-total:</b>	-12,9 kg CO <sub>2</sub> equ. / (m <sup>2</sup> BZF <sub>oi</sub> )	<b>Katalog der Ökokennzahlen:</b>	IBO-Richtwerte 2012
<b>AP:</b>	0,365 kg SO <sub>2</sub> equ. / (m <sup>2</sup> BZF <sub>oi</sub> )	<b>Nutzungsdauer berücksichtigt:</b>	ganzzahlige Austauschzyklen im Betrachtungszeitraum lt. Norm EN 15804
<b>Leitfadenversion OI3:</b>	V4.0 (September 2018)	<b>Betrachtungszeitraum:</b>	100 Jahre
		<b>Nutzungsdauerkatalog:</b>	2018



\* Berücksichtigung der Herstellungsphase (A1-A3) und der Verwendungsphase (B1-B4) von EN 15804

Abbildung 24: OI3-Ausweis optimiertes Gebäude

## 5.10 Fazit und Erkenntnisse des Referenzprojektes

Das Referenzprojekt bildet eine wichtige Grundlage für die gesamten Arbeit und stellt ein besonderes Alleinstellungsmerkmal der Arbeit dar. Durch das Begleiten des Referenzprojektes können reale Daten gesammelt werden, die für alle Berechnungen und weitere Schritte der Arbeit von Bedeutung sind. Auch für die Befragung der Experten bildet der Use-Case eine wichtige Grundlage.

Potentiale der Verbesserung gibt es zweifellos. Allerdings muss beachtet werden, dass es sich bei dem Abbruchgebäude um ein Objekt handelt, das durch seine Materialzusammensetzung bereits von Anfang an recht ökologisch ist. Das bedeutet, dass es hierfür vielfältige Verwendungsmöglichkeiten ohne große Aufbereitungen gibt. Auch die Arten der Verbindungsmittel wurden damals unbewusst klug gewählt, sodass der Anteil der untrennbaren Verbundmaterialien gering ausfällt.

Es ist auch zu erkennen, dass der Ort und die Kommunikation zwischen den verschiedenen Stakeholdern von Bedeutung sind. Die Regionalität und die Vorteile durch Bekanntschaft der verschiedenen Stakeholder birgt viele Vorteile hinsichtlich der Kommunikation, des Zeitmanagements und der Absprache zwischen den Parteien.

Für eine Erhöhung des Wiederverwendungsanteils der Baumaterialien, ist eine erhöhte, eigenständige Organisationsleistung des Bauherren erforderlich. Dies war aufgrund der Lage des Objektes sowie der zeitlichen Eingrenzung, wegen der späten Einreise aufgrund der Corona Regelungen nicht möglich. Als großes Hindernis ist bei einem verwertungsorientierten Rückbau wie auch von den Experten bestätigt die Zeitknappheit.

Durch die Berechnung des MGPs und dem Vergleich mit den realen Daten ist ganz klar ersichtlich, dass ein Gebäude, mit Hilfe von Bestandaufnahmen, die durch reine Begutachtung sowie durch das Wissen des Eigentümers entstanden sind, durchaus realitätsnah abbildbar ist. Abweichungen können durch Informationslücken sowie Ungenauigkeiten beim Abriss und dem Sortieren entstehen.

Abschließend konnte durch den Vergleich der Ökoindikatoren deutlich gemacht werden, dass durch eine Weiterverwendung und dem damit verbundenen Vermeiden von Abfällen, der ökologische Fußabdruck eines solchen Abrisses deutlich verbessert werden kann. Es sollte also nochmal deutlich gesagt werden, dass der verwertungsorientierte Rückbau von Gebäude nicht nur ökonomische oder soziale, sondern vor allem auch signifikante ökologische Vorteile mit sich bringt.

## 6. Kostenberechnungen und Vergleich

Im Rahmen dieser Arbeit werden für drei verschiedene Szenarien Kostenaufstellungen erstellt. Diese Szenarien sind aus dem Referenzprojekt abgeleitet, die Massenermittlung aus Kapitel 5 bilden die Datengrundlage und die drei Varianten stellen folgende Sachverhalte dar:

Szenario 1: Ist-Analyse: welche Kosten sind tatsächlich beim Abbruch angefallen

Szenario 2: eine optimierte Variante: Materialien werden Kostenausgleichend verschenkt (außer Mineralwolle, da diese als gefährlicher Abfall eingestuft wird)

Szenario 3: Optimiertes, Gewinnbringendes Szenario: Inwieweit können Kosten ersetzt werden, wenn nicht nur die Aufwände für Entsorgung des Materials wegfallen, sondern wenn das Material sogar gewinnbringend verkauft wird.

### 6.1 Kostenvergleich der reinen Entsorgungskosten

Szenario 1: Ist-Szenario, es werden in Tabelle 9 die verschiedenen Materialien aufsummiert und in die verschiedenen Abfallkategorien der Entsorgungsfirma eingeteilt.

*Tabelle 9: Auflistung der angefallenen Materialien*

Kategorie	Material	Ist-Masse [t]
2/A	reiner Bauschutt	17,66 t
3/C	Bauschutt vermischt mit Fremdteilen	15,02 t
4/A	Armierter Beton	75,49 t
5/B	Holz	30,34 t
5/B/SP	Steinwolle	3,95 t

Abbildung 25 zeigt eine Preisübersicht, der beim Referenzprojekt tätig gewordenen Recyclingfirma. Bei dem Unternehmen handelt es sich um eine Recyclingfirma, die für den Abbruch die Mulden zum Abrissort geliefert und diese gefüllt, wieder abgeholt haben. Ansässig ist die Firma im Eisacktal und begleitet Bauprojekte mit einem maßgeschneiderten Containerdienst. Außerdem verfügt sie über eine eigene Baustoffrecyclinganlage, die sortiert, umweltgerecht entsorgt und wiederverwendet. Sie produzieren aus sauber getrennten Abbruchmaterialien und Betonen, wertvolle neue Recyclingbaustoffe, die dann in vielen Bereichen wiedereingesetzt werden können. Gerade für Straßenbau sowie Hoch- und Tiefbau eignen sich ihre Recycling-Granulate, -Splitte und -Sande (Beton Eisack, 2019). Die weitere Verwertung der Abbruchmaterialien wird in dieser Arbeit nicht behandelt. Diese stellt jedoch ein interessantes Themengebiet dar und kann für weitere Arbeiten ein spannendes Thema sein.



Auf Grundlage der in Abbildung 25 aufgezeigten Preise wurden die angefallenen Ist-Kosten des Referenzprojektes berechnet. Außerdem dient die Preisaufstellung auch im zweiten und dritten Szenario, der optimierten Berechnungen, als Informationsbasis für die Berechnung der Entsorgungskosten der nicht wiederverwendbaren Materialien.

Wie in der Tabelle zu erkennen, werden die verschiedenen Abfälle in Kategorien eingeteilt. Beim Referenzprojekt teilten sich die Abfälle in die Kategorie 2/A, für reinen Bauschutt, 3/C für Bauschutt vermischt mit Fremdanteilen, 4/A für armierten Beton, 5/B für Holz sowie 5/B/SP für Steinwolle ein.

Kat.	Abfallkodex	Materialbeschreibung	Preis
1/A	(17.05.04)	Muttererde ohne Schluff- und Tongemisch (Lager Klausen)	gratis
1/B	(17.05.04)	Aushubmaterial mit Kies als Hauptanteil, einschließlich Findlinge bis 0,3 m <sup>3</sup> , ohne Asphalt und ohne Baustellenabfall; Material in trockenem Zustand (Deponie Vahrn)	€ 4,90 / t
1/C	(17.05.04)	Böden der Bodenklasse A2, A3 (CNR-UNI 10006), Sand-Kies-Gemisch mit Beimengungen an Schluff und Ton, einschließlich Findlinge bis 0,3 m <sup>3</sup> , ohne Asphalt und Baustellenabfall; Material auch in nassem Zustand (Deponie Vahrn)	€ 4,90 / t
1/D	(17.05.04)	Böden der Bodenklasse A1 (CNR-UNI 10006), Sand-Kies-Gemisch mit Steinen ohne Beimengungen an Schluff und Ton, einschließlich Findlinge bis 0,3 m <sup>3</sup> , ohne Asphalt und Baustellenabfall; Material in trockenem Zustand (Deponie Vahrn)	€ 4,90 / t
1/E	(17.05.04)	Findlinge mit einem Volumen von 0,3 m <sup>3</sup> bis 1 m <sup>3</sup> (Lager Vahrn)	€ 11,50 / t
1/F	(17.05.04)	Sand und Schlämme aus Nassbaggerung, auch in flüssigem Zustand (Deponie Vahrn)	€ 11,50 / t
2/A	17.01.07	Reiner Bauschutt, wie Ziegel, leichter Beton (ohne Eisen), Mörtel und Fliesen, mit einem Volumen bis zu 0,3 m <sup>3</sup> , jedoch ohne Gasbeton, Holz, Plastik und andere Verunreinigungen	€ 16,70 / t
2/B	17.03.02	Aushubmaterial mit Asphalt vermischt	€ 16,70 / t
2/C	17.03.02	Reiner Asphalt (Schollen und Fräsgut)	€ 16,70 / t
2/AS	17.01.07	Deponiegebühren für die Rücknahme von früher eingebauten Recyclingprodukten, getrennt von Aushubmaterial, ohne Verunreinigung	€ 4,90 / t
3/A	17.01.07	Bauschutt, vermischt mit Fremdanteilen (Gasbeton, Holz, Metalle und Kunststoffe) bis zu einem Anteil von 10% Vol.	€ 26,90 / t
3/B	17.01.07	Bauschutt, vermischt mit Fremdanteilen (Gasbeton, Holz, Metalle und Kunststoffe) bis zu einem Anteil von 20% Vol.	€ 47,10 / t
3/C	17.01.07	Bauschutt, vermischt mit Fremdanteilen (Gasbeton, Holz, Metalle und Kunststoffe) bis zu einem Anteil von 30% Vol.	€ 92,40 / t
4/A	17.01.01	Armierter Beton (Stahlbeton) in jeder Größe	€ 20,00 / t
4/A / SP	17.01.01	Armierter Beton (Stahlbeton mit erhöhtem Stahlanteil)	€ 46,00 / t
4/B	17.01.01	Elektromasten in Stahlbeton	€ 74,00 / t
4/C	17.01.01	Stahlbeton mit Kunststoffanteilen, Polystyrol und Isoliermaterial, mit Fremdanteilen bis zu 10% Vol.	€ 65,50 / t
4/E und 4/F	17.01.01	Zementhaltiger Rückfluss aus Jetgrouting (fest oder schlammig ladbar) und betonhaltige Schlämme; Rückfluss (flüssig pumpbar)	€ 30,00 / t
5/A	17.09.04	Baustellenabfälle, wie Kunststoffe (Plastik, Nylon, Gummi), Stoffreste und Jute, Bodenbeläge und Tapeten, Linoleum, Polsterungen, Papier und Karton, Gips, Elektromaterial	€ 415,00 / t
5/B	17.02.01	Behandeltes Holz, wie lackierte Fenster und Türen, Rollos, Treppen, verleimte Balken u.ä.	€ 243,00 / t
5/B / SP	17.09.04	Isoliermaterial	€ 462,00 / t
6	17.02.01	Unbehandeltes Holz, wie Balken, Bretter, Kisten u.ä.	€ 243,00 / t
7/A	20.02.01	Grünabfälle, wie Sträucher, Baumschnitt, ohne sonstige Verunreinigungen (Steine, Holz, Metalle und Kunststoffe)	€ 60,00 / t
7/B	20.02.01	Grünabfälle, wie Sträucher, Baumschnitt und Wurzeln, vermischt mit Fremdanteilen (Steine, Holz, Metalle und Kunststoffe) bis zu einem Anteil von 10%	€ 270,00 / t
8	17.04.07	Reine Eisen- und Metallteile	gratis
9	20.03.03	Straßenkehrschutt (Winterstreugut)	€ 31,70 / t
10	20.03.07	Sperrmüll	€ 490,00 / t

Abbildung 25: Baustoffrecycling Betoneisack

Tabelle 10 zeigt die Kostenberechnung des Ist-Szenarios mit den tatsächlich angefallenen Entsorgungskosten, aufgeteilt nach den verschiedenen angefallenen Materialien.

Tabelle 10: Entsorgungskosten 1.Szenario

Material	Ist-Masse [t]	Preis pro Tonne [€/t]	Entsorgungskosten [€]
reiner Bauschutt	17,66 t	16,70 €/t	294,92 €
Bauschutt vermischt mit Fremtteilen	15,02 t	92,40 €/t	1.387,85 €
Armierter Beton	75,49 t	20,00 €/t	1.509,80 €
Holz	30,34 t	243,00 €/t	7.372,62 €
Steinwolle	3,95 t	462,00 €/t	1.824,90 €
	<b>Σ 142,46 t</b>		<b>Σ 12.390,09 €</b>

Die Ist-Kosten belaufen sich in Summe auf 12390,09 € reine Entsorgungskosten. Die Entfrachungskosten werden hier vernachlässigt, da so genauer die realen Entsorgungskosten mit dem zweiten und dritten Szenario verglichen werden können. Im darauffolgenden Kapitel werden die Entfrachungskosten jedoch miteinberechnet und basieren auf einer pauschalen Erhöhung. Siehe Kapitel 6.2.

Szenario 2: eine optimierte Variante, ist die Darstellung der Kosten, bei denen alle nicht gefährlichen Abfälle verschenkt werden und somit die Entsorgungskosten eingespart werden können. Steinwolle ist wie auch von den Experten bekräftigt, zu deponierender Abfall und kann somit nicht einfach weiter verschenkt werden. Außerdem betonen die Experten, dass es für Steinwolle aktuell keine weiteren Einsatzfelder gibt und diese deshalb nicht im Kreislauf gehalten werden kann, sondern es sich um ein zu deponierendes Material handelt, für das bestenfalls ein Ersatzprodukt gefunden werden muss. Durch das Verschenken der Materialien entstehen somit keine weiteren Entsorgungskosten bis auf die -3.274,64€ auf Grund der Entsorgung der Steinwolle und dem Fassadenholz, wie Tabelle 11 zeigt.

Tabelle 11: Entsorgungskosten, 2. Szenario

Material	Ist - Massen [t]	Preis pro Tonne [€/t]	Entsorgungskosten
Holz	5,97 t	243,00 €/t	-1.449,74 €
Steinwolle	3,95 t	462,00 €/t	-1.824,90 €
			<b>Σ -3.274,64 €</b>

Das zweite Szenario birgt somit bereits eine deutliche Kostenminimierung und somit eine wirtschaftlichere Variante als der erste Fall.

Szenarios 3: das optimierte, Gewinnbringendes Szenario, welches den Best-Case darstellt. Es handelt sich um eine Berechnung, die darstellt, wie viele Gewinne durch den Verkauf der angefallenen Materialien erzielt werden können. Dafür werden über Plattformen, die mit gebrauchten Baumaterialien handeln, vergleichbare Materialien gefunden und deren aktuellen Marktwert erkundet. Die dort ermittelten Preise werden für das vorhandene Material angepasst. Zuerst werden die Materialien zusammengefasst und die gesamten Massen berechnet. Tabelle 12 zeigt die genaue Aufstellung, wobei das Dach als Ganzes verkauft wird und die Materialien der Außenwand aufgrund der Lackierung und der Feuchtigkeit in den Spanplatten nicht wieder verwendet werden können und somit entsorgt werden müssen.

Tabelle 12: Aufstellung der angefallenen Materialien

Materialien	Kilogramm [kg]	Quadratmeter [m <sup>2</sup> ]
Holzspanplatte (Außenwand)	1.282,00 kg	98,62 m <sup>2</sup>
Brettschichtholz (Außenwand)	4.684,45 kg	98,62 m <sup>2</sup>
Holzspanplatte (IW)	1.813,24 kg	139,48 m <sup>2</sup>
Brettschichtholz (Dach)	1.158,29 kg	97,54 m <sup>2</sup>
Holzspanplatte (Dach)	1.268,02 kg	97,54 m <sup>2</sup>
Tarkett Holzfußboden (EG)	620,66 kg	69,27 m <sup>2</sup>
Brettschichtholz Fußboden EG	822,58 kg	69,27 m <sup>2</sup>
Tarkett Holzfußboden OG	459,74 kg	51,31 m <sup>2</sup>
Brettschichtholz Fußboden OG	1.218,61 kg	51,31 m <sup>2</sup>
Sperrholz und Furnierschichtholz	648,55 kg	54,50 m <sup>2</sup>

Auf Grundlage dieser Mengenaufstellung, werden die Preise und deren Angaben, auf die Vorhandenen Mengen angepasst. Da die Außenwand und das Dach nicht wiederverwendet werden, entfallen diese bei den anfallenden Massen zum Verkauf. Das Holz der Außenwand wird mit den bekannten Entsorgungskosten als Ausgaben der Berechnung zugrunde gelegt. Da die Wiederverwendung von Steinwolle, wie von den Experten im Interview immer wieder betont, sehr schwierig, bis nahezu unmöglich ist, wird auch hierfür keine Alternative gefunden und das Material bleibt bei den zu entsorgenden Massen als Ausgabe bestehen. Dadurch reduzieren sich die ursprünglichen Entsorgungskosten von 12.390,09€ auf 3.274,64€ und werden in Tabelle 13 rot markiert, vom Gewinn abgezogen.

Tabelle 13: Berechnung der Gesamtkosten, 3.Szenario

<b>Gesamtmassen:</b>	<b>Masse [kg]</b>	<b>Menge [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Preis pro Stk.</b>	<b>Gewinn [€]</b>
Holzspanplatten	3.081,26 kg	139,48	1,5 €/Stück	154,22 €
Brettschichtholz	3.199,48 kg	120,58	10 €/Stück	1.674,72 €
Tarkett Holzfußboden	1.080,40 kg	120,58	17€/m <sup>2</sup>	2.049,86 €
Eichenbohlen mit Profilstruktur	648,55 kg	54,50	30 €/Stück	6.812,50 €
Kupferblech	8.681,06 kg	97,54	83,3 €/m <sup>2</sup>	8.125,08 €
Dachstuhl				1.111,00 €
			<b>Gesamt</b>	<b>19.927,39 €</b>
<b>Entsorgungskosten</b>	<b>Massen [t]</b>		<b>Preis pro t</b>	<b>Entsorgungskosten</b>
Holz	5,97 t		- 243,00 €/t	<b>-1.449,74 €</b>
Steinwoll	3,95 t		- 462,00 €/t	<b>-1.824,90 €</b>
			<b>Gesamt:</b>	<b>+ 16.652,75€</b>

Die verwendeten Preise in Tabelle 13 werden wie bereits erwähnt, aus online Plattformen entnommen und an die vorliegenden Materialien angepasst. Die Mengen werden, wenn nötig umgerechnet.

Da Holzspanplatten bereits neu günstig sind, ist für gebrauchtes Material kaum noch ein Wert erzielbar. Für die vorliegende Berechnung werden 50 Prozent des Neupreises angesetzt. Es gibt außerdem die Möglichkeit, die Spanplatten als Sägespäne zu verkaufen, hier liegt der Preis aber mit 1€ pro Tonne (Siehe Restado) deutlich unter dem hier ermittelten Wert und dient somit nur dem günstigen Entsorgen ohne Wiederverwendungscharakter wie es zum Beispiel bei Variante zwei angewandt werden kann.

Für Brettschichtholz variieren die Angebote. Es wurde daher ein mittlerer Wert verwendet. Mit den Abmessungen 4,5 m x 0,16 m und somit einer Fläche von 0,72 m<sup>2</sup> pro Stück, berechnet sich der Gewinn für das Brettschichtholz mit dem Stückpreis von 10€ zu ca. 1675€ für die vorliegenden 120 m<sup>2</sup>.

Der Tarkett Parkettbelag kann einfach ausgebaut und weiterverkauft werden und wird am Markt mit einem Preis von 17 €/m<sup>2</sup> gehandelt. (Ebay Kleinanzeigen)

Für den Terrassenbelag, den Eichenbohlen mit Profilstruktur, kann mit 17€/m<sup>2</sup> der zweithöchste Erlös erzielt werden. (Ebay Kleinanzeigen)

Wie auch die Experten bekräftigen, kann gerade mit Buntmetallen eine Menge Geld verdient werden. Dies ist auch im Referenzprojekt, mit 8.125,08 € der Posten mit dem höchsten Gewinn.

Es ist anzumerken, dass der Normalbeton bei der Berechnung bewusst rausgelassen wurde. Dieser kann maximal kostenausgleichend verschenkt werden. Für die Herstellung von Recyclingbeton werden Aufbereitungstätigkeiten nötig, die hohe Kosten verursachen, sodass das Material kaum noch wettbewerbsfähig ist. Das Material hierfür wird also im besten Fall ohne Verrechnung abgeholt und weiterverwendet, wenn der Transportweg die 50 km (IP5) nicht überschreitet. Als Alternative ist eine Verwertung als Aufschüttmaterial denkbar doch auch hier fallen gewisse Aufbereitungskosten an, die nicht recht zu fertigen sind, würde noch ein Gewisser Geldbetrag für die Beschaffung der Materialien anfallen.

In Summe kann durch den Verkauf ein Gewinn in Höhe von 19.927,39 € erzielt werden. Abzüglich der anfallenden Abfallmassen aus den Materialien, die nicht wiederverwendet werden können, beläuft sich der Gewinn auf 16.652,75 €. Allerdings muss beachtet werden, dass für den Ausbau und das Vermitteln zum einen Zeit aber auch ein gewisser Stundenlohn anfällt, der sich mindestens mit denen der Abrisslohnkosten deckt. Siehe Kapitel 6.2.

Hochgerechnet auf die gesamten Kosten errechnet sich eine Differenz von 29.042,84€, bezogen auf die Entsorgungskosten, in dem zum einen die 12390,09€ eingespart und zum anderen ein Plus von 16.652,75€ erwirtschaftet wird.

Zu erkennen ist, dass durch den Verkauf nicht nur Ressourcen im Kreis geführt werden und somit Gutes für die Umwelt getan werden kann, sondern der Verkauf ebenfalls finanzielle Vorteile birgt. Die Ausgaben werden nicht nur gänzlich eingespart, es wird auch ein Gewinn in 1,5-facher Höhe des Verlustes erzielt. Es handelt sich also um eine Gewinnsteigerung von über 200%. Abbildung 26 zeigt eine Gegenüberstellung der Geldströme der drei Szenarien, Szenario 1 beinhaltet alle tatsächlich angefallenen Kosten, da keine Materialien verkauft wurden, konnten auch keine Gewinne erzielt werden. Das zweite Szenario beschreibt die Kosteneinsparung, wenn das Material ohne Gewinn zu generieren vergeben worden wäre. Dabei muss beachtet werden, dass die Steinwolle und das beschichtete Fassadenholz mit aktuellem Stand der Technik als Kostenposten bestehen bleiben. Das dritte Szenario, das wohl gewinnbringendste Szenario, ist eine best case Darstellung, in der die Materialien gewinnbringend verkauft werden und nur die nicht wiederverwertbaren Materialien, wie das beschichtete Fassadenholz sowie die Dämmwolle entsorgt werden müssen. Alles in allem ist deutlich zu erkennen, dass durch den Weiterverkauf eine deutliche Gewinnsteigerung in fast 200%iger Höhe erzielt werden kann.

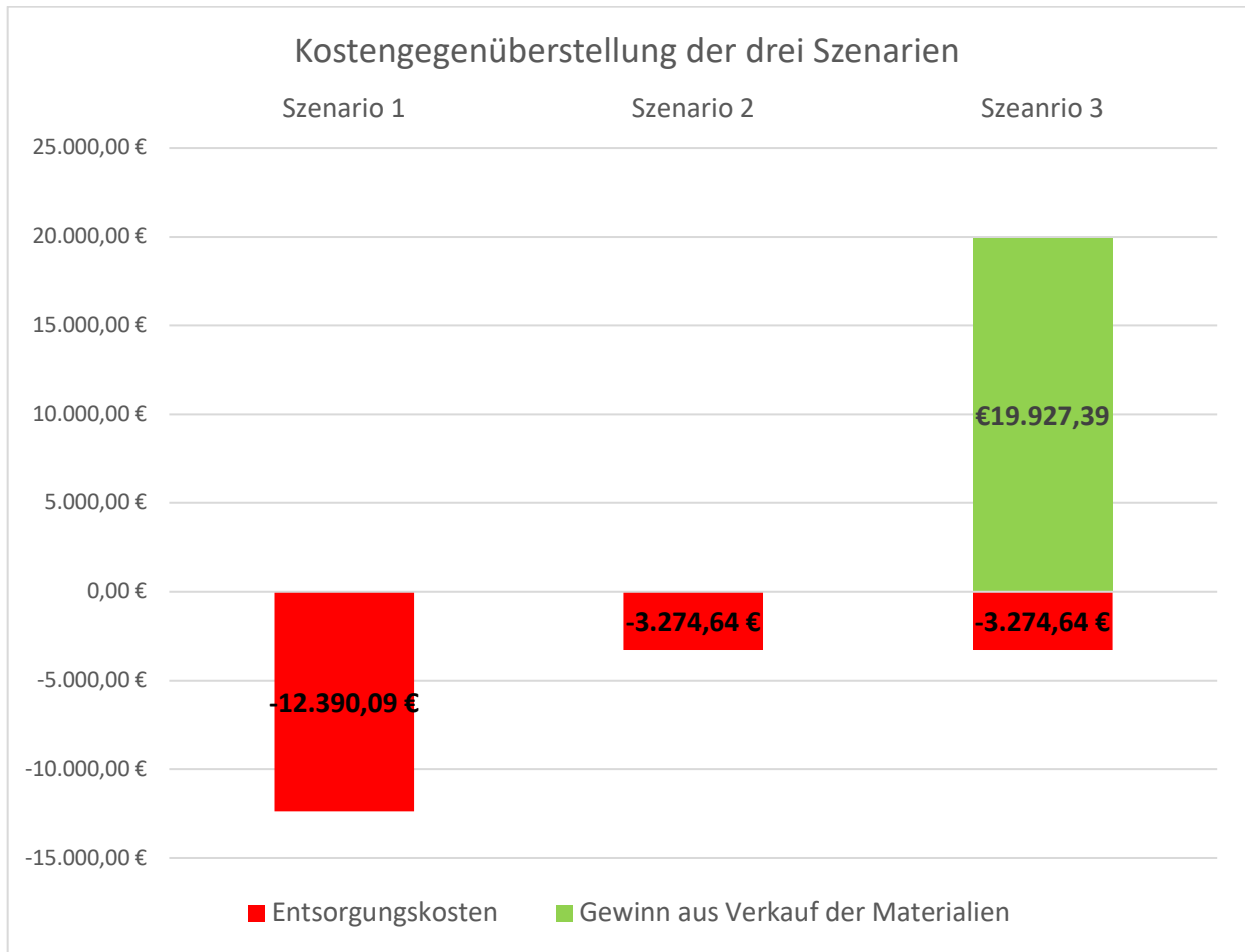


Abbildung 26: Kostengegenüberstellung der verschiedenen Szenarien

Allerdings ist zu beachten, dass für diese Tätigkeiten Zeit und eine gute Vorplanung die Grundlage bilden. Es wurde ebenfalls beim Begleiten des Referenzprojekts erkannt, dass auf Grund der Zeitknappheit Materialien, die mit einer sorgfältigeren Vorplanung wiederverwendet hätten können, entsorgt worden sind.

Abbildung 26 zeigt jedoch ganz deutlich, dass der organisatorische Mehraufwand sich durchaus ausbezahlt.

## 6.2 Kostenvergleich unter Berücksichtigung der Entfrachtungsarbeiten

Bei der Berechnung der vorherigen Szenarien wurde bewusst nur die tatsächliche Entsorgung der Materialien betrachtet, da dies einen realistischen Vergleich ermöglicht. Es ist allerdings sehr wohl bekannt, dass laut Dantata et al. (2004: S.1) ein verwendungsorientierter Rückbau eine Erhöhung der Entfrachtungskosten verursacht. Hierbei handelt es sich um eine Erhöhung um bis zu 17-25% (Dantata, et al., 2004, p. 1). Beim Referenzprojekt entstanden laut der ausführenden Firma für den gesamten Abbruch Kosten in Höhe von 19.257,29€. Abzüglich der Entsorgungskosten in Höhe von 12.390,09€ bedeutet das, dass sich die Entfrachtungskosten zu 6.867,20€ errechnen. Erhöht um



20% ergeben sich die sonstigen Kosten zu 8.240,64€ diese Kosten auf die verschiedenen Szenarien aufgeschlagen führen zu folgender Darstellung, Siehe Abbildung 27.

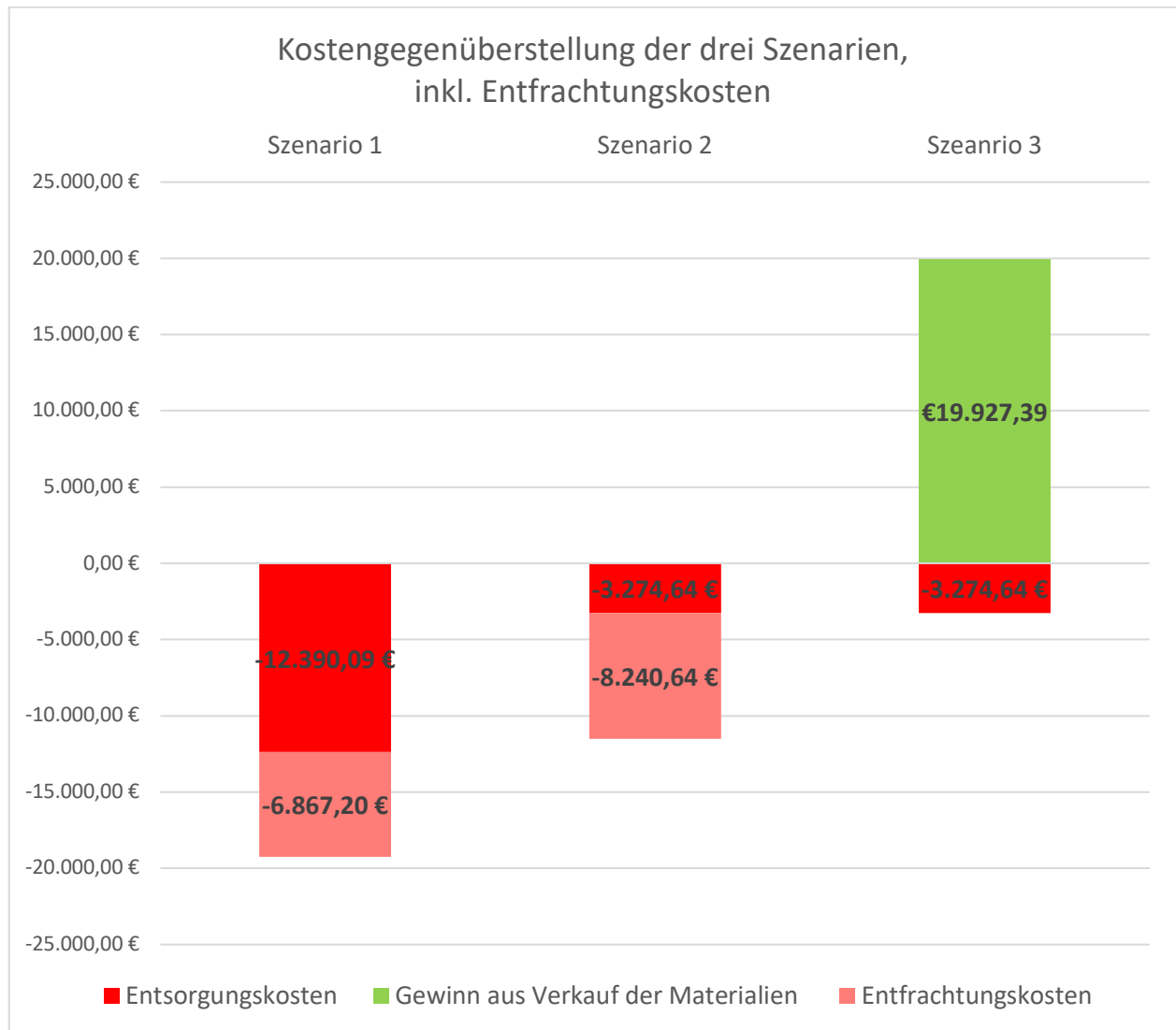


Abbildung 27: Kostengegenüberstellung der verschiedenen Szenarien unter Berücksichtigung der Entfrachtungskosten

Beim Vergleich des ersten mit dem zweiten Szenario wird ersichtlich, dass die Entfrachtungskosten zwar höher sind als im ersten Szenario, in Summe die Kosten aber immer noch deutlich niedriger ausfallen als im realen Zustand. Auch im dritten Szenario sind die Entfrachtungskosten um 20% höher als in Szenario 1, diese werden aber deutlich durch die Gewinne ausgeglichen, sodass sich durchaus zwei rentablere Lösungen erkennen lassen. Zu betonen ist, dass es sich beim vorliegenden Referenzprojekt bezogen auf die Masse um ein eher kleines Objekt handelt. Bei Gebäuden mit einem höheren Kostenaufwand und mehr Materialvorkommen, ist zwar der Aufwand ein deutlich höherer, bei sorgfältiger Verwertung kann jedoch ein enormer Gewinn erzielt werden.

Tabelle 14 zeigt die Kostengegenüberstellung der drei Szenarien wie auch schon in Abbildung 27 der Vollständigkeit wegen.



Tabelle 14: Gegenüberstellung der Kosten unter Berücksichtigung der Entfrachtungskosten

	Entsorgungskosten	Entfrachtungskosten	Gewinne	Gesamt
Szenario 1	-12.390,09 €	-6.867,20 €	0	- 19.257,29 €
Szenario 2	-3.274,64 €	-8.240,64 €	0	- 11.515,28 €
Szenario 3	-3.274,64 €	-8.240,64 €	19.927 €	+ 8412,36 €

Es ist in Abbildung 28 nochmal deutlich ersichtlich, dass sowohl Szenario 2 als auch Szenario 3 eine deutlich wirtschaftlichere Alternative darstellt und sich auch unter Einbeziehung und Erhöhung der Entfrachtungsarbeiten der Mehraufwand für die Planung und Organisation durchaus auszahlt.

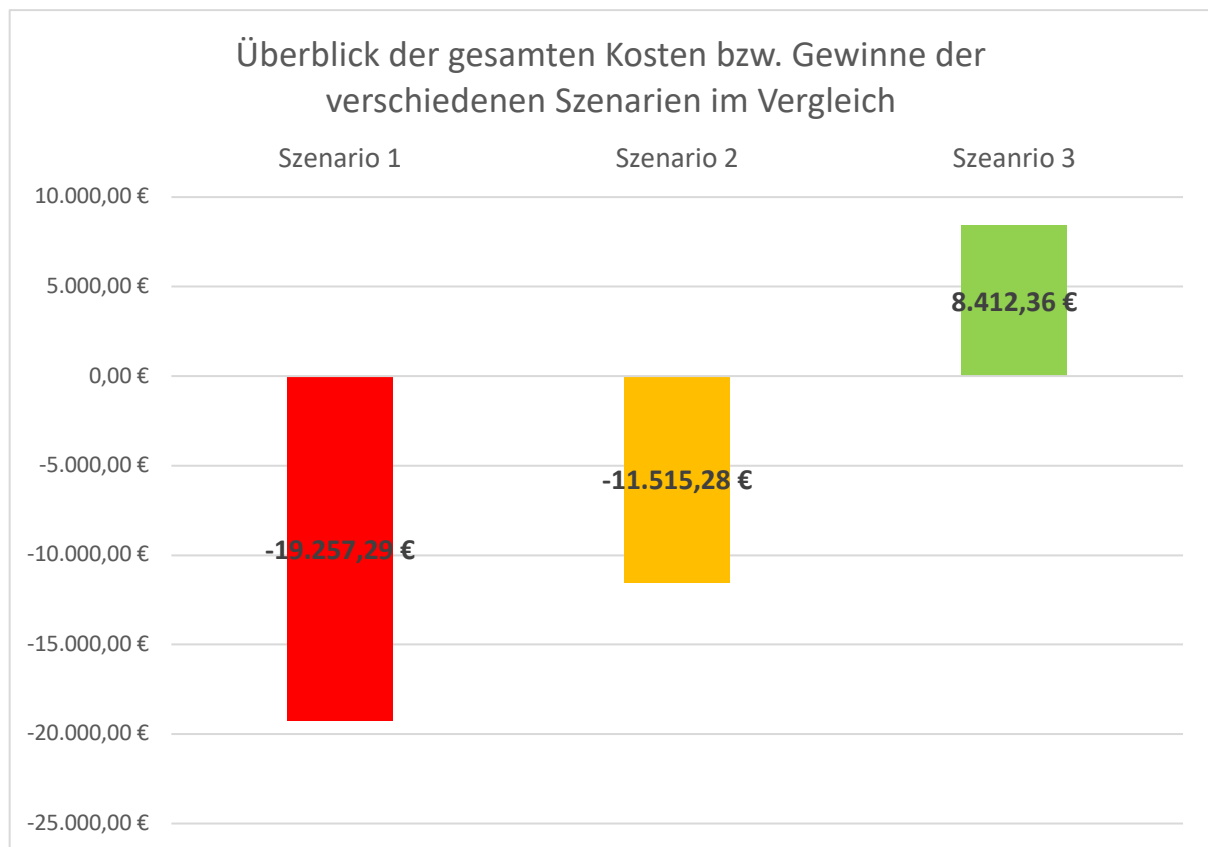


Abbildung 28: Gesamtübersicht der gesamten Kosten bzw. Gewinne der verschiedenen Szenarien im Vergleich

## 7. Fazit und Ausblick

Zu erkennen ist, dass bereits viele Alternativen, die eine Wiederverwendung und -verwertung vorantreiben, Alltag in der Bauwirtschaft sind. Von Urban Mining über Kreislaufwirtschaft sowie die Möglichkeiten Materialien zu bergen, bietet die Literatur und auch wenige Unternehmen bereits Unmengen an Möglichkeiten. Jedoch befinden sich die meisten noch in den Anfängen und ein verwertungsorientierter Rückbau in vollem Umfang wird wenig durchgeführt.

### 7.1 Beantwortung der Hypothesen

Zu Beginn der Arbeit werden verschiedene Hypothesen für die Beantwortung der Leitfrage aufgestellt. Basis für die Beantwortung der Hypothesen sind die Experteninterviews aus denen folgende Erkenntnisse gewonnen werden können.

Die erste Hypothese, dass Downcycling eines der größten Probleme einer funktionierenden Kreislaufwirtschaft darstellt, wird nur teilweise bestätigt. Die einen sehen es problematisch Materialien in ihrer Qualität herabzustufen und somit Potentiale zu verschenken, die anderen finden es wichtig Material, egal in welcher Qualitätsstufe, im Kreis zu führen. Es zeigt also, dass Downcycling durchaus ein Hindernis für die optimale Ausschöpfung des Urban Minings bildet, die Wiederverwendung aber selbst in herabgestufter Weise einen enormen Mehrwert bringt.

Als nächstes wird die Behauptung, dass eine sorgfältige Materialausbeute vor Abbruch eines Gebäudes stattfinden muss, damit Ressourcen in ihrer Qualität wiederverwendet und somit Downcycling vermieden werden kann, bestätigt. Alle Experten sind sich einig, dass ein durchdachter und vorgeplanter verwertungsorientierter Rückbau die Materialausbeute maximieren und die Wiederverwendung im höchsten Maß voranbringen kann.

Die Hypothese, dass die gebaute Umwelt einen enormen Ressourcenspeicher, der bei sorgfältiger Verwendung und Verwertung einen Großteil der benötigten Materialnachfrage decken kann, wurde ebenfalls diskutiert. Diese Behauptung ist teilweise bestätigt, es muss bedacht werden, dass der Einsatz von Sekundärrohstoffen durch niedrige Primärrohstoffpreise und zu hohe Aufbereitungskosten des Sekundärmaterials, niedrig gehalten wird. Der Preis bestimmt am Ende die Nachfrage. Allerdings sehen alle Experten aufgrund der Gesetzgebung, dem steigenden Ressourcenmangel und der fortschrittlichen Technologien durchaus die Zukunft im Re-Use und der Kreislaufwirtschaft. Die gebaute Umwelt birgt hohes Potential als urbane Mine zukünftig genutzt zu werden.

Auch die Qualität der einzelnen Baustoffe spielt eine wichtige Rolle bei direkter Vermittlung zur Wiederverwendung. Es muss ein Umdenken stattfinden und ein Gebäude, nicht direkt in seine Einzelteile zerlegt, betrachtet werden. Vielmehr soll das Gebäude als Ganzes im Sinne der Abfallvermeidung bearbeitet werden und erst nach Ausschöpfung der Potentiale zur Wiederverwendung der gegebenen Strukturen, sollen die weiteren Überlegungen bis in die Bauteilebene reichen. Re-think als Grundlage um neue Lösungsansätze zu finden, mal etwas Neues auszuprobieren, um

die alten Muster der Wiederverwendung aufzugeben, der Kreativität freien Lauf zu lassen und Gebäude mit den vorhandenen Materialien und den gegebenen Grundrissen neu zu planen.

Die letzte Hypothese, dass fehlende Transparenz, fehlendes Know-how und die genaue Gesetzgebung ein Hindernis für einen lückenlosen Materialkreislauf darstellen, wird teilweise bewiesen. Jedem ist die Möglichkeit geboten sich mit dem Thema des verwertungsorientierten Rückbaus auseinanderzusetzen und sich somit fundamentales Wissen anzueignen. Für Expertenwissen und Details muss jedoch durchaus mehr Aufklärung stattfinden und für gesetzliche Rahmenbedingungen Experten mit mehr Praxisbezug eingebunden werden.

Die Experten betonen im Rahmen der Interviews außerdem, dass die Wiederverwendung und Wiederverwertung aller Materialien möglich ist. Am Ende spielt die Kosten-, Zeit- und Platzfrage die entscheidende Rolle. Es gibt bereits viele Möglichkeiten ressourcenschonende Rückbauarbeiten zu planen und durchzuführen. Es ist außerdem wichtig, jetzt für alle beschränkten Ressourcen Alternativen zu finden, bzw. Möglichkeiten zu schaffen, diese knappen Materialien unendlich oft im Kreis zu führen. Auch die rechtlichen Rahmenbedingungen spielen eine wichtige Rolle, die den Ablauf eines Rückbaus aktuell grundsätzlich einschränken und somit einen Grundstein für Wiederverwendung legen. Doch gerade bei der Definition des Produktstatus gibt es viel Optimierungsbedarf. Aktuell befindet sich die Weiterverwendung von Materialien in einer Grauzone. Das Material darf rein rechtlich nur weitergegeben werden, wenn dieses nicht den Abfallstatus erreicht hat. Ansonsten benötigt es weitreichende Aufbereitungsmaßnahmen und Qualitätstests bevor es als Sekundärmaterial wieder eingesetzt werden darf. Dies ist oft teuer und aufwendig. Teilweise schließt sich die Wiederverwendung allein aus wirtschaftlichen Aspekten aus. Einer der Experten betonte, dass es gerade in der Gesetzeslage, wenn es darum geht Materialien vor Ort direkt wieder einzusetzen, große Hindernisse gibt. Bereits bei der Beantragung und dem Erlangen der Erlaubnis, Siebanlagen im innerstädtischen Bereich aufzustellen, um vor Ort Materialien zu verwerten und für den Wiedereinsatz vorzubereiten, gibt es gravierende Widersprüche. Diese weisen darauf hin, dass die Entscheidungsträger oftmals den nötigen Praxisbezug nicht besitzen. Teilweise werden Genehmigungen erteilt, mit denen gerade einmal ein Bruchteil des Materials bearbeitet werden kann und es somit für die Firmen nicht rentabel ist, Material vor Ort wieder einzusetzen. Dies beweist einmal mehr, dass zwar das Grundgerüst einer plausiblen Gesetzgebung vorhanden ist, es jedoch durchaus Verbesserungspotentiale gibt.

Zusammengefasst ist die Grundlage für eine effektive Kreislaufwirtschaft zum einen die sorgfältige Vorplanung eines verwertungsorientierten Rückbaus, zum anderen die Wirtschaftlichkeit in Bezug auf Kosten und Zeitmanagement. Grundvoraussetzung jeglicher Wiederverwendung bildet am Ende immer die Sortenreinheit der Materialien.

## 7.2 Fazit Referenzprojekt

Das Alleinstellungsmerkmal der Arbeit bietet zweifelsfrei das Referenzprojekt mit der Möglichkeit, praxisbezogene Vergleiche eines Rückbaus nach den verschiedenen Szenarien zu erstellen. Es werden mit Hilfe eines realen Projekts Daten verglichen und Erfahrungswerte, die die Organisation und Durchführung von Rückbauten betreffen, erlangt.

Es wird mit den beim Referenzprojekt gesammelten Daten ein Abgleich, mit einem MGP selbst berechnet, gemäß Honic et al. (2019), erstellt. Hierbei wird deutlich, dass das genutzte Berechnungstool eine durchaus plausible Abbildung der Wirklichkeit darstellt und somit ein brauchbares Werkzeug für die Bestandsaufnahme auf Grundlage einfacher Planungsunterlagen, bildet. Das Erstellen, Vergleichen und Analysieren des MGPs zeigt, dass zum einen die Anwendung der Software eco2soft durchaus zu plausiblen Zahlenwerten führt und zum anderen zeigt es den ökologischen Mehrwert einer Wiederverwendung auf. Der Aspekt, dass Wiederverwendung und Wiederverwertung nicht nur ökonomisch und sozial, sondern auch für den Schutz der Umwelt große Chancen birgt, wird hier ganz deutlich.

„Der Mehraufwand zahlt sich aus“ unter diesem Motto lässt sich das Fazit des Referenzprojektes kurz, aber prägnant zusammenfassen. Durch den Use-Case ist klar ersichtlich geworden, dass durch die Durchführung eines verwertungsorientierten Rückbaus zweifelsfrei höhere Planungs- und Organisationsaufwände entstehen. Materialabnehmer müssen gefunden, frühzeitige Abläufe müssen geplant werden, damit die Durchführung des Folgeprojektes nicht in Verzug kommt, die Materialien müssen sorgfältig ausgebaut werden, u.v.m. Das alles kostet nicht nur Geld, sondern vor allem Zeit. Zeit die oftmals beim Abbruch eines Gebäudes nicht vorhanden ist. Wie auch beim Referenzprojekt deutlich zu erkennen ist, kann durch eine ausführliche Vorplanung deutlich mehr Material wiederverwendet und Entsorgungskosten eingespart werden. Es wurde jedoch ebenfalls festgestellt, dass gewisse Problematiken nicht vorhersehbar und noch viel weniger beeinflussbar sind. Im vorliegenden Fall konnte nach Italien, wo der Abriss stattfand auf Grund der aktuellen Corona Maßnahmen im Frühjahr 2021 nicht früher eingereist werden. Dadurch war eine Organisation vor Ort ausgeschlossen und aufgrund der kurzen verfügbaren Bauzeit auf zweitausend Metern, die sich von Mai bis November beschränkt, ein Verschieben des Abbruchbeginns nicht möglich. Auch die Experten schildern gewisse Hindernisse einer funktionierenden Kreislaufwirtschaft. Diese betreffen zum einen gewisse Materialien. Gips, Asbest aber auch Kunststoffe und Bauteile der TGA wurden von den Experten als eher schwierig eingestuft, da für diese Materialien keine Wiederverwendungs- oder Verwertungsmöglichkeiten nach dem aktuellen Stand der Technik bestehen. Sie sind zum Teil giftig und müssen deshalb auf Deponien als gefährlicher Abfall behandelt werden. Doch nicht nur die Materialien, die Verbundmittel, die unerfüllbare Gesetzeslage und der Mangel an Zeit sind nur Teile der genannten Hemmnisse eines verwertungsorientierten Rückbaus.

Durch die Berechnungen wird ersichtlich, dass durch die Wiederverwendung von Materialien nicht nur der ökologische Fußabdruck des Bauherrn deutlich aufgebessert werden kann, vor allem aus wirtschaftlichen Aspekten, zahlt sich der Mehraufwand für Planung, Organisation und die

erhöhten Kosten für die aufwendigeren Rückbaumaßnahmen mehr als aus. Das fiktive best case Szenario kann eine 200%ige Gewinnerhöhung durch den Verkauf der wiederverwendbaren Materialien erzielen. Selbst unter Einbezug der erhöhten Rückbaukosten um ca. 17-25 % (Dantata, et al., 2004, p. 1) bei Anwendung des verwertungsorientierten Modells, können Kosten eingespart und sogar deutlich Gewinne erzielt werden. Der verwertungsorientierte Rückbau und der Verkauf der wiederverwendbaren Materialien auf jeglichen Onlineplattformen, die mit Sekundärrohstoffen handeln, bilden eine gute, wenn nicht sogar die beste Lösung, Abrisse ressourceneffizient und im Sinne der Kreislaufwirtschaft durchzuführen. Abschließend ist zu sagen, dass durch die Wiederverwendung von Materialien in jeglicher Form immer ein Mehrwert entsteht, es muss den Parteien allerdings bewusst sein, dass ein zeitlicher und organisatorischer Mehraufwand erforderlich ist.

### 7.3 Ausblick

Die Bauabfallvermeidung sowie die Beseitigung der zu entsorgenden Materialien wird in dieser Arbeit des Umfangs wegen nicht genauer betrachtet. Es wäre spannend nicht nur die Wirtschaftlichkeit eines solchen Projektes in Zahlen abzubilden, sondern auch die Ökobilanzen sowie die CO<sub>2</sub> Einsparungen durch Wiederverwendung oder auch Wiederverwertung aufzuzeigen. Hierbei sollte nicht nur der Aspekt der Abfallvermeidung einbezogen werden, sondern vor allem, welche Energieressourcen für die Aufbereitung der Sekundärmaterialien benötigt werden. Im Laufe der Arbeit wurde mehrmals der Eindruck erweckt, dass Wiederverwertung nicht immer gleich die ökologischste Variante darstellt und dies von der Natur, für die Aufbereitung der Rohstoffe, enorme Ressourcen abverlangt. Diese aufgestellten Hypothesen sind spannend rechnerisch zu Beweisen oder zu Widerlegen.

Generell stellt die Abfallwirtschaft und alle mit ihr in Verbindung stehenden Vorgänge und bauspezifischen Angelegenheiten ein sehr weites, umfangreiches, aber sehr spannendes und zukunftsweisendes Themengebiet, dass in naher Zukunft immer weiter an Bedeutung und Aufmerksamkeit gewinnen wird, dar. Wenn sich die Preise des Primärrohstoffs aufgrund von Knappheit oder aus gesetzlichen Subventionen erhöht, steigt zweifelsfrei die Nachfrage für Sekundärmaterialien. Es ist deshalb umso wichtiger, jetzt Modelle für eine einfachere Wiederverwendung sowie Technologien zur Trennung und Aufbereitung von Materialien zu finden, um die zukünftige Nachfrage decken zu können.

## 8. Literaturverzeichnis

ÖNORM B3151, 2014. *Rückbau von Bauwerken als Standardabbruchmethode*. Wien: Austrian Standards Institute 2014.

Bachmann, G., 2018. Urban Resource Exploration - Produzieren in geschlossenen Stoffkreisläufen. *Atlas Recycling*, 1(1), pp. 6-8.

BAMB, 2020. *Building As Material Banks*. [Online]

Available at: <https://www.bamb2020.eu>.

[Zugriff am 28.08.2021].

Baubook GmbH, kein Datum *Baubook eco2soft, Ökobilanz für Gebäude*. [Online]

Available at: <https://www.baubook.at/eco2soft/>

[Zugriff am 07.05.2021].

Baubook., 2013. *Leitfaden zur Berechnung von Ökokennzahlen für Gebäude*, Wien : IBO-Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH .

Baubook, 2017. *www.baubook.at/oekoindex*. [Online]

Available at:

[https://www.baubook.at/m/Daten/Bilder/Infos/k2\\_OI3\\_broschure\\_anwendung\\_2017a.pdf](https://www.baubook.at/m/Daten/Bilder/Infos/k2_OI3_broschure_anwendung_2017a.pdf)

[Zugriff am 30. Januar 2022].

Beton Eisack, 2019. *Beton Eisack*. [Online]

Available at: <https://beton-eisack.it/de>

[Zugriff am 12.11.2021].

BMNT, Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, 2017. *Bundes-Abfallwirtschaftsplan 2017 Teil 1*, Wien: BMNT.

Bogner, A., 2005. *Das Experteninterview: Theorie, Methode, Anwendung*. 2. Hrsg. Wiesbaden : VS, Verl. für Sozialwiss..

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, 2021. *Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich - Statusbericht 2021*, Wien: Bundesministerium.

Cepezed, 2021. Rückbaubares Bürohaus in Delft. *Detail Sonderausgabe*, 6, pp. 74-81.

Cityförster architecture + urbanism, 2021. Recyclinghaus in Hannover. *Detail Sonderausgabe*, 6, pp. 114-121.

Dantata, N., Touran, A. & Wang, J., 2004. *An analysis of cost and durations for deconstruction and demolition of residential buildings in Massachusetts, Boston, USA*: s.n.



eco2soft, 2021. *eco2soft*. [Online]  
Available at: [www.eco2soft.at](http://www.eco2soft.at)  
[Zugriff am 30 11 2021].

Fachvereinigung Mineralwolleindustrie, 2021. *Mineralwolle richtig entsorgen*, s.l.: fmi.

Flamme, P. D. I. S., 2016. *Urban Mining*. [Online]  
Available at: <https://urbanmining.at/about>  
[Zugriff am 10 09. 2021].

Helmus, M. & Kesting, H., 2018. BIM zur Optimierung von Stoffkreisläufen im Bauwesen. *Atlas Recycling*, 1(1), pp. 32-35.

Hillebrandt, A., 2018. Architekturkreisläufe- Urban-Mining-Design. *Atlas Recycling*, 1(1), pp. 10-15.

Honic, M., 2020. *Der Materielle Gebäudepass*. TU Wien, Institut für interdisziplinäres Bauprozessmanagement.

IBO, Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie, 2020. *IBO, Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie*. [Online]  
Available at: <http://www.ibo.at>  
[Zugriff am 28 09 2021].

Kovacic, I. & Honic, M., 2019. *Prozess-Design für den BIM-basierten materiellen Gebäudepass*, Wien: Institut für interdisziplinäres Bauprozessmanagement, Fachbereich Industriebau und interdisziplinäre Bauplanung TU Wien.

Nickel, L., 2021. *Taz*. [Online]  
Available at: <https://taz.de/Studie-ueber-Gebaeudesektor/!5816875/>  
[Zugriff am 16 12 21].

Restado, 2021. *Restado, der Marktplatz für zirkuläre Baustoffe. "Baustoffe wiederverwenden"*. [Online]  
Available at: <https://restado.de>  
[Zugriff am 10 01 2022].

Romm, T. M. & Kaspar, T., 2018. Ökoeffizientes Bauen mit Ressourcen vor Ort. *Atlas Recycling*, 1(1), pp. 36-40.

Rosen, A., 2018. Rückbau, Verwertung und Entsorgung im Bauwesen. *Atlas Recycling*, 1(1), pp. 16-23.

Statista, 2019. *Statista*. [Online]  
Available at: <http://de.statista.com>  
[Zugriff am 08 08 2021].

Westermayer, A., 2018. *Leitfaden zum richtigen Umgang mit Baurestmassen auf Baustellen*, Wien : Geschäftsstelle Bau.

Wikipedia, 2021. *Wikipedia*. [Online]  
Available at: <https://de.wikipedia.org/wiki/Brixen>  
[Zugriff am 11. 10. 2021].

WWF, 2017. *WWF*. [Online]  
Available at: <https://www.wwf.de/2017/august/patient-erde-auf-intensivstation>  
[Zugriff am 18. 12. 2021].

Zelewitz, I., 2015. *Biorama*. [Online]  
Available at: <https://www.biorama.eu/harvest-map/>  
[Zugriff am 03 November 2021].

Zettel, B., 2021. Müssen wir Bauen neu denken?. *Detail Sonderausgabe*, 6, pp. 46-50.

## 9. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Zusammensetzung des Gesamtabfallaufkommens im Jahr 2019 nach Abfallgruppen (Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, 2021, p. 15) .....	1
Abbildung 2: Verwertung und Beseitigung von Abfällen im Jahr 2019 (ohne Aushubmaterialien) (Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, 2021), .....	2
Abbildung 3: Entwicklung der Weltbevölkerung (Statista, 2019) .....	2
Abbildung 4: Wohnflächenbedarfsanstieg pro Person seit 1971 (Statista, 2019) (WWF, 2017) .....	3
Abbildung 5: Forschungsmethoden .....	7
Abbildung 6: Bewertungsschema IBO (vgl. IBO, Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie, 2020) .....	11
Abbildung 7: Beispiel für Verwertungspotentiale von Baumaterialien (Honic, 2020) .....	11
Abbildung 8: Abfallhierarchie in Anlehnung an (BMNT, Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, 2017, p. 18).....	14
Abbildung 9: Lebenszyklus Bauprodukt (Helmus & Kesting, 2018, p. 33) .....	16
Abbildung 10: Linearwirtschaft .....	17
Abbildung 11: Die vier Säulen des Urban Minings .....	18
Abbildung 12: On-Site-Rohstoffgewinnung. Wiener Model (Romm & Kaspar, 2018, p. 37) .....	19
Abbildung 13: Interviewvorlage IP4 .....	22
Abbildung 14:Steinwolle erkennen (Fachvereinigung Mineralwolleindustrie, 2021) .....	35
Abbildung 15: Ablaufdiagramm Abbruch des Referenzprojektes .....	40
Abbildung 16: angefallene Abfallmassen .....	43
Abbildung 17: Dachaufbau des Referenzprojektes aus Eco2Soft (eco2soft, 2021).....	44
Abbildung 18: Materialdaten einer Holzspanplatte (eco2soft, 2021) .....	45
Abbildung 19: Übersicht der Verwertungspotentiale und der Prozentuale Anteil an Recycling und Abfall .....	45
Abbildung 20: Recyclingnotenverteilung (Kovacic & Honic, 2019) .....	49
Abbildung 21: Vergleich der Recyclingquoten .....	50
Abbildung 22: Vergleich der Ökoindikatoren.....	51
Abbildung 23: OI3-Ausweis des realen Gebäudes .....	52
Abbildung 24: OI3-Ausweis optimiertes Gebäude .....	52
Abbildung 25: Baustoffrecycling Betoneisack.....	55
Abbildung 26: Kostengegenüberstellung der verschiedenen Szenarien.....	60
Abbildung 27: Kostengegenüberstellung der verschiedenen Szenarien unter Berücksichtigung der Entfrachtungskosten .....	61
Abbildung 28: Gesamtübersicht der gesamten Kosten bzw. Gewinne der verschiedenen Szenarien im Vergleich .....	62

## 10. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kernaussagen der Interviews sortieren nach den Hypothesen .....	24
Tabelle 2: Kubatur und Maße des Projekts .....	39
Tabelle 3: MGP Bauteilübersicht Dachaufbau, Datenübertragung aus IBO.....	46
Tabelle 4: MGP Bauteilübersicht Dach, Verwertungsquoten & die daraus errechneten Abrissmassen .....	46
Tabelle 5: MGP Abfallmassen sortiert nach Bauteilen.....	47
Tabelle 6: Mittels MGP errechneten anfallende Abfallmassen .....	47
Tabelle 7: tatsächlich angefallenen Abfallmassen .....	48
Tabelle 8: Mengenaufstellung optimierte Variante .....	49
Tabelle 9: Auflistung der angefallenen Materialien .....	54
Tabelle 10: Entsorgungskosten 1.Szenario.....	56
Tabelle 11: Entsorgungskosten, 2. Szenario.....	56
Tabelle 12: Aufstellung der angefallenen Materialien .....	57
Tabelle 13: Berechnung der Gesamtkosten, 3.Szenario .....	58
Tabelle 14: Gegenüberstellung der Kosten unter Berücksichtigung der Entfrachtungskosten .....	62

# Anhang

# Anhang

## MGP

### Berechnung des Materielleren Gebäudepasses



Inputwerte aus IBO

Außenwand	Material	Dichte in kg/m <sup>3</sup>	GWP total in kg CO <sub>2</sub> equ./Funkt. Einh.	AP in kg SO <sub>2</sub> equ./Funkt. Einh.	PEI in MJ/Funkt. Einh.
	Holzspanplatte 2cm	650	-1,35	0,0017	6,46
	Steinwolle 5 cm	120	1,94	0,0141	21,36
	Brettschichtholz 5 cm	475	-1,2	0,0026	7,64

Innenwand	Material	Dichte in kg/m <sup>3</sup>	GWP total in kg CO <sub>2</sub> equ./Funkt. Einh.	AP in kg SO <sub>2</sub> equ./Funkt. Einh.	PEI in MJ/Funkt. Einh.
	Holzspanplatte 2cm	650	-1,35	0,0017	6,46
	Steinwolle 5 cm	120	1,94	0,0141	21,36
	Holzspanplatte 2cm	650	-1,35	0,0017	6,46

Dach	Material	Dichte in kg/m <sup>3</sup>	GWP total in kg CO <sub>2</sub> equ./Funkt. Einh.	AP in kg SO <sub>2</sub> equ./Funkt. Einh.	PEI in MJ/Funkt. Einh.
	Kupferblech 0,5 cm	8900	1,73	0,0837	24,78
	Brettschichtholz 2,5 cm	475	-1,2	0,0026	7,64
	Steinwolle 8 cm	120	1,94	0,0141	21,36
	Holzspanplatte 2cm	650	-1,35	0,0017	6,46

Fußboden EG	Material	Dichte in kg/m <sup>3</sup>	GWP total in kg CO <sub>2</sub> equ./Funkt. Einh.	AP in kg SO <sub>2</sub> equ./Funkt. Einh.	PEI in MJ/Funkt. Einh.
	Holzfußboden 1,4 cm	740	0,34	0,0056	17,19
	Brettschichtholz 2,5 cm	475	-1,2	0,0026	7,64
	Steinwolle 8 cm	120	1,935	0,0141	21,36
	Normalbeton C20/25	2400	0,09	0,0002	0,61

Fußboden Oo	Material	Dichte in kg/m <sup>3</sup>	GWP total in kg CO <sub>2</sub> equ./Funkt. Einh.	AP in kg SO <sub>2</sub> equ./Funkt. Einh.	PEI in MJ/Funkt. Einh.
	Holzfußboden 1,4cm	740	0,34	0,0056	17,19
	Brettschichtholz 5cm	475	-1,2	0,0026	7,64

Balkon belag	Material	Dichte in kg/m <sup>3</sup>	GWP total in kg CO <sub>2</sub> equ./Funkt. Einh.	AP in kg SO <sub>2</sub> equ./Funkt. Einh.	PEI in MJ/Funkt. Einh.
	Sperr- & Furnierschichtholz 2,8 cm	425	-0,66	0,0044	17,19

MGP Flächenberechnung

AW	Fläche	
EG	90,48	m <sup>2</sup>
1.OG	22,06	m <sup>2</sup>
Türen & Fensterflächen	13,92	m <sup>2</sup>
inkl. Tür- & Fensterflächen	112,54	m <sup>2</sup>
ohne Tür- & Fensterflächen	98,62	m <sup>2</sup>

IW	Fläche	
EG	35,67	m <sup>2</sup>
OG	42,07	m <sup>2</sup>
IW Türen	8	m <sup>2</sup>
IW ohne Tür- & Fensterflächen	69,74	m <sup>2</sup>

Dach	Fläche	
Dachfläche	98,5	m <sup>2</sup>
Dachfenster	0,96	m <sup>2</sup>
Dachfläche ohne Fenster	97,54	m <sup>2</sup>

Grundflächen	Fläche	
EG	69,27	m <sup>2</sup>
OG	51,31	m <sup>2</sup>
Gesamt Grundfläche	120,58	m <sup>2</sup>

Nassräume	Fläche	
EG	4,21	m <sup>2</sup>
OG	3,5	m <sup>2</sup>
Gesamt Nassfläche	7,71	m <sup>2</sup>

Terrasse	Fläche	
EG	54,5	m <sup>2</sup>

Sonstiges	Fläche	
Holztreppe	4,8 m <sup>2</sup>	4 m x 1,2 m

MGP Flächenberechnung (Teil 2)

AW Türen & Fenster	Fenster 0,8 x 0,8	Fenster 0,55m x 1,60m	Fenster 0,6m x 0,4m	Türen 0,8m x 2,0m	Gesamt
EG	3x	3x	3x	3x	10,08 m <sup>2</sup>
OG	6x	-			3,84 m <sup>2</sup>
				Gesamt	13,92 m <sup>2</sup>

IW Türen	0,8 m x 2,0 m	Gesamt
EG	1x	1,6 m <sup>2</sup>
OG	4x	6,4 m <sup>2</sup>
	Gesamt	8 m <sup>2</sup>

Dachfenster	0,6m x 0,8m	Gesamtfläche
Dachgeschoss	2x	0,96 m <sup>2</sup>

## Aufstellung der Außenwand

		bei Errichtung							
Bauteilaufbau (dataholz- bearbeitet)	entsprechende Bauteilschichten - IBO Tabelle	Dicke der Schicht [m]	Baustoff einteilung	Dichte IBO [kg/m <sup>3</sup> ]	GWP(100) [kg CO2 eq./kg]	AP [kg SO2 eq./kg]	PE <sub>inc</sub> [MJ/kg]	Flächen- bezogene Masse [kg/m <sup>2</sup> ]	Masse [kg]
1	Holzspanplatte Holzspanplatten innen (650kg/m <sup>3</sup> )	0,02	Holzspanplatte	650	-1,35	0,0017	6,46	13	1.282,06
2	Steinwolle MW(SW)-WD (120kg/m <sup>3</sup> )	0,06	Steinwolle	120	1,94	0,0141	21,36	7,2	710,06
3	Brettschichtholz Brettschichtholz, verleimt Aussenanwendung (475kg/m <sup>3</sup> - z.B. Fichte/Tanne)	0,1	Brettschichtholz	475	-1,2	0,0026	7,64	47,5	4.684,45
Dicke des Bauteils		0,180							<b>6.676,57</b>

Mineralischer Baustoff  
Organischer Baustoff  
Metallischer Baustoff

Fläche [m<sup>2</sup>]  
98,62

Summe	Anteil	Summe Masse [kg]
Holzspanplatte	19%	1.282,06
Steinwolle	11%	710,06
Brettschichtholz	70%	4.684,45
		6.676,57

Außenwand, keine Optimierung nötig, da alle Materialien aufgrund von Feuchte, etc. entsorgt werden müssen.

## Aufstellung der Außenwand

A	B	bei Abriss			nach 100 Jahren			bei Abriss		
		recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	Verwertungs- potential angepasst	recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PE <sub>ine</sub> [GJ]	
1	Holzspanplatte	320,52	961,55	3	641,03	1.923,09	-	2,18	8,28	
2	Steinwolle	-	710,06	4	-	1.420,13	1,38	10,01	15,17	
3	Brettschichtholz	3.513,34	1.171,11	1	7.026,68	2.342,23	-	12,18	35,79	
		<b>3.833,85</b>	<b>2.842,72</b>		<b>7.667,71</b>	<b>5.685,44</b>	<b>-</b>	<b>24,37</b>	<b>59,24</b>	

### IBO Recyclingpotentiale

Verwertungs- potentiale	Recycling	Abfall
1	75%	25%
2	50%	50%
3	25%	75%
4	0%	100%
5	0%	125%

## Aufstellung der Innenwand

							Errichtung		
Bauteilaufbau (dataholz- bearbeitet)	entsprechende Bauteilschichten - IBO Tabelle	Dicke der Schicht [m]	Baustoff einteilung	Dichte IBO [kg/m <sup>3</sup> ]	GWP(100) [kg CO <sub>2</sub> eq./kg]	AP SO <sub>2</sub> eq./kg]	PE <sub>line</sub> [MJ/kg]	Flächen bezogene Masse [kg/m <sup>2</sup> ]	Masse [kg]
A									
1 Holzspanplatte	Holzspanplatten innen (650kg/m <sup>3</sup> )	0,02	Holzspan- platte	650	-1,35	0,0017	6,46	13	906,62
2 Steinwolle	Steinwolle MW(SW)- WD (120kg/m <sup>3</sup> )	0,06	Steinwolle	120	1,94	0,0141	21,36	7,2	502,13
1 Holzspanplatte	Holzspanplatten innen (650kg/m <sup>3</sup> )	0,02	Holzspan- platte	650	-1,35	0,0017	6,46	13	906,62
I	Dicke des Bauteils	0,100							<b>2.315,37</b>

Fläche [m<sup>2</sup>]

69,74

Mineralischer Baustoff

Organischer Baustoff

Metallischer Baustoff

Summe Anteil Summe Masse [kg]

Holzspanplatte 39% 906,62

Steinwolle 22% 502,13

Holzspanplatte 39% 906,62

2.315,37



### Aufstellung der Innenwand

		bei Abriss			bei Abriss		
Bauteilaufbau (dataholz- bearbeitet)		Verwertungs- potential	recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PE <sub>ine</sub>
A		angepasst	Masse [kg]				[GJ]
1	Holzspanplatte	3	226,66	679,97	- 1,22	1,54	5,86
2	Steinwolle	4	-	502,13	0,97	7,08	10,73
1	Holzspanplatte	3	226,66	679,97	- 1,22	1,54	5,86
			<b>453,31</b>	<b>1.862,06</b>	- <b>1,47</b>	<b>10,16</b>	<b>22,44</b>

### IBO Recyclingpotentiale

Verwertungs- potential	Recycling	Abfall
1	75%	25%
2	50%	50%
3	25%	75%
4	0%	100%
5	0%	125%



## IW optimierte Szenario 2&3

		bei Abriss			bei Abriss		
A	Bauteilaufbau (dataholz- bearbeitet)	Verwertungs- potential	recyclebare Masse [kg.]	Abfall Masse [kg.]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PE <sub>inc</sub> [GJ]
	angepasst	Masse [kg.]	Masse [kg.]	[t CO2 eq.]	[kg SO2 eq.]	[GJ]	
2	Steinwolle	4	-	502,13	0,97	7,08	10,73
			-	<b>502,13</b>	<b>0,97</b>	<b>7,08</b>	<b>10,73</b>

## Aufstellung Dach

									bei Errichtung	
	Bauteilaufbau (dataholz- bearbeitet)	entsprechende Bauteilschichten - IBO Tabelle	der Schicht [m]	Baustoff einteilung	Dichte IBO [kg/m <sup>3</sup> ]	GWP(100) [kg CO <sub>2</sub> eq./kg]	AP [kg SO <sub>2</sub> eq./kg]	PE <sub>ine</sub> [MJ/kg]	Flächen bezogene Masse [kg/m <sup>2</sup> ]	Masse [kg]
A	1 Kupferblech	Kupferblech	0,01	Kupferblech	8900	1,73	0,08367	25	89	8.681,06
	2 (Fichte)	THEURL	0,025	Brettschichtholz	475	-1,197	0,00257	8,0724	11,875	1.158,29
	2 Steinwolle	Steinwolle MW(SW)-WD (120kg/m <sup>3</sup> )	0,08	Steinwolle	120	1,94	0,0141	21,36	9,6	936,38
	1 Holzspanplatte	Holzspanplatten innen (650kg/m <sup>3</sup> )	0,02	Holzspanplatte	650	-1,35	0,0017	6,46	13	1.268,02
		Dicke des Bauteils	0,115							<b>10.775,73</b>

Fläche [m<sup>2</sup>]

97,54

Mineralischer Baustoff

Organischer Baustoff

Metallischer Baustoff

Summe Anteil Summe Masse [kg]

Kupferblech	72%	8.681,06
Brettschichtholz	10%	1.158,29
Steinwolle	8%	936,38
Holzspanplatte	10,53%	1.268,02
		<b>12.043,75</b>

## Aufstellung Dach

A	Bauteilaufbau (dataholz- bearbeitet)	S potential angepasst	bei Abriss			bei Abriss		
			recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEI <sub>ne</sub> [GJ]	
1	Kupferblech	1	6.510,80	2.170,27	15,02	726,34	215,11	
2	Brettschichtholz (Fichte)	1	868,72	289,57	- 1,39	2,98	9,35	
2	Steinwolle	4	-	936,38	1,82	13,20	20,00	
1	Holzspanplatte	3	317,01	951,02	- 1,71	2,16	8,19	
			<b>7.696,52</b>	<b>4.347,24</b>	<b>15,45</b>	<b>742,53</b>	<b>244,46</b>	

### IBO Recyclingpotentiale

Verwertungs potential	Recycling	Abfall
1	75%	25%
2	50%	50%
3	25%	75%
4	0%	100%
5	0%	125%





## Dach: optimiert Szenario 2&3

A	Bauteilaufbau (dataholz- bearbeitet)	Verwertung S potential angepasst	bei Abriss		bei Abriss		
			recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PE <sub>ine</sub> [GJ]
2	Steinwolle	4	-	936,38	1,82	13,20	20,00
			-	<b>936,38</b>	<b>1,82</b>	<b>13,20</b>	<b>20,00</b>

## Aufstellung Fussboden EG

A	Bauteilaufbau (dataholz- bearbeitet)	entsprechende Bauteilschichten - IBO Tabelle	Dicke der Schicht [m]	Baustoff einteilung	Dichte IBO [kg/m <sup>3</sup> ]	GWP(100) [kg CO <sub>2</sub> eq./kg]	AP [kg SO <sub>2</sub> eq./kg]	PEI <sub>ine</sub> [MJ/kg]	Flächen bezogene Masse [kg/m <sup>2</sup> ]
1	Tarkett Holzfußböden	Tarkett Holzfußböden	0,014	Tarkett Holzfußböden	640	0,348035	0,005626	17	8,96
2	Brettschichtholz (Fichte)	THEURL	0,025	Brettschichtholz	475	-1,197	0,002571	8,0724	11,875
2	Steinwolle	Steinwolle MW(SW)- WD (120kg/m <sup>3</sup> )	0,08	Steinwolle	120	1,94	0,0141	21,36	7
1	Normalbeton	Normalbeton	0,7	Normalbeton	2400	0,092674	0,00017	0,6071	1680
I	Dicke des Bauteils		0,119						

Fläche [m<sup>2</sup>]  
69,27

Mineralischer Baustoff  
Organischer Baustoff  
Metallischer Baustoff

Summe	Anteil	Summe Masse
Holzspanplatte	1%	620,66
Brettschichtholz	1%	822,58
Steinwolle	0%	484,89
Normalbeton	98%	116.373,60
		118.301,73

## Aufstellung Fussboden EG

	bei Errichtung		bei Abriss				PEI <sub>ne</sub> [GJ]	
	Bauteilaufbau (dataholz- bearbeitet)	Masse [kg]	Verwertungs- potential angepasst	recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	GWP(100) [t CO2 eq.]		AP [kg SO2 eq.]
A								
1	Tarkett Holzfußböden	620,66	2	310,33	310,33	0,22	3,49	10,67
2	Brettschichtholz (Fichte)	822,58	1	616,94	205,65	- 0,98	2,11	6,64
2	Steinwolle	484,89	4	-	484,89	0,94	6,84	10,36
1	Normalbeton	116.373,60	2	58.186,80	58.186,80	10,78	19,78	70,65
I		<b>1.928,13</b>		<b>59.114,07</b>	<b>59.187,66</b>	<b>10,96</b>	<b>32,23</b>	<b>98,32</b>

IBO Recyclingpotentiale

[kg]

Verwertungspotential	Recycling	Abfall
1	75%	25%
2	50%	50%
3	25%	75%
4	0%	100%
5	0%	125%

## FB/EG optimiert Szenario 2&3

A	Bauteilaufbau (dataholz- bearbeitet)	entsprechende Bauteilschichten - IBO Tabelle	Dicke der Schicht [m]	Baustoff einteilung	Dichte IBO [kg/m <sup>3</sup> ]	GWP(100) [kg CO <sub>2</sub> eq./kg]	AP [kg SO <sub>2</sub> eq./kg]	PEI <sub>ne</sub> [MJ/kg]	Flächen bezogene Masse [kg/m <sup>2</sup> ]
2	Steinwolle	Steinwolle MW(SW)-WD	0,08	Steinwolle	120	1,94	0,0141	21,36	7
I		Dicke des Bauteils	0,080						

## FB/EG optimiert Szenario 2&3

	bei Errichtung		bei Abriss					
	Masse [kg]	Verwertung- potential angepasst	recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEI <sub>ne</sub> [GJ]	
A								
2	Steinwolle	484,89	4	-	484,89	0,94	6,84	10,36
I		<b>484,89</b>		-	<b>484,89</b>	<b>0,94</b>	<b>6,84</b>	<b>10,36</b>

## Aufstellung Fußboden OG

									bei Errichtung	
	Bauteilaufbau (dataholz- bearbeitet)	entsprechende Bauteilschichten - IBO Tabelle	der Schicht [m]	Baustoff einteilung	Dichte IBO [kg/m <sup>3</sup> ]	GWP(100) [kg CO <sub>2</sub> eq./kg]	AP [kg SO <sub>2</sub> eq./kg]	PEI <sub>ne</sub> [MJ/kg]	Flächen bezogene Masse [kg/m <sup>2</sup> ]	Masse [kg]
A	Tarkett	Tarkett Holzfußböden	0,014	Tarkett Holzfußböden	640	0,348035	0,005626	17	8,96	459,74
1	Holzfußböden									
2	Brettschichtholz (Fichte)	THEURL	0,05	Brettschichtholz	475	-1,235	0,002357	87,391496	23,75	1.218,61
I		Dicke des Bauteils	0,064							<b>1.678,35</b>

Fläche [m<sup>2</sup>]  
51,31

Mineralischer Baustoff  
Organischer Baustoff  
Metallischer Baustoff

Summe	Anteil	Summe Masse [kg]
Tarkett	27,39%	459,74
Brettschichtholz (Fichte)	73%	1.218,61
		1.678,35

Fußboden OG: keine Optimierung notwendig, da gesamtes Material durch Verkauf wegfällt

## Aufstellung Fußboden OG

		bei Abriss			bei Abriss		
B		Verwertungs- potential angepasst	recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEI <sub>ne</sub> [GJ]
A	Bauteilaufbau (dataholz- bearbeitet)						
	Tarkett						
1	Holzfußböden	2	229,87	229,87	0,16	2,59	7,90
2	Brettschichtholz (Fichte)	1	913,96	304,65	- 1,50	2,87	106,50
I			<b>1.143,83</b>	<b>534,52</b>	<b>- 1,34</b>	<b>5,46</b>	<b>114,40</b>

### IBO Recyclingpotentiale

Verwertungs- potential	Recycling	Abfall
1	75%	25%
2	50%	50%
3	25%	75%
4	0%	100%
5	0%	125%



## Aufstellung Terrassenboden

							bei Errichtung			
	Bauteilaufbau (dataholz- bearbeitet)	entsprechende Bauteilschichten - IBO Tabelle	der Schicht [m]	Baustoff einteilung	Dichte IBO [kg/m <sup>3</sup> ]	GWP(100) [kg CO <sub>2</sub> eq./kg]	AP [kg SO <sub>2</sub> ]	PEI <sub>ne</sub> [MJ/kg]	Flächen bezogene Masse [kg/m <sup>2</sup> ]	Masse [kg]
A	Sperrholz & Furnierschichtholz	Sperrholz & Furnierschichtholz	0,028	Sperrholz & Furnierschichtholz	425	-0,65754	0,0044	24,3625	11,9	648,55
I		Dicke des Bauteils	0,028							<b>648,55</b>

Fläche [m<sup>2</sup>] 54,5

Mineralischer Baustoff  
Organischer Baustoff  
Metallischer Baustoff

Summe	Anteil	Summe Masse [kg]
Sperrholz & Furnierschichtholz	100%	648,55
		648,55

Terrassenboden: keine Optimierung notw.,  
da gesamtes Material durch Verkauf wegfällt

## Aufstellung Terrassenboden

		bei Abriss			bei Abriss		
	Verwertungs- potential angepasst	recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEI <sub>ine</sub> [GJ]	
A	Bauteilaufbau (dataholz- bearbeitet)						
1	Sperrholz & Furnierschichtholz	486,41	162,14	- 0,43	2,87	15,80	
I		<b>486,41</b>	<b>162,14</b>	<b>- 0,43</b>	<b>2,87</b>	<b>15,80</b>	

### IBO Recyclingpotentiale

Verwertungs potential	Recycling	Abfall
1	75%	25%
2	50%	50%
3	25%	75%
4	0%	100%
5	0%	125%

## Berechnung der Ökoindikatoren Szenario 1

	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq./kg]	PE <sub>lne</sub> [GJ]	GWP(100) kg CO2 eq./kg	AP [kg SO2 eq./kg]	PE <sub>lne</sub> [MJ/kg]
Außwand	-	5,97	24,37	-	11,95	48,74
Innenwand	-	1,47	10,16	-	2,95	20,33
Dach	-	15,45	742,53	-	30,90	1.485,05
Fußboden EG	-	10,96	32,23	-	11,13	44,67
Fußboden OG	-	1,34	5,46	-	2,69	10,92
Terrassenboden	-	0,43	2,87	-	0,85	5,73
<b>Summe</b>	<b>17,19</b>	<b>817,61</b>	<b>554,66</b>	<b>23,59</b>	<b>1.615,44</b>	<b>1.038,66</b>

## optimierte Variante

	GWP(100) [ t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PE <sub>lne</sub> [GJ]	GWP(100) kg CO2 eq./kg	AP [kg SO2 eq./kg]	PE <sub>lne</sub> [GJ]
Außwand	-	5,97	24,37	-	11,95	48,74
Innenwand	-	0,97	7,08	-	1,95	14,16
Dach	-	1,82	13,20	-	3,63	26,41
Fußboden EG	-	0,94	6,84	-	1,88	13,67
Fußboden OG	-	-	-	-	-	-
Terrassenboden	-	-	-	-	-	-
<b>Summe</b>	<b>2,24</b>	<b>51,49</b>	<b>100,32</b>	<b>4,49</b>	<b>102,98</b>	<b>200,64</b>

### Gesamtmassenberechnungen

#### Gesamt Recycling vs. Abfall Skihütte

Skihütte	bei Abriss nach 100 Jahren	
	recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]
Außwand	7.667,71	5.685,44
Innenwand	906,62	3.724,12
Dach	14.759,02	6.792,44
Fußboden EG	60.041,33	60.188,53
Fußboden OG	2.287,66	1.069,04
Terrassenboden	972,83	324,28
<b>Summe</b>	<b>86.635,16</b>	<b>77.783,85</b>

#### Gesamt Recycling vs. Abfall Skihütte

Skihütte	bei Abriss	
	recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]
Außwand	3.833,85	2.842,72
Innenwand	453,31	1.862,06
Dach	7.696,52	4.347,24
Fußboden EG	59.114,07	59.187,66
Fußboden OG	1.143,83	534,52
Terrassenboden	486,41	162,14
<b>Summe</b>	<b>72.727,98</b>	<b>68.936,34</b>
<b>Gesamtmasse:</b>	141.664,32	

#### tatsächlich angefallener Abfall

Skihütte	bei Abriss	
	Abfall Masse [kg]	
reiner Bauschutt	17.660,00	
Bauschutt vermischt mit Fremdanteilen	15.020,00	
Armierter Beton	75.490,00	108.170,00
Holz	30.790,00	
Steinwolle	3.950,00	
<b>Gesamt</b>	<b>142.910,00</b>	

## Gesamtmassenberechnungen

### Recycling MGP sortiert nach art der Abfälle

Skihütte	bei Abriss	
	Abfall Masse [kg]	Recycling Masse [kg]
reiner Bauschutt		
Bauschutt vermischt mit Fremdanteilen		
Armierter Beton	<b>58.186,80</b>	<b>58.186,80</b>
Holz	<b>8.030,39</b>	<b>5.945,81</b>
Steinwolle	-	<b>2.633,47</b>
Metall	<b>6.510,80</b>	<b>2.170,27</b>
<b>Summe</b>	<b>72.727,98</b>	<b>68.936,34</b>
Gesamt: zur Überprüfung		<b>141.664,32</b>

### Gesamt Recycling vs. Abfall Skihütte

#### Skihütte optimierte Var bei Abriss

	recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]
Außenwand		<b>6.676,57</b>
Innenwand	<b>1.813,24</b>	<b>502,13</b>
Dach	<b>11.107,37</b>	<b>936,38</b>
Fußboden EG	<b>117.816,84</b>	<b>484,89</b>
Fußboden OG	<b>1.678,35</b>	
Terrassenboden	<b>648,55</b>	-
<b>Summe</b>	<b>133.064,35</b>	<b>8.599,98</b>
<b>Gesamtmasse:</b>		<b>141.664,32</b>

# Anhang

## Kostenberechnung

## Kostenberechnung

### 1. Szenario

Kategorie	Material:	Ist- Masse (t)	Preis pro Tonne [€/t]	Gesamtkosten
2/A	reiner Bauschutt	17,66	16,70	294,92 €
3/C	Bauschutt vermischt mit Fremdanteil	15,02	92,40	1.387,85 €
4/A	Armierter Beton	75,49	20,00	1.509,80 €
5/B	Holz	30,34	243,00	7.372,62 €
5/B/SP	Steinwolle	3,95	462,00	1.824,90 €
		142,46	<b>Gesamtkosten</b>	<b>12.390,09 €</b>

### 2. Szenario

Entsorgungskosten	Massen in Tonnen	Preis pro Tonne [€/t]	Verlust durch Entsorgung
Holz	5,97	243,00	-1.449,74 €
Steinwoll	3,95	462,00	-1.824,90 €
		<b>Gesamtgewinn</b>	<b>-3.274,64 €</b>

### 3. Szenario

Materialien	Kilogramm [kg]	Quadratmeter [m <sup>2</sup> ]
Holzspanplatte (Außenwand)	1.282,00	98,62
Brettschichtholz (Außenwand)	4.684,45	98,62
Holzspanplatte (IW)	1.813,24	139,48
Brettschichtholz(Dach)	1.158,29	97,54
Holzspanplatte (Dach)	1.268,02	97,54
Tarkett Holzfußboden (EG)	620,66	69,27
Brettschichtholz Fußboden EG	822,58	69,27
Tarkett Holzfußboden OG	459,74	51,31
Brettschichtholz Fußboden OG	1.218,61	51,31
Sperrholz und Furnierschichtholz	648,55	54,50

wird nicht verwendet da unbrauchbar  
 wird nicht verwendet, da unbrauchbar

Gesamter Dachstuhl  
 1.111€



## Kostenberechnung Teil 2

Gesamtmassen:	Masse in kg	Masse in m <sup>2</sup>	Preis pro Stück	Gewinn	Fläche (m <sup>2</sup> ) pro Stück	Stückzahl
Holzspanplatten	3.081,26	139,48	1,5 €/Stück	154,22 €	1,36	102,82
Brettschichtholz	3.199,48	120,58	10 €/Stück	1.674,72 €	0,72	167,47
Tarkett Holzfußboden	1.080,40	120,58	17€/m <sup>2</sup>	2.049,86 €		
Eichenbohlen mit Profilstruktur	648,55	54,50	30 €/Stück	6.812,50 €	0,24	227,08
Kupferblech	8.681,06	97,54	83,3 €/m <sup>2</sup>	8.125,08 €		
Dachstuhl				1.111,00 €		
			<b>Gewinn</b>	<b>19.927,39 €</b>		
<b>Entsorgungskosten</b>	<b>Massen in Tonnen</b>		<b>Preis pro Tonne</b>	<b>Verlust durch Entsorgung</b>		
Holz	5,97		243,00	-1.449,74 €		
Steinwool	3,95		462,00	-1.824,90 €		
			<b>Gesamtgewinn</b>	<b>16.652,75 €</b>		

# Anhang

Nachkalkulation der  
angefallenen Bauabfallmassen  
bereitgestellt vom  
ausführenden Unternehmen

### Nachkalkulation der angefallenen Bauabfallmassen

Dokument	Ext.Dok.	Ext.Dok.Datum	Artikel	Beschreibung	Position	ME	Preis	Menge	Gesamt	Kosten
LA 2021 / 2 / 1205	50/2975	10.05.21	k5b1702	DEPONIEGEBÜHR	KAT. 5/B	TO	243,00	2,260	549,18	549,18
LA 2021 / 2 / 1212	30/2045	10.05.21	04201	Kies 32-80 nicht gewaschen	Zone 3	TO	8,00	24,340	194,72	194,72
LA 2021 / 2 / 1211	50/2983	11.05.21	k5b1702	DEPONIEGEBÜHR	KAT. 5/B	TO	243,00	1,680	408,24	408,24
LA 2021 / 2 / 1206	50/3035	12.05.21	k5b1702	DEPONIEGEBÜHR	KAT. 5/B	TO	243,00	3,810	925,83	925,83
LA 2021 / 2 / 1207	50/3050	12.05.21	k5b1702	DEPONIEGEBÜHR	KAT. 5/B	TO	243,00	3,060	743,58	743,58
LA 2021 / 2 / 1210	50/3042	12.05.21	k5b1702	DEPONIEGEBÜHR	KAT. 5/B	TO	243,00	2,620	636,66	636,66
LA 2021 / 2 / 1208	50/3065	13.05.21	k5b1702	DEPONIEGEBÜHR	KAT. 5/B	TO	243,00	3,130	760,59	760,59
LA 2021 / 2 / 1209	50/3075	13.05.21	k5b1702	DEPONIEGEBÜHR	KAT. 5/B	TO	243,00	3,750	911,25	911,25
LA 2021 / 2 / 1213	50/3106	13.05.21	k3c1701	Deponiegebühr	kat. 3/C	TO	92,40	15,020	1.387,85	1.387,85
LA 2021 / 2 / 1214	50/3094	13.05.21	k5b1702	DEPONIEGEBÜHR	KAT. 5/B	TO	243,00	2,470	600,21	600,21
LA 2021 / 2 / 1215	50/3078	13.05.21	k5b1702	DEPONIEGEBÜHR	KAT. 5/B	TO	243,00	3,870	940,41	940,41
LA 2021 / 2 / 1216	50/3068	13.05.21	k5b1702	DEPONIEGEBÜHR	KAT. 5/B	TO	243,00	3,690	896,67	896,67
LA 2021 / 2 / 1217	50/3116	14.05.21	k4a1701	Deponiegebühr	Kat. 4/A	TO	20,00	18,230	364,60	364,60
LA 2021 / 2 / 1218	50/3136	14.05.21	k4a1701	Deponiegebühr	Kat. 4/A	TO	20,00	21,470	429,40	429,40
LA 2021 / 2 / 1219	50/3162	14.05.21	k4a1701	Deponiegebühr	Kat. 4/A	TO	20,00	15,190	303,80	303,80
LA 2021 / 2 / 1220	50/3174	14.05.21	k4a1701	Deponiegebühr	Kat. 4/A	TO	20,00	20,600	412,00	412,00
LA 2021 / 2 / 1301	51/746	17.05.21	k2a1701	DEPONIEGEBÜHR	KAT. 2/A	TO	26,90	17,660	475,05	475,05
LA 2021 / 2 / 1300	30/2390	27.05.21	04201	Kies 32-80 nicht gewaschen	Zone 3	TO	8,00	23,520	188,16	188,16
LA 2021 / 2 / 1536	1/3880	07.07.21	rc013	RC-Kies	30-80	TO	1,50	18,240	27,36	27,36
LA 2021 / 2 / 1537	3/1200	08.07.21	rc013	RC-Kies	30-80	TO	1,50	20,280	30,42	30,42
LA 2021 / 2 / 1538	3/1199	08.07.21	rc013	RC-Kies	30-80	TO	1,50	20,860	31,29	31,29
LA 2021 / 2 / 1539	3/1198	08.07.21	rc013	RC-Kies	30-80	TO	1,50	20,880	31,32	31,32
LA 2021 / 2 / 1540	3/1195	08.07.21	rc013	RC-Kies	30-80	TO	1,50	21,400	32,10	32,10
LA 2021 / 2 / 1777	3/1223	12.07.21	rc013	RC-Kies	30-80	TO	1,50	20,220	30,33	30,33
LA 2021 / 2 / 1778	3/1227	12.07.21	rc013	RC-Kies	30-80	TO	1,50	19,940	29,91	29,91
LA 2021 / 2 / 1768	3/1237	13.07.21	rc013	RC-Kies	30-80	TO	1,50	14,520	21,78	21,78
LA 2021 / 2 / 1770	3/1240	13.07.21	rc013	RC-Kies	30-80	TO	1,50	14,660	21,99	21,99
LA 2021 / 2 / 1771	50/4677	13.07.21	k5b1702	DEPONIEGEBÜHR	KAT. 5/B	TO	243,00	0,450	109,35	109,35
LA 2021 / 2 / 1772	3/1257	14.07.21	rc013	RC-Kies	30-80	TO	1,50	15,560	23,34	23,34
LA 2021 / 2 / 1774	3/1264	15.07.21	rc013	RC-Kies	30-80	TO	1,50	21,340	32,01	32,01
LA 2021 / 2 / 1775	1/4117	15.07.21	rc013	RC-Kies	30-80	TO	1,50	19,640	29,46	29,46
LA 2021 / 2 / 1779	32/256	15.07.21	rc013	RC-Kies	30-80	TO	1,50	22,020	33,03	33,03
LA 2021 / 2 / 1764	3/1295	20.07.21	rc013	RC-Kies	30-80	TO	1,50	14,820	22,23	22,23

### Nachkalkulation der angefallenen Bauabfallmassen

Dokument	Ext.Dok.	Ext.Dok.Datum	Artikel	Beschreibung	Position	ME	Preis	Menge	Gesamt	Kosten
LA 2021 / 2 / 1963	3/1423	04.08.21	00101	SAND 0-4 CE/2+	EN 12620	TO	13,60	7,580	103,09	103,09
LA 2021 / 2 / 1964	1/4699	09.08.21	00101	SAND 0-4 CE/2+	EN 12620	TO	13,60	10,380	141,17	141,17
LA 2021 / 2 / 1966	1/4749	12.08.21	04201	Kies 32-80 nicht gewaschen	Zone 3	TO	10,63	16,510	175,50	175,50
LA 2021 / 2 / 2557	8/2122	17.09.21	DT03	Sattel mit Tieflader		Std.	103,40	3,000	310,20	310,20
LA 2021 / 2 / 2369	51/1695	28.09.21	k2a1701	DEPONIEGEBÜHR KAT. 2/A		TO	16,70	3,200	53,44	53,44
LA 2021 / 2 / 2558	30/4121	28.09.21	Granitst	Granitsteine gespalten		TO	15,50	12,320	190,96	190,96
									145,190	10.464,99

# Anhang

## Planungsgrundlage & Bestandsaufnahme des Referenzprojekts





Foto 1 – Ostansicht



Foto 2 – Nordostansicht



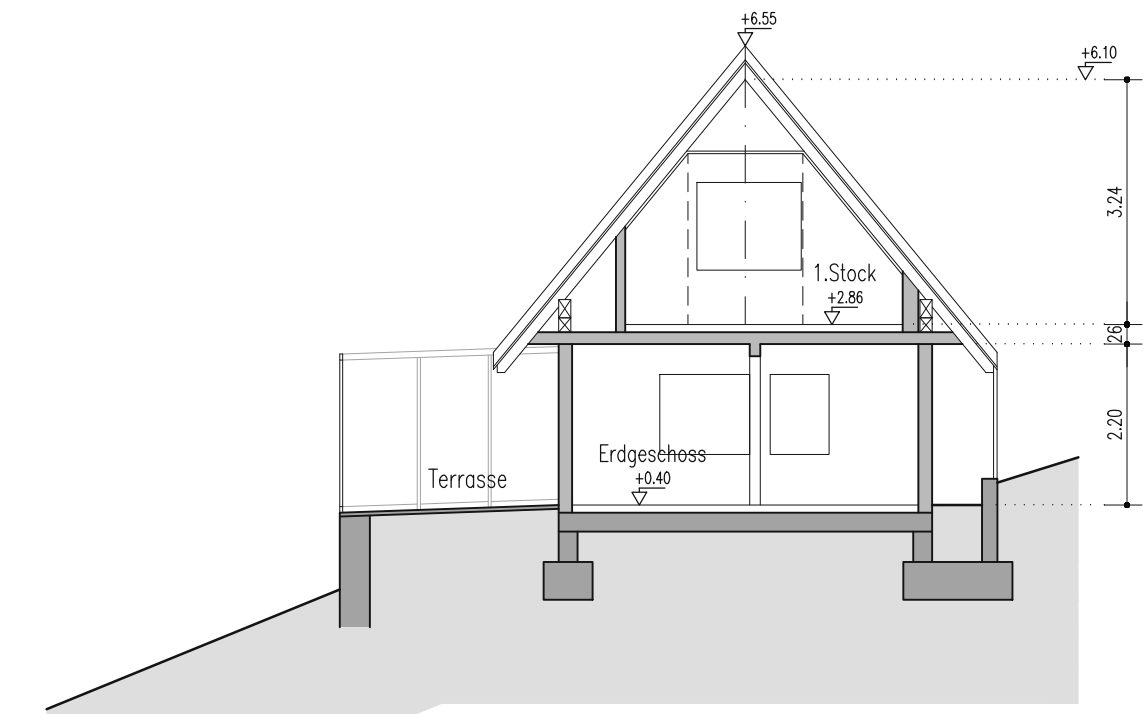
Foto 3 – Südwestansicht



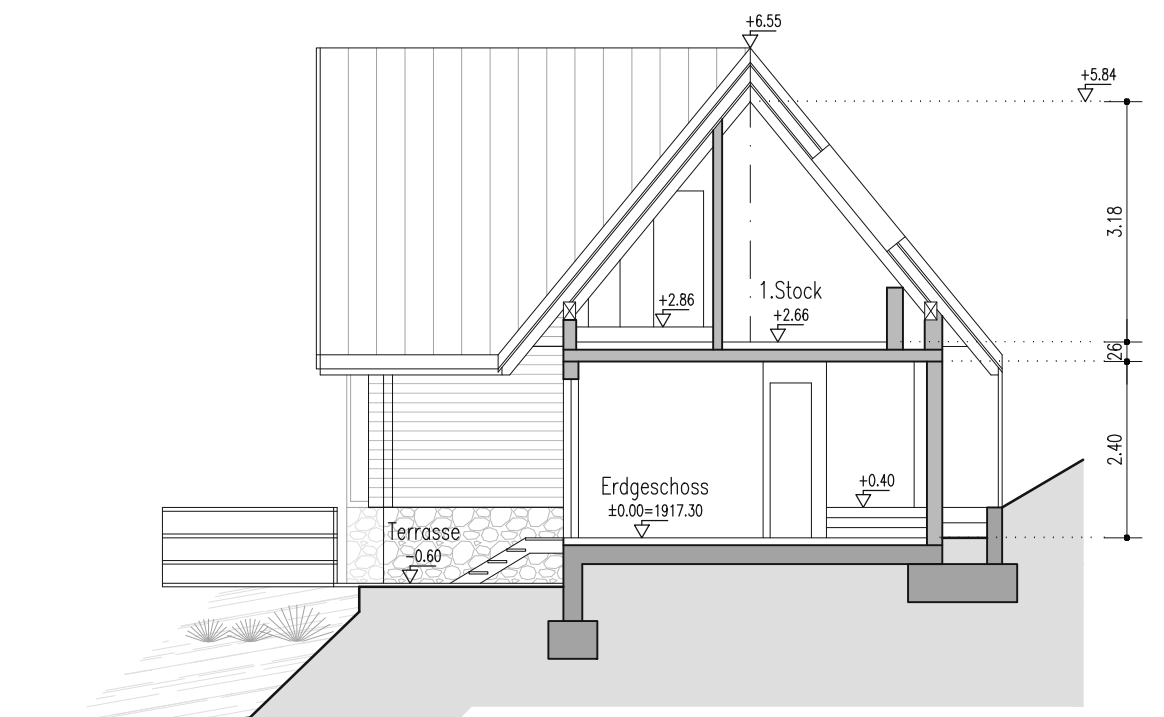
Foto 4 – Südsansicht



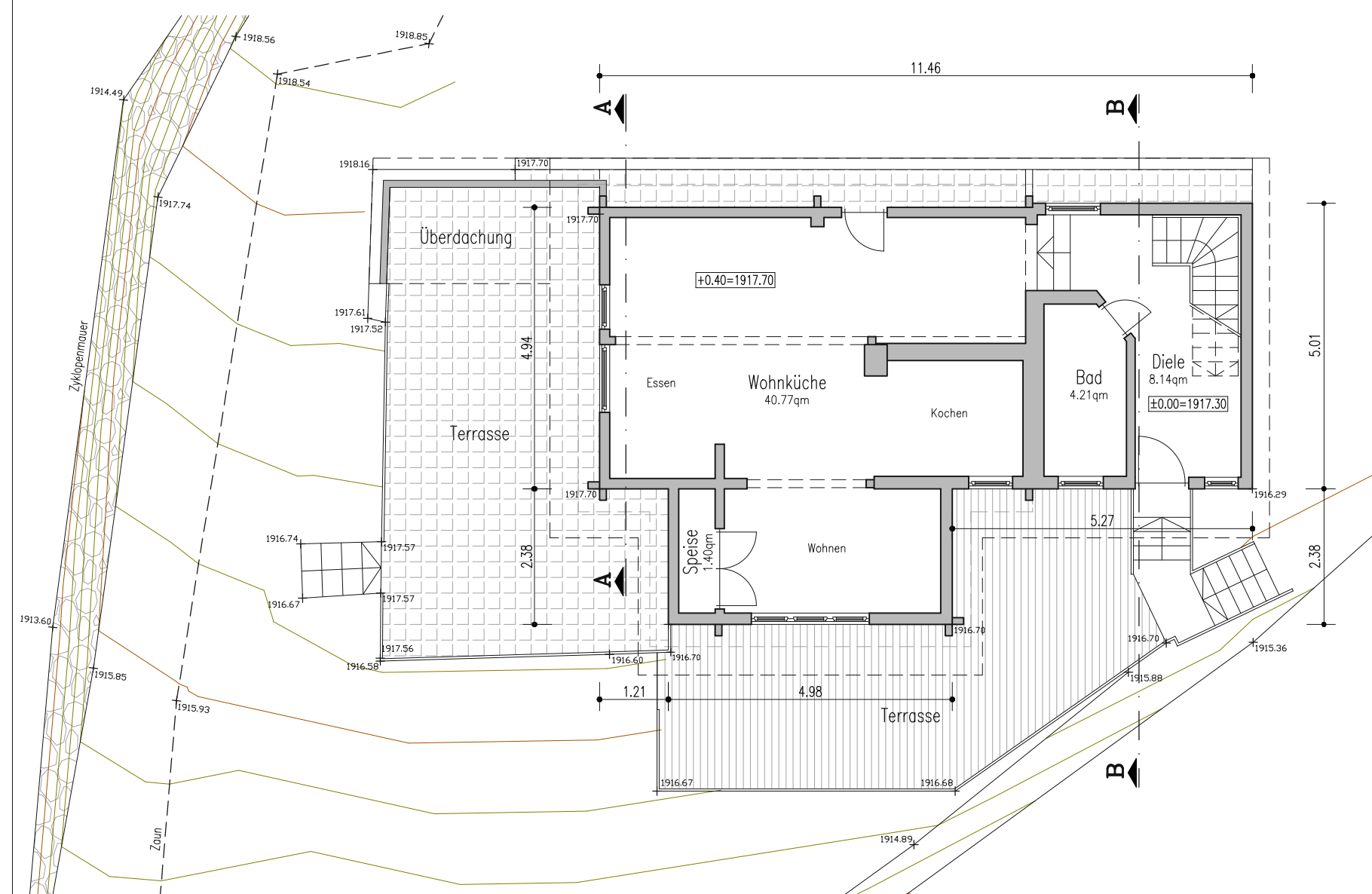
Foto 5 – Nordansicht



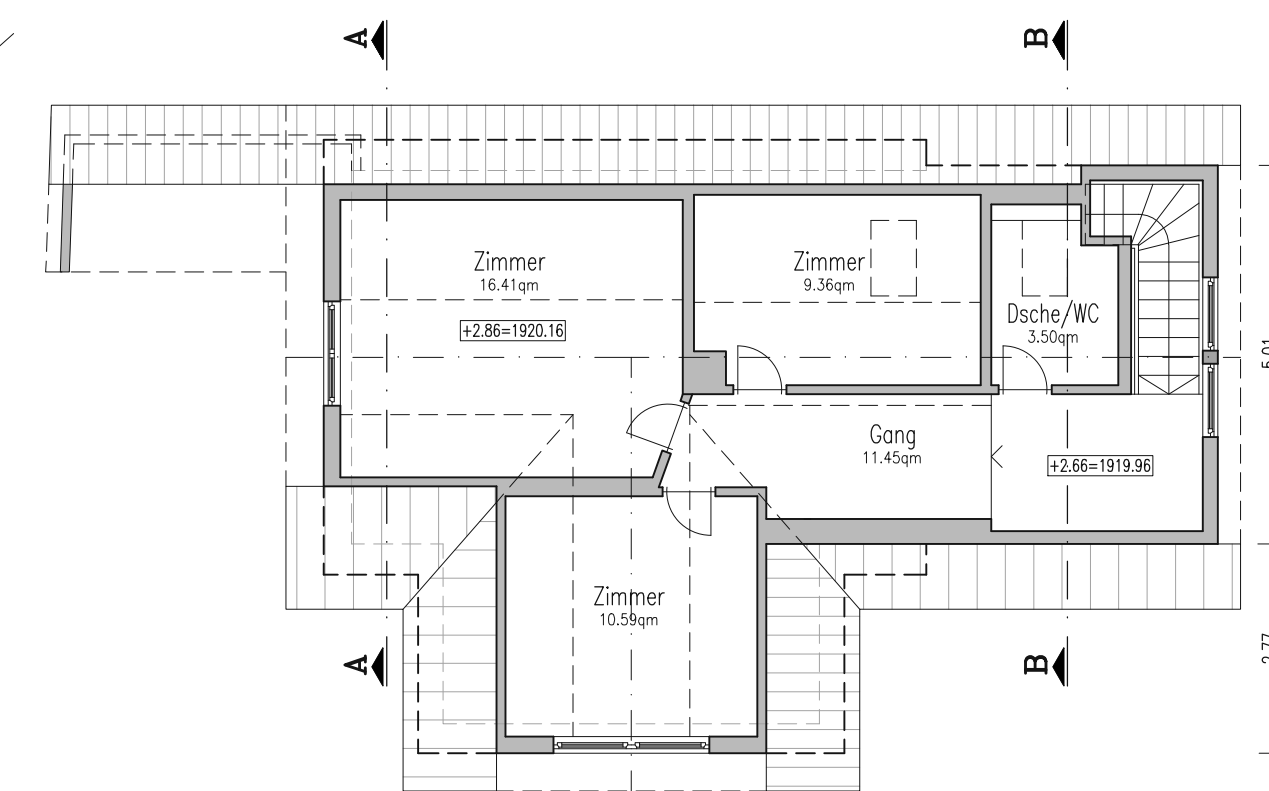
SCHNITT A-A



SCHNITT B-B



ERDGESCHOSS



1.STOCK (DG)

GEOM. FERRETTI HEINRICH  
STUDIO **GEOPLAN**

**3.EINGABE**  
**BESTANDSAUFNAHME**

GEMEINDE BRIXEN      AUTONOME PROVINZ BOZEN

**PROJEKT ZUM ABRUCH UND WIEDERAUFBAU DES  
BESTEHENDEN WOHNGEBÄUDES IN AFERS – SKIHÜTTE**

K.G. AFERS      G.P. –      B.P. 329      M.B. 9

**Bau- und Vermessungsbüro**  
I-39040 Vahrn-Stephan-Mayrhofer-Strasse 17  
Tel. 0472 838 200 \* Fax. 0472 208 665 \* E-Mail: info@studiogeoplan.it

Auftraggeber/in:  
STREMEL Doris Brita

Planinhalt:  
Grundrisse, Schnitte, Foto

Der Techniker:

Nr.Projekt:

862/20

Blatt:

2

Datum: SEPTEMBER 2020      Masstab: 1:100

Sachbearbeiter:  
T.Z. Karl Watschinger

Überprüft:  
Geom. Heinrich Ferretti

Fläche:  
0,37qm

DWG-Dat: W:\Data\KON\KON\_Land\01-Abbruch-Wiederaufbau\_BP329-Hot\2020\projekte\3-Eingabe\01-Wkz\01-01er-3Eingabe.dwg      Diese Zeichnung darf ohne unsere Erlaubnis weder vervielfältigt noch an Dritte weitergegeben werden!



# Anhang

## Interviewauswertung



Aussage	gefilterte Aussage	Hypothese	Stichwörter
<b>Interviewpartner 1: Geschäftsführer von Firmen, die auf Abbrüche im Sinne der Kreislaufwirtschaft</b>			
<p>habe auch meine Architektur Studiengänge an der TU Wien zum Thema Recyclingrechtes Bauen abgeschlossen.</p> <p>Vor über 20 Jahren und das war damals sehr revolutionär.</p> <p>Bioenergie hat man wahrgenommen, auch im Architektur- und Baubereich als Thema, aber</p>	<p>Kreislaufwirtschaft und Ressourcenmanagement war vor 20 Jahren noch kein aktuelles Thema.</p>		<p>Kreislaufwirtschaft</p> <p>Ressourcenmanagement</p> <p>zeitl. Entwicklung</p>
<p>Denn wenn es eine Konstruktion gäbe, die sich selber aufbaut und sich dann wieder abbaut, ohne jeden Abfall zu hinterlassen, jede Spur zu hinterlassen und deswegen auch keine Geräte, Gerüste oder Kräne braucht, sondern das aus eigener Kraft, aus der Konstruktion des Hauses selbst kann.</p>	-		
<p>Das ist inzwischen mit in Archicad integriert, dass man, wenn man 3D zeichnet, eigentlich gleichzeitig den Energiebedarf eines Gebäudes mitzeichnet oder mit messen kann</p>	<p>Modul das in Archicad integriert ist und den Energiebedarf eines Gebäudes mitzeichnet und messbar macht.</p>		<p>Energiebedarf</p> <p>Archicad</p> <p>digital messbar</p>
<p>Es geht im Augenblick auch sehr verstärkt um das Thema Boden &amp; Bodenschutz</p>	<p>Boden und Bodenschutz als aktuelles Thema</p>		
<p>Und gerade auch mit der Überzeugung, dass wir Kreislaufwirtschaft brauchen, um Klimawandelfolgen zu bewältigen und Klimaschutz zu betreiben.</p>	<p>Kreislaufwirtschaft nötig, um Klimawandel und Klimafolgen zu bewältigen.</p>	3.	<p>Kreislaufwirtschaft zum Klimaschutz</p>
<p>Das Unternehmen haben wir ja im Zuge des Aufkommens der Baustoff Recycling Verordnung gegründet.</p> <p>Mit dieser Verordnung war klar, dass es da einen Player, der diese Nachfrage nach Bauteilen, die</p>	<p>Das Unternehmen als nötige Schnittstelle für die Wiederverwendung von Wertstoffen.</p>		<p>Unternehmen</p> <p>Schnittstelle zur Wiederverwendung</p>
<p>Wir wussten schon, dass ist eine Aufgabe für sozialökonomische und sozialwirtschaftliche Betriebe</p>	<p>Social Urban Mining - als Berufseinstiegsmöglichkeit</p>		<p>Social Urban Mining</p>
<p>dieses Wertschöpfungsmodell entwickelt, von dem wir glauben, dass es am Ende in den Stoffströmen, der Architektur ein wesentlicher Beitrag ist.</p>			

Aussage	gefilterte Aussage	Hypo- these	Stichwörter
<p>Und bei Downcycling, höre ich immer, Beton erfährt ein Downcycling, wenn man es als Strassenfundament einbringt, z.B. als Granulatfraktion. Und das ist natürlich falsch. Da wird dann der Begriff Downcycling ganz falsch verwendet. Deswegen ist es kein Downcycling. Natürlich wird aus Beton nicht wieder Beton gemacht und insofern ist es schon ein Downcycling. Denn er ersetzt an dieser Stelle hundertprozentig einen primären Rohstoff.</p>	<p>Beton als Straßenaufschüttung ist kein Downcycling, da es zu 100% einen primären Rohstoff ersetzt.</p>	1.	Downcycling
<p>Und beispielsweise ist es weder ökologisch noch ökonomisch sinnvoll, aus Beton Granulat, also recycelten Fraktionen von gebrochenen Betonkörnungen, wieder Beton zu machen. Denn mit steigender Beton Klasse vermehrt das den Zementbedarf oder verschlechtert die Qualität des Betons und deswegen ist es Unsinn dafür Geld auszugeben oder noch mehr Aufwände der Umwelt abzuverlangen, weil es ist natürlich aufwendiger sogar als Primärrohstoff herzustellen.</p>	<p>Recyclingbeton: bei steigender Betonklasse vermehrt sich der Zementbedarf oder die Betonqualität verschlechtert sich, extrem hoher Aufwand um Recyclingbeton herzustellen, sowohl aus Kostensicht, als auch ökologisch. -&gt; aufwendiger als Primärrohstoffherstellung</p>	1.	Downcycling erhöhter Zementbedarf, schlechtere Qualität
<p>Also grundsätzlich planen wir Rückbaugebäude. Wir machen BIM Modelle und durchleuchten diese Gebäude auf ihre Stofflichkeit, so gut wir das können mit unseren Mitteln als Planer oder auf Grundlage der Bestandspläne.</p>	<p>BIM Modell als Grundlage für die Planung des Rückbaus von Gebäuden</p>		Digitalisierung
<p>Aber dann geht das vor allen Dingen darum, die Erkundungen dieses Gebäudes, z.B. auf Grundlage eine Schad- und Störstofferkundung dann eben in dieses Modell aufzunehmen. Wir zeichnen natürlich nicht jedes Asbest rein, aber wir arbeiten sehr stark, natürlich mit den Flächen und Geometrie um diese Ermittlung des Schad- und Störstofferkunders schon teilweise auch zu unterstützen. Also wir machen auch Rückbau Konzepte für Schad- und Störstofferkunders, weil wir einfach die bautechnische Seite noch besser abdecken. Er muss die Menge nicht schätzen. Ich kann sie messen aus dem Modell.</p>	<p>Schad und Störstofferkundung kann BIM-Modell als Grundlage für die Mengen und Massenermittlung nutzen. Schad- und Störstofferkunder liefert dann weitere wichtige Daten, die für die Erstellung des Rückbaukonzeptes von großer Bedeutung sind -&gt; enge Zusammenarbeit von Vorteil für beide Seiten</p>	2.	Schad- und Störstofferkundung BIM-Modell Rückbaukonzept

Aussage	gefilterte Aussage	Hypothese	Stichwörter
Mit dieser Kooperation ( mit dem Schad- und Störstofferkunder) arbeiten wir erst mal planerisch und können Massen Modelle erstellen, die Abfallströme überhaupt planbar machen und wenn es geht diese auch nicht zu Abfallströmen werden zu lassen, sondern nur zu Stoffströmen. Und das ist unser <del>generelles Vorgehen</del>	Durch Zusammenarbeit können Massenmodelle erstellt, Abfallströme planbar & Abfallströme bestmöglich zu Stoffströmen umgewandelt werden	2.	Abfallströme zu Stoffströmen umwandeln.
Wenn wir Aufträge kriegen, dann versuchen wir diesen Rückbau mit der Stoffströmung bestmöglich an den Neubau anzuplanen. Und da haben wir halt ein gewisses Portfolio an Erfahrung, auf der Basis, welche Verwendungsmöglichkeiten kämen in Frage und welche Stoffe. Diese können wir dann analysieren, ganz gezielt analysieren und vor allem auch ihre Relevanz für das Neubaukonzept zu spiegeln.	Stoffströme des Rückbaus, bestmöglich an Neubau anplanen.	2.	Stoffströme an Rückbau anpassen.
Bestandsaufnahme beeinflusst die sogenannte Entfrachtungsarbeit, die nötig ist, um ein Gebäude auf den Rohbauzustand zurückführen zu können. Und das wird ja seit der Schad- und Baustoffverordnung seit dem 01.01.2016 auch verlangt.Es ist also schon gesetzt, man muss sämtliche Störstoffe entfernen oder Schadstoffe oder andere schädliche Stoffe.	Es ist seit 1.1.2016 Gesetz, dass sämtliche Schad- und Störstoffe entfernt werden müssen.	2.	
Aber dann muss ich auch die Störstoffe entfernen und dazu gehören auch Teile und Bauteile, die eigentlich keine Störstoffe sind wie Parkett Böden, die voll funktionsfähig sind. Nur aus der Sicht des mineralischen Recyclings sind es Störstoffe. Also ist Holz ein Störstoff und muss vorher entfernt werden. Aber für uns ist es natürlich ein Rohstoff. Ja, und diese Aufdividierung dieser möglichen Stoffströme, das ist ein Teil unserer Planungstätigkeit.	Durch die Gesetzgebung müssten auch Stoffe entfernt werden, die gar keine Störstoffe sind, wie Parkett, das vollfunktionsfähig ist. Aber aus mineralischer Recyclingsicht, sind diese Störstoffe. Die Aufdividierung dieser möglichen Stoffströme ist Aufgabe der Planungstätigkeit.	2.	
Social urban Mining - diese Entfrachtungsarbeiten, die nötig sind, Bodenbeläge entfernen, abgehängte Decken entfernen, solche Dinge, das kann auch schon vor der Vergabe oder schon vor dem Beginn des Abbruchs durch sozialökonomische Betriebe geschehen	Social Urban Mining - Bereits vor den eigentlichen Abbrucharbeiten möglich. -> Bodenbeläge entfernen, abgehängte Decken entfernen, etc.	2.	

Aussage	gefilterte Aussage	Hypo- these	Stichwörter
Und so können wir sozusagen die gesetzliche Vorgabe einer Rückführung in den Rohbauzustand und eine bestmögliche sortenreine Trennung als Basis einer Wertschöpfung ansetzen	Rückführung in den Rohbauzustand und sortenreine Trennung als Basis einer Wertschöpfung	2.!	
welche Materialein können am besten in den Materialkreislauf rückgeführt werden? Die teuersten Materialien. Also Kupfer wird im Augenblick mit ca. 7000 bis 8000 Dollar pro Tonne gehandelt und hat eine Wertsteigerung von 3 fast hinter sich gegenüber dem Tief zu Beginn von Corona	Potential zur Rückführung in den Ressourcenkreislauf stark abhängig von Wert des Materials	4.	Wert des Materials Ressourcenkreislauf
Das gilt eigentlich für alle Metalle, insbesondere für die Buntmetalle. Aber eigentlich gilt es für alle Metalle. Nur sind die nicht so leicht herauszukriegen aus den Bauteilen wie z.B. die Bewehrung des Stahls und so weiter.	Potential zur Rückführung in den Ressourcenkreislauf stark abhängig von Wert des Materials - jegliche Metalle, aber Ausbau sehr schwierig und aufwendig.	4.	Potential zur Rückführung
Generell trennbar, ist einfach alles und wir können jedes Gebäude zerkleinern.		2.	
Selbstverständlich ist es aufwendiger muss man ein Stahlbetongebäude auseinandernehmen als ein Ziegel Gebäude oder Gründerzeit Gebäude, denn das ist ja eigentlich dann schon sortenreiner Baustoff, Ziegel, da muss man sich richtig Mühe geben, wenn man das alles vernichtet	Art des Ausbaus spielt auch eine Rolle, da dies die Kosten beeinflusst.	4.	
Es stellt sich immer eher die Frage in welchem Ziel möchte ich jetzt eine bestimmte Stoffgruppe besonders ins Visier nehmen?	Ziel des Ausbaus und der Wiederverwertung spielt eine wichtige Rolle.		
Also warum ist das jetzt wichtig. Beispielsweise in Reininghaus, wo wir eine riesengroße Brauerei mit 12 Meter tiefen Eiskeller abgebrochen haben, die teilweise aus Naturstein waren, aber auch aus Ziegeln gemauert waren, haben wir sehr genau überlegt Wo kann man denn diesen Ziegel einbauen? Der muss so tief eingebaut sein, dass es rostfrei ist, er darf nicht gefrieren. Andererseits ist aber auch eine gute Basis für Pflanzsubstrate beispielsweise	Ziel des Ausbaus und der Wiederverwertung spielt eine wichtige Rolle.		
Größte Herausforderung für eine effektive Wiederverwendung: alles was giftig ist. Also dazu gehören fast alle Dämmstoffe	Größte Herausforderung für eine effektive Wiederverwendung: alles was giftig ist. Also dazu gehören fast alle Dämmstoffe	4.	

Aussage	gefilterte Aussage	Hypo- these	Stichwörter
Selbst mit Mineralwolle, die wir für das Sechsfache ihres Herstellungspreises im Augenblick entsorgen müssen.	Größte Herausforderung für eine effektive Wiederverwendung: alles was giftig ist. Also dazu gehören fast alle Dämmstoffe	4.	
Das sind hauptsächlich Dichtungen und Dämmstoffe und eben Brandschotte. Also Asbeste als Material an erster Stelle, die uns da große Probleme machen und ganz besonders schlimm ist es eben, wenn diese Bestandteile sich dann an andere verwertbare und wichtige Baustoffe oder Ressourcen anhaften und dazu gehören zum Beispiel Schalungstrenner und die Abstandshalter in der Schalung im Beton, die in den 70er Jahren eben aus Asbest waren.	Größte Herausforderung für eine effektive Wiederverwendung: alles was giftig ist. Also dazu gehören fast alle Dämmstoffe	4.	
Die Antwort ist ganz einfach, dass es immer das Gift ist, was uns die Arbeit schwer macht oder die Ressourcen wegnimmt.	Größte Herausforderung für eine effektive Wiederverwendung: alles was giftig ist. Also dazu gehören fast alle Dämmstoffe	4.	
Wie gesagt, weil der Abbruchunternehmer so viele Teilübergaben oder rückbauspezialisierten Meister und die Zeit, um diese Dinge wirklich mit der Muße zu tun, die nötig wäre, um die Stoffe wirklich höchstwertig zu trennen und wieder zu beleben unter Anführungsstrichen als Rohstoff ist fast nie gegeben	Zeitknappheit als größtes Hinderniss für einen guten Rückbau	2.	
Es braucht eine erweiterte Produkthaftung aller Hersteller, die auch für diesen End of Life Zyklus Verantwortung tragen müssen.	Hersteller mehr in die Produkthaftung zu ziehen um Kreislaufwirtschaft zu	3.	
Das muss im Bereich der Mineralwolle geschehen. Das muss im Bereich des Trockenbaus ganz stark geschehen. Also auch der Gipskarton steht ja auch als Deponieverbot 2026 im Raum. Mineralwolle mit Deponie Verbot 2026. Also da müssen einfach auch die Hersteller ganz klar ins Boot geholt werden, damit tatsächlich Kreislaufwirtschaft betrieben werden kann und nicht als alleinige Sache einer Abfallwirtschaft gesehen wird.	Produkthaftung der Hersteller bei fast allen Bauprodukten.	3.	

Aussage	gefilterte Aussage	Hypo- these	Stichwörter
das können jetzt ganz verschiedene Modelle sein. Also das kann die Rückkaufoption sein, wenn es um ganze Gebäude geht. Es kann die Rücknahmeverpflichtung sein, wenn es um Bauteile geht,	Modelle für die Produkthaftung der Hersteller: Rückkaufoptionen der Gebäude, Rücknahmeverpflichtungen von Bauteilen, etc.	3.	
Rückbaukonzept in der Baustoffverordnung verpflichtend vorgeschrieben wird und auch die ÖNORM 3151 schreibt vor, wie das ablaufen soll.	Rückbaukonzepte verpflichtend.	2.	
Aber über dieses A4 Formblatt hinaus, glaube ich, ist in der Praxis sehr wenig weitergegangen und wir haben schon den Eindruck, dass die Sensibilität gewachsen ist.	Praktische Anwendung der Rückbaukonzepte eher rückstellend.	5.	
Wahrnehmung einer Kreislaufwirtschaft in allen Berufsgruppensektoren im Baubereich sehr stark gewachsen	Kreislaufwirtschaft wird wahrgenommen	5.	
gleichzeitig haben wir bei der Stakeholderbefragung erfahren, dass das tatsächliche Recycling oder Re-usen von Bauelementen und Bauteilen massiv, definitiv massiv zurückgegangen ist aus Sicht der Bauwirtschaft. In den 70er Jahren haben wir das noch viel genauer gemacht. Wir haben selber noch gesammelt und haben nichts weggeworfen. Und heute ist alles mit so einem ungeheuren Druck. Und auch die Ressourcen selbst sind so günstig, dass es sich kaum mehr lohnt, die Rohstoffe aufzubereiten oder sekundäre Baustoffe einzusetzen.	früher wurde mehr Wert auf Wiederverwendung und Wiederverwertung gelegt als heute. Grund: sinkende Primärrohstoffpreise, hoher Zeitdruck	2.	
Wir versuchen immer nur B2B Beziehungen aufzubauen, damit wir jemanden haben, dem wir das liefern können für den gewünschten Zeitpunkt. Denn wenn man anfängt mit einer traditionellen Prozesslogik, also mit dem Ausbauen, Aufbereiten, ins Fenster stellen und warten, bis jemand kommt, dann wird es schwierig. Denn das verlangt so viel Investition in einen Sektor, die niemand tätigen möchte.	B2B Verbindungen als Grundlage von unserem Unternehmen, um Logistikkosten etc zu vermeiden	1.	
just in time Logistik	Just in Time Logistik		
Also wir würden auch den Re-use-paket gerne an einen Holzverkäufer, an die großen Holzverkäufer aus Österreich weitergeben. Die handeln schon längst mit Altholz. Aber trotzdem hat sich dieser Markt noch nicht so etabliert, dass ins Laufen zu bringen.	Holzhändler als interessanter Abnehmer für Re-use Parkett	3.	

Aussage	gefilterte Aussage	Hypo- these	Stichwörter
Also im Grunde genommen war es einfach nur ein fehlender Prozess in unserer Vorgehensweise im Allgemeinen, weil wir festgestellt haben, dass einerseits immer genug Zeit ist, um vorgezogene Rückbauarbeiten, die den Abbruch vorbereiten und so die Zeit machen und das vonstatten gehen zu lassen, einerseits und andererseits eben, dass Wertschöpfung durch die sortenreine Entnahme von hochdichten Werkstoffen wie z.B. Buntmetallen in dieser Phase auch möglich ist und wäre.	vorgezogene Rückbaumaßnahmen als Grundlage jeglicher Kreislaufwirtschaft um Zeit zu sparen und die Sortenreine Entnahme z.B. Buntmetallen zu ermöglichen.	2.	
Und so sind wir sehr einfach auf die Idee gekommen, dass es ja leicht wäre, ein Budget zu generieren für Entfrachtungsarbeiten, die sowieso gemacht werden müssten, also das Entfernen von Böden, beispielsweise von Belägen und das aber jetzt nicht dem Bauherrn oder Projektentwickler in Rechnung stellen, sondern sagen, wenn wir sagen, wir bauen Werkstoffe bei dir aus und erlösen die und dann machen wir genau so viel Arbeit mit sozialökonomischen Betrieben, wie wir Erlöse haben	Budget für Entfrachtungsarbeiten - Entfernen von Böden, Belägen etc. das dann nicht vom Bauherren bezahlt werden muss, sondern sich selbst finanziert. -> social Urban Mining	3.	
Also es gelingt uns in der Wiederverwendung, bzw in der Vermittlung zu Wiederverwendung immer mehr proportional also auch tendenziell steigend gegenüber den aktuell auch steigenden Rohstoffpreise, aber die können schnell auch wieder absinken, insofern ist es sehr sehr gut, als Baukarussell so eine mehrfach gegliederte Businessstrategie zu haben, wo wir mit verschiedenen Wertschöpfungselementen eine Wertschöpfung betreiben können, die nicht nur ökologische und ökonomische sondern eben auch noch sozialökonomische ist.	Wertschöpfung über verschiedene Wertschöpfungselemente, ökologischer, ökonomischer und sozialer Natur.	2.	
wir schauen uns an wie viele Wertstoffe du da drin hast, dann machen wir eine Abschätzung wie viel Social Urban Mining Potential da drin ist, wie viele Arbeiten wir dir abnehmen können für das Geld, danach bist du dann schneller, auch mit dem Abbruch fertig, sparst also nicht nur Zeit sondern bist eben auch sicherer unterwegs und in dieser Phase können wir auch für den Bauherrn Dinge vermitteln, die wir für Ihn verkaufen auch um sozialwirtschaftliche Arbeit zu generieren. Arbeit die er dann sowieso auch machen muss.	Social Urban Mining - als Soziale aber auch kostenvermindernde Alternative.	2.	



Aussage	gefilterte Aussage	Hypothese	Stichwörter
Also man merkt sehr wohl, dass das oft auch unternehmensstrategische Entscheidungen sind, von großen Investoren, die das Modell toll finden. Die davon überzeugt sind, dass eine ökologischer Mehrwert, der sogar noch mit einer sozialen Komponente verknüpft ist und der auch nichts kostet, denn es wird durch Werte gespeist, die kein Mensch zahlen muss.	Social Urban Mining - als Unternehmensstrategische Entscheidung.	2.	
Aber auf der anderen Seite ist es natürlich in den ausführenden Etagen, wo die einzelnen Projekt- oder Portfoliomanager sitzen, die dann alles bis ins kleinste mitbegleiten müssen, die empfinden das als sehr mühsame Arbeit, die es auch ist. Es ist ja nicht so, dass es ein Durchmarsch ist. Also Zusammengefasst gibt es sehr viele Leute, die sehr begeistert sind und das Potential erkennen, als Baustein auch ihrer Unternehmenspolitik aber auch gleichzeitig gibt es natürlich auch einen gewissen Aufwand den man dafür betreiben muss.	Social Urban Mining - verursacht auch Aufwand, der von Projektmanagern mühsam erarbeitet und mitbegleitet werden müssen - Nachteil	2.	Rückbaumaßnahmen benötigen Organisation
wir versuchen so viel wie möglich in b2b abzuwickeln, weil Privatpersonen ja in der Regel Zufallskäufe sind, und die rein online generierte Nachfrage muss schon medial sehr stark gestützt werden	B2B Verbindungen als Grundlage, um Logistikkoste etc zu Vermeiden	2.	
Also einfach die Nachhaltigkeit von Baustoffen ist beim Neubau aktuell ja noch relativ egal, wenn man anfängt zu bauen, soll vor allem das Gebäude rechtzeitig fertig sein, da ist es jedem egal, woher das Zeug kommt.	Bereits beim Neubau den Rückbauprozess und die Materialauswahl beachten.	3.	Qualität der verwendeten Materialien
Ich glaube jeder hat mittlerweile mitbekommen, was Klimawandel ist und jeder weiß auch was Nachhaltigkeit ist.	fehlende Transparenz und Know-how aufgrund der großes Bekanntheit der Thematik keine Ausrede mehr	5.	Transparenz
das hat nichts mehr mit Bewusstseinsbildung zu tun, denn es gibt genügend Anlässe, darüber nachzudenken. Ich glaube es ist einfach an der Zeit. So wie bei den Impfungen - die eine Hälfte geht freiwillig und die andere Hälfte geht gar nicht und so ist es auch in der Nachhaltigkeit.	fehlende Transparenz und Know-how aufgrund der großes Bekanntheit der Thematik keine Ausrede mehr	5.	Transparenz

Aussage	gefilterte Aussage	Hypo- these	Stichwörter
Insofern glauben wir ist es sehr wichtig, dass gerade die Dinge, die wir bewiesen haben, dass sie auch kostenneutral oder kostenwirksam und ökologischer und dann auch noch andere Vorteile haben, dass das dann Gesetz werden muss, liegt für mich auf der Hand. Da spielen auch politische Aspekte dann eine sehr wichtige Rolle.	Gesetzgebung muss mehr eingreifen um Kreislaufwirtschaft zu fördern.	5.	Gesetzgebung
Was wir versuchen ist, Kreislaufwirtschaft ganz stark als Klimaschutz zu bewerben und sehen dahinter vor allem ein neues Gesellschaftsmodell.	Kreislaufwirtschaft nötig, um Klimawandel und Klimafolgen zu bewältigen.	3.	Kreislaufwirtschaft zum Klimaschutz
Es geht also wirklich um ein neues Kreislaufwirtschaftsmodell, das in Klimawandel und uns einen Wachstum in der Nachhaltigkeit bietet, den wir dringend brauchen und für den wir nur noch sehr sehr wenig Zeit haben.	Kreislaufwirtschaft nötig, um Klimawandel und Klimafolgen zu bewältigen.	3.	Kreislaufwirtschaft zum Klimaschutz

Aussage	gefilterte Aussage	Hypo- these	Stichwörter
<b>Interviewpartner 2: Mitarbeiter einer Mülldeponie</b>			
Der Lehrberuf heißt Entsorgungs- und Recyclingfachmann – Abfall. Da gibt es eben zwei Sparten. Die eine ist Abwasser und die andere ist Abfall.	Entsorgung und Recycling gliedert sich in Abwasser und Abfall.		
Umschlagplatz ist, das heißt dort kommen die Abfälle zusammen, werden dann sortiert und werden dann weiter zu irgendwelchen Verwertern geliefert.	Abfall wird am Umschlagplatz sortiert, gesammelt und weiter zu den Verwertern gebracht.		
Unsere Aufgabe war es vor allem, das Material so gut es geht sortenrein zu bekommen. Das sortierte Material haben wir dann an die Verwerter weitergeleitet.	Sortenreinheit als Grundlage für jegliche Weiterverwertung	2.	Sortenreinheit
Karton war natürlich für die Papierindustrie interessant gewesen und das ist dann z.B. nach Deutschland an Papierhersteller rausgegangen. Dann Altreifen nach Tschechien, Kunststoffe nach China, Deutschland, Niederland, etc. Das hängt dann eben vom Material ab, was es war und natürlich vom Preis.	Verwerter abhängig von Material und Preis bestimmt Angebot und Nachfrage	4.	Preis bestimmt Angebot und Nachfrage
Großteils haben wir händisch in Kreams sortiert. Aber zum Beispiel hier in Wien am Standort gab es automatische Anlagen.	Händisches Sortieren -> Kostenintensiv.	4.	Sortenreinheit
Bei Baustoffen zum Beispiel, kommt das Material direkt Sortenrein bei uns an, was natürlich für den Bauherren günstiger ist. Oder es kommt als Baumix bei uns an und wir müssen es dann noch auseinander sortieren. Da sind dann zum Beispiel große Balken etc. dabei, die dann händisch noch aussortiert werden müssen.	Wenn sortenreines Material vorliegt, weit günstiger für den Bauherren.	2.	Sortenreinheit
Also Recycling bedeutet ja eigentlich, dass du aus den Materialien die du hast, Stoffe wiedergewinnst, die du dann nochmal einsetzen kannst.			
Also ich glaub die Grundlage für ein gutes Recycling ist, dass du sortenrein trennst, das Material dann reinigst, säuberst, zerkleinerst. Das dann granulierst oder ähnliches.	Sortenreinheit als Grundlage für jegliche Weiterverwertung	2.	
Aber dann gibt es auch noch werkstoffliches Recycling, wo man versucht aus dem Material die Ausgangsmaterialien also z.B. die Erdölbasierten Stoffe herauszubekommen. Aber das ist erst dann interessant, wenn der Erdölpreis so hoch ist, dass sich dieser Aufwand auszahlt. Da geht man dann quasi einfach wieder zurück zum Ausgangszustand. Aber das haben wir jetzt gar nicht gemacht.	Andere Art des Recyclings: Baumaterialien in Ausgangsrohstoff zurück zerlegen.	2.	
In der Abfallwirtschaft geht es vor allem darum, dass die Prozesse wirtschaftlich sein müssen.	Preis bestimmt Angebot und Nachfrage	4.	

Aussage	gefilterte Aussage	Hypo- these	Stichwörter
Materialien wie Aluminium ist sehr gut wieder zu verwerten, weil das generell sehr teuer in der Herstellung ist und du beim Recyceln von diesem Material sparst du bis zu 95% der Energie.	Aluminium sehr gut für Wiederverwendung geeignet, da Primärrohstoff in der Herstellung sehr teuer! Durch Recyceln sparst du bis zu 95% der Energie	1.	
Was auch interessant ist, ist Styropor, da handelt es sich nicht unbedingt um Recycling sondern um Wiederverwendung. Denn das ganz Styropor das wir hatten, wird abgeholt und klein gehexelt. Damit man dann nur mehr diese kleinen Kugeln hat. Das wird dann wiederum als Dämmmaterial für die Bauwirtschaft eingesetzt. Zu fast 100%.	temporäre Wiederverwendung von Styropor als kleine Kugeln in Hohlziegeln.	3.	
Aber das ist natürlich auch wieder schwierig, weil man verwendet es jetzt halt gut wieder, aber die Frage ist, wie kann man es dann wieder rausfiltern, wenn es beispielsweise fest mit dem Estrich verbunden ist, der als Deckschicht darüber aufgebracht wird. Also kritisch betrachtet, ist das auch nur eine Problemverlagerung. Aktuell wird es sozusagen zu 100% wiederverwendet, aber was ist dann in bspw. 30 Jahren, wenn der mit dem Styropor verbundene Estrich ausgebaut werden muss.	temporäre Wiederverwendung von Styropor als kleine Kugeln in Hohlziegeln. - > Problemverschiebung auf die Zukunft.	1.	
Was ich mitbekommen habe, sind natürlich Akkus, Batterien etc. Also vor allem TGA. Generell Elektroschrott ist eine große Herausforderung	TGA als Herausforderung für die Wiederverwendung.	3.	
Ich glaube generell ist es jetzt wichtig, dass für die ganzen Materialien, die jetzt neu auf den Markt kommen, dass man da direkt Lösungen schafft, die dann auch wiederzuverwerten.	Bereits Lösungen für die Entsorgung bei Materialeinführung finden.	1&2	
die Verbrennung hat generell ein sehr negatives Image. Viele denken dann, an schwarze Wolken und die Umwelt wird verpestet. Aber eigentlich sind gerade in Österreich die Verbrennungsanlagen so gut aufgestellt, dass die Abgase so gut gefiltert werden, dass eigentlich am Ende zu 100% CO2 und Wasserdampf rauskommt.	Verbrennung als gute Alternative um mit "nutzlosem" Material wenigstens noch den Primärbrennstoff zu vermeiden.	1.	
eine Herausforderung ist, ist die Frage wie man mit Verbundstoffen umgeht. Denn Verbundstoffe bestehen eigentlich aus wertvollen Ressourcen, aber weil es zu schwer ist die Materialien sortenrein zu trennen, kann man diese Materialien nicht mehr verwenden.	Sortenreinheit als Grundlage für jegliche Weiterverwertung	2.	

Aussage	gefilterte Aussage	Hypo- these	Stichwörter
am Ende trotzdem immer wichtig ist, ob es wirtschaftlich ist und eben auch mengenmäßig interessant ist.	Preis bestimmt Angebot und Nachfrage	4.	
Aber wenn man sich zum Beispiel mal Waschmaschinen oder Elektrogeräte anschaut, da ist ja eigentlich der Fall, dass der Kunde bereits beim Einkauf schon für die Entsorgung zahlt. Das heißt ich kann mir vorstellen, dass man das in Zukunft so handhaben wird, dass bereits beim Kauf der Materialien der Kunde gleich für die Entsorgung mit zahlt und somit der Hersteller wieder in die Verantwortung der Wiederverwertung gezogen wird. Aber das ist extrem Materialabhängig. (...)	Bereits Lösungen für die Entsorgung bei Materialeinführung finden.		
Branchen der Abnehmer: Also bezogen auf die Baurestmassen kann ich nicht viel sagen. Ich kann nur sagen, dass wir das Material immer bestmöglich sortiert haben. Das Holz rausgenommen haben, das Eisen raussortiert haben und unser Bauschutt ist dann eigentlich Großteils auf die Deponie gegangen.	Sortenreinheit als Grundlage für jegliche Weiterverwertung	2.	

Aussage	gefilterte Aussage	Hypo- these	Stichwörter
<b>Interviewpartner 3: Umwelttechniker</b>			
Also wir (...) decken den gesamten Umweltbereich ab. Von Abbruch bis Recycling und Deponierung, Altbausanierung, Abfallbehandlung jegliche Anlagen, in allen möglichen Bereichen, auch Schadstofferkundung. Wir haben eine Planungsabteilung für Deponien, oder die auch Sanierungskonzepte für Gebäude planen.			
Entwicklung der Abfallwirtschaft bezogen auf Baurestmassen in den letzten Jahren? In Bezug auf Baurestmassen, ist es eine schwierige Frage. Also 2016 kam die neue Baustoffverordnung, da gab es auf jeden Fall einige Änderungen in Bezug auf die Baustoffprodukte und Baustoffe, die damit hergestellt werden können. Da gibt es die Qualitätsklasse UA, wo halt diese Recyclingbaustoffe die Abfalleigenschaften verlieren und damit dann eigentlich uneingeschränkt rückgeführt werden können. Aber solange man nur UB oder andere Qualitätsklassen hat, also von der Qualität unterhalb des UA liegt, dann bekommt man Strafen etc.	2016 Änderung dass bestimmte Materialien die als Abfall deklariert waren unter gewissen Voraussetzungen wieder als Sekundärrohstoff eingesetzt werden dürfen.	2.	
Aber ich denke mal da gibt es eine Ausschreibung, ab einer gewissen Größe auf jeden Fall eine Schad- und Störstofferkundung und dann erfolgt die Schadstoffentfrachtung und dann die Störstoffdemontage. Danach beginnt man dann mit dem Rückbau. Dann wird es auf der Baustelle gleich aufgeteilt in mineralische Abfälle, Beton und Ziegel, Holz, Metalle, etc.		2.	Schad- und Störstofferkundung
Ich finde nur da ist das Problem, dass wenn ich ein Fenster ausbaue und bei einem neuen Gebäude einbaue, muss ich ja eine Garantie oder zumindest eine Gewährleistung geben. Da muss man natürlich jemanden finden der das Fenster ausbaut und die Gewährleistung gibt, dass halt nichts passiert.	Problematik der Gewährleistung bei Wiederverwendung	2.	Gewährleistung

Aussage	gefilterte Aussage	Hypo- these	Stichwörter
Wenn man sortenreinen Beton hat, aus diesem kann qualitativ die hochwertigsten Sekundärbaustoffe wieder hergestellt werden. Probleme hat man, bei feinkörnigen Fraktionen und wenn man Ziegel abbricht, hat man die Störstoffe vor allem in den Putzmörtelresten, die da natürlich nur schwer auszufiltern sind. Das heißt wenn ich dann feine Ziegelrecyclingbaustoffe habe, die sehr fein sind, habe ich dann Probleme, die Grenzwerte der Recyclingbaustoffverordnung zu erreichen und muss das dann im schlimmsten Fall alles deponieren. Da sind die Sulfatgehalte teilweise so hoch, dass ich dann schon höher wertige Deponien verwenden muss, obwohl ich den ganz normalen Bauschutt auf einer einfacheren Baurestmassendeponie hätte ablagern können. Jedenfalls bis die neue Deponienovelle kommt.	Sortenreinheit als Grundlage für eine qualitativ hochwertige Wiederverwendung Problematik bei Feinkörnigem Material, z.B. bei Ziegelabbruch, wenn dieses mit den Mörtelresten zermalen wird, werden schnell die Grenzwerte überschritten	2.	Sortenreinheit RC-Beton
KMF (..) steht unter Verdacht, dass sie Krebsfördernd sind,	KMF unter Verdacht, krebsfördernd zu sein.	3.	Giftige Materialien
jedenfalls ist es super schwer nachträglich, nachdem das Gebäude zum Beispiel schon vor 50 Jahren erbaut worden ist, dann nachträglich festzustellen, aus welchen Materialien das Gebäude damals gebaut wurde. Also ich denke, je sortenreiner man ein Gebäude zurückbauen kann, desto einfach kann man die Materialien in irgendeiner Form auch wiederverwenden.	Sortenreinheit, Rezepturgeheimnisse der Hersteller problematisch, da so nicht genau gesagt werden kann, was vorhanden ist.	2.	
Möglichkeit der Wiederverwendung, kommt auch immer auf den Einsatz danach an.	Ziel des Ausbaus und der Wiederverwertung spielt eine wichtige	3.	
Verwertungsfirmen : Das hängt bei uns komplett vom Stoffstrom ab. Also wenn ich Beton abbreche, fallen da zu 98% nur Betonrestmassen an. Dann gibt es noch ein bisschen Bewehrung, also Eisen, das geht zurück in die Stahlproduktion, das geht dann zum Beispiel zurück zur Fürst Alpine. Aber der Schrottmarkt ist mittlerweile schon sehr global. Also wir haben da eigentlich eher irgendwelche Schrotthändler, die uns das Material abnehmen und weiterverkaufen.	Eisen zurück in die Stahlproduktion Schrottmarkt sehr global	3.	

Aussage	gefilterte Aussage	Hypothese	Stichwörter
Beton abgebrochen wird, entstehen dadurch Recyclingbaustoffe. Damit werden dann zum Beispiel Aufschüttungen gemacht, um ein Sekundärmaterial, zum Beispiel ein Kantkorn zu substituieren. Dann gibt es die Möglichkeit, da man weiß das in dem Beton Reste von abbindenden Eigenschaften vorhanden sind, das könnte man dann sehr gut in die Zementherstellung substituieren. Dafür laufen aktuell aber noch Forschungsprojekte. Ein anderes Beispiel wäre natürlich der Ziegelabbruch, der zum Teil zurück in die Zementherstellung geht. Wo eben in der Zementherstellung Ziegel beigemischt werden, weil die Silizium, Aluminium und so weiter enthalten. Also das wird dann direkt in den Brennofen beigegeben und dann Zement hergestellt wird.	Betonrecycling für Aufschüttungen, um z.B. Kantkorn zu substituieren, Zementherstellung, Ziegelabbruch für Zementherstellung, aufgrund von gutem Silizium, Aluminium, etc Gehalt.	1.	
wenn man sortenreines Material hat, dann gibt es sehr viele Möglichkeiten	Sortenreinheit als Grundlage für jegliche Weiterverwertung	2.	
Ich glaube ab 2026 darf man keine Gipsabfälle deponieren, weil das halt auch eine endliche Ressource ist. Es gibt natürlich keine Kohlekraftwerke mehr, wo Gips anfällt. Zweitens sind die natürliche Vorkommnisse einfach auch beschränkt und drittens möchte man diese Materialien im Kreis führen. Ganz theoretisch könnte man Gipskartonplatten unendlich oft im Kreis führen, wenn man es schafft, den Karton von der Gipsplatte zu lösen. Dann könnte man dieses Gipsgranulat unendlich oft im Kreis führen.	Deponierverbot für Gips ab 2026. Endliche Ressource, Material im Kreis führen! Bei Gips muss allerdings der Karton abgelöst werden.	3.	
Aktuell ist es eben so, dass es in Österreich keinen Gipsengpass gab. Also auf der Rohstoffseite. Auf der anderen Seite stehen natürlich die Deponien. Und dazwischen bewegt man sich halt. Aber wenn jetzt die Deponieseite wegfällt, dann wird es einen Markt geben, der genau das machen wird.	Preis bestimmt Angebot und Nachfrage	3.	
wenn man es nicht mehr deponieren darf und der Gips wegfällt und der Abbau von Primärrohstoffen teurer wird. Dann werden sich diese Aufbereitungsanlagen rentieren.	Preis bestimmt Angebot und Nachfrage	3.	
Das andere ist eben, dass es in Österreich zwei große GipsHersteller gibt und beide haben gesagt, dass sie gerne Recyclinggips verwenden würden, damit sie so ein paar ökologische Ziele in ihr Unternehmen bekommen. Das heißt sie wollen sich CO2 Zertifikate oder ähnliches sparen. Also sie sind selbst bemüht, dass sich der Markt in Richtung Kreislaufwirtschaft entwickelt.	Recycling auch interessant um Ökoziele zu erreichen. Z.B. GipsHersteller, etc	4.	



Aussage	gefilterte Aussage	Hypo- these	Stichwörter
wenn man es schafft, dass man sortenrein rückbaut, dann ist auch das Wiederverwerten kein Problem	Sortenreinheit als Grundlage für jegliche Weiterverwertung	2.	
Das kann ich nicht genau sagen, das sind alles noch Dinge, die noch in der Entwicklung sind. Also bei Beton bin ich mir relativ sicher das 95% des Materials wiederverwendet werden kann. Also wenn man aus dem Beton, Recyclingbeton herstellen will, kann man quasi fast 95% verwenden und ansonsten den Rest auch noch für Aufschüttungen verwenden. Aber man darf dann für neuen Beton maximal 40% RC-Beton beimischen. Aber ich glaube das macht keiner. weil das Naturmaterial billiger ist, als das RC Material. Wenn man sich vorstellt, den ganzen Abfall muss ich ja Brechen, Sieben, Analysieren und dann auch noch über gewisse Jahre gewährleisten. Diese Materialien sind ja beim Einkauf aber nicht hochpreisig. Also da beim Recycling einen konkurrenzfähigen Preis zu erlangen, ist unglaublich schwierig. Da spielen dann auch wieder die Transportkosten eine wichtige Rolle, weil wenn ich fürs Recycling erst mal eine gewisse Strecke fahren muss, dann kostet mich das schnell mal das vier bis fünf fache vom neuen Material.	Wiederverwendung Beton: 95% -> RC-Beton & Aufschüttungen Aber Primärrohstoff billiger in der Herstellungs als RC-Beton deshalb werden die 40%iger Anteil an RC-Beton nicht ausgeschöpft. Kosten durch: Brechen, Sieben, Analysieren und dann über eine gewisse Zeit gewährleisten. + Transportkosten + niedrige Materialpreise im Einkauf von neuem Material	1.	
Also generell natürlich nach dem Prinzip, nicht abzurechen, sondern im Bestand zu bleiben. In Wien ist es aktuell sowieso so, dass man diese ganzen Gründerzeithäuser nicht abbrechen darf. Da gibt es ein Gesetz, dass diese Gebäude, die vor 1940 erbaut wurden, nicht abgerissen werden dürfen. Da gibt es verschiedene Berechnungen, wie viel Material eingespart werden kann, wenn alle Gebäude, die vor 1940 erbaut worden sind, nicht abgerissen, sondern weiterverwendet werden.	Abbruchvermeidung als oberste Priorität	1.	
in Wirklichkeit ist es nicht so leicht. Wenn ein Gebäude abgebrochen wird und der Bagger die Materialien aus zwanzig Metern Höhe runternimmt, dann ist es sicherlich schwerer die Materialien zu unterscheiden, als im Labor über die Dichte oder ähnliches die Materialien zu detektieren.	Materialtrennen nicht so einfach wie in der Theorie beschrieben gerade bei der Unterscheidung der verschiedenen Zeiten der Einbringung (KFM)	2.	
Ich finde das größte Hindernis ist die Gesetzgebung im Bezug auf das Abfallrecht.	Ich finde das größte Hindernis ist die Gesetzgebung im Bezug auf das Abfallrecht.	1.	

Aussage	gefilterte Aussage	Hypothese	Stichwörter
Zum einen, dass sie sehr streng ist, und das wenn man irgendwelche Anlagen errichten möchte, muss man zuerst unglaublich lange Behördenverfahren durchlaufen. Das kostet einfach unglaublich viel Zeit aber eben auch enorm viele Ressourcen und Gelder. Man muss eben jedes kleinste Detail beweisen und das finde ich schon sehr hinderlich. Ein weiteres Beispiel sind auch die extrem hohen Grenzwerte die herausgegeben werden, die aber in der Praxis gar nicht einhaltbar sind.	Gesetzgebung zu streng und zu kompliziert. Fachwissen bei den Gesetzgebern gerade um die verschiedenen Möglichkeiten abzubilden fehlt.	1. & 5.	strenge Gesetzgebung
zu wenig Praxisbezug. Ich glaube das viele in der Gesetzgebung nicht wissen, was eigentlich technisch und praktisch möglich ist und daran scheitert es dann oft.	Zu wenig Praxisbezug, kennen die tatsächlichen technischen Möglichkeiten nicht.	5.	fehlender Praxisbezug in der Gesetzgebung
Also in ganz Wien kann man ohne Ausnahmegenehmigung nirgendwo einen Sieb aufstellen.	Gesetzgebung zu streng und zu kompliziert. Fachwissen bei den Gesetzgebern gerade um die verschiedenen Möglichkeiten abzubilden fehlt.	5.	strenge Gesetzgebung
Zum einen das und natürlich CO2. Weil ich bräuchte dann nicht mehr den Transport aus der Stadt und dann wieder zurück in die Stadt. So ein Ausnahmegenehmigungsverfahren bei der MA 22, dauert mindestens drei bis vier Monate, wenn nicht sogar länger. Da muss man ein Staubgutachten und so weiter erstellen, etc. Aber dann wird halt meistens der Bauschutt nach Himberg gefahren und dann im schlimmsten Fall von Himberg dann wieder genau zurück auf die Nebenbaustelle.	Aufbreitung vor Ort würde Wiederverwendung fördern, weil so Transportkosten wegfallen, Materialwettbewerbsfähiger, etc.	1.	Vorortaufbereitung

Aussage	gefilterte Aussage	Hypo- these	Stichwörter
<b>Interviewpartner 4: Deponiestandortleiter für Bau- und Konstruktionsabfälle</b>			
Bei uns gliedert sich das so. Du hast einen Vertrieb, der das Material reinholt ins Unternehmen und du hast dann eine Abteilung, die dann diesen Stoffstrom sozusagen für diese Materialien entsprechende Verwertungslösungen sucht. Pro Sparte gibt es dann zwei, drei Verantwortliche, die das dann auch managen.			
Mit diesem Gedanken der Digitalisierung ist dann auch die Wastebox entstanden. Es ist sozusagen ein digitaler Muldenservice bzw. Entsorgungsservice.	Digitalisierung in der Abfallwirtschaft	2.	
Wir haben beispielsweise auch noch den digitalen Wertstoffscanner. Das läuft dann so ab, dass über einen Infrarotscanner und ein Kamerasystem alle Abfälle erkannt werden und dann kann dir das System genau sagen, welche Abfälle prozentual in deiner Mulde vorhanden sind. Das Ganze läuft natürlich immer mit dem Gedanken, das alles am Ende einmal miteinander zu koppeln.	Abfallerkennung über Infrarotscanner und Kamera	2.	
Ein gutes Beispiel ist Thermoteam, das ist eine Aufbereitungsanlage von Siedlungsabfällen und diese Anlage, die im Süden von Graz liegt, da wird zu 100% der Ersatzbrennstoff erzeugt. Und damit wird zu 100% ein Zementwerk betrieben. Also das fährt zu 100% auf Ersatzrohstoffen und nicht auf Kohle. Also wir sind schon sehr sehr weit in der Entwicklung.	Wiederverwendung als Ersatzbrennstoff stellt durchaus eine Alternative dar und ist damit nicht direkt Downcycling	1.	Wiederverwendung - Ersatzbrennstoff
Deponieverbot für Gips kommt jetzt auch raus, das heißt du musst dann schauen, dass wir für Gipsrecycling eine Lösung finden	Deponieverbot für Gips ab 2026. Endliche Ressource, Material im Kreis führen! Bei Gips muss allerdings der Karton abgelöst werden.	3.	Gipsdeponieverbot
nicht nur die Abfallwirtschaft, sondern auch die Hersteller, denn die liegen zum Teil auch mit in der Verantwortung. Diese ganzen Gesetze etc, geben einem natürlich dann schon die Richtung vor, in der geforscht werden muss.	Hersteller müssen mit in die Verantwortung gezogen werden, um effektiv Wiederverwenden.	1.	Herstellerverantwortung

Aussage	gefilterte Aussage	Hypo- these	Stichwörter
aus meiner Sicht hat sich sehr, sehr viel getan, wird sich auch noch ganz viel tun. Eine Gesellschaft, in der man etwas was man nicht mehr braucht, einfach wegschmeißt, ist natürlich auch nicht einfach. Und auf der anderen Seite wollen sie aber nichts hören, nichts Sehen und schon gar nichts Riechen, aber das kommt in der Abfallwirtschaft nun mal vor und Kosten soll die Entsorgung am besten auch gleich noch gar nichts und das ist so unser Hauptproblem. Da sind wir schon in einem Bereich, wo Öffentlichkeitsarbeit sehr wichtig ist. Da muss sich in Zukunft aber auch noch einiges Tun, damit die Gesellschaft mal sieht, was da eigentlich los ist.	Wegwerfgesellschaft als große Problematik, andererseits, darf die Entsorgung weder Lärm, Dreck noch Kosten verursachen"	1. & 5.	Wegwerfgesellschaft
Du musst über 750 t diese Schad- und Störstofferkundung machen. Das heißt, diese wird bei uns im Vertrieb dann angefragt, zum Beispiel wir haben diese Baustelle mit 2000t Beton und so weiter. Das schicken Sie dann zu mir, dann schau ich mir diese Schad- und Störstofferkundung an und dann weißt du schon mal was du ungefähr brauchst und was nicht. Auf Grundlagen dieses Datenblattes, stelle ich dann die Mulden. Zum Beispiel für Bauschutt, für Asbestzement, eine Mulde für Wolle, etc. Das wird dann auf die Baustellen organisiert und in der benötigten Reihenfolge angeliefert. Also wenn zuerst entrümpelt werden muss, dann kommen noch ein paar andere Dinge dazu. Entrümpelungen bieten wir auch mit an. Also eigentlich bieten wir alle Leistungen an, bis auf dann mit dem Bagger wirklich abzureisen. Dann stellen wir also zum Beispiel die Mulden hin. Die Baufirmen sind heutzutage schon ziemlich weit, die wissen ganz genau, dass diese Entsorgungsthemen sehr viel kosten können, wenn sie nicht sauber Trennen. Das heißt, wenn jemand Asbestzement mit in den Bauschutt schmeißt, wird die gesamt Mulde als Asbestzement deklariert und das kostet dann das vierfache. Das bedeutet das Trennen generell funktioniert sehr gut. Für die Mulden die dann gefüllt abgeholt werden, geben wir dann die Entsorgungslösungen vor. Das heißt den Bauschutt bring ich zu einer Entsorgungsanlage. Mit	Schad- und Störstofferkundung als Grundlage für die Organisation der Entsorgungsmulden Sortenreinheit als Grundlage für jegliche Weiterverwertung	2.	Schad- und Störstofferkundung
das ist eigentlich recht altmodisch. Das läuft noch telefonisch.	Austausch telefonisch	5.	Telefonaustausch
Asbestzement Dach. Das heißt, das muss entsprechend zurück gebaut werden. Das geht dann direkt in die Deponie.	Asbest wird direkt deponiert.	1.	Asbest

Aussage	gefilterte Aussage	Hypothese	Stichwörter
Dann kommt der Dachstuhl aus Holz. Wenn das nicht unbedingt lackiert ist, dann geht dann zum Beispiel in eine Spahnplattenfabrik, wo es dann zu 100% recycelt werden kann.	Spahnplattenfabrik als Wiederverwendungsmöglichkeit von Holz	1.	Wiederverwertung - Spahnplattenfabrik
Wenn es lackiert ist, dann muss es allerdings in die Verbrennung.	lackiertes Holz -> Verbrennung	1.	
Bei Bauschutt ist es generell immer relativ wichtig, dass die Verunreinigungen relativ gering sind. Das heißt Keramik, Gips oder Holz darf so gut wie nicht vorhanden sein. Ansonsten kannst du es fast hundert Prozent zum Recycling fahren.	Sortenreinheit als Grundlage für jegliche Weiterverwertung	2.	Verunreinigungen Keramik Gips Holz
Letzte Woche habe ich draußen einen Brecher bekommen und bereite da 3000-4000 t Baurestmassen auf. Also Bauschutt, das bricht er mir runter auf ein 16mm oder 32mm Maß. Dann hast du einen Feinporigen Bauschutt und die nimmt dann die Baufirma wieder ab und baut das als Füllung zu 100% wieder ein.	Bauschutt, brechen auf feinkörnigen Bauschutt zur Wiederverwendung	1.	
Das kommt natürlich auf die Anfrage an. Was bei den Baumaterialien noch ganz wichtig ist, der Preis ist aktuell noch nicht so hoch, das heißt, du kannst nicht so viel verlangen, das heißt, wenn die Logistik, die ich habe, um die Materialien weg zu fahren und das sind dann gleich 50 oder 60 Kilometer, dann rechnet sich das für mich nicht. Das heißt oft liegt das Material mal eins zwei Jahre, bis dann eine Baufirma aus der Umgebung kommt, die das dann gebrauchen kann.	Preis spielt eine sehr entscheidende Rolle	1.	niedriger Materialpreis, Transportkosten
Da spielt dann aber wieder der Preis eine wichtige Rolle, denn wenn er anfangen muss zu sortieren, zu sieben und zu brechen, dann kostet ihm das gleich mal mehr oder im besten Fall noch gleich viel, wie wenn er einfach einen Primärrohstoff nimmt.	Preis spielt eine sehr entscheidende Rolle	1.	Preis für Sortieren, Brechen, Sieben, Analysieren
wenn es dann mal heißt ihr müsst aber 50% Recyclingbeton mit einbringen, dann wird es Kippen und wird noch attraktiver. Aber aktuell geht es noch ganz klar in Richtung Downcycling.	Gesetzgebung als wichtiger Einflussfaktor	1. 3.	
Beton. Also ich sage in meinem Bereich wiederum, hab ich das Glück, das Bauabfälle, vor allem mineralische, kann man alle Wiederverwenden. Bis auf Asbestzement, das muss weg, Heraklit ist ein bisschen ein Problem und Gips. Also Ziegel, Beton, Scherben und so weiter ist kein Thema.	mineralische Bauabfälle kein Problem in der Wiederverwendung Problematisch: Gips, Asbest, Heraklit	3. 2.	mineralische Baustoffe,

Aussage	gefilterte Aussage	Hypo- these	Stichwörter
Fliesen spielen manchmal noch eine problematische Rolle, weil diese Verunreinigungen durch Keramik dann, das haben sie im Recycling nicht so gerne.	Keramik als Verunreinigung im Bauschutt problematisch. Vorallem bei feinkörniger Verarbeitung	1.2.3.	Keramik
Also ich sage in meinem Bereich, habe ich den Luxus, dass ich sehr hohe Recyclingquoten habe, wenn ich will. Aber nur wenn ich will, weil wenn die Deponie da ist und das kostet wieder 20€ zum ablegen und das wegfahren aber deutlich mehr kostet, dann ist leider oft die Einstellung da, dass das Deponieren einfach günstiger ist. Natürlich haben sie einiges vorgegeben, aber die Kontrollen sind halt schwer. Die Recyclingbaustoffverordnung, also meine leitende Verordnung, die besagt zwar es gibt eine Sortierpflicht bzw. eine Recyclepflicht, aber das wird halt ganz wenig kontrolliert vom Land.	Recycling aktuell noch sehr frei in der Entscheidbarkeit des Organisators. Wenn recycling gleich oder teurer, oftmals wird der einfachere Weg gewählt: Deponierung -> Downcycling oder gar keine Verwertung mehr auf Grund des Aufwands und der Kosten für Transport etc.	3.	
Wollen ist das falsche Wort, wollen würde ich schon, aber wenn das Recyceln so viel teurer ist, dann hast du fast keine andere Wahl. Aber zum Beispiel der Beton geht wirklich fast zu 95% ins Recycling.	Beton als einfachster Recyclingbaustoff	1. & 5.	
Wir sind aktuell auch dabei, ein kleines Team aufzustellen, um Asbestsanierungen durchzuführen. Dort muss dann aber genau diese Schad- und Störstofferkundung funktionieren, denn wenn er das nicht erkennt, dann ist das mit im Müll. Das sieht man so nicht einfach.	Schad- und Störstofferkundung als Grundlage für jede Asbestsanierung	2.	
Da wurde erkannt, dass überall Asbest vorhanden ist. In den Klebern, in den Fugendichtungen und den Wollen, jedenfalls Asbestähnlich. In den ganzen Stäuben, in den Fensterbänken. Spritzasbest. Das sind natürlich riesen Mengen und das wird alles händisch gemacht. Also da kommen dann diese Teams mit weißen Schutzanzügen und Kratzen, Schleifen das alles heraus. das kostet unglaublich viel Geld. Wenn man da ein großes Gebäude hat, da kostet die Sanierung genauso viel wie das Errichten. Weil da diese Teams über Monate stehen und händisch die Sanierung vollziehen.	enorm hoher Asbestbefall in Fugendichtungen, Klebern, Wollen, etc. -> händisches Entfernen des Asbests -> sehr hohe Kosten durch Lohnkosten	1.2.3.	

Aussage	gefilterte Aussage	Hypothese	Stichwörter
Welche Materialien sind für dich die größte Herausforderung für eine effektive Wiederverwendung und Wiederverwertung dar? Asbest, Gips, Blei. Blei ist wirklich nur als Legierung oder in verschiedenen Farbstoffen vorhanden. Im Baurestmassen spielt das also eher eine geringere Rolle.	Größte Herausforderung für die Wiederverwendung und Wiederverwertung: Asbest, Gips, Blei.	1.	
Da gibt es sicher einige Bereiche. Was eine wichtige Frage ist: Wie werden die Gebäude jetzt gebaut? Ein Wärmedämmverbundsystem wird verwendet, das wird geklebt, gedübelt etc. da hat man XPS drauf, da hat man Gips mit drauf, einen Putz drüber und drinnen noch eine Holzlattung und das alles wird verbunden. Das tut uns in 20 Jahren sicher Probleme machen, denn wie wollen wir das dann zurück bauen. Das ist meiner Meinung nach eines der größten Herausforderungen.	Sortenreinheit als Grundlage für jegliche Weiterverwertung -> problematisch WDVS etc.	2.	
Ja genau, die Verbindungen. Also komplett der Verbundwerkstoff sehe ich als Problem. Zum Beispiel Fernwärmerohre ist ein gutes Beispiel. Da hat man die Rohre, dann da rum das XPS, verklebt noch mit irgendeinem Hartschaum, der sowieso gefährlich ist, wenn er von vor 2009 kommt und diese Verbundwerkstoffe sind sicherlich die größten Herausforderungen die wir haben.	Sortenreinheit als Grundlage für jegliche Weiterverwertung -> problematisch WDVS etc.	2.	Sortenreinheit
Aber da spielt Aufklärung auf jeden Fall eine sehr wichtige Rolle. Dass die Leute wirklich wissen, was sie da machen?	Aufklärung und Bewusstseinsstärkung	5.	Aufklärung -> Bewusstseinsstärkung
Das ist in der Abfallwirtschaft immer ein sehr wichtiger Punkt. Den Übergang zwischen Abfall und Produkt zu schaffen. Weil solange ich den Bauschutt liegen habe und selbst wenn ich ihn dann aufbreche und eine schöne Körnung generiert habe, ohne Analyse ist es immer noch Abfall.	Abfallanalysen um aus Abfall ein Produkt zu generieren und Ressourcenkreislaufwirtschaft zu ermöglichen	4. .	Aufbereitungsanalyse
Also durch meine Aufbereitung und durch meine Analysen schaffe ich aus Abfall ein neues Produkt, dass ich dann an Dritte weitergeben kann. Das ist sicherlich ein großer Punkt, dass man diesen Produktstatus erst einmal erreichen muss.	Produktstatus als Hinderniss für die problemlose, einfache Weiterverwertung	4.	Aufbereitungsanalyse
Austausch mit anderen Bauunternehmen : telefonisch, über E-Mail Austausch oder durch direkte Treffen vor Ort, wo die Materialien gemeinsam besichtigt werden und besprochen wird was mit diesen gemacht werden könnte. Und umso besser der Austausch bei diesen normalen Sachen ist, umso mehr Möglichkeiten gibt es danach für andere Materialien.	Kommunikation noch relativ altmodisch, Austausch als wichtige Grundlage für die Materialweiterverwertung	5.	altmodische Kommunikation Austausch wichtig



Aussage	gefilterte Aussage	Hypo- these	Stichwörter
ein Programm, wo ich sehe welche Materialien ich wo liegen habe, habe ich schon. Sonst tut man sich ja sehr schwer. Und das ist wichtig für die Kapazitäten von z.B. Verbrennungsanlagen, weil da wird dir jährliche immer eine gewisse Kapazität zugewiesen und dafür ist es sehr wichtig, dass du immer deine Massen und Mengen kennst. Du musst schon die Übersicht haben. Sowas haben wir schon.	Datenerhebungsprograme für die lagernden Baurestmassen als Übersicht wichtig	5.	Software
Also vor allen Dingen die Baubranche. Das ist auf jedenfall über 50%. Wichtig sind da vor allem die Zementhersteller. Zement hat die Herausforderung, dass sie bis 2025 einen grünen Zement produzieren müssen. Das heißt sie versuchen jetzt schon so viel Bauschutt wieder zu verwenden, wie möglich.	grüner Zement bis 2025 > Bereitschaft zum Reuse vorhanden!	4.	Zement
Die Baustoffe bleiben alle in Österreich. Bau hat einfach noch zu niedrige Preise, dass sich das Rechnen würde ins Ausland zu fahren. Also im Bauschutt haben wir so als Richtwert, alles was man über eine Stunde irgendwo hin fahren muss, rechnet sich schon nicht mehr.	Transportkosten ausschlaggeben für die Wiederverwendung	1.	Transportkosten
Sauber trennen ist ganz wichtig	Sortenreinheit als Grundlage für jegliche Weiterverwertung	2.	Sortenreinheit
Ich glaube ausschließlich nur im Sektor Bau.	Wiederverwendung in anderen Sektoren eher weniger.	1.	
Mineralwolle oder auch Glaswolle, die werden hauptsächlich als Dämmmaterial verwendet aber die können natürlich nicht wiederverwendet werden, weil sie als gefährlicher Abfall gelten. Aber da ist die Schwierigkeit eben mit dieser 1998 Regel. Weil wie kannst du beweisen, dass die Mineralwolle ausschließlich nach 1998 verbaut wurde. Das wird nicht möglich sein und dann wird die Mineralwolle als gefährlicher Abfall eingestuft und muss dann entsorgt werden.	Mineralwolle schwierig für die Wiederverwendung. Jahrgangsabhängig	2.	
Aber auch die ganze Bürokratie bis eine Deponie genehmigt wird, dauert unglaublich lange.	Gesetzgebung als wichtiger Einflussfaktor	5.	
Also abschließend würde ich sagen, dass ein hundertprozentiges Recycling nie funktioniert und man immer einen gewissen Anteil für die Deponie braucht	100% Kreislaufwirtschaft nicht möglich	3.	Kreislaufwirtschaft Deponie Recycling



Aussage	gefilterte Aussage	Hypo- these	Stichwörter
<b>Interviewpartner 5: Geschäftsführer von Plattformen für Handel von Baumaterialien als</b>			
Also mit dem was da ist zu arbeiten. Das habe ich so gelernt von meinem Großvater. Der war Sohn von einem Zimmerer und hat sehr viel selber gebaut und hat mir das eigentlich immer so gezeigt, dass es sinnvoller ist, das zu nehmen, was da ist und nicht zu warten, bis irgendwas kommt.	Mit dem vorhandenen Arbeiten	3.	Ressourcenspeicher
Betonfertigteilhersteller gefahren, der in der Nähe von dem Ort ansässig war, wo wir gebaut haben und hab gefragt, „was liegt denn bei dir herum“ die Betonteile brauche ich, die Platten, die sieben Meter lang sind und idealerweise händelbar irgendwie, damit möchte ich eine Brandmauer bauen damit und er hat gesagt, „ja wirklich super, weil bei uns kamen so viel Fundament Elemente für Schallschutzmauern zurück, die nicht passen, weil es falsch gebaut haben oder weil es falsch geplant war, was auch immer, aber er findet es jetzt eigentlich blöd, wenn er es brechen muss, denn sie sind voll funktionsfähig“ und dann habe ich gesagt: „ja, dann hätte gern die und die“ und dann hat er mir die geliefert und wir haben sie dann und die Länge angepasst. Dann haben wir diese aufgestellt, ich habe die Statik dazu gemacht. Die Fugen und um die Fugen ist es dann eigentlich auch gegangen, die Fugen zwischen diesen Elementen sind von einer Fachfirma brandschutztechnisch ordentlich verschlossen worden. Zack, Stempel drauf.	Planung an vorhandene Materialien anpassen -> Mit den vorhandenen Materialien Arbeiten	3.	
Circle ist ein tschechischer Anbieter einer Plattform, der sehr stark auf Recycling geht, aber auch Reuse betreibt			
Auf der anderen Seite die Genauigkeiten der Aufnahmen, als fehlende komponente für sorgfältiges Reuse	Auf der anderen Seite die Genauigkeiten der Aufnahmen, als fehlende komponente für sorgfältiges Reuse	2.	Genauigkeit der Aufnahmen
man kann auch scannen, mittlerweile kann ich sogar mit meinem Handy scanne. Da setzt ich noch eine optische Verbesserung drauf und da habe ich direkt die Möglichkeit, ein 3D file zu erstellen, das ziemlich genau ist für so eine kleine Kamera. Da gibt es ja auch größere, die ein bisschen was kosten, aber damit kann man wirklich große Elemente aufnehmen und direkt an der Planung zuführen. Aber dieser Prozess, der funktioniert aktuell noch nicht perfekt.	Gebäudeaufnahme und Erfassung als Grundlage für ein Abbruchkonzept	2.	

Aussage	gefilterte Aussage	Hypo- these	Stichwörter
Aber wer gibt so eine Software in Auftrag? Wer kann innovative Pionierleistung finanziell leisten? Eigentlich nur die Großen und die zu ködern und zu überzeugen. Das ist so viel Überzeugungsarbeit, das ist so anstrengend.	Entwicklungskosten für Software zur einfacheren Erfassung des Bestandes relativ teuer	2.	Pionierleistung
Wir sind derzeit eine Unternehmensberatung, die sich darauf spezialisiert hat, Kreislaufprozesse in der Architektur darzustellen und Projekte zu begleiten, umzusetzen, die zukunftsfähiges Bauen, beschreiben und fördern.	Kreislaufprozesse die Projekte begleiten und zukunftsfähiges Bauen beschreiben und fördern	2.	zukunftsfähiges Bauen Kreislaufprozesse
Ja wir sind schon Pioniere und wahrscheinlich zehn Jahre voraus, was Österreich betrifft. Wir sind aber wahrscheinlich zehn Jahre hinten, was Dänemark und Holland und Belgien anbelangt oder so. Aber es wird vermutlich zehn Jahre dauern, bis das was wir machen, state of the art ist.	Dänemark, Holland, Belgien sehr weit in der Entwicklung		Pioniere
Entwicklung der Abfallwirtschaft: Also der Fokus ist sehr stark auf den Recyclingprozessen, mit denen wir ja nichts zu tun haben. Wir verwerten nicht, wir verwenden.	Abfallwirtschaft spezialisiert auf Recyclingprozessen	1..	
Und die Wirtschaft hat sich sehr stark auf Recycling draufgesetzt, weil es industrielle Prozesse sind, weil es sehr klar abwickelbar ist, im Sinne einer Wirtschaft, die ja sehr viel zu bewältigen hat. Also gerade die Masse.	Recycling -> ein industrieller Prozess, nötig aufgrund der enorm großen Massen an		
Werner Sobek sagt das immer so schön. Energie ist genug da.	"Energie ist genug da"	3.	

Aussage	gefilterte Aussage	Hypo- these	Stichwörter
<p>Wir haben grob drei Phasen, die wir anbieten. Die erste Phase ist immer eine Bestandsaufnahme der Bauteilkatalog. Das ist eine Datenbank, die wir füllen. Wir haben da ein digitales Tool entwickelt, mit dem wir arbeiten. Das ist sehr aber noch sehr abgespeckt mit dem wir arbeiten. Und dann schreibt man das Angebot, Bauteilkatalog ist das erste und dann präsentiert man den Katalog. Das heißt, man geht diesen mit dem Bauherrn ein Gebäudes durch z.B. Bauteileigentümerin der Bauteile. Dann gibt es Bauteile, die beim Neubauvorhaben wiederverwendet werden können. Dann Bauteile, wo es sich auszahlt, das man sie versucht zu vermitteln. Und was sind die Bauteile, die interessant sind für Produktentwicklung? Und auf Basis dessen auf dieser Basis. Diese Rosinen Liste, so nennen wir das. Das Tool heißt Rosina. Auf Basis dieser Liste geht es dann je nach Wunsch des Kunden weiter. Wenn der Kunde sagt Na gut, dann will bitte nur diese Teile wieder verwenden oder gar keine Wiederverwendung für mich selber, sondern will es gern vermitteln. Und dann ist es so, dass das Leistungen sind, die die harvestmap erbringt, die dann wieder verschiedene Möglichkeiten anbietet</p>	<p>Bestandsaufnahme -&gt; Erstellen des Bauteilkatalogs Präsentation des Bauteilkatalogs -&gt; Besprechung welche Materialien wie wiederverwendet werden können und wollen -&gt; Materialien, die vermittelt werden sollen</p>	<p>2.</p>	
<p>Eine andere Möglichkeit ist, dass das Gebäude eine lange Zeit stehen bleibt und man sagt Okay, das bleibt jetzt eingestellt. Fünf Monate, ein Jahr, zwei Jahre, etc. und wir versuchen, das zu vermitteln. Wir regen das an im Netzwerk oder die Personen und das ist meistens der Fall, sagen, „mir wäre am liebsten, ihr holt des ab, ich bezahl euch dafür und dann kümmert ihr euch darum. Das machen wir eigentlich nicht mehr. Das funktioniert nicht. Und vor allem ist dieser Business Case B2C nicht rentabel. Wir sind nicht Willhaben, die machen es super! Ich finde es genial. Es ist eine Plattform, wo man wirklich sieht, dass Wiederverwendung und Weiterverwendung toll funktioniert und es überhaupt keinen Stress ist, gebrauchte Artikel wieder zu verwenden. Also insofern der Business Case B2C ist nur in sehr, sehr seltenen Fällen und es gibt schon Customer, die einfach das Potenzial haben und die solche Projekte unterstützen und als Businessangel auftreten.</p>	<p>Zeit als wichtiger Faktor für eine ausgewogene B2B Materialwiederverwendung - B2C funktioniert nicht effektiv</p>	<p>2.</p>	

Aussage	gefilterte Aussage	Hypo- these	Stichwörter
Brauchbare Materialien? Alles, Also am besten ist wahrscheinlich das Holz, Ziegel, Stahltreppen in Keller z.B., verschiedene Innentüren, Aluminiumfenster, Kastenfenster, Holzfenster, kann man alle aufbereiten und ist immer noch günstiger, als ein neues Fenster. Du kannst dir von Firmen, viele Fensterhersteller bieten das mittlerweile an, dass sie kommen, dein Fenster ausbauen, es mitnehmen, neu eingelassen, neu eindichten und dir das Fenster wieder einbauen. Das ist auf jeden Fall günstiger, wie wenn du die neu einkaufst, hat aber die gleiche Qualität wie ein neues.	Die Möglichkeit Materialien wieder zu verwenden ist so gut wie für jedes Material gegeben -> Frage der Rentabilität oftmals entscheidend	3.	
Manchmal Dachziegel. Also wenn ich mir rote Dachziegel, Keramik oder wo wir jetzt grad aktuell mit der Industrie in der Entwicklung sind, ist Parkett, Stabparkett, vorzugsweise Eiche. Ist ein super geiles Produkt, wir können mittlerweile anbieten den Parkett auszubauen. Er wird ins Werk geschickt, der wird so hergerichtet, dass du ihn genagelt wieder einbauen kannst.	Sehr interessante Produkte sind Dachziegel, Keramik oder Parkett z.B. Parkett -> kann ausgebaut, aufbereitet und wieder als gutes Produkt eingebaut werden.	3.	
Ausbau von Fliesen: alles was so in den 90er Jahren gebaut worden ist, und davor hast du eigentlich noch keinen Flex Kleber. Das heißt, du hast dort einen Zementgebundenen Kleber, der auf Biegezug bricht. Und zwar in den meisten Fällen, bei den Fliesen, bevor das Keramik bricht. Also es gibt Werkzeug dafür, die Fliesen Abzuscheren. Du hast natürlich schon eine Nacharbeit, du musst die Fugenmasse auskratzen und die Rückseite, aber das geht mit Drahtbürsten auf der Flex händisch. Wahrscheinlich gibt es auch Möglichkeiten, das industriell zu machen.	Ausbau von Fliesen abhängig von Kleber -> Verbindungsart entscheidend	4.	
Für uns der Gewinn ist immer die Erkenntnis und dieser Prozess, den man hat.	Prozess für weitere Entwicklungen von Bedeutung	4.	
darum geht es eig., die Industrie auch anzuregen, dass sie selber auch etwas tun.	Industrie zum Mitwirken Anregen	4.	
Denn die Abfallwirtschaft müsste ja gar nicht so viel tun, wenn sie die Designer und Gestalter von den Bauteilen, die verbaut werden, ein bisschen nachhaltiger entwerfen und entwickeln im Sinne der Ressourceneffizienz. Es wäre so einfach, man kann ja Kleben, Stecken, Schrauben, es gibt so viele Holzverbindungen, da brauche ich noch nicht einmal	Recoursenschonend Konstruieren -> vorausschauen konstruieren	2.	

Aussage	gefilterte Aussage	Hypo- these	Stichwörter
<p>Welche Kriterien werden bei der Beurteilung von Materialien zur Wiederverwendung herangezogen? Also Kosten oder Aufwand für den Ausbau, Zeit etc.? : Also die Bewertung ist zum einen die gestalterische Bewertung. Was für Kriterien, für mich ist es die Vielzahl an Entwürfen die ich daraus generieren kann, also was kann ich daraus machen. Muss ich es mühsam zerlegen und habe dann wieder einen Rattenschwanz an Prozessen dran, um diese Klebestreifen wieder zu schließen, weil vielleicht Formaldehyd aus dampft und so weiter und so fort.</p>	<p>Kriterien für die Bewertung der Wiederverwendungsmöglichkeiten:                      -&gt; gestalterische Bewertung -&gt; Vielzahl von "neuen" Produkten die generiert werden können.                      -&gt; wie aufwendig ist die Aufbereitung?</p>	4.	
<p>Bei Stahl ist es relativ simple, wenn ich bei Stahl in den konstruktiven Bereich geh, habe ich die besten Möglichkeiten es zu überprüfen, ob es tauglich ist oder nicht. Außerdem habe ich die Normen mit Anforderungen und ich hab alle Möglichkeiten. Beim Stahlbeton kommt es darauf an, für was ich es einsetzen will. Also zumindest eine optische Rissfreiheit oder es schon Risse in der Zugzone gibt und die Betondeckung kann ich sowieso einfach überprüfen. Natürlich spielt auch die Schad- und Störstofferkundung eine große Rolle.</p>	<p>Stahl optimal für die Analyse zur Wiederverwendung</p>	3.	
<p>Dieser Bauteilkatalog ist ja idealerweise Teil der Schad- und Störstofferkundung, weil es ja die Pflicht wäre. Vom Schad- und Störstofferkunder Bauteile auszuweisen, die einer Wiederverwendung zurückgeführt werden können. Ab Objekten von 3000 Kubikmeter umbauten Raum oder jener Tonnen Zahl an Masse muss er Bauteile ausweisen, die einer Wiederverwendung zugeführt werden können. Das wäre super für den, wenn er unseren Bauteilkatalog dann mit anbietet. Und dann ist es so, dass eher erst in der zweiten Stufe die Preisfrage aufkommt, weil ich kann ja erst einmal den Preis kalkulieren wenn ich weiß, welche Maschinen brauche ich, um das auszubauen? Wie lange brauche ich, um das auszubauen? Wie viele Schichten muss ich lösen, bevor ich dort hinkomme, wo ich das Fenster ausbauen oder den Heizkörper abschrauben kann? Was brauche ich alles dafür? Das ist dann schon ein Entscheidungskriterium. Natürlich, je länger, je mehr Kosten ich habe für den Ausbau, desto weniger Möglichkeiten habe ich, das dann irgendwie rezudesignen.</p>	<p>Bauteilkatalog als Bestandteil der Schad- und Störstofferkundung von Vorteil                      Ab 3000 Kubikmeter umbauten Raum müssen Bauteile für die Wiederverwendung ausgewiesen werden                      Preiskalkulation sowie Verwendungsoptionen zusammen mit Schad- und Störstofferkundung noch einfacher</p>	2.	

Aussage	gefilterte Aussage	Hypo- these	Stichwörter
Überall wo Kunststoff drin ist, ist unglaublich mühsam.	Kunststoff als eher schwieriges Material für die Wiederverwendung	3.	
Mineralwolle, also kann man ja nicht wiederverwenden in dem Sinne, oder es gibt auch Aufbereitungsmöglichkeit	Mineralwolle als eher schwieriges Material für die Wiederverwendung	3.	
Mit dem KMF, weil das so verschlossen war, dass da kein Wasser hinkommt. Das heißt, wir haben es drinnen gelassen. Also es kann da auch nichts verschimmeln. Wir haben sogar zwei geöffnet, das ist wie wenn du es gerade reingelegt hast. Also von dem her funktioniert das eigentlich auch mit KMS, wenn sie verschlossen sind?	Wenn an Mineralwolle keine Feuchtigkeit gelangt -> Wiederverwendung möglich	3.	
Man muss einfach ein Stück wo hinschicken, zahlt 300 Euro dafür. Aber du hast die Sicherheit und dann richtest du dich nach dem, was dir vorgegeben wird und dann passt es. Es ist immer dieser kleine Schritt. Ja es sind erst mal 300 Euro, aber in Wirklichkeit sind es nicht 300 Euro. Das sind einige Tonnen CO2. Nur weil es eine Spanplatte oben drauf ist aber das ist eine Eiche, es wachsen fast keine Eichen mehr, die man wirklich verwenden kann.	keine Scheu vor Analysen -> der Mehrwert der Wiederverwendung ist im Vergleich zu den Testkosten enorm	3.	
Wir können selber keine Großbaustellen machen. Wir können Teile von größeren Baustellen abwickeln, können uns auch in den Bauprozess integrieren, da ich sehr viel Erfahrung in diesem Bereich habe. Aber bei uns fehlt es dann einfach an der Mitarbeiterzahl und der Größe.	Wiederverwendung sehr Arbeitsaufwendig -> viel Manpower nötig	2.	
Es gibt schon auch große Bauvorhaben, wo wir mit drin sind, aber unser Aufgabenbereich, wenn es in die Masse geht, dann ist es rein das Entwickeln, dann wird es übergeben. Aber wenn es ums Umsetzen geht, dann sind es eher kleinere Bauvorhaben, bis etwa 300 Quadratmeter			
auf der Quellenseite? Ja also da braucht man sich keine Sorgen machen. Wir kriegen so viele Anfragen, die wir alle absagen müssen.	Angebot von Material zu Wiederverwendung ist enorm	3.	
einige Dinge bauen wir natürlich selber aus, weil wir es exemplarisch ausbauen und den Ausbauprozess festlegen	Wiederverwendung als Prozess abbilden	2.	

Aussage	gefilterte Aussage	Hypothese	Stichwörter
Wir bauen auch Dinge aus, die sehr komplex sind zum Ausbauen. Und das schafft man dann nicht mehr mit diesen soziologisch unterstützten Personen, die eine sehr hohe Fluktuation haben oder so wie vorhin gesagt hab, da erklärst du jemandem etwas und am nächsten Tag kommt er nicht mehr. Dann fängts wieder von Vorne an.	Wiederverwendung und Ausbau erfordert Erfahrung -> geschultes Personal nötig	2.	
verwertungsorientierter Rückbau hat nichts zu tun, mit Wiederverwendung, sondern der Demontage. Das sind zwei verschiedene Fachgebiete. Das eine Fachgebiet gibt es anerkannt. Unser Fachgebiet machen wir und sonst niemand.		2.	
Der Mehrwert generell Materialien oder Bauteile wieder zu verwenden, ist sehr verschieden. Also es gibt einen Mehrwert, dass Baukultur & Geschichte nicht verlorenght. Es gibt den Mehrwert, dass vielleicht Handwerkskunst oder rückbaubare Baukunst entsteht und das Wissen erhalten bleibt.	Mehrwert der Wiederverwendung: Ressourcen gewinnen, Baukultur und Geschichte erhalten, Handwerkskunst und rückbaubare Baukunst generieren. Wissen erhalten	3.	

Aussage	gefilterte Aussage	Hypo- these	Stichwörter
<p>Es gibt den Mehrwert, dass man somit so genannte Gesundheitskosten erspart. Also wenn man sich überlegt, dass jemand alles niederreißt, dann kommt ein LKW-Fahrer. Man weiß, dass diese, die am ehesten Bandscheibengeschädigte sind und ein Bandscheibengeschädigter kostet dem Staat sehr viel Geld. Auch wenn es mittlerweile super OP-Möglichkeiten gibt. Diesen Bandscheibenvorfall hat er jetzt aber nicht weil er so viel Schutt weggefahren hat sondern weil vor ihm schon ganz viele andere LKW gefahren sind, die irgendeinen Schutt von dort nach dort bringen und wieder dorthin zum Brecher und so weiter und so fort. Und wie wir wissen, unser Straßenaufbau ist jetzt nicht für Dauerbelastung 40-Tonner ausgelegt, sondern eher für den Mittelklassewagen ausgelegt. Der kann natürlich den 32 Tonner tragen, aber es bilden sich unweigerlich Unebenheiten aus. Und genau diese Kosten ersparen wir in Wirklichkeit auch dem Eigentümer, weil es ist ja auch sein Geld, das in die Kasse fließt. Krankenkasse. Die nächste Mehrwert, den es natürlich noch gibt ist, viele Menschen haben Kinder und wir ersparen denen, wenn wir das vernünftig betreiben, einiges an Kosten und einiges an Sorgen z.B Co2 Der nächste Mehrwert Ich werde meinen Planer oder meiner Planerin, die ich für mein Projekt hinzuziehe, viel mehr an Kreativität entlocken können und Individualität für die Gestaltung</p>	<p>Weniger Bandscheibenvorfälle durch besser Straßenverhältnisse aufgrund der geringeren Abnutzung etc.</p>	<p>3.</p>	
<p>Wir verkaufen Dienstleistung und die Harvest MAP ist eine Genossenschaft, eine Handels Genossenschaft, die vermittelt Bauteile und je nach Geschäftsfall ist es so, dass die Dienstleistung des Rückbaus bezahlt wird oder das Unternehmen, das irgendwelche Bauteile bei uns auf der Web eingestellt hat, ist weiterhin Eigentümerin und Harvest MAP bekommt eine Vermittlungsgebühr, quasi wie eine Provision.</p>			
<p>Gefahr laufen, dass sie verwertet werden und die Verantwortung kann ich nicht übernehmen, wenn ich mir das Eigentumsrecht übertrag. Idealerweise wird Harvest MAP nie Eigentümer von Material, sondern es geht von Eigentümern zu Eigentümern und wir bekommen eine Vermittlungsprovision dafür</p>	<p>Vermittlungsgebühr -&gt; der Abfallstatus wird vermieden und somit auch die Analysen etc Abfallanalysen um aus Abfall ein Produkt zu generieren und Ressourcenkreislaufwirtschaft zu ermöglichen</p>	<p>4.</p>	<p>Analysen vermeiden</p>



Aussage	gefilterte Aussage	Hypo- these	Stichwörter
Der erste Schritt in der Hierarchie ist eigentlich immer das Re-think. Also ich gehe ja nicht in ein Gebäude rein, mit der Vorstellung, dass ich alle Materialien irgendwo wiederverwende, sondern idealerweise bleibt das Gebäude stehen und es werden nur Teile entnommen, die man dann in dieses bestehend bleibende Gebäude wieder einsetzt.	RE-Think -> nicht nur Wiederverwenden sondern am Besten Bestand solange erhalten wie geht	1.	Erhalt - Re-think
Schaffen es diese Gebäude, trotz der Qualität der Ausführung vielleicht aber aufgrund der Qualität der modularen Räume, weil es lauter Plattenbauten sind, wo die Räume eigentlich sehr modular sind, auch wenn die Strukturen nicht schick ist und die Räum sehr niedrig. Aber vielleicht ist es so, weil es ein Stützenraster hat, das optimal ist, sodass ich dort ein Großraumbüro machen kann oder einen Kindergarten oder eine coole WG-Situation oder eine Jugendherberge	Gebäudeumnutzung vor Wiederverwendung der einzelnen Bauteile Potential der Wiederverwendungs nicht nur von Qualität der verwendeten Materialien des Gebäudes abhängig sondern auch stark vom Grundriss abhängig -> Gebäudeumnutzung	4.	
Und erst dann würde ich in diese Bauteilebene und mir anschauen, wie sind denn diese Platten aufgehängt oder wie sind die Deckenträger gebaut? Ist das alles Ortbeton oder schon Fertigteilbauten, wie die miteinander verbunden sind. Wie ist der Schichtaufbau in dem Ganzen. Ich glaube, die Qualität von Gebäuden hat viele Dimensionen und wenn es rein um die Werkstoff Qualität geht, dann haben wir mit dem Eurocode eigentlich super viele Möglichkeiten semiprobabilistisch zu agieren, indem ich meine Teilsicherheitbeiwerte optimiert auf meinen Anwendungsfall und sage okay, ich kann meinen Materialwert mit dem Sicherheitsbeiwert erhöhen, weil ich mir nicht sicher bin, ob das wirklich das ist, was ich bei drei Proben als Ergebnis bekommen habe und wenn es z.B. Beton ist und dann kann ich das Downgraden, weil der Stahl, der da drinnen ist, ist ein Rippendorstahl und kein richtiger Bewehrungsstahl	Qualität von Gebäuden hat viele Dimensionen Qualität des Materials: bei Türen, Fenstern, etc schon, bei mineralischen oder ähnlichem ist eher die Art der Verbindung ausschlaggebend.	4.	
Ich hab mir eher gedacht, dass du die Gründerzeithäuser ansprichst, denn das sind nämlich die geilsten Gebäude überhaupt zum Zerlegen. Da kannst das Holz nehmen, da kannst die Ziegeln wiederverwenden. Den ganzen Stahl und du kannst es super gut auftrennen und wiederverwenden und da macht das dann auch Sinn.	Gründerzeithäuser als paradespiel für hohes Potential zur Wiederverwendung und Wiederverwertung	4.	

Aussage	gefilterte Aussage	Hypo- these	Stichwörter
Möglichkeiten. Die man halt nicht ausnutzt, wenn man diese Standardprozesse hat wo in die Luft, was entworfen wird. Dann ist es klar, dass ich nie tiefer eindringen muss, in einen Eurocode wie, ok das ist die Nutzungskategorie	Verwendungsorientiert Entwerfen ist notwendig aber erfordert Kreativität	4.	
Es ist sehr viel Luft nach oben bei den Schnittstellen der einzelnen Gewerke z.B.TGA. Schwieriger Fall also in der TGA Reuse. Da habe ich keine Ahnung, ob das jemals funktionieren wird, außer das, was wir dann beim Ausbau haben, also Keramik und so weiter. Aber nicht mal da. Also irgendwelche Lüftungsschlitze sehe ich sehr schwierig. Was bei der TGA sehr interessant sein könnte, ist das Matchmaking von Retourware, also z.B. beim Krankenhausbau und so weiter. Da sind so viele Fehllieferungen.	Kommunikation als	5.	
Zum Beispiel Fensterhersteller, wenn die Fehllieferungen haben, das geht direkt auf die Deponie. Das geht nicht zurück ins Werk, das geht direkt auf die Deponie, weil das Lagern zu teuer ist.	Hersteller mit einbeziehen	1.	
Rückholung von Fehlware. Da gibt es sicherlich einen riesen Markt, kann ich mir vorstellen.	Hersteller mit einbeziehen	1.	
Oder das eben auch eine Holzbau Firma, ein Gebäude so baut, das das Gebäude wieder rückgebaut werden kann und vielleicht auch ein anderes Gebäude dann wieder werden kann. Ich denke, diese, Anregung oder eben diese Art von Design eben in dieser Kreativität, da ist so viel Luft.	Bereits bei der Planung den Rückbau im Hinterkopf behalten und Verwendungsorientiert en Rückbau berücksichtigen.		
Es gibt den Green New Deals, es gibt die SDGs (Sustainable Development Goals) und denen haben sie sich alle verschrieben. Und die wollen, die müssen, die werden sie einhalten.	Gesetzgebung als Grundlage benötigt und bereits vorhanden	5.	