



**Universität  
Zürich** UZH

## **Abschlussarbeit**

zur Erlangung des  
Master of Advanced Studies in Real Estate

### **Bestandesliegenschaften und Kreislaufwirtschaft Erarbeitung einer Entscheidungshilfe für Bestandesliegenschaften unter dem Aspekt der grauen Energie**

Verfasser: Jan Hofmann

Eingereicht bei: Stefan Meier, Wüest Partner AG

Abgabedatum: 31.08.2022

## Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis .....	IV
Abbildungsverzeichnis .....	V
Tabellenverzeichnis.....	VI
Executive Summary .....	VII
1 Einleitung .....	1
1.1 Problemstellung und Ausgangslage .....	1
1.2 Zielsetzung .....	2
1.3 Abgrenzung des Themas .....	2
1.4 Methodisches Vorgehen .....	3
1.5 Aufbau der Arbeit.....	4
2 Theoretische Grundlagen .....	5
2.1 Die Kreislaufwirtschaft.....	5
2.2 Die Kreislaufwirtschaft in der Schweizer Baubranche.....	7
2.3 Wiedergebrauch von Baumaterialien .....	10
2.4 Gebäudepark Schweiz .....	12
2.5 Bauperioden vor 1900–1980 .....	12
2.6 CO <sub>2</sub> Emissionen in der Bau- und Gebäudewirtschaft .....	16
2.7 Graue Energie .....	17
2.8 Bezugsgrößen / Kenngrößen für graue Energie .....	18
2.9 Anteil grauer Energie in Gebäuden .....	19
3 Empirische Untersuchung .....	20
3.1 Qualitative Untersuchung .....	20
3.1.1 Forschungsdesign Experteninterviews.....	20
3.1.2 Ergebnisse Experteninterviews .....	22
3.2 Quantitative Untersuchung .....	29
3.2.1 Forschungsdesign Modelluntersuchung.....	29
3.2.2 Ergebnisse Modelluntersuchung.....	33

3.3	Datengrundlagen.....	37
4	Entscheidungshilfe unter dem Aspekt der grauen Energie .....	38
5	Schlussbetrachtung.....	43
5.1	Fazit und Diskussion .....	43
5.2	Ausblick.....	45
	Literaturverzeichnis.....	48
	Anhang .....	53
Anhang 1	Berechnungsmodell .....	53
Anhang 2	Interviewleitfaden.....	54
Anhang 3	Transkript Interview 1 .....	57
Anhang 4	Transkript Interview 2 .....	64
Anhang 5	Transkript Interview 3 .....	75

**Abkürzungsverzeichnis**

AGF	Aussen-Geschossfläche
BTF	Bauteilfläche
BIM	Building Information Modeling
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
EBF	Energiebezugsfläche
EBF	Energiebezugsfläche
GF	Geschossfläche
GGF	Gebäudegrundfläche
HNF	Hauptnutzfläche
kWh	Kilowattstunde
MJ	Megajoule
MuKE	Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich



**Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Abbildung des linearen Wirtschaftssystems (BAFU, 2019) .....	5
Abbildung 2: Kreislaufwirtschaft im Bauen (ecobau, 2019).....	8
Abbildung 2: Projekt K118 (Zeller, 2021).....	11
Abbildung 3: Kreislaufwirtschaft im Bauen (United Nations Environment Programme, 2020) .....	16
Abbildung 4: Anteil grauer Energie in Neubauten (EnergieSchweiz, 2017) .....	19
Abbildung 5: Relevanz der Elementgruppen (Eigene Darstellung, angelehnt an ...) ....	25
Abbildung 6: Schnitt Modellgebäude 1970 (SIA Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, 2020) .....	29
Abbildung 7: Anteil graue Energie pro Elementgruppe; Bauperiode 1970er-Jahre.....	33

**Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Bauperioden, ihre typischen Merkmale und die Modernisierungsschwerpunkte.....	15
Tabelle 2: BKP-Elementgruppe zur Berechnung graue Energie (HEV Schweiz, ohne Datum).....	22
Tabelle 3: Kennzahlen Mustergebäude 1970er-Jahre (Eigene Darstellung/Berechnung) .....	30
Tabelle 4: BKP-Elementgruppe zur Berechnung der grauen Energie (eigene Darstellung, in Anlehnung an SIA, 2020a) .....	31
Tabelle 5: BKP-Elementgruppe, nicht berücksichtigt in Berechnung (SIA, 2020b) ....	32
Tabelle 6: Vergleich Anteil graue Energie Neubau – Bestandesbau der 1970er- Jahre (eigene Darstellung).....	34
Tabelle 7: Entwicklungsstrategien nach Wüest & Partner (2003) .....	38

## **Executive Summary**

Die Bau- und Immobilienwirtschaft ist für rund 84 % der gesamten Abfallmenge in der Schweiz verantwortlich. Mitverantwortlich hierfür ist die verbreitete, sogenannte Generallösung „Ersatzneubau“. Bestandesliegenschaften werden abgerissen – obwohl ihre Bausubstanz grundsätzlich noch in Takt wäre – und müssen einem Neubau weichen. Oft besteht das Ziel darin, die Betriebsenergie der bestehenden Gebäude mittels eines Neubaus zu verringern, dabei geht jedoch die graue Energie vergessen also die Gesamtmenge an nicht erneuerbarer Primärenergie, die aufgrund der Erstellung und Entsorgung der Bauten bzw. der Baumaterialien entsteht. Die Kreislaufwirtschaft hat zum Ziel, eine möglichst lange Nutzung von Rohstoffen zu erreichen. Materialien und Produkte werden länger im Umlauf gehalten, um so weniger Primärstoffe zu verbrauchen und indirekt weniger Abfall zu produzieren.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird der Anteil an grauer Energie in Bestandesbauten ermittelt und es wird der Fragen nachgegangen, welche Bauperioden und welche Elementgruppen innerhalb einer Bestandesbaute am meisten Potenzial hinsichtlich einer Konservierung der grauen Energie aufweisen.

Aufgrund der durchgeführten empirischen Untersuchungen konnte festgestellt werden, dass ein Mustergebäude, mit einer bauperiodentypischen Bauweise der 1970er-Jahre, im Vergleich zu Neubauten einen durchschnittlich höheren Anteil an grauer Energie aufweist. Der Anteil an grauer Energie pro m<sup>2</sup> Geschossfläche beträgt 4'536 MJ, typische Werte für Gebäude liegen zwischen 1'500 MJ und 5'000 MJ. Somit befindet sich der Wert im 90 % Quantil, was verdeutlicht, wie hoch der Anteil der grauen Energie in Bestandesbauten ist und weshalb der Konservierung dieser grauen Energie Beachtung geschenkt werden sollte.

Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse wurde eine Entscheidungshilfe erarbeitet, mit dem Ziel, sowohl Bauherrinnen und Bauherren als auch Planerinnen und Architekten dazu anzuregen, ein allfällig übersehenes Potenzial einer Bestandesliegenschaft zu erkennen und so allenfalls eine Sanierung gegenüber einem Ersatzneubau vorzuziehen.

## 1 Einleitung

### 1.1 Problemstellung und Ausgangslage

Das Thema Kreislaufwirtschaft ist aktuell präsenter denn je. «Die Schweiz als rohstoffarmes Land verfolgt jedoch bereits seit Mitte der 1980er-Jahre Ansätze hin zu einer Kreislaufwirtschaft. Und es ist ihr gelungen, gewisse Kreisläufe zumindest teilweise zu schliessen» (Bundesamt für Umwelt, 2022).

Für den schonenden Umgang mit Ressourcen bei der Bautätigkeit, die jährlich rund 84 % der gesamten Abfallmenge in der Schweiz verantwortet, für die Erfüllung der vom Bund im Rahmen der Agenda 2030 definierten Ziele und die Erreichung der langfristigen Klimastrategie 2050, ist es essenziell, wie mit Bestandesbauten umgegangen wird (economicsuisse, 2021).

Weiterhin werden bestehende Liegenschaften abgerissen, um einem Neubau zu weichen, obwohl ihre Bausubstanz grundsätzlich auch eine Sanierung oder Erweiterung ermöglichen würde. Häufig besteht das Ziel darin, die künftige Betriebsenergie, also jene Energie, die für den Gebrauch eingesetzt wird, wie z.B. den Strom-, Heizöl- oder Gasverbrauch, mittels eines Neubaus zu verringern.

Bis anhin wurde der Fokus hauptsächlich auf die Betriebsenergie gesetzt. Aufgrund der neuen Fassadendämmungen konnte die Betriebsenergie in Neubauten deutlich reduziert werden, weshalb sich der Fokus immer mehr auf die Gesamtenergie richtet. Ein grosser Teil des Gesamtenergiebedarfs ist die graue Energie, also jener nicht erneuerbarer Primärenergie, die für die Errichtung und Entsorgung eines Gebäudes bzw. dessen Bauteile erforderlich ist. Der Anteil an grauer Energie beläuft sich in heutigen Neubauten auf bis zu einem Viertel der gesamten Primärenergie (EnergieSchweiz, 2017).

Jedoch ist auch in Bestandesliegenschaften verschiedener Bauperioden der Anteil der grauen Energie immer noch beträchtlich. Ein probates Mittel für die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen wäre unter anderem die Konservierung dieser grauen Energie über den Wiedergebrauch der Baumaterialien.

Diese Arbeit befasst sich mit dem beschriebenen Ansatz und dem damit in Zusammenhang stehenden Entscheidungsfindungsprozess.

## 1.2 Zielsetzung

Der Verfasser dieser Arbeit hat sich zum Ziel gesetzt, den Anteil an grauer Energie in Bestandesbauten und ihrer Elementgruppen zu identifizieren, um dadurch besser verstehen zu können, welche Bauteile wenn möglich wiederverbraucht werden könnten, um so möglichst viel graue Energie zu konservieren.

Heute ist die graue Energie bereits in verschiedenen Standards und Beurteilungssystemen hinsichtlich nachhaltigen Bauens integriert. Der Fokus liegt hier jedoch hauptsächlich auf den Neubauten bzw. auf dem Anteil grauer Energie, der bei einer Sanierung neu in Gebäude eingebracht wird. Weniger Beachtung findet die Berechnung der bereits bestehenden grauen Energie in Bestandesbauten.

Aufgrund dieser Gegebenheiten sollen im Rahmen dieser Abschlussarbeit nachfolgende Forschungsfragen beantwortet werden:

- Welche Bauteile bzw. Elementgruppen in Bestandesbauten sollten grundsätzlich bei einer anstehenden Entscheidung bezüglich Sanierung oder Ersatzneubau unter Berücksichtigung der Konservierung von grauer Energie wiederverbraucht werden?
- Welche Bauperioden eignen sich hinsichtlich Wiederverbrauch der Baumaterialien und weshalb?
- Wie hoch ist der Anteil an grauer Energie einer Bestandesbaute aus den 1970er-Jahren?

## 1.3 Abgrenzung des Themas

Diese Arbeit konzentriert sich auf den Standort Schweiz und setzt dabei den Fokus auf Bestandesliegenschaften, im Speziellen Wohnliegenschaften. Gewerbe- und Industrieliegenschaften werden in der vorliegenden Arbeit nicht behandelt. Die Kreislaufwirtschaft umfasst verschiedene Teilgebiete, die in der Arbeit erläutert werden. Der Hauptfokus liegt jedoch im sogenannten «Re-use-Ansatz», also im Wiederverbrauch der Baumaterialien. Dabei konzentriert sich die Untersuchung auf den Anteil der grauen Energie in Bestandesliegenschaften. Für die Ermittlung der grauen Energie werden nur die Primärenergie-Ressourcen berücksichtigt, die nicht erneuerbar sind; die erneuerbaren Primärenergien werden nicht miteinbezogen.

Gemäss Merkblatt SIA 2032 kann der Anteil der grauen Energie pro Elementgruppe für die Erstellung, Entsorgung sowie pro Jahr berechnet werden. In der Modelluntersuchung gemäss Ziffer 0 des Merkblatts wird der Anteil an grauer Energie für die Erstellung als auch für die Entsorgung berechnet, der Anteil pro Jahr dient als Vergleichswert mit der Betriebsenergie und wird lediglich am Rande behandelt (SIA Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, 2020b).

#### **1.4 Methodisches Vorgehen**

Um die in Abschnitt 1.2 beschriebenen Forschungsfragen zu beantworten, wird zum einen eine empirische-qualitative Untersuchung durchgeführt, die sich einerseits auf eine Literaturrecherche (Kapitel 2), andererseits auf Experteninterviews stützt. Anhand der daraus gewonnenen Erkenntnisse sollen die Forschungsfragen hinsichtlich der zu konservierenden Bauteile bzw. Elementgruppen beantwortet werden. Aus den Resultaten werden zudem Erkenntnisse zu den verschiedenen Bauperioden und ihrem Potenzial hinsichtlich des Wiedergebrauchs der Bauteile abgeleitet.

Die daran anschliessende empirisch-quantitative Untersuchung hat zum Ziel, den Anteil der grauen Energie einer Bestandesbaute zu berechnen. Als Basis dient ein typisches Gebäude aus der Bauperiode der 1970er-Jahre. Die Wahl eines Gebäudes aus den 1970er-Jahren ist darin begründet, dass es sich hierbei um Liegenschaften handelt, die heute überproportional häufig von Abrissen und Umbauten betroffen sind. Der Grossteil der Liegenschaften in der Schweiz wurden zwischen 1949 und 1994 gebaut, weshalb davon ausgegangen werden kann, dass bei vielen Liegenschaften aus dieser Bauperiode der Entscheid für eine Sanierung oder einen Ersatzneubau bald anstehen wird.

Aus den aus den Untersuchungen gewonnenen Erkenntnissen wird eine Entscheidungshilfe erarbeitet, die Bauherren\*innen und Planer\*innen als Basis und Anregung dienen soll, ein allfällig übersehenes Potenzial einer Bestandesliegenschaft zu erkennen, um so eine Alternative zur Generallösung Ersatzneubau zu schaffen.

## 1.5 Aufbau der Arbeit

Die Arbeit gliedert sich in fünf Kapitel. Im ersten Kapitel wurden die Problemstellung und die Ausgangslage dargelegt, die Forschungsfragen vorgestellt und die allgemeine Zielsetzung sowie Methodik dieser Arbeit erörtert.

Gegenstand des zweiten Kapitels ist der aktuelle Stand der Forschung zum Thema Kreislaufwirtschaft und der grauen Energie in Bestandesliegenschaften. Anhand der Literaturrecherche und den daraus gewonnen Erkenntnissen werden die unterschiedlichen Begriffe und Definitionen erläutert und anschliessend die Relevanz für die Bau- und Immobilienwirtschaft aufgezeigt und zusammengefasst.

Das dritte Kapitel beinhaltet die empirische Untersuchung, die aus einem empirisch-qualitativen sowie einem empirisch-quantitativen Teil besteht. Aufgrund der durchgeführten Interviews mit Expertinnen und Experten sowie auf Basis der Modelluntersuchung werden Erkenntnisse gewonnen, aus denen die Beantwortung der Forschungsfragen abgeleitet werden können.

Im vierten Kapitel wird auf Basis der gewonnen Erkenntnisse eine Entscheidungshilfe unter dem Aspekt der grauen Energie erarbeitet.

Das fünfte Kapitel enthält die Schlussbetrachtung. Die wichtigsten Ergebnisse der Arbeit werden zusammengefasst, es wird ein Fazit gezogen, und das methodische Vorgehen wird kritisch diskutiert. Ein Ausblick auf weitere Forschungsfelder und offene Fragen schliesst das Kapitel und die Arbeit ab.

## 2 Theoretische Grundlagen

### 2.1 Die Kreislaufwirtschaft

Die Kreislaufwirtschaft, auch „Circular Economy“ genannt, zeichnet sich durch die effiziente und möglichst lange Nutzung von Rohstoffen aus. Produkte und Materialien sollen länger im Umlauf gehalten werden, was dazu führt, dass weniger Primärrohstoffe verbraucht werden, Produkte länger halten und weniger Abfall produziert wird (Bundesamt für Umwelt BAFU, 2022).

Es macht den Anschein, dass die Kreislaufwirtschaft ein neues «Phänomen» verkörpert. Dabei waren das Selbermachen, Reparieren und der Wiedergebrauch von Materialien und Produkten lange Zeit für breite Bevölkerungsgruppen gang und gäbe. Aufgrund des Massenkonsums und des zunehmenden Wohlstands, rückte es immer mehr in den Hintergrund (Jonas, Nessel & Tröger, 2021).

Das Pendant zur Kreislaufwirtschaft ist die heute noch weitverbreitete Linearwirtschaft. Der lineare Produktionsprozess beinhaltet den Abbau von Rohstoffen, die Herstellung der Produkte, den Verkauf, die Nutzung und die anschließende Entsorgung des Produkts (Abbildung 1).

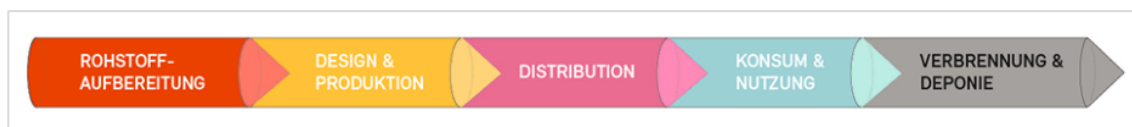


Abbildung 1: Abbildung des linearen Wirtschaftssystems (BAFU, 2022)

Im Gegensatz zur Kreislaufwirtschaft, die einen ganzheitlichen Ansatz verfolgt, führt die Linearwirtschaft zum einen zu einer Rohstoffverknappung, zum anderen zu einer hohen Umweltbelastung aufgrund der kurzen Nutzungsphase und des fehlenden Recyclings der Produkte (BAFU, 2022).

Die Schweiz hat aufgrund ihres hohen Pro-Kopf-Einkommens und des damit einhergehenden umfangreichen Konsums, einen hohen Rohstoffverbrauch. Die damit in Zusammenhang stehenden Umweltbelastungen fallen zu 75 Prozent im Ausland an. Die jährlich entstehende Abfallmenge in der Schweiz beläuft sich auf ungefähr 90 Millionen Tonnen. Davon generiert die Baubranche allein rund 70 Millionen Tonnen, das entspricht rund 80 Prozent der jährlichen Abfallmenge (economiesuisse, 2021).



Obwohl wir es geschafft haben, deutlich effizienter mit Rohmaterialien umzugehen, reichen diese Verbesserungen nicht, um den steigenden Konsum zu decken. Die Wahrheit ist, dass wir aktuell 75 Prozent mehr von den natürlichen Ressourcen brauchen, die jedes Jahr regeneriert werden (Lacy, Long & Spindler, 2019).

Hervorzuheben ist, dass die Schweiz im internationalen Vergleich eine Spitzenreiterin im Recycling ist. Neben etablierten Stoffen wie Glas, Kunststoffen (z.B. PET), Aluminium und Papier werden auch Bauprodukte und Stahl mit einer Sammelquote zwischen 81 und 96 Prozent wiederverwertet. Das Bedürfnis nach Recycling ist in der Gesellschaft vorhanden, was auch dazu geführt hat, dass sich der Rohstoffverbrauch zwischen 2000 und 2015 trotz eines höheren Konsums um sechs Prozent reduzierte (economiesuisse, 2021).

Mit dem Ziel, Materialien und Produkte länger im Kreislauf zu behalten, wurde das sogenannte „4R-Konzept“ (Reduce, Repair, Reuse, Recycle) entwickelt. Für die Bau- und Immobilienwirtschaft spielt dieses eine Schlüsselrolle. Die vorliegende Arbeit konzentriert sich hauptsächlich auf den Re-use-Aspekt, also den Wiedergebrauch. Nachfolgend wird das „4R-Konzept“ im Detail erläutert (Wüest Partner AG, 2020).

### **Reduce (Reduzieren)**

Reduce bezieht sich auf die allgemeine Reduktion von Baumaterialien, was zu weniger Ressourcen-, Energie- und Abfallverbrauch führt und so eine geringere Umweltbelastung zur Folge hat.

### **Repair/Recover (Reparieren)**

Mit dem Reparieren/Wiederherstellen von Bauteilen können diese länger im Materialkreislauf erhalten bleiben. Dies wiederum hat einen positiven Effekt auf den Ressourcenverbrauch und äussert sich zudem in einem finanziellen Vorteil aufgrund der Kosteneinsparungen.

### **Reuse (Wiedergebrauch)**

Die graue Energie, die in der Produktion von Baumaterialien enthalten ist, besteht zu einem grossen Teil aus nicht erneuerbarer Energie. Ein Wiedergebrauch von Baumaterialien, wie z.B. Stahlstützen, hat somit zur Folge, dass keine weitere Energie für das Recycling der Stützen notwendig ist.

### **Recycle (Wiederverwertung)**

Sofern eine Wiederverwendung der Baumaterialien für ihren ursprünglichen Zweck und in der ursprünglichen Form nicht möglich ist, können Teile davon erneut verwendet werden. Mittels Recycling werden die Materialien aufbereitet, um für eine weitere Nutzung verfügbar zu sein. Zu beachten gilt hier jedoch, dass der Energieaufwand für das Recycling teilweise sehr hoch sein kann.

Das Recycling wird bis anhin in der Bauwirtschaft erst spärlich angewendet. Dies hat unter anderem damit zu tun, dass der sortenreine Abbruch von Baumaterialien in der Praxis kaum umgesetzt werden kann (Wüest Partner AG, 2020).

## **2.2 Die Kreislaufwirtschaft in der Schweizer Baubranche**

Aufgrund der immer knapper werdenden Ressourcen sowie schwankender Rohstoffpreise muss sich auch die Baubranche vermehrt mit der Wiederverwendung sowie der Mehrfachnutzung von Baumaterialien befassen. Rund ein Fünftel der Baukosten entfällt auf die Baumaterialien, ein signifikanter Anteil, dessen Optimierung sich auch finanziell ausbezahlt machen kann (Circular Hub, 2020).

Im Jahr 2019 wurde in der Schweiz vermehrt in Umbauten und Erweiterungen anstatt in Neubauten investiert. Für eine Branche, die für rund 80 Prozent des Schweizer Abfallaufkommens verantwortlich ist, bietet ein Umdenken hin zu einer Wiederverwendung von Bauteilen ein enormes Potenzial (Circular Hub, 2020).

Es sind Bestrebungen im Gange, den Anteil der Baumaterialien zu verringern bzw. bereits verbaute Materialien wieder zu gebrauchen. Als Beispiel kann die Plattform Madaster genannt werden.

Madaster ist eine öffentlich zugängliche Online-Plattform, die im Jahr 2017 in Holland gegründet wurde und sich zum Ziel gesetzt, die Daten von Bauwerken zu strukturieren, inventarisieren und anschliessend in Materialpässen bereitzustellen. Der Name bezieht sich auf den Liegenschaftenkataster, in dem alle Grundstücke bei den Gemeinden erfasst sind. Mit Hilfe dieser Materialpässe soll erreicht werden, dass Baumaterialien wiederverbraucht werden und nicht mit dem Abriss eines Gebäudes mitentsorgt werden. Die Nutzerinnen und Nutzer der Plattform können die Informationen ihrer Gebäude hochladen und erhalten so Angaben zum zirkulären und finanziellen Wert der Materialien. Eigen-

tümer\*innen können so bezüglich Wert der Baumaterialien in ihrem Gebäude sensibilisiert werden (Knopf, 2020).

Die Digitalisierung bietet weitere Möglichkeiten, die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft in der Baubranche zu vereinfachen. Als Beispiel kann das Building Information Modeling, kurz BIM, genannt werden. Mittels BIM werden sämtliche Bauteile eines Gebäudes vom Entwurf über die Planung bis zum Betrieb hinterlegt. Dies bietet die Möglichkeit, dass über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes jederzeit auf die vorhandenen Daten zugegriffen werden kann. Bei einer Sanierung haben die Architekt\*innen so die Möglichkeit festzustellen, welche und was für Bauteile wann verbaut wurden. Aktuell machen erst wenige innovative Planungsbüros und Baufirmen von BIM Gebrauch. In vielen Ländern ist die Nutzung von BIM jedoch bereits bei der öffentlichen Hand verbindlich vorgeschrieben (Borrmann, König, Koch & Beetz, 2015).

Die Kreislaufwirtschaft in der Baubranche beinhaltet die in Abbildung 2 dargestellten Phasen, wobei das Ziel der Kreislaufwirtschaft darin besteht, möglichst keinen Abfall im herkömmlichen Sinn entstehen zu lassen und die Rohstoffgewinnung auf ein Minimum zu reduzieren (ecobau, 2019).

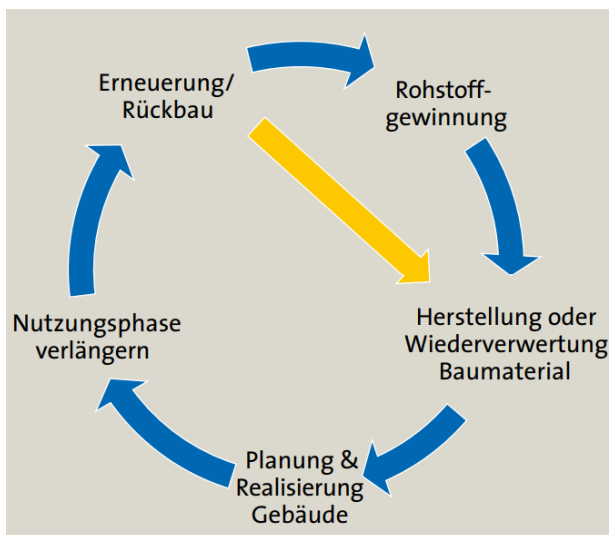


Abbildung 2: Kreislaufwirtschaft im Bauen (ecobau, 2019)

Ecobau (2019) hat Planungsgrundsätze für die Kreislaufwirtschaft im Bauwesen erarbeitet, die in sieben verschiedene Aspekte unterteilt sind.

## **1. Gebäude weiterbauen**

Die Planung und Umsetzung eines Gebäudes dürfen nicht als abgeschlossene Prozesse betrachtet werden. Bauen in der Kreislaufwirtschaft bedeutet, aufzubauen auf der bereits gebauten Umwelt. Fragen, wie bestehende Gebäude weitergenutzt, weitergebaut sowie verdichtet werden können, sind relevant.

## **2. Zeit für Rückbau und Wiederverwertung**

Die Analyse, welche Bauteile und Produkte weitergenutzt werden können, benötigt Zeit und eine saubere Planung. Deshalb müssen sie von Beginn an eingeplant werden.

## **3. Gebäude langlebig und flexibel planen**

Gebäude sollten möglichst flexibel geplant werden, damit auf sich ändernde Bedürfnisse besser reagiert werden kann. Da sich vor allem Bedürfnisse hinsichtlich der Raumnutzung über die Jahre ändern können, ist darauf ein spezielles Augenmerk zu legen.

## **4. Unterhaltsfreundliche Gebäude planen**

Als unterhaltsfreundlich können Gebäude bezeichnet werden, die ohne grossen Aufwand in einen nächsten Lebenszyklus überführt werden können. Als Beispiel kann ein Steigzonenkonzept genommen werden, sodass Leitungen ohne grossen Aufwand revidiert werden können. Leitungen sollen nicht in die tragende Substanz eingelegt werden, da deren Lebensdauer länger ist. Auch werden Materialien vorwiegend mechanisch miteinander verbunden, um so eine spätere Trennung sowie Wiederverwendung zu vereinfachen.

## **5. Erneuerbare und recycelte Materialien verwenden**

Die Schweizer Bauwirtschaft hat eine Pionierrolle hinsichtlich der Nutzung von naturbelassenen sowie regenerierbaren Materialien übernommen. Es wird bereits heute Recycling-Beton eingesetzt, zum Teil bereits durch Hinzufügen von Mischabbruch. Nichtsdestotrotz ist der Einbau von bereits verwendeten Bauteilen noch eine Ausnahme.

## **6. Nachhaltige Produkte wählen**

Produktelabels helfen Architekt\*innen und Bauherr\*innen, sich über die Produktionsart und Herkunft von Materialien zu informieren.

## 7. Innovation fördern

Leider lohnt es sich aus finanzieller Sicht noch selten, gebrauchte Bauteile wieder einzubauen. Der planerische Aufwand ist oftmals noch viel zu hoch. Neue Technologien, wie zum Beispiel das Building Information Modeling fördern jedoch diesen Wechsel und haben das Potential, die Bauwirtschaft ökologischer zu machen.

### 2.3 Wiedergebrauch von Baumaterialien

Über Jahrhunderte war der Wiedergebrauch von Materialien weit verbreitet. Mit dem Aufkommen der industriellen Produktion in der Mitte des 19. Jahrhunderts hat sie jedoch stetig abgenommen. Dies ist hauptsächlich auf die deutlich günstigere Produktion zurückzuführen. Das dadurch jedoch viel mehr Energie verbraucht wurde, war zu diesem Zeitpunkt kein Thema (Salza, 2020).

Spätestens seit den ökologischen Warnmeldungen in den 1980er-Jahren wurde das Thema *Recycling von Bauabfällen* vermehrt umgesetzt. Recycling wird jedoch fälschlicherweise oft mit dem Wiedergebrauch verwechselt, dabei wird lediglich eine Aufbereitung von Abfällen zu Sekundärrohstoffen vorgenommen. So kann beispielweise gebrauchtes Holz zur Herstellung von Spanplatten verwendet werden. (Salza, 2020).

Die weitere Verwendung von Materialien und Bauteilen kann in die beiden nachfolgenden Begriffe unterteilt werden.

- **Wiedergebrauch**

Mit Wiedergebrauch ist gemeint, dass ein Bauteil, zum Beispiel ein Fenster, auch wieder als Fenster gebraucht werden kann.

- **Wiederverwendung**

Die Wiederverwendung hingegen bezieht sich auf die Verwendung des Bauteils für eine andere Funktion. Ein Fenster kann zum Beispiel auch als Trennelement zwischen zwei Innenräumen wiederverwendet werden.

Durch den Wiedergebrauch sowie die Wiederverwendung entstehen verschiedene ökologische Vorteile. Graue Energie, also die Energie, die für die Herstellung, den Transport und den Einsatz von Bauelementen bereits aufgewendet wurde, wird konserviert. Zudem werden CO<sub>2</sub>-Emissionen reduziert, da keine neuen Rohstoffe gewonnen und daraus Produkte hergestellt werden müssen (Salza, 2020).

In Winterthur wurde im Jahr 2021 das Projekt K118 durch das Baubüro in situ aus Basel und Zürich fertiggestellt. Es handelt sich um das zurzeit grösste Haus in der Schweiz, das weitgehend aus wiederverwendeten Bauteilen besteht und aufgrund der Vorgabe der Bauherrschaft nicht teurer als ein vergleichbarer Ersatzneubau sein durfte. Die Bauteile wie zum Beispiel die Stahlstruktur wurden vom Bürogebäude Orion in Zürich übernommen, das nach bereits 28 Jahren einem Neubau weichen musste. (Stricker et al., 2021)

Aus der nachfolgenden Abbildung 3 ist das spannende Projekt ersichtlich, das zeigt, dass ein ressourcenschonendes Bauen möglich ist.



Abbildung 3: Projekt K118 (Zeller, 2021)

Allerdings ist unter Berücksichtigung der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Wiedergebrauch sowie die Wiederverwendung von Bauelementen nicht immer gerechtfertigt. Die Demontage, allfällige Anpassungen, Montagen und Transporte zu einem neuen Ort sind auch mit CO<sub>2</sub>-Emissionen verbunden. Der Wiedergebrauch an Ort und Stelle ist somit aus dieser Betrachtung die ökologischste Variante und sollte deshalb auch so früh wie möglich in der Projektierung mitberücksichtigt werden (Salza, 2020).

## 2.4 Gebäudepark Schweiz

Die rund 2,3 Millionen Gebäude in der Schweiz setzen sich aus rund 1,8 Millionen Wohnbauten und 0,5 Mio. Dienstleistungsgebäuden und öffentlichen Bauten zusammen (Schweizerische Energie-Stiftung, ohne Datum a).

Dieser Gebäudepark besteht aus 3,2 Milliarden Tonnen Baumaterialien, die sich hauptsächlich aus Kies, Sand und Zement, also Beton, zusammensetzen. Jährlich werden 40 Millionen Tonnen Beton verbaut. Der Anteil des Recyclingbetons beträgt aktuell lediglich rund 15 Prozent. Bis heute wurden 5'500 Gebäude in der Schweiz aus Recyclingbeton erstellt (Vanek, 2021).

Der Energieverbrauch des schweizerischen Gebäudeparks wird auf 50 Prozent der in der Schweiz konsumierten Energie beziffert. Hiervon fallen rund 10 Prozent für Bauprozesse und Materialien an, die restlichen 40 Prozent werden für den Betrieb verwendet (Schweizerischer Nationalfonds, 2019).

Der Grossteil der Gebäude in der Schweiz wurde zwischen 1949 und 1994 gebaut, wovon rund 77 Prozent dieser Gebäude noch elektrisch, mit Öl oder Gas beheizt werden (Eidg. Materialprüfungs- und Forschungsanstalt, 2021).

Die Schweiz ist dasjenige Land in Europa, in dem am meisten mit Heizöl geheizt wird. (swissinfo.ch, 2019). Hervorzuheben ist, dass mehr als eine Million Häuser schlecht oder gar nicht isoliert sind. Die aktuelle Renovierungsrate von Gebäuden liegt bei rund einem Prozent pro Jahr. Wird diese Quote nicht mindestens verdoppelt, wird es noch rund ein Jahrhundert dauern, bis alle Gebäude einen nachhaltigen Standard erreicht haben. Die Einhaltung der Klimastrategie 2050, die unter anderem zum Ziel hat, genau diese Gebäude bis ins Jahr 2050 zu sanieren, ist somit mit der aktuellen Renovierungsrate nicht zu bewerkstelligen. (swissinfo.ch, 2020)

## 2.5 Bauperioden vor 1900–1980

Die Gebäude der verschiedenen Bauperioden unterscheiden sich in der Erscheinung und Materialisierung jeweils wesentlich voneinander. In der nachfolgenden Übersicht (Tabelle 1) werden die unterschiedlichen Bauperioden von vor 1900 bis in die 1980er-Jahre anhand ihrer Charakteristiken und Modernisierungsschwerpunkte stichwortartig aufgelistet (Baunetz Wissen, ohne Datum a).

**Baujahr****Vor 1900****Typische Merkmale**

- Innerstädtische Altbauten
- Stuckdecken
- Grosszügige Grundrisse
- Hohe Räume
- Massives Mauerwerk
- Holzbalkendecken
- Stahlträgerdecken über Kellergeschoss

**Modernisierungsschwerpunkte**

- Eindringende Feuchtigkeit im Kellergeschoss
- Schallschutz, vor allem im Innenbereich
- Verbesserung Wärmeschutz von Fassade, Dach und Keller
- Erneuerung Haustechnik

**Baujahr****1920er- – 1930er-Jahre****Typische Merkmale**

- Stadtrandsiedlungen
- Stuckdecken
- Kleinere Grundrisse
- Bims / Hohlblockstein-Mauerwerk
- Einfache Putzfassaden
- Holzbalkendecken
- Kellerwände aus Stampfbeton

**Modernisierungsschwerpunkte**

- Eindringende Feuchtigkeit im Kellergeschoss
- Abdichtung der Aussenwände gegen aufsteigende Feuchtigkeit
- Schallschutz (Decken / Wände)
- Verbesserung der Wärmedämmung von Aussenwänden / Dach
- Erneuerung Haustechnik



**Baujahr****1950er-Jahre****Typische Merkmale**

- Geprägt durch Sparsamkeit, Materialknappheit und einfache Bauweise
- Aussenwände aus Ziegel-, Schlacke- oder Bimsmauerwerk
- Geschossdecken aus Stahlbeton
- Einfache / beengte Grundrisse
- Holzfenster mit Einfachverglasung

**Modernisierungsschwerpunkte**

- Keine Wärmedämmung
- Schallschutz von Decken
- Reparatur ausgetretener Estrichböden
- Wärmedämmung von Fenstern
- Erneuerung Haustechnik

**Baujahr****1960er-Jahre****Typische Merkmale**

- Materialmangel war grösstenteils überwunden
- Funktional ausgerichtete Architektur
- Grosszügigere Grundrisse
- Flachdächer
- Mauerwerk und Betonfassaden
- Nahezu kein konstruktiver Wärmeschutz
- Betondecken
- Grosse Fensteröffnungen
- Einfachverglasung

**Modernisierungsschwerpunkte**

- Verbesserung des Wärmeschutzes
- Allgemeine Sanierung der Fassaden
- Flachdächer müssen saniert werden (Achtung Gebäudeschadstoffe)
- Erneuerung Haustechnik



	<b>Baujahr</b>	<b>1970er-Jahre</b>
<b>Typische Merkmale</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Industrialisierte Bauen</li> <li>- Plattenbausysteme</li> <li>- Uniformes Erscheinungsbild</li> <li>- Schwierige Grundrisse / kleine Räume</li> <li>- Schlechter Schallschutz</li> <li>- Betonfassaden</li> <li>- Betondecken</li> </ul>	
<b>Modernisierungsschwerpunkte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verbesserung der äusseren Gestaltung</li> <li>- Verbesserung Wärmeschutz</li> <li>- Verbesserung Schallschutz</li> <li>- Ergänzungsmassnahmen beim Brandschutz</li> <li>- Verbesserung Wärmeschutz von Fassade und Dach</li> <li>- Erneuerung Haustechnik</li> </ul>	
	<b>Baujahr</b>	<b>1980er-Jahre</b>
<b>Typische Merkmale</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anforderungen an Wärmeschutz, Luft- und Winddichtigkeit wurden eingeführt</li> <li>- Putzfassaden / hinterlüftete Fassaden</li> <li>- Beton / Ziegelmauerwerk, teilweise zweischalig</li> <li>- Grundrisse auf Familie mit Kind ausgelegt</li> <li>- Mittelmässiger Schall- und Wärmeschutz</li> <li>- Isolierverglasung</li> </ul>	
<b>Modernisierungsschwerpunkte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verbesserung Wärme- und Schallschutz</li> <li>- Erneuerung Haustechnik</li> </ul>	

Tabelle 1: Bauperioden, ihre typischen Merkmale und die Modernisierungsschwerpunkte

## 2.6 CO<sub>2</sub> Emissionen in der Bau- und Gebäudewirtschaft

Bisher spielte der Energieverbrauch, der für die Herstellung von Baustoffen benötigt wird, kaum eine Rolle und es wurde ihm auch keine grosse Beachtung geschenkt. Die Bau- und Gebäudewirtschaft ist gemäss einem UNO-Bericht aus dem Jahr 2020 jedoch mittlerweile für 38 Prozent der globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich. Aus der nachfolgenden Abbildung ist ersichtlich, dass die Bautätigkeit allein für 10 Prozent der jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich ist. Stimmen, die ein Umdenken in der Bau- und Gebäudewirtschaft fordern, werden immer lauter (Langen, 2019).

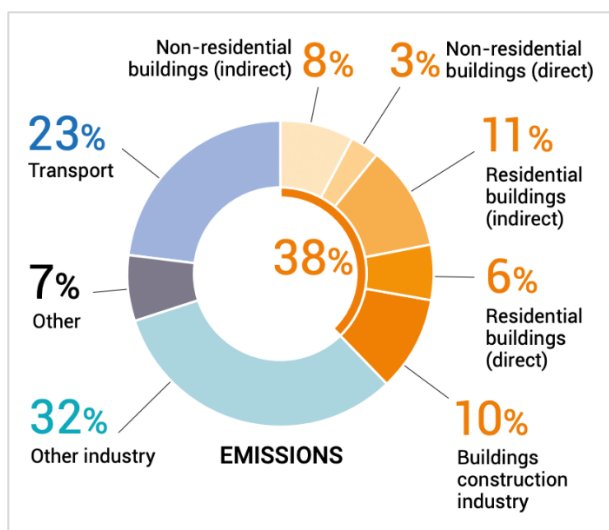


Abbildung 4: Kreislaufwirtschaft im Bauen (United Nations Environment Programme, 2020)

In der Schweiz verursacht der Gebäudepark zurzeit 26 Prozent der gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen. Obwohl dies im globalen Vergleich mit rund 38 Prozent einen geringeren Wert darstellt, ist auch hierzulande der Bau- und Gebäudesektor immer noch derjenige Sektor, der die meisten CO<sub>2</sub>-Emissionen verursacht (Klimastiftung Schweiz, kein Datum).

Beton, Zement und Kalk, also mineralische Rohstoffe, sowie Stahl gehören auch heute noch zu den weitverbreitetsten Baumaterialien. Sie sind jedoch auch extrem ressourcen- und energiehungrig und für ein hohes Mass der CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich. Die Zementindustrie allein verursacht 8 Prozent der weltweiten Treibhausgasemissionen. Wäre die Zementindustrie eine Nation, so wäre sie nach den Vereinigten Staaten und China diejenige mit den dritthöchsten Emissionen weltweit (swissinfo.ch, 2021).

## 2.7 Graue Energie

Zwei Drittel der Schweizer CO<sub>2</sub> – Emissionen sind gemäss einer Studie des Bundesamts für Statistik grau, wobei ein Grossteil der Emissionen im Ausland anfällt und aus der Produktion von importierten Gütern stammt (Bandhauer, 2018).

Graue Energie bezieht sich auf die Gesamtmenge an nicht erneuerbarer Primärenergie, die für die Errichtung eines Gebäudes erforderlich ist. Sie umfasst Energie, die für nachfolgende Prozesse benötigt werden (Baunetz Wissen, ohne Datum b):

- Gewinnung von Materialien
- Herstellen und Verarbeiten von Bauteilen
- Transport von Menschen, Maschinen, Bauteilen und Materialien
- Einbau von Bauteilen
- Entsorgung

Gemäss dem Merkblatt SIA-Effizienzpfad Energie fallen 53 Prozent der gesamten Treibhausgasemissionen bei der Erstellung eines Wohngebäudes an. Im Gegensatz beträgt der Anteil der Betriebsenergie lediglich 16 Prozent, die übrigen 31 Prozent entfallen auf die durch das Gebäude verursachte Mobilität (Gugerli & Züger-Fürer, 2011).

Häufig wird jedoch nur von der sogenannten Betriebsenergie gesprochen, also jener Energie, die für den Gebrauch eingesetzt wird, z.B. der Strom, das Heizöl oder das Erdgas. Dabei geht oft vergessen, dass der Anteil an grauer Energie teilweise deutlich höher ist als jener der Betriebsenergie. Zwei Drittel des gesamten Energieverbrauchs eines Schweizer Durchschnittshaushaltes wird in Form von grauer Energie konsumiert, ein Drittel in Form von Betriebsenergie (Schweizerische Energie-Stiftung, ohne Datum b).

Besonders deutlich lässt sich das Verhältnis an Smartphones illustrieren. Der Anteil an grauer Energie in einem Smartphone beläuft sich auf rund 220 kWh, für den Betrieb fällt pro Jahr jedoch lediglich ca. 1 kWh an. Angesichts der Tatsache, dass Smartphones im Durchschnitt lediglich 18 Monaten im Einsatz sind, sollte bei einem Erwerb auf die Langlebigkeit und Reparierbarkeit geachtet werden (Schweizerische Energie-Stiftung, ohne Datum b).

## 2.8 Bezugsgrössen / Kenngrössen für graue Energie

Die typische Bezugsgrösse für die graue Energie eines Gebäudes ist die Geschossfläche GF des Gebäudes gemäss SIA 416/1. Es kommen teilweise jedoch auch andere Bezugsflächen zur Anwendung, unter anderem:

- Energiebezugsfläche EBF
- Bauteilfläche BTF
- Hauptnutzfläche HNF

(Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein SIA, 2020b)

Als Kenngrössen für die graue Energie werden gemäss SIA 2032 folgende Werte berücksichtigt:

- Graue Energie für die Erstellung
- Graue Energie für die Entsorgung
- Graue Energie pro Jahr

Die vorliegende Untersuchung konzentriert sich auf die graue Energie für die Erstellung sowie die Entsorgung. Die graue Energie pro Jahr ist eine Kenngrösse, die hilfreich ist, um einen Vergleich mit der Betriebsenergie vorzunehmen.

Die Masseinheit der grauen Energie wird in Megajoule bzw. Kilowattstunde pro Quadratmeter und Jahr ( $\text{MJ}/\text{m}^2\text{a}$  bzw.  $\text{kWh}/\text{m}^2\text{a}$ ) angegeben (ecobau, ohne Datum).

Nachfolgende Aspekte beeinflussen den Anteil der grauen Energie in einem Gebäude und sollten bereits früh in der Planung von Neubauten berücksichtigt werden. Sie ermöglichen jedoch auch Rückschlüsse auf den Anteil der grauen Energie in Bestandesbauten (ecobau, ohne Datum).

- Die Bauweise: handelt es sich zum Beispiel um einen Massiv- oder Leichtbau?
- Die Kompaktheit des Gebäudes, also das Verhältnis von der Hüllfläche zur Energiebezugsfläche
- Waren bei der Erstellung Spezialfundationen / Baugrubensicherungen notwendig und existieren Unterterrainbauten?
- Die Art des Tragsystems (direkte vertikale Lastableitung, Spannweiten)
- Der Umfang und die Art der Gebäudetechnik

## 2.9 Anteil grauer Energie in Gebäuden

Der Anteil der grauen Energie in Gebäuden beläuft sich zwischen 1'500 MJ und 5'000 MJ je m<sup>2</sup> Geschossfläche bzw. zwischen rund 50 und 150 MJ pro m<sup>2</sup> und Jahr. Dieser Wert ist vergleichbar mit der Betriebsenergie von effizienten Gebäuden wie zum Beispiel Minergie-Häusern. Es macht nochmals deutlich, dass der Anteil der grauen Energie eine keineswegs vernachlässigbare Grösse darstellt und es sich lohnt, diese Grösse genauer zu betrachten (Gugerli, Frischknecht, Kasser & Lenzlinger, 2008b).

Gemäss dem elementbasiertem Baukostenplan Hochbau eBKP-H kann ein Gebäude in folgende Elementgruppen unterteilt werden (SIA, 2020a).

- B: Vorbereitung
- C: Konstruktion Gebäude
- D: Technik Gebäude
- E: Äussere Wandbekleidung Gebäude
- F: Bedachung Gebäude
- G: Ausbau Gebäude

Untersuchungen haben ergeben, dass diese Elementgruppen bei Neubauten die in Abbildung 5 illustrierten Anteile hinsichtlich der grauen Energie aufweisen.

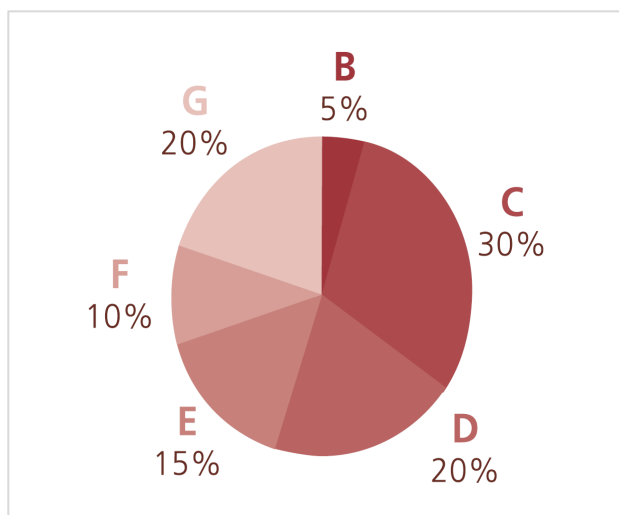


Abbildung 5: Anteil grauer Energie in Neubauten (EnergieSchweiz, 2017)

Aus der Abbildung ist ersichtlich, dass die Konstruktion eines Neubaus für rund ein Drittel der grauen Energie verantwortlich ist. Mit Hilfe der Modelluntersuchung gemäss Abschnitt 3.2.1 wird nachfolgend der Anteil der grauen Energie in einer Bestandesbaute aus den 1970er-Jahren untersucht und anschliessend ebenfalls pro Elementgruppe berechnet.

### 3 Empirische Erhebung

#### 3.1 Qualitative Untersuchung

##### 3.1.1 Forschungsdesign Experteninterviews

Für die qualitative Untersuchung wurde das Leitfadenterview mit Fachexpertinnen und Fachexperten gewählt. Diese Form wird empfohlen, sofern einzelne, genau bestimmbare Informationen erhoben werden müssen (Gläser & Laudel, 2010).

Der Interviewleitfaden wurden den Beteiligten vorab zur Durchsicht und Vorbereitung gestellt. Ziel der halbstandardisierten Interviews war es, die Befragten thematisch zu lenken, ohne sie dabei einzuschränken. Der Interviewleitfaden (siehe Anhang 2) diente als Orientierungshilfe und gab die Möglichkeit, während des Gesprächs noch Ergänzungen und Themenwechsel vorzunehmen und auf spannende Aspekte vertiefter eingehen zu können.

Für die qualitative Untersuchung wurden Interviews mit drei Fachexpertinnen und -experten geführt, um die nachfolgenden Forschungsfragen (vgl. Abschnitt 1.2) zu beantworten:

- Welche Bauteile bzw. Elementgruppen in Bestandesbauten sollten grundsätzlich bei einer anstehenden Entscheidung bezüglich Sanierung oder Ersatzneubau unter Berücksichtigung der Konservierung von grauer Energie wiederverbraucht werden?
- Welche Bauperiode(n) eignen sich hinsichtlich Wiederverbrauch der Baumaterialien und weshalb?

Die Fachexpertinnen und Fachexperten<sup>1</sup> wurden aufgrund Ihrer beruflichen Erfahrung aus den nachfolgenden Bereichen ausgewählt:

- Architektur / Fachplanung für Kreislaufwirtschaft und Wiederverwendung im Bauwesen: Kerstin Müller, Dipl. Ing. Architektin / Fachpartnerin ecobau von der Zirkular GmbH aus Basel / baubüro in situ aus Basel/Zürich; Kerstin Müller hat bereits mehrere Wiederverwendungsprojekte begleitet und ihr Fachgebiet ist die Kreislaufwirtschaft und die Wiederverwendung im Bauwesen. Das baubüro in

---

<sup>1</sup> Da die befragten Fachpersonen bestrebt sind, ihr Wissen bzw. ihre Fachkompetenz in die Öffentlichkeit zu tragen bzw. dieser zur Verfügung zu stellen, wurde – selbstverständlich in Absprache mit den Interviewten – auf eine Anonymisierung verzichtet.

situ hat unter anderem das Projekt K118 in Winterthur, das in Kapitel 2.3 vorgestellt wurde, umgesetzt.

- Architektur: Martin Wanner, Partner und Mitglieder Geschäftsleitung des Architekturbüros Wanner + Fankhauser, ein renommiertes Architekturbüro aus Zürich, das unter anderem die Renovation des architektur-historischen Gebäudekomplexes Bahnhofplatz 1 und Bahnhofquai 9/11/15 begleitet hat (Gebäude, die am 25. August 2018 bedauerlicherweise einem Grossbrand zum Opfer gefallen sind, heute jedoch wieder im alten Glanz erstrahlen).
- Bauleitung: Alice Sulser, Eidg. Dipl. Bauleiterin HFP, vom Architekturbüro Wanner + Fankhauser AG in Zürich. Als Bauleiterin ist Alice Sulser nicht nur während der Planung, sondern auch vor Ort mit Themen und Herausforderungen hinsichtlich der Nachhaltigkeit im Bau konfrontiert. Aufgrund der Aktualität und Signifikanz der Thematik sowie aus persönlicher Überzeugung wird Alice Sulser im kommenden Jahr noch eine Weiterbildung im Bereich «Nachhaltigkeit» beginnen.

Die Experteninterviews dauerten zwischen 60 und 90 Minuten und wurden online über Microsoft Teams im Zeitraum vom 28. Juni 2022 bis 8. Juli 2022 durchgeführt und aufgezeichnet. Anschliessend an die Experteninterviews wurden die Audiodateien der Interviews schriftlich zusammengefasst und transkribiert.

Die Auswertung der halbstrukturierten Experteninterviews fand mittels der qualitativen Inhaltsanalyse gemäss Mayring (2015) statt. Aufgrund der Kodierung des Leitfadens konnten die Interviews in Kategorien unterteilt und anschliessend miteinander verglichen und die Aussagen der Expert\*innen interpretiert werden.

Die Erkenntnisse aus den Experteninterviews (Anhang 3 bis 5) werden im nachfolgenden Abschnitt erläutert und mit den gewonnen theoretischen Grundlagen aus der Literaturrecherche ergänzt.



### 3.1.2 Ergebnisse Experteninterviews

Aufgrund der Experteninterviews konnten zum einen die aufgrund der Literaturrecherche gewonnen Erkenntnisse überprüft, jedoch auch neue Rückschlüsse gewonnen werden, die auch in die daran anschliessende quantitative Untersuchung miteinbezogen wurden.

Nachfolgend werden die Erkenntnisse aus den Interviews mit den Fachexpertinnen und -experten in separaten Themenbereichen zusammengefasst und erläutert. Die Transkripte der Interviews (I 1 bis I 3) sind den Anhängen 3 bis 5 zu entnehmen.

#### *Erhaltenswerte Bauteile*

Die Expertinnen und Experten sind sich einig, dass grundsätzlich bei einer Sanierung versucht werden sollte, so viele Bauteile wie möglich zu erhalten (Anhang 3 – 5). Eine der interviewten Personen betont, dass sie immer ein Augenmerk auf die statischen Elemente eines Gebäudes legen und versuchen, mindestens diese zu erhalten (I 1, Anhang 3). Gemäss den Expert\*innen wird oft der Fehler gemacht, dass bei einer Sanierung Lebensdauertabellen hinzugezogen werden, die teilweise verallgemeinert sind und deren Zahlen die tatsächliche Lebensdauer der einzelnen Bauteile zu ungenau widerspiegeln. Dies führt fälschlicherweise dazu, dass teilweise Bauteile, die grundsätzlich noch in einem sehr guten Zustand sind, entfernt und entsorgt werden (I 2, Anhang 4). Nachfolgend sind einzelne Bauteile und deren Lebensdauer gemäss der Lebensdauertabelle des Hauseigentümerverbandes Schweiz zur Veranschaulichung aufgelistet (Tabelle 2). Diese wurden auf Grund von Gerichtsentscheiden und/oder nach Angaben von Fachverbänden erarbeitet (Hauseigentümerverband HEV Schweiz, ohne Datum).

<b>Bauteile</b>	<b>Lebensdauer in Jahren</b>
Fassadenverkleidungen	30 – 35
Ziegeldächer	50
Gipsarbeiten	20 – 40
Innentüren	40 – 60
Bodenbeläge Parkett	30 – 50

Tabelle 2: BKP-Elementgruppe zur Berechnung graue Energie (HEV Schweiz, ohne Datum)

Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass zum Beispiel für Ziegeldächer gemäss der Mietrechtspraxis eine Lebensdauer von 50 Jahren angenommen wird. Tatsächlich halten sie jedoch meist deutlich länger und können bis zu 80 Jahre oder noch länger verwendet werden.

Unter Berücksichtigung, dass der Herstellungsprozess von Ziegeln sehr energieintensiv ist, lohnt es sich, dies von Fall zu Fall zu beurteilen, ohne sich von einer Lebensdauertabelle verleiten zu lassen. Das gleiche gilt für Bodenbeläge aus Parkett. In der Gründerzeit bis in die 20er- und 30er-Jahre wurden noch massive Parkettböden verlegt, die ohne grossen Aufwand wieder geschliffen und geölt werden können und so auch den alten Charme bewahren (I 3, Anhang 5). Teilweise verstecken sie sich sogar unter einem Linoleum- oder Spannteppich-Bodenbelag und warten nur darauf, wieder entdeckt zu werden. Auch Fassadenverkleidungen, Gipsarbeiten und Innentüren können teilweise noch deutlich länger verwendet werden, als es die Angaben in der Lebensdauertabelle erahnen lässt.

Gemäss den befragten Expertinnen und Experten wird der sogenannte «Sanierungszwang» auch durch die Industrie getrieben, die neue Produkte auf den Markt bringt, und durch sich verändernde Normen (I 2+3, Anhang 4+5). Als Beispiel kann die Norm „SIA 181 Schallschutz im Hochbau“ genommen werden. Der oft verallgemeinerte Wunsch nach Ruhe in den eigenen vier Wänden wird jedoch von Person zu Person anders beurteilt. Spricht man mit Bewohner\*innen von Altbauten, hört man oft, dass sich diese über die Geräusche der Nachbarinnen und Nachbarn freuen, da sie sich so nicht so allein im Gebäude fühlen (I 2, Anhang 4). Ebenfalls wird dem Erhalt von alten Böden (Charme) ein höherer Stellenwert beigemessen als dem Schallschutz.

Bauherrinnen und Bauherren – so das gemeinsame Fazit aus allen Interviews – sind angehalten, genauer hinzuschauen und sich die Frage zu stellen, ob eine Generalsanierung tatsächlich bereits vorgenommen werden muss oder ob eine Etappierung bzw. Teilsanierung nicht auch zielführend sein könnte (Anhang 3–5).

### *Relevanz der Elementgruppen*

Die Relevanz der Elementgruppen unterscheidet sich deutlich voneinander. Aufgrund der Aussagen der Interviewpartner\*innen konnte festgestellt werden, dass der Konstruktion eines Gebäudes die grösste Relevanz zugemessen wird (I 1–3, Anhang 3–5). Die Konstruktion beinhaltet das Fundament, die Bodenplatte, Wand, Stützen und Deckenkonstruktion, die zugleich auch die grösste Masse und somit auch die meiste graue Energie aufweisen. Sie sind ein fester Bestandteil des Gebäudes und können nicht einfach ausgetauscht werden.

An zweiter und dritter Stelle der als erhaltenswert eingestuften Elemente stehen gemäss allen befragten Expert\*innen die Bedachung und die äussere Wandbekleidung (Anhang

3–5). Wobei es zu erwähnen gilt, dass eine der Expert\*innen die Äussere Wandbekleidung sowie die Technik eines Gebäudes als gleichwertig erhaltenswert eingestuft hat (I 1, Anhang 3). Bei einer Wandbekleidung ist sicherlich der Zustand ausschlaggebend. Sie kann je nach Bautypologie nicht einfach von aussen ersetzt werden. Handelt es sich zum Beispiel um ein Gebäude aus der Gründerzeit mit einer schönen Fassade, so würde eine energetische Sanierung eher von innen stattfinden. Dasselbe gilt für die Bedachung (I 1, Anhang 3). Fassaden, die ab den 1950er-Jahren gebaut wurden, müssen heute meistens komplett zurückgebaut werden, sofern die Sanierung von aussen stattfindet. Dies gilt auch für Flachdächer. Die neuen Dämmungen sind deutlich stärker, was dazu führt, dass Anpassungen an den Abschlüssen, z.B. an den Fensterlaibungen oder Dachabschlüssen, vorgenommen werden müssen (I 1, Anhang 3).

Bei den technischen Anlagen ist das Alter massgebend. In den meisten Fällen lohnt es sich, die technischen Komponenten zu ersetzen, z. B. eine Öl-Heizung, oder zu redimensionieren, z.B. eine Lüftungsanlage. Allerdings ist auch hier darauf zu achten, dass eine Anlage, die allenfalls noch 10 Jahre funktioniert, nicht unüberlegt ersetzt wird. Eine erst kürzlich erneuerte Heizungsanlage könnte somit auch in einem nächsten Schritt ersetzt werden (I 1, Anhang 3).

Beim Ausbau ist gemäss einer befragten Expert\*in zu berücksichtigen, ob erhaltenswerte Materialien wie zum Beispiel ein Massivparkett oder Stuckdecken vorhanden sind. Oft können solche Ausbauten heute gar nicht mehr in dieser Qualität produziert werden, weshalb es sich lohnt, solche Bauteile zu erhalten und während einer Sanierung gut zu schützen (I 2, Anhang 4).

Der Vorbereitung, also im Grunde der Baugrube, wird von allen Befragten die geringste Relevanz zugeteilt, da diese bei einem Erhalt der Konstruktion zwangsweise erhalten bleibt (I 1–3, Anhang 3–5).

Aus dem nachfolgenden Diagramm (Abbildung 6) ist die Relevanz der einzelnen Elementgruppen ersichtlich, wie sie sich aus den Befragungen der Expertinnen und Experten ergeben hat (I 1–3, Anhang 3–5). Wie bereits erwähnt, haben zwei der befragten Expert\*innen die Äussere Wandbekleidung wichtiger eingestuft als die Technik im Gebäude (I 2+3, Anhang 4+5), eine der Expert\*innen erachtet die Äussere Wandbekleidung sowie die Technik als gleich relevant (I 1, Anhang 3). Die übrigen Elementgruppen wurden von den befragten Expertinnen und Experten jeweils gleich eingeschätzt.

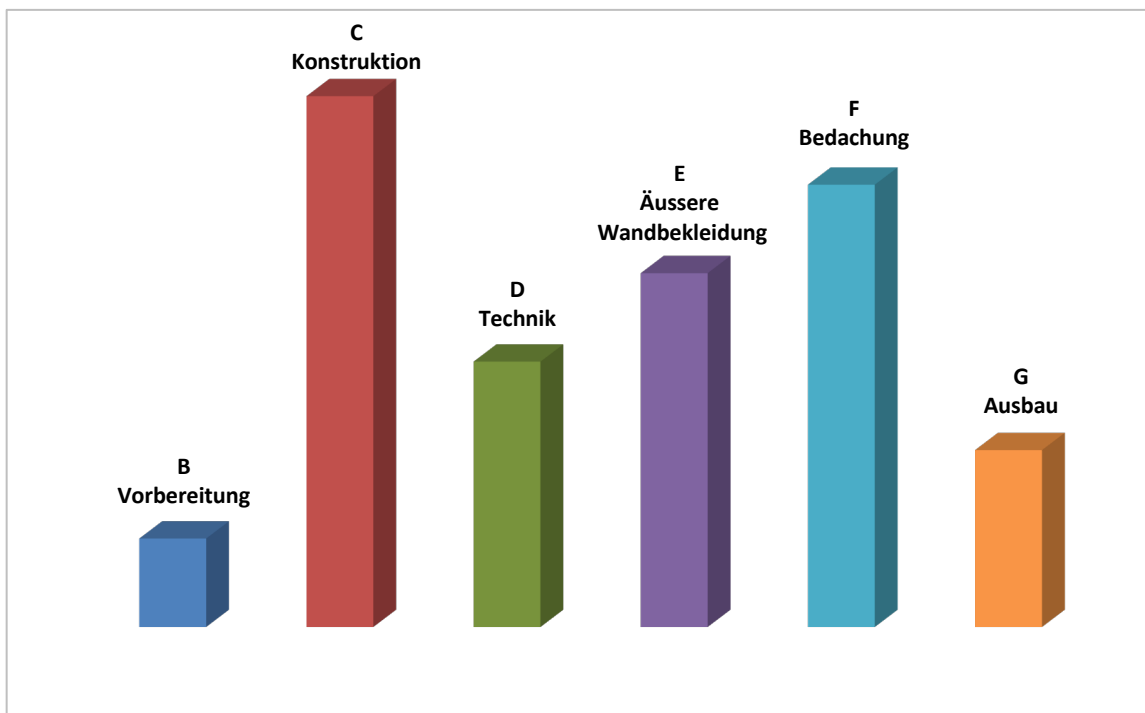


Abbildung 6: Relevanz der Elementgruppen

### *Potenzial der Bauperioden*

Die Bauperioden lassen sich grob in zwei Gruppen einteilen. Zum einen sind es die Liegenschaften vor 1900 bis in die 1930er-Jahre und zum anderen die Gebäude ab den 1950er- bis in die 1970er-Jahre (Baunetz Wissen, ohne Datum). Gebäude ab den 1980er-Jahren erfüllen zudem bereits Mindestanforderungen an den Schall- und Wärmeschutz und sollten wenn möglich gar nicht erst abgebrochen werden, da sie hinsichtlich der Baualterstufe noch zu «jung» sind (I 2, Anhang 4).

Die verwendeten Baustoffe, die bis in die 1930er-Jahre verwendet wurden, weisen eine hohe Qualität auf, es wurden noch keine Verbundstoffe verwendet, wie es bei den Gebäuden ab 1950 der Fall war (I 2, Anhang 4). Deshalb können diese Bauteile auch heute noch relativ gut wiederverwendet werden. Die Gebäude verfügen zudem meist über gute Grundrisse, und aufgrund ihrer massiven Mauerwerke verfügen sie zudem über einen guten Kälte- bzw. Wärmeschutz (I 1+2, Anhang 3+4). Bei einer Sanierung wird oft das Dach abgedeckt, zwischen den Sparren isoliert, eine Dampfsperre eingebracht und anschliessend wieder eingedeckt (I 1, Anhang 3). Teilweise können hier sogar die ursprünglichen Ziegel wiederverwendet werden. Gemäss einer der Expert\*innen wird die Gebäudetechnik meistens komplett erneuert, wobei die bestehenden Heizverteilungen teilweise erhalten werden können, sofern keine Bodenheizung gewünscht wird (I 3, Anhang 5).

Ab den 1950er-Jahren wurden Verbundstoffe verwendet, die eine Trennung der Baumaterialien und somit eine Wiederverwendung erschwert bzw. fast verunmöglicht. In den 60er- und 70er-Jahren wurde zudem vermehrt auf Fertigbetonelemente gesetzt (I 2, Anhang 4). Aus diesem Grund werden Liegenschaften aus den 60er- und 70er-Jahren oft negativ eingeschätzt, und die sogenannten „Betonmonster“ werden als hässlich empfunden. Gemäss einer der befragten Fachexpert\*innen gibt es auch hier die Möglichkeit, die Bauteile wiederzuverwenden (I 2, Anhang 4). Oft fehlen jedoch die nötige Erfahrung und der Wille. Zum Beispiel können Fertigbetonelemente mit einem verhältnismässig geringen Aufwand demontiert werden und beispielsweise bei einem anderen Gebäude wieder eingesetzt werden. Zudem gilt zu beachten, dass sich wie bei Kleidern auch der Geschmack bei Häusern verändert. Es kann gut sein, dass in 10 bis 20 Jahren die sogenannten «Betonmonster» wieder eine Renaissance erleben bzw. wenn inskünftig nur noch Holzhäuser gebaut werden dürfen, dieser Gebäudetyp als etwas Spezielles erachtet werden wird (I 2, Anhang 4). Die Vergangenheit hat gezeigt, dass auch „ausser Mode“ geratene Gebäude wieder attraktiv werden und mit ihren, der Bauperiode entsprechenden typischen Eigenschaften punkten können. Die massive Bauweise aus Beton bietet zudem auch einen erhöhten Wärmeschutz im Sommer, der mit Gebäuden aus Holz zum Teil nur schwer zu erreichen ist (I 2, Anhang 4).

#### *Anreize für die Wiederverwendung / Sensibilisierung der Bauherrschaft*

Das Bewusstsein für die Wiederverwendung und die Sensibilisierung der Bauherrinnen und Bauherren schreitet voran. Aktuell sind es gemäss allen Expert\*innen noch hauptsächlich öffentliche Bauträger oder innovative Investorinnen und Investoren, die sich mit dem Thema auseinandersetzen und versuchen, einen Abgleich zwischen der Bauwirtschaft und den Klimazielen zu erreichen (Anhang 3–5). Die aktuelle Rohstoffknappheit, die durch die Corona-Pandemie und den Krieg in der Ukraine ausgelöst wurde, fördert das Umdenken zudem zusätzlich. Neue, innovative Ideen sind gefragt.

Anreize sind zum einen die Reduktion von CO<sub>2</sub>. Um einen kleinen CO<sub>2</sub>-Fussabdruck zu erreichen, sollte Themen wie dem Wiedergebrauch von Bauteilen oder der Verwendung von ökologischen Baumaterialien Beachtung geschenkt werden.

Zum anderen geht es auch um historische Aspekte, um das sogenannte „Storytelling“. Dies kann zum Beispiel der Erhalt eines über 100-jährigen Parkettbodens oder einer bestehenden Stuckdecke sein. Die Geschichte vom Ort wird weitererzählt. Dies verleiht

einer Liegenschaft Charakter, was vielen Neubauten fehlt, und diese somit einzigartig macht (I 2, Anhang 4).

Gemäss Aussage einer der Befragten ist es wichtig, sich nicht ein unmögliches Ziel zu setzen, wie zum Beispiel den Erhalt von sämtlichen Bauteilen (I 2, Anhang 4). Es gibt unterschiedliche Strategien, die früh genug geprüft werden sollten. Je mehr sich die Bauherrschaft mit der Wiederverwendung der Bauteile auseinandersetzt, desto mehr Erfahrung kann gesammelt werden, was automatisch dazu führt, dass sich mehr und mehr Entscheidungsträgerinnen und -träger mit dem Thema auseinandersetzen und hierfür sensibilisiert werden (I 3, Anhang 5).

#### *Sensibilisierung der Architekt\*innen und Planer\*innen*

Wie die Bauherrinnen und Bauherren müssen auch Architekten und Planerinnen weiter für das Thema sensibilisiert werden. Dies sollte bereits in der Ausbildung beginnen (I 3, Anhang 5). Gemäss einer der befragten Expert\*innen ist der Mensch ein Gewohnheitstier, es ist schwierig, aus altbewährten Mustern auszubrechen (I 1, Anhang 3). Somit müssen Architektinnen, Planer und Baufachkräfte im Allgemeinen bereits während der Ausbildung für dieses Thema sensibilisiert werden (I 3, Anhang 5). Wenn bereits in der Schule und während des Studiums auf diese Thematik eingegangen wird und Vorgehensweisen und Lösungen aufgezeigt werden, wird sich der Wandel verstärken und ein Umdenken hin zu einer ökologischeren Bauweise manifestieren.

#### *Normen und Gesetze / Anerkannte Regeln der Baukunde*

Aus den Gesprächen mit den Fachexpertinnen und -experten geht hervor, dass ein zu starker Eingriff bzw. eine Lenkung durch staatliche Massnahmen eher nicht gewünscht wird (I 1–3, Anhang 3–5). Aufgrund sich verändernder Normen und Gesetze ändern sich auch die anerkannten Regeln der Baukunde. Fast halbjährlich werden verschiedene SIA-Normen angepasst, an die sich Architektinnen und Planer halten müssen (I 3, Anhang 5). Es kann davon ausgegangen werden, dass sich dies mittelfristig auch auf die Themen bezüglich grauer Energie und im Hinblick auf den Erhalt von Bestandesliegenschaften auswirken wird, vergleichbar mit den Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE).

### *Zukünftige Entwicklung und staatliche Eingriffe*

Die Entwicklung geht gemäss Aussage aller interviewten Fachpersonen klar in Richtung Wiedergebrauch der Baumaterialien (Anhang 3–5). Vor der Industrialisierung war der Wiedergebrauch «normal», als die Baumaterialien günstiger und andere Verarbeitungsmethoden erfunden wurden, ging dieses Wissen teilweise verloren oder wurde schlicht und einfach ignoriert. Die aktuelle Tendenz deutet jedoch in eine andere Richtung. Zurzeit ist dies noch hauptsächlich freiwillig, es wird voraussichtlich jedoch nicht mehr lange gehen, bis ein Wiedergebrauch gesetzlich verpflichtend wird oder zumindest bei einem Baugesuch aufgezeigt werden muss, weshalb ein Wiedergebrauch bzw. eine Bestandessanierung nicht möglich ist (I 2, Anhang 4). Die Generallösung «Ersatzneubau» wird inskünftig sicherlich nicht mehr so einfach umzusetzen sein.

### *Problematik und Hürden bezüglich Wiederverwendung*

Aktuell ist der ökologische Gedanke eine Grundvoraussetzung. Denn gemäss einer der befragten Fachpersonen ist es nicht so, dass eine Wiederverwendung der Bauteile grundsätzlich günstiger ist (I 2, Anhang 4). Oft ist ein Ersatzneubau günstiger oder birgt zumindest weniger Risiken aufgrund von Unvorhergesehenem. Auch bieten Ersatzneubauten die Möglichkeit, strukturelle Eigenschaften der Gebäude zu optimieren oder die Ausnutzungsreserven besser zu nutzen, was bei einer Sanierung nicht immer der Fall bzw. nicht so einfach zu bewerkstelligen ist und Mehrkosten zur Folge hat. Solange den Bauherr\*innen kein «CO<sub>2</sub>-Preis» auferlegt wird, also eine Strafzahlung aufgrund der zusätzlich verursachten grauen Energie, die ein Ersatzneubau nach sich zieht, ist die Verlockung gross, einer Bestandessanierung einen Ersatzneubau vorzuziehen (I 2, Anhang 4).

## 3.2 Quantitative Untersuchung

### 3.2.1 Forschungsdesign Modelluntersuchung

Um untersuchen zu können, ob sich der Anteil an grauer Energie, bezogen auf die Elementgruppen bei einer Bestandesliegenschaft von einem Neubau unterscheidet, wurde nachfolgend beschriebene Modelluntersuchung durchgeführt. Das Ziel der Analyse bestand darin, diejenigen Elementgruppen in einer Bestandesliegenschaft zu identifizieren, welche die meiste graue Energie beinhalten und deren Konservierung bei einer Sanierung die notwendige Beachtung geschenkt werden sollte.

Die Modelluntersuchung wurde anhand einer für die 1970er-Jahre typischen Bestandesbaute simuliert. Auf Basis der Kennzahlen zur Grauen Energie nach SIA 2032 wurde anschliessend die *graue Energie pro Jahr*, für die *Erstellung* sowie für die *Entsorgung* berechnet.

Das Mustergebäude besteht aus vier Wohngeschossen mit jeweils zwei Wohnungen sowie einem Untergeschoss. Es hat eine, wie es in den 1970er-Jahren typisch war, einfache, kubische Form mit separaten, davorgestellten Balkonen (siehe Abbildung 6). Die acht Wohnungen weisen eine durchschnittliche Grösse von 93 m<sup>2</sup> aus, dies entspricht der durchschnittlichen Wohnungsfläche der Jahre 1971 bis 1980 in der Schweiz (Bundesamt für Statistik, 2021).

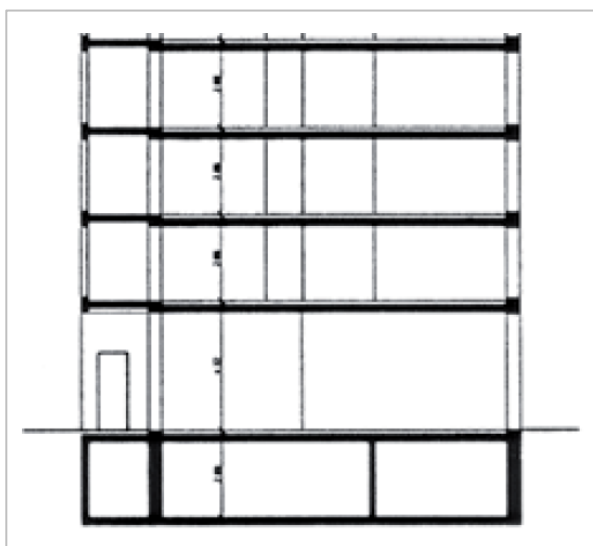


Abbildung 7: Schnitt Modellgebäude 1970 (SIA, 2020b)



Die Gebäudekonstruktion weist folgende für die 1970er-Jahre typischen Hauptmerkmale auf. Diese wurden zur Validierung mit den Fachexpert\*innen aus den Bereichen Architektur und Bauleitung überprüft und von diesen bestätigt:

- **Bodenplatte, Fundament** ungedämmt
- **Aussenwandkonstruktion** Backsteinwand
- **Äussere Wandbekleidung** Zweischalenwand
- **Fenster** Isolierverglasung (Holz oder Kunststoff)
- **Deckenkonstruktion** Betondecke
- **Dachkonstruktion** Betondecke
- **Dachaufbau** Flachdach, leicht gedämmt mit 4 cm Kork
- **Elektroanlagen** Zeitgemässer Ausbau
- **Wärmeanlage** Wärmeerzeugung und Wärmeverteilung
- **Lüftungsanlagen** Keine automatisierten Lüftungsanlagen

Es wird davon ausgegangen, dass das Gebäude in den vergangenen Jahren nicht saniert wurde und sich noch im Originalzustand befindet. Das Mustergebäude weist die in Tabelle 3 aufgeführten Kennzahlen auf.

<b>Bezeichnung</b>	<b>Bezugsgrösse</b>
Geschossfläche GF	1'116 m <sup>2</sup>
Gebäudegrundfläche GGF	223 m <sup>2</sup>
Aussen-Geschossfläche AGF	149 m <sup>2</sup>
Energiebezugsfläche EBF	971 m <sup>2</sup>
Gebäudehüllfläche	922 m <sup>2</sup>
Aushubvolumen	781 m <sup>3</sup>
Fensterfläche	167,5 m <sup>2</sup>
Mittlere Raumhöhe	2,50 m
Gebäuelänge	17,15 m
Gebäudebreite	13 m

Tabelle 3: Kennzahlen Mustergebäude 1970er-Jahre (Eigene Darstellung/Berechnung)

Der Fokus der Untersuchung richtete sich auf die Elementgruppen gemäss Baukostenplan Hochbau eBKP-H 2012 (SIA, 2020a). Folgende Haupt-/Elementgruppen wurden berücksichtigt und aufgrund der Literaturrecherche sowie den Experteninterviews explizit aufgrund der typischen Bauart der 1970er-Jahre ausgewählt (Tabelle 4).

BKP		Bezeichnung	Bauweise 1970-er	Graue Energie		
Hauptgruppe	Elementgruppe			Pro Jahr	Erstellung	Entsorgung
				MJ pro Einheit	MJ pro Einheit	MJ pro Einheit
B	B 6.2	Aushub, nicht kontaminiert	ohne Grundwasser	2	140	0
C	C 1	Bodenplatte, Fundament	ungedämmt	18	900	200
	C2.1 (A) / E1	Aussenwand unter Terrain	ungedämmt	18	960	120
	C2.1 (B) / E2 / G3	Aussenwandkonstruktion über Terrain	Backsteinwand	8	420	32
	C2.2 / G3	Innenwand	Mittelwert tragend / nicht tragend	11	460	47
	C4.1 / G2 / G4	Deckenkonstruktion (inkl. Bekleidung)	Betondecke	13	650	120
	C 4.3	Balkon		29	1050	109
	C 4.4	Dachkonstruktion, Dachhaut	Betondecke	13	650	117
D	D1	Elektroanlage	Wohnen	7	190	6
	D5	Wärmeanlage	Wärmeerzeugung und Wärmeverteilung	6	150	1
	D8	Wasseranlage	Wohnen	5	140	1
E	E2	Äussere Wandbekleidung über Terrain	Zweischalenwand	26	970	51
	E3 / F2	Fenster	Mittelwert 2-fach- / 3-fach Verglasung	77	2280	17
F	F1.2 / F1.3	Dachaufbau	gedämmt (Flachdach)	35	1000	39
G	G2	Bodenbelag	Unterkonstruktion und Bodenbelag	14	400	29

Tabelle 4: BKP-Elementgruppe zur Berechnung der grauen Energie (eigene Darstellung, in Anlehnung an SIA, 2020a)

Die angegebenen Werte für die Innenwände sowie für die gebäudetechnischen Anlagen sind typisch für Wohngebäude und basieren auf der SIA 2032. Fenster in den 1970er-Jahren verfügten über eine Isolierverglasung. Da für Isolierverglasungen keine Richtwerte vorliegen, wurde der Mittelwert von 2-fach-/3-fach-Verglasungen gemäss SIA 2032 verwendet (Anhang 1). Zudem gilt zu erwähnen, dass vereinzelte Elementgruppen wie zum Beispiel die Innenwand oder die Deckenkonstruktion der Elementgruppe C der Konstruktion zugeteilt sind. Sie beinhaltet somit auch Teile wie die Deckenbekleidung, die auch dem Ausbau, also der Elementgruppe G, zugeteilt werden könnte. Für die Modelluntersuchung wurde jedoch keine Aufteilung vorgenommen und die Berechnung gemäss SIA 2032 gewählt.

Nachfolgende Elementgruppen wurden für die Berechnung nicht berücksichtigt, da sie im Allgemeinen vernachlässigt werden können. Es gilt jedoch zu beachten, dass je nach Gebäude- und Nutzungstyp auch diese Elemente wesentlich zur grauen Energie eines Gebäudes beitragen können. Zum Beispiel bei Baustelleninstallationen mit Grundwasserhaltung oder wenn Umgebungsarbeiten notwendig sind, die grosse Stützmauern benötigen (SIA, 2020b).

BKP-Elementgruppe	Bezeichnung
A	Grundstück
B	Vorbereitung mit Ausnahme von B 6.2 und B 6.3
C 5	Ergänzende Leistungen zur Konstruktion
D 2	Gebäudeautomation
D 3	Sicherheitsanlage
D 4	Technische Brandschutzanlage
W	Nebenkosten zur Erstellung
Y	Reserve
Z	Mehrwertsteuer

Tabelle 5: BKP-Elementgruppe, nicht berücksichtigt in Berechnung (SIA, 2020b)

Auf Basis der Kennzahlen des Mustergebäudes wurde eine Berechnung mittels der Richtwerte für graue Energie des Merkblatts SIA 2032 durchgeführt. Für die Berechnung des Anteils der grauen Energie pro Elementgruppe wird die graue Energie eines Bauteils ( $\text{kWh/m}^2$  BTF) mit der Fläche dieses Bauteils im Gebäude ( $\text{m}^2$  BTF) multipliziert. Anschliessend werden die Ergebnisse pro Elementgruppe miteinander addiert.

### 3.2.2 Ergebnisse Modelluntersuchung

Mit Hilfe der Modelluntersuchung wurde die graue Energie für die Erstellung, Entsorgung sowie pro Jahr berechnet. Die Ergebnisse werden zuerst für die Erstellung sowie Entsorgung erläutert. Anschliessend wird das Ergebnis bezüglich der grauen Energie pro Jahr erläutert und mittels Referenzwerten von Neubauten verglichen.

#### Berechnung graue Energie für Erstellung und Entsorgung

Die Modelluntersuchung hat ergeben, dass ein Gebäude mit der typischen Bauweise der 1970er-Jahre und einer Geschossfläche von 1'116 m<sup>2</sup>, eine Gesamtmenge von 5'062'158 MJ (Megajoule), das sind 4'536 MJ pro m<sup>2</sup> Geschossfläche graue Energie beinhaltet. Typische Werte für Gebäude liegen zwischen 1'500 MJ und 5'000 MJ pro m<sup>2</sup> Geschossfläche (Gugerli, Frischknecht, Kasser & Lenzlinger, 2008a). Das Mustergebäude bewegt sich also am oberen Ende der Skala.

Die Gesamtmenge von rund 5 Millionen MJ grauer Energie weist nachfolgende prozentuale Aufteilung bezogen auf die Elementgruppe des Mustergebäudes aus den 1970er-Jahren auf.

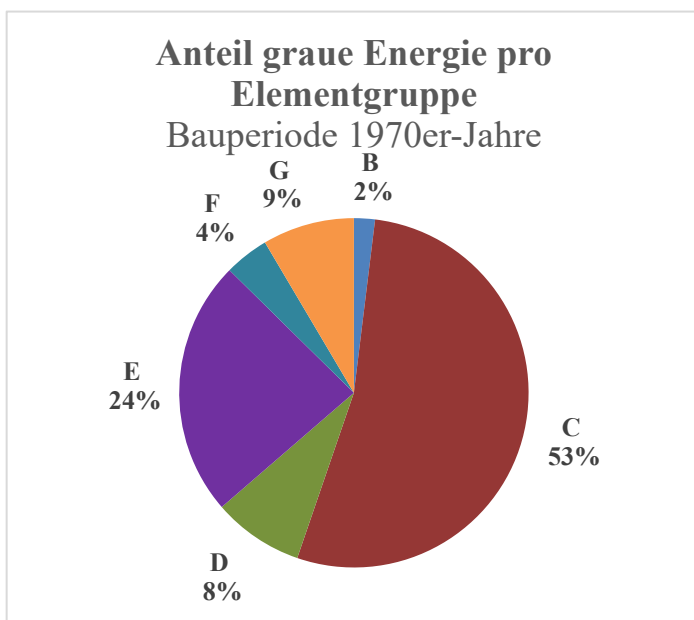


Abbildung 8: Anteil graue Energie pro Elementgruppe; Bauperiode 1970er-Jahre (eigene Darstellung)

Um die gewonnenen Erkenntnisse deuten und vergleichen zu können, wird der Anteil an grauer Energie von Neubauten gemäss Abschnitt 2.9 nachfolgend mit den aus der Modelluntersuchung gewonnen Erkenntnissen verglichen und anschliessend jeweils pro Elementgruppe erläutert. Es gilt zu beachten, dass im Gegensatz zu Gebäuden aus den 70er-Jahren heutige Neubauten häufig den Energiestandard MuKE n / Minergie erfüllen bzw.

erfüllen müssen. Die Schweiz will mit den Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich, kurz MuKE, den CO<sub>2</sub>-Ausstoss des Gebäudebestands reduzieren. „Minergie“ ist ein Schweizer Baustandard für neue und modernisierte Gebäude, der 1998 eingeführt wurde und dessen Fokus sich auf den Komfort, die Effizienz und den Werterhalt richtet (Minergie, 2022) Die Vergleichszahlen der grauen Energie, die in einem Neubau bzw. einer Bestandesbaute aus den 70er-Jahren steckt, sind der Tabelle 6 zu entnehmen.

BKP	Bezeichnung	Neubau	1970er	Differenz
B	Vorbereitung	5 %	2 %	-3 %
C	Konstruktion Gebäude	30 %	53 %	+23 %
D	Technik Gebäude	20 %	8 %	-12 %
E	Äussere Wandbekleidung Gebäude	15 %	24 %	+9 %
F	Bedachung Gebäude	10 %	4 %	-6 %
G	Ausbau Gebäude	20 %	9 %	-11 %

Tabelle 6: Vergleich Anteil graue Energie Neubau – Bestandesbau der 1970er-Jahre (eigene Darstellung)

### *BKP B Vorbereitung*

Die Vorbereitungsarbeiten weisen beim Mustergebäude aus den 70er-Jahren einen Anteil von lediglich 2 % auf. Bei Neubauten liegt der Wert bei rund 5 %. Dieser Anteil ist zum einen so niedrig, da er sich auf fünf Geschosse (inkl. Untergeschoss) aufteilt. Bei kleineren Gebäuden ist der Anteil höher. Zum andern könnte der höhere Wert der Neubauten auf nachfolgende Bauweisen zurückzuführen sein, die in den 1970er-Jahren weniger verbreitet waren.

- *Baugrubenabschlüsse*  
Böschungssicherungen und Rühlwände
- *Baugrundverbesserung, Bauwerkssicherung*  
Gebäudefundationen werden mit Injektionsrammpfählen verstärkt.
- *Erschliessung durch Werkleitungen*  
Die Anforderungen an Werkleitungen haben sich deutlich erhöht.

### *BKP C Konstruktion Gebäude*

Der Anteil an grauer Energie in der Konstruktion einer Bestandesliegenschaft aus den 1970ern weist mit einem Anteil von 53 % einen deutlichen Unterschied zu einem Neubau mit 30 % auf. Im Unterschied zu früher werden Neubauten häufig in einer Mischbauweise erstellt, und es wird vermehrt auf eine Holzbauweise oder einen Holz-Beton-Verbund gesetzt. Auf Beton kann jedoch nicht komplett verzichtet werden, die Untergeschosse zum Beispiel werden weiterhin aus Beton erstellt, da sich Holz und Wasser nicht so gut vertragen. Aufgrund des geringeren Anteils an Beton ist die Konstruktion insgesamt weniger massiv und weist eine geringere Dichte auf als ein Gebäude aus den 1970er-Jahren, in denen mehrheitlich Betonelemente verwendet wurden.

Dennoch ist auch heute die BKP-Hauptgruppe C, also die Konstruktion eines Gebäudes, diejenige Elementgruppe, die den grössten Anteil an grauer Energie aufweist.

### *BKP D Technik Gebäude*

Der Anteil an der Technik in heutigen Neubauten ist deutlich höher als dies früher der Fall war. Der Unterschied beträgt rund 12 %. Das Mustergebäude aus den 1970er-Jahren verfügt über keine kontrollierte Lüftung, was in der Modelluntersuchung dementsprechend berücksichtigt wurde. Aufgrund der heutigen Normen verfügen Neubauten über eine effektivere Wärmedämmung. Sie werden mit einer luftdichten Ebene versehen, was dazu führt, dass weniger Lüftungswärmeverluste aufgrund von Undichtigkeiten entstehen. Um die Frischluftzufuhr zu garantieren, braucht es deshalb vermehrt kontrollierte Lüftungen. Dies erhöht den Anteil an grauer Energie in einem Neubau im Vergleich zu einer Bestandesliegenschaft. Solarstromanlagen und Solarkollektoren, die zunehmend an Bedeutung gewinnen, sind weitere Positionen, die in der Erstellung einen hohen Anteil an grauer Energie aufweisen.

### *BKP E Äussere Wandbekleidung Gebäude*

Mit einem Anteil von 24 % weist die äussere Wandbekleidung eines Gebäudes aus den 1970er-Jahren einen höheren Anteil an grauer Energie auf als ein Neubau mit 15 %. Ein Zweischalenmauerwerk, wie es in den 70er-Jahren weit verbreitet war, weist in der Erstellung einen fast doppelt so hohen Anteil an grauer Energie auf als eine vorgehängte, hinterlüftete Fassade, die heute sehr oft zur Anwendung kommt. Dennoch sollten Zweischalenmauerwerke nicht unterschätzt werden. Obwohl sie für die Erstellung mehr graue Energie benötigen, bieten Zweischalenmauerwerk weiterhin viele Vorteile. Die Trennung von tragender Funktion und Wärmedämmung ermöglicht eine Konstruktion, die nahezu

frei von Wärmebrücken ist. Der sommerliche und winterliche Wärmeschutz ist ein weiterer Vorteil. Aufgrund der äusseren Vorsatzschale ist das Gebäude gut gegen Wind und Wetter geschützt. Auch können erhöhte Anforderungen an den Schallschutz oder an die Lastabtragung, Stichwort Erdbebensicherheit, erreicht werden. Unter Berücksichtigung einer nachhaltigen Bauweise sowie einer sortenreinen Entsorgung der Baumaterialien, ist das Zweischalenmauerwerk weiterhin eine attraktive Variante und sollte in der Planung nicht vernachlässigt werden (Knaack, Klein & Bilow, 2014; Gasser Ceramic, 2019).

#### *BKP F Bedachung Gebäude*

Die Modelluntersuchung hat ergeben, dass in einer Bestandesliegenschaft aus den 70er-Jahren der Anteil an grauer Energie in der Bedachung lediglich 4 % aufweist. Im Vergleich zu einem Neubau, in dem der Anteil 10 % beträgt, handelt es sich um eine Differenz von 6 % bzw. mehr als die Hälfte. Der Unterschied ist auf die Art der Dämmung zurückzuführen. Erst seit Ende der 70er-, anfangs der 80er-Jahre, als die ersten Wärmeschutzverordnungen eingeführt wurden, werden die Gebäude gedämmt. Wobei darauf hinzuweisen ist, dass diese Dämmungen nicht mehr dem heutigen Standard entsprechen. Die ersten Dämmungen bei einem Flachdach wurden zum Beispiel mit einer 4 cm dünnen Korkplatte ausgeführt. Die heutigen Anforderungen sind deutlich höher. Je nach Bausubstanz sind Dämmstärken von 14 cm bis 25 cm notwendig, um ein Gebäude ausreichend energieeffizient zu machen (Energieheld Schweiz, 2022).

#### *BKP G Ausbau Gebäude*

Der Anteil der grauen Energie in der Elementgruppe G berechnet sich grösstenteils aus der Art der Bodenkonstruktion. Dennoch trägt auch die Art der Wandbekleidung, Deckenbekleidung sowie Einbauten wie Küchen und Wandschränke zum Anteil der grauen Energie bei. Im Vergleich zu einem Neubau mit einem Anteil von 20 % ist der Anteil in einer Bestandesliegenschaft aus den 70er Jahren mit 9 % geringer. Wie sich die Differenz genau zusammensetzt, lässt sich nur vermuten. Die Menge an Einbauten – allein schon in der Küche – ist heute sicherlich grösser. Aufgrund der heutigen Anforderungen an den Schallschutz aber auch der höheren Anforderungen an die Qualität kann ausserdem davon ausgegangen werden, dass die verwendeten Unterkonstruktionen für den Bodenbelag, die Wand- sowie Deckenbekleidung einen höheren Anteil an grauer Energie aufweisen, als dies in den 70er-Jahren der Fall war.

## **Berechnung graue Energie pro Jahr**

Die Berechnung der grauen Energie pro Jahr ergibt für das Mustergebäude aus den 70er-Jahren einen Wert von Total 127'433 MJ nicht erneuerbarer Primärenergie bzw. 131 MJ pro m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche (Anhang 1).

Das Niveau der Betriebsenergie bzw. die graue Energie pro Jahr von effizienten Bauten, zum Beispiel von Minergie-Häusern, liegt zwischen 50 und 150 MJ pro m<sup>2</sup> und Jahr, bezogen auf die Energiebezugsfläche (Gugerli et al., 2008a).

Mit 131 MJ pro m<sup>2</sup> und Jahr liegt das Niveau der Betriebsenergie beim Mustergebäude zwar am oberen Ende der typischen Werte, es verdeutlicht jedoch, dass auch eine punktuelle Sanierung von Bestandesliegenschaften, zum Beispiel der Gebäudetechnik, der äusseren Wandverkleidung und der Bedachung, ein hohes Einsparpotenzial in Bezug auf die Betriebsenergie aufweist, ohne dass die gesamte Liegenschaft kernsaniert werden muss. Diese Vorgehensweise hat zudem einen positiven Effekt auf die Konservierung der grauen Energie, da der Erhalt der bestehenden Bausubstanz zumindest zum Teil noch gewährleistet werden kann.

### **3.3 Datengrundlagen**

Die qualitative und quantitative Untersuchung stützte sich neben den Gesprächen mit den Fachexperten und der Literaturrecherche gemäss Kapitel 2 vorwiegend auf nachfolgende Datengrundlagen:

- SIA 2032:2020: Graue Energie – Ökobilanzierung für die Erstellung von Gebäuden
- EnergieSchweiz: Graue Energie von Neubauten – Ratgeber für Baufachleute, 2017
- SIA 416:2003: Flächen und Volumen von Gebäuden
- eBKP-H (2012): Baukostenplan Hochbau SN 506 511
- SIA 2040 (2011): Effizienzpfad Energie

Die Kennzahlen für das Mustergebäude sowie die Erkenntnisse für die bauperiodentypische Bauweise der 1970er-Jahre wurden mit Hilfe von Literaturrecherchen erarbeitet und anschliessend zusammen mit den Expertinnen und Experten validiert.



#### 4 Entscheidungshilfe unter dem Aspekt der grauen Energie

Aufgrund der in Kapitel 3 durchgeführten empirischen Untersuchung und den daraus gewonnen Erkenntnissen wurde eine Entscheidungshilfe erarbeitet, die nachfolgend präsentiert wird. Die Erkenntnisse aus der Untersuchung haben gezeigt, dass – obwohl Bauherinnen und Bauherren (aktuell noch mehrheitlich die öffentliche Hand sowie innovative Investor\*innen) bezüglich des Themas Kreislaufwirtschaft stärker sensibilisiert sind – Informationsbedarf besteht. Themen wie die strukturellen Eigenschaften, Ausnutzungsreserven, der Gebäudezustand und schliesslich die Rendite sind weiterhin massgebend, ob ein Gebäude saniert oder ein Ersatzneubau geplant wird.

Als Basis für die Entscheidungshilfe wurde das nachfolgende Entwicklungsstrategien-Modell von Wüest & Partner zu Hilfe genommen (Wüest & Partner AG, 2003).

	Szenario 0	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3	Szenario 4
Strukturelle Eigenschaften		<i>gut</i>			<i>schlecht</i>
Ausnutzungsreserven		<i>klein</i>			<i>gross</i>
Gebäudezustand		<i>gut</i>			<i>schlecht</i>
Mieterträge heute		<i>hoch</i>			<i>tief</i>
Lokales Preisniveau		<i>tief</i>			<i>hoch</i>
	Abbruchbewirtschaftung	Fortführung	Strukturelle Optimierung	Aufbau, Anbau, Ergänzung	Ersatzneubau

Tabelle 7: Entwicklungsstrategien nach Wüest & Partner (2003)

Mit Hilfe des Entwicklungsstrategien-Modells werden nachfolgende Punkte einer Bestandesliegenschaft analysiert und separat bewertet.

- Strukturelle Eigenschaften
- Ausnutzungsreserven
- Gebäudezustand
- Mieterträge heute
- Lokales Preisniveau

Anhand der Analyse und der anschliessenden Bewertung können für eine Bestandesliegenschaft nachfolgende Szenarien in Frage kommen.

- Szenario 0 Abbruchbewirtschaftung
- Szenario 1 Fortführung
- Szenario 2 Strukturelle Optimierung
- Szenario 3 Aufbau, Anbau, Ergänzung
- Szenario 4 Ersatzneubau

Für die Betrachtung aus Sicht der Wiederverwendung und in Bezug auf die Konservierung der grauen Energie sind hauptsächlich die Szenarien 1) *Fortführung*, 2) *Strukturelle Optimierung* und 3) *Aufbau, Anbau und Ergänzung* vertiefter zu prüfen.

Anhand der empirischen Untersuchung konnte festgestellt werden, dass zwar die Kreislaufwirtschaft und der ökologische Gedanke bei den Bauherrinnen und Bauherren jeweils ein Thema sind und auch von Planerinnen und Planern häufiger angesprochen und in Projekten berücksichtigt werden. Dennoch wird auch inskünftig ein Entscheid für eine Sanierung oder einen Ersatzneubau davon abhängen, wie eine Bauherrschaft die strukturellen Eigenschaften und den Gebäudezustand der Bestandesliegenschaft einschätzt. Sollte die Bauherrschaft auch inskünftig davon ausgehen, dass die strukturellen Eigenschaften sowie der Gebäudezustand jeweils „schlecht“ und zusätzlich auch noch das Potenzial der Ausnutzungsreserve gross und die Mieterträge bei einem Ersatzneubau höher sind, so wird es schwierig werden, die Bauherrschaft von der Sanierung einer Bestandesliegenschaft zu überzeugen.

Die Entscheidungshilfe setzt hier an und konzentriert sich auf Themen, die sich aufgrund der empirischen Untersuchung herauskristallisiert haben. Das Ziel dieser Entscheidungshilfe liegt darin, sowohl Bauherr\*innen als auch Planer\*innen anzuregen, ein allfällig übersehenes Potenzial einer Bestandesliegenschaft zu erkennen.

Bestandteile dieser Entscheidungshilfe sind 1) der Beizug von Fachexpert\*innen, 2) eine umfassende Bestandsanalyse und 3) die Prüfung einer Etappierung, die in den nachfolgenden Abschnitten erörtert werden.

## **1) Einbezug von Fachexpert\*innen**

Aufgrund der empirischen Untersuchung wurde festgestellt, dass sowohl die Bauherrschaft als auch die Planerinnen und Planer bezüglich dem Thema Wiederverwendung und Kreislaufwirtschaft vermehrt sensibilisiert sind. Dennoch fehlt es häufig an der notwendigen Erfahrung. Dies kann dazu führen, dass (teilweise auch aus Bequemlichkeit) Verfahren gewählt werden, die zwar altbewährt, teilweise jedoch bereits überholt sind.

Um nachhaltige Bauvorhaben professionell zu planen und zu realisieren, lohnt es sich, Fachexperten hinzuziehen, um so aus altbekannten Mustern auszuberechnen. Auch für Architektinnen und Architekten können solche „Sparringspartner“ hilfreich sein, um neue kreative Ideen und Lösungen zu entwickeln und der Gefahr auszuweichen, aus Gewohnheit auf das übliche Vorgehen zurückzugreifen.

Der Verein Ecobau hat sich mit dem Ziel zusammengeschlossen, die Entwicklung und Verbreitung von Planungswerkzeugen für Planer\*innen und Architekt\*innen voranzutreiben. Er besteht aus Bauämtern des Bundes, der Kantone und der Städte, aber auch aus Organisationen wie die KBOB (Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren KBOB), die CRB (Schweizerische Zentralstelle für Bau-rationalisierung) sowie Bildungsinstitutionen. (ecobau, 2022)

Interessierte Bauherrinnen und Bauherren haben die Möglichkeit, sich auf der Vereins-homepage von Ecobau Informationen zu Fachexpertinnen und -experten einzuholen. Architektinnen und Planer werden Lehrgänge angeboten, um ihr Wissen hinsichtlich der Planung und Realisierung von ökologischen und gesunden Gebäuden zu vertiefen.

## **2) Umfassende Bestandesanalyse**

Eine umfassende Bestandesanalyse und detaillierte Materialaufnahme vor Ort sind unabdingbar. Die Erfahrung zeigt auch hier, dass teilweise Liegenschaften aus bestimmten Bauperioden, wie zum Beispiel der 60er- und 70er-Jahre, mit Stereotypen und Vorurteilen zu kämpfen haben, die auf vorschnellen Rückschlüssen basieren.

Aufgrund der fehlenden Erfahrung werden Bauteile als nicht erhaltenswert erachtet, obwohl diese bei genauer Betrachtung und fachmännischer Anpassung durchaus weiterhin verwendet werden könnten.

Ebenfalls besteht die Gefahr, dass aufgrund ästhetischer Kriterien qualitativ durchaus erhaltenswerte Bauteile ersetzt werden. Wie bereits angesprochen, unterliegen auch Gebäuden Modeströmungen und unmoderne, architektonisch veraltete Liegenschaften werden als „schlecht“ oder „unschön“ taxiert. Deswegen ist es wichtig, auch wenn dies eher schwer zu bewerkstelligen ist, bei der Einschätzung des Bestands eine möglichst neutrale Sichtweise einzunehmen. Denn der Erhalt von bauperiodenspezifischen Elementen verleiht einem Gebäude eine Einzigartigkeit und Charakter, was vielen Neubauten oft fehlt. Auch können – mit dem nötigen architektonischen Fingerspitzengefühl – bestehende mit modernen Elementen verbunden werden, um etwas Neues entstehen zu lassen.

Bauherrinnen und Bauherren ist deshalb sehr zu empfehlen, die notwendige Zeit in eine sorgfältige Bestandesanalyse zu investieren und ihre Architektinnen und Architekten zu verpflichten, diese Abklärungen zu treffen. Nur so kann sichergestellt werden, dass keine verdeckten Potenziale unentdeckt bleiben.

Wie bereits vorgängig erwähnt, ist deshalb auch das Einholen von Fachexpertisen zielführend, da das notwendige Knowhow nicht immer vorhanden ist.

Eine detaillierte Analyse birgt zusätzlich zum ökologischen Nutzen auch die Chance, Bauprojekte in finanzieller Hinsicht positiv zu beeinflussen.

### **3) Prüfen einer Etappierung**

Der Erhalt von sämtlichen Bauteilen bei einer Bestandessanierung ist nicht realistisch und sollte auch nicht angestrebt werden. Das Ziel soll möglichst realistisch und dadurch auch erreichbar sein.

In der empirischen Untersuchung wurde festgestellt, dass die Lebensdauer von Elementgruppen und Bauteilen aufgrund der bestehenden Lebensdauertabellen teilweise falsch eingeschätzt wird. Zudem wird bei einer Bestandessanierung oft eine vollumfängliche Sanierung des gesamten Gebäudes geprüft und vorausgesetzt. Dabei bietet eine Etappierung unter Umständen eine attraktive Alternative, die es zu prüfen gilt.

Durch eine Etappierung kann den unterschiedlichen Lebensdauern der einzelnen Bauteile Rechnung getragen werden. Denn diese unterscheiden sich in der Praxis teilweise deutlich voneinander. Ein gutes Beispiel hierfür sind die Bedachung und die Heizung eines Gebäudes. Gemäss der paritätischen Lebensdauertabelle, die gemeinsam durch den Hauseigentümerverband und dem Mieterinnen- und Mieterverband erarbeitet wurde, beträgt

beispielsweise die Lebensdauer einer Heizung rund 20 Jahre, diejenige für ein Schrägdach 50 Jahre (HEV Schweiz, ohne Datum).

So kann es gut sein, dass bei einer bevorstehenden Sanierung eine Heizung erst 5 bis 10 Jahre alt ist, das Dach jedoch bereits die Lebensdauer von 50 Jahren erreicht hat. Anstatt die Heizung nun bei der Sanierung ebenfalls zu ersetzen und so eine noch funktionale, intakte Komponente zu ersetzen, könnte auch in Etappen vorgegangen werden. Die Sanierung des Dachs könnte vorgezogen werden, was sich positiv auf den Wert der grauen Energie pro Jahr auswirken würde. Die besagte Heizung könnte ohne grossen Aufwand auch erst in einer zweiten Etappe, also rund 10 bis 15 Jahre später ersetzt werden.

Dieses Vorgehen ist auf verschiedene Bauteile und Elementgruppen anwendbar und bietet die Möglichkeit, die oft vernachlässigte graue Energie in der Erstellung sowie Entsorgung zu verringern.

Diesen Ausführungen ist hinzuzufügen, dass die Lebensdauer vieler Bau- und Einrichtungselemente eher tief angesetzt ist und sie in der Praxis länger halten. Dies hat damit zu tun, dass diese Tabelle aus dem Blickwinkel Verwaltung/Vermietung und aus mietrechtlicher Sicht erstellt worden ist und bei der Erarbeitung der Ökologie kaum Rechnung getragen wurde.

## 5 Schlussbetrachtung

### 5.1 Fazit und Diskussion

In der vorliegenden Arbeit wurden Bestandesliegenschaften und ihre Rolle innerhalb der Kreislaufwirtschaft unter die Lupe genommen. Im Fokus stand die Betrachtung der Bestandesliegenschaften unter dem Aspekt der grauen Energie.

Das Ziel besteht darin, den Anteil an grauer Energie in Bestandesbauten und ihren Elementgruppen zu identifizieren, um aufgrund dieser Basis besser verstehen zu können, welche Bauteile wiederverbraucht bzw. wenn möglich erhalten werden sollen, um so viel graue Energie wie möglich zu konservieren.

Hierfür wurde eine Modelluntersuchung durchgeführt, für die ein Mustergebäude gewählt wurde, dessen Kennzahlen sowie die bauperiodentypische Bauweise einer Bestandesliegenschaft aus den 70er-Jahren entspricht. Die Wahl auf die Bauperiode der 70er-Jahre viel aufgrund der Tatsache, dass heute die Gebäude aus dieser Bauperiode überproportional häufig von Abrissen und Umbauten betroffen sind. Zudem wurde in den 70er-Jahren sehr viel mit Beton gebaut, einer der Baustoffe, die einen bedeutenden Anteil an grauer Energie enthalten.

Mit Hilfe der Kennzahlen des Mustergebäudes wurde die graue Energie auf Basis der Norm SIA 2032 für die Erstellung, Entsorgung sowie pro Jahr berechnet und anschließend analysiert.

Anhand der gewonnenen Erkenntnisse aus der Modelluntersuchung sowie den durchgeführten Interviews mit Expertinnen und Experten konnte zum einen festgestellt werden, dass Bestandesliegenschaften im Vergleich zu Neubauten einen teilweise deutlich höheren Anteil an grauer Energie aufweisen. Es konnte aufgezeigt werden, dass beim Mustergebäude aus den 70er-Jahren der Anteil an grauer Energie  $4'536 \text{ MJ pro m}^2$  Geschossfläche und  $131 \text{ MJ pro m}^2$  Energiebezugsfläche beträgt. Typische Werte für Gebäude liegen zwischen  $1'500 \text{ MJ}$  und  $5'000 \text{ MJ pro m}^2$  Geschossfläche, respektive  $50$  bis  $150 \text{ MJ pro m}^2$  Energiebezugsfläche. Somit befinden sich die Werte im 90%-Quantil, was verdeutlicht, wie hoch der Anteil der grauen Energie in Bestandesbauten ist und weshalb eine Konservierung dieser grauen Energie Beachtung geschenkt werden sollte.

Zum anderen befasste sich die empirische Untersuchung mit der Frage, welche Bauteile bzw. Elementgruppe in Bestandesbauten grundsätzlich unter Berücksichtigung der

Konservierung der grauen Energie wiederverbraucht werden sollten, sowie der Betrachtung der unterschiedlichen Bauperioden und ihrer jeweiligen Potenziale hinsichtlich des Wiedergebrauchs der einzelnen Baumaterialien und ihrer entsprechenden Elementgruppen.

Es konnte festgestellt werden, dass sich die Bauperioden grob in zwei Gruppen einteilen lassen. In die erste Gruppe fallen Liegenschaften vor 1900 bis in die 1930er-Jahre, die zweite Gruppe umfasst Gebäude ab den 1950er- bis in die 1970er-Jahre.

Bis in die 1930er-Jahre wurden qualitativ hochwertige Baustoffe verwendet, was eine Wiederverwendung vereinfacht. Dementsprechend sind diese Gebäude auch weniger von Abbrüchen betroffen. Ab den 1950ern wurden Verbundstoffe verwendet, zudem wurde vermehrt auf Fertigbetonelemente gesetzt. Aus diesem Grund haftet an diesen Gebäuden aus der Zeit des Baubooms ein negativer Ruf. Sie werden als sogenannte «Betonmonster» verschrien, dabei verfügen auch sie über Potenziale hinsichtlich der Wiederverwendung, oft fehlt jedoch noch die nötige Erfahrung und der Wille, diese Potenziale auch auszuschöpfen.

Ein Ersatzneubau, die sogenannte «Generallösung», ist aus ökonomischer Sicht teilweise die einfachere und günstigere Variante. Aufgrund einer zunehmenden Sensibilisierung der Interessensgruppen hinsichtlich einer ökologischeren Bauweise sowie einer steigenden Erfahrung diesbezüglich, dürfte sich eine Trendwende in Gang setzen bzw. die bereits erkennbare Veränderung mittelfristig verstärken.

Es gilt zu beachten, dass die gewonnen Erkenntnisse anhand der Modelluntersuchung sowie den Experteninterviews keine Verallgemeinerung von Bestandesliegenschaften zulassen. Vielmehr geht es um eine Sensibilisierung für das Thema und es wird darauf hingewiesen, wie wichtig eine vertiefte Bestandesanalyse jedes einzelnen Gebäudes ist, bevor ein Entscheid hinsichtlich einer Sanierung oder eines Ersatzneubaus gefällt wird.

Die erarbeitete Entscheidungshilfe hat zum Ziel die Entscheidungsträger hinsichtlich der Konservierung der Grauen Energie zu informieren und aufzuzeigen, dass allenfalls verdeckte Potenziale bzw. Entwicklungsstrategien vorhanden sind, die es zu beachten gilt.

Der Autor ist sich bewusst, dass auch inskünftig Themen wie die strukturellen Eigenschaften, Ausnutzungsreserven und die Rendite weiterhin für die Entscheidungsfindung verantwortlich sein werden. Dennoch sind Alternativen gefragt, um so den Wandel hin zu einer ökologischeren Bauweise voranzutreiben.

Die Entscheidungsträgerinnen und -träger sind gut beraten, wenn sie sich bereits heute intensiver mit der Thematik der Kreislaufwirtschaft befassen, um so die notwendige Erfahrung zu sammeln, da inskünftig der Druck sowohl direkt als auch indirekt steigen wird.

## 5.2 Ausblick

Aufgrund der empirischen Untersuchung, insbesondere der Interviews wurde deutlich, dass ein Wandel in der Bau- und Immobilienbranche zu erkennen ist. Dennoch steht die Branche vor der grossen Herausforderung, wie sie mit den unterschiedlichen Bedürfnissen umgehen und auf die entsprechenden Herausforderungen reagieren soll.

Nachfolgende Fragen wurden in der vorliegenden Arbeit erkannt, jedoch teilweise nur am Rande thematisiert.

### *Rechtliche Grundlagen hinsichtlich einer Wiederverwendung von Bauteilen*

Die empirische Untersuchung zeigte auf, dass eine Wiederverwendung von Bauteilen die Möglichkeit bietet, die graue Energie, die in Bestandesliegenschaften gebunden ist, zu konservieren. Nicht behandelt wurden jedoch die rechtlichen Grundlagen, die eine Wiederverwendung der Bauteile allenfalls verhindern könnten. Namentlich sind dies technische Normen, zum Beispiel Vorgaben zur Statik oder Brandschutznormen.

### *Kostenunsicherheit/Rentabilität*

Die Wiederverwendung der Baumaterialien ist nicht pauschal eine kostengünstigere Lösung. Aufgrund der vielen Unsicherheiten und aus mangelnder Erfahrung kann sie komplizierter und dementsprechend auch teurer sein als eine konventionelle Lösung bzw. ein Ersatzneubau. Dennoch haben Studien ergeben, dass sich auch energetische Sanierungen wirtschaftlich ausbezahlen. Mit energetischen Modernisierungen könnte die Wertschöpfung in der Schweiz gesteigert und im Gegenzug der Import von fossiler Energie reduziert werden (SIA, 2015). Die Schwierigkeit liegt hier darin, den einzelnen Bauherr\*innen die finanziellen Vorteile aufzuzeigen, da die Vorteile nicht immer individuell messbar, sondern in einem grösseren Kontext zu betrachten sind. Es wäre interessant zu untersuchen, wie sich eine Bestandessanierung unter Berücksichtigung der Konservierung der grauen Energie gegenüber eines Ersatzneubaus hinsichtlich der Kosten unterscheidet.



### *Kennzahlen*

Während der Erarbeitung dieser Abschlussarbeit ist aufgefallen, dass die Kennzahlen bezüglich der Ökobilanzierung eines Gebäudes unterschiedlich sind und teilweise auch voneinander abweichen. In der Schweiz kann die Ökobilanz eines Gebäudes mit den Ökobilanzdaten von KBOB, Ecobau sowie IPB ermittelt werden (KBOB, 2022). Es wäre interessant abzuklären, inwiefern die verschiedenen Normen und Kennzahlen voneinander abweichen und ob allenfalls eine nationale Norm erarbeitet werden könnte.

### *Klimaschutz und Denkmalpflege*

Von Seiten der Medien und gewisser Politiker\*innen wird die Denkmalpflege als Verhinderin hinsichtlich des Klimaschutzes dargestellt (Schibler, 2009). Die SP und die SVP haben erst kürzlich einen Vorstoss eingereicht mit dem Ziel, dass der Denkmalschutz bei energetischen Sanierungen hintenanstehen soll (Luzerner Zeitung, 2022). Eine solche Generalisierung sollte mit Vorsicht vorgenommen werden. Wünschenswert wäre eine engere Zusammenarbeit der verschiedenen Interessensgruppen, um so bei einer Bestandessanierung einen Kompromiss hinsichtlich der Reduktion der Betriebsenergie sowie der Konservierung der grauen Energie zu erreichen.

### *Building Information Modelling BIM*

Die Digitalisierung bietet Möglichkeiten, die Herausforderungen, die die Kreislaufwirtschaft mit sich bringt, zu verringern. BIM bietet die Chance, Prozesse zu vereinfachen und sämtliche Informationen einer Liegenschaft zu sammeln. Anhand der Daten eines Gebäudes lässt sich exakt bestimmen, welche Bauteile inskünftig wann ersetzt bzw. allenfalls wiederverbraucht werden können. BIM-Prozesse werden aktuell hauptsächlich für Neubauten angewendet. Dem Grossteil der Bestandesliegenschaften wird aktuell noch keine Beachtung geschenkt (Volk, Stengel & Schultmann, 2013). Architekt\*innen sind bereits heute angehalten, sich mit BIM auseinanderzusetzen und auch Bestandesliegenschaften in den Prozess miteinzubeziehen, damit inskünftig auf die vorhandenen Informationen zugegriffen werden kann.

### *Staatliche Eingriffe und politische Rahmenbedingungen*

Auch wenn die Fachexperten grundsätzlich keine staatlichen Eingriffe und politischen Rahmenbedingungen unterstützen, wird deutlich, dass sich die politischen Rahmenbedingungen ändern müssen, damit ein ökologisches Bauen massentauglich wird. Solange den Bauherrinnen und Bauherren keine CO<sub>2</sub>-Abgabe auferlegt wird und dadurch die finanziellen Auswirkungen stärker bemerkbar werden, ist die Wahrscheinlichkeit gross, dass weiterhin der konventionelle, meist kostengünstigere Weg gewählt wird. In diesem Zusammenhang könnte untersucht werden, mit welchen Massnahmen (zusätzlich zur CO<sub>2</sub>-Abgabe) die Entwicklung gesteuert werden kann.

Der Wandel ist bereits im Gang und es kann davon ausgegangen werden, dass der politische Druck zunehmen wird. Erst kürzlich hat der Gemeinderat in Zürich beschlossen, dass das Abreissen von Gebäuden zur Ausnahme werden soll. Folgende zwei Forderungen wurden durch den Gemeinderat beschlossen: «Vor jeder eigenen Verdichtungsplanung soll die Stadt künftig eine Berechnung erstellen, welche die Energiebilanz einer energieeffizienten Sanierung mit jener einer Abriss-Neubau-Lösung vergleicht». Zweitens wurde ein Pilotprojekt für «zirkuläres Bauen» verlangt. «Nicht mehr gebrauchte Materialien und Hausteile sollen wiederverwendet werden». (Metzler, 2022)

## Literaturverzeichnis

- Bandhauer, M. (2018). „Graue“ Emissionen machen die Schweizer Klimabilanz kaputt. *Energie & Umwelt: das Magazin der Schweizerischen Energie-Stiftung SES*. 2018 (2), 16-17.
- Baunetz Wissen. (ohne Datum a). *Baualtersstufen*. Gefunden unter <https://www.baunetzwissen.de/altbau/fachwissen/baualtersstufen>
- Baunetz Wissen. (ohne Datum b). *Graue Energie*. Gefunden unter <https://www.baunetzwissen.de/glossar/g/graue-energie-664290>
- Borrmann, A., König, M., Koch, C. & Beetz, J. (2015). *Building Information Modeling*. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Bundesamt für Statistik BFS. (2021). *Wohnungsfläche*. Gefunden unter <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/bau-wohnungswesen/wohnungen/groesse.html>
- Bundesamt für Umwelt BAFU. (2022). *Kreislaufwirtschaft*. Gefunden unter <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wirtschaft-konsum/fachinformationen/kreislaufwirtschaft.html>
- Circular Hub. (2020, 14. September). Digitalisierung treibt zirkuläres Bauen. *NZZ online*. Gefunden unter <https://www.nzz.ch/themen-dossiers/ce2/digitalisierung-treibt-zirkulaeres-bauen-ld.1576513>
- Deutschlandfunk Kultur. (2019). *Stahl, Beton und Zement verschlingen Energie*. Gefunden unter <https://www.deutschlandfunkkultur.de/bauwirtschaft-und-klimaschutz-stahl-beton-und-zement-100.html>
- ecobau. (2019). Bauen in der Kreislaufwirtschaft. *Nachhaltig Bauen*. 2019 (2), 64–66. Gefunden unter [http://www.ecobau.ch/resources/uploads/Publikationen/2019/Nachhaltig%20Bauen%20\\_2\\_2019Kreislaufwirtschaft\\_lo.pdf](http://www.ecobau.ch/resources/uploads/Publikationen/2019/Nachhaltig%20Bauen%20_2_2019Kreislaufwirtschaft_lo.pdf)
- ecobau. (2022). *Über uns*. Gefunden unter <https://www.ecobau.ch/de/ueber-uns>
- ecobau. (ohne Datum). *Graue Energie*. Gefunden unter <https://www.ecobau.ch/de/themen/graue-energie>

- economiesuisse. (2021). *Kreislaufwirtschaft: Definition und Status quo in der Schweiz*. Gefunden unter <https://www.economiesuisse.ch/de/dossier-politik/kreislaufwirtschaft-definition-und-status-quo-der-schweiz>
- Eidg. Materialprüfungs- und Forschungsanstalt. (2021). *Energiehaushalt: Erst sortieren, dann sanieren*. Gefunden unter <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-84812.html>
- Energieheld Schweiz. (2022). *Fassadendämmung – die Fassade richtig isolieren*. Gefunden unter <https://www.energieheld.ch/daemmung/fassadendaemmung>
- EnergieSchweiz. (2017). *Graue Energie von Neubauten – Ratgeber für Baufachleute*. Gefunden unter <https://pubdb.bfe.admin.ch/de/publication/download/8719>
- Gasser Ceramic. (2019). *Zweischalenmauerwerk (verputzt) – Wand Planungsbrochüre*. Gefunden unter [https://gasserceramic.ch/wp-content/uploads/2019/01/Web\\_gc\\_Zweischalenmauerwerk\\_DE.pdf](https://gasserceramic.ch/wp-content/uploads/2019/01/Web_gc_Zweischalenmauerwerk_DE.pdf)
- Gläser, J. & Laudel, G. (2010). *Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse: als Instrumente rekonstruierender Untersuchungen*. Wiesbaden: VS Verlag.
- Gugerli, H. & Züger-Fürer, Y. (2011). Graue Energie: wo optimieren? *Tec21*. 2011 (5-6), 32-35.
- Gugerli, H., Frischknecht, R., Kasser, U. & Lenzlinger, M. (2008a). *Graue Energie im Fokus. Faktor kompakt 01*. Gefunden unter [http://www.faktor.ch/download/Graue\\_Energie.pdf](http://www.faktor.ch/download/Graue_Energie.pdf)
- Gugerli, H., Frischknecht, R., Kasser, U. & Lenzlinger, M. (2008b). *Merkblatt SIA 2032: Graue Energie im Fokus*. 15. Schweizerisches Status-Seminar „Energie- und Umweltforschung im Bauwesen“. Gefunden unter [https://www.umweltchemie.ch/wp-content/uploads/Graue\\_Energie\\_im\\_Fokus.pdf](https://www.umweltchemie.ch/wp-content/uploads/Graue_Energie_im_Fokus.pdf)
- Hauseigentümerverband Schweiz HEV. (Ohne Datum). *Lebensdauertabelle*. Gefunden unter <https://www.hev-schweiz.ch/vermieten/verwalten/lebensdauertabelle/>
- Jonas, M., Nessel, S. & Tröger, N. (2021). *Reparieren, Selbermachen und Kreislaufwirtschaften: Alternative Praktiken für nachhaltigen Konsum*. Wiesbaden : Springer Fachmedien.

- KBOB. (2022). *Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren KBOB*. Gefunden unter [https://www.kbob.admin.ch/kbob/de/home/themen-leistungen/nachhaltiges-bauen/oekobilanzdaten\\_baubereich.html](https://www.kbob.admin.ch/kbob/de/home/themen-leistungen/nachhaltiges-bauen/oekobilanzdaten_baubereich.html)
- Klimastiftung Schweiz. (Ohne Datum). *Diese Innovationen machen die Bauindustrie klimafreundlicher*. Gefunden unter <https://www.klimastiftung.ch/de/detailseite-aktuelles/klimathema-bauen.html>
- Knaack, U., Klein, K. & Bilow, M. (2014). *Fassaden – Prinzipien der Konstruktion*. Basel: Birkhäuser (De Gruyter) Verlag.
- Knopf, D. (2020). Abfall ist Material ohne Identität. SVIT Schweiz. *Immobilien*. 2020 (3), 5-9.
- Lacy, P., Long, J. & Spindler, W. (2019). *The Circular Economy Handbook: Realizing the Circular Advantage*. London: Palgrave Macmillan.
- Langen, K. (2019, 9. Juli). *Stahl, Beton und Zement verschlingen Energie*. Gefunden unter <https://www.deutschlandfunkkultur.de/bauwirtschaft-und-klimaschutz-stahl-beton-und-zement-100.html>
- Luzerner Zeitung. (2022, 8. August). *Denkmalpflege versus Umweltschutz: SP und SVP äussern gemeinsam Kritik*. Gefunden unter <https://www.luzernerzeitung.ch/zentralschweiz/stadt-region-luzern/stadt-luzern-denkmalpflege-versus-umweltschutz-sp-und-svp-aeussern-gemeinsam-kritik-id.2325598>
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse Grundlagen und Techniken*. Weinheim: Beltz Verlagsgruppe.
- Metzler, B. (2022, 12. Januar). Abreißen soll in Zürich zur Ausnahme werden. *Tages-Anzeiger*. Gefunden unter <https://www.tagesanzeiger.ch/abreißen-soll-zur-ausnahme-werden-966162538192>
- mietrechtspraxis | mp. (ohne Datum). *Paritätische Lebensdauertabelle*. Herausgegeben vom Schweizerischen Hauseigentümerverband (HEV) und vom Mieterinnen- und Mieterverband Deutschschweiz (MV). Gefunden unter <https://www.mietrecht.ch/index.php?id=32>

- Minergie. (2022). *Was ist Minergie?* Gefunden unter <https://www.minergie.ch/de/>
- Salza. (2020). *Wiederverwendung Bauen. Aktuelle Situation und Perspektiven: Der Fahrplan*. Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU. Gefunden unter <https://www.news.admin.ch/newsd/message/attachments/66637.pdf>
- Schibler, B. (2009). Klimaschutz und Denkmalpflege. „Wir haben alles dasselbe Ziel.“ *NIKE-Bulletin*. 2009 (4), 10-15.
- Schweizerische Energie-Stiftung SES. (ohne Datum a). *50% weniger Energieverbrauch im Gebäudesektor bis 2050*. Gefunden unter <https://www.energiestiftung.ch/energieeffizienz-gebäude.html>
- Schweizerische Energie-Stiftung SES. (ohne Datum b). *Graue Energie – unsichtbar, aber folgenswer*. Gefunden unter <https://www.energiestiftung.ch/graue-energie.html>
- Schweizerischer Ingenieur und Architektenverein SIA. (2003). *SIA 416:2003. Flächen und Volumen von Gebäuden*. Zürich: Autor.
- Schweizerischer Ingenieur und Architektenverein SIA. (2011). *SIA Merkblatt 2040:2011. SIA-Effizienzpfad Energie*. Zürich: Autor.
- Schweizerische Ingenieur und Architektenverein SIA. (2015). *Modernisierung des Gebäudeparks Schweiz*. Gefunden unter <https://www.sia.ch/de/politik/energie/modernisierung-gebäudepark/>
- Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein SIA (Hrsg.). (2020a). *SN 506 511:2020. Elementbasierter Baukostenplan Hochbau eBKP-H*. Zürich: Autor.
- Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein SIA. (2020b). *SIA 2032:2020. Graue Energie – Ökobilanzierung für die Erstellung von Gebäuden*. Zürich: Autor.
- Schweizerischer Nationalfonds. (2019). *nfp-energie*. Gefunden unter <https://nfp-energie.ch/de/key-themes/197/synthese/10/cards/82>
- Stricker, E., Brandi, G., Sonderegger, A., Angst, M., Buser, B. & Massmünster, M. (2021). *Bauteile wiederverwenden: Ein Kompendium zum zirkulären Bauen*. Zürich: Park Books.

- swissinfo.ch. (2019). *Heizen mit Öl: Schweiz mit höchstem Anteil in Europa*. Gefunden unter [https://www.swissinfo.ch/ger/gebaeude-und-klima\\_heizen-mit-oel--schweiz-mit-hoechsten-anteil-in-europa/45170456](https://www.swissinfo.ch/ger/gebaeude-und-klima_heizen-mit-oel--schweiz-mit-hoechsten-anteil-in-europa/45170456)
- swissinfo.ch. (2020). *Ein Jahrhundert, um alle Gebäude der Schweiz zu sanieren*. Gefunden unter [https://www.swissinfo.ch/ger/klimawandel\\_ein-jahrhundert--um-alle-gebaeude-der-schweiz-zu-sanieren/45415160](https://www.swissinfo.ch/ger/klimawandel_ein-jahrhundert--um-alle-gebaeude-der-schweiz-zu-sanieren/45415160)
- swissinfo.ch. (2021). *Zement soll grüner werden*. Gefunden unter [https://www.swissinfo.ch/ger/bausektor\\_zement-soll-gruener-werden/46416032](https://www.swissinfo.ch/ger/bausektor_zement-soll-gruener-werden/46416032)
- United Nations Environment Program. (2020). *2020 Global Status Report for Buildings and Construction. Towards a zero-emissions, efficient and resilient buildings and construction sector*. Gefunden unter [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/34572/GSR\\_ES.pdf](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/34572/GSR_ES.pdf)
- Vanek, S. (2021, 15. September). *Die Baubranche kann beim Klimaschutz viel bewirken*. Schweizerischer Baumeisterverband. Gefunden unter <https://baumeister.swiss/die-baubranche-kann-beim-klimaschutz-viel-bewirken/>
- Volk, R., Stengel, J. & Schultmann, F. (2013). Building Information Modeling (BIM) for existing buildings – Literature review and future needs. *Autom. Constr.* 2014 (38), 109-127.
- Wüest & Partner AG. (2003). *Immo-Monitoring 2003 Band I*.
- Wüest & Partner AG. (2020). *Studie zur Kreislaufwirtschaft: Strategien im Umgang mit Bestandesbauten*. Gefunden unter <https://www.wuestpartner.com/ch-de/insights/publications/studie-zur-kreislaufwirtschaft/>
- Zeller, M. (2021, 25. November). *Erfolgreiche Bauteiljagd. Aterliergebäude in Winterthur von baubüro in situ*. BauNetz. Gefunden unter [https://www.baunetz.de/meldungen/Meldungen-Ateliergebaeude\\_in\\_Winterthur\\_von\\_baubuero\\_in\\_situ\\_7780504.html](https://www.baunetz.de/meldungen/Meldungen-Ateliergebaeude_in_Winterthur_von_baubuero_in_situ_7780504.html)

## Anhang

## Anhang 1 Berechnungsmodell

Berechnungsmodell graue Energie Gebäude 1970er-Jahre auf Basis SIA 2032

BKP	Elementgruppe	Bezeichnung	Bezugs- grösse	Einheit	Pro Jahr		Graue Energie Erstellung		Entsorgung		Total
					MJ pro Einheit	Total pro Jahr	MJ pro Einheit	Total Er- stellung	MJ pro Einheit	Total Ent- sorgung	
<b>B</b>	<b>B 6.2 / B 6.3</b>	<b>Aushub, nicht kontaminiert</b>									
		ohne Grundwasser	781	m <sup>3</sup>	2	1'562	140	109'340	0	0	<b>109'340</b>
		mit Grundwasser		m <sup>3</sup>				430			
<b>C</b>	<b>C 1</b>	<b>Bodenplatte, Fundament</b>									
		ungedämmt	223	m <sup>2</sup>	18	4'014	900	200'700	200	44'600	<b>245'300</b>
		gedämmt		m <sup>2</sup>				1'150	200		
<b>C</b>	<b>C 2.1 (A) / E1</b>	<b>Aussenwand unter Terrain</b>									
		ungedämmt	150	m <sup>2</sup>	18	2'700	960	144'000	120	18'000	<b>162'000</b>
		gedämmt		m <sup>2</sup>				1'450	120		
<b>C</b>	<b>2.1 (B)</b>	<b>Aussenwandkonstruktion über Terrain</b>									
		Betonwand		m <sup>2</sup>			610		96		
		Backsteinwand	922	m <sup>2</sup>	8	7'376	420	387'240	32	29'504	<b>416'744</b>
		Holz wand		m <sup>2</sup>			340		5		
<b>E</b>	<b>E 2</b>	<b>Äussere Wandbekleidung über Terrain</b>									
		Verputze Aussenwärmedämmung		m <sup>2</sup>			490		6		
		Bekleidung leicht, hinterlüftet		m <sup>2</sup>			500		7		
		Bekleidung mittel, hinterlüftet		m <sup>2</sup>			730		8		
		Bekleidung schwer, hinterlüftet		m <sup>2</sup>			1'450		15		
		Zweischalenwand	922	m <sup>2</sup>	26	23'972	970	894'340	51	47'022	<b>941'362</b>
		Vollverglasung Pfosten / Riegel		m <sup>2</sup>			2'600		19		
<b>E</b>	<b>E 3 / F2</b>	<b>Fenster</b>									
		(Mittelwert 2-fach- 3-fach Verglasung)	167.5	m <sup>2</sup>	77	12'898	77	12'898	2'280	381'900	<b>394'798</b>
<b>C</b>	<b>2.2 / G3</b>	<b>Innenwand</b>									
		Mittelwert tragend / nicht tragend	1'116	m <sup>2</sup>	11	12'276	11	12'276	460	513'360	<b>525'636</b>
<b>C</b>	<b>4.1 / G 4</b>	<b>Deckenkonstruktion (inkl. Deckenbekleidung)</b>									
		Betondecke	1'116	m <sup>2</sup>	13	14'508	13	14'508	650	725'400	<b>739'908</b>
		Holzdecke		m <sup>2</sup>			11		500		
		Holzbetonverbund		m <sup>2</sup>			12		530		
		Dämmung gegen unbeheizt		m <sup>2</sup>			5		140		
<b>G</b>	<b>2</b>	<b>Bodenbelag</b>									
		Fertiger Bodenbelag (ohne Unterkonstruktion)		m <sup>2</sup>			170		10		
		Unterkonstruktion und Bodenbelag	1'116	m <sup>2</sup>	14	15'624	400	446'400	29	32'364	<b>478'764</b>
<b>C</b>	<b>4.3</b>	<b>Balkon</b>									
		Balkon	149	m <sup>2</sup>	29	4'321	1'050	156'450	109	16'241	<b>172'691</b>
<b>C</b>	<b>4.4</b>	<b>Dachkonstruktion</b>									
		Betondecke	223	m <sup>2</sup>	13	2'899	650	144'950	117	26'091	<b>171'041</b>
		Holzdecke (Flachdach)		m <sup>2</sup>			500		32		
		Holzkonstruktion (geneigtes Dach)		m <sup>2</sup>			360		15		
<b>F</b>	<b>1.2 / F 1.3</b>	<b>Dachaufbau</b>									
		gedämmt (Flachdach)	223	m <sup>2</sup>	35	7'805	1'000	223'000	39	8'697	<b>231'697</b>
		ungedämmt (Flachdach)		m <sup>2</sup>			410		38		
		gedämmt (geneigtes Dach)		m <sup>2</sup>			530		14		
		ungedämmt (geneigtes Dach)		m <sup>2</sup>			240		13		
<b>D</b>	<b>1</b>	<b>Elektroanlage</b>									
		Wohnen	971	m <sup>2</sup>	7	6'797	190	184'490	6	5'826	<b>190'316</b>
		Büro		m <sup>2</sup>			490		11		
		Solarstromanlage (1 m2 = 0.1 kwp 3))		m <sup>2</sup>			2'800		0		
<b>D</b>	<b>5</b>	<b>Wärmeanlage</b>									
		Wärmeerzeugung und Wärmeverteilung	971	m <sup>2</sup>	6	5'826	150	145'650	1	971	<b>146'621</b>
		Erdwärmesonden		m <sup>2</sup>			200		1		
		Solarkollektoren		m <sup>2</sup>			2'600		0		
<b>D</b>	<b>8</b>	<b>Wasseranlage</b>									
		Wohnen	971	m <sup>2</sup>	5	4'855	140	135'940	1		<b>135'940</b>
		Büro		m <sup>2</sup>			75		0		
<b>Total</b>						<b>127'433</b>	<b>131</b>				<b>5'062'158</b>



## Anhang 2 Interviewleitfaden

### Angaben zur Person

Vorname	
Nachname	
Firma	
Funktion	

### Forschungsfragen

Die Abschlussarbeit versucht die nachfolgenden Forschungsfragen zu beantworten:

- Welche Bauteile in Bestandesbauten sollten grundsätzlich bei einer anstehenden Entscheidung bezüglich Sanierung oder Abbruch-/Neubau unter Berücksichtigung der Konservierung von grauer Energie wiedergebraucht werden?
- Welche Bauperiode(n) eignen sich hinsichtlich Wiedergebrauch der Baumaterialien und weshalb?
- Wie hoch ist der Anteil an grauer Energie einer Bestandesbaute aus den 1970er-Jahren?

### Fragen an die Expert\*innen

- Welche Bauteile versuchen Sie grundsätzlich bei einer Sanierung zu erhalten?
- Was beeinflusst den Entscheid zur Wiederverwendung der Baumaterialien?
- Gemäss dem CRB, Baukostenplan Hochbau, 2012 kann ein Gebäude in folgende Hauptgruppen unterteilt werden.

B: Vorbereitung
C: Konstruktion Gebäude
D: Technik Gebäude
E: Äussere Wandbekleidung Gebäude
F: Bedachung Gebäude
G: Ausbau Gebäude

Welche der obgenannten Elementgruppen versuchen Sie grundsätzlich zu erhalten?

- Wenn Sie die Hauptgruppen in eine Reihenfolge bringen müssten, welche ist Ihres Erachtens die wichtigste und welches die am wenigsten wichtigste?

B: Vorbereitung	
C: Konstruktion Gebäude	
D: Technik Gebäude	
E: Äussere Wandbekleidung Gebäude	
F: Bedachung Gebäude	
G: Ausbau Gebäude	

- e) Welche der nachfolgenden Bauperiode(n) bietet ihres Erachtens am meisten Potenzial für den Wiedergebrauch der Baumaterialien?

Bauperiode	
Vor 1900	
1920er / 1930er	
1950er	
1960er	
1970er	
1980er	

Weshalb?

- f) Können den Bauperioden spezifische Elementgruppen zugeordnet werden, welche erhalten werden sollten?

Bauperiode	Bemerkung
Vor 1900	
1920er / 1930er	
1950er	
1960er	
1970er	
1980er	

- g) Untersuchungen haben ergeben, dass sich bei Neubauten der Anteil der grauen Energie in den Hauptgruppen wie folgt zusammensetzt:

B: Vorbereitung	5 %
C: Konstruktion Gebäude	30 %
D: Technik Gebäude	20%
E: Äussere Wandbekleidung Gebäude	15 %
F: Bedachung Gebäude	10 %
G: Ausbau Gebäude	20 %

Können Sie sich vorstellen, dass sich dies bei Bestandesliegenschaften anders zusammensetzt?

Falls ja, weshalb?

- h) Wie sehen Sie die inskünftige Entwicklung bezüglich dem Wiedergebrauch der Baumaterialien?
- i) Ist der Anteil der Grauen Energie jeweils ein Thema bei den Bauherren?
- j) Geht es hauptsächlich um den finanziellen Aspekt bei der Wiederverwendung der Baumaterialien oder spielt der ökologische Gedanke ebenfalls eine Rolle?
- k) Sehen Sie Möglichkeiten, Bauherren bezüglich der Konservierung der Grauen Energie zu sensibilisieren?
- l) Braucht es Ihres Erachtens staatliche Eingriffe, um die Wiederverwendung der Baumaterialien stärker zu forcieren?
- m) Gemäss einem Tages Artikel Anzeiger vom 12. Januar 2022 soll Abreissen in Zürich zur Ausnahme werden. Wie stehen Sie zu dieser Aussage?
- n) Was beeinflusst den Entscheid, ob eine Liegenschaft saniert oder abgerissen wird Ihres Erachtens am stärksten?
- o) Weshalb scheitert die Wiederverwendung von Baumaterialien Ihres Erachtens?

### Anhang 3 Transkript Interview 1

#### Angaben zur Person

Vorname	Martin
Name	Wanner
Firma	Wanner + Fankhauser AG
Funktion	Partner / Mitglied GL
Datum des Interviews	08.07.2022 10:30 – 11:55 Uhr

#### Forschungsfragen

Die Abschlussarbeit versucht die nachfolgenden Forschungsfragen zu beantworten:

- a) Welche Bauteile bzw. Elementgruppen in Bestandesbauten sollten grundsätzlich bei einer anstehenden Entscheidung bezüglich Sanierung oder Ersatzneubau unter Berücksichtigung der Konservierung von grauer Energie wiederverbraucht werden?
- b) Welche Bauperiode(n) eignen sich hinsichtlich Wiedergebrauch der Baumaterialien und weshalb?
- c) Wie hoch ist der Anteil an grauer Energie einer Bestandesbaute aus den 1970er Jahren?

#### Fragen an die Expert\*innen

- a) Welche Bauteile versuchen Sie grundsätzlich bei einer Sanierung zu erhalten?  
Grundsätzlich versuchen wir immer die statischen Elemente zu erhalten. Bei den Sanierungen finden in der Regel selten Auskernungen statt. Die statischen Elemente werden übernommen, meistens auch mit dem Unterlagsboden. Kunststeintreppen zum Beispiel im Gebäude werden belassen.  
Meistens müssen der sommerliche und winterliche Wärmeschutz erneuert werden.
- b) Was beeinflusst den Entscheid zur Wiederverwendung der Baumaterialien?  
Die Wiederverwendung von Baumaterialien hängt stark davon ab, ob die statisch relevanten Gebäudeteile noch funktionieren. Falls dies der Fall ist, dann ist es ein absoluter Kostentreiber / Ersparnis, wenn diese weiterverwendet werden müssen. An und für sich müssen die qualitativ wertigen, guten statischen Elemente erhalten bleiben. Als Beispiel können Häuser aus der Jahrhundertwende genommen werden. Diese

bestanden aus Tonhourdisdecken, welcher anschliessend mit einem Zementüberzug überzogen wurde. Wenn diese qualitativ noch gut sind und statisch auch noch in tackt sind, dann sehen wir häufig keinen Grund etwas an diesen zu verwenden. Das Killerkriterium ist oft die Last, die eingebracht wird oder das Thema Erdbebenertüchtigung. Schadstoffe sind ein grosses Thema. Dabei geht es jedoch nicht nur um Asbest. Es geht auch um Klebstoffe, Dämmmaterial. Oft hat es zum Beispiel im Untergeschoss Dämmungen, welche nur ummantelt sind. Solche haben oft ein Verbundmaterial, welches Pak belastet ist.

- c) Gemäss dem CRB, Baukostenplan Hochbau, 2012 kann ein Gebäude in folgende Hauptgruppen unterteilt werden.

B: Vorbereitung
C: Konstruktion Gebäude
D: Technik Gebäude
E: Äussere Wandbekleidung Gebäude
F: Bedachung Gebäude
G: Ausbau Gebäude

Welche der obgenannten Elementgruppen versuchen Sie grundsätzlich zu erhalten?

Konstruktion ganz klar. Wir probieren alles, was irgendwie vernünftig erhalten oder aufgefrischt werden kann versuchen wir zu belassen. Dies ist ein relevanter Kostenfaktor. Alle statisch relevanten Elemente versuchen wir zu erhalten. Bei der Haustechnik finde ich es wichtig, dass die Heizsysteme häufig ausgewechselt werden, die Heizverteilung übernehmen wir meistens. Wir haben teilweise noch hundertjährige Heizerteilungen, welche immer noch gut sind. In der Zwischenzeit können auch Radiatoren mit einer Wärmepumpe beheizt werden, früher war das noch ein Problem. Wenn wir ein Haus sanieren, dann muss in 9 von 10 Fällen die Hauptverteilung in der Wohnung ersetzt werden. In der Regel. Oft kann jedoch die Feinverteilung, wenn die Verkabelung richtig erfolgt ist, kann diese noch erhalten bleiben. Bei den älteren Häusern vor 1930, hat es oft noch Baumwolldrähte, diese können aufgrund des Brandschutzes nicht erhalten werden. Oft fallen in der Regel die äusseren Wandverkleidungen weg, da stärker gedämmt wird. Es gibt dann eine Kompaktfassade oder eine neue hinterlüftete Fassade. Bei der Bedachung wird grundsätzlich das Dach, welches 30 Jahre oder älter ist, wird ausgepackt, neu gedämmt. Oft haben die Häuser, welche älter als 40 Jahre

sind kein Unterdach. Dann werden sie abgedeckt, ein neues Unterdach eingebaut und anschliessend isoliert. Flachdächer haben oft eine Lebensdauer von rund 40 Jahren. Bei einem Flachdach, zum Beispiel Gebäude aus den 70er Jahren wurde mit einem Anstrich, einer loseverleiten Dachbahn unter dem Kork (4cm) als Dampfsperre und anschliessend die zweilagig Bituminöse Abdichtung. Heute müssen diese komplett entfernt werden und anschliessend den Dachrand erhöhen und aufdoppeln, da die neue Dämmung rund 20cm hoch ist. Heute wird dort eigentlich komplett neu aufgebaut.

- d) Wenn Sie die Hauptgruppen in eine Reihenfolge bringen müssten, welche ist Ihres Erachtens die wichtigste und welches die am wenigsten wichtigste in Bezug auf die Wiederverwendung?

B: Vorbereitung	6
C: Konstruktion Gebäude	1
D: Technik Gebäude	3/4
E: Äussere Wandbekleidung Gebäude	3/4
F: Bedachung Gebäude	2
G: Ausbau Gebäude	5

- e) Welche der nachfolgenden Bauperiode(n) bietet ihres Erachtens am meisten Potenzial für den Wiedergebrauch der Baumaterialien?

Bauperiode	
Vor 1900	Solide Bauweise, Lebenswerke die gebaut wurden
1920er / 1930er	Sehr gute Bausubstanz, solide Bauweise, Baumeister war Architekt.
1950er	Schlechtere Bausubstanz nach dem 2. Weltkrieg, Substanz nicht bestechend, werden oft abgebrochen heute. War Hochkonjunktur bis zur Ölkrise in den 70ern, Massenbauweise, Schadstoffe
1960er	Schlechtere Bausubstanz, keine bzw. zu geringe Dämmung, oft braune Zone, konstruktiv zu kalt, Kondenswasser, Schadstoffe
1970er	Substanz nicht bestechend, werden oft abgebrochen heute, Schadstoffe
1980er	Bessere Dämmungen, Massivere Bauweise

Weshalb?

- f) Können den Bauperioden spezifische Elementgruppen zugeordnet werden, welche erhalten werden sollten?

Bauperiode	Bemerkung
Vor 1900	Konstruktion, statische Elemente, Denkmalschutz
1920er / 1930er	Konstruktion, statische Elemente, Denkmalschutz
1950er	Tragstruktur / Konstruktion
1960er	Tragstruktur / Konstruktion
1970er	Tragstruktur / Konstruktion
1980er	Alles kann erhalten werden, ausser jenen Elementen, wie Technik, Ausbau etc., die gemäss Lebensdauertabelle abgelaufen sind.

- g) Untersuchungen haben ergeben, dass sich bei Neubauten der Anteil der grauen Energie in den Hauptgruppen wie folgt zusammensetzt:

B: Vorbereitung	5%
C: Konstruktion Gebäude	30%
D: Technik Gebäude	20%
E: Äussere Wandbekleidung Gebäude	15%
F: Bedachung Gebäude	10%
G: Ausbau Gebäude	20%

Können Sie sich vorstellen, dass sich dies bei Bestandesliegenschaften anders zusammensetzt?

Falls ja, weshalb?

Ja, ganz klar. Die Wohnstandards haben sich verändert, somit haben sich die Anteile auf die unterschiedlichen Hauptgruppen sicherlich auch verändert.

- h) Wie sehen Sie die inskünftige Entwicklung bezüglich dem Wiedergebrauch der Baumaterialien?

Grundsätzlich ist anzustreben, dass möglichst viele Wiederverwendbare aber auch Wiederverwertbare Baumaterialien eingesetzt werden. Also bis zum Recyclingbeton etc. Das ist anzupeilen, auch wegen der ganzen Abbruchthematik. Es ist wichtig, den

ganzen Zyklus einer Liegenschaft anzuschauen. Es soll nicht nur gebaut werden, sondern auch gleich geprüft werden, was dies für Konsequenzen bei einem inskünftigen Rückbau zur Folge hat. Der Unterschied von früher zu heute ist, dass früher der Zeitgeist, also vor 1930, die ganze Wiederverwendung bereits beinhaltet hat. Nach dem 2. Weltkrieg wurden die ganzen Verbundstoffe verwendet, Kostenersparnis war ein Thema und es wurden Materialien verwendet, bei welchen Jahre später festgestellt wurde, dass diese nicht das Ei des Kolumbus waren.

i) Ist der Anteil der Grauen Energie jeweils ein Thema bei den Bauherren?

Wir stellen fest, dass ganz viele private Eigentümer, welche autark werden wollen und extrem auf diese Themen schauen, dann gibt es den Investor, welcher nur aufs Geld schaut und dann gibt es bedachte, saubere Investoren, die das ebenfalls anstreben. Bei der öffentlichen Hand hat es oft mit Politik zu tun. Zum Beispiel in Zürich ist die öffentliche Hand darauf bedacht, dass Thema graue Energie zu berücksichtigen. Es ist jedoch noch nicht ins Baurecht eingeflossen. Zum guten Glück meines Erachtens. Die Kosten müssen vertretbar sein.

j) Geht es hauptsächlich um den finanziellen Aspekt bei der Wiederverwendung der Baumaterialien oder spielt der ökologische Gedanke ebenfalls eine Rolle?

Alle Anreize sind massgebend. Wir sind in einer Generation, die erkannt hat, dass die Erderwärmung ein Thema ist und reagiert werden muss, damit alles wieder stabilisiert werden kann. Es ist ein grosses Thema. Grundsätzlich ist man heute bereit ökologisch zu denken, aber nicht zu jedem Preis. Viele wollen das ökologisch gebaut wird, wollen jedoch auch günstigen Wohnraum. Im Mietsegment ist es extrem.

k) Sehen Sie Möglichkeiten, Bauherren bezüglich der Konservierung der Grauen Energie zu sensibilisieren?

Es gibt sicherlich Möglichkeiten dies zu fördern. Zum Beispiel mit günstigeren Hypotheken (Ökohypotheken). Ich finde es jedoch wichtig Anreize zu schaffen und keine Bestrafung. Es ist die Aufgabe der Architekten / Planer, damit wir unserer Umwelt Sorge tragen. Die Fachkräfte müssen so geschult werden, damit sie diese Themen auch berücksichtigen. Ich selber zum Beispiel baue immer noch so, wie ich es früher gelernt habe. Ich mache heute vielleicht eine dickere und grösser Dämmung, mache es konstruktiv jedoch gleich. Dort steckt meines Erachtens Korrektur-potenzial. Wir



Architekten und Planer müssen dies leben, nur so können auch Bauherren davon überzeugt werden.

Früher war zum Beispiel eine Wärmepumpe selten ein Thema, da sie viel zu teuer war. Der Zeitgeist hat sich jedoch geändert, Photovoltaikanlagen etc. sind nun gang und gebe. Diverse Themen werden heute angesprochen, welche früher nicht angesprochen wurden.

- l) Braucht es Ihres Erachtens staatliche Eingriffe, um die Wiederverwendung der Baumaterialien stärker zu forcieren?

Ich finde es wird beschleunigt mit staatlichen Eingriffen. Grundsätzlich bin ich gegen staatliche Eingriffe. Es braucht andere Anreize. Wie z.B. eine Ökohypothek, die günstiger ist. Die Bank erhält meines Erachtens so ein besseres Ansehen. Subventionen sind sicherlich gut, aber nicht längerfristig. Ich gehe davon aus, dass inskünftig staatliche Eingriffe kommen werden, zum Beispiel als Normen, welche eingehalten werden müssen.

- m) Gemäss einem Tages Artikel Anzeiger vom 12. Januar 2022 soll Abreissen in Zürich zur Ausnahme werden. Wie stehen Sie zu dieser Aussage?

Das Abreissen kann meines Erachtens nicht zur Ausnahme werden, da sehr viele Häuser auch die heutigen Gesetzeskonformitäten nicht mehr erfüllen können. z.B. Erdbeben, Lärm, Brand, Behindertengerechtigkeit etc. Viele Gebäude erfüllen auch die heutigen Wohnstandards nicht mehr. Dort sehe ich ein Problem, wenn diese nicht mehr abgerissen werden können. Ich bin der Meinung, dass es angestrebt werden soll, aber ein kompletter Verzicht wird aufgrund der Gesetzeslage nicht gelingen.

- n) Was beeinflusst den Entscheid, ob eine Liegenschaft saniert oder abgerissen wird Ihres Erachtens am stärksten?

Das eine sind Baugesetze, dass zweite sind Standards. Ein Beispiel, wir haben ein MFH in Schlieren, dass ist aus den 60 er Jahren. Die Bauherrschaft sieht, dass dort eine grosse Bautätigkeit stattfinden. Wenn die Bauherrschaft das Gebäude am heutigen Standard anpassen muss, hätte dies zur Folge, dass die Mietzinse so stark angehoben werden müssten, dass sie nicht mehr vermietet werden können. Dies bedeutet, dass Leerstand entsteht, da mit der heutigen Substanz nicht mehr viel gemacht werden kann. Zum gleichen Preis erhält man eine neue Wohnung, die viel attraktiver ist. Aus diesem

Grund kippt es oft zu einem Neubau. Ich kann schon ein altes Haus sanieren, dann muss es sich jedoch auch abheben von einem Neubau, z.B. mit hohen Räumen etc.

o) Weshalb scheitert die Wiederverwendung von Baumaterialien Ihres Erachtens?

Kosten sind der Treiber, Anreiz. Es braucht die richtigen Anreize, ob das Subventionen oder Gesetz sind. Aktuell sicherlich hauptsächlich der wirtschaftliche Aspekt.

## Anhang 4 Transkript Interview 2

### Angaben zur Person

Vorname	Kerstin
Nachname	Müller
Firma	Zirkular GmbH / baubüro in situ ag
Funktion	Dipl. Ing. Architektin / Fachpartnerin ecobau.
Datum des Interviews	28.06.2022 09:15 – 10:30 Uhr

### Forschungsfragen

Die Abschlussarbeit versucht die nachfolgenden Forschungsfragen zu beantworten:

- a) Welche Bauteile bzw. Elementgruppen in Bestandesbauten sollten grundsätzlich bei einer anstehenden Entscheidung bezüglich Sanierung oder Ersatzneubau unter Berücksichtigung der Konservierung von grauer Energie wiedergebraucht werden?
- b) Welche Bauperiode(n) eignen sich hinsichtlich Wiedergebrauch der Baumaterialien und weshalb?
- c) Wie hoch ist der Anteil an grauer Energie einer Bestandesbaute aus den 1970er Jahren?

### Fragen an die Expert\*innen

- a) Welche Bauteile versuchen Sie grundsätzlich bei einer Sanierung zu erhalten?
  - Wenn der Entscheid gefällt wurde, dass man saniert, dann grundsätzlich so viele wie möglich.
  - Das meiste steckt im Tragwerk, Aussenwände, Zwischendecken steckt die meiste Masse.
  - Viele von diesen Lebensdauertabellen sind so verallgemeinert und oft sind die Zahlen, die da drin stehen, extrem „jung“. Oft ist dies nicht der Fall. Es gibt rein technische Aspekte (z.B. Haustechnik, braucht zu viel Betriebskosten oder auch ästhetische Gedanken, ausser Mode, Normen ändern sich etc.).
  - Teilweise auch getrieben von der Industrie, dass die Normen sich ändern, oder dass es viele stört, dass sie die Nachbarn hören, obwohl dies manchmal gar nicht stimmt. Viele freuen sich, wenn sie in einem Haus die Nachbarn hören.
  - Mode, Soziale Übereinkünfte

- Oft wird Generalsaniert, ohne dass man genau hinschaut (z.B. müssen tatsächlich alle Leitungen saniert werden etc.)
- Preis für die neuen Materialien spiegeln nicht die wirklichen Umweltkosten ab. Z.B. sagt dir kein Glashersteller, dass das Glas, welches verwendet wird, aus Sand gemacht wird, welcher irgendwo illegal abgesaugt wird. Es besteht kein Interesse daran dieses Wissen zu verbreiten. Es wird viel schön geredet oder gar nicht bei Wort genannt.
- Z.B. kann man aus einem Fenster (Floatglas) kein neues Fenster machen. Nur 10% von einem Fenster können wiederverwendet werden. Der Rest geht in einen Downcycling-Process. Es klingt immer noch gut, da ja das Glas wiederverwendet wird, jedoch nicht auf der gleichen Qualitätsstufe.
- Es ist wichtig sich damit zu befassen, ob die ganze Kreislaufthematik überhaupt machbar ist. Man muss aufpassen, dass man nicht in einem „Kleinkrieg“ verfällt, während der Grossteil der Bauwirtschaft weiter macht wie bisher und man selbst in der Ecke sich darüber streitet, ob nun etwas wiederverwendet wird oder ein Cradle to Cradle Fenster baut, obwohl beides immer noch die besseren Lösungen sind als gar nichts zu machen. Es ist jedoch extrem schwer und schwierig, wenn man sich mit dem Thema Kreislaufwirtschaft befasst und dann feststellt, dass es vielleicht gar nicht machbar oder nur schwierig machbar sind. Ganz viele Lösungen sind noch gar nicht da und es gibt noch sehr Entwicklungsbedarf und Forschungsbedarf. Es ist wichtig, dass keine Zeit verloren geht.

b) Was beeinflusst den Entscheid zur Wiederverwendung der Baumaterialien?

Ich glaube mittlerweile seit kurzem erst gibt es mehr und mehr Bewusstsein zum Thema. Öffentliche Bauträger (öffentliche Hand) und innovative Investoren fangen an sich mit dem Thema auseinanderzusetzen. Wie schaffen wir den Abgleich von Bauwirtschaft und Klimazielen. Nachdem klar ist, dass so wie es jetzt ist nicht weitergehen kann.

Es gibt positive Bewegung, dass Baumaterialien eingesetzt werden, die einen geringeren Fussabdruck haben. Alles das hohe Temperaturen hat in der Herstellung hat per se auch einen hohen Fussabdruck, dies wird auch in der Zukunft nicht durch einen Recyclingprozess gelöst werden können. Ich kann einen Stahlträger zwar immer noch einschmelzen und neu machen, jedoch brauch ich hierfür immer noch die 1500 Grad Hitze. Mit dem Krieg jetzt habe ich weder die Hitze und das Rohmaterial. Jetzt kommen neue Faktoren dazu, durch welche man merkt das es auf einmal eng wird. Nun

hat man zwei Sachen. Zum einen den Fussabdruck selber von den Bauteilen, wo man warten kann, dass zum Beispiel ein Stahlträger mit erneuerbaren Energien eingeschmolzen werden kann. Das wär das eine. Wenn wir hier nun mit den Bauherrschaften reden, dann sind es zwei Themen. Zum einen das CO<sub>2</sub> Thema, wie schaffen wir einen niederen Fussabdruck, dass man sich selbst einen Deckel setzt, z.B. ich mach nur noch 6kg Co<sub>2</sub> pro m<sup>2</sup> pro Jahr. Wie schaffe ich das überhaupt und das man dann auf die Bauteile geht, die den grossen Impact haben. Der andere Entscheid liegt auf dem Storytelling. Das man möchte, die neuen Gebäude sehen ja alle gleich aus, die alten Sachen haben ja noch Charakter. Wiederverwenden von Materialien, die es heute nicht mehr gibt. Oder die Geschichte vom Ort weitertragen. Manchmal ist dies jedoch auch zu hinterfragen, da es dazu führen kann, dass ein Abbruch schöngeredet wird, da vereinzelt alte Teile noch wiederverwendet werden. Das ist der Teil, denn wir nicht so mögen. Für uns gilt, der Erhalt des Gebäudes steht immer an höchster Stelle und erst dann kommt der Erhalt des Bauteils. Wenn ich es ehrlich anschau, kann ich aus den Bestandesbauten heute gar nicht so viel herausretten. Viele Gebäude sind gebaut wie Wegwerfartikel. Es ist theoretisch möglich, in der Praxis ist es einfach schwierig, weil die Kosten immer noch zu hoch sind und die Anreize zu klein.

Ich kann anbauen, nachverdichten, Elemente herausnehmen. Es gibt unterschiedliche Strategien wie man im Bestand weiterbauen kann. Man kann nicht 100% retten aber trotzdem weitermachen. Die Generallösung für den Ersatzneubau kriegt man heute fast nicht mehr durch, auch politisch. Oft gehen heute die Leute auf die Barrikaden wegen dem. Was ich glaube für die Wiederverwendung der Bauteile.

Für einen Wettbewerb in Zürich haben wir die bestehende Recycling-Halle aufgenommen, inkl. Träger, Fassaden und Dach und für die Teams hergerichtet. Das ganze Wissen aufgenommen. Dies ist nun ein Baukasten für die Teams. Auf dieser Basis können die Teams in die Planung gehen und das neue Gebäude entwerfen.

Ein anderes Projekt betrifft die drei Personalhäuser im Triemli. Es sind drei riesige Gebäude aus den 1970ern / oder aus den 1960ern, die sollen auch rückgebaut werden. Jetzt gibt es im Moment die Diskussion, ob diese noch bestehen gelassen werden können, obwohl sie aus statischer Sicht und Brandschutz nicht mehr super sind. Es sind alles Fertigbetonelemente, hunderte von den gleichen. Hier wird geschaut, wie diese wiederverwendet werden können. Sie sind in Stücken gekommen und könne auch in

Stücken wieder weggenommen werden. Es wurden hierfür Versuche gemacht. Das sind so Sachen, welche man bis vor kurzem nicht gemacht hätte. Wir haben mit dem Rückbauer Workshops gemacht und geschaut, wie kann man das rückbauen und was sind die Mehrkosten zum Rückbau. Kann der Rückbauer allenfalls die Betonteile wieder verkaufen. Es ist erstaunlich, was alles geht, wenn man sich mit diesem Thema auseinandersetzt. Ich behaupte, dass sich dies aktuell rapide ändert, da wir von Projekt zu Projekt mehr lernen. Die Stadt Basel hat ein Parkhaus, mit welchem wir aktuell dasselbe machen. Auch hier schauen wir die Stützen, Deckenelemente etc. an und schauen, ob wir diese wieder in die neuen Bauten integriert werden können. Das sind Entwicklungen, die man sich vor ein paar Jahren nicht erträumen lassen könnte.

- c) Gemäss dem CRB, Baukostenplan Hochbau, 2012 kann ein Gebäude in folgende Hauptgruppen unterteilt werden.

B: Vorbereitung
C: Konstruktion Gebäude
D: Technik Gebäude
E: Äussere Wandbekleidung Gebäude
F: Bedachung Gebäude
G: Ausbau Gebäude

Welche der obgenannten Elementgruppen versuchen Sie grundsätzlich zu erhalten? Ich denke die Konstruktion, das Tragwerk, Aussenwände, Zwischendecke, Fundament. Hier steckt am meisten drin. Das kann man gut sanieren und die Fundamente verstärken etc. Die Haustechnik selbst etc. muss natürlich ersetzt werden. Oft ist sie überdimensioniert. Es stellt sich die Frage, ob die bestehende Technik noch behalten und redimensioniert werden kann und ob wir den Bedarf, wenn wir aufstocken gleich mit der bestehenden überdimensionierten Anlage decken können. Grundsätzlich prüfen wir immer zuerst den Zustand und prüfen anschliessend was Sinn macht in der spezifischen Konstellation. Wenn es geht, prüfen, ob allenfalls bei einer Sanierung auch eine Etappierung vorgenommen werden kann. Es braucht eine Bestandaufnahme bei welcher manchmal erkannt wird, dass gewisse Bauteile auch noch länger beibehalten werden können und erst in einem späteren Zeitpunkt ersetzt werden müssen. Im Bestand ist es ja meistens so, dass nicht mehr alles im Originalzustand ist und sowieso bereits etwas gemacht wurde. Wichtig zu schauen, wann wurde was gemacht, was wurde nicht gemacht. Wichtig, dass man nicht gleich die Grundsatzhaltung hat,

dass gleich alles gemacht wird. Dies ist nicht immer notwendig. Auch Wandbekleidung, frage nach der energetischen Sanierung. Wenn ich eine energetische Sanierung mache, dann ist dies aussen meistens einfacher als innen. Ausser es handelt sich um eine optisch schöne Fassade, welche man nicht von aussen dämmen würde. Das gleiche bei einer Bedachung. Auch hier schaut man, ob man die Grundkonstruktion behalten kann. Dies kann ja gedämmt werden. Neue Eindeckung, PV-Anlage. Es kommt auch immer darauf an, was für andere Massnahmen getroffen werden.

- d) Wenn Sie die Hauptgruppen in eine Reihenfolge bringen müssten, welche ist Ihres Erachtens die wichtigste und welches die am wenigsten wichtigste in Bezug auf die Wiederverwendung?

B: Vorbereitung	6
C: Konstruktion Gebäude	1
D: Technik Gebäude	4
E: Äussere Wandbekleidung Gebäude	3
F: Bedachung Gebäude	2
G: Ausbau Gebäude	5

In der Konstruktion steckt die meiste Masse. Dort kommen auch die meisten Bauabfälle her. Ein Backsteingebäude oder Betonbau führt zu hohen mineralischen Abfällen. Heute werden diese für den Strassenbau verwendet, dies kann sich jedoch inskünftig ändern, wenn z.B. weniger Strassen gebaut werden. Holz wird verbrannt, was macht man mit einem Stück Beton? Recycling-Beton braucht keinen Kies, jedoch braucht es immer noch Zement. Zement hat einen hohen Co2 Ausstoss. Heute wird viel schönge-redet. Zum Beispiel das einmischen von pflanzlicher Kohle. Die grösste Reduktion im Beton ist die Wahl des Zements. Materialeffizient, z.B. mit einer Verbunddecke ist fast wichtiger.

Es macht Sinn, die Technik in den meisten Fällen zu sanieren. Beim Ausbau ist es so, dass dies in den grossen Mengen nicht viel ausmacht. Ich würde wahrscheinlich Technik und Ausbau je nach Alter und Zustand eher geringer gewichteten. Die Bedachung ist meines Erachtens wichtiger und sollte auch höher gewichtet werden.

- e) Welche der nachfolgenden Bauperiode(n) bietet ihres Erachtens am meisten Potenzial für den Wiedergebrauch der Baumaterialien?

Bauperiode	
Vor 1900	Sehr gut geeignet. Sie bestehen ja heute noch, dies hat somit einen Grund. Gute Grundrisse, überhitzen nicht so. Müssen nicht zwingend gedämmt werden.
1920er / 1930er	Gut geeignet. Noch wenig Verbundstoffe. Sehr gut Rückbaubar.
1950er	Viele wurden bereits abgebrochen. Diejenigen die noch stehen wurden bereits umgenutzt und haben einen Renovationszyklus hinter sich. Ähnliche Situation, wenn sie heute noch stehen, dann wurden sie oft bereits umgenutzt.
1960er	Sind 50 – 60 Jahre alt. Sind im klassischen Lebenszyklus durch. Viele sehr massiv. Noch andere Themen im Sinn von Nachrüstung, Wärmeschutz. Verbundstoffe, macht es schwieriger die Elemente wieder zu gebrauchen. Auch ist das Thema Schadstoffe relevant. Man denkt schlimm schlimm, Fertigbetonelemente machen es jedoch einfacher sie wiederzunutzen. Erdbebensicherheit, Brandschutz.
1970er	Auseinandersetzen, dort gibt es so viel Beton. Systembau. Gleiche Teile die wiederverwendet werden können.
1980er	Relativ jung, werden auch abgebrochen. Sollten sicherlich nicht abgebrochen, da die Ökobilanz noch nicht amortisiert. Zumindest nicht das Tragwerk. Gesamtbetrachtung machen. Erstellung und Betrieb im Gesamtaspekt betrachten.

Weshalb?

Nach dem Krieg hat man mit den ganzen Verbundstoffen angefangen. Mit diesen ist es schwierig sie wiederzuverwenden. Schwierig auseinanderzubringen. In den 20/30 Er Jahren hat man ähnlich wie heute die gleichen Aufbauten gemacht. Dies ist sehr gut



wiederverwendbar. 60/70 sagt man schlimm schlimm, aber auch hier schaut man es genauer an. Wie z.B. die Fertigbetonelemente. Aber auch Hallen, welche 6cm dicke Fassadenplatten hat. Dort gibt es noch PVC-Fugen. Aber es geht auch dort. Wenn man z.B. 2-3cm, des Betons abschneidet, kann es theoretisch wiederverwendet werden. Das sind für mich spannende Aufgaben, sich mit diesen Jahren 70er anzuschauen. Es gibt so viel Beton. Dies würde enorme Einsparungen ermöglichen. Heute werden viele von diesen Gebäuden abreißen, da sie einem nicht gefallen. Der Stil ändert sich jedoch, auf einmal findet man etwas wieder gut. Z.B. wenn wir 10 – 20 Jahre warten, können auch Gebäude aus den 70er Jahren wieder „cool“ sein. Aber auch heute baut man wieder ähnlich. Diese Betongebäude haben eine solche Masse. Wir bauen aktuell viel Gebäude mit Holz, dies führt jedoch dazu, dass vor allem im Sommer die Gebäude wärmer werden. Deswegen macht man wieder mit Beton, um die Masse ins Gebäude zu bringen. Grundsätzlich kann man sagen, dass man 50/60/70er Jahren viel Verbundstoffe eingebaut hat, wo man auch viele Schadstoffe verbaut hat. Heute verbauen wir wahrscheinlich auch Schadstoffe, diese kennen wir jedoch einfach nicht. Das weiss man vielleicht erst in 10 Jahren. Oft sagt man, dass man das Gebäude wegen der Asbestsanierung abbrechen muss. Jedoch muss ja die Asbestsanierung vorgenommen werden, bevor das Gebäude abgebrochen wird, da ansonsten der ganze Asbest in der Luft herumwirbelt. Das bedeutet eigentlich, dass dieser Rohbau anschliessend asbestfrei ist. Hier könnte wieder darauf aufgebaut werden. Jedoch ist es in diesem Fall oft ein psychologisches Problem, da die Leute sagen, das war doch das Asbestgebäude. Ich glaube, dass die Jahreszahl ein Aspekt ist, der andere Aspekt ist die Art des Gebäudes. Im Industrie- und Gewerbebau ist bereits sehr viel modular erstellt worden. Dies kann gut wiederverwendet werden.

Oft spielt jedoch die Rendite, Ideal Grundrisse etc. eine wichtige Rolle, weshalb ältere Gebäude abgerissen werden.

- f) Können den Bauperioden spezifische Elementgruppen zugeordnet werden, welche erhalten werden sollten?

Bauperiode	Bemerkung
Vor 1900	Ausbau; Äussere Wandbekleidung, Konstruktion, Bedachung
1920er / 1930er	Ausbau; Äussere Wandbekleidung, Konstruktion, Bedachung

1950er	Geschmacksache, Äussere Wandbekleidung
1960er	Konstruktion; Grosse Masse = sommerlicher Wärmeschutz
1970er	Konstruktion; Grosse Masse = sommerlicher Wärmeschutz
1980er	Sind gar nicht so schlecht, lohnt sich nicht bereits jetzt zu sanieren (vor Ihrer Zeit). Kann allenfalls noch gewartet sind. Sind noch nicht so schlecht. Technik anschauen.

### Vor 1900 / 1920er + 1930

Bei älteren Gebäuden gibt es eine Reinheit vom Material, die beibehalten werden sollte. Holzbalken, Parkettböden, wenn sie noch original sind, dann sollten sie unbedingt wiederverwendet werden. Massive Backsteinwände, das sind super Bauteile. Bei älteren Gebäuden ist oft die Frage vom Wärme- und Schallschutz. Die Materialisierung etc. ist super, so schöne Sachen kriegt man heute gar nicht mehr. Jede Elementgruppe hat etwas erhaltenswertes.

### 1950

Auch hier ist es oft eine Geschmacksache. Mir gefallen z.B. die Fassaden aus den 50er Jahren sehr gut. Ich würde diese Wandbekleidungen belassen und nachrüsten. Es ist schwierig dies zu generalisieren.

### 1960/1970

Viel Masse in der Konstruktion. Bietet gute Möglichkeiten, was den sommerlichen Wärmeschutz angeht. Hohe thermische Masse. Wenn man 20-30 Jahren in die Zukunft denkt, ist man froh, wenn man in einem Betonbau hockt. Die Mode wird vielleicht dazu führen, dass die Leute genug von Holzbauten gesehen haben und sich vielleicht wieder freuen in Betonhäusern zu sitzen. Ich bin der Meinung, dass in 5 Jahren niemand sich mehr getraut einen Betonbau hinzustellen. Dies führt dann dazu, dass die bestehenden Gebäude noch eine grössere Daseinsberechtigung erhalten.

### 80er Jahre

Ich glaube auch hier wird sich der Erhalt durchsetzen. Oft sind diese Gebäude gar nicht so schlecht, der Aufwand die Gebäude zu sanieren lohnt sich oft noch gar nicht,

da sie gar nicht so schlecht sind, dass sie aufgrund energetischer Sicht saniert werden müsste. Hier würde eine Etappierung Sinn machen. Vielleicht mit der Technik anfangen, z.B. Heizsystem. Es lohnt sich nicht über graue Energie in der Fassade zu sprechen, wenn noch mit Öl geheizt wird.

Ich stelle fest, dass die Nachfrage nach «ökologischen» Gebäuden steigt. Es wird auch für Firmen dazu führen das es darauf kommt zu sagen, wo miete ich mich ein. Das Gebäude soll ein Statement abgeben. Die Leute wünschen dies auch von ihrer Firma, dass sie sich ökologisch verhalten.

- g) Untersuchungen haben ergeben, dass sich bei Neubauten der Anteil der grauen Energie in den Hauptgruppen wie folgt zusammensetzt:

B: Vorbereitung	5%
C: Konstruktion Gebäude	30%
D: Technik Gebäude	20%
E: Äussere Wandbekleidung Gebäude	15%
F: Bedachung Gebäude	10%
G: Ausbau Gebäude	20%

Können Sie sich vorstellen, dass sich dies bei Bestandesliegenschaften anders zusammensetzt?

Falls ja, weshalb?

Ich kann mir vorstellen, dass der Anteil an der Technik kleiner ist. Bei Neubauten haben wir eine Wärmepumpe, Lüftungsanlage, Photovoltaik. Oft sind sogar die 20% zu klein, dass kann sogar bis zu 30% des Gebäudes ausmachen. Bei älteren Gebäuden ist dies sicherlich kleiner. Meistens keine Lüftung, einfach eine Heizung.

- h) Wie sehen Sie die inskünftige Entwicklung bezüglich dem Wiedergebrauch der Baumaterialien?

Ich habe das Gefühl, es ist etwas das man immer gemacht hat, wir haben es ein paar Jahrzehnte lang vergessen, jetzt kommt es wieder.

- i) Ist der Anteil der Grauen Energie jeweils ein Thema bei den Bauherren?

Ich behaupte, dass er zunehmend freiwillig und bald gesetzlich verpflichtend ein Thema sein wird. Es geht noch ein paar Jahre, dann ist es ein Teil vom Gesetz. Es geht nicht mehr lange.

- j) Geht es hauptsächlich um den finanziellen Aspekt bei der Wiederverwendung der Baumaterialien oder spielt der ökologische Gedanke ebenfalls eine Rolle?

Der ökologische Gedanke ist Voraussetzung, denn finanziell ist es nicht so, dass Wiederverwendung günstiger ist als Neubau. Kann sich eventuell ändern unter den aktuellen Umständen, Corona und Krieg, Preise haben sich deutlich erhöht für Rohstoffe. Grundsätzlich ist die Wiederverwendung teurer als die industriell getätigten Teile. Solange wir keinen gescheiterten „CO<sub>2</sub>“-Preis haben.

- k) Sehen Sie Möglichkeiten, Bauherren bezüglich der Konservierung der Grauen Energie zu sensibilisieren?

Wir versuchen Bauherren immer zu sensibilisieren. Wir erwarten nicht, dass die Bauherren etwas davon wissen. Wir machen es proaktiv und wenn wir es machen, dann stösst man meistens auf offene Ohren. Es kommt je nach Auftrag darauf an. Wir überprüfen die Objekte und kommen dann oft zum Schluss, dass ein geplanter Neubau nicht zwingend nötig ist, und machen die Bauherren darauf aufmerksam. Wenn es ins Bauen geht und wenn jemand sanieren möchte, dann wird über die eingriffstiefe diskutiert, über die Ansprüche und auch über die Materialisierung. Dann werden die ökologischen Anteile erläutert.

- l) Braucht es Ihres Erachtens staatliche Eingriffe, um die Wiederverwendung der Baumaterialien stärker zu forcieren?

Ich glaube es ist sicher hilfreich, damit es schneller geht. Solange noch keine Lobby für die Wiederverwendung gibt, ist es sehr schwierig. Es hat eine Lobby im Zement und im Holz. Es sind gesamtgesellschaftliche Fragen, wo wichtig sind und auch mit den ganzen Gesetzen kommen wird. Es macht gesamtgesellschaftlich sicherlich Sinn, dass es staatliche Eingriffe gibt, zum Beispiel mit Fördergeldern etc.

- m) Gemäss einem Tages Artikel Anzeiger vom 12. Januar 2022 soll Abreissen in Zürich zur Ausnahme werden. Wie stehen Sie zu dieser Aussage?

Wir unterstützen dies. Es bedeutet jedoch sicherlich nicht, dass es nie wieder Neubauten geben wird. Wenn man zum Entscheid kommt, das Gebäude nicht mehr erhalten werden können, dann ist es so. Aber ich glaube, dass der Ersatzneubau, die Standardlösung, so sicherlich keine Zukunft mehr haben wird.

- n) Was beeinflusst den Entscheid, ob eine Liegenschaft saniert oder abgerissen wird Ihres Erachtens am stärksten?

Die Rendite

- o) Weshalb scheitert die Wiederverwendung von Baumaterialien Ihres Erachtens?

Die Garantiefragen, Gewährleistung, Zertifizierung, Normen. Es braucht noch Grundlagen. Viele haben deswegen immer noch Hemmungen. Es passiert sehr viel. Ich glaube in den nächsten Jahren wird noch viel passieren.

## Anhang 5 Transkript Interview 3

### *Angaben zur Person*

Vorname	Alice
Nachname	Sulser
Firma	Wanner + Fankhauser AG
Funktion	Eidg. Dipl. Bauleiterin
Datum des Interviews	08.07.2022 10:30 – 11:55 Uhr

### *Forschungsfragen*

Die Abschlussarbeit versucht die nachfolgenden Forschungsfragen zu beantworten:

- a) Welche Bauteile bzw. Elementgruppen in Bestandesbauten sollten grundsätzlich bei einer anstehenden Entscheidung bezüglich Sanierung oder Ersatzneubau unter Berücksichtigung der Konservierung von grauer Energie wiedergebraucht werden?
- b) Welche Bauperiode(n) eignen sich hinsichtlich Wiedergebrauch der Baumaterialien und weshalb?
- c) Wie hoch ist der Anteil an grauer Energie einer Bestandesbaute aus den 1970er Jahren?

### *Fragen an die Expert\*innen*

- a) Welche Bauteile versuchen Sie grundsätzlich bei einer Sanierung zu erhalten?  
Konstruktion inkl. Dach (ohne Eindeckung), Gebäudehülle exkl. Fenster, Dämmung Fassade, Ausbauteile wie Bodenbeläge (alter Eichenparkett), Waschtische etc. solange noch in der Norm und Funktionstüchtig.
- b) Was beeinflusst den Entscheid zur Wiederverwendung der Baumaterialien?  
Beeinflussung liegt ganz klar bei den Kosten. Eine Wiederverwendung führt auch wieder bei einer Trennung beim Abbruch, wenn das reine Material wiederverwendet werden soll. Oder wenn die Konstruktion erhalten werden soll, muss dementsprechend Rücksicht bei den Arbeiten genommen werden und sie muss speziell geschützt werden. Somit entsteht auch ein anderer Zeitaufwand. Der Zustand der Baumaterialien muss überprüft werden und natürlich auch muss geprüft werden, ob Schadstoffe bestehen. Weitere Themen sind Normen (Brandschutz), Bauphysik, Zustand, Termine.

- c) Gemäss dem CRB, Baukostenplan Hochbau, 2012 kann ein Gebäude in folgende Hauptgruppen unterteilt werden.

B: Vorbereitung
C: Konstruktion Gebäude
D: Technik Gebäude
E: Äussere Wandbekleidung Gebäude
F: Bedachung Gebäude
G: Ausbau Gebäude

Welche der obgenannten Elementgruppen versuchen Sie grundsätzlich zu erhalten?

Grundsätzlich ganz klar die Konstruktion. Bei der Technik muss etwas ausgegliedert werden. Handelt es sich um das Heizsystem oder zum Beispiel um das Elektrotabelleau. Hier muss klar der Zustand zuerst überprüft werden. Die Technik wird meistens nur bedingt erhalten. Einzelne Komponenten. Bei der Bedachung ist klar der sommerliche / winterliche Wetterschutz. Oft braucht es eine neue Dämmung, ein neues Unterdach, eine Eindeckung mit der wasserführenden Schicht. Beim Ausbau der Gebäude werden grundsätzlich Unterlagsböden belassen, ausser es wird auf ein neues Heizsystem / (Bo-  
denheizung) gewechselt. Bodenbeläge, wie z.B. alte Fischgratböden werden vorzugsweise natürlich auch belassen. Auch Radiatoren etc. versuchen wir zu belassen.

- d) Wenn Sie die Hauptgruppen in eine Reihenfolge bringen müssten, welche ist Ihres Erachtens die wichtigste und welches die am wenigsten wichtigste in Bezug auf die Wiederverwendung?

B: Vorbereitung	6
C: Konstruktion Gebäude	1
D: Technik Gebäude	4
E: Äussere Wandbekleidung Gebäude	3
F: Bedachung Gebäude	2
G: Ausbau Gebäude	5

- e) Welche der nachfolgenden Bauperiode(n) bietet ihres Erachtens am meisten Potenzial für den Wiedergebrauch der Baumaterialien?

Bauperiode	
Vor 1900	Massive, solide Bauweise, Ausbau, Denkmalschutz
1920er / 1930er	Massive, solide Bauweise, Ausbau, Denkmalschutz
1950er	Billige Bauweise
1960er	Billige Bauweise
1970er	Gute Baumaterialien, auch technische Installationen
1980er	Gute Baumaterialien, auch technische Installationen

Weshalb?

- f) Können den Bauperioden spezifische Elementgruppen zugeordnet werden, welche erhalten werden sollten?

Bauperiode	Bemerkung
Vor 1900	Konstruktion, statische Elemente, Denkmalschutz
1920er / 1930er	Konstruktion, statische Elemente, Denkmalschutz
1950er	Tragstruktur / Konstruktion
1960er	Tragstruktur / Konstruktion
1970er	Tragstruktur / Konstruktion
1980er	Tragstruktur, (Oberflächenerneuerung nicht)

- g) Untersuchungen haben ergeben, dass sich bei Neubauten der Anteil der grauen Energie in den Hauptgruppen wie folgt zusammensetzt:

B: Vorbereitung	5%
C: Konstruktion Gebäude	30%
D: Technik Gebäude	20%
E: Äussere Wandbekleidung Gebäude	15%
F: Bedachung Gebäude	10%
G: Ausbau Gebäude	20%

Können Sie sich vorstellen, dass sich dies bei Bestandesliegenschaften anders zusammensetzt?

Falls ja, weshalb?



Andere Bauweise, Ausbau + Bedürfnisse sind heute anders, andere Möglichkeiten zur Beschaffung der Materialien – Herstellungsprozesse / Aufwand etc. Die Produktion der Bauteile verschlingt heute viel mehr Graue Energie. Heute werden oft grosse Grundrisse gebaut, so wird auch viel mehr Graue Energie benötigt als z.B. bei einem 3-Generationen Haus von früher.

- h) Wie sehen Sie die inskünftige Entwicklung bezüglich dem Wiedergebrauch der Baumaterialien?

Es wird heute viel darüber gesprochen wie recycelt werden kann, Leider ist dies der falsche Ansatz. Es muss bereits heute geprüft werden, wie die Materialien wieder 1 zu 1 wiedergebraucht werden können. Recycling bedeutet jedoch auch wieder graue Energie. Eigentlich werde ein modularer Rückbaukatalog förderlich oder zum Beispiel sollte es inskünftig möglich sein, zum Beispiel einen Balkon von einem bestehenden Gebäude zu entfernen und bei einem anderen zu verwenden. Die Ressourcen, welche wir haben, sollten 1 zu 1 wiederverwendet werden können, ohne weitere graue Energie freizusetzen.

Leider noch schleppend und hoffentlich bald die „Regel der Baukunst“ und somit Norm. Ziel muss sein nicht nur auf +/- 0 in der CO2 Bilanz anzukommen, sondern ein Minus an CO2 langfristig zu erarbeiten. Dazu gehören Konzepte, die alle Aspekte der Nachhaltigkeit mit einbringen (z.B. Madaster / Sustainable development Goals etc.)

- i) Ist der Anteil der Grauen Energie jeweils ein Thema bei den Bauherren?

Bei öffentlichen Bauten u. grösseren Bauherren eher, aktuell aber noch eher verhalten.

- j) Geht es hauptsächlich um den finanziellen Aspekt bei der Wiederverwendung der Baumaterialien oder spielt der ökologische Gedanke ebenfalls eine Rolle?

Das Thema Nachhaltigkeit muss meines Erachtens folgendermassen berücksichtigt werden. Zum Beispiel bringt es auch nichts, wenn heute alle auf einen „Tesla“ umsteigen. Das ist auch nicht nachhaltig. Wir haben alle noch Fahrzeuge, die in einem guten Zustand sind. Dasselbe gilt für Gebäude, zum Beispiel sollten Heizsysteme, die noch gut funktionieren, auch nicht einfach entsorgt werden. Wenn mit wenig Ressourcen dieses Heizsystem so optimiert werden kann, dass es noch 10 Jahre hält, dann sollten diese auch noch 10 Jahre erhalten bleiben. Es muss alles situativ betrachtet werden. Eine Etappierung sollte angestrebt werden.

Oft sind auch die heutigen natürlichen Baumaterialien noch nicht gleich gut wie bewährte Materialien, welche ökologisch nicht sehr gut sind. Es fehlt oft auch noch an der Erfahrung. Früher hat es auch Handwerker gegeben, die auch diese Baukunst noch kannten, heute ist dieses Wissen oft verlorenen gegangen.

Kosten spielen eine Rolle aber auch nur, weil heute Wiederverwendung, saubere Materialtrennung, Modulares Bauen etc., noch nicht Standard ist. Es fehlt an Erfahrungswerten. Wenn aber die Norm geändert wird zu Gunsten unserer Ressourcen bzw. Ökosystem, wären alle verpflichtet die entsprechende Leistung zu erbringen und es wäre „normal“.

- k) Sehen Sie Möglichkeiten, Bauherren bezüglich der Konservierung der Grauen Energie zu sensibilisieren?

Meines Erachtens muss es auch immer etwas „weht“ tun. Es muss entweder die Regel sein, damit es jeder macht, dann wird es zu einer Norm oder Regel der Baukunst. Wenn diese Umgewöhnung stattfindet, dann wird es zum Standard. Es braucht wahrscheinlich noch 1 – 2 Generationen von Lehrabgängern, damit sich diese Thematik mehr und mehr verfestigt.

- l) Braucht es Ihres Erachtens staatliche Eingriffe, um die Wiederverwendung der Baumaterialien stärker zu forcieren?

Ich finde es bessere Anreize zu schaffen als Verbot auszusprechen, aber es geht primär nicht um Eingriffe a là Verbot, sondern eine Anpassung der Norm. Alle 6 Monate wird z.B. eine SIA-Norm angepasst und wir haben uns daran zu halten. Das gleiche könnte auch der Fall sein bei diesem Thema. Ich finde hier braucht es eine Anpassung der Norm z.B. wie bei der MuKen. Dann wäre es kein Verbot, sondern gehört in die Norm. Es wäre dann wie z.B. mit dem Rauchen in Clubs. Heute ist das kein Thema mehr.

- m) Gemäss einem Tages Artikel Anzeiger vom 12. Januar 2022 soll Abreissen in Zürich zur Ausnahme werden. Wie stehen Sie zu dieser Aussage?

Dies sollte in jeden Fall situativ angeschaut werden. Ein Gebäude das Zerfällt oder nicht dicht ist, sollte für einen Ersatzneubau berücksichtigt werden können. Es sollte aber ein Dossier mit untersuchten Pros und Kontras erstellt werden, zudem ein Nachweis für ein nachhaltig erstelltes neues Bauwerk. Ich würde es gut finden, wenn eine Begründung eingereicht werden müsste, wenn ein Ersatzneubau geplant wird. Z.B. Aufgrund der Normen, die nicht eingehalten werden können. Aber auch wegen der

Ausnutzung. Viele alte Gebäude haben sehr grosse Schlafzimmer und dafür kleine Wohnzimmer. Das sind zum Beispiel Punkte, welche auch in einer Begründung mitberücksichtigt werden sollen.

- n) Was beeinflusst den Entscheid, ob eine Liegenschaft saniert oder abgerissen wird Ihres Erachtens am stärksten?

Zustand und Wertsteigerung. Vieles wurde bereits in der Frage oberhalb beantwortet.

- o) Weshalb scheitert die Wiederverwendung von Baumaterialien Ihres Erachtens?

Kosten und Termindruck. Fehlende Aufklärung, Sensibilisierung, das Know-how sowie Normen. Es darf nicht mehr die Ausnahme sein nachhaltig zu bauen oder Materialien wiederzuverwenden. Subventionen bzw. Anreize auf Bundesebene oder Vergünstigungen bei z.B. Strombezug etc. könnten fördernd wirken. Der Generationwandel wird meines Erachtens einen grossen Beitrag dazu leisten, dass der Wiederverwendung inskünftig mehr Beachtung geschenkt wird.

## **Ehrenwörtliche Erklärung**

Ich versichere hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit mit dem Thema „Bestandesliegenschaften und Kreislaufwirtschaft – Erarbeitung einer Entscheidungshilfe für Bestandesliegenschaften unter dem Aspekt der grauen Energie“ selbstständig verfasst und keine anderen Hilfsmittel als die angegebenen benutzt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäss aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind, habe ich in jedem einzelnen Falle durch Angabe der Quelle (auch der verwendeten Sekundärliteratur) als Entlehnung kenntlich gemacht.

Die Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen und wurde auch noch nicht veröffentlicht.

Zürich, den 31. August 2022

---

Jan Hofmann