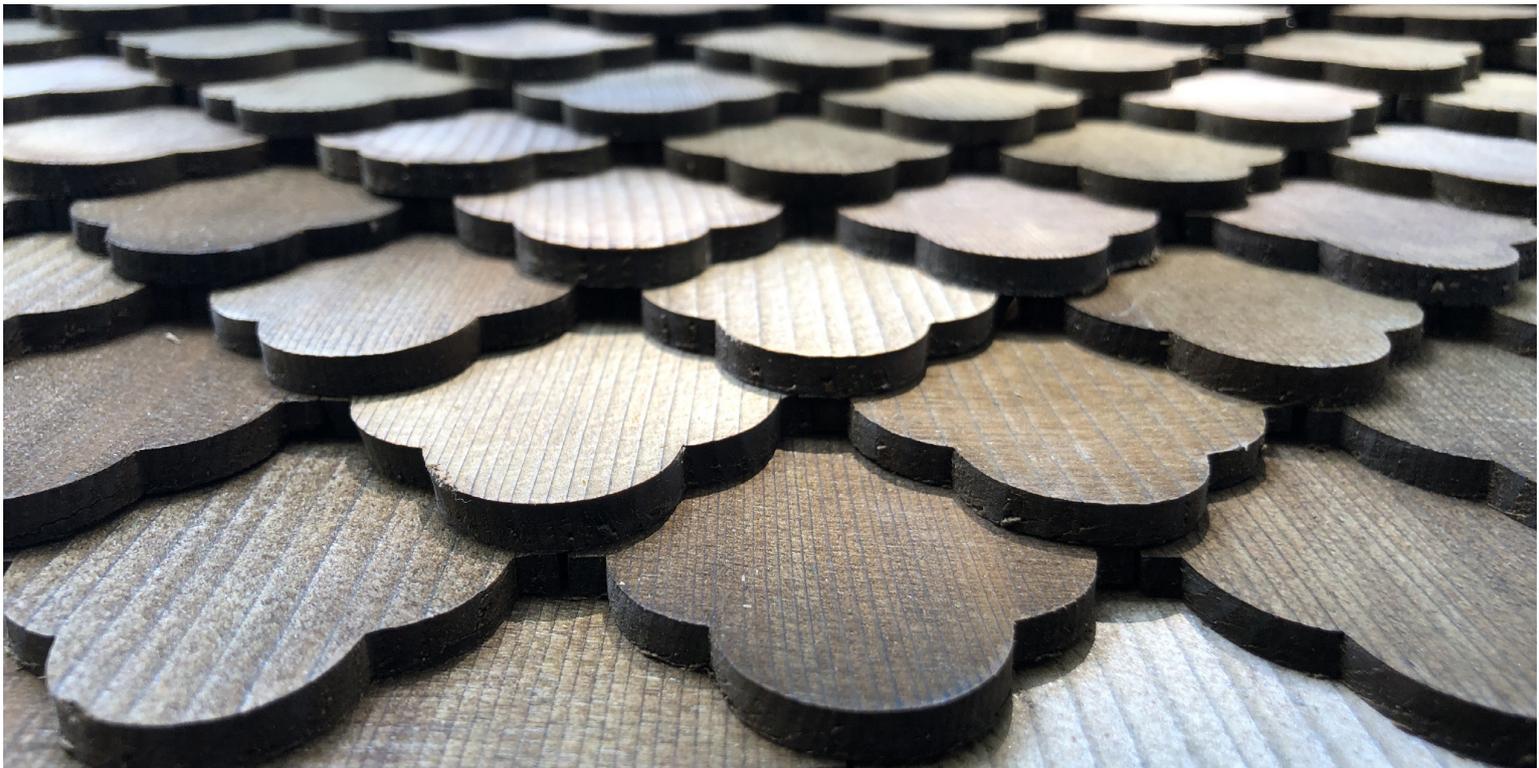


Zirkuläre Gebäude

Ein interaktiver Workshop im KREIS-Haus

Anouk Godelet



Impressum

Abschlussarbeit zur eidg. Berufsprüfung Baubiologie

Vorgelegt von

Anouk Godelet

anouk.godelet@hotmail.com

Betreuer/-in:

Devi Bühler, Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen, ZHAW

Jörg Watter, dipl. Architekt ETH/SIA, Baubiologe, Oikos & Partner GmbH

Experten:

Ryszard Gorajek, Dipl. Architekt ETH/SIA/SWB, Baubiologe SIB

Christoph Lehner, Schreiner, Zimmermann, Baubiologe mit eidg. Fachausweis

Tag der Einreichung

17.09.2021

Bildungszentrum Baubiologie | Hagenholzstrasse 81 | 8050 Zürich

Cover

Anouk Godelet

Holzschindelfassade KREIS-Haus

Druck

Reproplan und Kopie, Rathauspl. 3, 79576 Weil am Rhein, Deutschland

Gedruckt auf FSC Papier

Abstract

Jährlich entstehen in der Schweiz rund 80 bis 90 Millionen Tonnen Abfall. Den grössten Abfallstrom generiert die Bauindustrie mit 84% (Bundesamt für Umwelt BAFU, 2021). Der heutige lineare Bauprozess, bei dem das Gebäude als „Endprodukt“ (Bergmann, 2013) zu verstehen ist, dabei unzählige verbaute Stoffe beim Rückbau entsorgt werden müssen und wertvolle Rohstoffe verloren gehen, setzt die Baubranche zunehmend unter grossen Druck.

Im direkten Kontrast zum linearen System steht eine neue Wirtschaftsweise - die Circular Economy (deutsch: zirkuläre Wirtschaft), kurz CE. Das Wertschöpfungskonzept geht von geschlossenen Stoffkreisläufen aus und soll künftig ökonomische Werte schaffen, den Rohstoffabbau minimieren und neue kreative Prozesse lancieren.

Wird dieser Denkansatz zusammen mit den Aspekten der Baubiologie, auf die heutige Architektur übertragen, lassen sich Materialien und Baukonstruktionen nach ihrer Nutzungsdauer einfach demontieren, sortenrein trennen und sind dadurch vollständig rezyklierbar. Ein zirkuläres Gebäude ist demnach ein langlebiges und werthaltiges „Rohstoffzwischenlager“ (Hillebrandt et al., 2018). In den letzten Jahren ist Zirkuläres Bauen auch in der Schweiz immer wichtiger geworden

und bildet die Grundlage für die Erreichung der Klimaziele 2050 (Bundesamt für Umwelt BAFU, 2018).

Basierend auf der Material- und Konstruktionsanalyse am Forschungsprojekt „KREIS-Haus“, wurde mit der vorliegenden Arbeit ein Pilot-Workshop zum zirkulären Bauen entwickelt und durchgeführt. Ziel ist es durch interaktive Workshops Fachpersonen aus der Bauindustrie für die Thematik zu sensibilisieren und ihnen anhand eines realisierten Forschungsprojektes aufzuzeigen, dass eine kreislauffähige Bauweise möglich ist. Der Workshop soll damit einen wesentlichen Beitrag zur zukunftsorientierten Planung und Realisierung leisten.

Der Testlauf zeigte, wie gross das Interesse an der Thematik ist, insbesondere durch die Begeisterung und Motivation der Teilnehmenden während sie nachhaltige Lösungen zu den verschiedenen Aufgaben suchten. Aber auch wieviel Handlungsbedarf es noch braucht, damit zirkuläres Bauen überall stattfinden kann.

Keywords:

Zirkuläres Denken und Bauen, Materialkreislauf, Circular Economy, Zukunftsmodell, zukunftsorientierte Planung, Workshop, KREIS-Haus, Forschungsprojekt

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	1
Dank	2
1. Einleitung	3
1.1. Ausgangslage und Herausforderungen	3
1.2. Zielsetzung und Aufbau der Arbeit	3
1.3. Adressaten	4
2. Ganzheitliche Betrachtung eines Gebäudes	5
3. Der Denkansatz „Circular Economy“	5
3.1. Von einem linearen Wirtschaftssystem zur zirkulären Wirtschaft	6
3.2. Denkschulen der „Circular Economy“	7
3.3. Zirkuläres Bauen	9
4. Projekt „Kreis-Haus“	11
4.1. Projektbeschreibung	11
4.2. Planung und Realisierung	12
4.3. Material-und Bauteilanalyse	15
5. Workshop „Zirkuläres Bauen – Neue Denkansätze erleben“	18
5.1. Definition Workshop	18
5.2. Workshop Ziele	18
5.3. Workshop-Gestaltung	19
5.4. Workshop Vorbereitungen	20
5.5. Pilot-Workshop Durchführung	22
5.6. Workshop Erkenntnisse	25

6. Ergebnisdiskussion	27
7. Ausblick	28
8. Literaturverzeichnis	29
9. Abbildungsverzeichnis	31
10. Abkürzungsverzeichnis	32
11. Eigenständigkeitserklärung	33
12. Anhang	34

Vorwort

Seit meinem Masterstudium „Zukunftssicher Bauen“ interessiere ich mich zunehmend für das Kreislauffähige Bauen. In meiner Masterarbeit entwickelte ich ein Bewertungstool für Fachplaner, das die Kriterien der Circular Economy berücksichtigt und einen Beitrag zur zukunftsorientierten Planung zirkulärer Gebäude leisten soll. Als ich mein Bewertungsinstrument 2018 am Kongress PLEA „Passive and Low-Energy Architecture“ in Hongkong vorstellen durfte, wurde mir bewusst, wie wichtig eine konsequente Verbindung zwischen Forschung und Baupraxis ist.

In den letzten Jahren habe ich mir, durch meinen beruflichen Alltag als Beraterin für Nachhaltiges Bauen und während der Ausbildung zur Baubiologin, viele Fragen zur Konzeption und Ausführung gesunder und zirkulärer Gebäude gestellt. Sind die Materialien ökologisch unbedenklich und qualitativ hochwertig? Wie kann der Materialeinsatz nach dem Prinzip der Suffizienz reguliert werden? Lassen sich die einzelnen Baustoffe nach der Nutzungsphase separat demontieren und flexibel austauschen? Wie sehen die Langlebigkeit, Sortenreinheit, Trennbarkeit und Flexibilität des gesamten Bauteils aus? Baufachleute, die sich nicht tagtäglich damit auseinandersetzen, stehen derzeit vor der grossen Herausforderungen diese Fragen zu beantworten. Umso wichtiger ist es daher ein grösseres Publikum über

diese Thematik zu informieren. Mithilfe von interaktiven Workshops möchte ich nicht nur positive Anreize schaffen, sondern auch Denk- und Handlungskompetenzen zum kreislauffähigen Bauen vermitteln.

Das Forschungsprojekt „KREIS-Haus“ in dem klimaneutrales, ökologisches und suffizientes Wohnen erlebbar gemacht wird, bietet mir die Möglichkeit einen Workshop zum Zirkulären Bauen zu gestalten und durchzuführen. Damit hoffe ich nicht nur das Interesse vieler Fachpersonen aus der Bauindustrie zu wecken und zunehmendes Bewusstsein für eine zukunftsorientierte Bauweise zu schaffen, sondern kann den Beteiligten gleichzeitig aufzeigen, dass zirkuläre Gebäude bereits heute umsetzbar sind.

Dank

An dieser Stelle möchte ich mich bei all jenen herzlich bedanken, die durch ihre fachliche und persönliche Mithilfe zum Gelingen dieser Projektarbeit beigetragen haben.

Ich bedanke mich bei meinen Betreuungspersonen Devi Bühler (Wissenschaftliche Mitarbeiterin Forschungsgruppe Ökotechnologie ZHAW, Projektleiterin KREIS-Haus) und Jörg Watter (dipl. Architekt ETH/SIA, Baubiologe, Planer/Bauleiter KREIS-Haus), die mit viel Engagement und anregenden Diskussionen meine Wegbegleiter in den letzten Monaten waren. Zudem gaben sie mir die Chance am KREIS-Haus mitzuwirken.

Einen wertvollen und wichtigen Teil dieser Arbeit haben auch die Teilnehmer des Pilotworkshops beigetragen. Ich danke allen Beteiligten (Hansueli Amacher, Daniel Biry, Leonie Braunschweig, Lucie Koepfli, Josef Mathis, Rebekka Merz, Blanca Rieder, Daniel Villa) für das Interesse, die tollen Ergebnisse sowie die spannenden Diskussionen während des Workshops.

Abschliessend möchte ich mich bei meiner Familie und meinen Freunden bedanken, die mir während der Weiterbildung zur Seite standen und mich stets inspiriert und gefördert haben.

Anouk Godelet
September 2021

1. Einleitung

1.1. Ausgangslage und Herausforderungen

Bauen erfordert grundsätzlich einen Eingriff in die Natur. Sei es durch den Rohstoffabbau, die Graue Energie von Baustoffen oder die Denaturierung der Landschaft. Der kontinuierliche Ressourcenverbrauch führt zunehmend zu Ressourcenknappheit. Nur wenn wir künftig sparsamer mit Rohstoffen umgehen - also nicht mehr Rohstoffe verbrauchen als sich regenerieren lassen - können wir eine ausreichende Rohstoffversorgung sicherstellen.

Der heutige lineare Bauprozess führt dazu, dass unzählige verbaute Stoffe beim Abriss entsorgt werden müssen, wodurch wiederum wertvolle Rohstoffe verloren gehen und die Abfallströme künftig rasant steigen werden. Im Hinblick auf das hohe Abfallaufkommen sind innovative Lösungen im Sinne einer zirkulären Wirtschaft gefragt. Auch weist die Bauindustrie bezüglich Materialverbrauch und CO₂-Emissionen ein enormes Optimierungspotential auf. Gauch et al. (2016) berichten, dass der Schweizer Bausektor jährlich knapp 40 Millionen Tonnen Beton verbraucht und in der Schweiz, mit Abstand, bedeutendste Baumaterial ist.

Im Zeitalter globaler Klimaveränderungen, zunehmender Umweltbelastung und stetigem Weltbevölkerungswachstum gewinnt die „Circular Economy“ vermehrt an Bedeutung. Der Fokus darf daher nicht mehr nur auf einer

umweltschonenden Energieversorgung liegen, sondern vielmehr auf einer ressourceneffizienten Kreislaufführung von Materialien. Dies erfordert neben einem Umdenken wie z.B. Mehrfachnutzung und Wiederverwendung von Materialien und Immobilien auch die Aufklärung der Bevölkerung und globales Agieren. Es stellt sich also die Frage, wie Baufachleute zirkuläre Gebäude planen und umsetzen können.

1.2. Zielsetzung und Aufbau der Arbeit

Damit künftig jedes Gebäude, Bestand und Neubau, einen positiven Beitrag auf dem Weg zum Reduktionspfad leisten kann, gilt es die Akteure der Baubranche für das Thema zu sensibilisieren und ein Umdenken zu lancieren.

Ziel der Arbeit

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es daher, aufbauend auf der Material- und Konstruktionsanalyse des Forschungsprojektes KREIS-Hauses in Feldbach, einen Workshop zum zirkulären Bauen zu entwickeln und durchzuführen. Im Rahmen des Pilot-Workshops sollen fachlich interessierte Personen aus der Baubranche über die Circular Economy informiert werden und am KREIS-Haus sowohl sehen als auch erleben können, dass eine zirkuläre und gesunde Bauweise möglich ist. Der Workshop soll damit einen weiteren Grundstein zur zukunftsorientierten Planung leisten.

Parallel dazu sollen folgende Fragen beantwortet werden:

- Wie kann, auf Basis von Fachliteratur und einer Material- und Bauteilanalyse des KREIS-Hauses, ein interaktiver Workshop für Fachpersonen aus der Bauindustrie entwickelt, organisiert und durchgeführt werden?
- Welche Inhalte müssen in einem Workshop behandelt werden, damit 1. das Bewusstsein der Teilnehmenden für eine ressourceneffiziente und kreislaufgerechte Planung erhöht wird und 2. ein Umdenken in der Baubranche angestossen wird?
- Welche Erkenntnisse gibt es nach Durchführung des Pilot-Workshops und wie können zukünftige Workshops optimiert bzw. weiterentwickelt werden?

Aufbau der Arbeit

Als Ausgangssituation werden in Kapitel 2 die theoretischen Grundlagen über die Baubiologie erarbeitet, um einen Status quo zu skizzieren.

In Kapitel 3 wird der Weg von einer linearen zur zirkulären Wirtschaft beschrieben. Zudem wird das Konzept eines zirkulären Gebäudes, das als eine Bindeglied zwischen dem neuen Wirtschaftsmodell und der Architektur dient, vorgestellt.

Das KREIS-Haus wird in Kapitel 4 kurz vorgestellt. Der Schwerpunkt dieses Kapitels

liegt in der Material- und Konstruktionsbewertung eines Bauteils hinsichtlich zirkulären Bauens.

Kapitel 5 umfasst die Entwicklung und die Durchführung des interaktiven Workshops „Zirkuläres Bauen – Neue Denkansätze erleben“. Darauf aufbauend werden Erkenntnisse für künftige Workshops reflektiert.

Zuletzt wird in Kapitel 6 ein Fazit gezogen und anhand der gewonnenen Erkenntnisse ein Ausblick gegeben.

1.3. Adressaten

Die Arbeit richtet sich an alle, insbesondere Personen aus der Baubranche, die sich für Zirkuläres Denken und Bauen interessieren.

2. Ganzheitliche Betrachtung eines Gebäudes

„Bauen ist ein komplizierter Prozess, der im Kontext und durch Vernetzung mit der Umgebung durchgeführt werden muss.“ (vgl. Glücklich, 2005) Zu dieser Erkenntnis kam der Architekt und Bauingenieur Prof. Dr.-Ing. Detlef Glücklich in seinem Buch *Ökologisches Bauen* und zeigt einmal mehr welche Aufgaben und Funktionen ein Gebäude erfüllen müssen. Ein Bauwerk muss heute diverse Anforderungen erfüllen z.B. Lebensraum und Arbeitsumgebung, optimale Raumqualität und Raumklima, Einsatz hochwertiger gesunder Materialien, Ästhetische Ansprüche, Gesundheit und Schutz der Personen, etc. (Rauch-Schwegler, 2005).

Die Baubranche muss jedoch noch lernen, nicht mehr nur die Aufgaben einzeln zu betrachten, sondern die ganzheitlichen Zusammenhänge mit einzubeziehen. Genau diesen Ansatz verfolgen Baubiologen seit knapp 50 Jahren, mit dem Ziel u.a. das Wohlbefinden der Menschen in ihrem Wohn- und Arbeitsumfeld zu fördern. Denn der Mensch hält sich über 90% der Zeit in Innenräumen auf. Eine gesunde Innenraumluftqualität, die von unterschiedlichen Emissionsquellen beeinflusst wird, ist umso wichtiger. (Verein Baubioswiss, 2020)

Unter dem Begriff „Baubiologie“ ist die Lehre von der ganzheitlichen Beziehung zwischen den Menschen und der gebauten Umwelt zu verstehen. Baubiologisches Bauen orientiert

sich am Vorbild Natur und versucht für ein gesundes Raumklima zu sorgen und das Wohlbefinden der Nutzer zu steigern (Verein Baubioswiss, 2020). Die Baubiologie verfolgt demnach vier Grundsätze:

1. Wohlbefinden des Menschen
2. Ökologische Verantwortung
3. Soziale Gerechtigkeit
4. Wirtschaftliche Entwicklung

Baubiologisches Bauen ermöglicht ein Gesamtkonzept im ganzheitlichen Sinne und kann daher als Ausgangspunkt für zukunftsorientierte Gebäude dienen. Mithilfe eines Gesamtkonzeptes können die Ziele der Agenda 2030 - nachhaltige Entwicklung auf ökonomischer, sozialer und ökologischer Ebene – erreicht werden.

In den nächsten Kapiteln werden ganzheitliche Betrachtungsweisen für gesunde und kreislauffähige Gebäude weiter detailliert.

3. Der Denkansatz „Circular Economy“

Die obigen Zahlen zum Ressourcenverbrauch und Abfallaufkommen verdeutlichen den enormen Einfluss der Schweizer Bauwirtschaft auf die Umwelt und das Klima, und unterstreichen die Notwendigkeit neuer Denkansätze für die Branche. Die Bauindustrie ist der ressourcenintensivste Wirtschaftszweig und setzt sich heute noch relativ wenig mit der Circular Economy auseinander. Obwohl das Rückbaumaterial zu einem Grossteil recycelt wird, handelt es sich hauptsächlich um Downcycling. Doch was steckt dahinter? Dieses Kapitel erläutert den Grundgedanken der zirkulären Wirtschaft und beschreibt, wie sich dieses Modell auf die Baubranche übertragen lässt.

3.1. Von einem linearen Wirtschaftssystem zur zirkulären Wirtschaft

Um sich dem Begriff der „Circular Economy“ zu nähern, bedarf es eines geschichtlichen Exkurses und einer begrifflichen Diskussion.

Lineare Wirtschaft

Aktuell wird in der vorherrschenden Wirtschaftsform eine kurzlebige und lineare Denkweise „von der Wiege zur Bahre“ angestrebt. Dieses Wirtschaftsmodell basiert auf der Annahme, dass natürliche Ressourcen unendlich verfügbar, leicht abzubauen und kostengünstig sind; frei nach dem Motto: „take – make – dispose“ (Ellen MacArthur Foundation,

2017), „Entnehmen – Produzieren – Entsorgen“. Den Auswirkungen auf Umwelt und Mensch wird wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Seit der Industrialisierung hat uns dieses lineare und eindimensionale System lange Zeit gedient. In einer „globalisierten“ Welt ist dieser Ansatz jedoch weder nachhaltig noch zeitgemäss.

Mit dem Übergang von der Agrargesellschaft zur Industriegesellschaft um 1780 änderte sich auch die Produktionsweise. Energie wurde mechanisch erzeugt und Arbeitskräfte durch Maschinen ersetzt. „Gewinnmaximierung, nicht Naturgesetzmässigkeit war das neue Credo in Wirtschaft und Gesellschaft“ (Pufé, 2012). Im linearen Modell scheint der menschliche Eingriff in das Ökosystem unaufhaltsam, ohne Rücksicht auf globale Folgen.

Recycling Wirtschaft

In den 1990er Jahren unternahm vor allem Deutschland wesentliche Schritte zu einem umwelt- und ressourcenschonenden Umgang mit Abfällen. Mit der Einführung der Abfallrahmenrichtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments (Europäisches Parlament, 2008) sind seit 2008 europaweit Recycling-Industrien entstanden, mit dem Ziel, langfristig das Abfallaufkommen zu senken. Seitdem ist ein Anstieg an rückgewonnenen Baustoffen zu vermerken.

So wird heute „umweltfreundlicher“ Abfall vergleichsweise günstig recycelt oder thermisch verwertet, und die verschiedenen Nährstoffe nicht getrennt. Die Rede ist hier von „Downcycling“, der Umwandlung eines Produktes zu einem minderwertigen Endprodukt.

Zirkuläre Wirtschaft

Bereits 1911 versuchte der schottische Naturforscher John Muir mit seiner These in „My First Summer in the Sierra“ (Muir, 1911) die Natur zu beschreiben in der jeder Grundstoff als Basis für etwas Anderes fungiert. Diese Ansicht charakterisiert idealerweise das neue Wirtschaftsmodell - Circular Economy. Das Modell wurde jedoch erst 2012 durch die Beiträge der Ellen MacArthur Foundation geprägt (siehe Kapitel 3.2.).

Im direkten Kontrast zum heutigen linearen System steht die zirkuläre Wirtschaft (engl.: circular economy): eine Wirtschaftsweise, in der Ressourcen und Produkte in kontinuierlichen Kreisläufen genutzt werden und in Zukunft als Rohstoffquelle dienen. Industrielle Systeme sollen so gestaltet werden, dass kein Abfall mehr entsteht bzw. Abfall zur Ressource wird. Das kontinuierliche Zirkulieren der Stoffe steigert die Produktqualität, minimiert den Rohstoffabbau und erzielt damit positive ökonomische, ökologische und soziale Effekte. (Ellen MacArthur Foundation, 2017; EPEA GmbH – Part of Drees & Sommer, 2021)

Ein Wirtschaften in Kreisläufen ermöglicht demnach nicht nur eine bessere Wertschöpfungskette und Kosteneinsparungen, sondern dient auch als Anstoss für Innovation. Zudem fördert die Circular Economy neue

Businessmodelle, wie beispielsweise „Light as a service“. (Rau & Oberhuber, 2018)

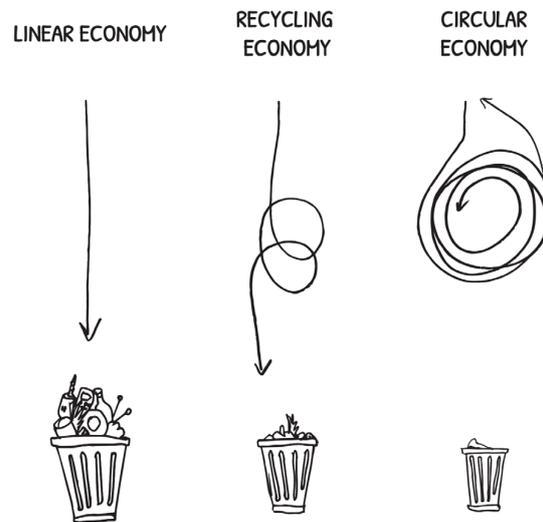


Abb. 1 Prinzipien der linearen und zirkulären Wirtschaft (Casellas, 2019)

3.2. Denkschulen der „Circular Economy“

Gegen Ende der 1970er Jahre haben erste praktische Anwendungen der Circular Economy durch Denkschulen stattgefunden. Das Modell beruht heute u.a. auf folgenden Konzepten, die teilweise unterschiedliche Schwerpunkte vertreten (Ellen MacArthur Foundation, 2021b; Rau & Oberhuber, 2018):

- Urban Mining
- Regenerative Design - John T. Lyle (1970)
- Performance Economy - Walter R. Stahel (1976)
- Cradle to Cradle - Michael Braungart und William McDonough (1990)
- Biomimicry - Janine Benyus (1997),
- Blue Economy - Gunter Pauli (2009)
- Ellen MacArthur Foundation (2009)

In dieser Arbeit wurde der Schwerpunkt auf die Denkschulen „Urban Mining“, Cradle-to-Cradle®-Design sowie Ellen MacArthur Foundation gelegt. Die drei Konzepte werden wie folgt definiert.

Urban Mining

Der Begriff „Urban Mining“ betrachtet Städte oder Siedlungen als menschengemachte (anthropogene) Rohstofflager bzw. Zwischennutzung, aus denen etwas Neues entstehen kann. Dabei geht es um die Rückgewinnung von Rohstoffen aus Infrastruktur, Gebäuden, Gütern oder Abfällen. (Heisel & Hebel, 2021; Müller et al., 2017)

Obwohl das Prinzip des Urban Mining schon lange bekannt ist, hat sich der Begriff erst in den letzten Jahren zu einem Modewort entwickelt. Der Prozess der Wiederverwendung bereits verbauter Materialien ist nicht neu. In der Renaissance wurde beispielsweise das Kolosseum in Rom immer wieder als Steinbruch für Stadtpaläste genutzt.

Mit dem Urban-Mining-Ansatz sollen zukünftig Rückbaumaterialien in den Kreislauf zurückgeführt und damit die Abfallströme minimiert werden.

Cradle to Cradle®

Eine Basis neuer Qualitäten bildet das vom deutschen Chemiker M. Braungart und dem US-amerikanischen Architekten W. McDonough in den 1990er Jahren entwickelte Designkonzept Cradle to Cradle® (deutsch: von der Wiege zur

Wiege), kurz C2C. Ähnlich wie der Stofffluss der Natur, in der „Abfall“ im eigentlichen Sinn nicht existiert, richtet sich die Idee des Designkonzeptes auf drei Grundprinzipien (EPEA GmbH – Part of Drees & Sommer, 2021):

1. Abfall ist Nahrung
2. Nutzung erneuerbarer Energien
3. Förderung von Vielfalt

Seit der Einführung des Produktzertifikates „C2C Certified™“ im Jahr 2005 wurden knapp 700 Produkte und ca. 100 Unternehmen ausgezeichnet. (Cradle to Cradle Products Innovation Institute, 2021)

Abb. 2 zeigt die beiden Kreisläufe, biologischer und technischer Kreislauf, in denen Produkte zirkulieren und dessen Inhaltsstoffe chemisch unbedenklich und sortenrein trennbar sind. (EPEA GmbH – Part of Drees & Sommer, 2021)

Ellen MacArthur Foundation

Die britische Seglerin Dame Ellen MacArthur gründete 2009, mit einer Gruppe weltweit führender Unternehmen, die Ellen MacArthur Foundation. Die Stiftung bringt verschiedene Denkschulen zusammen, um gemeinsam eine zirkuläre Wirtschaft zu fördern und CE Prinzipien durch Unternehmensbildung schneller zu verbreiten. Mit dem 2013 entwickelten CE100-Programm wurde eine globale Plattform

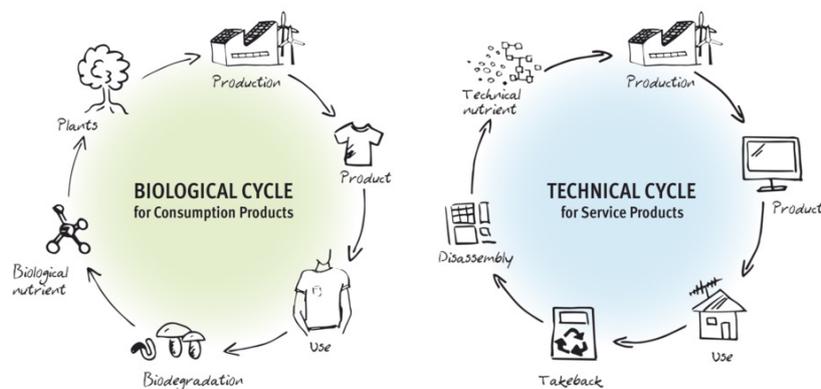


Abb. 2 Biologischer und technischer Kreislauf (EPEA GmbH – Part of Drees & Sommer, 2021)

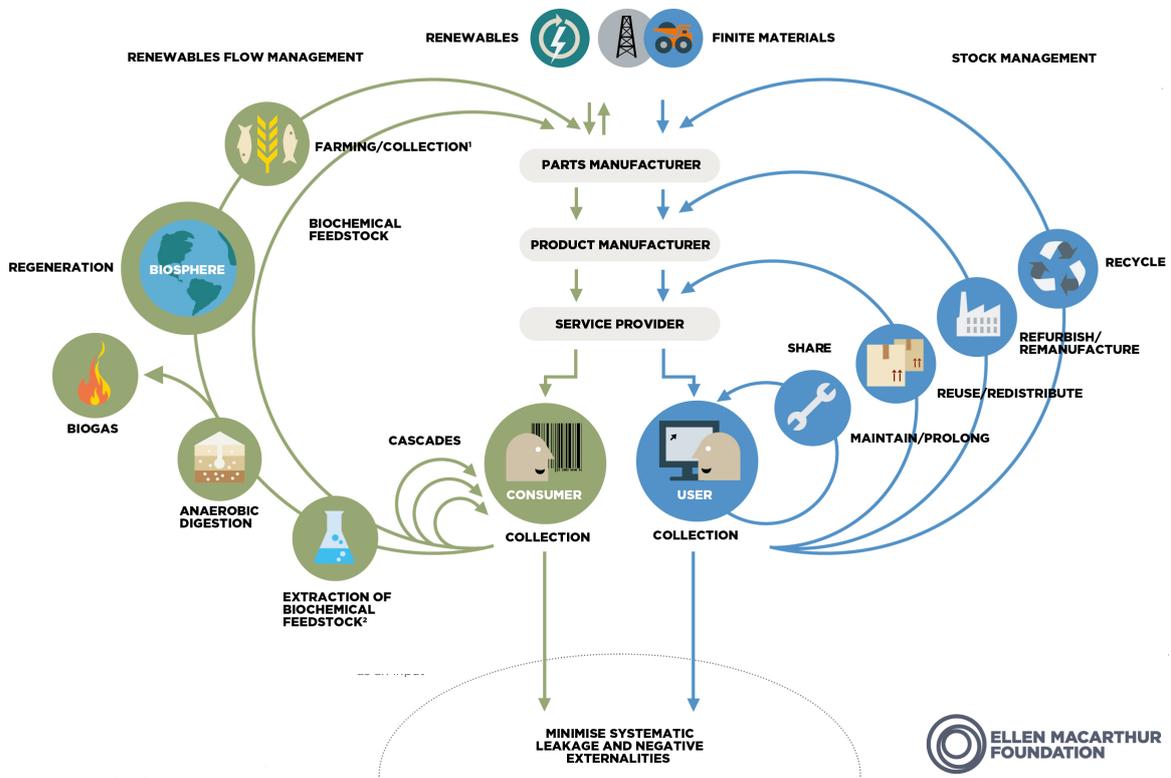


Abb. 3 „circular loop“ (Ellen MacArthur Foundation, 2019)

für mehr als 100 Unternehmen geschaffen, die durch konstruktive Zusammenarbeit die zirkuläre Wirtschaft schneller voranbringen wollen. (Ellen MacArthur Foundation, 2021a) Nach Braungart & McDonough (2008) und Ellen MacArthur Foundation (2015) müssen folgende Elemente in den Kreisläufen berücksichtigt werden (siehe Abb. 3):

1. Es gibt nicht nur den einen „äusseren“ Kreislauf, sondern innerhalb eines Kreislaufes viele kleinere. Hierbei gilt, je kleiner der Kreislauf, desto höher der ökonomische Mehrwert der gesamten Wertschöpfungskette.
2. Produkte im biologischen und technischen Kreislauf müssen immer getrennt bleiben. Künftig sollen Rohstoffe, Wertschöpfungsketten oder Produkte so gestaltet werden, dass sie in den biotischen oder technischen Kreislauf zurückgeführt werden können. Nur so können sie im sogenannten „circular loop“, dem kontinuierlichen Kreislauf, bleiben.

3.3. Zirkuläres Bauen

Immer knapper werdende Ressourcen und der daraus resultierende Wunsch die heutige Wegwerfmentalität abzulehnen, verlangen von der Bauwirtschaft, nicht nur der Mehrfachnutzung und Rezyklierbarkeit von Materialien mehr Beachtung zu schenken, sondern auch alternative Konstruktionen.

Zirkuläre Gebäude werden flexibel und umnutzungsfähig geplant und gebaut. Das ausgewählte Material ist umweltfreundlich, einfach zu demontieren, sortenrein zu trennen und ermöglicht die Führung in einem geschlossenen Kreislauf. Die eingesetzten Materialien werden nicht verbraucht und anschliessend entsorgt, sondern für eine bestimmte Zeit dem Kreislauf entnommen und später wieder zurückgeführt. So werden Gebäude zu langlebigen und wertvollen Rohstofflagern, die nach ihrer Nutzungsdauer die Ressourcen wieder freigeben und so zum Werterhalt der Immobilien beitragen. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von

„Urban Mining“ (siehe Kapitel 3.2.). (Heisel & Hebel, 2021; Hillebrandt et al., 2018)

Heute gibt es sowohl auf internationaler als auch auf nationaler Ebene immer mehr gesunde und zirkuläre Gebäude. Beispiele sind die NEST-Unit „Urban Mining & Recycling“ der EMPA in Dübendorf (CH) (Abb. 4), deren Materialien und Bauteile nach dem Rückbau vollständig

und sortenrein wieder- oder weiterverwendet, recycelt oder kompostiert werden können. Weitere Leuchtturmprojekte sind u.a. das Rathaus in Venlo (NL) welches nach den C2C-Prinzipien gebaut wurde, die K118 Halle in Winterthur (CH) (Abb. 5) wurde aus 70% wiederverwendeten Baumaterialien errichtet und das KREIS-Haus in Feldbach (CH). Dieses Projekt wird in Kapitel 4 näher beschrieben.



Abb. 4 Projekt UMAR (Sobek et al., 2018)



Abb. 5 Projekt K118 (baubüro in situ, 2021)

4. Projekt „Kreis-Haus“

Da wir zukünftig mit viel weniger Materialien für viel mehr Menschen bauen müssen (Sobek, 2018), wird der Kreislaufgedanke auf dem Weg zu einer klimaneutralen Bauweise eine zentrale Rolle einnehmen. Das nachfolgend beschriebene Forschungsprojekt „KEIS-Haus“ Klima- und Ressourcen-Effizientes Suffizienz Haus, welches die Verfasserin während den letzten sechs Monaten begleiten durfte, setzt diesen Gedanken konsequent um.

4.1. Projektbeschreibung

Die ersten Ideen für das KREIS-Haus entstanden 2013 im Rahmen der Bachelorarbeit von Devi Bühler am Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen der ZHAW. In Zusammenarbeit mit dem Architekten und Baubiologen Jörg Watter (oikos & partner) wurde das Gebäudekonzept entwickelt. Dabei wurde versucht, das Prinzip der Zirkularität bis ins Detail und auf kleinstem Raum umzusetzen. Entstanden ist ein neuartiges „Praxislabor“ für kreislauffähiges Bauen und Wohnen. Im temporären Gebäude

werden bis Ende 2022 diversere Bildungs- und Forschungsaktivitäten durchgeführt.

Auf dem Grundstück des Synergy Village in Feldbach steht seit kurzem das 40 m² kleine Forschungsgebäude. Eingesetzt wurden innovative Materialien, die nach dem Rückbau sortenrein getrennt und vollständig wiederwendet bzw. weiterverwertet werden können. Das Haus berücksichtigt zudem die baubiologischen Grundsätze in dem möglichst lokale, natürliche, schadstofffreie und rezyklierte Baumaterialien eingesetzt werden. Ferner kommen verschiedene Ökotechnologien zum Einsatz. So wird sichergestellt, dass Emissionen in Luft, Boden und Wasser minimiert werden und Ressourcenkreisläufe weitgehend geschlossen bleiben. Zugleich wird aufgezeigt, wie auf minimalem Wohnraum mit intelligenten Einrichtungen angenehm und ohne Verzicht auf Komfort gelebt werden kann.

Das modulare Minihaus besteht aus einer

<i>Projektleitung</i>	<i>Devi Bühler, Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen, ZHAW</i>
<i>Architekt/ PL Bau</i>	<i>Jörg Watter, dipl. Architekt ETH/SIA, Baubiologe, Oikos & Partner GmbH</i>
<i>Projektvolumen</i>	<i>480'000 CHF</i>
<i>Bauphase</i>	<i>03.05.2021 – 31.08.2021</i>
<i>Projektlaufzeit</i>	<i>01.01.2020 – 31.12.2022</i>
<i>Projektstandort</i>	<i>Synergy Village, Oberschirmensee 16, 8714 Feldbach ZH</i>

Vollholz-Wohneinheit umhüllt von einem multifunktionalen Wintergarten mit integrierten semi-transparenten Solarmodulen. Dieser ist nicht nur Stromlieferant und bietet zusätzliche Dämmung, sondern zugleich Gemüseproduzent und erweiterter Wohnraum. Die eingebaute Trockentrenntoilette spart Wasser und kann die Nährstoffe aus den Fäkalien wiederverwerten, die durch ein spezielles Verfahren zu Dünger prozessiert werden. Das Regenwasser wird gesammelt und zu Trinkwasser aufbereitet, das Grauwasser gereinigt und zur Bewässerung des Dachgartens verwendet. Auf die Konzepte der Energie- und Wasser-/Nährstoffkreisläufe wird in dieser Arbeit nicht näher eingegangen.

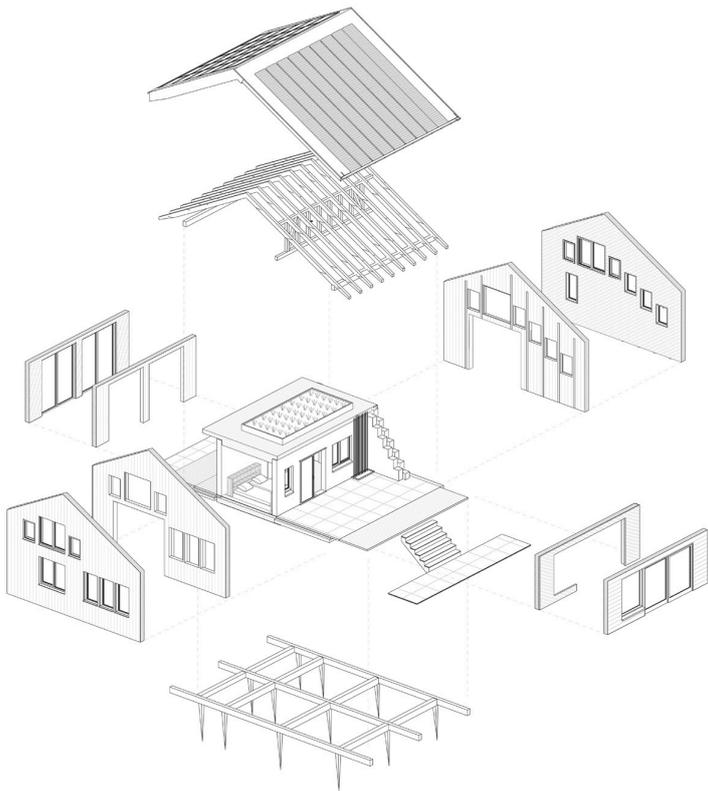


Abb. 6 KREIS-Haus, Konstruktionsaufbau (Bühler, 2021)

Die Themenschwerpunkte des KREIS-Hauses können wie folgt zusammengefasst werden:

- Zirkuläres Bauen
- Bauen nach baubiologischen Grundsätzen
- Klimaneutrales Bauen und Wohnen
- Geschlossene Wasser- und

Nährstoffkreisläufe

- Suffiziente Lebensweise auf reduzierter Wohnfläche
- Benutzererlebnis, Bildung und Sensibilisierung

4.2. Planung und Realisierung

Entwurf

Bereits in der Konzeptions- und frühen Entwurfsphase wurden die Kriterien einer vorwiegend schadstoffarmen, gesundheitsfördernden und recyclinggerechten Bauweise berücksichtigt. Dies erforderte ein grundsätzliches Umdenken in den klassischen Entwurfs- und Planungsprozessen. Nicht nur wurde die Kreislauffähigkeit der Materialien gründlich analysiert, sondern sowohl der Wasser- und Nährstoffkreislauf als auch die Energiekreisläufe in Form von Wärme und Strom.

Ausführungsplanung

Während der Ausführungsplanung wurden die einzelnen Konstruktionen hinsichtlich ihrer Materialwahl, Demontagefähigkeit und Reparaturfreundlichkeit detailliert untersucht und entsprechend optimiert. Bei jedem Bauteil und jeder neu entwickelten Anlage galt es u.a. die Einbausituation, den Unterhalt, die Reparaturfreundlichkeit, Lebensdauer und Trennbarkeit zu hinterfragen und ggf. nach innovativen Lösungen zu suchen. Denn nur ein konsequent in Kreisläufen gedachtes Gebäudekonzept ermöglicht die Wiederverwendung der Ressourcen nach der Nutzungsphase.

Ausführung

Nachfolgend werden ausschliesslich die Ausführungsarbeiten der Bau- und Innenausbaugewerke kurz beschrieben.

Die technischen Einrichtungen werden, aufgrund des Umfangs der Projektarbeit, nicht berücksichtigt.

Anfang Mai 2021 begann der Bau mit dem Bodenaushub für die Schraubfundamente. Der Aushub wurde später für die Gestaltung der Gebäudeumgebung mit biodiversitätsfördernden Strukturen und Pflanzen genutzt. Errichtet wurde das Haus auf Schraubfundamenten, die eine Fundamentierung ohne Flächenversiegelung ermöglichen. Zudem können diese einfach zurückgebaut und wiederverwendet werden.

Die Wohneinheit wurde innerhalb eines Tages vollständig zusammengebaut. Sie besteht



Abb. 7: KREIS-Haus, Montage Wohneinheit, 02.06.2021
(Eigene Aufnahme)

aus vorproduzierten Vollholzelementen aus naturbelassenem Massivholz, die mittels einer Holz-Dübel-Technik miteinander verbunden wurden. Das dafür benötigte Holz stammt aus Appenzeller Wäldern. Die Wände des Wintergartens wurden als Holz-Balkenkonstruktion ausgestaltet, die schadstofffrei ist und formaldehydfrei verleimt wurde.

Anhand von vier verschiedenen Fassaden sollen unterschiedliche Fassadengestaltungen



Abb. 8: KREIS-Haus, Innenausbau Wohneinheit, 02.06.2021
(Eigene Aufnahme)

im Holzbau aufgezeigt werden. Im Westen wurde eine Schindelfassade nach traditioneller Bauweise erstellt. Um die Langlebigkeit zu erhöhen, wurden die Schindeln werkseitig mit Leinöl behandelt. Im Norden und Süden wurden zwei verschiedene hinterlüftete Holzfassaden erstellt. Auf der Ostseite wurde ein Aufbau aus Kalkputz und Naturmaterialien realisiert. Aus wiederverwendeten Feinsteinzeug-Bodenplatten wurden Fenstersimse zugeschnitten und an der Ostseite montiert.

Es wurden nicht nur neue 3-fach verglaste und Minergie-P zertifizierte Holz-Metall-Fenster aus Mondholz eingebaut, sondern auch wiederverwendete Holz-Fenster und Türen auf der Südseite des KREIS-Hauses eingesetzt, die unweit aus einem Abbruch stammten.

Bei der Dämmung wurden ausschliesslich Naturmaterialien ausgewählt. Die Aussenwände wurden mit Dämmmatten aus Hanffasern verkleidet. Für die Böden wurden Holzfaserdämmplatten und Korkdämmstoffgranulat - aus in der Schweiz rezyklierten Korkzapfen - verwendet.



Abb. 9 KREIS-Haus, West-Fassade, 08.07.2021
(Eigene Aufnahme)

Die Innenwände und -decken wurden teilweise mit Lehmplatten verkleidet und mit Lehm verputzt. Dadurch konnte ein angenehmes und gesundes Innenraumklima geschaffen werden. Im Bad wurde die Dusche mit Platten aus rezykliertem Kunststoff wie z.B. Schneidebrettern, Vorratsbehältern oder Yoghurtbechern verkleidet. Dadurch konnte auf eine Verfliesung verzichtet werden und der Einsatz von Kleb- und Dichtstoffen auf ein Minimum reduziert werden.

Für den Bodenbelag wurden unterschiedliche Sekundärmaterialien genutzt. So konnte das Klickparkett aus einem Bürogebäude im Wohnraum wieder eingesetzt werden. Im Wintergarten wurden Feinsteinzeug-Platten aus Rest- und Ausschussmaterial direkt auf die druckfesten Holzfaserdämmplatten aufgelegt. Für den Fussbodenbelag und das Waschbecken im Bad wurden Glaskeramikplatten aus rezyklierten zerkleinerten Glasscherben eingesetzt.

Die Möbel sind alle platzsparend und multi-funktional. Das massgefertigte Bett besteht aus natürlichen und nachwachsenden Rohstoffen. Für die multi-funktionale Sitzgelegenheit im Wintergarten wurden Holzplatten, Altholz eines

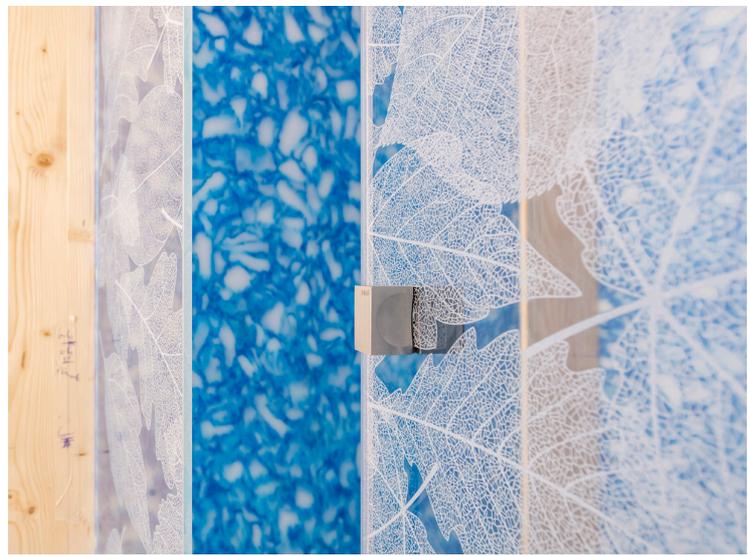


Abb. 10: KREIS-Haus, Bad Recyclingplatte, 04.09.2021
(Eigene Aufnahme)

Abbruchs auf dem Gelände sowie Platten aus recyceltem Plastik verwendet.

Während der viermonatigen Bauphase wurde das Team immer wieder vor neue Herausforderungen gestellt. Mit den Unternehmern wurden kreative Lösungen erarbeitet um innovative Materialien bzw. neu entwickelte Bauteile (ohne bestehende Montageanleitung) kreislauffähig einzubauen. Auf der Baustelle arbeiteten nicht nur Handwerker, sondern auch Laien. Dies erforderte zwar eine zusätzliche Koordination der Projektleitung, zeigte jedoch auch die grosse Wissbegierde der Freiwilligen und das Interesse bei einem zirkulären Gebäude mitzuwirken.



Abb. 11: KREIS-Haus, Wintergarten Möbel, 04.09.2021
(Eigene Aufnahme)

4.3. Material-und Bauteilanalyse

Die Bewertung, der im KREIS-Haus eingesetzten Materialien und Bauteile, erfolgt mit dem Bewertungsinstrument „Circular Economy Index (CEI)“. Die Verfasserin hat dieses Tool 2017 im Rahmen ihrer Masterarbeit an der Frankfurt University of Applied Sciences entwickelt und ein Jahr später am internationalen Kongress PLEA «Passive and Low-Energy Architecture» vorgestellt. Die Praxistauglichkeit wurde bisher nur innerhalb der Masterarbeit von Wodaschik (2019) an der Technischen Universität München getestet .

Vorstellung Bewertungstool CEI

Bei dem Circular Economy Index „CEI“ wird nicht nur die Materialbestimmung des C2C Denkansatzes berücksichtigt, sondern vielmehr folgende Kriterien bewertet:

1. Gebäude Gliederungsebene:

Baustoffe, Bauteile, Baugruppen.

2. Materialwahl:

Rohstoff, Schadstofffreiheit, lokale Herkunft, Kreislauffähigkeit.

3. Konstruktion eines Gebäudes:

Fügung, Demontierbarkeit Rohbau & Innenausbau.

Jedes Kriterium wird gleich gewichtet, wobei die Punktvergabe prozentual erfolgt und von 0% (Minimum) bis 100% (Maximum) bewertet wird. Durch den genauen Rahmen soll den Planern die Bewertung vereinfacht werden. Die Kriterien werden wie folgt definiert:

MATERIALEBENE (Schicht)



Rohstoffe

100% = NaWaRo oder mineralisch

0% = fossile Rohstoff, keine NaWaRo oder mineralisch



Schadstofffreiheit

100% = Keine umwelt- und gesundheitsschädlichen Inhaltsstoffe, naturbelassen

0% = krebserregende Inhaltsstoffe



Lokale Herkunft

100% = regionaler Raum (Kanton, Grossregion), < 100 km von Baustelle

0% = Ausserhalb Europa



Kreislauffähigkeit

100% = Wiederverwendung (ohne etwas zu ändern)

0% = Deponierung (ohne)

BAUTEILEBENE (Konstruktion)



Demontierbarkeit (Rohbau)

100% = Ohne Schädigung der Fügeteile lösbar

0% = Können nicht voneinander getrennt werden



Demontierbarkeit (Innenausbau)

100% = Ohne Schädigung der Fügeteile lösbar

0% = Können nicht voneinander getrennt werden

Die Auswertung erfolgt mittels eines „Spinnennetzdiagramms“, das auf einen Blick erkennen lässt, inwieweit ein Bauteil oder ein komplettes Gebäude zirkulär ist und den Ansätzen der Circular Economy entspricht.

Aufgrund des Umfangs dieser Projektarbeit, mit Schwerpunkt auf der Entwicklung und Durchführung eines Workshops zum zirkulären Bauen, wird nachfolgend ein Bauteil näher analysiert und bewertet. Für die Bewertung wurde der Bodenaufbau im Bad gewählt, da dieser innovative Lösungsvorschläge bringt.

Die Frage „Wie kreislauffähig ist das KREIS-Haus?“ kann erst nach einer vollständigen Gebäudebewertung beantwortet werden. Die Verfasserin wird sich dem in Q4 2021 widmen.

Konstruktion Bodenplatte Bad

Für die Bodenplatte wurden hauptsächlich Baustoffe aus nachwachsenden Rohstoffen und Sekundärmaterial eingesetzt. Auf das Schraubfundament wurde ein Deckenelement aus kreuzweise geschichteten Brettlagen aufgelegt, dessen Aussen- und Innenseite

werkseitig mit Holzfaserdämmung verschraubt bzw. eingelegt wurde. Der Bodenbelag besteht

aus einer Recyclingglasplatte. Der Aufbau ist Abb. 12 zu entnehmen.

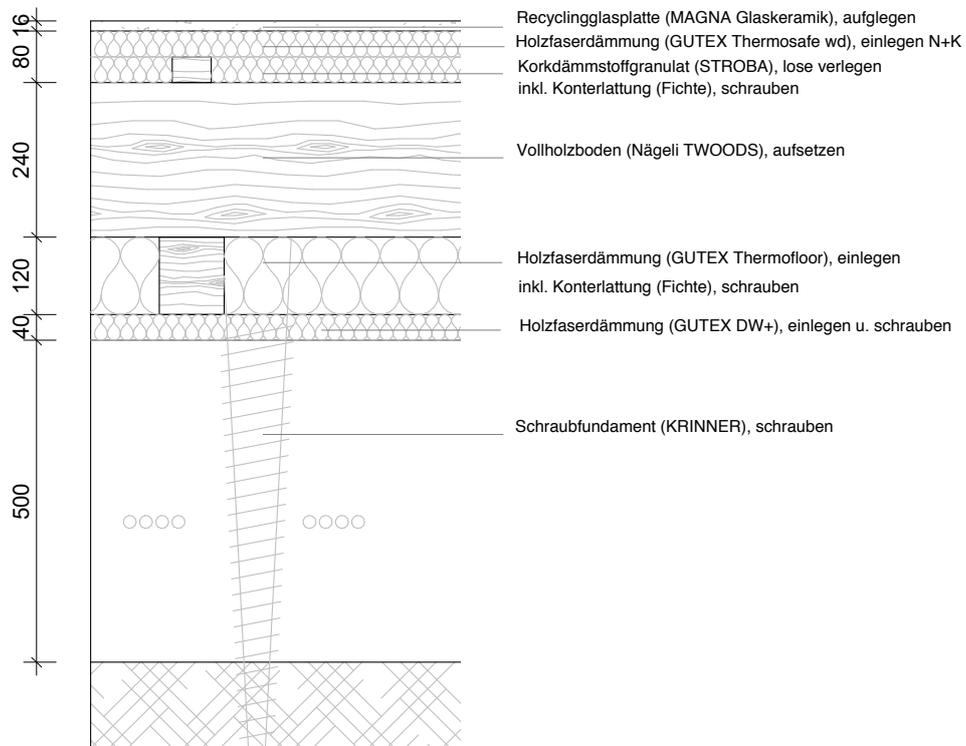


Abb. 12: Vertikalschnitt Bodenplatte Bad (Eigene Darstellung)

Bewertung Bodenplatte Bad

Die Konstruktion zeigt eine Minimierung der Materialvielfalt. Insgesamt wurden vier verschiedene Rohstoffe eingesetzt: Holz, rezykliertes Glas, Kork und Stahl.

Die Auswertung in Abb. 13 belegt, dass fünf von sechs Kriterien einen Wert von über 93% erreichen. Durch die geschickte Materialwahl und Fügetechnik konnte eine schadstofffreie und zu 100% kreislauffähige Konstruktion aus überwiegend regionalen Baustoffen realisiert werden. Lediglich das Kriterium „Rohstoffe“ wurde mit 91% bewertet. Um eine maximale Bewertung zu erreichen, muss das Material aus mehr als 99% nachwachsenden Rohstoffen bestehen oder über 50% Sekundärrohstoffen mit einem Restanteil an NawaRo bzw. mineralischen Rohstoffen enthalten. Zur Herstellung von Holzfaserdämmplatten werden ca. 96% Holzfasern, aber auch ein geringer Anteil an Zuschlagsstoffen (aus fossilen Rohstoffen) verwendet. Daher erreicht dieses Kriterium nicht die maximale Bewertung. Die

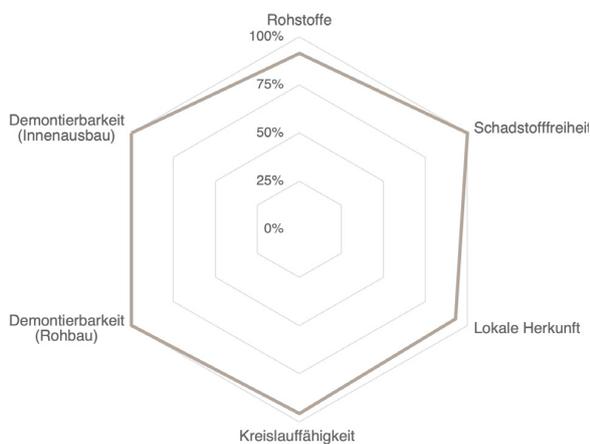


Abb. 13: Spinnennetzdiagramm, Bodenplatte Bad

vollständige Bewertung der eingesetzten Materialien ist dem im Anhang 1 zu entnehmen.

Gerade im Nassbereich wird oftmals ein Fliesenbelag auf den Estrich geklebt, der sich nur schwer von der darunterliegenden Trittschalldämmung lösen lässt. Das hier analysierte Beispiel zeigt in Abb. 14 eine mögliche zerlegbare Konstruktionsalternative.

Anhand des CEI lässt sich fortan die Circular Economy in der Architektur prüfen. Die einfache und übersichtliche Handhabung sowie ein möglichst geringer Aufwand, ermöglichen zudem ein schnelles Ergebnis. Gleichzeitig lassen sich damit frühzeitig mögliche Stellschrauben erkennen und Optimierungsmassnahmen durchführen.



Abb. 14: KREIS-Haus, Bad Bodenplatte, 23.08.2021 (Eigene Aufnahme)

5. Workshop „Zirkuläres Bauen – Neue Denkansätze erleben“

Damit der nachhaltige Wandel in der Baubranche vorangetrieben werden kann, sind alle Akteure der Bauindustrie gefragt mitzumachen. Aspekte, um auf die Defizite und Potentiale einer zukunftsorientierten Bauweise aufmerksam zu machen, können u.a. sein: Fachartikel, Konferenzen, Weiterbildungen oder auch interaktive Workshops.

In diesem Kapitel wird ein Workshop zum Thema „Zirkuläres Bauen“ vorgestellt, der im Rahmen der vorliegenden Arbeit entwickelt und als Testlauf durchgeführt wurde. Als erstes werden die Ziele und die Workshop-Gestaltung definiert, bevor die einzelnen Schritte zur Entwicklung des Workshops beschrieben werden. Im Anschluss wird der Testlauf kurz zusammengefasst, mitsamt den daraus resultierenden Erkenntnissen. Da die Entwicklung des Workshops noch nicht abgeschlossen ist, wird auf die Inhalte mit den detaillierten Aufgaben bzw. Lösungen nicht weiter eingegangen.

5.1. Definition Workshop

Bei einem Workshop setzen sich die Teilnehmer, ausserhalb ihrer gewohnten Routinearbeit, in kleinen Gruppen intensiv mit einer bestimmten Thematik auseinander. Das Arbeitstreffen ist zeitlich begrenzt und wird von Experten moderiert. Die gemeinsam erarbeiteten Ergebnisse sollen dabei in die reale Arbeitswelt

einfließen und die Grundsätze des Themas Wirkung im geschäftlichen Umfeld zeigen. (Lipp & Will, 2008)

5.2. Workshop Ziele

Ziel dieses Workshops ist es, das Interesse vieler Fachpersonen aus der Bauindustrie für die Thematik zu wecken, Wissen zu vermitteln und das Bewusstsein für zukunftsorientierte Bauweisen zu schärfen. Wichtig dabei ist, dass nicht nur Theorie, sondern auch die handwerkliche Ausführung vermittelt wird. Das realisierte KREIS-Haus soll ferner aufzeigen, dass eine zirkuläre und gesunde Bauweise realisierbar ist. Der didaktische Lehrpfad soll die Teilnehmenden motivieren und befähigen, den Kreislaufgedanken weiterzudenken.

Der Workshop soll folgende Themen weiter vertiefen:

- Materialökologie: Baumaterialien (insbesondere Naturbaustoffe), Stoffkreisläufe, Rezyklierbarkeit, Schadstofffreiheit, minimaler Rohstoffbedarf, Langlebigkeit der eingesetzten Materialien.
- Kreislauffähige Konstruktionen: Recyclinggerechte Baustoffwahl, Verbindungstechniken, Wiederverwendbarkeit von Baustoffen und Komponenten, Sortenreinheit, Trennbarkeit und Flexibilität des gesamten Bauteils.
- Zirkuläre Gebäude: gebaute Beispiele wie

z.B. das KREIS-Haus.

Die Durchführung eines Test-Workshops bietet der Verfasserin die Möglichkeit potentielle Hürden zu identifizieren, um basierend darauf zukünftige Workshops zu optimieren.

5.3. Workshop-Gestaltung

Methodik

Für die Entwicklung und Durchführung des Workshops war zunächst die Einarbeitung in die Thematik der Workshop Organisation relevant. Hierzu wurden die Bücher von Lipp & Will (2008) und Oberholzer et al. (2018) zu Rate gezogen. Zudem wurden auch die Methoden des Design Thinking gemäss Brenner & Uebnicker (2015) betrachtet.

Auf Basis der theoretischen Grundlagen aus den Kapiteln 2 und 3 sowie der Material- und Konstruktionsanalyse des KREIS-Hauses in Kapitel 4, wurden von der Verfasserin hier erste Ideen für die Workshop Gestaltung gesammelt.

Durch das Anwenden der 6W-Methode (Brenner & Uebnicker, 2015) konnten grundlegende Fragen (Wer? Warum? Was? Wann? Wo? Wie?) beantwortet und die Kernelemente des Workshops identifiziert werden.

Kernelemente Workshop

1. Wer sind die Teilnehmer?

Fachpersonen aus der Baubranche (Bauherr*innen, Fachplaner*innen, Bauleiter*innen, Handwerker*innen, , etc.). Die Teilnehmenden brauchen keine Fachkenntnisse über das kreislauffähige Bauen. Der Workshop ist für 9-12 Teilnehmer ausgelegt.

2. Warum braucht es einen Workshop?

Der Workshop soll die Teilnehmenden über das kreislauffähige Bauen sensibilisieren, den Austausch mit neuen Baufachleuten fördern und zudem motivieren, mit neuen Denkansätzen zu experimentieren. Ferner soll die gesunde und zirkuläre Bauweise anhand des realisierten KREIS-Hauses demonstriert werden.

3. Was wird für den Workshop gebraucht?

Es müssen etliche Vorbereitungen für einen Workshop getroffen werden. Nachstehend werden alle für die Organisation notwendigen Punkte stichwortartig aufgeführt:

Vorträge:

- Brainstorming zum Thema "Zirkuläres Bauen - Neue Denkansätze erleben" und Recherchearbeit.
- Inhalte für Fachvorträge klären: Herausforderungen, Definitionen, Beispiele aus der Praxis, Umsetzung KREIS-Haus, etc.
- Klärung, welches Wissen die Teilnehmer bereits mitbringen um die Vertiefungspunkte der Präsentation besser zu beurteilen und welche Informationen sie benötigen um die Aufgaben lösen zu können.

Aufgaben / Diskussionsrunde:

- Auswahl geeigneter Handmuster. Dabei kann es sich um Materialien des KREIS-Hauses aus nachwachsenden Rohstoffen wie z.B. Korkdämmstoffgranulat, Jutegewebe oder Hanfdämmung, aber auch Recyclingmaterial wie z.B. Glaskeramikplatten handeln. Interessant könnten aber auch die Analyse konventioneller Baustoffe u.a. Gipskartonplatten, Mineralwollendämmung oder lösemittelhaltige Lacke sein.
- Entwicklung Themenschwerpunkte für Arbeitsgruppen, z.B. neue Materialien

und den Kreislaufgedanken kennenlernen, Konstruktionen analysieren im Hinblick auf Materialwahl und Fügetechnik, kreislauffähige Bauteile entwerfen.

- Im Vorfeld jede Aufgabe prüfen und nach passenden Lösungen suchen. Dadurch lässt sich feststellen, ob noch eigenes Know-how fehlt bzw. wie schwierig die Aufgabe ist.
- Diskussionen zu den „Key Messages“ wie z.B. die wichtigsten Denkansätze zum zirkulären Bauen, Baubiologische Grundsätze, geschlossene Kreisläufe, etc.

Arbeitsmittel:

- Präsentation: Beamer, Laptop, Lautsprecher, Stühle.
- Gruppenarbeit: Stellwände, Erstellung der Aufgabenblätter durch die Verfasserin, Blätter für Notizen, Post-Its, Stifte, Fachliteratur für Recherche.
- Diskussion im Plenum: ausreichend Platz, Diskussion im Stehen oder Sitzen.

4. Wie soll der Workshop ablaufen?

Im Workshop sollen unterschiedliche Aspekte des zirkulären Bauens vermittelt werden. Dabei werden insbesondere Materialkreisläufe und zirkuläre Konstruktionen betrachtet, aber auch der Austausch unter den Teilnehmern gefördert. Dazu eignen sich u.a. Vorträge, Arbeitsgruppen, Plenumsdiskussionen, Pausen, usw. Nachfolgend werden die Schwerpunkte mit den verschiedenen Techniken aufgelistet:

- Vorträge: Hintergrundwissen zur Circular Economy, Fachbegriffe, umgesetzte Beispiele zirkulärer Konstruktionen und Gebäude.
- Handmuster identifizieren: neue innovative (Natur-)Baustoffe.
- Gruppenarbeiten und interaktives Arbeiten: Baumaterialien besser kennenlernen

(Rohstoffe, Kreisläufe, etc.), Konstruktionen analysieren und kreislauffähig entwickeln.

- Diskussionen im Plenum: Aufgaben und Lösungen gemeinsam besprechen, Fragen klären.
- Pausen: für Austausch und Networking.
- Führung: Besichtigung des KREIS-Hauses.

Generell sollen Handlungskompetenzen und neue Denkweisen für die Planung zirkulärer Gebäude vermittelt werden. Darüber hinaus sollen sich die Teilnehmer sorgfältig mit den Materialien und Fügetechniken auseinandersetzen.

5. Wann soll der Workshop stattfinden?

Das Probe-Arbeitstreffen sollte min. 3 Wochen vor dem Abgabedatum dieser Projektarbeit (20.09.2021) stattfinden, damit genügend Zeit zum Einarbeiten der Ergebnisse bleibt. Nach Abstimmungen mit dem KREIS-Haus Team und Terminumfragen bei diversen Baufachleuten aus dem Freundeskreis der Verfasserin, konnte sich auf den 27.08.2021 geeinigt werden.

6. Wo soll der Workshop durchgeführt werden?

Der Workshop soll vor Ort stattfinden, nicht digital. Für den Workshop wird der Autorin das gesamte Gelände des Synergie-Village zur Verfügung gestellt. Die Vorträge, Gruppenarbeiten und Diskussionen können in der Scheune gehalten werden. Bei gutem Wetter eignet sich auch die Terrasse.

5.4. Workshop Vorbereitungen

In den nächsten Abschnitten werden die Workshop Vorbereitungen kurz erläutert.



Abb. 15: Handmuster (Eigene Darstellung)

Anmeldung

Interessierte Baufachleute konnten sich ab dem 03.08.2021 via E-Mail für den Workshop anmelden. Insgesamt haben sich 8 Personen angemeldet.

Anmeldebestätigung & Programm

Eine Woche vor dem Workshop erhielten die Teilnehmenden den genauen Ablauf und allgemeine Informationen zum Workshop.

Namensschilder

Jeder Teilnehmender erhält ein auf Recyclingpapier gedrucktes Namensschild das er mit einer Wäscheklammer an seiner Kleidung befestigt. Am Ende des Workshops sollen die Wäscheklammern wieder zurückgegeben und für weitere Workshops genutzt werden. So nehmen auch die Namensschilder den Kreislaufgedanken auf.

Aufgaben 1 & 2

Den grössten Aufwand stellte die Entwicklung der beiden Aufgabenmodule dar. Nachdem die Schwerpunkte vorher festgelegt wurden, mussten nun geeignete Fragen entwickelt werden, um entsprechendes Wissen zu vermitteln.

In der ersten Aufgabe sollen die Teilnehmer neue Materialien kennenlernen (siehe Abb. 15), analysieren und sich in der zweiten

Aufgabe mit der Konstruktion und Fügetechnik auseinandersetzen.

Für die Vorbereitung der 2. Aufgabenstellung wurden Konstruktionen aus dem KREIS-Haus ausgewählt. Dazu lagen der Verfasserin nur Ausführungspläne im Massstab 1:50 vor. Trotzdem konnten für den Vortrag „zirkuläre Konstruktionen“ drei spannende Details aus dem Forschungsprojekt ausgewählt, näher analysiert und im Massstab 1:10 gezeichnet werden. Aufgrund der regelmässigen Baustellenbegehungen und dem Mitarbeiten auf der Baustelle, konnte die Verfasserin den Bauprozess fotografisch dokumentieren und sich über die vergangenen Monate mit der Bauweise auseinandersetzen. Auch die konventionellen Konstruktionen wurden durch die Verfasserin gezeichnet und beschriftet. Sie bildeten die Basis für die Arbeitsgruppe 2 „zirkuläre Konstruktionen“. Zudem wurden verschiedene Fügetechniken

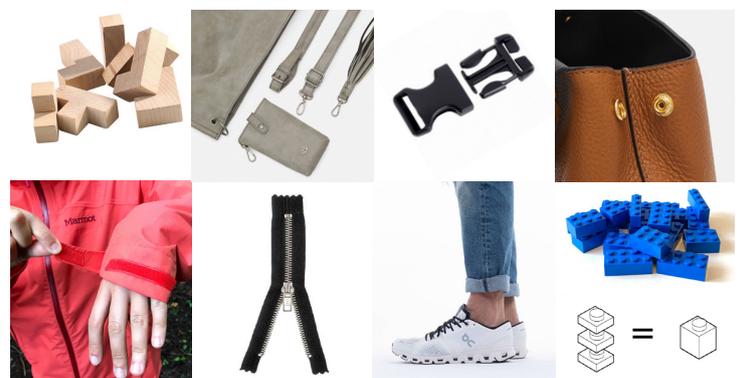


Abb. 16: Collage Fügetechniken (eigene Darstellung)

aus anderen Wirtschaftszweigen ausgewählt, um den Teilnehmenden als Inspiration für die Entwicklung eines kreislauffähigen Bauteils zu dienen. (siehe Abb. 16)

Präsentationen

Die Erstellung der Vorträge stellte sich als sehr zeitintensiv heraus. Zuerst musste geklärt werden, wie den Teilnehmenden das Fachwissen vermittelt wird und welchen Input es braucht, um die Aufgaben zu lösen. Dafür waren zum einen weitere Rechercharbeiten zu diversen Themen notwendig, zum anderen musste sichergestellt werden, dass die Teilnehmenden für die Aufgaben ausreichend Hintergrundinformationen erhalten, neue Denkansätze gesehen und weitere Massnahmen kennen gelernt haben. Die folgenden Folienausschnitte (Abb. 17 und 18) geben einen Einblick in die Inhalte.

Moderation

Der Workshop wurde durch die Verfasserin dieser Arbeit moderiert. Daher war es wichtig, den ganzen Workshop im Vorfeld durchzuspielen und sich ausreichend zu informieren.

Feedbackformular erstellen

Damit am Ende des Workshops auch das Feedback der Teilnehmenden in zukünftige Workshops einfließen kann, wurden 11 Fragen in einem Online-Feedbackformular vorbereitet.

5.5. Pilot-Workshop Durchführung

Der Pilotworkshop „Zirkuläres Bauen – Neue Denkansätze erleben“ fand am 27. August 2021 von 13.30 Uhr bis 18.00 Uhr auf dem Gelände des Synergy Village in Feldbach statt. Am Workshop nahmen 8 Teilnehmer*innen aus der Baubranche (Architekt, Schreiner,

MATERIALAUSWAHL PRÜFEN



Abb. 17: Folie - Materialprüfung

1 Bodenplatte - Detail



Abb. 18: Folie - Analyse Konstruktionen KREIS-Haus

Energie- und Umweltingenieur) teil. Der Fokus des Workshops lag einerseits auf den beiden Themen Materialkreisläufe und zirkuläre Konstruktionen, aber auch auf dem gegenseitigen Kennenlernen.

Der Ablauf des Workshops gliedert sich in vier Phasen (Oberholzer et al., 2017):

1. Ankunft
2. Begrüssung
3. Arbeitsphase
4. Abschlussfeedback

Geplanter Ablauf

Ab 13.15 h	Eintreffen vor dem KREIS-Haus, Registrierung
13.30 – 13.45 h	Begrüssung & Einführung
13.45 – 14.50 h	Vortrag 1 & Arbeitsgruppe 1 „Materialkreisläufe“
14.50 – 15.15 h	Pause
15.15 – 16.30 h	Vortrag 2 & Arbeitsgruppe 2 „Zirkuläre Konstruktionen“
16.30 – 16.45 h	Vortrag 3 „Zirkuläre Gebäude“
16.45 – 17.00 h	Pause
17.00 – 17.30 h	Besuch KREIS-Haus
17.30 – 17.45 h	Fazit mit anschliessender Diskussion
17.45 – 18.00 h	Abschluss (Feedbackrunde)

Begrüssung

Zu Beginn gab es eine Fragerunde über

Naturbaustoffe und kreislauffähiges Bauen. Ziel war es herauszufinden, welchen Wissenstand die Teilnehmer*innen zu diesen Themenbereichen bereits mitbringen. Es stellte sich heraus, dass ca. die Hälfte der Teilnehmenden bereits erste Erfahrungen mit zirkulärem Bauen gemacht und schon von Circular Economy gehört hatten. Die genaue Umsetzung der Prinzipien war jedoch für die meisten Teilnehmenden neu.

Einführung

Neben einem allgemeinen Einstiegsfilm wurde auf die aktuelle Abfallproblematik aufmerksam gemacht und erläutert, warum gesunde nachhaltige Gebäude Zukunftspotential haben. Anschliessend wurde via menti.com live eine Umfrage gestartet: „Welche Erwartungen hast Du an den heutigen Workshop?“. Die Ergebnisse sind in Abb. 19 zu entnehmen.



Abb. 19: Erwartungen der Teilnehmenden an den Workshop (Stand: 27.08.2021)

Vortrag 1 „Materialkreisläufe“

Der Vortrag gab den Teilnehmenden ein allgemeines Verständnis, warum heutige Immobilien gesund und kreislauffähig sein müssen. Zudem wurden Fachbegriffe rund um Materialkreisläufe definiert und die erste Aufgabe vorgestellt.

Arbeitsgruppe 1 „Materialkreisläufe“

Für diese Aufgabe wurde die Methode



Abb. 20: 1. Vortrag (Eigene Aufnahme)

„Stationengespräche“ angewendet. Die Teilnehmer wurden in drei Gruppen eingeteilt und auf drei Stationen verteilt. Bei jeder Station gab es eine andere impulsgebende Frage zum Thema „Materialkreisläufe“. Pro Station galt es innerhalb von 7 Minuten die Fragen zu beantworten, bevor es zur nächsten Station weiterging. Bei jeder Rotation kamen neue Ergebnisse hinzu.

Ziel dieser Aufgabe bestand darin, dass sich

Abb. 21: Diskussion im Plenum (Eigene Aufnahme)

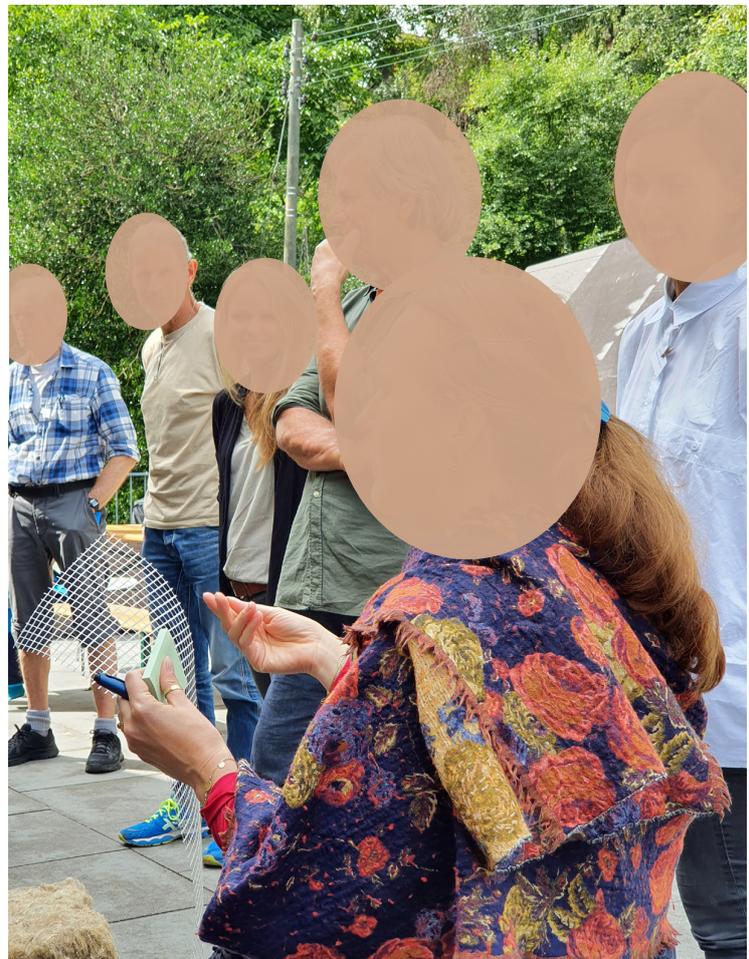




Abb. 22: Gruppe 2 (Eigene Aufnahme)

die Teilnehmer jeder Gruppe mit verschiedenen Baustoffen beschäftigen konnten. An den drei Stationen galt es, die Materialherkunft, den Einsatzbereich, aber auch mögliche Schadstoffe und den Stoffkreislauf zu hinterfragen. Im Plenum wurden die drei Stationen gemeinsam geprüft und diskutiert.

Pausen

Die Pausen wurden intensiv zum Austausch genutzt.

Vorträge 2 & 3 „Zirkuläre Konstruktionen und Gebäude“

Im zweiten Vortrag wurde der Begriff „Zirkuläres Bauen“ gemeinsam definiert (siehe Abb. 24) und das Modell von der linearen zur zirkulären Wirtschaft erläutert. Nach der Diskussionsrunde ging die Moderatorin im



Abb. 24: Definition „Zirkuläres Bauen“ im Plenum



Abb. 23: Diskussion im Plenum (Jörg Watter)

Detail auf die Ausführung des KREIS-Hauses ein und erläuterte, warum das Projekt zu Recht als gesund und kreislauffähig bewertet wurde. Weitere Leuchtturmprojekte wurden vorgestellt, sowie anschließend eine Zusammenfassung relevanter Massnahmen für die Planung zirkulärer Gebäude erstellt.

Arbeitsgruppe 2 „Zirkuläre Konstruktionen“

Ziel dieser Aufgabe war es zuerst die Bauteilschichten einer konventionellen



Abb. 25: Ergebnisse Aufgabe 2 (Eigene Aufnahme)



Abb. 26: Gruppe 1 (Eigene Aufnahme)

Konstruktion zu bewerten, bevor darauf aufbauend ein kreislaufgerechtes Bauteil entwickelt werden konnte.

Besichtigung KREIS-Haus

Am Ende des Nachmittags wurde den Teilnehmenden eine Führung durch das KREIS-Haus angeboten und der Workshop anschliessend durch die Moderation zusammengefasst und verabschiedet.

5.6. Workshop Erkenntnisse

Selbstreflexion

Der ausgewählte Ort kam gut bei den Teilnehmenden an. Das Programm konnte wie geplant durchgeführt werden, war zeitlich jedoch zu kurz. Da wir bereits mit 10 min. Verspätung begonnen hatten, geriet die Agenda gleich zu Beginn in Verzug. Die Vorträge vermittelten den Teilnehmenden wichtiges Hintergrundwissen zur Bewältigung der Aufgaben. Der 3. Vortrag „Zirkuläre Konstruktionen“ hätte ausführlicher und länger sein können. Schlussendlich reichte die Zeit nicht mehr aus, um die innovativen Füge-techniken und Massnahmen für kreislauffähiges Bauen vorzustellen. Generell wurden die Aufgabenstellungen schnell verstanden, die Bearbeitungsdauer war ausreichend und der Schwierigkeitsgrad



Abb. 27: Plenum (Eigene Aufnahme)

angemessen. Die 2. Aufgabe könnte noch überarbeitet werden, damit die Teilnehmenden die Möglichkeit haben, weitere Denkansätze auszuprobieren. Besonders gut haben der Verfasserin die Diskussionsrunden im Plenum und die daraus resultierenden Ergebnisse gefallen. Diese waren sehr spannend und aufschlussreich, und alle Teilnehmer konnten sich einbringen. Hier ist der Verfasserin insbesondere der Diskussionsbedarf aufgefallen, für den in künftigen Workshops mehr Zeit eingeplant werden wird. Die Stimmung während des Workshops war stets positiv, die Atmosphäre locker, das Programm abwechslungsreich und die Motivation sämtlicher Teilnehmenden gross.

Die Verfasserin ist insgesamt sehr zufrieden mit dem Ablauf und den Ergebnissen des Pilotworkshops und hat ihre persönlichen Ziele (siehe Kapitel 5.2.) erreicht.

Feedback der Teilnehmenden

Die persönlichen Rückmeldungen und Umfrageergebnisse zeigen, dass bei fast allen Teilnehmenden die Erwartungen erfüllt wurden und die Aufgaben für die meisten genau richtig waren. Die Dauer des Workshops fanden 50% genau richtig und 50% zu kurz. Besonders gut haben den

Teilnehmenden u.a. das abwechslungsreiche Programm, die Grundstimmung, der Austausch untereinander, das Kennenlernen neuer Materialien sowie die Diskussionsrunden gefallen. Verbesserungsvorschläge gab es zur Aufgabenstellung und zu mehr Erfahrungsaustausch. Darüber hinaus wünschte sich die Mehrzahl der Workshop-Teilnehmer einen Leitfaden zum zirkulären Bauen und ggf. ein Resümee des Workshops. Es stellte sich zudem heraus, dass alle Teilnehmenden an weiteren Workshops Interesse hätten. Folgende Schwerpunkte wurden genannt: Abschätzung von Nutzen/Kosten, Gebäudeflexibilität, Sanierungsansätze, modulares Bauen, Lebenszyklusanalyse ökologischer Baustoffe, Materialien verarbeiten.

Die Auswertung sämtlicher Feedbacks ist dem Anhang 2 zu entnehmen.

Fazit und Erkenntnisse

Basierend auf der Selbstreflexion und den Rückmeldungen der Teilnehmenden kommt die Verfasserin zu folgenden Erkenntnissen:

- Dauer des Workshops verlängern (ca. 7 Std.) und Ablauf entsprechend anpassen
- Zeitmanagement immer im Auge behalten
- Aufgabenstellung präziser formulieren
- Weniger Fragestellungen in Aufgabe 2 „Zirkuläre Konstruktionen“ und dafür mehr Zeit für die Entwicklung eines kreislauffähigen Details
- Mehr Raum für Diskussionen im Plenum und den Austausch unter den Teilnehmenden lassen
- Rückspiegelung der Arbeitsergebnisse aus Kleingruppen in die Grossgruppe
- Weitere Workshops mit anderen Schwerpunkten anbieten

Mit dieser Art von Workshop kann ein wesentlicher Beitrag zur Sensibilisierung der Baufachleute geleistet werden und die Akteure dadurch zum Umdenken motivieren.

Abb. 28: Führung KREIS-Haus (Eigene Aufnahme)



6. Ergebnisdiskussion

Mit dem Pilot-Workshop haben die Teilnehmenden eine verständliche Einführung in ein komplexes und vieldiskutiertes Thema erhalten und theoretische Konzepte innerhalb von Arbeitsgruppen erlernt und reflektiert. Die Teilnehmenden lernten anhand von Handmustern neue Materialien und Analysetechniken zur Optimierung von Konstruktionen kennen, beschäftigten sich intensiv mit der Entwicklung eines kreislauffähigen Details und erhielten am Schluss neue Denkansätze, um zirkuläre Strategien in ihrer beruflichen und privaten Praxis zu implementieren.

Mit einem neuen Denkansatz, dem Denken in Kreisläufen, könnte eine Lösung auf die aktuelle Situation in der Baubranche gefunden sein. Dies wäre insbesondere für rohstoffarme und importabhängige Länder wie die Schweiz, ein interessantes Zukunftsmodell.

7. Ausblick

Wie in Kapitel 4.3. erwähnt, wird in den nächsten Monaten die Bewertung des KREIS-Hauses mit dem Bewertungstool Circular Economy Index durchgeführt. Ziel ist es, die Materialwahl und die unterschiedlichen Konstruktionsaufbauten anhand der sechs Kriterien zu bewerten und Optimierungspotentiale für weitere Projekte zu generieren. Zudem sollte die Praxistauglichkeit des Bewertungssystems getestet werden.

Der aktuelle Fokus liegt auf der Workshop-Weiterentwicklung. Dieser wird am 05.11.2021 erstmals offiziell stattfinden. Weitere Workshops mit alternativen Themenschwerpunkten z.B. Umgang mit Bestandsgebäuden, Gebäudeflexibilität, etc., sind ebenfalls in Planung.

Die Verfasserin erhofft sich von der vorliegenden Arbeit, dass diese dazu beiträgt, neue Denkansätze im Bauwesen weiter zu etablieren und das Interesse an dem entwickelten Workshop „Zirkuläres Bauen – Neue Denkansätze erleben“ zu wecken.

Schlusswort

Seit März 2021 durfte ich die Ausführungsplanung und Realisierung des KREIS-Hauses begleiten, an diversen Veranstaltungen teilnehmen und auf der Baustelle aktiv mithelfen. Das war eine sehr bereichernde Zeit. Hierdurch bekam ich tiefere

Einblicke in das Forschungsprojekt, konnte mich neuen Herausforderungen stellen, nach neuen innovativen Produkten suchen und viel Wissen aneignen. In den letzten Monaten habe ich viele motivierte Personen (u.a. Planer, Sponsoren, Handwerker, Helfer) kennengelernt, die zum Erfolg des Projektes beigetragen haben und mir gezeigt haben, dass wir auf dem richtigen Weg sind.

Im Pilot-Workshop durfte ich begeisterte Mitstreiter kennenlernen. Die Durchführung des Workshops hat mir gezeigt, dass sich der Aufwand lohnt und gibt mir Motivation, weiter dranzubleiben.

Rückblickend nehme ich viele Erkenntnisse und positive Eindrücke mit. Ein neuer Denkansatz wurde eingeschlagen. Es gilt nun, diesen Weg weiter zu beschreiten:

*„Die nachhaltige Gestaltung
der gebauten Umwelt ist in ihrer Gesamtheit
eine der schönsten aber auch
eine der schwierigsten Bauaufgaben,
die über die unbestrittene Notwendigkeit
des Umweltschutzes hinaus
das Leben verbessert und bereichert.“
Detlef Glücklich (Wollensak, 2013)*

8. Literaturverzeichnis

- baubüro in situ. (2021). K118. URL: [Stand: 13.09.2021]
- Bergmann, C. (2013). Prozessneugestaltung im Bauen—Eine Strategie. Institut für Leichtbau Entwerfen und Konstruieren der Universität Stuttgart. S. 147.
- Braungart, M.; McDonough, W. (2008). Die nächste industrielle Revolution: Die Cradle to Cradle-Community. Europ. Verlagsanstalt. S.27.
- Brenner, W.; Uebernickel, F. (2015). Design Thinking: Das Handbuch. 2. Auflage. Frankfurter Allgemeine Buch.
- Bundesamt für Umwelt BAFU. (2018). Klimapolitik der Schweiz, Umsetzung des Übereinkommens von Paris.
- Bundesamt für Umwelt BAFU, 2021. Abfall und Rohstoffe: Das Wichtigste in Kürze. URL: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/abfall/inkuerze.html> [Stand: 10.05.2021]
- Bühler, D. (2021). KREIS-Haus. URL: [Stand: 13.09.2021]
- Casellas, R. (2019). Innovative services contributing to a circular business. URL: <https://www.palada.net/index.php/2019/02/14/news-8350/>. [Stand: 13.09.2021]
- Cradle to Cradle Products Innovation Institute. (2021). Cradle to Cradle Certified Products Registry. URL: <https://www.c2ccertified.org/products/registry>. [Stand: 12.09.2021]
- Ellen MacArthur Foundation. (2015). Towards a Circular Economy: Business rationale for an accelerated transition.
- Ellen MacArthur Foundation. (2017). Circular Economy Overview. Ellen MacArthur Foundation. URL: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/overview/concept>. [Stand: 10.09.2021]
- Ellen MacArthur Foundation. (2019). Circular Economy Diagramm. URL: <https://ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy-diagram>. [Stand: 10.09.2021]
- Ellen MacArthur Foundation. (2021a). Ellen's story. URL: <https://ellenmacarthurfoundation.org/about-us/ellens-story>. [Stand: 10.09.2021]
- Ellen MacArthur Foundation. (2021b). Schools of thought—What is the circular economy? URL: <https://guides.co/g/mv5ue63s0a/165170>. [Stand: 12.09.2021]
- EPEA GmbH – Part of Drees & Sommer. (2021). Cradle to Cradle. URL: <https://epea.com/ueberuns/cradle-to-cradle> [Stand: 12.09.2021]
- Europäisches Parlament. (2008). Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. November 2008 über Abfälle (2008/98/EG).
- Gauch, M.; Matasci, C.; Hincapié, I. (2016). Material- und Energieressourcen sowie

Umweltauswirkungen der baulichen Infrastruktur der Schweiz. EMPA. S. 3.

Glücklich, D. (2005). Ökologisches Bauen. Von Grundlagen zu Gesamtkonzepten. DVA Verlag. S.20.

Heisel, F.; & Hebel, D. E. (2021). Urban Mining und kreislaufgerechtes Bauen. Fraunhofer IRB Verlag. S. 21.

Hillebrandt, A.; Riegler-Floors, P.; Rose, A.; Seggewies, J. (2018). Atlas Recycling Gebäude als Materialressource. 1. Auflage. DETAIL. S. 10

Lipp, U.; Will, H. (2008). Das grosse Workshop-Buch. Konzeption, Inszenierung und Moderation von Klausuren, Besprechungen und Seminaren. 8. Aufl. Beltz. S. 12-13.

Muir, J. (1911). My First Summer in the Sierra. Houghton Mifflin Company.

Müller, F.; Lehmann, C.; Kosmol, J. (2017). Urban Mining. Ressourcenschonung im Anthropozän. Umweltbundesamt Deutschland.

Oberholzer, G.;Eicholzer, A.; Ruberti, S. (2017). Workshop Baukasten. Bauplan und Werkzeuge für herausragende Workshops. 3. Aufl. epubli GmbH.

Pufé, I. (2012). Nachhaltigkeit. 1. Auflage. UTB.

Rau, T.; Oberhuber, S. (2018). Material Matters: Wie wir es schaffen, die Ressourcenverschwendung zu beenden, die Wirtschaft zu motivieren, bessere Produkte zu erzeugen und wie Verbraucher und die Umwelt davon profitieren. Econ. S. 96 ff.

Rauch-Schwegler, T. (2005). Nachhaltig handeln. hep. S. 113 ff.

Sobek, W. (2018). Building More with. Symposium: Less.take.build.repeat. KIT. 09.11.2018.

Verein Baubioswiss. (2020). Über Baubiologie. URL: <https://www.baubio.ch/baubiologie/fachartikel-baubiologie/ueber-baubiologie/>. [Stand: 10.09.2021]

Wodaschik, P. (2019). Masterarbeit: Gebäude für Generationen. Fallstudien zu einem innovativen Werkzeug für die Bewertung nachhaltiger und ressourcenschonender Aspekte von Gebäuden in frühen Planungsphasen mit einer Analyse potentieller Entwicklungsmöglichkeiten.

Wollensak, M. (2013). Nachruf Prof. Glücklich. URL: <https://www.wings.hs-wismar.de/de/wings/aktuelles/artikel&news=285>. [Stand: 14.09.2021]

9. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Prinzipien der linearen und zirkulären Wirtschaft (Casellas, 2019)	7
Abb. 2 Biologischer und technischer Kreislauf (EPEA GmbH – Part of Drees & Sommer, 2021)	8
Abb. 3 „circular loop“ (Ellen MacArthur Foundation, 2019)	9
Abb. 4 Projekt UMAR (Sobek et al., 2018)	10
Abb. 5 Projekt K118 (baubüro in situ, 2021)	10
Abb. 6 KREIS-Haus Konstruktionsaufbau (Bühler, 2021)	12
Abb. 7 KREIS-Haus Montage Wohneinheit	13
Abb. 8 KREIS-Haus Innenausbau Wohneinheit	13
Abb. 9 KREIS-Haus West-Fassade Hanf	14
Abb. 10 KREIS-Haus Bad Recyclingplatte	14
Abb. 11 KREIS-Haus Wintergarten Möbel	14
Abb. 12 Vertikalschnitt Bodenplatte Bad	16
Abb. 13 Spinnennetzdiagramm, Bodenplatte Bad	16
Abb. 14 KREIS-Haus Bad Bodenplatte	17
Abb. 15 Handmuster	21
Abb. 16 Collage Auswahl an unterschiedlichen Füge-techniken	21
Abb. 17 Folie Materialprüfung	22
Abb. 18 Folie Analyse Konstruktion KREIS-Haus	22
Abb. 19 Erwartungen der Teilnehmenden an Workshop	23
Abb. 20 Teilnehmende während 1. Vortrag	23
Abb. 21 Diskussion im Plenum	23
Abb. 22 Gruppe 2	24
Abb. 23 Diskussion im Plenum	24
Abb. 24 Definition „Zirkuläres Bauen“ im Plenum	24
Abb. 25 Ergebnisse Aufgabe 2	24
Abb. 26 Gruppe 1	25
Abb. 27 Plenum	25
Abb. 28 Führung KREIS-Haus	26

10. Abkürzungsverzeichnis

C2C	Cradle to Cradle®
CE	Circular Economy (deutsch: zirkuläre Wirtschaft)
CEI	Circular Economy Index
NawaRo	Nachwachsende Rohstoffe

11. Eigenständigkeitserklärung

Anouk Godelet
Salmenweg 12
4057 Basel

Arbeitstitel der Projektarbeit:

Zirkuläre Gebäude

Ein interaktiver Workshop im KREIS-Haus

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Zudem bestätige ich, die Richtlinie von 20 bis 25 A4-Textseiten, entspricht 50'000 – 60'000 Zeichen inkl. Leerzeichen, für den selbsterfassten Text der Projektarbeit, eingehalten zu haben.

Basel, den 17.09.2021

.....
Anouk Godelet

12. Anhang