

# Kreislaufwirtschaft im Bauwesen

Ein Leitfaden für Portfolio- und Baumanagement

Florine Geiser

24.08.23

# INHALT

---

1	Zu diesem Leitfaden .....	2
	1.1 Vorbemerkung .....	2
	1.2 Derzeitige Labels .....	4
1.2.1	SNBS/Minergie .....	4
1.2.2	DGNB .....	4
1.2.3	BREEAM .....	4
1.2.4	LEED .....	5
	1.3 Aufbau: .....	5
	1.4 Kriterien .....	6
	1.5 Indikatoren .....	7
	1.6 Verwendung des Leitfadens .....	8
	1.7 Urheberrechte .....	9
2	Indikatoren .....	10
	2.1 Teil 1: Portfolioebene .....	10
	2.2 Teil 2: Gebäudeebene .....	16
3	Referenzen .....	47

# 1 ZU DIESEM LEITFADEN

---

## 1.1 VORBEMERKUNG

Ziel dieses Leitfadens ist es, Führungskräften im Portfolio-, Asset- und Baumanagement Ansätze und Leitlinien zur Umsetzung der Prinzipien der Kreislaufwirtschaft (im Folgenden «KW») bei Bauvorhaben und Immobilienportfolios in der Schweiz an die Hand zu geben. Er ist für die interne Nutzung in Planungsteams und im Marketing gedacht.

Dieser Leitfaden ist ein Werkzeug dafür, das Zirkularitätsniveau eines Portfolios oder Gebäudes selbst zu regulieren. Es liegt in der Verantwortung der Nutzenden, sowohl die jeweils relevanten Kriterien auszuwählen und die Tiefe, in der sie berücksichtigt werden als auch deren Umsetzung zu überwachen und zu steuern. Diese Anleitung kann als ein dynamisches Dokument angesehen werden, das zu unterschiedlichen Zeitpunkten während der Lebensdauer eines Gebäudes aktualisiert wird. Eine genaue Anweisung für die Anwendung des Leitfadens findet sich in Kapitel 1.6.

Die Bewertung der Zirkularität erfolgt für jeden Indikator einzeln. Zweck dieses Leitfadens ist, verschiedene Herangehensweisen an die Transformation eines Gebäudes und eines Portfolios in Richtung Zirkularität zu bieten, und nicht einen einzigen, umfassenden Indikator bereitzustellen. Es wird daher empfohlen, zunächst zu beurteilen, welche Indikatoren bei dem Vorhaben oder für das Portfolio berücksichtigt werden sollten.

Auch ist anzumerken, dass die Bewertung der Indikatoren auf einer qualitativen Grundlage erfolgt. Von einer Kombination der verschiedenen Indikatoren wird daher abgeraten. Allerdings stehen die Indikatoren in wechselseitigen Wirkungs- und Abhängigkeitsverhältnissen zueinander. Diese sind in Tabelle 1 aufgeführt. Es wird empfohlen, die verbundenen Indikatoren in ihrer jeweiligen Beziehung aufeinander zu betrachten, um so diesen Wechselwirkungen Rechnung tragen zu können.

Die vorliegende Arbeit wurde als Teil einer Masterarbeit angefertigt. In dieser sind detaillierte Informationen zu Hintergrund und Methoden zu finden.

# Leitfaden für zirkuläres Bauen

Tabelle 1: Tabelle der wechselseitigen Beziehungen zwischen den einzelnen Indikatoren

Nr.	Indikator	10.1	10.2	11.1	11.2	12.1	20.1	20.2	21.1	21.2	21.3	22.1	22.2	22.3	23.1	23.2	23.3	24.1	24.2	25.1	25.2	25.3	25.4	25.5	26.1	27.1	27.2	
10.1	Bewusstmachung und Schulung der Stakeholder	■																										
10.2	Einbeziehung der Stakeholder		■																									
11.1	Neue Geschäftsmodelle und -strategien			■																								
11.2	Förderung der Kreislaufwirtschaft durch Marketing				■																							
12.1	Bauteilekatalog des Portfolios					■																						
20.1	Unterlassung unnötigen Neubaus						■																					
20.2	Minimierung der Fläche je im Gebäude wohnende/arbeitende Person							■																				
21.1	Langlebigkeitsdesign								■																			
21.2	Modulares Design und Umnutzungsdesign									■																		
21.3	Rückbaufreundliches Design										■																	
22.1	Materialeffizienz											■																
22.2	Energieeffizienz												■															
22.3	Low-Tech-Gebäude													■														
23.1	Wiederverwendung und Recycling von Materialien														■													
23.2	Wiederverwendbare Bauteile identifizieren															■												
23.3	Product-as-a-Service																■											
24.1	Ausschreibung und Vertrag																	■										
24.2	Schulung des Baustellenteams																		■									
25.1	Wiederverwendung vor Ort																			■								
25.2	Dokumentation des Projekts im Ist-Zustand																				■							
25.3	Bauabfälle-Entsorgungsmanagement																					■						
25.4	Lean Construction																						■					
25.5	Effiziente Baustellenlogistik																							■				
26.1	Erstellung eines Gebäudepasses																								■			
27.1	Energie-/Wassereffizienz und Abf.-Entsorgung																									■		
27.2	Kreislaufgerechte Instandhaltung d. Gebäudes																										■	

## 1.2 DERZEITIGE LABELS

### 1.2.1 SNBS/Minergie

In der Schweiz gibt es die Minergie-Zertifizierungen, einschliesslich der Erweiterungen -ECO, -A und -P sowie den Standard für nachhaltiges Bauen (SNBS), wie auch die Label «Gebäudeenergieausweis der Kantone» (GEAK) und «2000-Watt-Areale». Alle Labels sind aufeinander abgestimmt und Indikatoren, die zu mehreren Labels gehören, können – ausser beim GEAK – bei Doppel-Zertifizierungen angerechnet werden. Am 17.03.2022 unterzeichneten die Vereinigungen, die die Schweizer Gebäudezertifizierungen unterstützen, und das Bundesamt für Energie einen Vertrag zur Harmonisierung der Schweizer Zertifikate. Das bestehende System soll im zweiten Halbjahr 2023 so geändert werden, dass nur noch eine Organisation für das Zertifizierungs- und Qualitätssicherungsverfahren sowie für Öffentlichkeitsarbeit und Schulungen in Bezug auf alle Schweizer Labels zuständig ist. Ausserdem wird das Label «2000-Watt-Areale» durch die Labels «Minergie-Areal» und «SNBS-Areal» ersetzt werden (energieschweiz, 2022).

Als eine der unterzeichnenden Parteien des Vertrags aktualisiert das Netzwerk Nachhaltiges Bauen Schweiz (NNBS), das die SNBS-Zertifizierung durchführt, derzeit seinen Standard. Zusätzlich zur Harmonisierung mit anderen Labels ist es das Ziel, einen Indikator «202.1 Wiederverwendung und Systemtrennung» aufzunehmen. Der Indikator wird rückbaufreundliches Design, Wiederverwendung von Gebäudeelementen und die Erstellung eines Materialpasses umfassen sowie weitere Themen in Bezug auf Zirkularität basierend auf den Datenblättern von ecobau (Lüthiger & Lange, 2022).

Die Datenblätter von ecobau fungieren als ein Instrument zur Einbeziehung von Nachhaltigkeitsaspekten in Bezug auf die Material- und Prozesswahl bei der Planung und Ausschreibung. Die Grössen für Materialien und Prozesse werden dem Schweizer Baukostenplan (BKP) entsprechend aufgeführt und umfassen Vorgaben, Quellen und Hinweise. Auf den Begriff «Kreislaufwirtschaft» wird bei 31 Grössen verwiesen. (ecobau, 2022).

Die folgenden Indikatoren der aktuellen SNBS-Version 2.1 umfassen Kreislaufwirtschaftsgrundsätze, die sich im Anwendungsbereich dieses Leitfadens befinden (NNBS, 2021).

- 105.1 Nutzungsflexibilität und -variabilität
- 301.2 Energiebedarf Betrieb
- 303.2 Treibhausgasemissionen Betrieb
- 304.3 Abfallentsorgung und Anlieferungsbedingungen

### 1.2.2 DGNB

Die folgenden Kriterien der Gebäudezertifizierung der deutschen DGNB umfassen Kreislaufwirtschaftsgrundsätze, die sich im Anwendungsbereich dieses Leitfadens befinden (DGNB, 2022).

- ENV1.1 Ökobilanz des Gebäudes
- ECO2.1 Flexibilität und Umnutzungsfähigkeit
- TEC1.4 Einsatz und Integration von Gebäudetechnik
- TEC1.6 Rückbau- und Recyclingfreundlichkeit
- ENV1-R Materialstrombilanz
- ECO2-R Werte ausbaufähiger Ressourcen
- TEC1-R Verwertung und Entsorgung
- TEC2-R Sortenreine Trennung und Kreislaufführung
- PRO1-R Rückbauplanung

Hinzu kommen verschiedenen Zirkularitätskriterien, die für den Neubau, den Betrieb und den Rückbau des jeweiligen Gebäudes definiert wurden. Diese Kriterien können als Bonusse im Zertifizierungssystem herangezogen werden. Demnach deckt die DGNB-Zertifizierung die Kreislaufgrundsätze beim Bau über die gesamte Lebensdauer des Gebäudes ab (Ruiz Duran, 2019).

Darüber hinaus hat die DGNB den Entwurf eines Gebäude-Ressourcenpasses veröffentlicht, der bis zum 18. September zur Kommentierung freigegeben war. (Nachtrag: Der Gebäuderessourcenpass wurde am 14.02.23 veröffentlicht (DGNB, 2023)). Der Pass umfasst 23 Aspekte in sechs Themenbereichen (Braune, 2022).

### 1.2.3 BREEAM

Die Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology (BREEAM) ist ein weltweit bekanntes Gebäudelabel. Neubauten in der Schweiz können nicht nach BREEAM zertifiziert werden, wohl

aber in Deutschland und in Österreich. Bestandesimmobilien können in allen drei genannten Ländern zertifiziert werden (TÜV SÜD, n.d.).

Der Schwerpunkt des Labels liegt auf Energie und Kohlenstoffemissionen. Graue CO<sub>2</sub>-Emissionen, Betriebsenergie und -wasser werden bewertet, wie auch Bautätigkeiten (BREEAM, n.d.). Kubbinga et al. (2018) haben Lücken und Indikatoren benannt, die in BREEAM mit einfließen sollten. Gut abgedeckte Themen sind «Wasser» (*Water Usage*) und «Ökologie» (*Biodiversity*). Allerdings haben die befragten Fachpersonen den Vorrang der Kriterien in diesen Kategorien als gering eingestuft. Ausreichend abgedeckt mit Verbesserungspotential sind die Bereiche «Energie» (*Energy*), «menschliche Kultur und Gesellschaft» (*Human Culture & Society*) und «Gesundheit und Wohlbefinden» (*Health & Wellbeing*). Die Bereiche «Energie» sowie «menschliche Kultur und Gesellschaft» wurden ebenfalls als gering priorisiert eingestuft. Das Thema «Gesundheit und Wohlbefinden» wurde als wichtiger eingestuft, sodass besonders in dieser Kategorie weitere Massnahmen empfohlen werden. «Material» (*Materials*) ist die am wichtigsten eingestufte Kategorie, jedoch ist da Thema «Material», ebenso wie das Thema «verschiedene Arten von Werten» (*Multiple Forms of Value*) von den BREEAM-Kriterien nur unzureichend abgedeckt. Insgesamt wurden 16 Kriterien als Zirkularitätskriterien aufgeführt, bei denen für 6 angeregt wurde, sie neu aufzunehmen, für 9, Verbesserungen in Erwägung zu ziehen und bei einem Kriterium, es wie gehabt zu belassen (Kubbinga et al., 2018).

### 1.2.4 LEED

Am 22. Juli wurde der LEED-Standard v4.1 veröffentlicht, in welchem Anforderungen für Zertifikate in der Kategorie «Materialien und Ressourcen» (*Materials and Resources*) enthalten sind, womit der Kreislaufwirtschaft besondere Aufmerksamkeit gezollt wird. Nach den Kriterien ist es erforderlich, Materialien zu verwerten, wiederzuverwenden und zu recyceln, um das Abfallaufkommen zu minimieren. Ausserdem wird im Rahmen des Betriebs des Gebäudes die Lagerung von Wertstoffen gefordert (Hughes, 2019). Die folgenden Kriterien umfassen Kreislaufwirtschaftsgrundsätze, die sich im Anwendungsbereich dieses Leitfadens befinden (U.S. Green Building Council, 2022b).

- MR: Lagerung und Sammlung von Wertstoffen
- MR: Reduzierung der Lebensdauer-Auswirkung auf Gebäude
- MR: Sourcing von Rohmaterialien
- MR: Design für Flexibilität
- MR: Bau- und Abrissabfall-Management
- WE: Wassermessung
- EA: Energiemessung
- EA: Mindestenergieleistung

Zusätzlich gibt es die Zertifizierung «LEED Zero», die für Projekte gedacht ist, die Netto-Null-Emissionen hinsichtlich CO<sub>2</sub>, Energie, Wasser bzw. Abfall erreichen. Um Netto-Null-Abfälle zu erreichen, muss eine Platin-Bewertung nach der TRUE-Zertifizierung erreicht werden. Im Rahmen der TRUE-Zertifizierung wird die Null-Abfall-Leistung von Gebäuden fachgemäss gemessen und bestätigt (Hughes, 2019).

## 1.3 AUFBAU:

Dieser Leitfaden besteht aus zwei Teilen:

### 1 Portfolioebene

Die Indikatoren dieser Kategorie sind allgemeiner Natur. Sie sind nicht projektspezifisch und dienen dazu, das jeweils eigene Geschäftsmodell und Datenmanagement sowie die jeweiligen Stakeholder (der Einfachheit halber wird im weiteren Text nur die männliche Form aufgeführt) eines Gebäudes in Richtung zirkuläres Bauen und Gebäudemanagement zu bringen. Diese Indikatoren bilden einerseits die Grundlage für die Kriterien der Gebäudeebene und gehen andererseits über sie hinaus. Sie sind daher nicht in einer bestimmte SIA-Phase umzusetzen, sondern müssen bei allen strategischen Entscheidungen und Massnahmen beachtet werden. Stakeholder sind die Bauherrschaft, Investierenden und Nutzenden.

### 2 Gebäudeebene

Indikatoren in dieser Kategorie liegen auf der Ebene einzelner Gebäude. Die Indikatoren des zweiten Teils berücksichtigen die Planungs- und die Bauphase sowie den Betrieb. Entsprechend werden die Indikatoren jeweils den spezifischen SIA-Phasen zugeordnet. Zusätzlich zu der Bauherrschaft, den Investierenden und den Nutzenden zählen hier auch Planerinnen und Planer sowie Auftragnehmer zu den Stakeholdern.

## 1.4 KRITERIEN

Aufbauend auf den oben genannten Teilen wurden nach gründlicher Literaturrecherche und Analyse bestehender Standards die folgenden Kriterien herausgearbeitet. Die Kriterien sind numerisch nach den Themen geordnet. Dabei stehen die 10er-Kriterien für die Portfolioebene und 20er-Kriterien für die Gebäudeebene. Im Leitfaden ist jedes Kriterium mit seinem Ziel, den relevanten Stakeholder und den SIA-Phasen, in denen es umgesetzt werden sollte, aufgeführt, gefolgt von den jeweiligen Indikatoren. Die SIA-Phasen sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

### Kriterium 10 Stakeholder

- 10.1 Bewusstmachung und Schulung der Stakeholder
- 10.2 Einbeziehung der Stakeholder

Ziel dieses Kriteriums ist es, sicherzustellen, dass alle Stakeholder sich der Notwendigkeit des zirkulären Bauens bewusst sind und entsprechende Schulungen bereitzustellen.

### Kriterium 11 Geschäftsmodell

- 11.1 Neue Geschäftsmodelle und -strategien
- 11.2 Förderung der Kreislaufwirtschaft durch Marketing

Ziel dieses Kriteriums ist es, die Kreislaufwirtschaft mithilfe von Geschäftsmodellen, Geschäftsstrategien und Marketing zu fördern.

### Kriterium 12 Datenmanagement

- 12.1 Erstellung eines Bauteile- und Materialkatalogs des Portfolios

Ziel dieses Kriteriums ist es, den Wert der verbauten Materialien mithilfe entsprechenden Datenmanagements zu kennen und die Wiederverwendung von Bauteilen im Falle eines Rückbaus zu ermöglichen.

### Kriterium 20 Suffizienz

- 20.1 Unterlassung unnötigen Neubaus
- 20.2 Minimierung der Fläche je im Gebäude wohnende/arbeitende Person

Ziel dieses Kriteriums ist es, die Nachhaltigkeitsgrundsätze des Ablehnens, Umdenkens und Reduzierens («refuse, rethink and reduce») zu einem frühen Zeitpunkt des Projekts anzuwenden.

### Kriterium 21 Design für Langlebigkeit, Umnutzung und Rückbau

- 21.1 Langlebigkeitsdesign
- 21.2 Modulares Design und Umnutzungsdesign
- 21.3 Rückbaufreundliches Design

Ziel dieses Kriteriums ist es, durch die Anwendung von Kreislaufwirtschaftsgrundsätzen Abfälle und Ressourcenverbrauch zu vermeiden.

### Kriterium 22 Effizienz

- 22.1 Materialeffizienz
- 22.2 Energieeffizienz
- 22.3 Low-Tech-Gebäude

Ziel dieses Kriteriums ist es, den Fussabdruck des Gebäudes zu verringern und unnötiges Bauen durch hohe Effizienz zu vermeiden.

### Kriterium 23 Baumaterialien

- 23.1 Wiederverwendung und Recycling von Materialien
- 23.2 Wiederverwendbare Bauteile identifizieren
- 23.3 Product-as-a-Service

Ziel dieses Kriteriums ist es, Baumaterialien nach den Nachhaltigkeitsgrundsätzen «Reduzieren», «Wiederverwenden» und «Recyceln» («reduce, reuse & recycle») auszuwählen, um so Abfall zu vermeiden und Ressourcen zu schonen.

### Kriterium 24 Auftragnehmende

- 24.1 Ausschreibung und Vertrag
- 24.2 Schulung des Baustellenteams

Ziel dieses Kriteriums ist es, die Mitarbeit der Auftragnehmenden bei der Befolgung der Grundsätze des zirkulären Bauens sicherzustellen.

### Kriterium 25 Bauausführung

- 25.1 Wiederverwendung vor Ort
- 25.2 Dokumentation des Projekts im Ist-Zustand
- 25.3 Bauabfälle-Entscheidungsmanagement
- 25.4 Lean Construction
- 25.5 Effiziente Baustellenlogistik

Ziel dieses Kriteriums ist es die Zirkularität bei der Bauausführung umzusetzen.

### Kriterium 26 Gebäudepass

- 26.1 Erstellung eines Gebäudepasses

Ziel dieses Kriteriums ist es, den Wert des Gebäudes und der darin verbauten Materialien zu kennen.

### Kriterium 27 Betrieb

- 27.1 Energie-/Wassereffizienz und Abf.-Entsorgung
- 27.2 Kreislaufgerechte Instandhaltung des Gebäudes

Ziel dieses Kriteriums ist es, das Gebäude nach den Grundsätzen der Kreislaufwirtschaft zu betreiben.

10 Stakeholder							
Goal	Ensure all stakeholders are aware of the necessity of circular construction and provide adequate training						
Stakeholder	Owner						
Implementation in SIA-Phase	1 Strategic planning   2 Preliminary studies   3 Project   4 Invitation to bid   5 Implementation   6 Management						
RATING	<table border="1"> <tr> <td>10.1 Education and Stakeholder awareness</td> <td></td> </tr> <tr> <td>10.2 Stakeholder Collaboration</td> <td></td> </tr> </table>	10.1 Education and Stakeholder awareness		10.2 Stakeholder Collaboration			
10.1 Education and Stakeholder awareness							
10.2 Stakeholder Collaboration							
10.1 Education and Stakeholder Awareness							
Description	<p>Due to a large number of stakeholders, as well as their complexity and conflicting interests, satisfying every stakeholder's need is challenging for construction projects, buildings and portfolios. To implement CE, transparent communication and a suitable framework are needed. A platform fostering such communication and collaboration between the stakeholders does not exist yet (Cimen, 2021).</p> <p>However, cooperation as well as a holistic stakeholder view and involving social aspects are vital for CE concepts (Geissdoerfer et al., 2017). Additionally, responsibilities will be shifted through the holistic view and the intensified collaboration of the stakeholders. For the owner the possibility arises, to be better informed about the investment and its return, due to the wider scale on which a building is considered. Similarly, the lifecycle cost of the building can be assessed easier (Charef, 2022).</p> <p>A change of mindset towards sustainability is needed, to involve all stakeholders in the transformation to a business acting according to CE principles. An awareness and understanding of the topic, as well as the measures regarding CE are required among all stakeholders. Through mapping the stakeholders and providing training, awareness can be risen and practices improving the design, management and construction can be implemented. Furthermore, new business opportunities can be created (Munaro et al., 2020).</p>						
Recommended documents for implementation	<p>The platform <i>Circular Economy Switzerland</i> lists on their website a variety of links for online and on-site courses, videos and podcasts, to study circular economy. The courses are from different universities, initiatives and organizations. Most of them are of Swiss origin, a few are international (Circular Economy Switzerland).</p> <p>Circular Globe, a European initiative of the Swiss Association for Quality and Management Systems (SQS) and Quality Austria, offers 4 different seminars educating about CE. The seminars address a variety of stakeholders, some on a holistic scale, and some with specific points of interest (SQS). The seminar focus on the Circular Globe model, which was developed to assess a company's level of maturity of circularity. Circular Globe further acts as a label for circularity as well as a community for all stakeholders interested in circularity (SQS &amp; Quality Austria).</p>						
RATING	<table border="1"> <tr> <td>The stakeholders know about the CE objectives and contribute to implementing the practices</td> <td></td> </tr> <tr> <td>The stakeholders are informed about the CE practices a company is implementing</td> <td></td> </tr> <tr> <td>The stakeholders are insufficiently informed and trained about the CE practices</td> <td></td> </tr> </table>	The stakeholders know about the CE objectives and contribute to implementing the practices		The stakeholders are informed about the CE practices a company is implementing		The stakeholders are insufficiently informed and trained about the CE practices	
The stakeholders know about the CE objectives and contribute to implementing the practices							
The stakeholders are informed about the CE practices a company is implementing							
The stakeholders are insufficiently informed and trained about the CE practices							

Abbildung 1: Screenshot eines Kriteriums und seines ersten Indikators mit einem Beispiel «teilweise erfüllt».

## 1.5 INDIKATOREN

Jedem Kriterium sind im folgenden Abschnitt mindestens ein Indikator sowie eine detaillierte Beschreibung zugeordnet.

Jeder Indikator ist typisiert und seine Darstellung umfasst eine Beschreibung, empfohlene Dokumente zur Umsetzung und ein Bewertungsschema, sodass die Nutzenden dieses Leitfadens erkennen können, wo ihr Gebäude aktuell unter Zirkularitätsgesichtspunkten steht und welches Potenzial es diesbezüglich hat (Abbildung 1). Die empfohlenen Dokumente zur Umsetzung sind bestehende Rahmenwerke, Tools oder Indikatoren, die eine Umsetzung erleichtern und einen Rahmen für die Bewertung der Indikatoren bereitstellen.

## 1.6 VERWENDUNG DES LEITFADENS

Der Leitfaden ist in erster Linie dazu gedacht, von Asset-, Portfolio- und Baumanager\*innen, wie auch von den Vertretungspersonen der Bauherrschaft verwendet zu werden. Des Weiteren ist bei jedem Kriterium aufgeführt, welche Stakeholder betroffen sind. Das heißt auch, dass die Umsetzung der je einzelnen Kriterien durch verschiedenen Stakeholder erfolgen soll.

Im Folgenden ist ein schrittweises Vorgehen bei der Umsetzung des Leitfadens dargestellt:

1. Wählen Sie die umzusetzenden Indikatoren anhand der folgenden Quellen:
  - a. Soll das Portfolio bewertet werden, so sehen Sie sich die Kriterien 10 bis 12 an
  - b. Soll ein einzelnes Gebäude bewertet werden, so sehen Sie sich die Kriterien 20 bis 27 an
  - c. Wenn Sie die Kriterien 20 bis 27 beurteilen, prüfen Sie anhand Tabelle 2 unter Beachtung der SIA-Phasen, welche Indikatoren relevant sind
  - d. Lesen Sie die Ziele der Indikatoren, die zu den oben genannten Kriterien gehören und wählen Sie Indikatoren aus, die dem Strategieziel des Portfolios oder Projekts entsprechen.
  - e. Berücksichtigen Sie mithilfe von Tabelle 1 zwischen den Indikatoren bestehenden Wechselwirkungen. Es wird empfohlen, miteinander verbundene Indikatoren umzusetzen
2. Setzen Sie die gewählten Indikatoren um
  - a. Sehen Sie sich die jeweiligen Abschnitte «Beschreibung» und «Empfohlene Dokumente zur Umsetzung» genau an
  - b. Lesen Sie bei Interesse weitere Literatur, auf die im Leitfaden verwiesen wird
  - c. Erarbeiten Sie gemeinsam mit den jeweiligen Stakeholdern einen Ansatz, der zur Strategie des Portfolios oder Projekts passt
  - d. Setzen Sie diesen Ansatz um
3. Bewerten Sie die Indikatoren
  - a. Erstellen Sie die Bewertung des jeweiligen Indikators nach dem Bewertungsschema. Die Bewertung kann rot, gelb oder grün sein.
  - b. Markieren Sie die Farbe der gewählten Bewertung in der Titelzeile des Indikators sowie das entsprechende Feld in der Zusammenfassung aller Indikatoren des Kriteriums und in der Zusammenfassung aller Indikatoren je Teil des Leitfadens zu Beginn des entsprechenden Kapitels. Ein Beispiel sehen Sie in Abbildung 1.

Tabelle 2: Alle verwendeten Indikatoren mit den ihnen jeweils zugeordneten SIA-Phasen, in denen sie umgesetzt werden sollten.

Kriterium	Bezeichnung	Nr.	Indikator	1 – Strategische Planung	2 – Vorstudien	3 – Projektierung	4 – Ausschreibung	5 – Realisierung	6 – Bewirtschaftung
10	Stakeholder	10.1	Bewusstmachung und Schulung der Stakeholder						
		10.2	Einbeziehung der Stakeholder						
11	Geschäftsmodell	11.1	Neue Geschäftsmodelle und -strategien						
		11.2	Förderung der Kreislaufwirtschaft durch Marketing						
12	Datenmanagement	12.1	Erstellung eines Bauteile- und Materialkatalogs des Portfolios						
20	Suffizienz	20.1	Unterlassung unnötigen Neubaus						
		20.2	Minimierung der Fläche je im Gebäude wohnende/arbeitende Person						
21	Design für Langlebigkeit, Umnutzung und Rückbau	21.1	Langlebigkeitsdesign						
		21.2	Modulares Design und Umnutzungsdesign						
		21.3	Rückbaufreundliches Design						
22	Effizienz	22.1	Materialeffizienz						
		22.2	Energieeffizienz						
		22.3	Low-Tech-Gebäude						
23	Baumaterialien	23.1	Wiederverwendung und Recycling von Materialien						
		23.2	Wiederverwendbare Bauteile identifizieren						
		23.3	Product-as-a-Service						
24	Auftragnehmende	24.1	Ausschreibung und Vertrag						
		24.2	Schulung des Baustellenteams						
25	Bauausführung	25.1	Wiederverwendung vor Ort						
		25.2	Dokumentation des Projekts im Ist-Zustand						
		25.3	Bauabfälle-Entscheidungsmanagement						
		25.4	Lean Construction						
		25.5	Effiziente Baustellenlogistik						
26	Gebäudepass	26.1	Erstellung eines Gebäudepasses						
27	Betrieb	27.1	Energie-/Wassereffizienz und Abf.-Entsorgung						
		27.2	Kreislaufgerechte Instandhaltung d. Gebäudes						

## 1.7 URHEBERRECHTE

Dieser Leitfaden wurde im Rahmen einer Masterarbeit an der Professur für Circular Engineering for Architecture an der ETH Zürich und in Zusammenarbeit mit dem Büro «Drees & Sommer Schweiz AG» erstellt. Die Verbreitung dieser Arbeit ist gestattet, solange dies unentgeltlich geschieht.

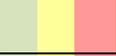
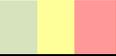
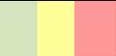
Die Nutzung dieses Leitfadens erfolgt ausschliesslich auf eigene Gefahr und die Autorin übernimmt keinerlei Haftung.

## 2 INDIKATOREN

---

### 2.1 TEIL 1: PORTFOLIOEBENE

#### Bewertung Teil 1

10	10.1 Bewusstmachung und Schulung der Stakeholder	
	10.2 Einbeziehung der Stakeholder	
11	11.1 Neue Geschäftsmodelle und -strategien	
	11.2 Förderung der Kreislaufwirtschaft durch Marketing	
12	12.1 Erstellung eines Bauteile- und Materialkatalogs des Portfolios	

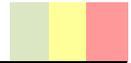
## 10 Stakeholder

<b>Ziel</b>	Sicherstellen, dass alle Stakeholder sich der Notwendigkeit des zirkulären Bauens bewusst sind und entsprechende Schulungen bereitstellen.	
<b>Stakeholder</b>	Bauherrschaft	
<b>Umsetzung in SIA-Phase</b>	<b>1 Strategische Planung   2 Vorstudien   3 Projektierung   4 Ausschreibung   5. Realisierung   6 Bewirtschaftung</b>	
<b>BEWERTUNG</b>	10.1 Bewusstmachung und Schulung der Stakeholder	
	10.2 Einbeziehung der Stakeholder	

### 10.1 Bewusstmachung und Schulung der Stakeholder

<b>Beschreibung</b>	<p>Aufgrund der Vielfalt und Vielzahl der Stakeholder (einschliesslich ihrer Mitglieder) sowie oftmals widerstreitenden Interessen, ist die Befriedigung aller Bedürfnisse der Stakeholder im Einzelnen eine Herausforderung bei Bauprojekten, Gebäuden und Portfolios. Zur Umsetzung der KW sind transparente Kommunikation und ein geeigneter Rahmen nötig. Bisher gibt es keine Plattform, die solche Stakeholder-Kommunikation und -Zusammenarbeit fördert (Çimen, 2021).</p> <p>Zusammenarbeit und ein ganzheitlicher Stakeholder-Blick einschliesslich sozialer Aspekte sind jedoch für KW-Konzepte lebensnotwendig (Geissdoerfer et al., 2017). Hinzu kommt, dass sich aufgrund der ganzheitlichen Sicht und der intensiveren Zusammenarbeit der Stakeholder Zuständigkeiten verschieben. Für die Bauherrschaft ergibt sich die Möglichkeit, wegen des umfassenderen Bildes, das von dem jeweiligen Gebäude entsteht, besser über die Investition und deren Rendite informiert zu sein. Entsprechend können auch die Lebenszykluskosten des Gebäudes einfacher beurteilt werden (Charef, 2022).</p> <p>Nötig ist eine Änderung der Denkweise in Richtung Nachhaltigkeit, um alle Stakeholder in die Transformation hin zu einem Geschäft, das nach KW-Grundsätzen arbeitet, einzubinden. Es ist bei allen Stakeholdern ein Bewusstsein und ein Verständnis sowohl für das Thema als auch für die Massnahmen in Bezug auf KW nötig. Indem die Stakeholder identifiziert und Schulungen angeboten werden, kann das Bewusstsein geschärft werden und Praktiken können implementiert werden, die die Planung, das Management und das Bauen verbessern. Darüber hinaus können neue Geschäftsmöglichkeiten geschaffen werden (Munaro et al., 2020).</p>	
<b>Empfohlene Dokumente zur Umsetzung</b>	<p>Auf dem Internetauftritt der Plattform <i>Circular Economy Switzerland</i> befinden sich verschiedene Links zu Online- und Vor-Ort-Kursen sowie zu Videos und Podcast zur vertieften Beschäftigung mit der Kreislaufwirtschaft. Die Kurse werden von verschiedenen Universitäten, Initiativen und Organisationen angeboten. Die meisten davon sind aus der Schweiz, ein paar aus dem Ausland (Circular Economy Switzerland).</p> <p>Im Rahmen von Circular Globe, einer europäischen Initiative der Schweizerischen Vereinigung für Qualitäts- und Management-Systeme (SQS) und von Quality Austria werden vier unterschiedliche Schulungsseminare zum Thema KW angeboten. Die Seminare wenden sich eine unterschiedliche Stakeholder, einige in ganzheitlicher Weise und einige mit spezifischen Schwerpunkten (SQS). Die Seminare behandeln schwerpunktmässig das Circular-Globe-Modell, das zur Reifegrad-Bewertung hinsichtlich der Zirkularität auf Unternehmensebene entwickelt wurde. Circular Globe dient ausserdem als Kreislaufwirtschaftslabel wie auch als Gemeinschaft für alle Stakeholder, die am Thema Kreislaufwirtschaft interessiert sind (SQS &amp; Quality Austria).</p>	
<b>BEWERTUNG</b>	Die Stakeholder kennen die Ziele der KW und tragen zur Implementierung der entsprechenden Praktiken bei	
	Die Stakeholder sind über die KW-Praktiken informiert, die ein Unternehmen implementiert	
	Die Stakeholder haben einen ungenügenden Informations- und Schulungsstand hinsichtlich der KW-Praktiken	

## 10.2 Einbeziehung der Stakeholder



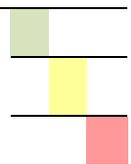
**Beschreibung** Zu einer erfolgreichen Implementierung eines Kreislaufwirtschaftsmodells in das Geschäft ist es wichtig, die Stakeholder einzubeziehen. Hierzu gehört die Integration der Sichtweisen der Stakeholder und die aktive Förderung ihrer Beiträge. Es muss ein Austausch über Werte und Praktiken stattfinden, was zu einem guten Verhältnis führt, und die Klärung und Implementierung gemeinsamer strategischer Ziele ermöglicht.

Bei den Stakeholdern hängt das erforderliche Ausmass ihrer Beteiligung von ihrer Rolle und Bedeutung für das Geschäft ab. Jedoch fördert die Integration der wesentlichen Stakeholder die Realisierung von KW. Daher ist es Aufgabe der Unternehmen, ihre wesentlichen Stakeholder für den Wechsel von einem linearen zu einem zirkulären Wirtschaftsmodell zu benennen und sie einzuladen, ihren Beitrag zu leisten und daran mitzuarbeiten (Salvioni & Almici, 2020).

**Empfohlene Dokumente zur Umsetzung** Keine Dokumente verfügbar.

**BEWERTUNG**

- Das Unternehmen hat alle Stakeholder identifiziert und folgt einem Plan zu deren Einbeziehung
- Das Unternehmen hat alle Stakeholder identifiziert und ihre für die Umsetzung ihrer KW-Massnahmen wesentlichen Stakeholder benannt
- Das Unternehmen bezieht seine Stakeholder nicht bei der Umsetzung der KW-Praktiken ein



# 11 Geschäftsmodell

<b>Ziel</b>	Förderung der Kreislaufwirtschaft (KW) durch Geschäftsmodelle, Strategien und Marketing		
<b>Stakeholder</b>	Bauherrschaft, Investierende		
<b>Umsetzung in SIA-Phase</b>	<b>1 Strategische Planung   2 Vorstudien   3 Projektierung   4 Ausschreibung   5. Realisierung   6 Bewirtschaftung</b>		
<b>BEWERTUNG</b>	11.1 Neue Geschäftsmodelle und -strategien		
	11.2 Förderung der Kreislaufwirtschaft durch Marketing		

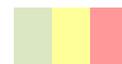
## 11.1 Neue Geschäftsmodelle und -strategien

<b>Beschreibung</b>	<p>Das Geschäftsmodell beschreibt den Wert, den ein Unternehmen generiert und die entsprechende Geschäftslogik. Man kann es als ein Instrument sehen, mit dem das Netzwerk- und Beziehungskapital eines Unternehmens beschrieben werden kann. Während das Geschäftsmodell die Elemente und deren Beziehungen eines Unternehmens darstellt, berücksichtigt die Strategie zusätzlich die Konkurrenz (Osterwalder et al., 2010).</p> <p>Infolgedessen führt die Implementierung von Kreislaufwirtschaft dazu, die Wertschöpfung und den Ertrag eines Unternehmens widerzuspiegeln. Hierfür bedarf es Partnerschaften und Zusammenarbeit mit unterschiedlichen Stakeholdern, wie etwa anderen Unternehmen, der Kundschaft und Organisationen der Zivilgesellschaft. Kreislaufwirtschaft-Geschäftsmodelle (im Folgenden «KWGM») beruhen einerseits auf Konstruktionsstrategien, wie etwa der Herstellung langlebiger Produkte oder einer Verlängerung der Produkt-Lebensdauer und dem Trennen technischer und biologischer Materialien in Produkten und andererseits auf den folgenden sechs Grundsätzen der KW: 1) Reparieren und Erhalten, 2) Wiederverwendung, 3) Aufarbeitung und Refabrikation, 4) Recycling, 5) Kaskadennutzung und Nutzungsänderung und 6) organische Ausgangsstoffe (Lüdeke-Freund et al., 2019).</p>
---------------------	--

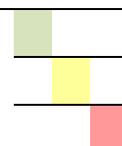
<b>Empfohlene Dokumente zur Umsetzung</b>	<p>Die Ellen Mac Arthur Foundation hat in Zusammenarbeit mit ARUP, BAM und CE100 einen Bericht zu Kreislauf-Geschäftsmodellen für den Bausektor herausgegeben. Er kann als Leitfaden zur Implementierung eines KWGM in einem Unternehmen genutzt werden (Carra &amp; Magdani, 2018).</p> <p>Circular Economy Switzerland ist eine Austausch- und Koodinierungsplattform für Kreislaufwirtschaft in der Schweiz. Teil der Initiative ist eine Selbtsdeklaration, die von Unternehmen, Organisationen, NRO, Institutionen, Verbänden, wohlätigen Personen, Politikerinnen und Politikern, Verwalterinnen und Verwaltern und privaten Einzelpersonen unterzeichnet werden kann. Das Unterzeichnen der Charta bedeutet ein Engagement zur Planung oder Ausführung von Aktivitäten, die die Kreislaufwirtschaft in der Schweiz fördern (Circular Economy Switzerland).</p> <p>Das Sustainable Business Lab hat ein Whitepaper mit dem Titel «Circular Economy – Adapting Business Models to a Changed Global Agenda» herausgegeben. Der Fokus des Papers liegt auf der Schweiz und es werden vier Tools zur Modellierung von KWGM aufgeführt. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Bedeutung von Produkt-Dienstleistungssystemen (Kneubühler, 2020).</p> <p>In verschiedenen Ländern Europas gibt es offizielle Anleitungen oder Rahmenwerke, von denen einige im folgenden Abschnitt aufgeführt sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- In den Niederlanden hat die Stiftung Our common Future 2.0 ein Handbuch herausgegeben, in dem ein Ansatz in drei Schritten zur Entwicklung eines zirkulären Geschäftsmodells beschrieben ist (Jonker et al., 2018).</li> <li>- Die British Standards Institution (BSI) hat eine Anleitung zur Implementierung der Grundsätze der Kreislaufwirtschaft in Organisationen herausgegeben, das ein flexibles Rahmenwerk mit acht Stufen enthält. (BSI, 2017).</li> <li>- Von acatech, der Circular Economy Initiative Deutschland und SYSTEMIQ wurde ein Papier mit dem Titel «Circular Economy Roadmap für Deutschland» herausgegeben, das mit einem ganzheitlichen Ansatz u. a. 10 Handlungsschwerpunkte für zirkuläre Geschäftsmodelle in der Wirtschaft enthält, die jeweils entsprechenden Zielmarken für die Jahre 2024, 2027 und 2030 zugeordnet sind (Kadner et al., 2021).</li> </ul>
---	--

<b>BEWERTUNG</b>	<p>Das Geschäftsmodell umfasst Kreislaufwirtschaft gemäss einem offiziellen Rahmenwerk</p> <p>Auf Kreislaufwirtschaft basierende Geschäftsmodelle werden im Unternehmen entwickelt</p> <p>Kreislaufwirtschaft ist nicht Bestandteil des Geschäftsmodells bzw. der Geschäftsstrategie des Unternehmens</p>				
------------------	---	--	--	--	--

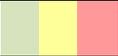
## 11.2 Förderung der Kreislaufwirtschaft durch Marketing



<p><b>Beschreibung</b></p>	<p>Marketing und Kommunikation sind die Werkzeuge eines Unternehmens zur Beeinflussung des Verhaltens der Verbraucherinnen und Verbraucher. Es ist damit der Weg, um Vorlieben und Akzeptanz des Publikums im Hinblick auf Wert-Angebote zu beeinflussen (Chamberlin &amp; Boks, 2018).</p> <p>Aufgrund seiner Auswirkungen auf alle Stakeholder ist Marketingkommunikation ein wichtiges Instrument, um eine effektive Befolgung von Verpflichtungen und Regelungen zu erreichen. Darüber hinaus können das Bild in der Öffentlichkeit verbessert und Wettbewerbsvorteile vergrößert werden sowie die Anzahl potentieller Kundinnen und Kunden sowie verschiedene wirtschaftliche Indikatoren erhöht werden, indem das Engagement des Unternehmens für nachhaltige Lösungen kommuniziert wird (Jánoš, 2021).</p>
<p><b>Empfohlene Dokumente zur Umsetzung</b></p>	<p>Die Schweizerische Eidgenossenschaft hat einen Leitfaden mit dem Titel «Kommunikation für eine Nachhaltige Entwicklung» herausgegeben. Er beschreibt eine Herangehensweise in zehn Schritten mit den Zielen, Informationen zu vermitteln, Einstellungen zu beeinflussen und Handlungen auszulösen (ARE &amp; DEZA, 2007).</p> <p>Die Initiative «Planet Pledge» (im Folgenden «PP») des Weltverbands der werbetreibenden Wirtschaft (World Federation of Advertisers) ist ein Rahmenwerk mit dem Ziel, durch Marketing Nachhaltigkeit im Sinne der Nachhaltigen Entwicklungsziele der UNO zu fördern. Die Initiative besteht in Form einer Website, von der aus auch auf eine Lernplattform zugegriffen werden kann. Auf der Website sind alle Unternehmen aufgeführt, die die Initiative als Unterzeichner unterstützen (World Federation of Advertisers).</p>
<p><b>BEWERTUNG</b></p>	<p>KW ist Teil der Marketingstrategie, PP ist unterzeichnet und die Lernplattform wird genutzt</p> <p>Das Unternehmen ist dabei, KW in die Marketingstrategie zu integrieren</p> <p>KW ist nicht Teil der Marketingstrategie</p>

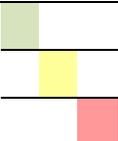


## 12 Datenmanagement

<b>Ziel</b>	Den Wert der verbauten Materialien mithilfe entsprechenden Datenmanagements kennen und die Wiederverwendung von Bauteilen im Falle eines Rückbaus ermöglichen.
<b>Stakeholder</b>	Bauherrschaft, Nutzende
<b>Umsetzung in SIA-Phase</b>	<b>1 Strategische Planung   2 Vorstudien   3 Projektierung   4 Ausschreibung   5. Realisierung   6 Bewirtschaftung</b>
<b>BEWERTUNG</b>	12.1 Erstellung eines Bauteile- und Materialkatalogs des Portfolios 

### 12.1 Erstellung eines Bauteile- und Materialkatalogs des Portfolios

<b>Beschreibung</b>	<p>Materialpässe sind Datenbanken mit bestimmten Parametern von Materialien und Produkten. Damit wird mittels einer Analyse der Eignung von Produkten für die aktuelle Nutzung, die Wiederverwendung und die Verwertung eine neue Wert-Dimension geschaffen (Hansen et al., 2018). Ein Materialpass ist somit ein Instrument zur Realisierung und Nachverfolgung des kreislaufwirtschaftlichen Potenzials eines Gebäudes. Er stellt allen Stakeholder Informationen zum Gebäude über dessen gesamte Lebensdauer bereit. Allerdings brauchen nicht alle Stakeholder dieselben Informationen zur selben Zeit. Es ist notwendig, die Materialpässe regelmässig zu aktualisieren, um den Stakeholder korrekte Informationen zu jedem Zeitpunkt bereitzustellen und um von dem dokumentierten Wert zu profitieren (Luscuere, 2016).</p>
<b>Empfohlene Dokumente zur Umsetzung</b>	<p>Die EPEA hat ein Tool entwickelt, mit dem ein „Building Circularity Passport®“ erstellt werden kann. Er ist sowohl für den Planungsprozess gedacht wie auch dafür, Informationen zur Rückbaubarkeit von fertigen Gebäuden bereitzuhalten. Ausserdem können mit ihm die verbauten Materialien einfach beurteilt werden (EPEA, n.d.).</p> <p>Madaster ist eine Onlineplattform, auf der Materialien, Produkte und Gebäude erfasst und nachverfolgt werden können. Damit werden dann Materialpässe für Gebäude oder Portfolios entwickelt (Madaster Holding, 2021).</p> <p>2015 haben 15 Partnerunternehmen, -hochschulen und -institutionen aus 7 europäischen Ländern ein Projekt namens BAMB mit dem Ziel gegründet, Zirkularität in die Baubranche zu integrieren. «BAMB» steht für «Buildings as Material Banks» («Gebäude als Materialbanken»). 2019 wurde ein Leitfaden für Materialpässe veröffentlicht. In ihm wird allen Stakeholder über die gesamte Wertschöpfungskette eines Gebäudes erklärt, wie die relevanten Daten eines Gebäudes erfasst werden können und welche Vorteile das hat (Heinrich &amp; Lang, 2019). BAMB stellt darüber hinaus auch einen Prototyp einer Materialpass-Plattform bereit.</p> <p>Die DGNB hat einen Entwurf eines Gebäude-Ressourcenpasses veröffentlicht, der bis zum 18. September zur Kommentierung freigegeben war. Der finale Pass umfasst 25 Aspekte in den folgenden sechs Bereichen (Braune, 2022).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gebäudeinformationen und Gebäudemassen</li> <li>- Materialität, Materialherkunft und Bau- und Abbruchabfälle</li> <li>- Treibhausgas-Emissionen über den Lebenszyklus</li> <li>- Flexibilität und Anpassungsfähigkeit der Gebäudestruktur</li> <li>- Demontagefähigkeit, Materialverwertungspotenzial und Zirkularitätsbewertung</li> <li>- Dokumentation</li> </ul>

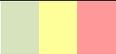
<b>BEWERTUNG</b>	<p>&gt; 80 % der Gebäude des Gesamtportfolios sind in einem Materialpass dokumentiert</p> <p>10–100 % der neuen Projekte des Portfolios sind in einem Materialpass dokumentiert</p> <p>&lt; 10 % der Gebäude des Portfolios sind in einem Materialpass dokumentiert</p> 
------------------	---

## 2.2 TEIL 2: GEBÄUDEEBENE

### Bewertung Teil 2

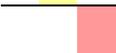
	20.1 Unterlassung unnötigen Neubaus			
20	20.2 Minimierung der Fläche je im Gebäude wohnende/arbeitende Person			
	21.1 Langlebigkeitsdesign			
21	21.2 Modulares Design und Umnutzungsdesign			
	21.3 Rückbaufreundliches Design			
	22.1 Materialeffizienz			
22	22.2 Energieeffizienz			
	22.3 Low-Tech-Gebäude			
	23.1 Wiederverwendung und Recycling von Materialien			
23	23.2 Wiederverwendbare Bauteile identifizieren			
	23.3 Product-as-a-Service			
	24.1 Ausschreibung und Vertrag			
24	24.2 Schulung des Baustellenteams			
	25.1 Wiederverwendung vor Ort			
	25.2 Dokumentation des Projekts im Ist-Zustand			
25	25.3 Bauabfälle-Entscheidungsmanagement			
	25.4 Lean Construction			
	25.5 Effiziente Baustellenlogistik			
26	26.1 Erstellung eines Gebäudepasses			
	27.1 Energie-/Wassereffizienz und Abf.-Entsorgung			
27	27.2 Kreislaufgerechte Instandhaltung des Gebäudes			

## 20 Suffizienz

<b>Ziel</b>	Anwendung der Nachhaltigkeitsgrundsätze des Ablehnens, Umdenkens und Reduzierens («refuse, rethink and reduce») zu einem frühen Zeitpunkt des Projekts.
<b>Stakeholder</b>	Bauherrschaft, Investierende
<b>Umsetzung in SIA-Phase</b>	1 <b>Strategische Planung</b>   2 <b>Vorstudien</b>   3 Projektierung   4 Ausschreibung   5. Realisierung   6 Bewirtschaftung
<b>BEWERTUNG</b>	20.1 Unterlassung unnötigen Neubaus 

### 20.1 Unterlassung unnötigen Neubaus

<b>Beschreibung</b>	<p>Die Frage, ob ein Gebäude renoviert oder abgerissen und neu gebaut werden soll, ist ein häufig in der wissenschaftlichen Literatur diskutiertes Thema. Die entscheidungsleitenden Faktoren sind die Investitionskosten, der Zustand der Liegenschaft und rechtliche Vorgaben. Der Einfluss von Nachhaltigkeitsfaktoren, wie etwa ökologischen, gesamtwirtschaftlichen und sozialen Grundsätzen ist geringer (Bullen &amp; Love, 2011).</p> <p>Unter ökologischen Gesichtspunkten ist sich die Literatur darin einig, dass der Sanierungsaufwand wie auch der Nachhaltigkeitsstandard eines Neubaus zu berücksichtigen sind. Weiler et al. (2017) sind zu dem Ergebnis gekommen, dass bessere Lebenszyklus-Energie- und -Emissionsergebnisse bei der Gebäudesanierung mit hohen Standards erzielt wurden als bei Neubauten mit durchschnittlichen Standards.</p> <p>Alba-Rodríguez et al. (2017) führte eine Fallstudie anhand eines stark beschädigten Gebäudes in Spanien durch. Obwohl das Gebäude in einem schlechten Zustand war, war eine Sanierung ökologisch wie ökonomisch vorteilhafter als ein Ersatzbau.</p> <p>Eine vergleichbare Fallstudie wurde von Pittau et al. (2020) in Norditalien durchgeführt, wo Sanierungen mit Ersatzbauten verglichen und dabei verschiedene Materialien, wie Holz, Beton und Stahlstrukturen sowie technologische Alternativen aus Holzfasern, EPS oder Hanf bewertet wurden. In Bezug auf das jeweilige Treibhauspotenzial (Global Warming Potential, GWP) schnitten Holz und Beton am besten ab. Das geringste Treibhauspotenzial ergab sich jedoch bei den Sanierungsszenarien.</p> <p>Nach Power (2008) sprechen die folgenden Argumente für Sanierungen anstatt Ersatzbauten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kürzere Transportwege</li> <li>- weniger Deponiemüll</li> <li>- bessere Möglichkeiten zur Wiederverwendung von Materialien</li> <li>- Wiederverwendung bestehender Infrastruktur und Baulücken</li> <li>- weniger Überschwemmungsflächen werden mit Neubauten überbaut</li> <li>- ermöglicht lokale wirtschaftliche Entwicklung</li> <li>- erhält die lokale Community und seine Infrastruktur</li> <li>- erneuert die Nachbarschaft</li> <li>- keine grösseren Änderungen bei der Bewirtschaftung</li> <li>- tiefere Kapitalkosten</li> <li>- weniger Materialverschwendung</li> <li>- tiefere graue CO2-Emissionen</li> <li>- geringere Feinstaubbelastung</li> <li>- geringere Nutzung von Zuschlagstoffen</li> <li>- weniger Lärm und Belästigung</li> <li>- sozial akzeptabler, billiger</li> </ul> <p>Allerdings kamen Verbeeck and Cornelis (2011) zu dem Ergebnis, dass eine leichte Sanierung (zusätzliche Dachisolierung, Verbesserung der Fensterverglasung und Heizungsaustausch) unter Umweltgesichtspunkten nicht besser abschneidet als ein Ersatzbau. Ein Maximum an Wiederverwendung und Recycling leisten im Übrigen gute Dienste in Bezug auf den Rohstoffverbrauch im Falle eines Abrisses und Neubaus. Der Unterschied bei der Energieeinsparung zwischen sanierten Bauten und Neubauten ist andererseits nicht so gross, dass er einen massiven Abriss rechtfertigen würde.</p> <p>In Bezug auf Investitionskosten erscheint ein Abriss und Neubau sinnvoll, wenn das Gebäude in solch einem schlechten Zustand ist, dass eine Sanierung zur Verbesserung der Energieeffizienz nicht möglich ist und zusätzliche Sanierungsarbeiten zur Qualitätsverbesserung ausgeführt werden müssen (Verbeeck &amp; Cornelis, 2011).</p>
<b>Empfohlene Dokumente</b>	Keine Dokumente verfügbar.

<b>BEWERTUNG</b>	<p>Die Entscheidung für oder gegen einen Abriss wurde aufgrund einer gründlichen Analyse der sozialen, ökologischen und wirtschaftlichen Grundlagen gefasst </p> <p>Ökologische, wirtschaftliche und soziale Gesichtspunkte wurden gleichermassen berücksichtigt </p> <p>Ökologische, wirtschaftliche und soziale Gesichtspunkte wurden nicht in gleichem Masse berücksichtigt </p>
------------------	--

20.2 Minimierung der Fläche je im Gebäude wohnende/arbeitende Person



**Beschreibung**

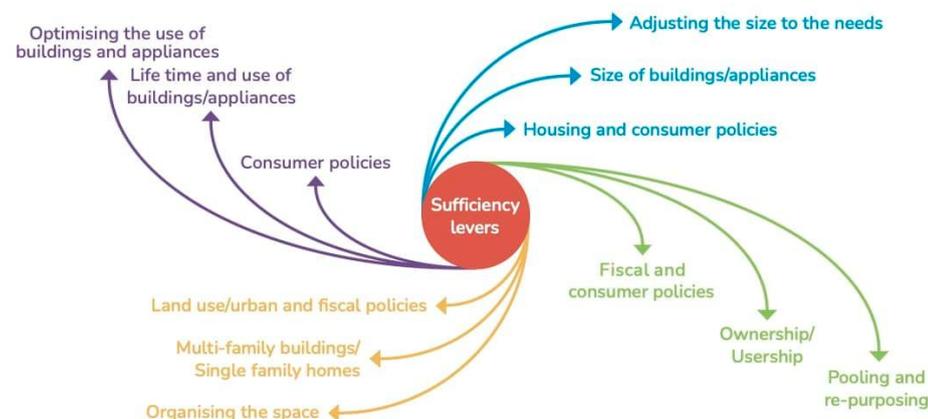
Suffizienz ist einer der Hauptpfeiler der Kreislaufwirtschaft. Die Flächenreduzierung von Wohngebäuden hat ein grosses Potenzial für eine Verringerung der Umweltbelastung. Gleichermassen muss die Nutzung der Gebäude optimiert werden. Eine Möglichkeit wäre die Planung von Cluster-Wohnungen. Nicht nur Neu- sondern auch Bestandsbauten sollten in die Überlegungen zur Flächenreduzierung einbezogen werden, z. B. indem bei Renovierungen für mehr Bewohnende geplant wird als vorher in dem Haus wohnten oder indem grosse Gebäude in eine grössere Zahl kleiner Gebäude umgewandelt werden (Sandberg, 2017).

Hinzu kommt die Erkenntnis von Gaspard et al. (2023), dass nicht nur Raum sondern auch Anlagen geteilt werden sollten. Demnach führt Suffizienz zu Energieeinsparungen unter Berücksichtigung verschiedener Aspekte. Ein anderer Ansatz könnte darin bestehen, einen Markt zum Wohnungstausch nach den jeweiligen Flächenbedürfnissen aufzubauen und die Leerstandsdauer zu reduzieren.

Nach Daten des NNBS beträgt die durchschnittliche Energie-Referenzfläche in der Schweiz 60 m<sup>2</sup>/Person und eine Niedrigenergie-Referenzfläche liegt bei 48 m<sup>2</sup>/Person (NNBS, 2021).

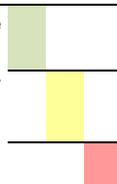
**Empfohlene Dokumente zur Umsetzung**

Das folgende Rahmenwerk für Interventionen und Politiken in Bezug auf Suffizienz in der Baubranche wurde dem IPCC-Report zum Klimaschutz (Cabeza et al., 2022) entnommen:



**BEWERTUNG**

Es wurden Suffizienzhebel und alternative Gebäudenutzungen umgesetzt, Energie-Referenzfläche ≤ 48 m<sup>2</sup>/Person  
 Suffizienzgrundsätze sind bekannt und ihre Umsetzung wurde berücksichtigt, Energie-Referenzfläche ≤ 60 m<sup>2</sup>/Person  
 Suffizienzgrundsätze sind bekannt



## Leitfaden für zirkuläres Bauen

((Grafik Seite 19))

Sufficiency levers	Suffizienzhebel
Optimising the use of buildings and appliances	Optimierung der Gebäude- und Anlagennutzung
Life time and use of buildings/appliances	Lebensdauer und Nutzung von Gebäuden/Anlagen
Consumer policies	Konsumentenpolitiken
Adjusting the size to the needs	Anpassung der Größe an die Bedürfnisse
Size of buildings/appliances	Gebäude-/Anlagengröße
Housing and consumer policies	Wohnungs- und Konsumentenpolitiken
Land use/urban and fiscal policies	Landnutzungs-/städtebauliche und Fiskalpolitiken
Multi-family buildings/Single family homes	Mehrfamilien-/Einfamilienhäuser
Organising the space	Organisation des Platzes
Fiscal and consumer policies	Fiskal- und Konsumentenpolitiken
Ownership/Usership	Eigentum/Nutzung
Pooling and re-purposing	Pooling und Umnutzung

## 21 Design für Langlebigkeit, Umnutzung und Rückbau

<b>Ziel</b>	Vermeidung von Abfällen und Ressourcenverschwendung durch KW-Grundsätze.		
<b>Stakeholder</b>	Bauherrschaft, Planerinnen und Planer, Auftragnehmer		
<b>Umsetzung in SIA-Phase</b>	1 Strategische Planung   <b>2 Vorstudien</b>   <b>3 Projektierung</b>   <b>4 Ausschreibung</b>   5. Realisierung   6 Bewirtschaftung		
<b>BEWERTUNG</b>	21.1 Langlebigkeitsdesign		
	21.2 Modulares Design und Umnutzungsdesign		
	21.3 Rückbaufreundliches Design		

### 21.1 Langlebigkeitsdesign

<b>Beschreibung</b>	<p>Langlebigkeitsdesign («Design for Longevity») ist eine Strategie des «Circular Buildings Toolkit» von ARUP und der Ellen Mac Arthur Foundation. Das Ziel ist die Maximierung der Gebäudelebensdauer und damit die Vermeidung frühzeitiger Sanierungen und Abrisse.</p> <p>Die Strategie wird auf der Gebäudeebene angewandt, wo es darum geht, das Gebäude zeitlos zu gestalten, wie auch auf der Bauteileebene, wo es darum geht, haltbare Materialien und Produkte zu verwenden, die nach dem Ende der Gebäudelebensdauer wiederverwendet werden könnten.</p> <p>Die Massnahmen reduzieren wegen des tieferen Instandhaltungsaufwands und da weniger Gebäudeelemente ausgetauscht werden müssen die Kosten und verringern den CO2-Fussabdruck des Gebäudes. Die Massnahmen sind im Rahmen der folgenden Handlungscluster strukturiert (ARUP &amp; Ellen Mac Arthur Foundation):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- «Design für künftige Klimaanpassungsfähigkeit/-resilienz»</li> <li>- «Bevorzugung standardisierter, modularer Elemente ggü. individuellen/massgeschneiderten Lösungen, um komplexe Gebäudegeometrien zu vermeiden»</li> <li>- «Suche nach Product-as-Service-Programmen für Bauteile, die voraussichtlich eine kurze oder mittlere Gebrauchsdauer im Projekt haben»</li> <li>- «Maximierung der Haltbarkeit der Gebäudestruktur durch sorgfältige(n) Auswahl, Schutz und Instandhaltung der Bauteile»</li> <li>- «Sicherstellen, dass die individuelle Gebrauchsdauer von Hüllensystemen, Bauteilen, Produkten und Materialien der Mindestgebrauchsdauer des Gebäudes entsprechen»</li> <li>- «Nutzung einer Life-Cycle Cost Assessment (LCCA) als Designbewertungstool»</li> </ul>
<b>Empfohlene Dokumente zur Umsetzung</b>	<p>Die Folgenden Handlungen und Unterhandlungen sind dem Circular Buildings Toolkit von ARUP und der Ellen Mac Arthur Foundation (ARUP &amp; Ellen Mac Arthur Foundation, n.d.) entnommen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Design für künftiges Klima <ul style="list-style-type: none"> <li>o <b>Beschränken Sie das Design nicht auf aktuelle technische Standards, wenn Sie Schwellen-/Grenzwerte bestimmen (z. B. Temperatur, Niederschlagshöhe, seismische Intensität, Windkräfte usw.)</b></li> <li>o <b>Führen Sie eine Klima- und Gefahren-Risikobewertung der Baustelle gemäss entsprechender Rahmenwerke durch und beachten Sie die Ergebnisse, wenn Sie Designparameter für Gebäudedienste, -hülle und -struktur festlegen.</b></li> <li>o Nutzen Sie digitale Tools, um voraussichtliche künftige Klimabedingungen am Ort Ihres Projekts zu bewerten</li> <li>o Entwickeln Sie einen gestuften Klimaanpassungsplan mit klaren, nach Design-Fachgebiet aufgeteilten Etappen zur Reaktion auf sich verschlechterndes Wetter</li> </ul> </li> <li>- Maximieren Sie die Haltbarkeit der Gebäudestruktur durch sorgfältige(n) Auswahl, Schutz und Instandhaltung der Bauteile <ul style="list-style-type: none"> <li>o Wählen Sie Materialien, die eine inhärente Haltbarkeit für bestimmte Umgebungen bieten, z. B. Beton für Robustheit, Holz bei hohem Chlorgehalt</li> <li>o Gestalten Sie das Gebäude so, dass «rohe» Materialien (z. B. Holz und Stahl) von Wasser und Feuchte sowie UV-Strahlung geschützt bzw. dem nicht ausgesetzt sind</li> <li>o Implementieren Sie Details, mit denen sichergestellt ist, dass Verkapselung und Schutz sichergestellt sind</li> </ul> </li> <li>- Stellen Sie sicher, dass die individuelle Gebrauchsdauer von Hüllensystemen, Bauteilen, Produkten und Materialien der Mindestgebrauchsdauer des Gebäudes entspricht <ul style="list-style-type: none"> <li>o Spezifizieren Sie die einzelnen Systeme, Bauteile, Produkte und Materialien, die der Gebrauchsdauer des Gebäudes entsprechen</li> </ul> </li> </ul>

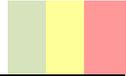
- Entsprechen einzelne Systeme, Bauteile, Produkte und Materialien nicht der Gebrauchsdauer des Gebäudes, so entwickeln Sie eine Langlebigkeitsdesign-Strategie, in der die Instandhaltung, Prüfung und Ersetzung für einzelne Systeme, Bauteile, Produkte und Materialien so gefasst ist, dass sie minimal invasiv sind
- Nutzen Sie eine Life-Cycle Cost Assessment (LCCA) als Designbewertungstool
  - Beteiligen Sie eine Fachperson in Kostenplanung in einem frühen Planungsstadium
  - Beteiligen Sie eine Fachperson zur Materialberatung in einem frühen Planungsstadium
  - Beteiligen Sie eine Gebäudekosten-Fachperson in einem frühen Planungsstadium
  - **Nehmen Sie den Restwert der Produkte und Materialien in die LCCA auf und berücksichtigen Sie dabei das Umnutzungs-, Rückbau- und Wiederverwendbarkeitspotenzial (die Informationen sollten idealerweise von den jeweiligen Herstellern kommen)**
  - Erstellen Sie das Design im Rahmen eines strukturierten Systems zum Building Information Modeling (BIM) Fügen Sie die LCCA-Informationen in BIM-Pläne und Protokolle ein

Des Weiteren empfehlen Küpfer and Fivet (2021) die folgenden Massnahmen für Langlebigkeitsdesign:

- **Mindern Sie die Anzahl und Verschiedenheit der Elemente**
- **Bevorzugen Sie vorgefertigte Elemente**
- **Nutzen Sie Elemente, deren Grösse und Gewicht eine einfache und sichere Handhabung erlauben**
- **Stellen Sie einen konsequenten Elementarschutz sicher, besonders in Bezug auf Verschleissteile, Ecken und Kanten**
- **Sichern Sie die visuelle und physische Zugänglichkeit von Verschleissteilen und die Verfügbarkeit von Ersatzbauteilen**
- **Fördern Sie die Wahl von Bauteilen für verschiedene Funktionen bei vergleichbarer Lebensdauer**
- **Wählen Sie gängige Materialien, die von hoher Qualität, einfach instandzuhalten, widerstandsfähig und in organische und technische Bestandteile getrennt sind**
- **Vermeiden Sie Verbundwerkstoffe, die nicht für Wiederverwendung und Recycling geeignet sind, unnötige Beschichtungen, gefährliche Materialien oder Bindemittel**
- **Bevorzugen Sie Bauteile, die vielfältig einsetzbar sind, ein bekanntes Verhalten im Zeitablauf haben und für die Erfahrungswerte vorliegen**
- Erwägen Sie Fundamente, die für höhere Lasten ausgelegt sind, als im ersten Lebenszyklus gebraucht, um für Nutzungsänderungen oder zusätzliche Geschosse gewappnet zu sein
- **Schützen Sie die Materialien vor Verschmutzung und die Struktur vor vorzeitigem Verschleiss**

BEWERTUNG	
	Die LCCA ist standardisiert und wird zur Gänze bei Projekten genutzt und die <b>zwingenden Designaspekte</b> für Langlebigkeit sind erfüllt <span style="float: right; color: green;">■</span>
	Alle <b>zwingenden Designaspekte</b> für Langlebigkeit sind erfüllt <span style="float: right; color: yellow;">■</span>
	Die <b>zwingenden Designaspekte</b> für Langlebigkeit sind nicht erfüllt <span style="float: right; color: red;">■</span>

## 21.2 Modulares Design und Umnutzungsdesign

**Beschreibung**

Umnutzungsfähigkeit ist eine der Strategien, die nicht nur die Kreislaufwirtschaft im Bauwesen und bei Gebäuden direkt fördern, sondern auch die Grundlage für weitere Massnahmen legen. Die Umwandlung von Räumen, die Änderung von Designs, die Nutzung von Flächen für andere Funktionen und der Rückbau erfordern ein entsprechendes Umnutzungsdesign. Noch gibt es keine Methode zur Quantifizierung der Umnutzungsfähigkeit von Gebäuden. Verschiedene Rahmenwerke bieten jedoch Ansätze für das Umnutzungsdesign (Rand et al., 2022).

Ein Gebäude kann auf drei Ebenen umgenutzt werden: Raum, Struktur und Dienssysteme. Solche Änderungen werden von Menschen veranlasst, von wirtschaftlichen Gegebenheiten oder von neuen Technologien. Beim «Adaptable Buildings Design» (Design für umnutzungsfähige Gebäude, ABD) werden vier Schritte zum Umnutzungsdesign festgelegt sowie mehrere Feedback-Schleifen (Allahaim et al., 2010).

1. Identifiziere Unsicherheiten
2. Integriere Flexibilität
3. Designregeln-Formulierung
4. Wertanalyse

**Empfohlene Dokumente zur Umsetzung**

Im Toolkit von ARUP und der Ellen Mac Arthur Foundation werden die folgenden Vorgehensweisen für modulares Design und Umnutzungsdesign empfohlen (ARUP & Ellen Mac Arthur Foundation, n.d.):

- Bevorzugen Sie standardisierte, modulare Elemente ggü. individuellen/massgeschneiderten Lösungen, um komplexe Gebäudegeometrien zu vermeiden
- Passen Sie das architektonische Konzept/die architektonische Herausforderung für das Projekt zur Erlangung des gewünschten Ergebnisses an, indem Sie standardisierte/modulare Bauteile nutzen
- **Folgen Sie standardisierten Geschosshöhen**
- **Architektonische Raumplanung zur Verwendung standardisierter Raster und Grundrisse (d. h. standardisierte Geschosshöhen über Gebäudetypen und -raster hinweg)**
- **Vermeiden Sie wenn möglich komplexe architektonische Formen**
- **Führen Sie eine vorläufige Lebensdauer-Kostenbewertung durch, bei der Sie ein massgeschneidertes Projekt, in dem massgeschneiderte Elemente verwendet werden mit einem vergleichen, bei dem standardisierte modulare Elemente verwendet werden.**
- **Setzen Sie sich mit möglichen Herstellern vor Ort zusammen, um die verfügbaren und modularen Systeme zu verstehen, die dem Design zu Grunde liegen können.**
- **Verwenden Sie bei Beratungen und Auftragungen von lokalen Herstellern auch das Rückbaupotenzial als Auswahlkriterium**
- **Nutzen Sie digitale parametrische Werkzeuge, um optimierte Aufteilungen und Leistung durch intelligente Platzierung von Standardbauteilen zu erzielen, anstatt gesonderte, erst noch zu entwickelnde.**

Des Weiteren werden die folgenden Ansätze, basierend auf Küpfer and Fivet (2021), für das Design eines umnutzungsfähigen und flexiblen Gebäude empfohlen:

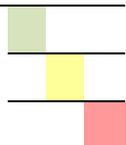
- Entwerfen Sie multifunktionale Räume, die verschiedene Nutzungsarten am Tag oder in der Woche mit nur kleinen Anpassungen zulassen
- **Entwerfen Sie Grundrisse und Abschnitte, die langfristig bei geringem Aufwand neue Funktionen erfüllen können**
- **Entwerfen Sie ein System mit einer modularen Struktur und Hülle mit sich wiederholenden, standardisierten Grössen, die unterschiedliche Verteilungs-, Ausstattungs- und Nutzungsarten ermöglichen. Besondere Aufmerksamkeit bedarf die Struktur: Punktgestützte Strukturen ermöglichen freie Grundrisse, die willkürlich für künftige Nutzungen aufgeteilt werden können**
- **Treffen Sie Vorkehrungen für eine mögliche Verstärkung/Anpassung der Struktur, z.B. für künftige seitliche Anbauten oder Aufstockungen**
- Finden Sie den optimalen Wert zwischen der für den Rückbau eines Bereichs benötigten Zeit (Anzahl der Elemente und Verbindungen) und der Komplexität der Handhabung

**BEWERTUNG**

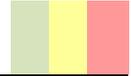
Alle Designaspekte für Langlebigkeit sind erfüllt

Alle **zwingenden Designaspekte** für Langlebigkeit sind erfüllt

Die **zwingenden Designaspekte** für Langlebigkeit sind nicht erfüllt



## 21.3 Rückbaufreundliches Design



**Beschreibung** Rückbaufreundliches Design («Design for disassembly») erfordert es, ein Gebäude so zu entwerfen und zu bauen, dass seine Elemente am Ende seiner Lebensspanne zur Gänze zurückgewonnen werden können. Damit wird die Nutzung von Gebäudeelementen und -materialien über ihren gesamten technischen Lebenszyklus anstatt nur während der Lebensspanne des Gebäudes ermöglicht und entsprechend werden Abfall und Ressourcenverbrauch reduziert (Durmisevic, 2006).

Ausserdem kann die für die Rückgewinnung der wiederzuverwendenden Materialien benötigte Energie auf ein Minimum reduziert werden und es können neue Arbeitsplätze in der Verarbeitung der Materialien geschaffen werden. Das Bundesamt für Umwelt hat eine Studie an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Lausanne (EPFL) in Auftrag gegeben, um die Abfallreduktion und Wiederverwendung in der Baubranche zu fördern. Die Studie befasst sich dabei mit dem selektiven Rückbau und rückbaubarer Konstruktion. Für die rückbaubare Konstruktion wurde eine Liste mit Massnahmen in 10 Kategorien in der Studie beschrieben (Küpfer & Fivet, 2021).

Darüber hinaus enthält die Studie spezifische Anleitungen für ein rückbaufreundliches Design der folgenden Systeme:

- **Mauerwerksysteme**
  - o Mauerwerksysteme sind für den Rückbau geeignet
  - o Möglich bei Zusammenfügungen mit «weichem» Mörtel
  - o Standardisierung der Grössen und Formen muss maximiert werden
- **Betonsysteme**
  - o Ortbetonkonstruktionen sind nicht für den Rückbau geeignet
  - o Betonfertigteile mit rückbaubaren Verbindungen werden empfohlen (hier erlauben eingebaute Metallplatten das Verschrauben von Elementen)
  - o Textil- oder faserverstärkter Beton ermöglicht dünnere Profile und rückbaubare Verbindungen
- **Deckensysteme**
  - o Gängige Deckensysteme sind für den Rückbau nicht geeignet
  - o Neue Systeme mit rückbaubaren Verbindungen oder vorgefertigten Elementen werden entwickelt
  - o Die Tragfähigkeit für verschiedene Nutzungsarten muss berücksichtigt werden
- **Metallsysteme**
  - o Metallsysteme sind aufgrund ihrer Standardisierung, mechanischen Verbindungen und Materialeigenschaften für den Rückbau geeignet
  - o Schraubverbindungen sind gegenüber Schweissverbindungen vorzuziehen
  - o Standardisierung der Grössen und Formen muss maximiert werden
  - o Die Bauteile müssen zugänglich und in einer trockenen Umgebung sein
- **Holzsysteme**
  - o Holzsysteme sind für den Rückbau geeignet
  - o Die Verbindungen sollten Metall- oder Holz-Holz-Verbindungen sein
- **Platten und Hohlkästen**
  - o Durch Vorfabrikation und Modularität sind Platten und Hohlkästen für den Rückbau geeignet
  - o Verbindungen und Befestigungen müssen für den Rückbau geeignet sein
  - o Standardisierung der Grössen und Formen muss maximiert werden
  - o Massivholz ist vorzuziehen, um Recycling zu ermöglichen, wenn eine Wiederverwendung nicht möglich ist.

Es wird empfohlen, diese Design-Leitlinien in das geplante System im Projekt zu implementieren.

**Empfohlene Dokumente zur Umsetzung** Die folgenden, auf Küpfer and Fivet (2021) basierenden Herangehensweisen sind von der Planungsperson während des Designprozesses zu erfüllen.

- **Auswahl dauerhafter Materialien**
  - o Wählen Sie gängige Materialien, die von hoher Qualität, einfach instandzuhalten, widerstandsfähig und in organische und technische Bestandteile getrennt sind
  - o **Vermeiden Sie Verbundwerkstoffe, die nicht für Wiederverwendung und Recycling geeignet sind, unnötige Beschichtungen, gefährliche Materialien oder Bindemittel**
  - o Bevorzugen Sie Bauteile, die vielfältig einsetzbar sind, ein bekanntes Verhalten im Zeitablauf haben und für die Erfahrungswerte vorliegen
  - o Bei Unsicherheiten, fragen Sie bei den Herstellern oder Fachkundigen im Bereich der Rückgewinnung
- **Gewährleisten der Rückbaubarkeit der Verbindungen**
  - o **Bevorzugen Sie mechanische («trockene») Verbindungen (Schrauben, Klammern, Dübel etc.) gegenüber chemischen («nassen») Verbindungen (Kleber, Harze etc.)**
  - o Nutzen Sie bei chemischen Verbindungen solche Verbindungen, die schwächer sind als die Komponenten, sodass eine leichte Reinigung von Rückständen gewährleistet wird

- **Minimieren Sie die Verbindungspunkte und gleichzeitig die Grösse der Komponenten, um die Handhabung und Wiederverwendung zu optimieren**
- **Begrenzen Sie die Anzahl unterschiedlicher Befestigungen**
- **Wählen Sie Verbindungen, die aus einer reduzierten Anzahl von Teilen bestehen und nur Standardwerkzeuge sowie eine begrenzte Anzahl von einfachen Montage- und Demontageschritten erfordern**
- Kennzeichnen Sie visuell und physisch zugängliche Trennstellen
- Wählen Sie eine Montagemethode, die eine parallele Montage/Demontage ermöglicht
- **Gewährleisten der Autonomie von Schichten und Teilsystemen mit unterschiedlicher Lebensdauer**
  - Entwerfen Sie das Projekt nach einem System von unabhängigen und hierarchischen Schichten, entsprechend ihrer geschätzten technischen und funktionalen Lebensdauer
  - **Entwerfen Sie ein Tragwerk, das klar von den technischen Elementen, den Innentrennwänden und bei einer mehrschichtigen Konstruktion vom Rest der Hülle getrennt ist**
  - Hinterfragen Sie die Notwendigkeit jeder technischen Anlage und stellen Sie sicher, dass die Zugangspunkte so gruppiert sind, dass Konfliktpunkte mit den anderen Schichten begrenzt sind
- **Planen und Dokumentieren der Rückbauarbeiten**
  - Optimieren Sie die Dauer von selektiven Rückbauarbeiten durch Minimieren der Arbeitsschritte und Entwickeln einer Montage-/Demontageabfolge, die paralleles Arbeiten ermöglicht und die keine gleichzeitige Demontage von zwei Seiten erfordert
  - Dimensionieren Sie die Komponenten so, dass eine örtlich begrenzte und verhältnismässige Reparatur möglich ist
  - **Verwenden Sie Standardgeräte und -werkzeuge, die weit verbreitet und für die Montage- und Demontagephase identisch sind**
  - Gewährleisten Sie die Manövrierfähigkeit der Komponenten, insbesondere durch das Bereitstellen von Anschlagspunkten
  - Stellen Sie sicher, dass die vorhandenen Geräte mit der Grösse der Komponenten übereinstimmen
  - Optimieren Sie den Transport und die Lagerung der Komponenten, z. B. durch stapelbare Komponenten und Wählen üblicher Abmessungen
  - Falls nötig, besprechen Sie mit den Lieferunternehmen die Bedingungen für die Rücknahme von Komponenten und legen Sie diese vertraglich fest
  - Erstellen Sie einen Prototypen zur Überprüfung und Bestätigung der Montage- und Demontagemethoden
- **Überdenken der Modelle von Besitz und Verantwortung**
  - Wählen Sie Komponenten mit einem hohen Potenzial, wieder in den Wirtschaftskreislauf zurückgebracht zu werden
  - Ermitteln Sie die Bedingungen für die Rücknahme von Komponenten
- **Prinzipien**
  - **Entwerfen Sie ein Tragsystem, das eine Demontage am Ende der Lebensdauer des Gebäudes ermöglicht**
  - Erleichtern Sie optische Kontrollen, indem Sie feste Verkleidungen weglassen
  - Nutzen Sie 3D-Modelle zur besseren Visualisierung, Kommunikation und Bewertung der Rückbaubarkeit

BEWERTUNG		
	50–100 % der Gesichtspunkte für rückbaufreundliches Design sind erfüllt, einschliesslich aller <b>zwingenden</b>	
	10–50 % der Gesichtspunkte für rückbaufreundliches Design sind erfüllt, einschl. aller <b>zwingenden</b>	
	0–10 % der Gesichtspunkte für rückbaufreundliches Design sind erfüllt	

## 22 Effizienz

<b>Ziel</b>	Verringerung des Gebäude-Fussabdrucks und Vermeidung unnötigen Bauens durch hohe Effizienz						
<b>Stakeholder</b>	Bauherrschaft, Planerinnen und Planer, Auftragnehmer						
<b>Umsetzung in SIA-Phase</b>	1 Strategische Planung   2 Vorstudien   3 Projektierung   4 Ausschreibung   5. Realisierung   6 Bewirtschaftung						
<b>BEWERTUNG</b>	<table border="1"> <tr> <td>22.1 Materialeffizienz</td> <td></td> </tr> <tr> <td>22.2 Energieeffizienz</td> <td></td> </tr> <tr> <td>22.3 Low-Tech-Gebäude</td> <td></td> </tr> </table>	22.1 Materialeffizienz		22.2 Energieeffizienz		22.3 Low-Tech-Gebäude	
22.1 Materialeffizienz							
22.2 Energieeffizienz							
22.3 Low-Tech-Gebäude							

### 22.1 Materialeffizienz

<b>Beschreibung</b>	<p>Eine Anleitung für Designteams zur Abfallminimierung in Gebäuden wurde 2016 von der WRAP, einer weltweit tätigen Klimainitiative veröffentlicht. In der Anleitung werden fünf Designprinzipien für die Abfallvermeidung durch Design aufgeführt, von denen eines sich mit Materialoptimierung befasst. Es wurden die folgenden drei Handlungsfelder benannt (WRAP, 2016):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Planen Sie die Baustelle so, dass der Aushub so gering wie möglich ist.</li> <li>- Wählen Sie gängige Materialien und Komponenten, die einfach herzustellen und instandzuhalten sind</li> <li>- Koordinierung aller Fachgebiete und Planungsphasen</li> </ul> <p>In Bezug auf diese Handlungsfelder wurden die folgenden Best-Practice-Massnahmen definiert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Finden Sie die beste Balance zwischen Design, Form und Grundriss einerseits und Einfachheit andererseits</li> <li>- Vermeiden Sie Materialabfall durch Verschnitt und Verbindungen durch maximale Koordinierung</li> <li>- Wählen Sie Material in standardisierten Grössen</li> <li>- Nutzen Sie so wenige Materialien wie möglich, um möglichst viel Verschnitt wiederzuverwenden</li> <li>- Optimieren Sie Produktion und Bau durch Standardisierung, Wiederholung und Koordinierung</li> </ul> <p>Des Weiteren hat die SRE, ein britisches Nachhaltigkeitsberatungsunternehmen, eine alle Projektphasen umfassende Handreichung zu Materialeffizienz-Strategien veröffentlicht, die im Folgenden den jeweiligen SIA-Phasen zugeordnet wurde (SRE Limited, 2019):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Strategische Planung:</b> Legen Sie Bedingungen, Verantwortlichkeiten und Ziele hinsichtlich Materialeffizienz fest, berücksichtigen Sie dabei die Situation auf der Baustelle und die Natur des Projekts und teilen Sie sie mit allen Projekt-Stakeholder</li> <li>- <b>Vorstudien:</b> Beteiligen Sie die mit der Planung befassten Personen (Architekt*in, Statiker*in, Gebäudetechniker*in) in einem Workshop, um Lösungen zur Optimierung der Materialeffizienz zu finden</li> <li>- <b>Projektierung:</b> Implementieren Sie Lösungen, die in den vorherigen Phasen definiert wurden und stellen Sie die Verbesserung der Materialeffizienz durch Dokumentation von Abweichungen sicher</li> <li>- <b>Realisierung:</b> Implementieren Sie in den vorherigen Phasen definierte Lösungen in den Bau des Gebäudes. Schulen Sie die Auftragnehmer entsprechend</li> </ul>
---------------------	--

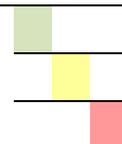
**Empfohlene  
Dokumente zur  
Umsetzung**

MEICON hat in Zusammenarbeit mit der University of Cambridge und der University of Bath einen Bericht zur Minimierung des Energieverbrauchs im Bauwesen veröffentlicht. Der Bericht beschäftigt sich in erster Linie mit der Tragwerksplanung. Die folgenden Designleitlinienelemente wurden demgegenüber angepasst, um in allen an der Planung beteiligten Fachgebieten Beachtung finden zu können (Orr et al., 2018):

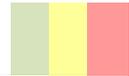
- Ziehen Sie andere Designgrundlagen und ihr Versagenspotenzial in Betracht in Bezug auf Kosten und mögliche Energieeinsparungen
- Fördern Sie einen Wandel im Denken der Stakeholder, um innovative Methoden zu ermöglichen – und damit Materialeffizienz
- Platzieren Sie die Gebäudeteile strategisch, sodass so wenig Material wie möglich gebraucht wird
- Verlegen Sie Teile der Konstruktion/Auslegung in eine frühere Planungsphase, um Kosten für Änderungen zu reduzieren und die Möglichkeit und die Wirkung von Verbesserungen zu erhöhen. Treffen Sie Ihre Entscheidungen mit besonderem Augenmerk auf die Optimierung der Materialeffizienz
- Überdenken Sie die Anforderungen zur Materialnutzung bei Standardausführungen, etwa durch geringere Tragwerk-Betonabdeckung, und damit die Dimensionierung des Fundaments
- Ermitteln Sie die Materialien mit dem grössten Einfluss in Bezug auf CO<sub>2</sub>-Äquivalente und identifizieren Sie entsprechend Massnahmen, um deren Verbrauch zu reduzieren
- Erwägen Sie flexible Massenproduktion anstatt Standardisierung, um Designoptionen nicht zu beschränken und besondere Bauteile zu ermöglichen. Es wird empfohlen, bei der Herstellung Automation und Robotik zu nutzen, um eine flexible Massenproduktion zu ermöglichen
- Bewerten Sie realistisch die Versagensrisiken aller Systeme unter Berücksichtigung der jeweiligen Folgeschwere. Bemessen Sie die Systeme und Erwartungsbereiche so, dass keine unnötigen Reserven geplant und gebaut werden. Erträgliche Versagensfolgen können toleriert werden
- Die wachsende Qualität der Materialien ermöglicht eine Reduktion von teilweisen Unsicherheitsfaktoren, was zu einem geringeren Materialverbrauch führen könnte
- Stellen Sie sicher, dass ein allgemeines Verständnis von und ein Streben nach Materialeffizienz im Beschaffungsprozess verankert ist. Nehmen Sie Materialeffizienz vertraglich auf.
- Identifizieren Sie ein Optimum zwischen Kosten und Materialeffizienz, wobei Sie die Herstellung, Komplexität, Baudauer und -methode und die Art des Materials berücksichtigen

**BEWERTUNG**

- Die Designaspekte der Materialeffizienz sind Teil des Planungsverfahrens
- Die Designaspekte der Materialeffizienz sind dem Planungsteam bekannt
- Die Designaspekte der Materialeffizienz sind dem Planungsteam nicht bekannt



## 22.2 Energieeffizienz



**Beschreibung** Nach Art. 45 des Schweizer Energiegesetzes sind die Kantone verpflichtet, günstige Rahmenbedingungen für die sparsame und effiziente Energienutzung sowie die Nutzung erneuerbarer Energien in ihre Gesetzgebung aufzunehmen (Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft, 2021).

Ausserdem hat der Schweizerische Bundesrat einen Bericht zu langfristigen Klimastrategie der Schweiz veröffentlicht. Dem Bericht zufolge hat die Schweiz das Ziel, ihre Treibhausgasemissionen bis 2050 auf Netto-Null zu reduzieren. Das Ziel für den Sektor Gebäude besteht darin, die betriebsbedingten Treibhausgasemissionen auf null zu reduzieren. Das grösste Potenzial liegt dabei darin, die Heizenergie zu dekarbonisieren. Und auch die Effizienz der Gebäude muss steigen. Der Wärmebedarf pro Quadratmeter in Ein- und Mehrfamilienhäusern soll um etwa 35 % sinken. Zusätzlich soll die Sanierungsrate im Altbestand um 30–50 % steigen und die Sanierungstiefe verstärkt werden, um die Energieeffizienz von Gebäuden zu fördern (Schweizerischer Bundesrat, 2021).

Es kann demnach gesagt werden, dass die Energieeffizienz von Gebäuden ein wesentlicher Faktor für die Erreichung von Klimazielen ist. Sie führt nicht nur zu Einsparungen in Sachen Energie, sondern auch bei den Kosten.

In der Schweiz gelten viele Standards und Normen in Bezug auf die Planung energieeffizienter Gebäude, von denen einige im Abschnitt «Empfohlene Dokumente zur Umsetzung» aufgeführt sind.

<b>Empfohlene Dokumente zur Umsetzung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Minergie:</b> Die Hauptanforderung des Minergie-Labels ist es, einen bestimmten Schwellenwert beim Gesamtenergiebedarf eines Gebäudes nach seiner Nutzung und in Abhängigkeit vom gewünschten Standard zu erreichen. Darüber hinaus werden der Heizenergiebedarf, der Endenergiebedarf, die Stromproduktion, mechanische Lüftung, Hitzeschutz im Sommer, die Nutzung fossiler Brennstoffe, die Luftdichtheit der Hülle, Energie-Monitoring und Massnahmen zur e-Mobilität bewertet. Das Minergie-Label ist in verschiedenen Standards aufgeteilt: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Minergie: Die Basis von Minergie deckt die Bereiche Qualität, Komfort und Energieeffizienz von Gebäuden ab</li> <li>o Minergie-P: Zusätzlich zum Minergie-Standard befasst sich Minergie-P mit der Minimierung des Energiebedarfs des Gebäudes, hauptsächlich durch Bewertung der Gebäudehülle</li> <li>o Minergie-A: Nach diesem höchsten Minergie-Standard muss das Gebäude energieunabhängig sein und daher mehr Energie produzieren als es braucht.</li> <li>o Minergie-ECO: Das Zusatzprodukt ECO kann mit den obgenannten Standards kombiniert werden und erfordert eine gesunde und nachhaltige Bauweise des Gebäudes.</li> <li>o MQS Bau: Ähnlich wie ECO kann MQS die oben genannten Standards ergänzen. Der Fokus liegt auf hoher Qualität in der Bauphase (Minergie, 2022)</li> </ul> </li> <li>- <b>SNBS:</b> Die SNBS-Zertifizierung baut auf dem Minergie-Standard auf und umfasst die Bereiche Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt (Luthiger, n.d.). Da die Energieeffizienz von Gebäuden bereits von den Minergie-Standards abgedeckt ist, wird die SNBS-Zertifizierung hier nicht weiter beschrieben.</li> <li>- <b>GEAK:</b> Beim Gebäudeenergieausweis der Kantone wird die Leistung der Gebäudehülle ebenso bewertet wie die Gesamt-Energieeffizienz. Es werden auf den SIA-Normen basierende Referenzwerte gesetzt und dann mit den im speziellen Fall berechneten Werten verglichen. Der Vergleich der tatsächlichen Werte mit den Referenzwerten führt zu einer Einstufung in eine von sieben Klassen (A–G), wobei Klasse A die beste und B den Grenzwert bezeichnet (Hall, 2020). Mit dem GEAK-Label soll der aktuelle Stand und mögliche Verbesserungen hinsichtlich Energie bewertet werden, während Minergie das Augenmerk auf das umfassende Ziel in Form des Energiestandards des Gebäudes richtet. Neubauten mit einer Minergie-Zertifizierung erfüllen mindestens Klasse B des GEAK und Bauten mit der Minergie-P-Zertifizierung erfüllen Klasse A. Das heisst jedoch nicht, dass Gebäude der Klasse B oder A automatisch den Minergie- oder Minergie-P-Standard erfüllen (GEAK-Betriebszentrale, 2009).</li> <li>- <b>DGNB:</b> Die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen hat Kriterien für sechs Anwendungsfelder, die im Folgenden aufgeführt sind. Die für Energieeffizienz von Gebäuden relevanten Felder werden detaillierter beschrieben (Pimiskern, 2022). <ul style="list-style-type: none"> <li>o Ökologische Qualität <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Ökobilanz des Gebäudes</i> In die Bewertung dieses Kriteriums fliessen die folgenden Indikatoren ein: Ökobilanzen in der Planung, Ökobilanz-Optimierung, Ökobilanz-Vergleichsrechnung sowie Klimaschutzziele, ein «Circular Economy Bonus» und halogenierte Kohlenwasserstoffe in Kältemitteln</li> <li>▪ <i>Trinkwasserbedarf und Abwasseraufkommen</i> Zusätzlich zum Trinkwasserbedarf und Abwasseraufkommen werden bei diesem Kriterium die Außenanlagen und die Integration in die Quartiers-Infrastruktur bewertet</li> </ul> </li> <li>o Ökonomische Qualität</li> <li>o Soziokulturelle und funktionale Qualität</li> <li>o Technische Qualität <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Qualität der Gebäudehülle</i> Bei diesem Kriterium geht es um den Wärmedurchgang, Wärmebrücken, Luftdichtheit und sommerlichen Wärmeschutz</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
---	---

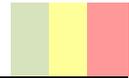
- *Einsatz und Integration von Gebäudetechnik* Die Indikatoren für dieses Kriterium sind passive Systeme, Anpassbarkeit der Verteilung auf Betriebstemperaturen für eine Einbindung von regenerativen Energien, Zugänglichkeit der technischen Gebäudeausrüstung und integrierte Systeme
    - Prozessqualität
    - Standortqualität
  - **LEED:** LEED ist das Label des U.S. Green Building Council, bei dem es um Entwurf, Bau und Betrieb des Gebäudes auf nachhaltige Weise geht sowie um grüne Performance. Der Fokus des Zertifikats liegt auf den folgenden Bereichen, wobei die für Energieeffizienz wichtigen hier näher beschrieben werden (U.S. Green Building Council, 2022a):
    - Integrativer Prozess
    - Standort und Transport
    - Nachhaltige Standorte
    - Wassereffizienz
      - *Reduzierung des Wasserverbrauchs im Aussenbereich:* Zielt darauf ab, den Wasserverbrauch durch reduzierten oder keinen Bewässerungsbedarf zu mindern
      - *Reduzierung des Wasserverbrauchs im Innenbereich:* Zielt darauf ab, den Wasserverbrauch zu senken, indem der Wasserverbrauch des Gebäudes um 20 % gegenüber den Referenzwerten verringert wird und Geräte, Anlagen und Prozesse installiert werden, die bestimmte Werte erreichen
      - *Wassermessung* zielt drauf ab, höchstmögliche Wassereinsparungen zu erreichen, indem Wasserzähler installiert werden und Daten regelmässig zusammengefasst werden
    - Energie und Atmosphäre
      - *Grundsätzliche Inbetriebnahme und Prüfung und Verbesserte Inbetriebnahme* zielt darauf ab, sicherzustellen das die Erwartungen des Eigners bzw. der Eignerin in Bezug auf Energie, Wasser, Umweltqualität im Innenbereich und Lebensdauer erfüllt werden
      - *Mindestenergieleistung und Energieleistung optimieren* Ziel ist die Senkung übermässigen Energieverbrauchs von Gebäuden und ihren Systemen, um so die Energieeffizienz zu optimieren.
      - *Verbesserte Energiemessung auf Gebäudeebene und Verbesserte Energiemessung* zielt drauf ab, höchstmögliche Energieeinsparungen zu erreichen, indem auf Gebäudeebene Energiemessgeräte installiert und Daten regelmässig zusammengefasst werden
      - *Nachfragesteuerung:* Ziel sind effizientere Verteilsysteme sowie eine höhere Netzzuverlässigkeit durch geeignete Programme und Technologien zur Strombedarfssteuerung, um Treibhausgasemissionen zu minimieren.
      - *Erzeugung regenerativer Energie* zielt darauf ab, Emissionen aus fossilen Energiequellen zu vermeiden, indem die Eigenversorgung mit erneuerbarer Energie maximiert wird.
      - *Grüne Energie und Kohlenstoffausgleich* zielt darauf ab, die Treibhausgasemissionen durch die Nutzung netzbasierter Technologien für erneuerbare Energien und durch Projekte zur Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen zu senken.
    - Materialien und Ressourcen
    - Umweltqualität im Innenbereich
    - Innovation
    - Regionale Priorität (U.S. Green Building Council, 2019)

Darüber hinaus kann die Zertifizierung LEED Zero erlangt werden, indem Netto-Null-Zielen entsprochen wird sowie durch Leuchtturmprojekte im Bereich der Nachhaltigkeit. Bei LEED Zero liegt der Schwerpunkt auf Kohlenstoff, Energie, Wasser und Abfall und es wird überprüft, dass die Emissionen oder der Verbrauch in diesen Bereichen über das Jahr ausgeglichen sind (U.S. Green Building Council, 2022a).

- **BREEAM:** Die Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology (BREEAM) ist eine international verbreitete Methode zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden. Allerdings kann in der Schweiz derzeit nur der Standard für Bestandsbauten verwendet werden, der Standard für Neubauten jedoch noch nicht (TÜV SÜD, n.d.). Daher wird dieses Label hier nicht näher beschrieben.

BEWERTUNG		
Das Gebäude ist nach SNBS/BREEAM/LEED zertifiziert oder die in diesen Standards beschriebenen Indikatoren sind erfüllt		
Das Gebäude ist teilweise nach SNBS/BREEAM/LEED zertifiziert oder die in diesen Standards beschriebenen Indikatoren sind teilweise erfüllt		
Das Gebäude ist nicht nach SNBS/BREEAM/LEED zertifiziert und die in diesen Standards beschriebenen Indikatoren sind nicht erfüllt		

## 22.3 Low-Tech-Gebäude



**Beschreibung** In Bezug auf einen der Grundsätze der Kreislaufwirtschaft – Suffizienz, ist es unumgänglich, Emissionen durch erhöhte Effizienz zu mindern, aber auch die Notwendigkeit von High-Tech-Systemen zu hinterfragen. Das österreichische Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie hat einen Bericht zu nachhaltigen Low-Tech-Gebäuden veröffentlicht (Haselsteiner et al., 2016). In ihm wird vorgeschlagen, die Klimabedingungen vor Ort zu nutzen, um den Energiebedarf des jeweiligen Gebäudes zu reduzieren. Die folgenden Potenziale wurden identifiziert:

- *Solarstrahlung:* Kann für passive und aktive Energiegewinne, solare Kühlung, Tageslicht und Photovoltaik genutzt werden. In der Planungsphase muss dies bei der Orientierung des Gebäudes und der Platzierung von Räumen berücksichtigt werden, bei Verschattung und Sonnenschutz, beim Verhältnis der Fenster- zur Fassadenfläche, wie auch in Bezug auf Strahlungswandler, die Sonnenenergie absorbieren
- *Wind:* Kann zur natürlichen Durchlüftung genutzt werden, zum Umströmen des Gebäudes nach der Gebäudeform und den Windverhältnissen wie auch für Windkraftanlagen. Die Architektin bzw. der Architekt muss die Windverhältnisse bei der Planung der Gebäudeform, -höhe und -tiefe berücksichtigen
- *Luftfeuchte/Niederschlag/Oberflächenwasser:* Niederschlagswasser kann für die Sekundärnutzung in Bezug auf den Ver- und Entsorgungskreislauf, zur Kühlung sowie als Versickerungswasser genutzt werden
- *Temperatur/Luft:* Kann zur Lüftung, Heizung und Kühlung von Gebäuden, wie auch als «Speichermasse» oder für passive Kühlmaßnahmen genutzt werden
- *Temperatur/Erdreich, Grundwasser, Tiefenwasser:* Das Temperaturniveau im Erdreich kann als Wärme- oder Kältequelle genutzt werden
- *Gebäudenahes Mikroklima:* Gebäudenaher Vegetation und Wasser kann zur Klimaregulierung und zum Temperaturengleich in und um das Gebäude genutzt werden sowie zur Verschattung durch Vegetation

Das Projekt «Low-Tech-Gebäude in der Bodenseeregion» der Internationalen Bodensee-Konferenz hat ein Buch zu Planungs- und Umsetzungsprozess für Low-Tech-Gebäude in der Bodenseeregion herausgegeben (Müller & Eiler, 2021). Die dort genannten Massnahmen sind im folgenden Abschnitt «Empfohlene Dokumente zur Umsetzung» aufgeführt.

# Leitfaden für zirkuläres Bauen

## Empfohlene Dokumente zur Umsetzung

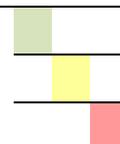
- Die folgenden Designaspekte wurden von Müller and Eiler (2021) definiert:
- Thermischer Komfort
  - o **Ermöglichen Sie eine grosse Toleranz der Raumtemperatur, idealerweise zwischen 20 C im Winter und 28 C im Sommer**
  - o **Maximieren Sie thermische Masse und ihre Oberfläche zur Ausgleichung von Temperaturschwankungen**
  - o **Gute Verwertung solarer Gewinne und innerer Lasten**
  - o **Montieren Sie feste oder bewegliche Elemente als Sonnenschutz an Fassade und Dach**
  - o Wählen Sie einen geeigneten Fensterflächenanteil an der Wandfläche
  - o Stellen Sie Luftdichtheit sicher, um Verluste zu mindern und verwenden Sie Fenster mit einem tiefen U-Wert
  - o Planen Sie Heizung, Kühlung und mechanische Verschattung nur wenn nötig, berücksichtigen Sie den Beitrag der Gebäudehülle bei der Dimensionierung und nutzen Sie passive Kühlung
- Raumluftqualität
  - o Nutzen Sie thermische Effekte
  - o Wenn mechanische Lüftung nötig ist, bevorzugen Sie Kaskaden- oder Hybridlösungen oder Abluftanlagen
  - o **Wenn Zu- und Abluftanlagen nötig sind, installieren Sie solche mit Wärmerückgewinnung und passen Sie den Luftdurchsatz an die tatsächliche Belegung des Gebäudes an**
  - o **Verwenden Sie nachhaltige, gesundheitlich unbedenkliche Baustoffe**
  - o Nutzen Sie Materialien mit der Eigenschaft der Feuchtigkeitsregulierung
  - o **Verzichten Sie auf Befeuchtung**
- Beleuchtung
  - o Optimieren Sie Fassade und Grundriss, um Kunstlicht zu vermeiden
  - o Nutzen Sie LED-Lampen
  - o Ermöglichen Sie manuelle Bedienung und sorgen Sie bei automatisierter Steuerung für einfache Regelungsmöglichkeiten
- Nutzung
  - o **Stellen Sie eine einfache Bedienung der Gebäudetechnik für alle Altersgruppen sicher**
  - o Legen Sie auf Minimum statt auf Maximum aus
  - o Zerlegen Sie komplexe Vorgänge in einfache Bestandteile
  - o Entwickeln Sie Strategien für Extremsituationen
- Dauerhaftigkeit
  - o Maximieren Sie die Dampfdiffusion von innen nach aussen
  - o Sorgen Sie für konstruktiven Wetterschutz
  - o **Trennen Sie Struktur und Gebäudetechnik**

## BEWERTUNG

50–100 % der Designaspekte für Low Tech sind erfüllt, einschl. aller **zwingenden**

10–50 % der Designaspekte für Low Tech sind erfüllt, einschl. aller **zwingenden**

0–10 % der Designaspekte für Low Tech Design sind erfüllt



## 23 Baumaterialien

<b>Ziel</b>	Verringerung des Fussabdrucks des Gebäudes und Auswahl der Baumaterialien nach den Nachhaltigkeitsgrundsätzen «Reduzieren», «Wiederverwenden» und «Recyceln» («reduce, reuse & recycle»), um so Abfall zu vermeiden und Ressourcen zu schonen.	
<b>Stakeholder</b>	Bauherrschaft, Planerinnen und Planer, Auftragnehmer	
<b>Umsetzung in SIA-Phase</b>	1 Strategische Planung   2 Vorstudien   3 Projektierung   4 Ausschreibung   5. Realisierung   6 Bewirtschaftung	
<b>BEWERTUNG</b>	23.1 Wiederverwendung und Recycling von Materialien	
	23.2 Wiederverwendbare Bauteile identifizieren	
	23.3 Product-as-a-Service	

### 23.1 Wiederverwendung und Recycling von Materialien

<b>Beschreibung</b>	<p>Neben der Vermeidung von Abfall und Verschmutzung sowie der Wiederherstellung natürlicher Systeme sind Kreislaufmaterialien eine weitere Säule der Kreislaufwirtschaft. Die Produkte müssen so hochwertig wie möglich zirkulieren. Wiederverwendung wird daher dem Recycling vorgezogen, da durch Recycling nicht der im Produkt verankerte Wert erhalten bleibt. Allerdings können durch Recycling Materialien im Wirtschaftskreislauf gehalten und damit Müll vermieden werden (Acharya et al., 2018).</p> <p>Kreislaufmaterialien führen nicht nur zu einer Verminderung von Abfall, sondern ermöglichen auch einen geringeren Verbrauch von Primärrohstoffen und haben auch das Potenzial, Kosten zu senken und Erträge zu steigern. Zusätzlich zu wiederverwendeten und recycelten Produkten können sich schnell erneuernde Produkte berücksichtigt werden. Ausserdem können, im Falle wiederverwendeter Materialien, Produkte aus anderen Industriebereichen als der Baubranche in Betracht gezogen werden (Lemmens &amp; Luebke, 2016).</p> <p>Von Madaster wurde ein Zirkularitätsindikator (ZI) entwickelt, der auf dem «Material Circularity Indicator» der Ellen Mac Arthur Foundation basiert. Der ZI-Score liegt zwischen 0 und 100 % und bewertet die Zirkularität eines Gebäudes über seine gesamte Lebensdauer. Ziel des ZI ist es, den kreislaforientierten Planungsprozess zu verbessern und die Zirkularität des Gebäudes selbst in Bezug auf Baustoffe und -produkte zu verbessern und er wird automatisch aufgrund des Gebäudepasses generiert. Die folgenden drei Phasen liegen im Anwendungsbereich des ZI:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Materialherkunft:</i> Das Verhältnis zwischen Primärrohstoffen, wiederverwendetem und recyceltem Material</li> <li>- <i>Lebensdauer:</i> Das Verhältnis der erwarteten Funktionslebensdauer der verwendeten Produkte zur durchschnittlichen Funktionslebensdauer alternativer Produkte</li> <li>- <i>Recycling und Wiederverwertung von Materialien:</i> Das Verhältnis des Masseanteils von Abfall zum Masseanteil von wiederverwendbarem oder recyclebarem Material im Falle einer Sanierung oder eines Abrisses (Madaster Germany, 2021)</li> </ul> <p>Für die Beschaffung wiederverwendbarer Materialien werden die folgenden Optionen genannt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vor Ort, im Falle von Abriss oder Sanierung</li> <li>- An anderen Abrissbaustellen</li> <li>- Fehl- oder Überproduktion bei Herstellern</li> <li>- Onlineplattformen wie etwa <a href="http://www.useagain.ch">www.useagain.ch</a></li> </ul>
---------------------	--

<b>Empfohlene Dokumente zur Umsetzung</b>	<p>Madaster kalkuliert den ZI für die Herkunft der Materialien (<math>ZI_{\text{Materialherkunft}}</math>) als die Summe der folgenden Parameter:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>F_R</math>: Anteil der recycelten Materialien in % der Gesamt-Produktmasse</li> <li>- <math>F_{RR}</math>: Anteil der schnell erneuerbaren Materialien in % der Produktmasse</li> <li>- <math>F_U</math>: Anteil der wiederverwendeten Produkte und/oder Komponenten in % der Produktmasse</li> </ul> <p>Für den ZI des Gebäudes insgesamt (<math>ZI_{\text{Gebäude}}</math>) wird sowohl die Effizienz des Recyclings für die Herstellung als auch die beim Recycling anfallende Abfallmasse berücksichtigt.</p>
---	--

<b>BEWERTUNG</b>	<p><math>ZI_{\text{Materialherkunft}} \geq 50 \%</math></p> <p><math>ZI_{\text{Materialherkunft}} \geq 25 \%</math></p> <p><math>ZI_{\text{Materialherkunft}} &lt; 25 \%</math></p>	
------------------	---	--

## 23.2 Wiederverwendbare Bauteile identifizieren



<b>Beschreibung</b>	<p>Bei Abriss oder Sanierung eines Gebäudes sollten wiederverwendbare Bauteile identifiziert werden. Im Rahmen des Interreg-Projekts «FCRB—Facilitating the circulation of reclaimed building elements» wurde ein Handbuch zur Erstellung eines Verzeichnisses zum Wiederverwendungspotenzial von Bauprodukten vor dem Abriss herausgegeben (Smeyers et al., 2021).</p> <p>Das Handbuch bietet einen schrittweisen Ansatz für ein Rückgewinnungsaudit und behandelt neben der Identifizierung potenziell wiederverwendbarer Bauteile auch die Erfassung von Informationen über die Bauteile und wie mit den Bauteilen nach dem Rückbau zu verfahren ist. Weitere Informationen stehen unter «Empfohlene Dokumente zur Umsetzung».</p>
<b>Empfohlene Dokumente zur Umsetzung</b>	<p>Die folgende Vorgehensweise wurde aus Smeyers et al. (2021) entnommen. Es ist nur der erste Schritt zur Bewertung des Wiederverwendungspotenzials aufgeführt. Im Handbuch ist auch ein Kapitel dazu enthalten, welche Informationen erfasst werden müssen, einschliesslich verschiedener Muster, wie auch ein Kapitel zum Umgang mit den zurückgewonnenen Bauteilen.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Zustand:</b> Für Bauteile, die stark beschädigt sind oder bei denen ein Risiko strukturellen Versagens besteht, wird eine Wiederverwendung nicht empfohlen.</li> <li>2. <b>Menge:</b> Bei zu geringen Mengen könnte eine sorgfältige Demontage unverhältnismässig sein.</li> <li>3. <b>Homogenität/Standardmasse:</b> Wenn für das Projekt eine Standard-Bauteilgrösse erforderlich ist, prüfen Sie, ob Homogenität gegeben und damit eine Wiederverwendung möglich ist.</li> <li>4. <b>Authentizität/Wert:</b> Welchen Wert hat das Produkt hinsichtlich Designs, kulturellem Erbe, Geschichte und Ästhetik?</li> <li>5. <b>Wirtschaftlicher Wert:</b> Hat das Bauteil einen wirtschaftlichen Wert, der die Demontage- und Reinigungsarbeiten rechtfertigt und gibt es einen Bedarf?</li> <li>6. <b>Einfachheit der Demontage:</b> Kann das Bauteil unter Wahrung seiner technischen Eigenschaften demontiert werden, ist es zugänglich und ist das technisch machbar?</li> <li>7. <b>Kontrollierbare Logistik:</b> Inwieweit ist die Handhabung, der Transport, die Lagerung, die Verarbeitung und der Wiedereinbau zu bewältigen und wer muss daran beteiligt sein? Wie kann die Baustelle organisiert werden?</li> <li>8. <b>CO<sub>2</sub>-Einsparungen und Dauerhaftigkeit:</b> Was sind die ökologischen Vorteile, wenn die Herstellung eines neuen Bauteils vermieden wird?</li> <li>9. <b>Gesundheits- und Sicherheitsthemen:</b> Enthält das Bauteil gefährliche Stoffe oder andere Sicherheitsrisiken?</li> <li>10. <b>Leistung und Leistungsdokumentation:</b> Bei technischer Ausrüstung ist sicherzustellen, dass die Leistungsanforderungen erfüllt und dokumentiert sind.</li> <li>11. <b>Obsolet, veraltet:</b> Entspricht die Verwendung oder das Material des Bauteils nicht mehr heutigen Gepflogenheiten oder Standards, ist dessen Wiederverwendung sorgfältig abzuwägen.</li> </ol>

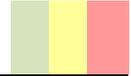
## Leitfaden für zirkuläres Bauen

Bauteile, die gut zur Wiederverwendung geeignet sind (Smeyers et al., 2021):

- Vollziegel, mit weichem Mörtel (basierend auf Kalk, Lehm, Asche etc.)
- Dachziegel und -schiefer
- Holz
  - o Holzböden, die genagelt, schwimmend oder als Holzpflaster verlegt wurden
  - o Holzbalken und Fachwerke, die unbehandelt und nicht durch Feuchtigkeit, Schädlinge oder Pilze geschädigt sind
- Verkleidungen, die nicht verklebt wurden
- Boden- und Wandfliesen aus Keramik, Zement oder Terracotta, die nicht verklebt sind
- Tragwerkstahl, der weder Farbe noch Lack oder verschiedenen anderen schwermetallhaltigen industriellen Werkstoffen ausgesetzt war oder ist
- Türen ohne Asbestdichtungen und -verbindungsteile, die die Anforderungen an Feuerbeständigkeit erfüllen
- Doppelt verglaste Fensterrahmen ohne Asbestdichtungen und -verbindungsteile, die die Leistungsanforderungen erfüllen
- Gusseisenheizkörper ohne Asbestdichtungen und -verbindungsteile, die die Leistungsanforderungen erfüllen
- Beleuchtungskörper, die Normen und technischen Regeln entsprechen
- Sanitärausstattung
- Steinschwellen, -stufen, -wände und -böden
- Strassenbestandteile: Decken und Pflaster, Bordsteine und Betonplatten, die nicht in Mörtel auf Zementbasis verlegt sind
- Architektonisch gerettet
- Technische Installationen, die norm- und regelungsgerecht sind und die Leistungsanforderungen erfüllen
- Systemböden mit ihren Unterkonstruktionen
- Dämmplatten oder -rollen

Gesamtes Tragwerk oder bestimmte Teile davon, die weder Farbe noch Lack oder verschiedenen anderen schwermetallhaltigen industriellen Werkstoffen ausgesetzt waren oder waren

BEWERTUNG		
	Alle Bauteile wurden auf ihre Wiederverwendbarkeit gemäss den aufgeführten Bewertungskriterien geprüft	
	Geeignete Bauteile wurden auf ihre Wiederverwendbarkeit gemäss den aufgeführten Kriterien geprüft	
	Nicht alle geeigneten Bauteile wurden auf ihre Wiederverwendbarkeit geprüft	

**Beschreibung**

Bei Product-as-a-Service (PAAS) werden nicht nur Produkte zur Verfügung gestellt, sondern auch integrierte Dienstleistungen. Das führt zu einer neuen Art der Interaktion zwischen den Stakeholder entlang der Wertschöpfungskette. Das Eigentum am Produkt und damit die Folgekosten wie auch die Verantwortlichkeiten bleiben beim Lieferanten bzw. der Lieferantin. Das zwingt Lieferantinnen und Lieferanten, neue Angebote zu entwickeln, die ökologisch, gesellschaftsethisch und wirtschaftlich verbessert sind (Vezzoli et al., 2021).

Die Europäische Kommission stellt in ihrem «Aktionsplan der EU für die Kreislaufwirtschaft» fest, dass innovative Wirtschafts- und Verbrauchsmodelle (zu denen auch Produkt-Dienstleistungssysteme gehören) von der Kommission unterstützt werden und Teil der Europäischen Agenda sind (European Commission, 2015). Der Interessenverband des EPA-Netzwerks zu grüner und Kreislaufwirtschaft («European Network of the Heads of Environment Protection Agencies (EPA Network)—Interest Group on Green and Circular Economy») hat 2021 ein Diskussionspapier mit dem Titel «Circular Business Models: Product-Service Systems on the way to a circular economy» (Kreislaufwirtschaftsmodelle: Produkt-Dienstleistungssysteme auf dem Weg zu einer Kreislaufwirtschaft) veröffentlicht, dessen Adressat neben anderen auch die Europäische Kommission ist. Das Netzwerk hebt die Möglichkeiten von PAAS für ökologische und wirtschaftliche Gewinne hervor. Jedoch bringt der Übergang von einem linearen zu einem Kreislaufmodell Herausforderungen mit sich. Ausserdem sind einige Produkte leichter in PAAS zu überführen als andere. Es wurden acht mögliche PAAS-Produkte analysiert, von denen einige für die Baubranche von Bedeutung sind (Antikainen et al., 2021):

- Möbel
- Autos
- Chemikalien
- Maschinen & Werkzeuge
- Teppiche
- Haushaltsgeräte
- Textilien in der Modeindustrie

Die TU Delft hat eine «Façade Leasing pilot project» entwickelt. Die Hülle trägt einen bedeutenden Teil zu den Kosten und zur Energieeffizienz eines Gebäudes bei. Um einen Wechsel hin zu einem Fokus auf Leistungen, anstatt auf Umsätze und Kosten zu ermöglichen, wird ein Vertragsmodell für Fassaden vorgeschlagen. Ausserdem werden Anreize für die Aspekte Wiederverwendung und Refabrikation gegeben. Im Ergebnis bedürfen PAAS im Allgemeinen einen Wechsel des Denkens der Stakeholder bezüglich Bauherrschaft und Verantwortung wie auch eine Wechsel von Instandhaltungs- und Erstinvestitionskosten hin zu Leasingkosten (Azcarate-Aguerre et al., 2018).

ARUP und die Ellen Mac Arthur Foundation empfehlen in ihrem Tool-Kit PAAS für die folgenden Elemente (ARUP & Ellen Mac Arthur Foundation, n.d.):

- Hülle
- Aufzüge
- Grosse Gebäudetechnik
- Beleuchtung
- Innendesignelemente

Allerdings wird im Toolkit aufgrund des Mangels an Lieferanten solcher Dienstleistungen empfohlen, dass die Bauherrschaft sich in der Forschung engagieren und mögliche Geschäftspartnerinnen und -partner evaluieren, um PAAS für bestimmte Bauteile zu entwickeln (ARUP & Ellen Mac Arthur Foundation, n.d.).

**Empfohlene Dokumente zur Umsetzung**

Für die folgenden Produkte gibt es bereits PAAS:

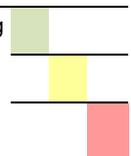
- Möbel, Teppiche, Beleuchtung, Innendesignelemente
  - o [Egal, wie man es betrachtet, Büromöbel mieten macht einfach Sinn \(tradingzone.ch\)](#)
  - o [Büromöbel mieten | Mietmöbel Schweiz ✓ | officebase.ch](#)
  - o [Möbel mieten in der Schweiz - bei furniturereental.ch](#)
  - o [Möbel mieten in Schweiz | Myotaku Möbel Verleih](#)
- Wärme/Kälte:
  - o [Heizung mieten statt kaufen und Vorteile entdecken - Heat365](#)
  - o [Viessmann Wärme: Heizung einfach mieten | Viessmann](#)
  - o [Klimatechnik zum Mieten \(klimaprima.ch\)](#)
- Heizung/Lüftung/Kälte
  - o [Klimatisierung - Heizung | Klima Mieten AS](#)

**BEWERTUNG**

Die Bauherrschaft hat so viele PAAS-Verträge wie möglich und sinnvoll und ist in der Förderung von PAAS engagiert

Die Bauherrschaft ist über PAAS informiert und bemüht, Vertragslösungen zu fördern

Die Bauherrschaft ist nicht über aktuelle PAAS-Lösungen informiert



## 24 Auftragnehmende

<b>Ziel</b>	Sicherstellung der Mitarbeit der Auftragnehmenden bei der Befolgung der Grundsätze des zirkulären Bauens	
<b>Stakeholder</b>	Bauherrschaft, Planerinnen und Planer, Auftragnehmende	
<b>Umsetzung in SIA-Phase</b>	1 Strategische Planung   2 Vorstudien   3 Projektierung   <b>4 Ausschreibung</b>   <b>5. Realisierung</b>   6 Bewirtschaftung	
<b>BEWERTUNG</b>	24.1 Ausschreibung und Vertrag	
	24.2 Schulung des Baustellenteams	

### 24.1 Ausschreibung und Vertrag

**Beschreibung** Um die Umsetzung des vorliegenden Leitfadens zu sichern, wird empfohlen, die jeweils zutreffenden Kriterien in den Vertrag mit den Planenden und den Auftragnehmenden aufzunehmen. Zusätzlich wird empfohlen, die Kriterien in die Ausschreibungsunterlagen aufzunehmen, sodass die Vertragsparteien über die Massnahmen Bescheid wissen. Darüber hinaus tragen regelmässige Treffen zum jeweils aktuellen Stand hinsichtlich der Zirkularität des Projekts zur Sicherstellung der Umsetzung des Leitfadens bei.

In den Niederlanden wurde 2020 ein Leitfaden zur kreislaufwirtschaftlichen Beschaffung veröffentlicht, der von der Netherlands Enterprise Agency in Auftrag gegeben worden war. Für die Ausschreibung unterscheidet der Leitfaden zwischen funktionalitäts- und technikorientierten Spezifikationen (van Oppen & Bosch, 2020).

- Funktionalitätsorientierung:
  - o Erlaubt es den Anbietenden, Lösungen zu entwickeln, die die ausgeschriebene Funktionalität erfüllen (Zirkularität)
  - o Ziehen Sie verschiedene Stakeholder bei der Formulierung der Ausschreibung hinzu oder schliessen Sie einen integrierten Vertrag ab
  - o Bewerten Sie nicht nur das Design, sondern auch die Herangehensweise
  - o Erhöht die Schwierigkeit, die Anbietenden miteinander zu vergleichen
  - o Bietet ein höheres Potenzial für Zirkularität als technikorientierte Ausschreibungen
- Technikorientierung:
  - o Design und Pflichtenheft sind für die Ausschreibung bekannt
  - o Planende müssen Expertise in Zirkularität haben
  - o Nehmen Sie ein Budget für Optimierungen auf
  - o Bitten Sie die Auftragnehmenden um Vorschläge zur Zirkularitätsoptimierung
  - o Risiko für Konflikte zwischen dem Entwurfsteam und den Realisierungsdisziplinen

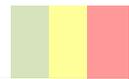
In beiden Fällen kann eine Instandhaltungskomponente in die Ausschreibung aufgenommen werden. Das Wissen darum, dass der bzw. die Auftragnehmende auch für die Instandhaltung des Produkts zuständig ist, führt oft dazu, dass qualitativ hochwertige Materialien genommen werden.

Um die Implementierung von Kreislaufwirtschaftsgrundsätzen sicherzustellen, schlagen van Oppen and Bosch (2020) ausserdem vor, entsprechende finanzielle Anreize und rechtsverbindliche Garantien in den Vertrag aufzunehmen. Finanzielle Anreize könne Bonusse für die Erfüllung kreislaufwirtschaftlicher Kriterien und Strafzahlungen für die Nichterfüllung sein. Im ersteren Fall ist eher eine Motivation für Optimierungen zu erwarten.

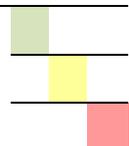
**Empfohlene Dokumente zur Umsetzung** Nehmen Sie für alle Neubauten und Sanierungen die Kriterien 21–27 auf.

<b>BEWERTUNG</b>	Alle Stakeholder haben sich schriftlich verpflichtet, den vorliegenden Leitfaden umzusetzen und es werden regelmässige Treffen durchgeführt	
	Alle Stakeholder wissen um den vorliegenden Leitfaden und es wurde ein Kick-Off durchgeführt	
	Der Leitfaden ist nicht verteilt und es gab kein Treffen zur Zirkularität im Projekt	

## 24.2 1. Schulung des Baustellenteams



<b>Beschreibung</b>	<p>Kamel Mohamed et al. (2021) haben ein Rahmenwerk für die Implementierung der Kreislaufwirtschaft vorgeschlagen, in dem alle Lebensphasen eines Gebäudes berücksichtigt werden. Für die Bauphase besteht ein Kriterium darin, das Baustellenteam in Bezug auf die KW-Grundsätze zu schulen.</p> <p>Um das Bewusstsein für Zirkularität und deren Implementierung zu erhöhen, wie etwa für das Bauabfallmanagement, die Abfallvermeidung, Wiederverwendung und Recycling von Baumaterialien und den Fokus auf Reparatur statt Ersatz, wird empfohlen, entsprechende Schulungen anzubieten.</p> <p>Es ist bekannt, dass interaktive Schulungsstrategien zu einem höheren Engagement, effizienterer Informationsverarbeitung und dazu führen, dass Wissen besser behalten wird. Bei interaktivem Unterricht werden die Lernenden zur Teilnahme und Diskussion angehalten und es wird auf bereits vorhandenem Wissen und ebensolchen Fertigkeiten aufgebaut. Die interaktive Komponente besteht aus Strategien des Herausfindens, Klärens und Reflektierens (Senthamarai, 2018). Es wird daher empfohlen, für die Schulung des Baustellenteams interaktive Strategien zu verwenden.</p>
<b>Empfohlene Dokumente zur Umsetzung</b>	<p>Die folgenden Kriterien können als Grundlage für die Schulungen dienen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 25.1 Wiederverwendung von Materialien vor Ort</li> <li>- 25.3 Bauabfälle-Entscheidungsmanagement</li> <li>- 25.4 Lean Construction</li> <li>- 25.5 Effiziente Baustellenlogistik</li> </ul>
<b>BEWERTUNG</b>	<p>Das Baustellenteam ist zu den Kriterien und der Bedeutung von KW gut geschult</p> <p>Das Baustellenteam ist über die Kriterien und die Bedeutung von KW informiert</p> <p>Das Baustellenteam ist nicht über die Kriterien und die Bedeutung von KW informiert</p>



## 25 Bauausführung

<b>Ziel</b>	Implementierung der Zirkularität bei der Bauausführung	
<b>Stakeholder</b>	Bauherrschaft, Planerinnen und Planer, Auftragnehmer	
<b>Umsetzung in SIA-Phase</b>	1 Strategische Planung   2 Vorstudien   3 Projektierung   4 Ausschreibung   <b>5. Realisierung</b>   6 Bewirtschaftung	
<b>BEWERTUNG</b>	25.1 Wiederverwendung vor Ort	
	25.2 Dokumentation des Projekts im Ist-Zustand	
	25.3 Bauabfälle-Entscheidungsmanagement	
	25.4 Lean Construction	
	25.5 Effiziente Baustellenlogistik	

### 25.1 Wiederverwendung vor Ort

<b>Beschreibung</b>	<p>Um Zirkularität bei einem Bauprojekt konsequent zu implementieren, wird empfohlen, die folgenden Materialien vor Ort wiederzuverwenden bzw. zu recyceln.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Wiederverwendung von Aushub zur Landschaftsgestaltung</b>                      Nach Artikel 19 der Schweizer Abfallverordnung ist Aushubmaterial möglichst vollständig wiederzuverwenden (Schweizerischer Bundesrat, 2022)</li> <li>- <b>Wiederverwendung von Gerüsten</b>                      Die Firma Avontus stellt Software für Unternehmen her, die Baugerüste und Schalungen nutzen. Zur Optimierung der Gerüstarbeiten schlagen sie vier Schritte vor, die im Abschnitt «Empfohlene Dokumente zur Umsetzung» aufgeführt sind (Smith, 2021).</li> <li>- <b>Wiederverwendung von Schalungen</b>                      Nach Mei et al. (2022) mindert die Wiederverwendung von Betonschalungen vor Ort die Kosten um bis zu 25 % und das Abfallaufkommen um bis zu 73 %. Einschränkungen bestehen jedoch in der erhöhten Komplexität der Schalungsplanung und den dynamischen Prozessen vor Ort. Um die Wiederverwendung von Betonschalungen erfolgreich umzusetzen, ist es nötig, dass die verschiedenen Stakeholder zusammenarbeiten. Unternehmen vor Ort, kommerzielle Schalungslieferanten und Entsorgungszentren müssen in den Prozess der Änderung des Geschäftsmodells einbezogen werden.                       Der Website Bright Hub Engineering (2011) zufolge sind Stahl- und Aluminiumschalungen besser zur Wiederverwendung geeignet und sie haben eine längere Lebensdauer. Andererseits sind sie teurer und schwerer. Ein leichtes und trotzdem sehr belastbares Material ist faserverstärktes Polymer (FRP).                       Hinzu kommt, dass die Wiederverwendbarkeit der Betonverschalung eines Elements umso höher ist, je symmetrischer und repetitiver das Element ist. Ausserdem bedarf es eines schonenden Umgangs und sorgsamer Instandhaltung, um die Wiederverwendbarkeit der Schalung zu gewährleisten (Bright Hub Engineering, 2011).</li> </ul> <p>○</p>
---------------------	---

## Leitfaden für zirkuläres Bauen

### - Abfallrecycling zum Strassenbau

Nach Poulidakos et al. (2017) hat die Nutzung von Abfallmaterial für Fahrbahndecken den Vorteil der Abfallminderung, Rohstoffeinsparung und möglichen Qualitätsverbesserung des Asphalts (Poulidakos et al., 2017).

Das Recycling von Beton, um ihn als Zuschlagstoff zur Verfüllung oder Asphaltherstellung zu nutzen, kann die Gesamtabfallmenge von Beton um bis zu 75 % zu reduzieren (Monier et al., 2011)

Zentralisiertes Asphaltrecycling kann den Bedarf an Neumaterial um zwischen 30 % und 80 % reduzieren, Recycling vor Ort könnte möglicherweise Neumaterial vollständig überflüssig machen (Monier et al., 2011)

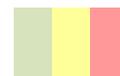
Die Nutzung traditioneller Füllstoffe und Stabilisatoren kann durch die Nutzung von Glasmehl reduziert werden. Darüber hinaus kann Glas als Fasern oder Partikel verschiedener Grössen verwendet werden (Poulidakos et al., 2017)

Keramischer Abfall ist wegen seiner chemischen und mechanischen Eigenschaften gut für die Asphaltherstellung geeignet. Die thermische Leitfähigkeit sowie das Potenzial für Furchenbildung können durch Hinzufügen von keramischem Abfall vermindert werden. Allerdings kann es zu erhöhter Wärmespeicherung kommen. Daher wird ein maximaler Austauschanteil von 40 % empfohlen (Feng et al., 2013)

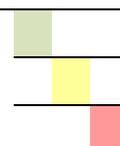
Aufgrund ihrer mechanischen Eigenschaften verbessert die Beifügung von Stahlschlacke oftmals die Eigenschaften des Asphalts gegenüber solchem, der mit natürlichen Zuschlagstoffen hergestellt wurde (Poulidakos et al., 2017)

<b>Empfohlene Dokumente zur Umsetzung</b>	<p>Wiederverwendung von Aushub zur Landschaftsgestaltung (Schweizerischer Bundesrat, 2022)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- als Baustoff auf Baustellen oder Deponien</li> <li>- als Rohstoff für die Herstellung von Baustoffen</li> <li>- für die Wiederauffüllung von Materialentnahmestellen</li> <li>- für bewilligte Terrainveränderungen</li> </ul> <p>Wiederverwendung von Gerüsten (Smith, 2021)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Arbeiten Sie mit einem Verzeichnis gebrauchsfertiger Gerüstdesigns</li> <li>- Halten Sie sich über verbesserte Konstruktionstechniken auf dem Laufenden und wenden Sie sie ggf. an</li> <li>- Mobile Gerüste sind in Erwägung zu ziehen</li> <li>- Organisieren Sie das Ressourcenmanagement zentralisiert</li> </ul> <p>Wiederverwendung von Schalungen (Bright Hub Engineering, 2011)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prüfen Sie, welches Material für wiederverwendbare Schalungen das richtige ist</li> <li>- Stellen Sie eine schonende Nutzung und sorgsame Instandhaltung sicher</li> </ul> <p>Prüfen Sie die Eignung zum Recycling der folgenden Abfallmaterialien für den Strassenbau (Poulidakos et al., 2017)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Beton</li> <li>- Asphalt</li> <li>- Glass</li> <li>- Keramik</li> <li>- Stahlschlacke</li> </ul>
<b>BEWERTUNG</b>	<p>Alle aufgeführten Massnahmen wurden gründlich überdacht und höchstmöglich umgesetzt <span style="float: right;">■</span></p> <p>Alle aufgeführten Massnahmen wurden gründlich überdacht und einige wurden umgesetzt <span style="float: right;">■</span></p> <p>Die aufgeführten Massnahmen wurden nicht umgesetzt <span style="float: right;">■</span></p>

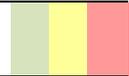
## 25.2 Dokumentation des Projekts im Ist-Zustand



<p><b>Beschreibung</b></p>	<p>In der SIA-Norm 102 sind die Verantwortlichkeiten des Architekten bzw. der Architektin für jede Phase aufgeführt. In Phase 4.53 <i>Inbetriebnahme, Abschluss</i> wird unter anderem von dem Architekten bzw. der Architektin gefordert, Änderungen, die während des Baus umgesetzt wurden, zu dokumentieren und die aktualisierten Pläne, Schaltbilder und Nutzungs- und Instandhaltungsanweisungen von allen Planenden anzufordern. Weitere, gesondert zu vereinbarende Verantwortlichkeiten sind im Abschnitt «Dokumente zur Umsetzung» aufgeführt (SIA, 2020a).</p> <p>In der SIA-Norm 108 sind die Verantwortlichkeiten des Ingenieurs bzw. der Ingenieurin für die Gebäudetechnik für jede Phase aufgeführt. In Phase 4.53 <i>Inbetriebnahme, Abschluss</i> wird unter anderem von dem bzw. der Planenden gefordert, die Anleitungen von den jeweiligen Lieferenden anzufordern und zu prüfen, wie auch deren aktualisierte Ausführungsunterlagen. Sie sind ausserdem verpflichtet, Änderungen, die während dem Bau erfolgten, zu dokumentieren. Weitere, gesondert zu vereinbarende Verantwortlichkeiten sind im Abschnitt «Dokumente zur Umsetzung» aufgeführt (SIA, 2020b).</p> <p>Solche Bestandszeichnungen sind für eine gründliche Instandhaltung und ebensolche Reparaturen wichtig, durch die die Lebensdauer des Gebäudes und seiner Bestandteile verlängert wird. Es könnte ausserdem für die Gesundheits- und Sicherheitsdokumentation wichtig sein. Zusätzlich zur Aktualisierung der Zeichnungen durch die Planenden, sollten die Installationen vor Ort von dem jeweils beauftragten Fachunternehmen dokumentiert werden (Designing Buildings, 2022).</p> <p>In vergleichbarer Weise sollten Änderungen während des Betriebs vom Gebäudemanagementteam in den Plänen aufgezeichnet werden. Wurde die Planung mit BIM durchgeführt, so sollte die aktuelle Bestandsituation im Modell dokumentiert und dem Gebäudemanagementteam weitergegeben werden. Das Modell muss daher für das Gebäudemanagementteam verständlich und anpassbar sein (Designing Buildings, 2022).</p>
<p><b>Empfohlene Dokumente zur Umsetzung</b></p>	<p>Die folgenden zu erbringenden Leistungen müssen gesondert vereinbart werden und es wird empfohlen, sie in den Vertrag aufzunehmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Architektin bzw. Architekt (SIA, 2020a):             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Erstellen Sie neue Pläne nach dem jeweiligen Ist-Zustand</li> <li>o Erstellen/prüfen Sie die Betriebsanweisungen</li> <li>o Nehmen Sie die Gebäudetechnik weitgehend in die Bestandspläne auf</li> <li>o Erstellen Sie Instandhaltungspläne</li> </ul> </li> <li>- Ingenieur bzw. Ingenieurin für Gebäudetechnik (SIA, 2020b)             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Erstellen Sie Instandhaltungspläne einschl. Anforderung der Instandhaltungsverträge</li> <li>o Schulen Sie das Personal</li> <li>o Dokumentieren Sie Ver- und Entsorgungsleitungen</li> </ul> </li> </ul> <p>Es ist ausserdem wichtig, Informationen zu gebrauchten Materialien, Komponenten und Verbindungen sowie Handbücher zur De- und Remontage von Bauteilen aufzunehmen. Zusätzlich sind Informationen über Funktion und Tragfähigkeit der Komponenten aufzuführen (Küpfer &amp; Fivet, 2021)</p>
<p><b>BEWERTUNG</b></p>	<p>Alle zu erbringenden Leistungen stehen im Vertrag und sind umgesetzt</p> <p>Mindestens 80 % der zu erbringenden Leistungen stehen im Vertrag und sind umgesetzt</p> <p>&lt; 80 % der zu erbringenden Leistungen stehen im Vertrag</p>



25.3	<h2 style="text-align: center;">Bauabfälle-Entsorgungsmanagement</h2>
	<p>Die Qualität von Abfällen aus Bau und Abriss (Bauabfälle), wie auch die Qualität von Sekundärmaterialien und rückgewonnenen Einsatzstoffen hängt von der jeweiligen Abrisstechik ab. Je grösser der Anteil des selektiv abgerissenen Gebäudes ist, desto höher ist die Rückgewinnungsquote. Das Ziel ist es, einen möglichst hohen Anteil wiederverwendbarer und recycelbarer Stoffe am Bauabfall zu erreichen. Daher sollte der Abriss sorgsam erfolgen und der Abfall nach Materialien getrennt werden.</p> <p>Eine entsprechende Rückgewinnung von Bauabfällen führt zu ökologischen und ökonomischen Vorteilen eines Bauvorhabens. Insbesondere bei Aluminium, Stahl und Plastik sind grosse Umwelt- und Energieeinsparungen möglich. Es wird des Weiteren das Recycling vor Ort dem Recycling anderswo vorgezogen und dies wiederum einer Deponielagerung. Wiederverwendung hingegen ist nicht immer dem Recycling vorzuziehen. Für einige Materialien, wie etwa Holz, wird eine gründliche Evaluierung empfohlen, um eine möglichst hohe Kohlenstoffspeicherung zu erreichen.</p> <p>Auch wenn Recycling anderswo entfernungsabhängig ist, wurde gezeigt, dass die Gesamteinsparungen in beiden Fällen, recycelte Zuschlagstoffe wie auch recycelte Beton-Zuschlagstoffe, im Vergleich zu natürlichen Zuschlagstoffen und konventionellen Produkten immer für die Ersteren sprechen (Ghisellini et al., 2017).</p>
<p><b>Empfohlene Dokumente zur Umsetzung</b></p>	<p>Nach der Schweizer Abfallverordnung ist eine Verminderung von Abfällen erforderlich. Insbesondere befassen sich die folgenden Artikel mit Bauabfällen (Schweizerischer Bundesrat, 2022):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Art. 16 Für Baubewilligungen für grosse Baustellen (&gt;200 m<sup>3</sup> Bauabfälle) oder Baustellen mit bestimmten gefährlichen Stoffen ist ein Entsorgungskonzept erforderlich.</li> <li>- Art. 17 Bauabfälle müssen getrennt werden.</li> <li>- Art. 18 Ober- und Unterboden muss verwendet werden, wenn er unbelastet ist und Richtwerte erfüllt sind.</li> <li>- Art. 19 Aushub- und Ausbruchmaterial muss entsprechend seinen Eigenschaften wiederverwendet, recycelt oder abgelagert werden.</li> <li>- Art. 20 Asphalt und Betonabfall muss recycelt werden, wenn die entsprechenden Richtwerte eingehalten werden.</li> <li>- Art. 21 Metalle aus der Leichtfraktion von Abfällen sind zu entfernen und zu recyceln.</li> </ul> <p>Zusätzlich zur Abfallverordnung wurde eine Modul zur Vollzugshilfe hinsichtlich Bauabfälle veröffentlicht (BAFU, 2020).</p>
<p><b>BEWERTUNG</b></p>	<p>Es existiert ein Entsorgungskonzept mit Fokus auf Wiederverwendung und Recycling von Bauabfällen. Das Konzept wurde entsprechend überprüft</p> <p>Ein Entsorgungskonzept für das Management von Bauabfällen existiert</p> <p>Es existiert kein Entsorgungskonzept für das Management von Bauabfällen</p>

**Beschreibung**

Das Ziel leaner Produktionssysteme («Lean Production Systems») ist es, effizienter zu werden und Verschwendung zu vermeiden. Das System ist als Toyota Production System bekannt geworden und wurde von Ohno (1988) in Japan entwickelt. In «Lean Thinking» von Womack and Jones (1996) werden auf der Grundlage identifizierter Verschwendung in echten Unternehmen Herangehensweisen für Produktionsunternehmen verschiedener Branchen beschrieben, «schlank» im Sinne des Lean-Production-Ansatzes zu werden. Allgemein werden 5 Grundsätze der Lean Production beschrieben:

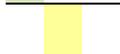
1. Definieren des Werts
2. Identifizieren des Wertstroms
3. Flow in der Produktion
4. Pull-Prinzip vonseiten der Kundschaft
5. Streben nach Perfektion

Koskela (1992) hat den Lean-Grundsatz auf den Bausektor angewandt und Lean Construction (LC) als ein neues, effektives Denken im Baumanagement beschrieben. Dabei wurden die folgenden 11 Grundsätze entwickelt:

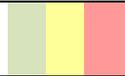
1. Reduzieren Sie Verschwendung in Form von Ressourcen, Platz oder Zeit, die genutzt werden, ohne einen Wert für die externe oder interne Kundschaft zu generieren
2. Optimieren Sie die Produktion unter Beachtung der Bedürfnisse der Kundschaft, da die Kundschaft den Produktwert bestimmt
3. Standardisieren Sie die Produktion, um die Produktqualität zu erhöhen und nicht wertschöpfende Tätigkeiten durch variable Tätigkeitsdauer zu vermindern
4. Reduzieren Sie die Produktionszeit je Materialeinheit (Reduktion der Inspektions-, Bewegungs- und Wartezeiten), d. h. dessen Zykluszeit, um die Auslieferung zu beschleunigen und die nötige Nachfragevorhersagezeit zu verringern
5. Reduzieren Sie die Komplexität des jeweiligen Produkts durch weniger Komponenten und weniger Schritte im Material- und Informationsfluss
6. Entwerfen Sie das Produkt so, dass Flexibilität der Produktionsmenge durch Modularität ermöglicht wird
7. Identifizieren Sie Verbesserungspotenzial durch Prozesstransparenz, ermöglicht durch formelle Kontrolle und verbundene Datenerfassung
8. Stellen Sie eine ganzheitliche Kontrolle des Prozesses sicher, indem Sie den gesamten Prozess messen und eine Kontrollinstanz einrichten
9. Die Verbesserung des Prozesses führt zu einer laufenden Minderung von Verschwendung und zu höherer Wertschöpfung
10. Finden Sie ein Optimum zwischen der Verbesserung des Flows und Umschlagaspekten und beachten Sie, dass beide miteinander verbunden sind
11. Nutzen Sie Benchmarking, indem Sie Prozesse anderer Branchenteilnehmer vergleichen und implementieren Sie bewährte Verfahren.

Benachio et al. (2021) haben die Wechselbeziehungen zwischen LC und KW basierend auf diesen 11 Grundsätzen sowie 20 Grundsätzen für KW geprüft und bewertet Benachio et al. (2020). Mittels einer Wechselwirkungsmatrix wurden 70 positive und 4 negative Wechselwirkungen ermittelt und so nachgewiesen, dass die Umsetzung von LC die KW-Grundsätze stärken kann. Im Abschnitt «Empfohlene Dokumente zur Umsetzung» sind die Grundsätze nach der Anzahl der Wechselwirkungen zwischen den 20 KW-Grundsätzen aufgeführt, wie auch Ansätze zu deren Umsetzung.

<b>Empfohlene Dokumente zursetzung</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reduzieren des Anteils nicht wertschöpfender Tätigkeiten (14 Wechselwirkungen) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Nicht wertschöpfende Tätigkeiten, wie Kontrollieren, Bewegen und Warten, geschehen häufig, wenn mehrere Fachleute zur Ausführung einer Teilaufgabe benötigt werden. Um diese Art der Verschwendung zu vermeiden, wird empfohlen, die Anzahl der Teilaufgaben zu minimieren</li> <li>○ Gleichermaßen ermöglichen bewusst, also nicht ad-hoc gestaltete Prozesse die Ermittlung und Minderung nicht wertschöpfender Tätigkeiten</li> <li>○ Minimieren Sie das Risiko von Unfällen und Defekten</li> </ul> </li> <li>2. Erhöhen der Prozesstransparenz (10 Wechselwirkungen) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Beseitigen Sie Unordnung durch Arbeitsplatzorganisation</li> <li>○ Nutzen Sie Visualisierungstools, um Prozesse nachvollziehen zu können</li> <li>○ Messen Sie nicht sichtbare Merkmale</li> <li>○ Stellen Sie Informationen zu Prozessen zur Verfügung, wo diese implementiert sind</li> <li>○ Stellen Sie sicher, dass alle über den Prozess informiert sind und stellen Sie visuelle Tools zur Verfügung, um Abweichungen zu erkennen</li> <li>○ Erhöhen Sie die Verflechtung zwischen den Produktionsstätten</li> </ul> </li> <li>3. Benchmark (7 Wechselwirkungen) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Seien Sie sich der Stärken und Schwächen des Prozesses und seiner Teilprozesse bewusst</li> <li>○ Achten Sie auf die Branchenführenden und Mitbewerber, vergleichen und verstehen Sie deren Praktiken und integrieren Sie die besten der ermittelten Praktiken</li> </ul> </li> <li>4. Abweichungen reduzieren (7 Wechselwirkungen) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Messen Sie Abweichungen, ermitteln Sie die zugrundeliegenden Ursachen und Methoden, um sie zu beseitigen</li> <li>○ Implementieren Sie Geräte, um den Prozess narrensicher zu machen</li> </ul> </li> <li>5. Kontrollfokussierung auf den Gesamtprozess (6 Wechselwirkungen) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Messen Sie den gesamten Prozess</li> <li>○ Richten Sie eine Kontrollstelle ein, die für den gesamten Prozess zuständig ist oder Prozessverantwortliche, die für einzelne Prozesse und deren Effizienz und Effektivität zuständig sind oder lassen Sie Prozesse von selbstbestimmten Teams kontrollieren</li> </ul> </li> <li>6. Erhöhen der Produktionsflexibilität (6 Wechselwirkungen) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Abgedeckt durch Kriterium 21.2 Modulares Design und Umnutzungsdesign</li> </ul> </li> <li>7. Einbau kontinuierlicher Verbesserung in den Prozess (5 Wechselwirkungen) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Verbessern Sie das Messen und Überwachen und beteiligen Sie alle Mitarbeitenden</li> <li>○ Bewerten Sie Probleme und setzen Sie Ziele</li> <li>○ Es sollten Standardverfahren als mögliche Best-Practice-Verfahren in Betracht gezogen werden, um Verbesserungspotenzial finden zu können</li> <li>○ Versuchen Sie durch Verbesserungskontrolle Lösungen für die Gründe von Problemen zu finden</li> </ul> </li> <li>8. Reduzieren der Zykluszeit (5 Wechselwirkungen) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Bestimmen Sie die für Verarbeitung, Prüfung, Warten und Bewegen benötigte Zeit und identifizieren Sie mögliche Massnahmen, um diese Zeit zu reduzieren.</li> <li>○ Work-in-progress ist zu minimieren und Just-in-time zu maximieren</li> <li>○ Reduzieren Sie Batch-Größen auf ein Minimum</li> <li>○ Minimieren Sie Wegstrecken durch entsprechendes Layout der Anlage und des Standortes</li> <li>○ Optimieren Sie Flows in Bezug auf Synchronisierung und ziehen Sie parallele Abläufe sequenziellen Abläufen vor</li> <li>○ Identifizieren Sie Tätigkeiten, die wertschöpfend sind und unterstützen Sie die Arbeit und getrennte Arbeitsabläufe</li> </ul> </li> <li>9. Erhöhung des Produktionswerts durch systematische Beachtung der Anforderungen der Kundschaft (4 Wechselwirkungen) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Definieren Sie die jeweilige Kundschaft und ihre Anforderungen für jede Fertigungsstufe</li> <li>○ Reduzieren Sie die Änderungsaufträge während des Prozesses</li> <li>○ Minimieren Sie die benötigten Ebenen in der Organisationshierarchie, um durch eine Reduktion der zu berücksichtigenden Beteiligten ein einfacheres Management zu ermöglichen</li> </ul> </li> <li>10. Vereinfachung durch Minimierung von Schritten, Teilen und Abhängigkeiten (4 Wechselwirkungen) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Minimieren Sie die Anzahl von Komponenten und Schritten im Material- und Informationsfluss</li> <li>○ Fassen Sie Tätigkeiten zusammen und maximieren Sie Standardisierung</li> </ul> </li> <li>11. Erreichen einer Balance zwischen Flow-Verbesserung und Umschlagverbesserung (2 Wechselwirkungen)</li> </ol>
--	--

<b>BEWERTUNG</b>	<p>Eine in LC-Management geschulte Person ist angestellt und implementiert LC-Grundsätze </p> <p>Die KW stärkenden LC-Grundsätze sind implementiert </p> <p>LC-Grundsätze sind nicht implementiert </p>
------------------	--

25.5 Effiziente Baustellenlogistik



**Schreibung** Die Koordinierung der Materialien auf der Baustelle durch erfahrene Logistikfachleute erlaubt es den Bauleuten, sich auf ihre Produktionstätigkeit zu konzentrieren. Dies erhöht die Effizienz der Produktionstätigkeiten und der Materialhandhabung. Ausserdem wird Verschwendung reduziert, indem weniger Lagerung erforderlich ist und Schäden und Verluste vermindert werden, da weniger Transportaktivitäten nötig sind (Dubois et al., 2019).

Zusätzlich zur Reduzierung der Kosten und der nicht wertschöpfend auf der Baustelle verbrachten Zeit, kann die Herstellungszeit reduziert und die Sicherheitsumgebung verbessert werden. In der Folge erhöht sich die Zufriedenheit der Bauleute (Matouzko, 2015).

Es wird empfohlen, die jeweilige Logistik-Fachperson bereits ab einem frühen Projektstadium zu beteiligen, um Materialflüsse effizient zu planen. Eine frühe Beteiligung hilft, zusätzliche Kosten für Materiallogistik auf der Baustelle zu minimieren (Karlsson, 2009).

- Empfohlene Dokumente zur Umsetzung** Die folgenden Aufgaben werden von einer Logistik-Fachperson abgedeckt (TECE, 2019):
- Bewilligungskontrolle der Bauleute durch Zugangskontrollen
  - Bewachung der Baustelle zur Verhinderung von Diebstählen und unberechtigtem Zutritt
  - Logistische Prozesse transparenter machen
  - Lay-out-Planung der Baustelle in allen Bauphasen
  - Kontrolle und Steuerung der Materialflüsse und Lagerung
  - Organisation und Zuteilung der Infrastruktur wie Entladeflächen, Kräne und Maschinen
  - Abfallentsorgung mit möglichst sortenreiner Trennung
  - Sicherstellen der Sauberkeit der Arbeitsplätze und der Baustelle
  - Überwachung der Arbeitssicherheit
  - Abrechnung der in Anspruch genommenen zentralen Logistikleistungen

<b>BEWERTUNG</b>	Alle Aufgaben werden von einer Logistik-Fachperson ausgeführt, die in einem frühen Stadium hinzugezogen wurde	
	Die Aspekte werden von einer Logistik-Fachperson oder dem bzw. der Auftragnehmer ausgeführt	
	Die Aspekte werden nicht vollständig ausgeführt	

## 26 Gebäudepass

<b>Ziel</b>	Im Gebäude enthaltene Materialien und Produkte erfassen, um das kreislaufwirtschaftliche Potenzial zu erfassen und steigern.
<b>Stakeholder</b>	Bauherrschaft, Investierende
<b>Umsetzung in SIA-Phase</b>	1 Strategische Planung   2 Vorstudien   3 Projektierung   4 Ausschreibung   <b>5. Realisierung</b>   6 Bewirtschaftung

<b>BEWERTUNG</b>	26.1 Erstellung eines Gebäudepasses	
------------------	-------------------------------------	--

### 26.1 Erstellung eines Gebäudepasses

**Beschreibung** Materialpässe sind Datenbanken mit bestimmten Parametern von Materialien und Produkten. Damit wird mittels einer Analyse der Eignung von Produkten für die aktuelle Nutzung, die Wiederverwendung und die Verwertung eine neue Wert-Dimension geschaffen (Hansen et al., 2018). Ein Materialpass ist somit ein Instrument zur Realisierung und Nachverfolgung des kreislaufwirtschaftlichen Potenzials eines Gebäudes. Er stellt allen Stakeholder Informationen zu dem Gebäude über dessen gesamte Lebensdauer bereit. Allerdings brauchen nicht alle Stakeholder dieselben Informationen zur selben Zeit. Es ist notwendig, die Materialpässe regelmässig zu aktualisieren, um den Stakeholder korrekte Informationen zu jedem Zeitpunkt bereitzustellen und um von dem dokumentierten Wert zu profitieren (Luscuere, 2016).

**Empfohlene Dokumente zur Umsetzung** Die EPEA hat ein Tool entwickelt, mit dem ein „Building Circularity Passport®“ erstellt werden kann. Er ist für den Planungsprozess gedacht, wie auch dafür, Informationen zur Rückbaubarkeit von fertigen Gebäuden bereitzuhalten. Ausserdem können mit ihm die verbauten Materialien einfach beurteilt werden (EPEA, n.d.).

2015 haben 15 Partnerunternehmen, -Hochschulen und -Institutionen aus 7 europäischen Ländern ein Projekt namens BAMB mit dem Ziel gegründet, Zirkularität in die Baubranche zu integrieren. «BAMB» steht für «Buildings as Material Banks» («Gebäude als Materialbanken»). 2019 wurde ein Leitfaden für Materialpässe veröffentlicht. In ihm wird allen Stakeholder über die gesamte Wertschöpfungskette eines Gebäudes erklärt, wie die relevanten Daten eines Gebäudes erfasst werden können und welche Vorteile das hat (Heinrich & Lang, 2019). BAMB stellt darüber hinaus auch einen Prototyp einer Materialpass-Plattform bereit.

Madaster ist eine Onlineplattform, auf der Materialien, Produkte und Gebäude erfasst und nachverfolgt werden können. Damit werden dann Materialpässe für Gebäude oder Portfolios entwickelt (Madaster Holding, 2021). Von Madaster wurde ein Zirkularitätsindikator (ZI) entwickelt, der auf dem Material Circularity Indicator der Ellen Mac Arthur Foundation basiert. Der ZI-Score liegt zwischen 0 und 100 % und bewertet die Zirkularität eines Gebäudes über seine gesamte Lebensdauer. Ziel des ZI ist es, den kreislauforientierten Planungsprozess zu verbessern und die Zirkularität des Gebäudes selbst in Bezug auf Baustoffe und -produkte zu verbessern und er wird automatisch aufgrund des Gebäudepasses generiert. Die folgenden drei Phasen liegen im Anwendungsbereich des ZI:

- Materialherkunft: Das Verhältnis zwischen Primärrohstoffen, wiederverwendetem und recyceltem Material
- Nutzungsphase: Das Verhältnis der erwarteten Funktionslebensdauer der verwendeten Produkte zur durchschnittlichen Funktionslebensdauer alternativer Produkte
- Recycling und Wiederverwertung von Materialien: Das Verhältnis des Masseanteils von Abfall zum Masseanteil von wiederverwendbarem oder recyclebarem Material im Falle einer Sanierung oder eines Abrisses (Madaster Germany, 2021)

Die DGNB hat einen Entwurf eines Gebäude-Ressourcenpasses veröffentlicht, der bis zum 18. September zur Kommentierung freigegeben war. Der Pass umfasst 23 Aspekte in den folgenden sechs Bereichen (Braune, 2022).

- Allgemeine Informationen und Massen
- Bestandteile/Nutzung zirkulären Materials
- Umweltauswirkungen/gebäude-/materialbedingte Treibhausgasemissionen und Energienutzung
- Zirkuläre Nutzung
- Anpassungs-/Demontagefähigkeit und Weiternutzung
- Dokumentation und zusammengeführte Bewertung der Zirkularität

<b>BEWERTUNG</b>	Das Gebäude hat einen vollständigen Gebäudepass, der in der Nutzungsphase aktualisiert wird	
	Das Gebäude hat einen Gebäudepass mit den wichtigsten Materialien	
	Das Gebäude hat keinen Materialpass	

## 27 Betrieb

<b>Ziel</b>	Betrieb des Gebäudes nach den Grundsätzen der Kreislaufwirtschaft.		
<b>Stakeholder</b>	Bauherrschaft, Nutzende		
<b>Umsetzung in SIA-Phase</b>	1 Strategische Planung   2 Vorstudien   3 Projektierung   4 Ausschreibung   5. Realisierung   <b>6 Bewirtschaftung</b>		
<b>BEWERTUNG</b>	27.1 Energie- und Wassereffizienz sowie Abfallentsorgung		
	27.2 Kreislaufgerechter Betrieb des Gebäudes		

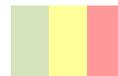
### 27.1 Energie- und Wassereffizienz sowie Abfallentsorgung

<b>Beschreibung</b>	<p>Die Umsetzung von Grundsätzen der Kreislaufwirtschaft endet nicht mit dem Bauabschluss. In einer Studie anhand von 238 Publikationen über Kreislaufwirtschaft am Bau und im Bausektor wurden die behandelten Gebäude-Lebensphasen angesehen. Die Phasen waren «Machbarkeit und Planung», «Design», «Produktion», «Bau», «Betrieb» und «Ende der Lebensdauer». «Betrieb» war mit 71 Publikationen die meistuntersuchte Phase, gefolgt von «Bau», was in 68 Publikationen behandelt wurde (Çimen, 2021). Das bedeutet, dass die Betriebsphase nicht zu vernachlässigen ist.</p> <p>Die folgenden Massnahmen sind in der Nutzungsphase anzuwenden, um Wasser- und Energieeffizienz sicherzustellen (Kamel Mohamed et al., 2021).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementieren Sie das Management von Energie und Wasser in das Facility Management</li> <li>- Implementieren Sie Grauwasserrecycling und Regenwassernutzung, um Wasser zu sparen</li> <li>- Implementieren Sie ein Abfallmanagementsystem in den Betrieb</li> </ul>
---------------------	--

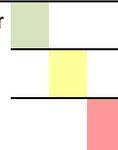
<b>Empfohlene Dokumente zur Umsetzung</b>	<p>In LEED v4.1 Operations + Maintenance ist ein Rahmenwerk zur Energie- und Wassereffizienz enthalten (U.S. Green Building Council, 2021). Die Anforderungen wurden für diesen Leitfaden vereinfacht:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wassereffizienz:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Installieren Sie Wassermesser, die permanent den Wasserverbrauch des Gebäudes messen</li> </ul> </li> <li>- Energieeffizienz:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Erstellen Sie einen Plan, um einen effizienten Gebäudebetrieb zu gewährleisten, in den Sie die Anforderungen an die Einrichtungen, Betrieb und Wartung berücksichtigen:                 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Betrieb des Gebäudes</li> <li>▪ Belegungsplan</li> <li>▪ Laufzeitplan der Anlagen</li> <li>▪ Definition von Sollwerten für die HLK-Anlagen</li> <li>▪ Definition von Sollwerten für die Beleuchtung</li> <li>▪ Definition von Aussenluftanforderungen</li> <li>▪ Berücksichtigung von Veränderungen im Jahres-/Wochen-/Tageslauf im Plan</li> <li>▪ Beschreibung der Installationen und Anlagen einschliesslich eines Plans zur vorbeugenden Instandhaltung</li> </ul> </li> <li>o Installieren von Energiemessgeräten, die permanent den Energieverbrauch des Gebäudes hinsichtlich Strom, Erdgas, Kühlwasser, Dampf, Heizöl, Propan etc. messen</li> </ul> </li> <li>- Abfallmanagement:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Bereitstellen von Sammelstellen für recyclingfähige Materialien</li> <li>o Messen der generierten Gesamt-Abfallmenge</li> </ul> </li> </ul>
---	---

<b>BEWERTUNG</b>	Wasser, Energie und Abfall werden gemessen UND ein Plan für Energieeffizienz wurde erstellt	
	Wasser, Energie und Abfall werden gemessen ODER ein Plan für Energieeffizienz wurde erstellt	
	Weder werden Wasser, Energie und Abfall gemessen noch wurde ein Plan für Energieeffizienz erstellt	

## 27.2 Kreislaufgerechte Instandhaltung des Gebäudes



<b>Beschreibung</b>	<p>Um die längstmögliche Lebensspanne des Gebäudes zu erreichen, müssen Nutzende und Gebäudemanagement in der effizienten Nutzung, Reparatur und Instandhaltung sowie zur Umwidmung geschult werden (Abadi et al., 2022).</p> <p>Linton * and Jayaraman (2005) haben Strategien zu Verlängerung der Lebensdauer von Produkten benannt, zu denen unter anderem Reparatur, vorbeugende Instandhaltung (Inspektion und/oder geplante Wartungsaufgaben) und vorausschauende Instandhaltung (aufgrund direkter Überwachung) gehören.</p>
<b>Empfohlene Dokumente zur Umsetzung</b>	<p>Um vorbildliche Verfahren für die Instandhaltung eines Gebäudes sicherzustellen, wird empfohlen, ein Handbuch mit Anweisungen zur Instandhaltung, Prüfung, Ersatz, Nachrüstung, Innenausbau und Modernisierungen für die gesamte Gebäudeausrüstung sowie alle Bauprodukte und -materialien wie auch mit Anweisungen zur Anpassung und zum Rückbau des Gebäudes bereit zu halten.</p> <p>Es wird ausserdem empfohlen, Pläne und Unterlagen bei Änderungen entsprechend zu aktualisieren.</p>
<b>BEWERTUNG</b>	<p>Für das Gebäude gibt es ein Handbuch, in dem Nutzung, Instandhaltung und Reparatur aller Bauteile und Anlagen beschrieben sind</p> <p>Für die Gebäudeausrüstung gibt es Anleitungen zur Nutzung, Instandhaltung und Reparatur</p> <p>Es gibt keine Handbücher für das Gebäude</p>



### 3 REFERENZEN

- Abadi, M., Moore, D. R., & Sammuneh, M. A. (2022). A framework of indicators to measure project circularity in construction circular economy. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, 175(2), 54-66. <https://doi.org/10.1680/jmapl.21.00020>
- Acharya, D., Boyd, R., & Finch, O. (2018). *From Principles to Practices: First Steps towards a Circular Built Environment*. ARUP, Ellen Mac Arthur Foundation, & 3XN GXN. <https://emf.thirdlight.com/link/ufe6ol7gbkm-a9mzju/@/preview/1?o>
- Alba-Rodríguez, M. D., Martínez-Rocamora, A., González-Vallejo, P., Ferreira-Sánchez, A., & Marrero, M. (2017). Building rehabilitation versus demolition and new construction: Economic and environmental assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, 66, 115-126. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2017.06.002>
- Allahaim, F., Alfaris, A., & Leifer, D. (2010). *Towards Changeability The Adaptable Buildings Design (ABD) Framework*.
- Antikainen, R., Baudry, R., Gössnitzer, A., Karppinen, T. K. M., Kishna, M., Montevecchi, F., Müller, F., Pinet, C., & Uggla, R. (2021). *CIRCULAR BUSINESS MODELS: PRODUCT-SERVICE SYSTEMS ON THE WAY TO A CIRCULAR ECONOMY*. [https://epanet.eea.europa.eu/reports-letters/reports-and-letters/circular\\_business\\_models\\_interest-group-green-and-circular-economy.pdf](https://epanet.eea.europa.eu/reports-letters/reports-and-letters/circular_business_models_interest-group-green-and-circular-economy.pdf)
- ARE, & DEZA. (2007). *Kommunikation für eine Nachhaltige Entwicklung - Ein Leitfaden*.
- ARUP, & Ellen Mac Arthur Foundation. (n.d.). *Circular Buildings Toolkit*. Retrieved 16.08.2022 from <https://ce-toolkit.dhub.arup.com/>
- Azcarate-Aguerre, J. F., Klein, T., den Heijer, A., Vrijhoef, R., Ploeger, H., & Prins, M. (2018). Façade Leasing: Drivers and barriers to the delivery of integrated Façades-as-a-Service.
- BAFU. (2020). *Modul: Bauabfälle - Ein Modul der Vollzugshilfe zur Verordnung über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA)*. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/abfall/publikationen-studien/publikationen/modul-bauabfaelle.html>
- Benachio, G. L. F., Freitas, M. d. C. D., & Tavares, S. F. (2020). Circular economy in the construction industry: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 260, 121046. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121046>
- Benachio, G. L. F., Freitas, M. d. C. D., & Tavares, S. F. (2021). Interactions between Lean Construction Principles and Circular Economy Practices for the Construction Industry. *Journal of Construction Engineering and Management*, 147(7). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0002082](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002082)
- Braune, D. A. (2022). *Gebäuderessourcenpass - Entwurf der DGNB*. DGNB. Retrieved 22.11.22 from <https://www.dgnb.de/de/themen/gebaeuderessourcenpass/>
- BREEAM. (n.d.). *BREEAM circularity and resilience*. BRE Group. Retrieved 15.10.22 from <https://bregroup.com/products/breem/breem-solutions/breem-circularity-and-resilience/>
- Bright Hub Engineering. (2011). *Maintenance, Storage, and Reuse of Formwork in Concrete*. Retrieved 22.10.22 from <https://www.brighthubengineering.com/building-construction-design/110298-reusing-formwork-for-concrete/>
- BSI. (2017). *Framework for implementing the principles of the circular economy in organizations - Guide*.
- Bullen, P., & Love, P. (2011). A new future for the past: a model for adaptive reuse decision-making. *Built Environment Project and Asset Management*, 1(1), 32-44. <https://doi.org/10.1108/20441241111143768>
- Energiegesetz (EnG), (2021). <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2017/762/de#toolbar>
- Cabeza, L. F., Q. Bai, P. B., Kihila, J. M., Lucena, A. F. P., Mata, É., Mirasgedis, S., Novikova, A., & Saheb, Y. (2022). *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. C. U. Press. [https://report.ipcc.ch/ar6/wg3/IPCC\\_AR6\\_WGIII\\_Full\\_Report.pdf](https://report.ipcc.ch/ar6/wg3/IPCC_AR6_WGIII_Full_Report.pdf)
- Carra, G., & Magdani, N. (2018). *Circular Business Models for the Built Environment*. <https://emf.thirdlight.com/link/xes8zli8r33k-thd85r/@/preview/1?o>
- Chamberlin, L., & Boks, C. (2018). Marketing Approaches for a Circular Economy: Using Design Frameworks to Interpret Online Communications. *Sustainability*, 10, 2070. <https://doi.org/10.3390/su10062070>
- Charef, R. (2022). Supporting construction stakeholders with the circular economy: A trans-scaler framework to understand the holistic approach. *Cleaner Engineering and Technology*, 8, 100454. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100454>
- Çimen, Ö. (2021). Construction and built environment in circular economy: A comprehensive literature review. *Journal of Cleaner Production*, 305, 127180. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127180>
- Circular Economy Switzerland. (n.d.-a). *Charta Circular Economy Switzerland*. Retrieved 25.08.2022 from <https://circular-economy-switzerland.ch/charta/>
- Circular Economy Switzerland. (n.d.-b). *Weiterbildungen, Videos & Podcasts*. <https://circular-economy-switzerland.ch/weiterbildungen/>
- Designing Buildings. (2022, 04.08.22). *As-built drawings and record drawings*. The Construction Wiki. Retrieved 26.10.22 from [https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/As-built\\_drawings\\_and\\_record\\_drawings](https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/As-built_drawings_and_record_drawings)
- DGNB. (2022). *Circular Economy*. Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen. Retrieved 15.10.22 from <https://www.dgnb.de/de/themen/circular-economy/index.php>
- Dubois, A., Hulthén, K., & Sundquist, V. (2019). Organising logistics and transport activities in construction. *The International Journal of Logistics Management*, 30(2), 620-640. <https://doi.org/10.1108/IJLM-12-2017-0325>
- Durmisevic, E. (2006). Transformable building structures: Design for disassembly as a way to introduce sustainable engineering to building design & construction.
- ecobau. (2022). *ecoBKP: Merkblätter für ökologische und gesunde Baumaterialien und Verarbeitungsprozesse nach Baukostenplan (BKP)*. In (pp. 118). Zürich: Verein ecobau.
- energieschweiz. (2022, 17.03.22). *Harmonisierung der Gebäudelabels*. Retrieved 10.11.22 from <https://www.energieschweiz.ch/news/harmonisierung-gebaeudelabels/>
- EPEA. (n.d.). *Cradle to Cradle Gebäude*. EPEA GmbH. <https://epea.com/leistungen/gebaeude>

- European Commission. (2015). *Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy* (Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Issue. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52015DC0614>
- Feng, D., Yi, J., & Wang, D. (2013). Performance and Thermal Evaluation of Incorporating Waste Ceramic Aggregates in Wearing Layer of Asphalt Pavement. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 857-863. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0000788](https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0000788).
- Gaspard, A., Chateau, L., Laruelle, C., Lafitte, B., Léonardon, P., Minier, Q., Motamedi, K., Ougier, L., Pineau, A., & Thiriot, S. (2023). Introducing sufficiency in the building sector in net-zero scenarios for France. *Energy and Buildings*, 278, 112590. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.112590>
- GEAK-Betriebszentrale. (2009). *Der Gebäudeenergieausweis der Kantone GEAK - und sein Verhältnis zu MINERGIE*. [https://geak.ch/Resources/Documents/UploadDocuments/0908\\_D\\_BZ\\_GEAK\\_vs\\_MINERGIE.pdf](https://geak.ch/Resources/Documents/UploadDocuments/0908_D_BZ_GEAK_vs_MINERGIE.pdf)
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757-768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Ghisellini, P., Ripa, M., & Ulgiati, S. (2017). Exploring environmental and economic costs and benefits of a circular economy approach to the construction and demolition sector. A literature review. *Journal of Cleaner Production*, 178, 618-643.
- Hall, M. (2020). *Normierung des GEAK - Version GEAK V5.1.1*. <https://www.geak.ch/der-geak/was-ist-der-geak/>
- Hansen, K., Braungart, M., & Mulhall, D. (2018). Materials Banking and Resource Repletion, Role of Buildings, and Materials Passports. In R. A. Meyers (Ed.), *Encyclopedia of Sustainability Science and Technology* (pp. 1-26). Springer New York. [https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2493-6\\_420-3](https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2493-6_420-3)
- Haselsteiner, D. E., Bodvay, D. A., Gosztonyi, S., Preisler, A., Berger, M., & Gasser, B. (2016). *Low Tech - High Effect! Eine Übersicht über nachhaltige Low Tech Gebäude*. [https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/sdz\\_pdf/schriftenreihe-2017-20\\_low-tech-high-effect.pdf](https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/sdz_pdf/schriftenreihe-2017-20_low-tech-high-effect.pdf)
- Heinrich, M., & Lang, W. (2019). *Materials Passports - Best Practice*. [https://www.bamb2020.eu/wp-content/uploads/2019/02/BAMB\\_MaterialsPassports\\_BestPractice.pdf](https://www.bamb2020.eu/wp-content/uploads/2019/02/BAMB_MaterialsPassports_BestPractice.pdf)
- Hughes, E. (2019, 18.09.22). *How LEED v4.1 addresses the circular economy*. Retrieved 11.11.22 from <https://www.usgbc.org/articles/how-leed-v41-addresses-circular-economy>
- Jánoš, D. (2021). The impact of globalization on selected aspects of marketing communication in the circular economy. In (Vol. 92). Les Ulis: EDP Sciences.
- Jonker, J., Kothman, I., Faber, N., & Montenegro Navarro, N. (2018). *Organising for the Circular Economy. A workbook for developing Circular Business Models*.
- Kadner, S., Kobus, J., Hansen, E., Akinci, S., Elsner, P., Hagelüken, C., Jaeger-Erben, M., Kick, M., Kwade, A., Köhl, C., Müller-Kirschbaum, T., Obeth, D., Schweitzer, K., Stuchtey, M., Vahle, T., Weber, T., Wiedemann, P., Wilts, H., & von Wittken, R. (2021). *Circular Economy Roadmap für Deutschland*. [https://static1.squarespace.com/static/5b52037e4611a0606973bc79/t/61c1e6423a5240679dd86ab1/1640097378486/Circular+Economy+Roadmap+f%C3%BCr+Deutschland\\_DE\\_DOI.pdf](https://static1.squarespace.com/static/5b52037e4611a0606973bc79/t/61c1e6423a5240679dd86ab1/1640097378486/Circular+Economy+Roadmap+f%C3%BCr+Deutschland_DE_DOI.pdf)
- Kamel Mohamed, R., Mateus, R., & Bragança, L. (2021). Implementing Circular Economy Strategies in Buildings—From Theory to Practice. *Applied System Innovation*, 4(2), 26. <https://doi.org/10.3390/asi4020026>
- Karlsson, T. (2009). *Effective material logistics in construction: Lessons from a Swedish apartment-block project* [Chalmers University of Technology]. Göteborg, Sweden. <https://sil0.tips/download/effective-material-logistics-in-construction-tobias-karlsson-lessons-from-a-swed#modals>
- Kneubühler, M. (2020). *Circular Economy - Adapting Business Models to a Changed Global Agenda*. Innovationspark Zentralschweiz - Sustainable Business Lab. [https://building-excellence.ch/wp-content/uploads/2020/09/200907\\_Circular-Economy\\_v2.pdf](https://building-excellence.ch/wp-content/uploads/2020/09/200907_Circular-Economy_v2.pdf)
- Koskela, L. (1992). Application of the New Production Philosophy to Construction.
- Kubbinga, B., Bamberger, M., van Noort, E., van den Reek, D., Blok, M., Roemers, G., Hoek, J., & Faes, K. (2018). *A Framework for Circular Buildings: indicators for possible inclusion in BREEAM*. [https://assets.website-files.com/5d26d80e8836af2d12ed1269/5dea6b3713854714c4a8b755\\_A-Framework-For-Circular-Buildings-BREEAM-report-20181007-1.pdf](https://assets.website-files.com/5d26d80e8836af2d12ed1269/5dea6b3713854714c4a8b755_A-Framework-For-Circular-Buildings-BREEAM-report-20181007-1.pdf)
- Küpfer, C., & Fivet, C. (2021). Selektiver Rückbau - Rückbaubare Konstruktion: Studie zur Förderung der Abfallreduktion und der Wiederverwendung in der Baubranche. *Zenodo*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5131243>
- Lemmens, C., & Luebke, C. (2016). *The Circular Economy in the Built Environment*. <https://www.arup.com/perspectives/publications/research/section/circular-economy-in-the-built-environment>
- Linton \*, J. D., & Jayaraman, V. (2005). A framework for identifying differences and similarities in the managerial competencies associated with different modes of product life extension. *International Journal of Production Research*, 43(9), 1807-1829. <https://doi.org/10.1080/13528160512331326440>
- Lüdeke-Freund, F., Gold, S., & Bocken, N. M. P. (2019). A Review and Typology of Circular Economy Business Model Patterns. *Journal of Industrial Ecology*, 23(1), 36-61. <https://doi.org/10.1111/jiec.12763>
- Luscuere, L. (2016). Materials Passports: Optimising value recovery from materials. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Waste and Resource Management*, 170, 1-4. <https://doi.org/10.1680/jwarm.16.00016>
- Luthiger, J. (n.d.). *Standards und Labels für nachhaltiges Bauen*. Retrieved 06.10.22 from <https://www.nnbs.ch/ubersicht-standards-und-labels>
- Luthiger, J., & Lange, M. (2022, 28.10.22). *Alignment of Guideline and SNBS 23* [Interview].
- Madaster Germany. (2021). *Madaster Zirkularitätsindikator*. <https://docs.madaster.com/files/de/Madaster%20-%20Zirkularit%C3%A4tsindikator.pdf>
- Madaster Holding. (2021). *Madaster - Platform*. Retrieved 29.08.2022 from <https://madaster.com/platform/>
- Matouzkou, Y. (2015). *Efficient Construction Logistics: A case study of an Office Block Project* [KTH Architectue and the Built Environment]. Stockholm. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:839478/fulltext01.pdf>

- Mei, Z., Xu, M., Luo, S., Tan, Y., & Li, H. (2022). Concrete formwork reuse in a supply chain with dynamic changes using ABMS and discrete events. *Journal of Cleaner Production*, 332, 130038. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.130038>
- Minergie. (2022). *Minergie - Standards*. Retrieved 06.10.22 from <https://www.minergie.ch/de/standards/neubau/>
- Monier, V., Hestin, M., Trarieux, M., Mimid, S., LDomrose, L., Van Acoleyen, M., Hjerp, P., & Mudgal, S. (2011). *Study in the management of construction and demolition waste in the EU, contract 07.0307/2009/540863/SER/G2, Final report for the European Commission (DG Environment)*.
- Müller, J., & Eiler, M. (2021). *Low-Tech Gebäude - Prozess Planung Umsetzung*. Partner des Interreg Alpenrhein-Bodensee-Hochrhein Projekts "Konzepte für energieeffiziente, klimaverträgliche, LOW-TECH AGEbäude im Bodenseeraum". [https://www.bodenseekonferenz.org/bausteine.net/f/9452/Lowtech-Geb%C3%A4ude\\_Buch\\_2021\\_ibk.pdf?fd=2](https://www.bodenseekonferenz.org/bausteine.net/f/9452/Lowtech-Geb%C3%A4ude_Buch_2021_ibk.pdf?fd=2)
- Munaro, M. R., Tavares, S. F., & Bragança, L. (2020). Towards circular and more sustainable buildings: A systematic literature review on the circular economy in the built environment. *Journal of Cleaner Production*, 260, 121134. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121134>
- NNBS. (2021). SNBS 2.1 Hochbau: KRITERIENBESCHRIEB Nutzungsarten Wohnen, Verwaltung, Bildungsbauten, Gewerbenutzung im Erdgeschoss. In (pp. 206). Zürich.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press. <http://dspace.vnbrims.org:13000/xmlui/bitstream/handle/123456789/4694/Toyota%20Production%20System%20Beyond%20Large-Scale%20Production.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Orr, D. J., Copping, D. A., Drewniok, M. M., Emmitt, P. S., Ibell, P. T., Wise, C., Boyd, R., Broadbent, O., Leighton, K., Nolan, J., Otlet, M., Russell, N., & Wainright, F. (2018). *MEICON - Minimising Energy in Construction: Survey of Structural Engineering Practice*. <https://static1.squarespace.com/static/58f72c9a1b631bc0c1e1b84c/t/5b85fb334fa51a1080348b19/1535507448054/MEICON+Report+Online.pdf>
- Osterwalder, A., Pigneur, Y., & Tucci, C. (2010). Clarifying Business Models: Origins, Present, and Future of the Concept. *Communications of AIS*, 16. <https://doi.org/10.17705/1CAIS.01601>
- Pimiskern, R. (2022). *DGNB System - Übersicht aller Kriterien für Gebäude Neubau*. DGNB GmbH. Retrieved 07.10.22 from <https://www.dgnb-system.de/de/gebaeude/neubau/kriterien/>
- Pittau, F., Giacomel, D., Iannaccone, G., & Malighetti, L. (2020). Environmental consequences of refurbishment versus demolition and reconstruction: a comparative life cycle assessment of an Italian case study [Lecco, Italy]. *Journal of green building*, 15(4), 155-172. <https://www.proquest.com/scholarly-journals/environmental-consequences-refurbishment-versus/docview/2535584845/se-2?accountid=27229>
- [https://eth.swisscovery.slsp.ch/openurl/41SLSP\\_ETH/41SLSP\\_ETH:ETH%C2%BB?url\\_ver=Z39.88-2004&rft\\_val\\_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:journal&genre=article&sid=ProQ:ProQ%3Aavery&atitle=Environmental+consequences+of+refurbishment+versus+demolition+and+reconstruction%3A+a+comparative+life+cycle+assessment+of+an+Italian+case+study+%5BLecco%2C+Italy%5D.&title=Journal+of+green+building&issn=19434610&date=2020-10-01&volume=15&issue=4&spage=155&au=Pittau%2C+Francesco%3BGiacomel%2C+Dayana%3BIannaccone%2C+Giuliana%3BMalighetti%2C+Laura&isbn=&jtitle=Journal+of+green+building&bttitle=&rft\\_id=info:eric/826023&rft\\_id=info:doi/](https://eth.swisscovery.slsp.ch/openurl/41SLSP_ETH/41SLSP_ETH:ETH%C2%BB?url_ver=Z39.88-2004&rft_val_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:journal&genre=article&sid=ProQ:ProQ%3Aavery&atitle=Environmental+consequences+of+refurbishment+versus+demolition+and+reconstruction%3A+a+comparative+life+cycle+assessment+of+an+Italian+case+study+%5BLecco%2C+Italy%5D.&title=Journal+of+green+building&issn=19434610&date=2020-10-01&volume=15&issue=4&spage=155&au=Pittau%2C+Francesco%3BGiacomel%2C+Dayana%3BIannaccone%2C+Giuliana%3BMalighetti%2C+Laura&isbn=&jtitle=Journal+of+green+building&bttitle=&rft_id=info:eric/826023&rft_id=info:doi/)
- Poulikakos, L. D., Papadaskalopoulou, C., Hofko, B., Gschösser, F., Cannone Falchetto, A., Bueno, M., Arrigada, M., Sousa, J., Ruiz, R., Petit, C., Loizidou, M., & Partl, M. N. (2017). Harvesting the unexplored potential of European waste materials for road construction. *Resources, Conservation and Recycling*, 116, 32-44. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.09.008>
- Power, A. (2008). Does demolition or refurbishment of old and inefficient homes help to increase our environmental, social and economic viability? *Energy Policy*, 36(12), 4487-4501. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.09.022>
- Rand, A., Bragança, L., & Gervásio, H. (2022). Design for Adaptability (DfA)—Frameworks and Assessment Models for Enhanced Circularity in Buildings. *Applied System Innovation*, 5(1), 24. <https://doi.org/10.3390/asi5010024>
- Ruiz Duran, C. L., Dr. Christine; Braune, Dr. Anna. (2019). *Circular Economy - Kreisläufe schliessen, heisst zukunftsfähig sein*. [https://www.dgnb.de/de/verein/publikationen/bestellung/downloads/DGNB\\_Report\\_Circular\\_Economy\\_DE.pdf](https://www.dgnb.de/de/verein/publikationen/bestellung/downloads/DGNB_Report_Circular_Economy_DE.pdf)
- Salvioni, D., & Almici, A. (2020). Circular Economy and Stakeholder Engagement Strategy. *Symphonya. Emerging Issues in Management*(1). <https://doi.org/10.4468/2020.1.03salvioni.almici>
- Sandberg, M. (2017). Downsizing of Housing: Negotiating Sufficiency and Spatial Norms. *Journal of Macromarketing*, 38, 027614671774835. <https://doi.org/10.1177/0276146717748355>
- Schweizerischer Bundesrat. (2021). *Langfristige Klimastrategie der Schweiz*. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/emissionsverminderung/verminderungsziele/ziel-2050/klimastrategie-2050.html>
- Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen, (2022). <https://fedlex.data.admin.ch/filestore/fedlex.data.admin.ch/eli/cc/2015/891/20220401/de/pdf-a/fedlex-data-admin-ch-eli-cc-2015-891-20220401-de-pdf-a-1.pdf>
- Senthamarai, S. (2018). Interactive teaching strategies. *Journal of Applied and Advanced Research*, 3, 36. <https://doi.org/10.21839/jaar.2018.v3iS1.166>
- SIA. (2020a). 102 - Ordnung für Leistungen und Honorare der Architektinnen und Architekten. In (pp. 44). Zürich: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein.
- SIA. (2020b). 108 - Ordnung für Leistungen und Honorare der Ingenieurinnen und Ingenieure der Bereiche Gebäudetechnik, Maschinenbau und Elektrotechnik. In (pp. 44). Zürich: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein.
- Smeyers, T., Deweerdt, M., & Mertens, M. (2021). *Reuse Toolkit: The Reclamation Audit*. <https://www.nweurope.eu/projects/project-search/fcrbe-facilitating-the-circulation-of-reclaimed-building-elements-in-northwestern-europe/news/fcrbe-guides-extraction/>

- Smith, A. (2021, 13.12.2021). *Optimize Your Scaffolding Operations: Don't Reinvent The Wheel, Reuse It!* . Avontus Software. Retrieved 22.10.22 from <https://www.avontus.com/blog/optimize-your-scaffolding-operations/>
- SQS. (n.d.). *Seminare Kreislaufwirtschaft*. <https://www.sqs.ch/de/schulungen/kreislaufwirtschaft>
- SQS, & Quality Austria. (2021). *Circular Globe - Ein Leitfaden und Modell zur Bewertung des zirkulären Reifegrades von Organisationen*. [https://www.circular-globe.com/sites/default/files/2021-11/CG%2520Pr%25C3%25A4sentation%2520Website\\_211125.pdf](https://www.circular-globe.com/sites/default/files/2021-11/CG%2520Pr%25C3%25A4sentation%2520Website_211125.pdf)
- SRE Limited. (2019). *Mat06 - Material efficiency*. <https://www.sre.co.uk/wp-content/uploads/2020/02/Mat06-Material-Efficiency-Guidance.pdf>
- TECE. (2019, 01.12.2019). *Ein Kraut gegen das Chaos auf Grossbaustellen - moderne Baulegistik*. TECE Magazin,. Retrieved 31.10.22 from <https://www.tece.com/de/magazin/stories/ein-kraut-gegen-das-chaos-auf-grossbaustellen-moderne-baulegistik>
- TÜV SÜD. (n.d.). *BREEAM D-A-CH - Was ist BREEAM?* <https://breeam.de/breeam/was-ist-breeam/>
- U.S. Green Building Council. (2019). *LEED v4 for Building Design and Construction*. [https://www.usgbc.org/sites/default/files/LEED%20v4%20BDC\\_07.25.19\\_current.pdf](https://www.usgbc.org/sites/default/files/LEED%20v4%20BDC_07.25.19_current.pdf)
- U.S. Green Building Council. (2021). LEED v4.1 - Building Operations and Maintenance. In.
- U.S. Green Building Council. (2022a). *LEED*. <https://www.usgbc.org/leed>
- U.S. Green Building Council. (2022b). LEED v4.1 - Building Design and Construction. In.
- van Oppen, C., & Bosch, S. (2020). *Circular Procurement in 8 Steps - Guideline for Residential and Non-Residential Construction*. <https://circulairebouweconomie.nl/wp-content/uploads/2022/01/Guideline-Circular-Procurement-Residential-and-Non-Residential-Construction-2021.pdf>
- Verbeeck, G., & Cornelis, A. (2011). *Renovation versus demolition of old dwellings. Comparative analysis of costs, energy consumption and environmental impact*.
- Vezzoli, C., Ceschin, F., & Diehl, J. C. (2021). Product-Service Systems Development for Sustainability. A New Understanding. In C. Vezzoli, B. Garcia Parra, & C. Kohtala (Eds.), *Designing Sustainability for All: The Design of Sustainable Product-Service Systems Applied to Distributed Economies* (pp. 1-21). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-66300-1\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-66300-1_1)
- Weiler, V., Harter, H., & Eicker, U. (2017). Life cycle assessment of buildings and city quarters comparing demolition and reconstruction with refurbishment. *Energy and Buildings*, 134, 319-328. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.11.004>
- Womack, J., & Jones, D. (1996). *Lean Thinking : Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation* (Vol. 48). <https://doi.org/10.1038/sj.jors.2600967>
- World Federation of Advertisers. (n.d.). *Planet Pledge*. Retrieved 26.08.2022 from [https://wfanet.org/leadership/planet-pledge#art\\_59747](https://wfanet.org/leadership/planet-pledge#art_59747)
- WRAP. (2016). *Designing out Waste: A design team guide for buildings*. In TRL (Ed.).