

Handlungsleitfaden zu

**„Explorative Studie:  
Ein Zirkularitäts-Faktor für Wien“**

**In Auftrag gegeben von:**

MA 50 – Wohnbauforschung und Internationale Beziehungen  
Muthgasse 62, 1.Stock, Riegel F  
1190 Wien

**In Kooperation ausgearbeitet von:**

Universität für Bodenkultur Wien

Univ. Prof. Dr. Benjamin Kromoser

Dr. Mathias Hammerl

Institut für Hochbau, Holzbau und kreislaufgerechtes Bauen (IHB)  
Department für Bautechnik und Naturgefahren  
Peter-Jordan-Straße 82, Wilhelm-Exner-Haus, DG  
1190 Wien

Univ. Prof. Dr. Marion Huber-Humer

Ao. Univ. Prof. Dr. Stefan Salhofer

Institut für Abfall- und Kreislaufwirtschaft (ABF)  
Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt  
Muthgasse 107/III  
1190 Wien

Mithilfe: Viktoria Bankl, Markus Silvester Posch, Jürgen Ebmer

**Zusätzliche Projektbeteiligte:**

Magistratsdirektion Bauten und Technik - Stabsstelle Ressourcenschonung und Nachhaltigkeit im Bauwesen: *Bernadette Luger, Claudia Schrenk, Stefanie Roithmayer, Georg Hofmann, Klaus Kodydek, Felix Hörmann*

MA 34: *Robert Friedbacher*

MA 19: *Claudia Prinz-Brandenburg, Daniela Meyer, Stefan Urban, Markus Gausthaler*

MA 22: *Martin Scheibengraf*

MA 25: *Martin Groyss, Felix Groth*

MA 39: *Dieter Werner, Sabine Bonfert*

MA 50: *Daniel Glaser*

Wohnfonds Wien (Sanierung): *Elisabeth Kölbl, Jens Polster*

Wohnfonds Wien (Neubau): *Philipp Preuner*

Wiener Wohnen: *Georg Knirsch*

Magistratsdirektion Bauten und Technik: *Markus Bernard, Judith Frank*

Dieses Dokument stellt einen komprimierten Handlungsleitfaden zur 2022 an der Universität für Bodenkultur in Kooperation der beiden Institute für Hochbau, Holzbau und kreislaufgerechtes Bauen (IHB) und für Abfall- und Kreislaufwirtschaft (ABF) ausgearbeiteten explorativen Studie „Ein Zirkularitätsfaktor für Wien“ dar. Die detaillierten Ergebnisse sind im Forschungsbericht [1] zu finden. Die explorative Studie wurde in enger Abstimmung mit der Magistratsdirektion Bauten und Technik der Stadt Wien - Stabsstelle Ressourcenschonung und Nachhaltigkeit im Bauwesen (SRN) und mehreren weiteren Magistratsabteilungen und Stakeholdern der Stadt Wien durchgeführt.

Der kooperative Wissensaustausch erfolgte in mehreren Workshops bzw. Klausuren, welche nachfolgend inklusive aller teilnehmenden Stakeholder aufgelistet sind:

- 1. Workshop am 14.07.2022 von 09:30-12:15 Uhr (BOKU Wien; MD-BD (SRN); MA 19; MA 25; MA 34; Wohnfonds Wien – Neubau; Wohnfonds Wien - Sanierung)
- 2. Workshop am 19.09.2022 von 12:30-16:00 Uhr (BOKU Wien; MD-BD (SRN); MA 22; MA 25; MA 34; MA 39; Wohnfonds Wien – Sanierung)
- Klausur am 18.11.2022 von 08:30-13:00 Uhr (BOKU Wien; MD-BD (SRN); MA19; MA 22; MA 25; MA34; MA 39; MA 50; Wiener Wohnen; Wohnfonds Wien – Neubau; Wohnfonds Wien - Sanierung)
- Endpräsentation am 20.12.2022 von 09:00-12:00 Uhr (BOKU Wien; MD-BD (SRN); MA19; MA 22; MA 25; MA 34; MA 39; Wohnfonds Wien – Neubau; Wohnfonds Wien – Sanierung; Wiener Wohnen; MD-BD)

Die Bearbeitungsschritte im Projektzeitraum und der Prozess zur Ausarbeitung des Forschungsberichtes werden nachfolgend beschrieben:

- Schritt 1: Aufbereiten und Sammeln von Informationen zu verschiedenen vorhandenen Gebäude- und Produktbewertungssystemen inklusive erster Einschätzung zur Relevanz für die Bewertung der Kreislauffähigkeit von Gebäuden.
- Schritt 2: Definition und Eingrenzung von möglichen Beurteilungsparametern für die Kreislauffähigkeit von Gebäuden basierend auf einer Literaturrecherche und der Studie „Circular Housing“.
- Schritt 3: Screenen der unter Schritt 1 gesammelten Daten und Identifizieren der in bestehenden Systemen vorhandenen relevanten Bewertungsmethoden zur Kreislauffähigkeit von Gebäuden – siehe Anhang des Hauptdokuments
- Schritt 4: Untersuchung der Anforderungen der aktuellen Fassung der EU-Taxonomie und Abschätzung der Relevanz für einen Zirkularitätsfaktor
- Schritt 5: Festlegen von Bewertungsindikatoren und notwendigen Dokumentationen zur Bewertung der Kreislauffähigkeit
- Schritt 6: Untersuchung von Strategien für die Kreislauffähigkeit von Bestandsgebäuden basierend auf abfallrechtlichen Rahmenbedingungen, der Weiternutzung und der Wiederverwendung.

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	5
2	Analyse bestehender Bewertungssysteme .....	5
2.1	Beschreibung der Vorgehensweise.....	5
2.2	Bewertung der Kreislauffähigkeit von Gebäuden.....	6
2.2.1	Verbaute Materialien .....	6
2.2.2	Ökobilanzierung.....	8
2.2.3	Nutzungsintensität .....	9
2.2.4	Flexibilität, Umnutzbarkeit und Nachverdichtung .....	10
2.2.5	Langlebigkeit, Tauschbarkeit und Reparaturfähigkeit.....	11
2.2.6	Rückbau und Reuse .....	12
2.2.7	Recycling .....	14
2.2.8	Entsorgung und sonstige Verwertung .....	15
2.2.9	Energiebedarf in der Nutzung.....	16
3	Fazit explorative Studie und weitere Vorgehensweise.....	17
4	Literaturverzeichnis .....	18

# 1 Einleitung

Die Etablierung einer realen Kreislaufwirtschaft ist eine große Chance, um den notwendigen Primärressourcenverbrauch und auch das Abfallaufkommen im Bauwesen zu senken und zu einer Steigerung einer nachhaltigen Ressourcennutzung beizutragen. Es gibt unterschiedliche Ebenen zur Kreislaufführung von Gebäuden, Bauteilen bzw. Baustoffen, die sich im Wesentlichen neben den technologischen Ansätzen auch insbesondere durch den dafür notwendigen Aufwand unterscheiden. Um eine möglichst verlustfreie und effiziente Kreislaufführung zu ermöglichen, müssen Kriterien für die Konzeptionierung, Planung, Herstellung, Nutzung, den Rückbau und das Recycling von Neubauten sowie bei der Sanierung von Gebäuden, entwickelt und eingefordert werden.

Der vorliegende Handlungsleitfaden beschäftigt sich mit den Möglichkeiten und Herausforderungen eine Zirkularität von Bauwerken zu bestimmen und vergleichbar zu machen. Basierend auf bereits vorhandenen Bewertungsmodellen (Gebäude- und Produktzertifizierungssysteme) werden verschiedene Ansätze erläutert und übergeordnete Strategien und mögliche (kumulierte) Indikatoren zusammengefasst.

Zur Abgrenzung des Berichtsumfangs sei erwähnt, dass sich die Studie im Wesentlichen auf die Materialität des Gebäudes fokussiert und soziokulturelle, ökonomische Aspekte, etc. keine Berücksichtigung finden.

## 2 Analyse bestehender Bewertungssysteme

Im Zuge dieser Studie wurden insgesamt 16 Bewertungssysteme untersucht. Die Recherchen zeigen, dass sich einige Systeme bereits sehr umfassend mit der Beurteilung der Kreislauffähigkeit von Gebäuden beschäftigen. Andere eignen sich weniger, da sich diese z.B. auf Produktzertifizierungen fokussieren. Nichtsdestotrotz haben einzelne Ansätze für die Bewertung von Gebäuden Relevanz. Die dritte Gruppe umfasst jene Systeme, bei denen es keine ausreichenden (öffentlichen) Informationen für die Beurteilung der Inhalte gibt, bzw. jene, die sich noch in der Entwicklung befinden. Eine Übersicht über die analysierten Systeme und deren Relevanz ist in Abbildung 1 zu finden.

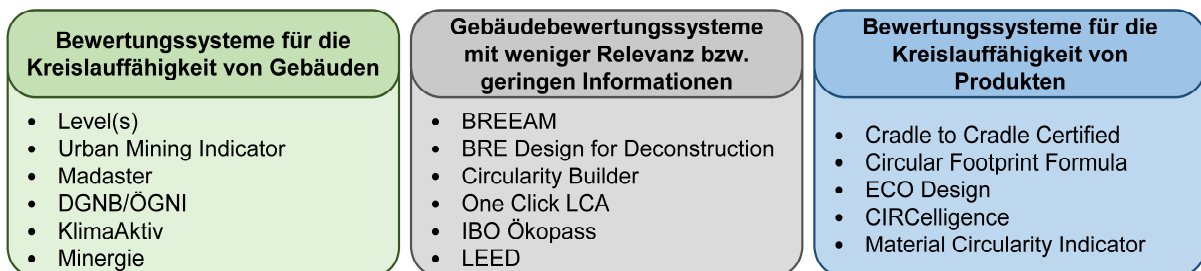


Abbildung 1: Übersicht und Einteilung der untersuchten Bewertungssysteme

### 2.1 Beschreibung der Vorgehensweise

Die erste Untersuchung der oben genannten Bewertungssysteme (siehe Abbildung 1) diente zur Ermittlung der Gemeinsamkeiten der Systeme mit den in der Studie „Circular housing“ [2] definierten Ansätzen des kreislauffähigen Bauens. Inwieweit gibt es also in den Bewertungssystemen Kriterien, welche die Aktivierung lokaler Potenziale, die Maximierung der Nutzungsintensität, die Suffizienz, die Nutzungsflexibilität, die Wartungs- und Reparaturfähigkeit, die Trennbarkeit, Sortenreinheit und Schadstofffreiheit behandeln.

Darauf aufbauend erfolgte eine genaue Analyse aller Systeme, die im Anhang des Hauptdokuments zu finden ist [1]. Dort wird jedes Bewertungssystem allgemein beschrieben. Außerdem werden die Anwendungsbereiche und mögliche Anwender behandelt. Der Fokus liegt auf der Auflistung aller für Kreislauffähigkeit relevanten Indikatoren und Parameter.

Basierend auf den in [2] beschriebenen Ansätzen zur Kreislauffähigkeit und den Informationen aus den Bewertungssystemen werden nachfolgend die aus Sicht der Verfasser der Studie derzeit relevantesten Punkte zur Bewertung der Kreislauffähigkeit von Gebäuden vorgestellt. Zusätzlich wird für jeden Indikator und jede notwendige Information auf bereits bestehende Systeme, und wie diese Punkte dort bewertet werden, verwiesen.

## 2.2 Bewertung der Kreislauffähigkeit von Gebäuden

Für eine Bewertung der Kreislauffähigkeit von Gebäuden gibt es grundlegende Informationen, welche jedenfalls vorliegen sollten. Das ist zum einen eine Dokumentation aller verbauten Materialien, die wenn möglich neben einer Massenbilanz auch noch genauere Spezifikationen enthält, und zum anderen eine Ökobilanzierung.

Zu diesen Informationen wird seitens der Auftragnehmer, abgeleitet aus dem detaillierten Screening der Bewertungssysteme, empfohlen die Kreislauffähigkeit anhand von 6 teils kumulierten Indikatoren (1) Nutzungsintensität, (2) Flexibilität, Umnutzbarkeit und Nachverdichtung, (3) Langlebigkeit, Tauschbarkeit und Reparaturfähigkeit, (4) Rückbau und Reuse, (5) Recycling und (6) Entsorgung und sonstige Verwertung, qualitativ und wo möglich quantitativ zu bewerten. Die Abfolge und Relevanz entspricht dem Aufbau der Pyramide der Abfallhierarchie gemäß der EU-Abfallrahmenrichtlinie (siehe Abbildung 2).

Es wird empfohlen, mögliche zusätzliche, schwer abbildbare Kenngrößen wie z.B. die Suffizienz nicht in ein Bewertungssystem miteinzubeziehen. Es wird auch empfohlen ergänzend zur in der Ökobilanz ermittelte grauen Energie die notwendigen Energie in der Nutzung zu betrachten. Auch dies wird lediglich als zusätzliche Information und nicht als fixer Bestandteil eines Zirkularitätsfaktors gesehen.

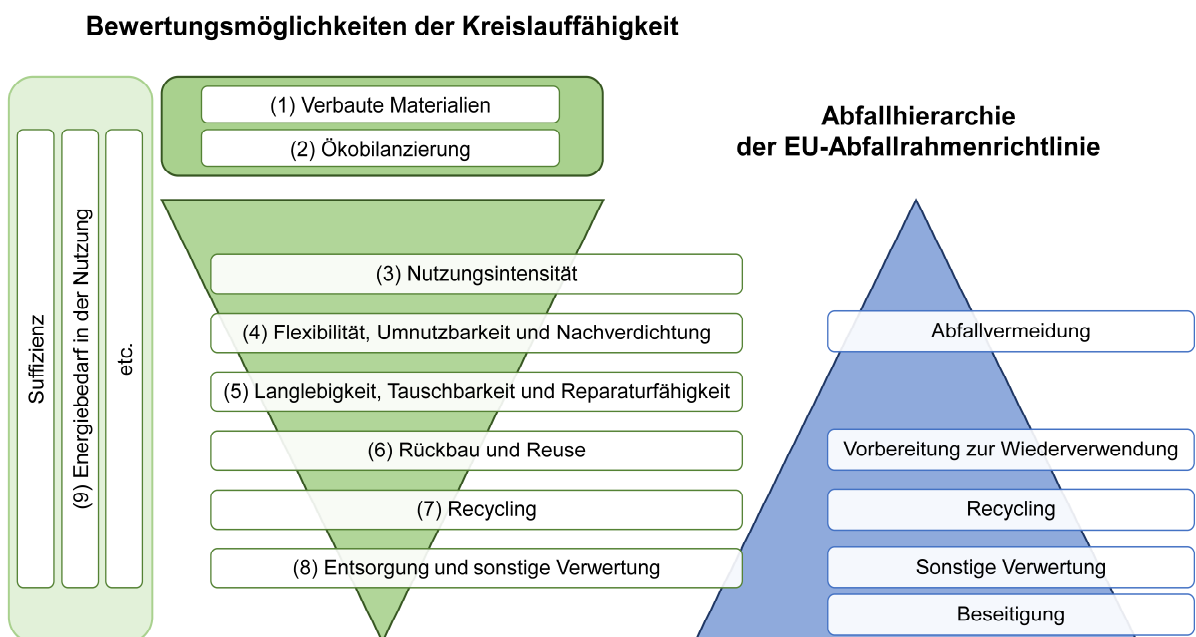


Abbildung 2: Notwendige Informationen und Indikatoren zur Bewertung der Kreislauffähigkeit von Gebäuden (links); Gegenüberstellung der Abfallhierarchie gemäß EU-Abfallrahmenrichtlinie (rechts).

In den nachfolgenden Kapiteln werden die einzelnen Punkte näher beschrieben und Möglichkeiten zur Dokumentation oder Bewertung erläutert. Falls vorhanden werden zudem Verweise auf bestehende Bewertungssysteme und Indikatoren angeführt, welche im Begleitdokument ausführlicher beschrieben sind.

### 2.2.1 Verbaute Materialien

Die Kenntnis über die in einem Gebäude verbauten Materialien wird seitens der Berichtsverfasser\*innen als notwendige Basisinformation betrachtet. Diese Datengrundlage ermöglicht einen besseren Überblick über die Menge und Eigenschaften der Materialien bzw. des Rohstoffbestands im Gebäude und fördert im Nachlauf eine effizientere Weiternutzung bzw. einen gezielten Rückbau und eine Wiederverwendung der Bauteile oder auch ein zielgerichteteres Recycling der Baustoffe. Unterteilt man das Gebäude in unterschiedliche Ebenen wie z.B. in Level(s) [3] in Hülle, Kern oder Außenaspekte (externe Elemente) oder dem Urban Mining Index [4] (Gebäude, Bauteil, Bauelement, Bauteilschicht, Material, Rohstoff) beschrieben oder in verschiedene Materialfraktionen wie z.B. Holz, Beton, Stahl, etc. kann die Vergleichbarkeit und Bewertung verschiedener Gebäudeentwürfe erleichtert werden, da maßgebende Materialströme und deren Verteilung im Gebäude oder sonstige Einflussparameter besser identifiziert werden können. Die Daten bilden die Grundlage für die Indikatoren (6) Rückbau und Reuse, (7) Recycling und (8) Entsorgung und sonstige Verwertung.

Eine geeignete und praktikable Lösung für die Umsetzung der Dokumentation für Neubauten ist Building Information Modelling (BIM), da bei einem sorgfältig entwickelten BIM-Modell alle notwendigen Informationen über Materialität, Massen, Eigenschaften, etc. bereits enthalten sind. Aufwendiger ist die Dokumentation eines Bestandsgebäudes. Hier muss vorab, wie in Level(s) [3] beschrieben, durch eine Kombination aus Schreibtisch- (Planerhebung, Unterlagen zu gefährlichen Materialien oder kontaminierten Boden, etc.) und Feldstudie (Identifikation tatsächlich vorhandener Materialien, Bestandsaufnahme, Probenahme, etc.) die gebaute Realität ermittelt werden. Die Dokumentation sollte idealerweise wieder mit BIM erfolgen, um hier eine dauerhafte Datengrundlage zu schaffen.

In Tabelle 1 sind alle Indikatoren bestehender Bewertungssysteme aufgelistet, welche (1) verbaute Materialien als notwendige Dokumentation berücksichtigen. Meist handelt es sich um Indikatoren, die beispielsweise die Zusammensetzung der einzelnen Baustoffe, Bauteile, etc. berücksichtigen. Dadurch ist auch eine Kenntnis der verbauten Materialien erforderlich. Die große Anzahl der in Tabelle 1 gelisteten Indikatoren unterstreicht die Notwendigkeit einer sorgfältigen Dokumentation der verbauten Materialien.

Tabelle 1: Auflistung von Indikatoren in bestehenden Bewertungssystemen, welche in direktem oder erweitertem Zusammenhang die erforderliche Dokumentation (1) verbaute Materialien beinhalten. Eine Bewertung erfolgt jeweils (1) qualitativ, (2) quantitativ oder (3) quantitative Punktvorgabe auf Basis qualitativer Kriterien.

Bewertungs-system	Indikator gemäß Bewertungssystem	Bewertung
Level(s)	Indikator 2.1 - Leistungsverzeichnisse, Materialien, Lebensdauern	1+2
	Indikator 2.2 - Bau- und Abbruchabfälle und -materialien	1+2
Urban Mining Index	Material Recycling Content (MRC)	2
	Material-Loop-Potenzial (MLP)	2
	Sortenreinheit	2
	Closed-Loop-Potenzial	2
	Loop-Potenzial	2
	Urban Mining Indicator	2
Madaster	Zirkularitätsindikator für Materialherkunft	2
	Materialverwertung Zirkularitätsindikator	2
	Zirkularitätsindikator von Gebäuden	2
	Linearer Durchflussindex	2
ÖGNI/DGNB	ENV1.2 Risiken für die lokale Umwelt	1
	ENV1.3 Verantwortungsbewusste Ressourcenverwendung	1+2
	Digitaler Gebäuderessourcenpass	1+2
KlimaAktiv	C1.1 Ausschluss von klimaschädlichen Substanzen	1
	C1.2 Ausschluss von PVC für Boden- und Wandbeläge	1
	C2.1 PVC-Freiheit für weitere Produktgruppen	1
	C2.2 Ausschluss von besonders besorgniserregenden Substanzen (SVHC)	1
	C3.1 Produkte und Komponenten mit Umweltzeichen	1+2
	C3.2 Kältemittel	2
	C4.1 Ökoindex OI3	2
	C4.2 Entsorgungsindikator	2
D2.2 Produktmanagement	1	
Minergie	Allgemeine Ausschlusskriterien	2
	Gebäudekonzept	1+3
	Material und Bauprozess	3
BREEAM	Material	1+3
	Abfall	1+3

BRE Trust Design for Deconstruction	Reuse and recycling potential of the key elements and components within	1
One Click LCA	Recycled, Renewable, Reuse	2
	Wastage	2
	Design for Deconstruction and Assembly	1
	End of Life Process	2
IBO Ökopass	Ökoeffizienz	2
	Entsorgungsindikator EI 10	2
	HFKW- und PVC-Freiheit	1
	Produkte mit Umweltzeichen	1+2
LEED	Materials and Resources	1+3
Cradle to Cradle Certified	Material Health Requirements	1
	Product Circularity Requirements	1
	Clean Air & Climate Protection Requirements	1
Circular Footprint Formular	Circular Footprint	2
ECO Design		1
Material Circularity Index	Virgin Feedstock	2
	Unrecoverable Waste	2
	Linear Flow Index	2
	Material Circularity Indicator	2
	Material Circularity Indicator for a Department or Company	2

### 2.2.2 Ökobilanzierung

Eine alleinige Massenbetrachtung liefert keine direkte Aussage über den Umwelteinfluss. Eine Ökobilanz (engl. LCA - Life Cycle Assessment) wird daher als weitere notwendige grundlegende Datenbasis angesehen. Um den Informationsgehalt über ein Gebäude zu erhöhen und Zukunftsszenarien besser voraussagen ist eine komplette LCA wie im EU-Berichtsrahmen Level(s) [5,6] mit Abbildung aller Lebenszyklusphasen langfristig anzustreben. Momentan ist dies aufgrund der nicht vorhandenen Datenbasis jedoch nur bedingt möglich und sinnvoll. In einem ersten Schritt wird daher vorgeschlagen die Herstellungsphase (Phasen A1-A3) und die Entsorgungsphasen C3 (Abfallverwertung) und C4 (Entsorgung) zu betrachten, da dafür bereits ausreichend Daten verfügbar sind. Diese Mindestanforderungen orientieren sich am System der DGNB [7], wobei hier anzumerken ist, dass dort die Nutzungsphasen B2 (Instandhaltung), B4 (Austausch) und B6 (Energieverbrauch im Betrieb), sowie die Phase D (Vorteile und Belastungen außerhalb der Systemgrenze) noch weiters mitbetrachtet werden. Einen weiteren interessanten Ansatz für Bestandsgebäude liefert die Berechnung des Ökoindex OI3S vom IBO Ökopass. Hier erfolgt eine "Abschreibung" der ökologischen Belastung von Bestandskonstruktionen bzw. -schichten über einen Zeitraum von 80 Jahren [8]. Eine Auflistung von Indikatoren bestehender Systeme, welche Lebenszyklusbetrachtungen bzw. eine Ökobilanzierung berücksichtigen, findet sich in Tabelle 2.

Wünschenswert wäre jedenfalls, dass Auftraggeber und/oder -nehmer beginnen für Pilotprojekte Aufzeichnungen zum Einfluss aller Lebenszyklusphasen für möglichst alle Wirkungskategorien zu führen, um eine Datenbasis für zukünftige Projekte und Entscheidungen zu schaffen und Kennzahlen zu etablieren.

Eine Übersicht der nach Empfehlung der Autoren zu berücksichtigenden Lebenswegphasen für eine erste Anwendung ist in Abbildung 3 ersichtlich.

Auch in Bezug auf die Wirkungskategorien sollte langfristig eine Berücksichtigung aller 16 Kategorien angestrebt werden, da eine Gewichtung schwierig ist. Nachdem auch hier nur bedingt Daten verfügbar sind, wird vorgeschlagen als Mindestanforderung das Treibhauspotential (GWP – Global Warming Potential) zu berücksichtigen, wie auch in Level(s) oder DGNB gefordert. Als Grund werden hier die aktuell deutlich sichtbaren Klimaauswirkungen und die gute Datenverfügbarkeit genannt. Zudem wird momentan auf EU-Ebene über einen notwendigen CO<sub>2</sub>-Fußabdruckspass diskutiert. Auch die



Anforderung der EU-Taxonomieverordnung an Gebäude mit einer Fläche größer 5000 m<sup>2</sup> macht eine Ermittlung des GWP im Lebenszyklus notwendig [9].

Hinsichtlich der zu berücksichtigenden Bestandteile sollte auf Basis von Erfahrungswerten ein Grenzkriterium eingeführt werden, ab wann eine bestimmte Materialität in der Ökobilanz angeführt werden muss. Beispielsweise könnte jedes Bauteil/Material mit Einfluss kleiner 0,5 % auf das GWP des Gesamtgebäudes unberücksichtigt bleiben. Solche Kriterien erfordern jedenfalls eine laufende Entwicklung und sind nicht sofort anwendbar.

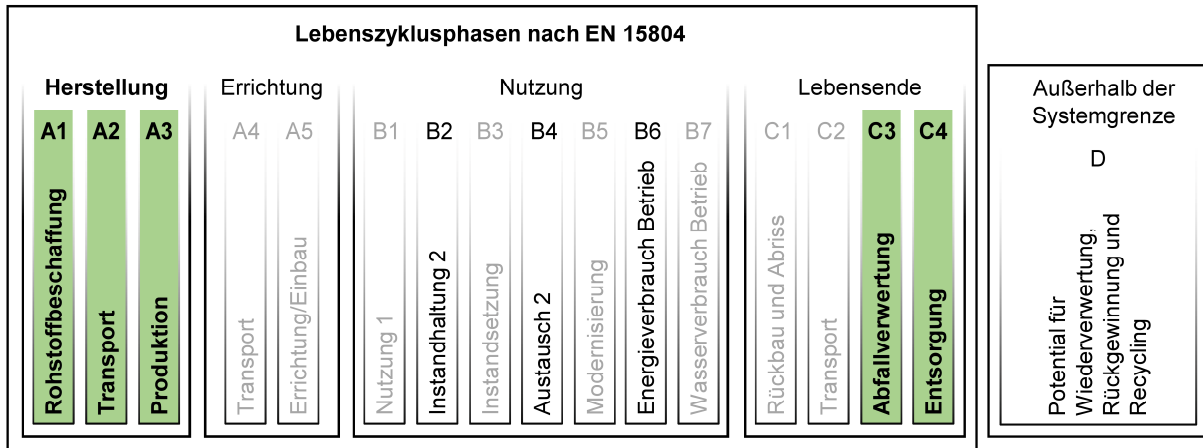


Abbildung 3: Übersicht der Lebenszyklusphasen inklusive Einschätzung der Relevanz (schwarz dargestellt) und kurzzeitigen Umsetzbarkeit (grün dargestellt) für einen Zirkularitätsfaktor.

Tabelle 2: Auflistung von Indikatoren in bestehenden Bewertungssystemen, welche in direktem oder erweitertem Zusammenhang die erforderliche Dokumentation (2) Ökobilanzierung beinhalten. Eine Bewertung erfolgt jeweils (1) qualitativ, (2) quantitativ oder (3) quantitative Punktvorgabe auf Basis qualitativer Kriterien.

Bewertungssystem	Indikator gemäß Bewertungssystem	Bewertung
Level(s)	Indikator 2.1 - Leistungsverzeichnisse, Materialien, Lebensdauern	1+2
ÖGNI/DGNB	ENV1.1 Ökobilanz des Gebäudes	2
	Digitaler Gebäuderessourcenpass	1+2
Klimaaktiv	C3.2 Kältemittel	2
	C4.1 Ökoindex OI3	2
BREEAM	Material	1+2
IBO Ökopass	Ökoeffizienz	2
LEED	Materials and Resources	3
Cradle to Cradle Certified	Clean Air & Climate Protection Requirements	1
Circular Footprint Formular	Circular Footprint	2

### 2.2.3 Nutzungsintensität

Die Steigerung der Nutzungsintensität ist eine Maßnahme, die indirekt mit Ansätzen zur Kreislauffähigkeit zusammenhängt. Wenn Gebäude so gebaut werden, dass mehrere Nutzungen zeitgleich über die Lebensdauer möglich sind, kann die Nutzungsintensität und die effektiv genutzte Zeit erhöht werden. Möglich ist beispielsweise eine unterschiedliche Nutzung an möglichst vielen Tagen bzw. zu verschiedenen Tageszeiten mit dem Ziel das Gebäude 7 Tage pro Woche und 24 Stunden pro Tag zu nutzen, wenngleich dieses theoretische Ziel oftmals schwer erreichbar ist. Ein möglicher Indikator ist somit abhängig von der Nutzungszeit (% der möglichen Stunden) und Belegungsdichte (Personen pro m<sup>2</sup> Grundfläche). Ein Bewertungspunkt in DGNB/ÖGNI wird beispielsweise als „hohe Nutzungsintensität“ bezeichnet. Hier werden Bonuspunkte für Circular Economy vergeben, wenn für mindestens 50 % der Nutzfläche ein Flächennutzungskonzept vorliegt, das eine Erhöhung der Nutzerzahl und unterschiedliche Nutzungszeiten beschreibt bzw. ermöglicht. DGNB/ÖGNI bewertet außerdem die Flächeneffizienz mit dem Verhältnis der nutzbaren Fläche zur Bruttogeschossfläche. Konkret wird jedoch nicht auf die tatsächliche Nutzung von Personen eingegangen [10]. Eine Übersicht

von bereits bekannten Indikatoren in bestehenden Systemen, welche ebenfalls die Intensität der Nutzung beurteilen, findet sich in Tabelle 3.

Die Realisierung einer Mehrfachnutzung hängt stark vom Gebäudetyp ab. Beispielsweise ist eine Mehrfachnutzung bei Wohngebäuden oftmals schwer umsetzbar. Lediglich die Allgemeinflächen können einfach universeller gestaltet und mehrfach genutzt werden. Wichtig ist festzuhalten, dass nach Definition der Autor\*innen die Steigerung der Nutzungsintensität nicht durch Umbaumaßnahmen erreicht wird, sondern direkt durch einen entsprechend geeigneten Entwurf bzw. ein geeignetes Nutzungskonzept. Ein miteinhergehender positiver Effekt ist, dass Gebäude mit einer hohen Nutzungsintensität auch oftmals flexibler gestaltet sind und sich daher in der Regel auch gut für spätere Umbauten eignen.

Tabelle 3: Auflistung von Indikatoren in bestehenden Bewertungssystemen, welche in direktem oder erweitertem Zusammenhang dem Indikator (3) Nutzungsintensität entsprechen. Eine Bewertung erfolgt jeweils (1) qualitativ, (2) quantitativ oder (3) quantitative Punktvorgabe auf Basis qualitativer Kriterien.

Bewertungs-system	Indikator gemäß Bewertungssystem	Bewertung
Level(s)	Indikator 2.3 - Entwurf für Anpassungsfähigkeit	3
ÖGNI/DGNB	ECO2.1 Flexibilität und Umnutzungsfähigkeit	1+3
	TEC3.1 Mobilitätsinfrastruktur	1+2
	SITE1.4 Nähe zu nutzungsrelevanten Objekten und Einrichtungen	1
	Digitaler Gebäuderessourcenpass	1+2
Minergie	Gebäudekonzept	1+3
LEED	Location and transportation	1+3
	Sustainable sites - Joint use of facilities	1+3

#### 2.2.4 Flexibilität, Umnutzbarkeit und Nachverdichtung

Eine Flexibilität der Gebäudestruktur kann durch unterschiedliche Maßnahmen erreicht bzw. Parameter bewertet werden. Das System Level(s) [11] bezeichnet diese Eigenschaft als Anpassbarkeit und nennt so wie DGNB/ÖGNI [10] oder Minergie [12] unterschiedliche Faktoren, welche diese erhöhen oder positiv beeinflussen. Große Stützenabstände, versetzbare Innenwände und eine Mindestgebäudetiefe werden beispielsweise als positiv hinsichtlich der Flexibilität bewertet. Die Bewertung und Gewichtung erfolgt in Level(s) [11] und DGNB/ÖGNI [10] als quantitative Punktbewertung auf Basis qualitativer Kriterien beruhend auf Erfahrungswerten. In Minergie [12] wiederum werden diese rein qualitativ abgefragt. Beispielsweise muss durch farbige Markierungen in den Plänen gekennzeichnet werden, dass bei Einfamilienhäusern nur die Stiegenhaus- und Außenwände tragend sind.

Darauf aufbauend kann eine hohe Flexibilität des Tragwerks eine Umnutzung erleichtern. Die Möglichkeit andere Nutzungen vorzusehen, hängt zudem von den Änderungsmöglichkeiten an der Haustechnik und Gebäudezugänglichkeiten ab wie beispielsweise in Level(s) [11], DGNB/ÖGNI [10] oder Minergie [12] beschrieben. Geringe Raumhöhen oder nicht vorhandene bzw. verbaute Haustechnikschächte erschweren eine Umnutzung. Eine weitere Möglichkeit die Umnutzbarkeit zu erhöhen, ist das Vorsehen von Tragreserven. In Level(s) [11] wird dieser Punkt als „Zukunftssicherheit der Tragfähigkeit“ bezeichnet und die Umnutzbarkeit steigt mit höherer Kapazität der Nutzlasten. Eine Bewertung ist qualitativ oder quantitativ auf Basis qualitativer Kriterien zu treffen. Wichtig ist hier festzuhalten, dass höhere Traglastkapazitäten im Widerspruch mit einer effizienten Bauteildimensionierung **stehen können**.

Eine Nachverdichtung kann ebenfalls nur indirekt der Kreislauffähigkeit von Gebäuden zugeordnet werden. Ist durch Umnutzung oder andere Gründe eine Erhöhung des bzw. ein Anbau an das Gebäude erforderlich, müssen entsprechende Maßnahmen bereits in der Planungsphase berücksichtigt werden. Level(s) nennt dies einen „strukturellen Entwurf zur Unterstützung einer zukünftigen Erweiterung“ und vergibt quantitative Punkte aufgrund qualitativer Aspekte.

Besonders erwähnenswert ist, dass die Aspekte dieses kumulierten Indikators für jede Gebäudeart stark variieren können. Wohngebäude haben andere Anforderungen an Flexibilität, Umnutzbarkeit und Nachverdichtung als viele industrielle Betriebsgebäude. Hier sei speziell das System der DGNB/ÖGNI erwähnt, welches für verschiedenste Nutzungen Aspekte zur Beurteilung der Flexibilität bereitstellt [10].

In Tabelle 4 ist aufgelistet, welche der untersuchten Systeme bereits Punkte der Flexibilität, Umnutzbarkeit und Nachverdichtung berücksichtigen und bewerten.

Tabelle 4: Auflistung von Indikatoren in bestehenden Bewertungssystemen, welche in direktem oder erweitertem Zusammenhang dem Indikator (4) Flexibilität, Umnutzbarkeit und Nachverdichtung entsprechen. Eine Bewertung erfolgt jeweils (1) qualitativ, (2) quantitativ oder (3) quantitative Punktvergabe auf Basis qualitativer Kriterien.

Bewertungs-system	Indikator gemäß Bewertungssystem	Bewertung
Level(s)	Indikator 2.3 - Entwurf für Anpassungsfähigkeit	3
ÖGNI/DGNB	ENV2.3 Flächeninanspruchnahme	1
	ECO2.1 Flexibilität und Umnutzungsfähigkeit	1+3
	Digitaler Gebäuderessourcenpass	1+2
Minergie	Gebäudekonzept	1+3
BREEAM	Landnutzung und Ökologie	1+3

## 2.2.5 Langlebigkeit, Tauschbarkeit und Reparaturfähigkeit

Die Langlebigkeit steht mit der Kreislauffähigkeit von Gebäuden nur mittelbar in Zusammenhang. Es gilt jedoch je länger ein Gebäude, Bauteil oder Material genutzt wird, desto geringer die Umweltbelastung. Bezogen auf das Bauteil oder Material gilt zudem, dass ein langlebigeres Bauteil auch größeres Potential für weitere Nutzungszyklen in Form der Weiter- oder Wiederverwendung hat oder ein Material ein höheres Recyclingpotential aufweist. Das System Level(s) verbindet mit dem Begriff Langlebigkeit auch die Anpassungsfähigkeit mit der Begründung, dass Änderungen der Nutzung die Langlebigkeit positiv beeinflussen [11]. Eine quantitative Bewertungsgrundlage für die Langlebigkeit kann auf Erfahrungswerten basieren und geplante Nutzungsdauer zur Lebensdauer in Relation setzen. In Madaster berechnet sich der Zirkularitätsfaktor für die Nutzungsphase beispielsweise aus dem Quotienten des potenziellen funktionalen Lebenszyklus eines Produkts zum branchendurchschnittlichen Lebenszyklus einer Gebäudeschicht.

Die Austauschbarkeit und Reparaturfähigkeit sind weitere wichtige Punkte für die Kreislauffähigkeit. Dabei zählt nicht nur, ob Teile generell tauschbar oder reparierbar sind, sondern auch die Zugänglichkeit oder Demontierbarkeit. Für eine Austauschbarkeit sind ähnliche Kriterien wie beim Rückbau relevant. Beispielsweise sind gut lösbare Verbindungen vorteilhaft diesbezüglich. Die Reparaturfähigkeit, also das Reparieren ganzer Bauteile oder einzelner Teile einer Anlage wird durch eine gute Zugänglichkeit gewährleistet.

Das System Minergie [12] bewertet in Indikatoren für die Rückbaufähigkeit von Gebäudehülle und Sekundärstruktur oder von Gebäudetechnik und Tertiärstruktur, ob ein Austausch oder eine Verstärkung (Reparaturfähigkeit) ohne Beschädigung möglich ist. Durch Vorlage von Detailplänen, Werkverträgen und Fotodokumentationen in der Ausführungsphase erfolgt eine qualitative Bewertung. Produktzertifizierungssysteme wie ECO Design [13,14] bewerten ebenfalls qualitativ Aspekte der Austausch- und Reparierbarkeit. Beispielsweise wird die Verbesserung der Reparierbarkeit durch selbsterklärende Zerlegestrukturen oder die Standardisierung von Bauteilen beschrieben. Alle untersuchten Systeme, die den Indikator Langlebigkeit, Tauschbarkeit und Reparaturfähigkeit bereits in eigenen Indikatoren berücksichtigen sind in Tabelle 5 gelistet.

Tabelle 5: Auflistung von Indikatoren in bestehenden Bewertungssystemen, welche in direktem oder erweitertem Zusammenhang dem Indikator (5) Langlebigkeit, Tauschbarkeit und Reparaturfähigkeit entsprechen. Eine Bewertung erfolgt jeweils (1) qualitativ, (2) quantitativ oder (3) quantitative Punktvergabe auf Basis qualitativer Kriterien

Bewertungs-system	Indikator gemäß Bewertungssystem	Bewertung
Level(s)	Indikator 2.3 - Entwurf für Anpassungsfähigkeit	3
	Indikator 2.4 - Entwurf für den Rückbau	3
Madaster	Nutzungsphase Zirkularitätsindikator	2
	Zirkularitätsindikator von Gebäuden	2
	Nutzwertfaktor	2
ÖGNI/DGNB	Digitaler Gebäuderessourcenpass	1+2
Minergie	Gebäudekonzept	1+3
BREEAM	Material	1+3

BRE Trust Design for Deconstruction	The connections between elements and components	1
	The accessibility of elements and components	1
One Click LCA	Design for Deconstruction and Assembly	1
Cradle to Cradle Certified	Product Circularity Requirements	1
ECO Design		1
Material Circularity Index	Utility	2
	Material Circularity Indicator	2
	Material Circularity Indicator for a Department or Company	2

### 2.2.6 Rückbau und Reuse

Die Rückbaufähigkeit eines Gebäudes wird aktuell hauptsächlich qualitativ bzw. quantitativ durch Punktvergabe auf Basis qualitativer Kriterien bewertet. Meist erfolgt eine Beurteilung nach der Art der Verbindungsmittel und ob die Baustoffe bzw. -elemente einfach oder schwierig trennbar sind. In KlimaAktiv [15] wird beispielsweise ein qualitatives Rückbau- und Verwertungskonzept, das die wichtigsten Standardbauteile behandelt, gefordert. Etwas detailliertere Angaben fordert DGNB/ÖGNI [16]. In diesem Bewertungssystem werden Qualitätsstufen des Rückbaus definiert und quantitativ auf Basis qualitativer Kriterien bewertet. Eine Anforderung für die Vergabe von Punkten ist hier, dass ein Mindestprozensatz der „Regelbauteile“ rückbaubar ist. Eine Möglichkeit zur quantitativen Bewertung des Rückbaus wird im Urban Mining Indicator beschrieben [4]. Hier wird der Arbeitsaufwand für ausgewählte Bauteile beurteilt. Der resultierende Indikator ist die Arbeit in MJ und liefert eine direkte quantitative Vergleichbarkeit. Die Herausforderung ist jedoch, dass die Beurteilung des Arbeitsaufwandes schwierig ist und individuell für jedes Bauteil bestimmt werden muss.

Bei der Bewertung der Wiederverwendung (Reuse) von Bauteilen oder einzelnen Materialien muss zwischen Neubau, Umbau und Rückbau unterschieden werden. Ein Indikator ist beispielsweise wie hoch der Anteil an Reuse-Materialien beim Bau ist und welche Materialien beim Umbau oder Abbruch weiter- bzw. wiederverwendet werden können. Die Beurteilung selbst kann quantitativ vorgenommen werden in % des Anteils an der Gesamtmasse und der jeweiligen Materialfraktion. Dieser Indikator hängt folglich sehr eng mit der notwendigen Information der (1) verbauten Materialien zusammen. Bewertungssysteme, die den Reuse von Bauteilen oder Materialien quantitativ bewerten sind der Urban Mining Indicator [4] oder Madaster [17], indem sie einen Prozentsatz der wiederverwendeten Baustoffe oder Materialien für die Berechnung diverser Indikatoren heranziehen. Auch in Level(s) [18] soll dokumentiert werden, ob Abbruchabfälle inert (also unbedenklich) sind und wiederverwendet werden können.

Grundlegend für die Einschätzung des Reuse-Potenzials von Baustoffen- oder Bauteilen ist die Schadstofffreiheit, welche in einer Vielzahl von Bewertungssystemen behandelt wird. Hier seien nur beispielhaft KlimaAktiv [15] und IBO Ökopass [19] als österreichische Vertreter genannt. Beide Systeme bieten umfangreiche Kriterienkataloge zur Bewertung der Schadstofffreiheit, beispielsweise HFKW- und PVC-Freiheit oder den Ausschluss von sonstigen besorgniserregenden Stoffen in Baumaterialien.

Wie in Tabelle 6 ersichtlich ist für viele Systeme die Thematik Rückbau und Reuse relevant. Hier muss jedoch unterschieden werden, ob konkrete Vorschläge für die Bewertung gegeben werden, wie beispielsweise in Level(s) Indikator 2.4 oder, wie oben erwähnt, lediglich Kriterien definiert sind, die eine Wiederverwendung erschweren (z.B. Schadstoffgehalte, etc.).

Tabelle 6: Auflistung von Indikatoren in bestehenden Bewertungssystemen, welche in direktem oder erweitertem Zusammenhang dem Indikator (6) Rückbau und Reuse entsprechen. Eine Bewertung erfolgt jeweils (1) qualitativ, (2) quantitativ oder (3) quantitative Punktvergabe auf Basis qualitativer Kriterien

Bewertungs-system	Indikator gemäß Bewertungssystem	Bewertung
Level(s)	Indikator 2.2 - Bau- und Abbruchabfälle und -materialien	1+2
	Indikator 2.4 - Entwurf für den Rückbau	3
Urban Mining Index	Zerstörungsfreie Lösbarkeit	1
	Sortenreinheit	2
	Faktor Arbeit - Rückbauaufwand	2
	Faktor Wert - Entsorgungskosten und Verwertungserlöse	2
	Closed-Loop-Potenzial	2

	Loop-Potenzial	2
	Urban Mining Indicator	2
Madaster	Zirkularitätsindikator für Materialherkunft	2
	Materialverwertung Zirkularitätsindikator	2
	Zirkularitätsindikator von Gebäuden	2
	Linearer Durchflussindex	2
ÖGNI/DGNB	ECO1.1 Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus	1+2
	TEC1.6 Rückbau- und Recyclingfreundlichkeit	2
	PRO1.4 Sicherung der Nachhaltigkeitsaspekte in Ausschreibung und Vergabe	1
	ENV1.3 Verantwortungsbewusste Ressourcenverwendung	1+2
	Digitaler Gebäuderessourcenpass	1+2
KlimaAktiv	C1.1 Ausschluss von klimaschädlichen Substanzen	1
	C1.2 Ausschluss von PVC für Boden- und Wandbeläge	1
	C2.1 PVC-Freiheit für weitere Produktgruppen	1
	C2.2 Ausschluss von besonders besorgniserregenden Substanzen (SVHC)	1
	C3.1 Produkte und Komponenten mit Umweltzeichen	1+2
	C3.2 Kältemittel	2
	C4.2 Entsorgungsindikator	2
	C4.3 Kreislauffähigkeit und Rückbaukonzept	1
Minergie	D2.2 Produktmanagement	1
	Allgemeine Ausschlusskriterien	2
	Gebäudekonzept	1+3
BREEAM	Material und Bauprozess	3
	Material	1+3
BRE Trust Design for Deconstruction	Abfall	1+3
	Reuse and recycling potential of the key elements and components within	1
	The connections between elements and components	1
One Click LCA	The deconstruction process	1
	Recycled, Renewable, Reuse	2
	Design for Deconstruction and Assembly	1
IBO Ökopass	End of Life Process	2
	Entsorgungsindikator EI 10	2
	HFKW- und PVC-Freiheit	1
LEED	Produkte mit Umweltzeichen	1+2
Cradle to Cradle Certified	Materials and Resources	1+3
	Material Health Requirements	1
Circular Footprint Formular	Product Circularity Requirements	1
	Circular Footprint	2
ECO Design		1
Material Circularity Indicator	Virgin Feedstock	2
	Unrecoverable Waste	2
	Linear Flow Index	2
	Material Circularity Indicator	2
	Material Circularity Indicator for a Department or Company	2

## 2.2.7 Recycling

Eine Bewertung der Recyclingfähigkeit kann ähnlich wie beim Reuse erfolgen. Für Neubauten kann man den Anteil an verwendeten recycelten Materialien ermitteln. Diese Erhebung ist relativ einfach, da die Herkunft der Baumaterialien meist bekannt ist. Bei der Bewertung von Bestandsbauten ist es schwierig die Materialherkunft zu bestimmen und bei Abbruchtätigkeiten muss erhoben werden, ob die rückgebauten Materialien für Recycling geeignet sind. Wie beim Reuse müssen alle Bestandteile auf ihre Schadstofffreiheit untersucht werden und ob es sinnvoll (ressourceneffizient) bzw. gefahrenfrei ist diese zu recyceln. Zu beachten ist, dass eine Einschätzung der Recyclingfähigkeit beim Bau eventuell schwierig sein kann und diese beim Umbau oder Abbruch nicht mehr gegeben ist. Hier ist jedenfalls nur eine nach aktuellem Stand der Technik qualitative Stellungnahme möglich.

Das System Level(s) schlägt für die Dokumentation von Recycling-, Entsorgungs- oder sonstigen Verwertungsmöglichkeiten die Erstellung eines Abfallbewirtschaftungsplans vor. So können die Stoffströme bereits vorab beeinflusst und bestimmt werden. Die Angabe der Anteile an recycelten Materialien erfolgt in % der Gesamtmasse [18]. Im Urban Mining Index [4] wird der Material Recycling Content (MRC) betrachtet, welcher ebenfalls den %-Satz an recycelten Bestandteilen angibt und das Material-Loop-Potenzial, welches die möglichen zukünftigen Anteile an recycelten Materialien beschreibt. Die Sortenreinheit ist im UMI ein Ausschlusskriterium, um eine Recyclingfähigkeit überhaupt erst zu ermöglichen. Auch in Madaster [17] wird in diversen Indikatoren die Materialherkunft oder der mögliche verwertbare Anteil an Recyclingmaterial benötigt. Im Zirkularitätsindikator Materialverwertung fließt außerdem die Effizienz des Recyclingprozesses mit ein. Welche Systeme in verschiedenen Indikatoren bereits das Recycling berücksichtigt ist in Tabelle 7 ersichtlich.

Tabelle 7: Auflistung von Indikatoren in bestehenden Bewertungssystemen, welche in direktem oder erweitertem Zusammenhang dem Indikator (7) Recycling entsprechen. Eine Bewertung erfolgt jeweils (1) qualitativ, (2) quantitativ oder (3) quantitative Punktvergabe auf Basis qualitativer Kriterien

Bewertungs-system	Indikator gemäß Bewertungssystem	Bewertung
Level(s)	Indikator 2.2 - Bau- und Abbruchabfälle und -materialien	1+2
Urban Mining Index	Material Recycling Content (MRC)	1
	Material-Loop-Potenzial	2
	Sortenreinheit	2
	Closed-Loop-Potenzial	2
	Loop-Potenzial	2
	Urban Mining Indicator	2
Madaster	Zirkularitätsindikator für Materialherkunft	2
	Materialverwertung Zirkularitätsindikator	2
	Zirkularitätsindikator von Gebäuden	2
	Linearer Durchflussindex	2
ÖGNI/DGNB	TEC1.6 Rückbau- und Recyclingfreundlichkeit	2
	PRO1.4 Sicherung der Nachhaltigkeitsaspekte in Ausschreibung und Vergabe	1
	PRO2.1 Baustelle/Bauprozess	1
	Digitaler Gebäuderessourcenpass	1+2
KlimaAktiv	C1.1 Ausschluss von klimaschädlichen Substanzen	1
	C1.2 Ausschluss von PVC für Boden- und Wandbeläge	1
	C2.1 PVC-Freiheit für weitere Produktgruppen	1
	C2.2 Ausschluss von besonders besorgniserregenden Substanzen (SVHC)	1
	C3.1 Produkte und Komponenten mit Umweltzeichen	1+2
	C4.2 Entsorgungsindikator	2
	D2.2 Produktmanagement	1
Minergie	Allgemeine Ausschlusskriterien	2
	Gebäudekonzept	1+3
	Material und Bauprozess	3

BREEAM	Material	1+3
	Abfall	1+3
BRE Trust Design for Deconstruction	Reuse and recycling potential of the key elements and components within	1
One Click LCA	Recycled, Renewable, Reuse	2
	End of Life Process	2
IBO Ökopass	Entsorgungsindikator EI 10	2
	HFKW- und PVC-Freiheit	1
	Produkte mit Umweltzeichen	1+2
LEED	Materials and Resources	1+3
Cradle to Cradle Certified	Material Health Requirements	1
Circular Footprint Formular	Circular Footprint	2
ECO Design		1
Material Circularity Indicator	Virgin Feedstock	2
	Unrecoverable Waste	2
	Linear Flow Index	2
	Material Circularity Indicator	2
	Material Circularity Indicator for a Department or Company	2

## 2.2.8 Entsorgung und sonstige Verwertung

Das Entsorgen, Deponieren oder thermische Verwerten ist nicht direkt mit dem zirkulären Bauen verbunden. Es kann jedoch als Indikator definiert werden, mit dem Ziel den Anteil möglichst gering zu halten. Die Grenzwerte für Entsorgen und sonstige Verwertung sollte man in Zusammenarbeit mit Fachleuten definieren und bei wenigen Prozentpunkten festlegen. Wie beim Recycling liegt die Herausforderung bei der Beurteilung einer möglichen Schadstofffracht, wobei dies nicht nur negativ betrachtet werden soll. Womöglich können Materialien, die nach heutigem Stand schadstoffbelastet sind und deponiert werden müssen, in Zukunft von Schadstoffen befreit und wiederverwendet werden.

Die Aufschlüsselung sollte wie für die beiden zuvor genannten Punkte in % der Gesamtmasse und aufgeschlüsselt nach Materialfraktion erfolgen. Zudem muss unterschieden werden, ob ein Material deponierbar ist oder als gefährlicher Abfall verbrannt werden muss. Dies kann wie im von Level(s) definierten Indikator 2.1. Leistungsverzeichnisse, Materialien, Lebensdauern bereits bei der Dokumentation der verbauten Materialien erfolgen [3]. Betrachtet man Tabelle 8, wird ersichtlich, dass ein Großteil der untersuchten Systeme Indikatoren enthalten, bei denen die Entsorgung oder sonstige Verwertung Relevanz haben. Auch hier geht es wie beim Indikator Recycling wieder hauptsächlich um die Schad- bzw. Störstofffreiheit.

Tabelle 8: Auflistung von Indikatoren in bestehenden Bewertungssystemen, welche in direktem oder erweitertem Zusammenhang dem Indikator (8) Entsorgung und sonstige Verwertung entsprechen. Eine Bewertung erfolgt jeweils (1) qualitativ, (2) quantitativ oder (3) quantitative Punktvergabe auf Basis qualitativer Kriterien

Bewertungs-system	Indikator gemäß Bewertungssystem	Bewertung
Level(s)	Indikator 2.2 - Bau- und Abbruchabfälle und -materialien	1+2
Urban Mining Index	Sortenreinheit	2
	Loop-Potenzial	2
	Urban Mining Indikator	2
Madaster	Zirkularitätsindikator von Gebäuden	2
	Linearer Durchflussindex	2
ÖGNI/DGNB	TEC1.6 Rückbau- und Recyclingfreundlichkeit	2
	PRO2.1 Baustelle/Bauprozess	1

	Digitaler Gebäuderessourcenpass	1+2
KlimaAktiv	C1.1 Ausschluss von klimaschädlichen Substanzen	1
	C1.2 Ausschluss von PVC für Boden- und Wandbeläge	1
	C2.1 PVC-Freiheit für weitere Produktgruppen	1
	C2.2 Ausschluss von besonders besorgniserregenden Substanzen (SVHC)	1
	C3.1 Produkte und Komponenten mit Umweltzeichen	1+2
	C4.2 Entsorgungsindikator	2
	D2.2 Produktmanagement	1
Minergie	Allgemeine Ausschlusskriterien	2
	Gebäudekonzept	1+3
	Material und Bauprozess	3
BREEAM	Material	1+3
	Abfall	1+3
One Click LCA	Wastage	2
	End of Life Process	2
IBO Ökopass	Entsorgungsindikator EI 10	2
	HFKW- und PVC-Freiheit	1
	Produkte mit Umweltzeichen	1+2
LEED	Materials and Resources	1+3
Cradle to Cradle Certified	Material Health Requirements	1
Material Circularity Indicator	Virgin Feedstock	2
	Unrecoverable Waste	2
	Linear Flow Index	2
	Material Circularity Indicator	2
	Material Circularity Indicator for a Department or Company	2

### 2.2.9 Energiebedarf in der Nutzung

Der Energiebedarf in der Nutzungsphase ist nicht direkt relevant für die Kreislauffähigkeit von Gebäuden. Dieser sollte jedoch trotzdem in einer Gesamtbetrachtung, aufgrund der hohen Relevanz für den ökologischen Fußabdruck eines Gebäudes über den gesamten Lebenszyklus, Einfluss finden. In Österreich ist die Erstellung eines Energieausweises verpflichtend.

Für Neubauten kann der Vergleich des Energiebedarfs in der Nutzungsphase (Energieausweis) und in der Herstellungsphase (Ökobilanz) wichtige Erkenntnisse zur Gesamteffizienz eines Gebäudes geben. So können beispielsweise in der Herstellung sehr energieintensive Gebäude eine gute Performance in der Nutzung aufweisen und vice versa. Da für den Energiebedarf bereits Grenzwerte definiert sind, neben nationalen Regelungen mittlerweile auch in der EU-Taxonomie, ist es empfehlenswert solche Grenzwerte auch für die graue Energie in der Herstellung abgeleitet aus einer Ökobilanz festzulegen.

Für Bestandsbauten sollte der Energiebedarf die erste Grundlage für die Entscheidung hinsichtlich des weiteren Vorgehens darstellen. Wenn das Gebäude die geforderten Grenzwerte nicht einhält, muss eine Sanierung (z.B. thermische Sanierung der Fassade) oder ein Abbruch und Neubau erfolgen. Ist ein Neubau oder eine Sanierung erforderlich, so sollten die unterschiedlichen Varianten mittels Ökobilanz verglichen werden.



### 3 Fazit explorative Studie und weitere Vorgehensweise

Die Ergebnisse der in diesem Bericht behandelten explorativen Studie beschreiben, wie die Kreislauffähigkeit von Gebäuden grundsätzlich bewertet werden kann und auch in bestehenden Bewertungsmodellen bewertet wird, sowie welche weiteren damit in Verbindung stehenden Einflussgrößen von Relevanz sind.

Daraus wird vorgeschlagen welche notwendigen Informationen dokumentiert werden sollten und welche (kumulierten) Indikatoren Teil eines Zirkularitätsfaktors sein sollten. Es werden auch Vorschläge gemacht, wie eine qualitative bzw. quantitative Bewertung grundlegend aussehen könnte. Das Ergebnis der explorativen Studie sind erste Ansätze welche (kumulierten) Indikatoren ein Zirkularitätsfaktor enthalten sollte, **jedoch noch keine direkt praktisch anwendbare Umsetzung davon**.

Dafür bedarf es weiterführender Arbeiten, die sich damit beschäftigen, wie die qualitative und quantitative Bewertung konkret aussehen kann und darauffolgend eine  $\beta$ -Testphase in der erste Anwendungsversuche durchgeführt werden. So kann ausgetestet werden, wie praktikabel das entwickelte Bewertungssystem ist und auch wo mögliche Grenzen gesetzt werden können. Es wird empfohlen, dass die Bewertung in dieser Phase noch von einem wissenschaftlichen Partner durchgeführt wird. Basierend darauf sollte dann nochmals eine Optimierung der Bewertungsparameter durchgeführt werden. Wenn das Projekt aktiv von der Stadt Wien weiter vorangetrieben wird, erscheint das Erreichen dieses Punktes realistisch mit Ende 2023/ Anfang 2024.

Im Anschluss daran wird als mittelfristige Perspektive eine konkrete Testphase  $\beta_2$  empfohlen, bei der die Indikatoren mit Grenzwerten von den in Projekten beteiligten Stakeholdern eingefordert bzw. von Testanwendern verwendet bzw. angewendet werden. Auch auf Basis dieses Feedbacks sollte nochmals eine Optimierung/Schärfung des Systems vorgenommen werden. Erweist sich das System danach als praktikabel wird eine konkrete Umsetzung empfohlen.

## 4 Literaturverzeichnis

- [1] Kromoser B, Hammerl M, Huber-Humer M, Salhofer S. Forschungsbericht zur explorativen Studie: Ein Zirkularitäts-Faktor für Wien. Wien: Universität für Bodenkultur Wien; 2023.
- [2] Luger B, Dorau U. Circular Housing - Ansätze zur Verankerung der Prinzipien kreislauffähigen Bauens im Wohnungsneubau. UIV Urban Innovation Vienna; 2021.
- [3] Dodd N, Donatello S, Cordella M. Level(s)–Indikator 2.1: Leistungsverzeichnisse, Materialien und Lebensdauern - Benutzerhandbuch: Einführende Informationen, Anweisungen und Anleitungen (Veröffentlichungsversion 1.1). Europäische Kommission; 2021.
- [4] Rosen A. Urban Mining Index: Entwicklung einer Systematik zur quantitativen Bewertung der Kreislaufkonsistenz von Baukonstruktionen in der Neubauplanung. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag; 2021.
- [5] Dodd N, Donatello S, Cordella M. Level(s) – Benutzerhandbuch 1: Einführung in den gemeinsamen Level(s)-Rahmen (Version 1.1 der Veröffentlichung). Europäische Kommission; 2021.
- [6] Dodd N, Donatello S, Cordella M. Level(s)–Indikator 1.2: Erderwärmungspotenzial (GWP) entlang des Lebenszyklus - Benutzerhandbuch: Einleitende Information, Anleitungen, Leitlinien (Veröffentlichungsversion 1.1). Europäische Kommission; 2021.
- [7] DGNB GmbH. DGNB System – Kriterienkatalog Gebäude Neubau - ENV1.1 Ökobilanz des Gebäudes 2018. [https://static.dgnb.de/fileadmin/dgnb-system/de/gebaeude/neubau/kriterien/02\\_ENV1.1\\_Oekobilanz-des-Gebaeudes.pdf](https://static.dgnb.de/fileadmin/dgnb-system/de/gebaeude/neubau/kriterien/02_ENV1.1_Oekobilanz-des-Gebaeudes.pdf).
- [8] IBO - Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH. Leitfaden zur Berechnung des Ökoindex OI3 für Bauteile und Gebäude 2018. [https://www.ibo.at/fileadmin/ibo/materialoekologie/OI3\\_Berechnungsleitfaden\\_V4.0\\_20181025\\_01.pdf](https://www.ibo.at/fileadmin/ibo/materialoekologie/OI3_Berechnungsleitfaden_V4.0_20181025_01.pdf).
- [9] Europäisches Parlament, Europäischer Rat. Verordnung (EU) 2020/852 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Juni 2020 über die Einrichtung eines Rahmens zur Erleichterung nachhaltiger Investitionen und zur Änderung der Verordnung (EU) 2019/2088. 2022.
- [10] DGNB GmbH. DGNB System – Kriterienkatalog Gebäude Neubau - ECO2.1 Flexibilität und Umnutzungsfähigkeit 2018. [https://static.dgnb.de/fileadmin/dgnb-system/de/gebaeude/neubau/kriterien/03\\_ECO2.1\\_Flexibilitaet-und-Umnutzungsfahigkeit.pdf](https://static.dgnb.de/fileadmin/dgnb-system/de/gebaeude/neubau/kriterien/03_ECO2.1_Flexibilitaet-und-Umnutzungsfahigkeit.pdf).
- [11] Dodd N, Donatello S, Cordella M. Level(s)–Indikator 2.3: Entwurf für Anpassungsfähigkeit und Umbau - Benutzerhandbuch: Einführende Informationen, Anweisungen und Anleitungen (Veröffentlichungsversion 1.1). Europäische Kommission; 2021.
- [12] Minergie-ECO. Vorgabenkatalog und Umsetzungshinweise: Kleine Wohnbauten - Neubauten 2018. [https://www.minergie.ch/media/180125\\_vorgabenkatalog\\_neubauten\\_kleine\\_wohnbauten\\_v2018.2\\_de.pdf](https://www.minergie.ch/media/180125_vorgabenkatalog_neubauten_kleine_wohnbauten_v2018.2_de.pdf).
- [13] ecodesign PILOT: Hilfe n.d. [http://pilot.ecodesign.at/pilot/ONLINE/DEUTSCH/INFO/HILFE\\_1.HTM](http://pilot.ecodesign.at/pilot/ONLINE/DEUTSCH/INFO/HILFE_1.HTM) (accessed December 9, 2022).
- [14] ECODESIGN online PILOT: Verbesserung n.d. <http://pilot.ecodesign.at/pilot/ONLINE/DEUTSCH/PDS/INDEX.HTM> (accessed December 13, 2022).
- [15] Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. klimaaktiv Kriterienkatalog für Dienstleistungsgebäude Neubau und Sanierung 2020 2020. [https://www.klimaaktiv.at/dam/jcr:56cfc2e3-ab4d-4586-b162-f832978e4fbd/klimaaktiv\\_Kriterienkatalog\\_Dienstleistungsgeb%C3%A4ude\\_bf.pdf](https://www.klimaaktiv.at/dam/jcr:56cfc2e3-ab4d-4586-b162-f832978e4fbd/klimaaktiv_Kriterienkatalog_Dienstleistungsgeb%C3%A4ude_bf.pdf).
- [16] DGNB GmbH. DGNB System – Kriterienkatalog Gebäude Neubau - TEC1.6 Rückbau- und Recyclingfreundlichkeit 2018. [https://static.dgnb.de/fileadmin/dgnb-system/de/gebaeude/neubau/kriterien/05\\_TEC1.6\\_Rueckbau--und-Recyclingfreundlichkeit.pdf](https://static.dgnb.de/fileadmin/dgnb-system/de/gebaeude/neubau/kriterien/05_TEC1.6_Rueckbau--und-Recyclingfreundlichkeit.pdf).
- [17] Madaster Germany GmbH. Madaster Zirkularitätsindikator 2021. <https://docs.madaster.com/files/de/Madaster%20-%20Zirkularit%C3%A4tsindikator.pdf>.
- [18] Dodd N, Donatello S, Cordella M. Level(s)–Indikator 2.2: Bau- und Abbruchabfälle und -materialien - Benutzerhandbuch: Einführende Informationen, Anweisungen und Anleitungen (Veröffentlichungsversion 1.1). Europäische Kommission; 2021.
- [19] IBO Verein und GmbH. IBO ÖKOPASS n.d. <https://www.ibo.at/gebaeudebewertung/ibo-oekopass> (accessed October 30, 2022).