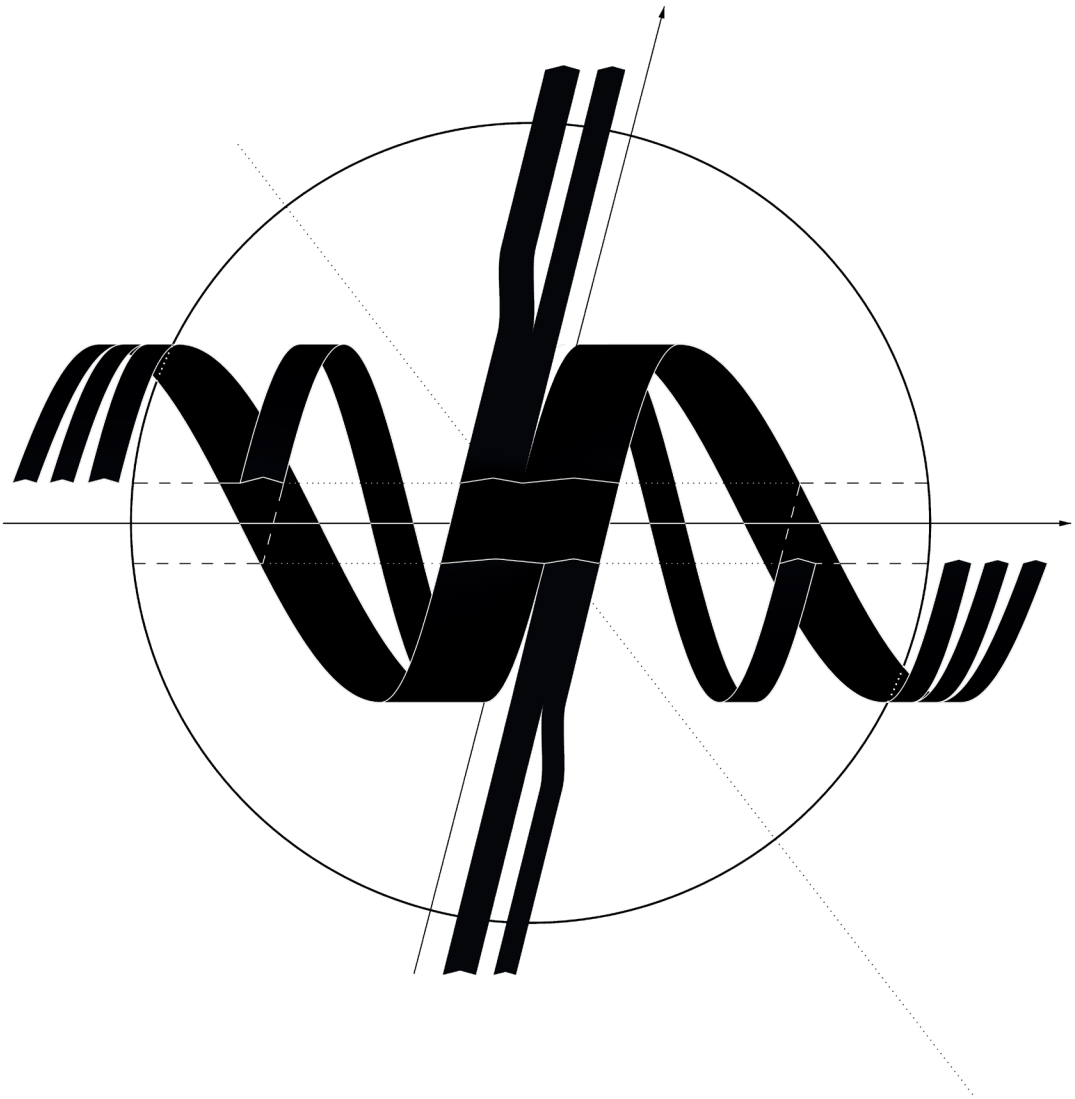
PENZEL_VALIER_

madaster



Zirkularitätsindikator angewandt

Ein praxisnaher Ansatz zur Messung von Zirkularität im Bauwesen. Mithilfe der BIM-Methodik wird eine phasenübergreifende Messmethode eingeführt, die Projektteams bei der Förderung der Kreislaufwirtschaft unterstützt.

Inhalt

	Executive Summary	3
	Einführung	4
	Was ist Zirkularität	4
	Zirkularität messen	5
	Datengrundlage	7
	Strategie	8
	Materialstrategie	8
	Bauteilstrategie	8
	Fügungsstrategie	8
	Methodik	9
	Prozess	10
	Daten und Formeln	11
	Zirkularitätsindikator	11
	Madaster Zirkularitäts Indikator (MZI)	11
	Fazit	13
	Abgrenzung zu weiteren Whitepapers	13
Anhang	Weiterführende Informationen	14
	Material- und Bauteilkatalog	15

Autoren

Penzel Valier
Pascal Bach, Diego Bettinaglio, Grafik: Ferdinand Hagemann

Madaster
Marco Sutter, Johannes Pitterle

me22
Christoph Merz

Executive Summary

Die Zirkularität von Gebäuden gezielt zu messen und als Grundlage für nachhaltige Entscheidungen zu nutzen, ist ein zentrales Anliegen dieses Whitepapers. Es zeigt praxisnah auf, wie bereits heute mithilfe des Zirkularitätsindikators (ZI) eine systematische, datenbasierte Bewertung der Kreislauffähigkeit von Bauprojekten über alle Planungsphasen hinweg realisiert werden kann, um eine synergetische und integrale Planung zu ermöglichen. Dabei wird insbesondere auf die Potenziale der digitalen Planung – etwa durch Building Information Modeling (BIM) – eingegangen, welche eine kontinuierliche Verknüpfung von Materialdaten und Gebäudeinformationen ermöglichen und so die Standardisierung der Berechnung und Vergleichbarkeit von Projekten fördert.

Der Zirkularitätsindikator macht mithilfe einer numerischen Bewertung die Herkunft und Wiederverwertung von Materialien nachvollziehbar und messbar. Ergänzt durch visuelle Instrumente wie Sankey-Diagramme, erlaubt der ZI eine transparente Darstellung komplexer Materialflüsse. Dieses Whitepaper beschreibt einen strukturierten Prozess zur Anwendung des Indikators, der auf etablierten Methoden und Best Practices basiert – von der Definition qualitativer Ziele über die Integration in Vergabeprozesse bis hin zur Erstellung von Material- und Gebäudepässen.

Darüber hinaus werden drei strategische Ebenen – Material-, Bauteil- und Fügungsstrategie – erläutert, die im Zusammenspiel eine ganzheitliche zirkuläre Planung ermöglichen. Der iterative Charakter des Verfahrens erlaubt es, die Zirkularität schrittweise zu optimieren und mit den Zielen des Projekts abzugleichen. Dieses Whitepaper soll somit eine fundierte Grundlage bieten, um die Zirkularitätsbetrachtung konkret, verständlich und wirksam in der Praxis anzuwenden.

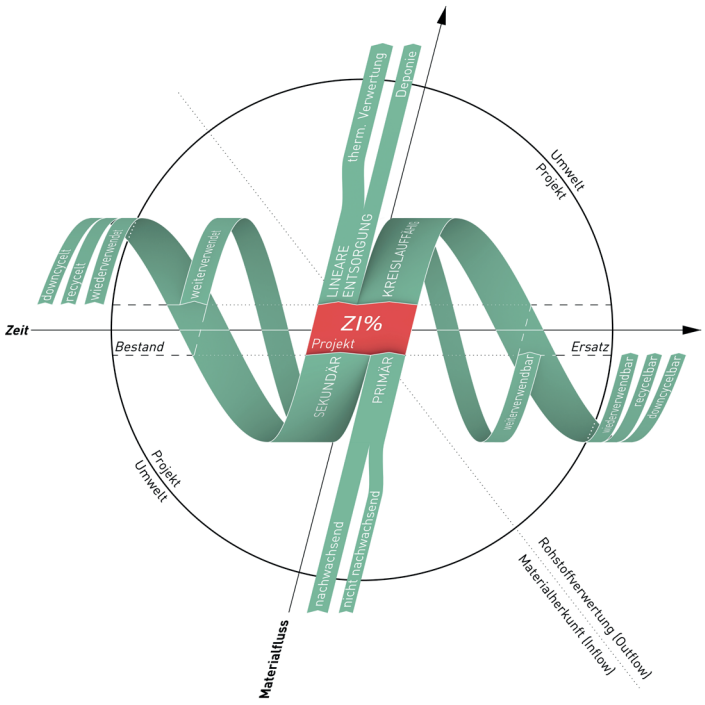


Abbildung 1: Klappschnitt-Diagramm Kreislaufwirtschaft für die Erläuterung der wesentlichen Ansätze des Whitepapers, Penzel Valier AG

Einführung

Was ist Zirkularität

Die Kreislaufwirtschaft ist ein entscheidendes Glied in einer gesamtheitlichen Nachhaltigkeitsbetrachtung. Der ökologischen Bewertungsmethodik wird eine zeitliche Abhängigkeit sowie die Betrachtung der Ressource im lokalen und globalen Kontext hinzugefügt, was eine holistische Betrachtung erzeugt. Diese mehrdimensionale Betrachtungsweise steigert die Komplexität in der Bewertung und erfordert eine systematische Anpassung der bisherigen Prozesse, auf die in diesem Whitepaper eingegangen wird.

Das heutige Wirtschaftssystem beruht auf dem Konzept der linearen Wirtschaft, in welchem davon ausgegangen wird, dass aus Ressourcen, die scheinbar unlimitiert zur Verfügung stehen, Produkte hergestellt werden, die kurze Zeit genutzt und danach entsorgt werden. Um die aktuelle Wirtschaftsleistung aufrecht erhalten zu können, benötigt es jedoch 2.5 Erden[1]. Die Bau- und Immobilienindustrie ist in Europa für 50 Prozent des Ressourcenverbrauchs und in der Schweiz für 84% des Abfallaufkommens[2] verantwortlich.
Um das vorherrschende lineare Wirtschaftssystem zukunftsorientierter auszurichten, wurden in den vergangenen Jahren verschiedene Regularien entwickelt: Neben der EU-Taxonomie oder dem Circular Economy Action Plan kommen hierzulande zum Beispiel das Umweltschutzgesetz und die Kreislaufinitiative des Kantons Zürich zur Anwendung.

Das Konzept der Kreislaufwirtschaft, in welchem Ressourcen so lange wie möglich auf dem höchstmöglichen Wert genutzt werden, bietet – insbesondere durch die Nutzung digitaler Technologien und Daten wie Material-, Produkte- und Gebäudepässe – eine vielversprechende Antwort auf die bevorstehenden Herausforderungen, wie Rohstoffknappheit oder Bevölkerungswachstum. Dabei definiert die Wissenschaft vier Strategien, welche die Kreislaufwirtschaft unterstützen[3]:

1. Verengung von Ressourcenkreisläufen: Einsatz von weniger Ressourcen pro Produkt.
2. Verlangsamung von Ressourcenkreisläufen: Produkte so lange wie möglich in Gebrauch halten.
3. Schliessung von Ressourcenkreisläufen: Recycling von Materialien.
4. Regenerierung von Ressourcenkreisläufen: Nutzung erneuerbarer Ressourcen bei gleichzeitiger Regenerierung der natürlichen Umwelt.

Die Charta kreislauforientiertes Bauen, ein Zusammenschluss der grössten Schweizer ImmobilieneigentümerInnen, haben verschiedene Massnahmen definiert, um die drei folgenden, übergeordneten Ziele zu erreichen[4]:

1. Den Einsatz von nicht erneuerbaren Primärrohstoffen auf maximal 50% der Gesamtmasse zu reduzieren.
2. Die grauen Treibhausgasemissionen zu messen und stark zu reduzieren.
3. Die Kreislauffähigkeit von Gebäuden zu messen und stark zu verbessern.

Zirkularität messen

Wird der Materialfluss in einem zweidimensionalen System betrachtet, lässt sich an einer projektspezifisch definierten Schnittstelle (vgl. Abbildung 2, roter Pfeil) berechnen, welcher Anteil des Materials innerhalb der festgelegten Systemgrenze verbleibt und welcher Anteil das System im Sinne einer linearen Wirtschaftsweise verlässt.

Aus dieser Betrachtung ergibt sich der Zirkularitätsindikator in Prozent. Ein Wert von 0 % steht dabei für ein vollständig lineares Gebäude, während ein Wert von 100 % ein vollständig zirkuläres Gebäude beschreibt. Der Zirkularitätsindikator kann somit als eine Art Messtrennstelle verstanden werden, welche eine Momentaufnahme darstellt und sowohl die Herkunft als auch die potenzielle Verwertung der eingesetzten Materialien und Bauteile berücksichtigt. Auf dieser Grundlage wird das Bauprojekt hinsichtlich seiner Materialflüsse systematisch bewertet.

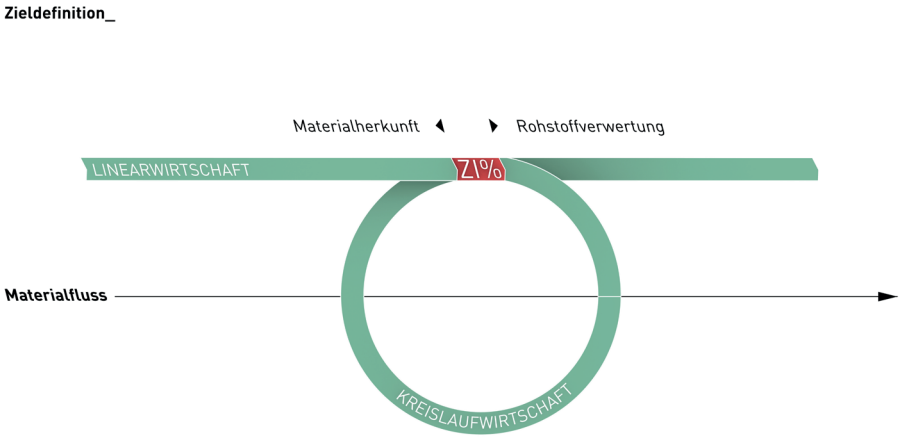


Abbildung 2: Materialflussdiagramm, Penzel Valier AG

Wird der zweidimensionale Materialfluss (vgl. Abbildung 2) um die zeitliche Komponente erweitert, entsteht ein dreidimensionales System, das die Definition des Zirkularitätsindikators grafisch vermittelt (vgl. Abbildung 3). Dieses Modell veranschaulicht, wie sich die Materialflüsse eines Projekts potenziell über den Zeitverlauf hinweg entwickeln können.
Durch die Wechselwirkung der verschiedenen Dimensionen lässt sich der Zirkularitätsindikator entlang folgender Achsen berechnen und darstellen:

- Materialherkunft und Rohstoffverwertung
- Projekt und Umwelt
- Vergangenheit (Bestandsbau) und Zukunft (Ersatzbau)

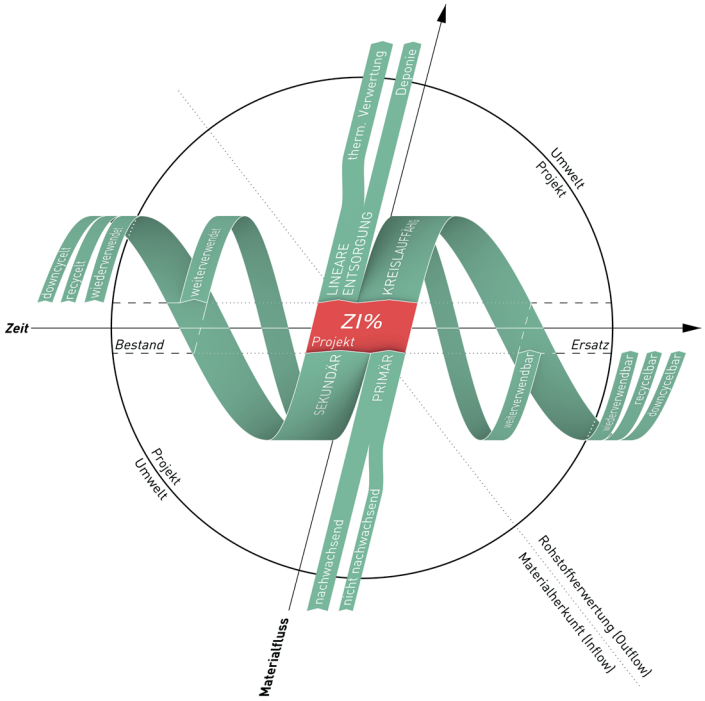


Abbildung 3: Sankey-Diagramm, Penzel Valier AG – durch die Darstellung aller Materialflüsse (Materialmenge abhängig von der «Fluss»-Breite) können die digitalen Informationen visuell übersichtlich dargelegt werden.

Diese unterschiedlichen Betrachtungsperimeter verdeutlichen die Vielschichtigkeit der Bewertung und unterstreichen die Relevanz einer klaren Definition der Systemgrenze für die Messung. Der Zirkularitätsindikator wird dabei stets auf Grundlage des definierten Materials berechnet – in Analogie zur Methodik der Ökobilanzierung. Eine mögliche Übersteuerung der Materialbewertung durch Bauteile oder Produkte wird im Abschnitt *Methodik* behandelt.

Datengrundlage

Der verwendete Datensatz sowie die zugrunde liegende Berechnungsmethodik beeinflussen massgeblich die Bewertungskriterien und damit auch die grundlegenden Zielsetzungen, die bei der Bestimmung der Kreislauffähigkeit eines Objekts berücksichtigt werden. Eine klar definierte qualitative Zielsetzung stellt sicher, dass die Messung zielgerichtet erfolgt und bildet die Grundlage für die angemessene Auswahl des Zirkularitätsindikators. Ist die Datengrundlage zum Zeitpunkt der Beauftragung noch nicht abschliessend geklärt, kann diese gemeinsam mit den Projektbeteiligten erarbeitet werden.

Da unterschiedliche Indikatoren zirkuläre Aspekte unterschiedlich gewichten, sollte der Zweck sowie das konkrete Zirkularitäts-Ziel des jeweiligen Projekts bereits vor Festlegung der Datengrundlage definiert werden. Hierzu liegen bereits Whitepapers vor, die die Unterschiede bestehender Indikatoren systematisch darstellen, was im Abschnitt Abgrenzung zu weiteren Whitepapers beschrieben wird.

Mögliche qualitative Zielsetzungen können sein:

- Die Reduktion von Treibhausgasemissionen sowie des Global Warming Potential (GWP, UBP etc.); empfohlen wird hierbei die Anwendung gemäss SIA 390.
- Die Sicherstellung langfristiger Flexibilität und Anpassungsfähigkeit von Gebäuden.
- Die Schonung natürlicher Ressourcen.
- Die Minimierung des Abfallaufkommens.

Wenn mehrere Indikatoren oder Bilanzierungsansätze in die Bewertung einfliessen sollen, kann durch eine Multikriterienentscheidung definiert werden, wie die einzelnen Werte (z. B. Umwelteffizienz, Ressourcenverbrauch, Flexibilität) untereinander gewichtet werden. Aus der praktischen Anwendung zeigt sich, dass sich bestimmte Anforderungen teilweise widersprechen: So sind flexible und langlebige Bauteile in der Regel mit einem höheren Ressourcen- und Energieeinsatz in der Herstellung verbunden und müssen daher im Hinblick auf ihre meist höheren Treibhausgasemissionen entsprechend abgewogen werden.

Strategie

Die Strategie ist ein Vorschlag für das systematische Vorgehen und wird als dynamischer Prozess mit einer dreigleisigen Vorgehensweise aufgebaut. Der iterative Ansatz stellt sicher, dass die angestrebten Zirkularitätsziele fortlaufend überprüft und gezielt weiterentwickelt werden können. In jeder Iteration erfolgt eine Neubewertung der Zirkularität auf Grundlage des BIM-Modells, wobei aktuelle Erkenntnisse, Kennwerte und Produktinformationen einfliessen. Auf diese Weise kann eine schrittweise Annäherung an die definierte Zielsetzung erfolgen.
Der strategische Ansatz gliedert sich in drei ineinandergreifende Teilstrategien: Materialstrategie, Bauteilstrategie und Fügungsstrategie. In diesen drei Ebenen wird das Projekt in den Planungsphasen betrachtet und optimiert. Diese Betrachtungsweise reduziert die Komplexität der Thematik auf bestimmte Parameter und erleichtert die Ideenfindung und Optimierung.

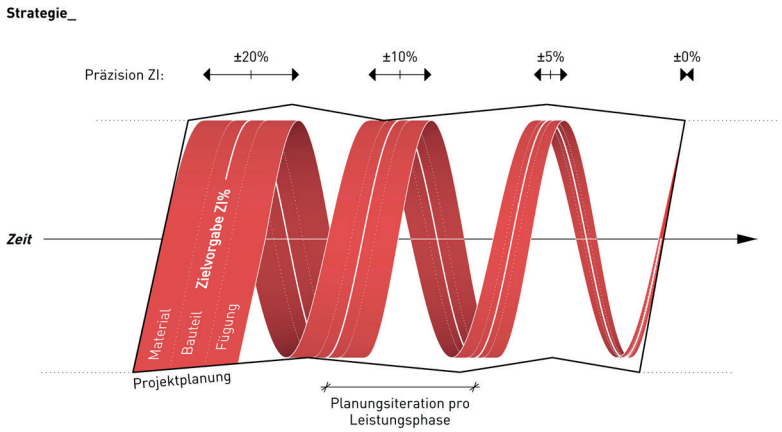


Abbildung 4: Strategiediagramm, Penzel Valier AG – das Diagramm verdeutlicht den iterativen Prozess mit der stetigen Annäherung an die Zielvorgabe.

Materialstrategie

- Recycling vorhandener Materialien zur Reduktion des Ressourcenverbrauchs und zur Senkung der Umweltbelastung.
- Definition von Kriterien für die Wiederverwertung und deren Einbindung in den Zirkularitätsindikator, um die Recyclingfähigkeit eingesetzter Baustoffe zu verbessern.

Bauteilstrategie

- Schwerpunkt auf die Weiter- und Wiederverwendung (Reuse) sowie Umnutzung (Repurpose) bestehender Bauteile und Gebäudekomponenten.
- Verankerung der Bauteilstrategie im Zirkularitätsindikator, um die ressourcenschonende Wiederverwendung messbar zu machen.

Fügungsstrategie

- Entwicklung eines Konzepts für die Demontierbarkeit und Wiederverwendung von Bauteilen nach dem Prinzip des Design-for-Disassembly (DfD).
- Diese Strategie wird qualitativ bewertet und geht nicht direkt in die Berechnung des Zirkularitätsindikators ein, leistet jedoch einen bedeutenden Beitrag zur nachhaltigen Ressourcennutzung über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes.

Die Vorgehensweise unterstützt die zirkularitätsorientierte Planung ganzheitlich und ist nicht ausschliesslich auf den BIM-Prozess begrenzt – sie kann diesen jedoch gezielt ergänzen und strukturieren. Daher sind diese Teilstrategien auch nicht direkt im Zirkularitätsindikator abgebildet, helfen aber diesen in einer baulichen Betrachtungsweise zu verbessern.

Methodik

Ohne strukturierte und belastbare Informationen zu Bauteilen, Materialien sowie deren Mengen und Massen lässt sich der Zirkularitätsindikator nicht ermitteln. Bislang war die Beschaffung dieser Daten nicht oder nur mit erheblichem Ressourceneinsatz möglich. Erst durch die Einführung der BIM-Methodik entstand ein realistisches Potenzial zur Förderung der Kreislaufwirtschaft im Rahmen der Bau- und Immobilienbranche.

Die BIM-Methode konzentriert sich dabei im Wesentlichen auf zwei Kernaspekte:
- das Sammeln und die kontinuierliche Weiterentwicklung einer gemeinsamen, projektbezogenen Datenbasis
- die Koordination abgestimmter, digital unterstützter Planungs- und Realisierungsprozesse

Durch diesen integralen Ansatz kann die Berechnung der Zirkularität bereits in der Planungsphase als aktives Arbeitsinstrument eingesetzt und im Verlauf des Projekts sukzessive verfeinert werden. Im Zuge der Anwendung dieser Methodik haben sich folgende Arbeitsweisen und Werkzeuge im Sinne der Best-Practice etabliert:
- Die Klassifizierung des Modells nach eBKP-h ist entscheidend für die Berechnung der Ökobilanzierung und des Zirkularitätsindikators.
- Damit die Modellierung phasengetreu aufgebaut werden kann, muss das Projekt - ähnlich der Kostenschätzung - in unterschiedliche Auszugsmethoden unterteilt werden. Eine reine Volumen-Bewertung über die Materialien hat sich als nicht zielführend erwiesen, da sonst bereits ab Projektbeginn alles in höchster Präzision modelliert werden müsste (beispielsweise Glasdicken von Isolierverglasungen oder Materialstärken von Metallprofilen). Folgende Unterteilung, auf die im Anhang weiter eingegangen wird, erweist sich als zielführend:
  - Materialtypen (Volumen) – direkte Anwendung des Daten-Katalogs möglich.
    - Verwendung bei massehaltigen Materialien wie Beton oder Holz. Eignet sich für eine Betrachtung des Tragwerks, der Baugrube und Fundation.
  - Bauteiltypen (Fläche) – Erstellen von separaten Bauteilen und Anwenden der evaluierten Flächenkennwerte auf das Modell.
    - Verwendung für Boden-, Wand- und Fassadenaufbauten (mitunter Fensterflächen oder andere komplexe Bauteile).
  - Profiltypen (Länge) – Erstellen von separaten Profilen und Anwenden der evaluierten Längenkennwerte auf das Modell.
    - Verwendung für separate Profile, Stützen oder Unterzüge, die nicht in den Bauteiltypen erfassbar sind.

- Der ZI ist eine Bewertung auf industrieller Ebene, deshalb gibt es standardmässig keine vordefinierten Materialien im Bereich der Wiederverwendung (Reuse). Wird ein Bauteil komplett wiederverwendet, kann der Indikator (mit einem neuen Material) im Bereich der Herkunft auf 100% gesetzt werden. Für die Verwertung gibt es aktuell keine einheitliche Regelung und muss von Fall zu Fall einzeln beurteilt und abgeschätzt werden.
- Mit der Etablierung der BIM-Methodik können in Zukunft von Herstellern digitale Produktpässe (DPP) zur Verfügung gestellt werden, was die Präzision weiter fördert, und die Berechnung vereinfacht.

Schlussendlich resultiert die gesamte Information über Materialien, Bauteile und Profile in einem Material- und Gebäudepass, der über den Lebenszyklus hinaus Informationen festhält und eine Weiternutzung vereinfacht.

Prozess

Bereits im Wettbewerb – vorausgesetzt, es werden digitale Bauwerksmodelle erstellt – können erste wertvolle Informationen zu Materialien und Mengen ermittelt werden. Im Optimalfall sind Zielwerte für die Kreislauffähigkeit bereits in der Ausschreibung festgehalten und von den Projektteams gefordert. Auch die Angabe von zu erreichenden Nachhaltigkeitslabels kann die Kreislauffähigkeit der Projekte fördern.

Die modellbasierte Datengrundlage kann in der anschliessenden Projektierungsphase weiter verfeinert werden. Materialkonzepte bestehen heute nicht mehr ausschliesslich aus Word-Dokumenten mit Produktbildern, sondern sind im digitalen Modell durch neutrale Produkte oder Bauteiltypen vertreten, die Materialinformationen als Attribut im Modell enthalten.
Die Demontierbarkeit von Bauteilen ist im Zirkularitätsindikator nicht ersichtlich. Falls diese bewertet werden soll, kann das beispielsweise nach der Methodik DPB (Disassembly-Potential-Building) erfolgen.
Im Rahmen der Ausschreibung und Vergabe werden aus diesen generischen Material- und Bauteiltypen konkrete Produkte. Entscheidend ist in diesem Schritt, die Eigenschaften der Zirkularität und Ökobilanzierung in die Leistungsbeschriebe und Vergabekriterien zu integrieren, um die Nachhaltigkeitsziele zu erreichen.

Nach Auswahl des wirtschaftlich und ökologisch besten Angebots definiert das Planungsteam gemeinsam mit dem Bauunternehmen im Zuge der Ausführungsplanung aus den Bauteiltypen reale Produkte. Die zugehörigen Produktpass-Daten werden direkt in das Modell integriert oder in eine mit dem Modell verknüpften Tabelle eingepflegt. Während der Ausführung ist darauf zu achten, dass die im Modell festgelegten Produkte auch tatsächlich verbaut werden.

Wurden alle Leistungen durch die Beteiligten im Verlauf der Ausführung sorgfältig und transparent erbracht, reduziert sich der Aufwand im Rahmen der Inbetriebnahme und Abnahme auf die Zusammenstellung und Übergabe aller relevanten Daten in Form eines Material- und Gebäudepasses an die Auftraggeberschaft. In diesem Pass können zusätzlich sogenannte Waste-Codes hinterlegt werden. Dies gewährleistet auch langfristig, dass die eingesetzten Materialien und Bauteile kreislauffähig bleiben.

Daten & Formeln

Zirkularitätsindikator

Während es für die Berechnung der Ökobilanzierung auf Gebäudeebene eine Norm nach EN 15978 (Nachhaltigkeit von Bauwerken - Bewertung der umweltbezogenen Qualität von Gebäuden) gibt, gibt es bisher keine Norm für die Berechnung der Zirkularität von Gebäuden (Stand Frühjahr 2025).
Der Zirkularitätsindikator unterstützt EntscheidungsträgerInnen dabei, Informationen bezüglich der Schliessung von Rohstoffkreisläufen zu erhalten. Unterschiedliche Indikatoren machen dabei die Zirkularität auf unterschiedlichen Ebenen kenntlich (Aufzählung nicht abschliessend):

- Material Circularity Indicator (MCI) analysiert die Zirkularität auf Produktebene
- Madaster Zirkularitäts Indikator (MZI) analysiert die Zirkularität auf Gebäudeebene
- Circular Transition Indicator (CTI) analysiert die Zirkularität von Unternehmen

Madaster Zirkularitäts Indikator (MZI)

In der angewandten Planung zeigt sich der MZI als akkurate und vielseitig einsetzbare Datengrundlage. Der Indikator berücksichtig die Eigenschaften der Materialflüsse in der Erstellung sowie am Ende des Lebenszyklus eines Objekts. Ein generisches Datenset von über 430 Materialien und Produkten erlaubt es, die Zirkularität sowie die Umweltauswirkungen bereits in einer frühen Planungsphase zu bestimmen. Der MZI gibt die Kreislauffähigkeit von Gebäuden mit einem Wert zwischen 0% und 100 % an, wobei ein MZI von 0% ein lineares Gebäude und 100% ein zirkuläres Gebäude darstellt.
Der Zirkularitätsindikator ist projektphasenübergreifend anwendbar und die jeweiligen Planungsstände können jederzeit mit der zirkulären Zielsetzung abgeglichen werden.

Der MZI wurde bei über 5'000 Objekten in Europa angewendet. Aus Erfahrungsberichten von Madaster lassen sich die Resultate wie folgt klassifizieren:

Zirkularitätsindikator (ZI)	Bemerkung
0 – 20%	Gebäude, welche ohne jegliche Rezyklat-Anteile gebaut werden.
20 – 50%	Durchschnittlicher ZI von Gebäuden und Anteil an Rezyklaten und Materialien, die rezykliert werden können.
50 – 70%	Hoher ZI von Gebäuden mit grossem Anteil an wiederverwendeten oder erneuerbaren Produkten. Elemente können direkt wiederverwendet werden.
Über 70%	Sehr hoher ZI. Sämtliche Prinzipien der Kreislaufwirtschaft wurden befolgt. Wiederverwendete, rezyklierte und erneuerbare Produkte wurden eingesetzt sowie die direkte Wiederverwendung der Produkte am Ende der Lebensdauer ist berücksichtigt. (Die Urban Mining und Recycling Unit (UMAR) hat beispielsweise einen ZI-Score von 96%.)

Tabelle 1: Auswertung Zirkularitätsindikator-Score, Madaster

Bauphase (inflow)

Die generischen Datensätze berücksichtigen in der Input-Phase den Anteil an rezyklierten und nachwachsenden Rohstoffen anhand der heute verfügbaren Technologien. Der Anteil der effektiven Wiederverwendung pro Bauteil kann über die Plattform oder in der jeweiligen Quelldatei (Excel oder .ifc) erfasst werden und ist oft erst in der SIA-Phase 4 (Ausschreibung), beziehungsweise SIA-Phase 5 (Realisierung) präzise definierbar.

$$CIConstruction = FR + FRR + FU$$

FR Anteil an recycelten Materialien (in % der Produktmasse)
FRR Anteil nachwachsender Rohstoffe (in % der Produktmasse)
FU Anteil wiederverwendeter Produkte und/oder Komponenten (in % der Produktmasse)

End-of-Life-Phase (outflow)

Die generische Datenbank berücksichtigt in der Output-Phase das jeweilige Recyclingpotential unter Berücksichtigung der Recycling-Effizienz sowie des Anteils der wiederverwendbaren Materialien und Produkten. Technischer Fortschritt im Recyclingprozess wird laufend in den generischen Datensätzen gespiegelt. Grundsätzlich sind Materialien selten direkt wiederverwendbar.
Bei Sanierungen dient die Information zur Zirkularität pro Bauteil nicht nur für die Berechnung des MZI, sondern wird auch für die Erstellung von Materialflussanalysen verwendet. Diese erlauben die grafische Darstellung von Materialflüssen in einem Sankey-Diagramm.

$$CIEnd\text{-}of\text{-}Life = CR \bullet EC + CU$$

CR Anteil der Materialien, die am Ende ihrer Nutzungsdauer recycelt werden können (in % der Produktmasse)
EC Effizienz des Recyclingprozesses in der End-of-Life-Phase (%)
CU Anteil der Komponenten und/oder Produkte, die am Ende ihrer Nutzung wiederverwendet werden können

Fazit

Durch das zirkuläre Bauen können CO2-Äquivalenten eingespart und Rohstoffkreisläufe geschlossen werden. Der Zirkularitätsindikator bietet ein Tool, die Kreislauffähigkeit von Gebäuden transparent aufzuzeigen, was die Entscheidungsfindung und Optimierung für das Projektteam auch im Sinne einer ökonomischen Betrachtung vereinfachen kann. Mit einem digitalen Prozess wird die Berechnung synergetisch mit der Planung verwoben, was die Anwendung in der Praxis weiter vorantreiben kann.
Durch die Digitalisierung des Gebäudebestands und der Erstellung von Gebäudepässen kann in Zukunft noch effizienter mit der bestehenden Rohstoffmine in Städten gearbeitet werden.

Abgrenzung zu weiteren Whitepapers

Die Themen Zirkularität und die Definition von Zirkularitätsindikatoren wurden bereits in verschiedenen Whitepapers und Studien behandelt. Diese bilden einen soliden Fundus an Fachwissen und zeigen auf, dass die Kreislaufwirtschaft bereits heute in der Planung und Realisierung berücksichtigt und umgesetzt werden kann.

Das Whitepaper "Messbarkeit von Zirkularität im Bausektor" von Conspark identifizierte das Fehlen einer einheitlichen Methodik zur Messung der Zirkularität auf unterschiedlichen Ebenen[5]: nano (Produkt), micro (Gebäude), meso (Städte) und makro (Regionen, Länder).
Es bietet eine umfassende Übersicht über bestehende Indikatoren und deren Anwendungsbereiche. Es empfiehlt die Messung der Zirkularität auf Basis von Environmental Product Declarations (EPDs) nach der EN 15804. Diese unabhängig verifizierten EPDs gewinnen insbesondere mit der Einführung von digitalen Produktpässen (DPP) zunehmend an Relevanz.
Das Whitepaper «Zirkularität messbar machen – Ein Schweizer Zirkularitäts-Indikator», herausgegeben durch den Madaster Verein und weiteren PartnerInnen, verwendet den Madaster-Zirkularitäts-Indikator (MZI) für die Berechnung der Zirkularität auf Gebäudeebene. Neben der Bewertung der Umweltauswirkungen nach der Norm EN 15804 liefert die EPEA-Datenbank auch Einsichten in die Materialzusammensetzung sowie deren Verwertung am Ende des Lebenszyklus. Die Zirkularitätsdaten für das End-of-Life-Szenario wurden mittels des Umweltchemieberichts abgeglichen und für die Schweiz angepasst. Die erarbeiteten Ergebnisse wurden bereits in den generischen Datenbestand der EPEA-Datenbank integriert[6].

Anhang

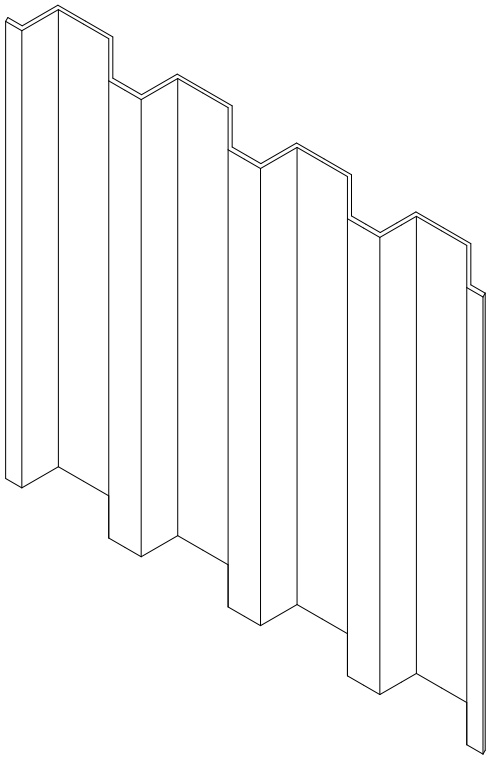
Quellenverzeichnis

[1] Global Footprint Network. (2025). Country overshoot days 2025 - Earth Overshoot Day.
https://www.overshootday.org/newsroom/country-overshoot-days/
[2] Bundesamt für Umwelt (BAFU). (2022, November 3). Rohstoffe, Abfall und Kreislaufwirtschaft: Das Wichtigste in Kürze.
https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/thema-abfall/abfall--das-wichtigste-in-kuerze.html
[3] Bocken, N. M. P., Olivetti, E. A., Cullen, J. M., Potting, J., & Lifset, R. (2017). Taking the Circularity to the Next Level: A Special Issue on the Circular Economy. Journal of Industrial Ecology, 21(3), 476–482. https://doi.org/10.1111/jiec.12606
[4] Switzerland Innovation Park Central. (2025). Charta Kreislauforientiertes Bauen. «Charta Kreislauforientiertes Bauen»
[5] Robineck, F. (2024). Messbarkeit der Zirkularität im Bauwesen. conspark | Entdecken Sie unsere vielfältigen Referenzprojekte
[6] CircularConstruction. (2022). Leitfaden 1.0 Zirkularität messbar machen – Ein Schweizer Zirkularitäts-Indikator. ZMM | CircularConstruction

Weiterführende Informationen

Hier erhalten Sie einen Auszug über weiterführende Links (nicht abschliessend):

- Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA). (2025). Planen und Bauen in der Kreislaufwirtschaft.
  https://www.sia.ch/de/cms/node/35652
- Circular Construction Catalyst.
  https://www.circularconstructioncatalyst.ch
- Charta Kreislauforientiertes Bauen.
  https://cbcharta.ch/de_ch/
- Ellen Macarthur Foundation. Built environment and the circular economy
  https://www.ellenmacarthurfoundation.org/topics/built-environment/overview
- International Organization for Standardization (ISO). ISO - Circular economy



Material- und Bauteilkatalog

Daten auf Grundlage der EPEA Generic Datasets (EPEA, 2023) Schweiz
unter Berücksichtigung der Norm EN 15804 A1.

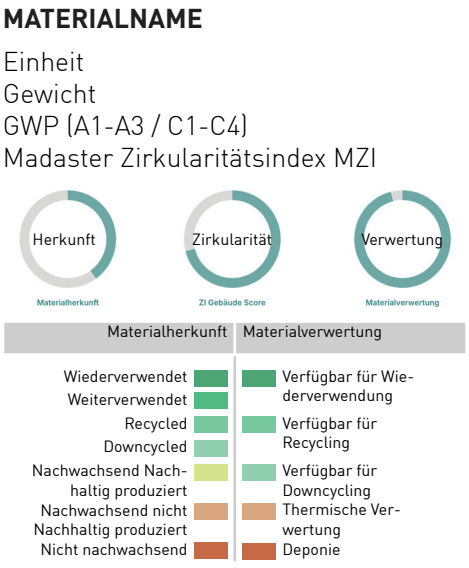
Katalogisierung

Im folgenden Abschnitt werden konkrete Erkenntnisse zur Berechnung des Zirkularitätsindikator von Baumaterialien auf Grundlage der EPEA Generic Datasets (EPEA, 2023) Schweiz vorgestellt, welche unter Berücksichtigung der Norm EN 15804 A1 sowohl die Treibhausgasemissionen (Global Warming Potential, GWP) als auch die Zirkularität der Materialien ausweisen. Die bereitgestellten Datensätze ermöglichen eine erste Annäherung an eine systematische, transparente und messbare Bewertung der Zirkularität von Baumaterialien.

Die Analyse zeigt, dass mineralische und metallische Baustoffe wie Stahl, Aluminium und Beton deutlich höhere Zirkularitätsindizes (60–95 %) aufweisen als organische Materialien wie Holz, die bei rund 10 % liegen. Diese Differenz ergibt sich aus der aktuellen Verwertungspraxis: Metalle lassen sich durch energieintensives Einschmelzen mehrfach im Kreislauf halten, während organische Materialien meist einer thermischen Verwertung zugeführt werden. Der ZirZirkularitätsindikator basiert auf der gleichgewichteten Bewertung von Herkunft und Verwertung, wobei letztere primär heutige Recyclingquoten abbildet und somit eine eher konservative Annahme darstellt. Die massenbasierte Berechnungsweise des Index führt dazu, dass schwere Materialien das Gesamtergebnis stärker beeinflussen, obwohl leichtere, potenziell nachhaltigere Alternativen ökologisch vorteilhafter sein könnten.

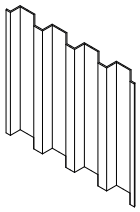
Besonders zu beachten ist, dass rezyklierte oder wiederverwendete Bauteile bei der Materialherkunft einen ZI von bis zu 100 % erreichen können. Diese Berücksichtigung kann die Gesamtbilanz des Projektes wesentliche beeinflussen. Hierbei zeigt sich, dass die Wiederverwendung massiver Bauteile nicht nur den Zirkularitätsindikator verbessert, sondern auch das Treibhausgaspotenzial reduziert.

Die EPEA-Datenbank liefert im Vergleich zu anderen Quellen wie der KBOB-Datenbank explizite Zirkularitätsangaben. Um eine fundiertere Bewertung zirkulärer Bauweisen zu ermöglichen, sind künftig differenzierte Datenbanken zu entwickeln und normative Grundlagen zu schaffen, die insbesondere die Anrechnung wiederverwendeter Bauteile berücksichtigen.



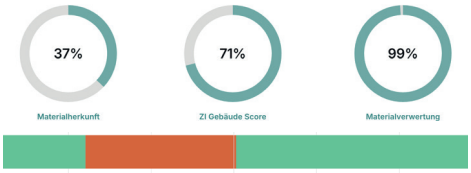
Materialkatalog

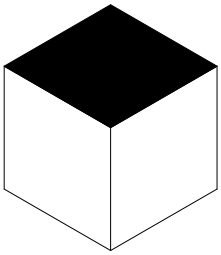
Metalle



STAHLBELCH VERZINKT

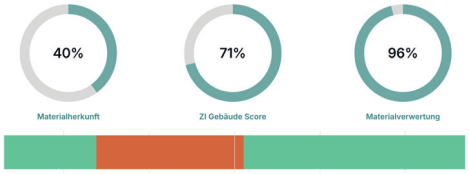
Einheit	1 m^2
Gewicht	6 kg
GWP	16.4 kg Co_2-e
MZI	71%

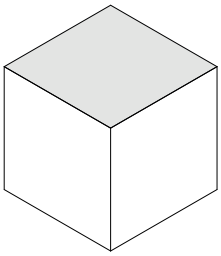




ALUMINIUM ANODISIERT

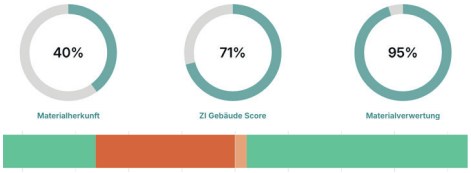
Einheit	1 m^3
Gewicht	2.7 t
GWP	28.8 t Co_2-e
MZI	71%

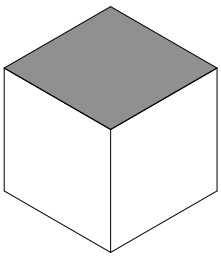




KUPFER

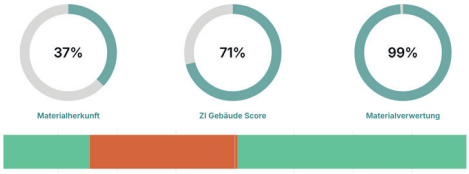
Einheit	1 m^3
Gewicht	8.7 t
GWP	15.5 t Co_2-e
MZI	71%



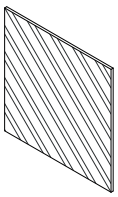


STAHLPROFIL

Einheit	1 m^3
Gewicht	7.8 t
GWP	7.8 t Co_2-e
MZI	71%

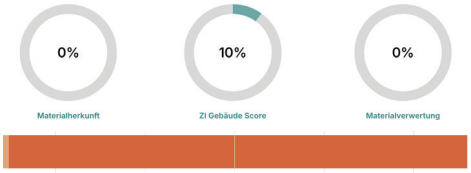


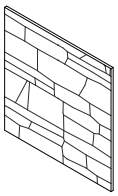
Natursteine und Beton



FASERZEMENTPLATTE

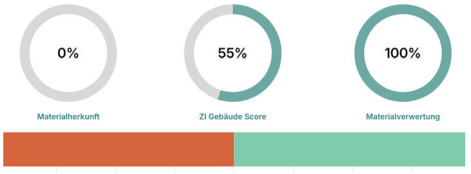
Einheit	1 m^2
Gewicht	13 kg
GWP	7.2 kg Co_2-e
MZI	10%

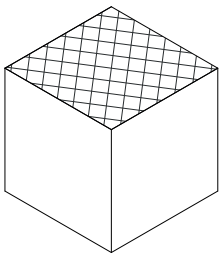




NATURSTEIN FASSADE

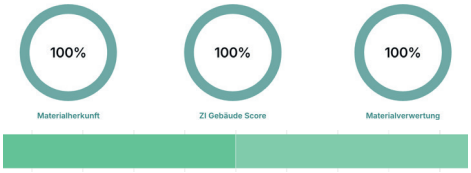
Einheit	1 m^2
Gewicht	78 kg
GWP	33.2 kg Co_2-e
MZI	55%

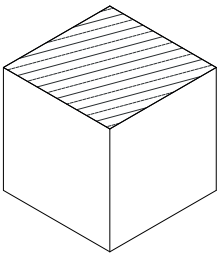




BETON REUSE

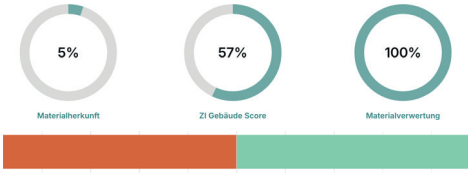
Einheit	1 m^3
Gewicht	2.4 t
GWP	0 kg Co_2-e
MZI	100%



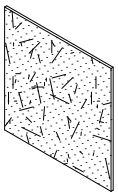


STAHLBETON C35/45 (2% ARMIERT)

Einheit	1 m^3
Gewicht	2.5 t
GWP	368 kg Co_2-e
MZI	57%

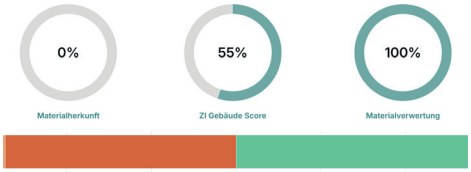


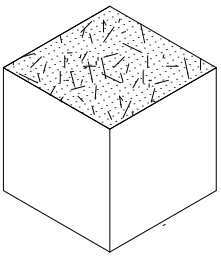
Holz und organische Materialien



LEHMBAUPLATTE

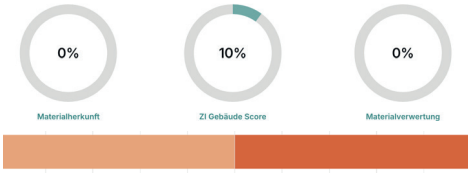
Einheit	1 m^2
Gewicht	14 kg
GWP	136 kg Co_2-e
MZI	55%

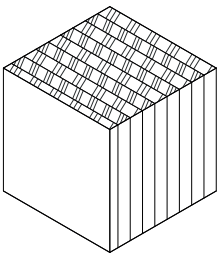




BAUSTROH

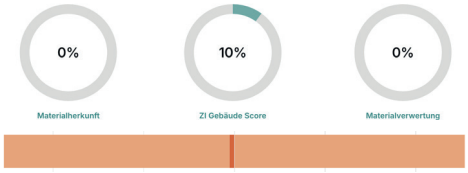
Einheit	1 m^3
Gewicht	100 kg
GWP	13 kg Co_2-e
MZI	10%

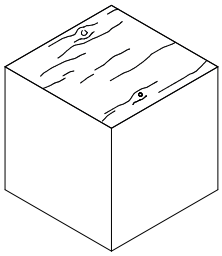




BRETTSCHICHTHOLZ

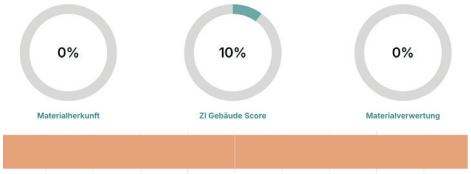
Einheit	1 m^3
Gewicht	508 kg
GWP	174 kg Co_2-e
MZI	10%



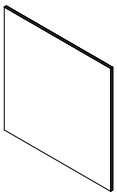


KONSTRUKTIONSVOLLHOLZ

Einheit	1 m^3
Gewicht	493 kg
GWP	88.5 kg Co_2-e
MZI	10%

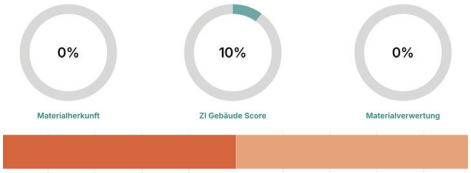


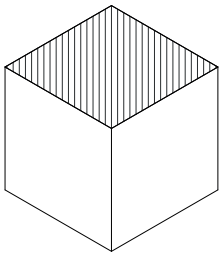
Kunststoffe und anorganische Materialien



BITUMENBAHN

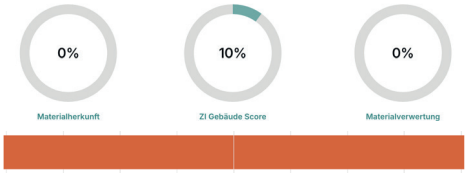
Einheit	1 m^2
Gewicht	5 kg
GWP	2.45 kg Co_2-e
MZI	10%

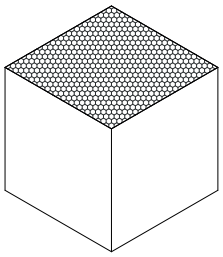




AEROGEL

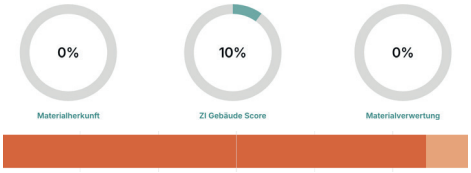
Einheit	1 m^3
Gewicht	203kg
GWP	890 kg Co_2-e
MZI	10%

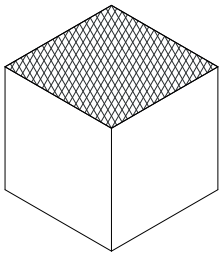




EPS DÄMMPLATTE

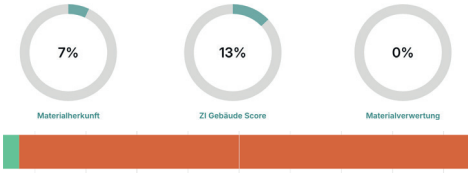
Einheit	1 m^3
Gewicht	15 kg
GWP	97.8 kg Co_2-e
MZI	10%



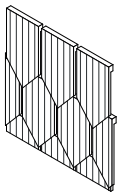


MINERALWOLLE

Einheit	1 m^3
Gewicht	46 kg
GWP	72.5 kg Co_2-e
MZI	13%

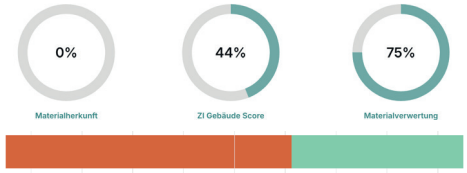


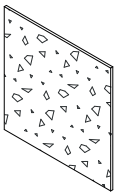
Glas, Kalk und Tone



DACHZIEGEL

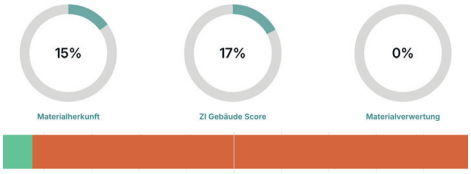
Einheit	1 m^2
Gewicht	45 kg
GWP	16.3 kg Co_2-e
MZI	44%

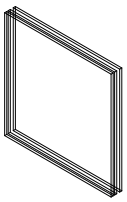




GIPSFASERPLATTE

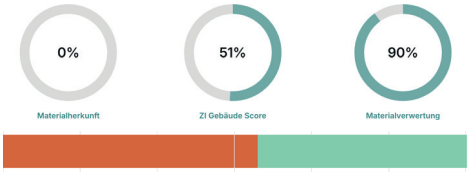
Einheit	1 m^2
Gewicht	10 kg
GWP	3.4 kg Co_2-e
MZI	17%

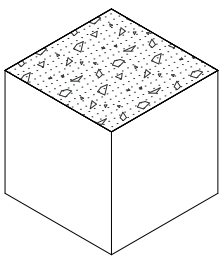




MEHRSCHEIBENISOLIERGLAS

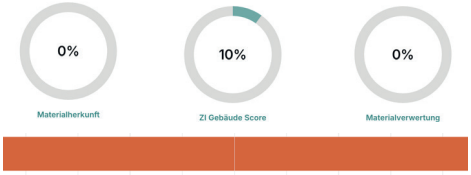
Einheit	1 m^2
Gewicht	30 kg
GWG	41.71 kg Co_2-e
MZI	51%





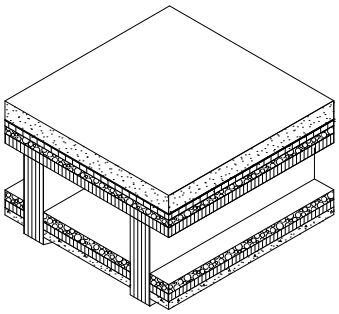
KALKPUTZ

Einheit	1 m^3
Gewicht	900 kg
GWP	207 kg Co_2-e
MZI	10%



Bauteilkatalog

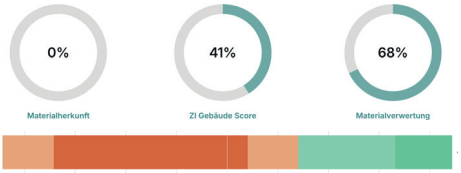
Decken

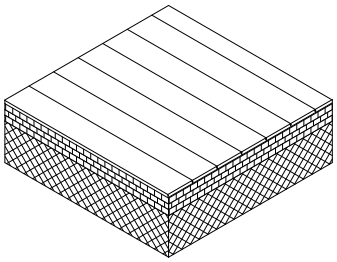


HOHLKASTENDECKE

Unterlagsboden	80 mm	190 kg	55 %
PE-Folie	1mm	0.20 kg	10 %
Trittschall	20 mm	3 kg	13 %
Schüttung	40 mm	75 kg	44 %
Hohlkastenelement	60 mm	49 kg	10 %
Schüttung	50 mm	75 kg	44 %
Dreischichtplatte	60 mm	49 kg	10 %
Akustik	80 mm	3 kg	33 %

Einheit	1 m^2
Gewicht	444 kg
GWP	70 kg Co_2-e
MZI	41%

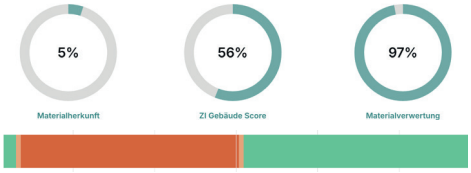


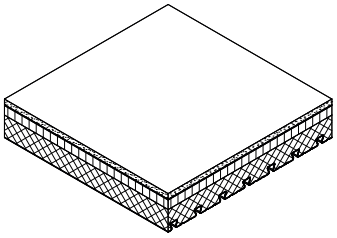


STAHLBETONDECKE

Dielen	20 mm	12 kg	10 %
Trittschaldämmung	80 mm	7 kg	13 %
Stahlbeton	220 mm	552 kg	57 %

Einheit	1 m^2
Gewicht	570 kg
GWP	89 kg Co_2-e
MZI	56%

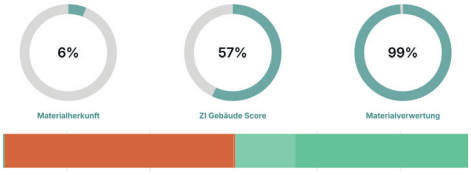


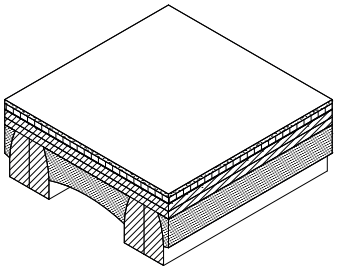


VERBUNDDECKE

Zementestrich	80 mm	144 kg	55 %
PE-Folie	1mm	0.20 kg	10 %
Trittschall	20 mm	4 kg	13 %
Stahlbeton	170 mm	400 kg	58 %
Trapezblech	3 mm	38 kg	71 %

Einheit	1 m^2
Gewicht	586 kg
GWP	132 kg Co_2-e
MZI	57%

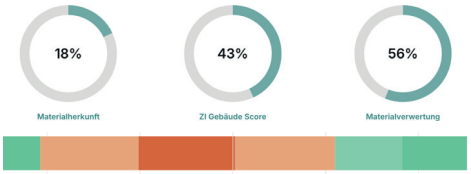


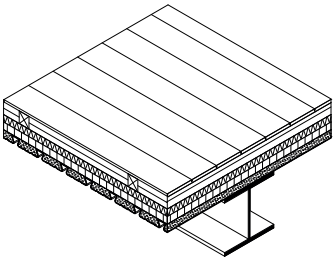


HOLZ-LEHM-DECKE

Dielen	20 mm	10 kg	10 %
Unterlagsboden	30 mm	72 kg	83 %
Trennschicht	1 mm	1 kg	10 %
Brettschichtholz	40 mm	19 kg	10 %
Konstruktionsvollholz	260 mm	77 kg	10 %
Stampflehm	160 mm	72 kg	54 %

Einheit	1 m^2
Gewicht	252 kg
GWP	53 kg Co_2-e
MZI	43%

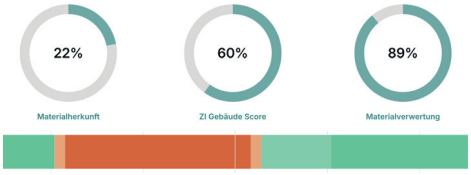


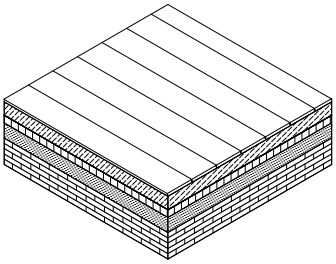


STAHLBAUDECKE

Diele	20 mm	12 kg	10 %
Trockenbauplatten	60 mm	9kg	11 %
Trittschalldämmung	80 mm	7 kg	13 %
Masseschüttung	65 mm	76 kg	55 %
Trapezblech	3 mm	30 kg	71 %
Stahlträger	180 mm	120 kg	71 %

Einheit	1 m^2
Gewicht	253 kg
GWP	175 kg Co_2-e
MZI	60%

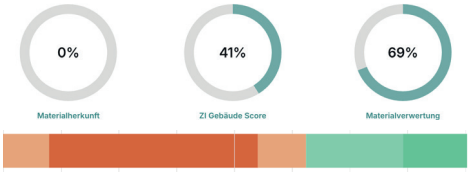




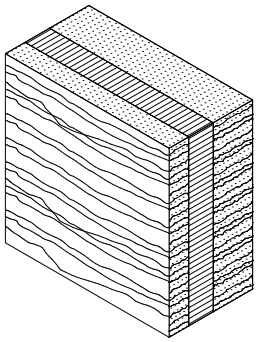
BRETTSCHICHTHOLZDECKE

Dielen	15 mm	12 kg	10 %
Estrich	70 mm	168 kg	55 %
PE Folie	1 mm	0.2 kg	10 %
Trittschall	40 mm	3 kg	13 %
Schüttung	80 mm	148 kg	43 %
Brettschichtholz	140 mm	71 kg	10 %

Einheit	1 m^2
Gewicht	402 kg
GWP	74 kg Co_2-e
MZI	41%



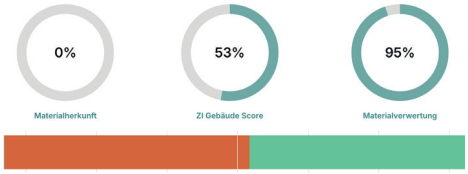
Fassade

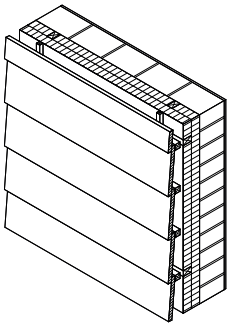


STAMPFLEHMWAND

Stampflehm	120 mm	108 kg	54 %
Kerndämmung	150 mm	7 kg	13 %
Stampflehm	240 mm	216 kg	54 %

Einheit	1 m^2
Gewicht	331 kg
GWP	46 kg Co_2-e
MZI	53 %

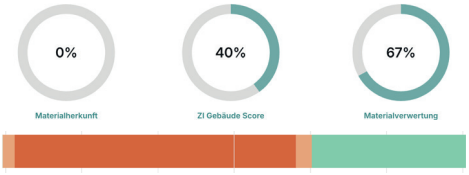


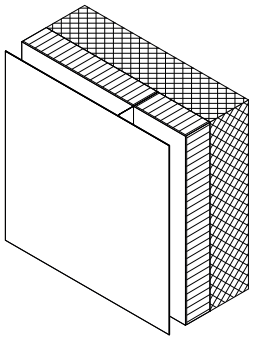


MAUERWERKWAND M. HOLZFASSADE

Putz	10 mm	11 kg	10 %
Mauerwerk	150 mm	270 kg	44 %
Dämmung	200 mm	2 kg	13 %
Windpapier	1 mm	5 kg	10 %
Hinterlüftung	40 mm	0 kg	0 %
Bretterschalung mit Lattung	20 mm	16 kg	10 %

Einheit	1 m^2
Gewicht	304 kg
GWP	93 kg Co_2-e
MZI	40%

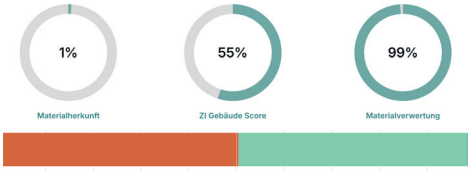




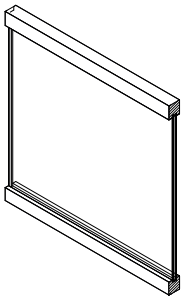
VHF ALUMINIUMFASSADE

Aluminiumblech	3 mm	10 kg	71 %
Hinterlüftung mit UK	50 mm	2 kg	71 %
Dämmung Mineralwolle	220 mm	4 kg	13 %
Stahlbeton	200 mm	480 kg	55 %

Einheit	1 m^2
Gewicht	494 kg
GWP	130 kg Co_2-e
MZI	55 %

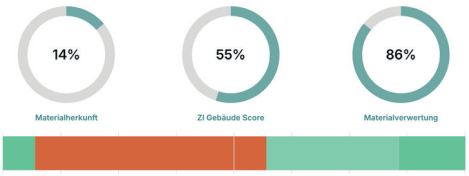


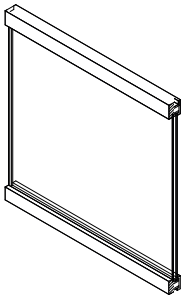
Fenster



ALUMINIUMFENSTER

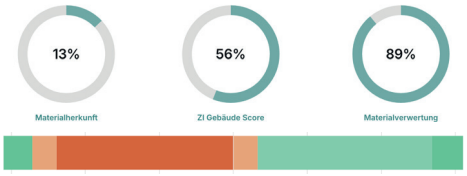
Einheit	1 m^2
Gewicht	40 kg
GWP	147 kg Co_2-e
MZI	55 %

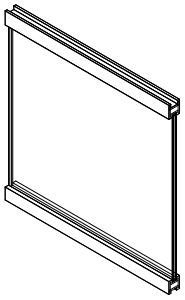




HOLZ METALL FENSTER

Einheit	1 m^2
Gewicht	62 kg
GWP	201 kg Co_2-e
MZI	56%





PFOSTEN RIEGEL FASSADE

Einheit	1 m^2
Gewicht	17 kg
GWP	128 kg Co_2-e
MZI	55%

