

DGNB QUALITÄTSSTANDARD FÜR ZIRKULARITÄTSINDIZES FÜR BAUWERKE

Grundlegendes Qualitätsverständnis
und
DGNB Zirkularitätsindex Version 1.0

Stand Mai 2024

Inhaltsverzeichnis

Farb-Kodex	2
Version / Revision	2
1. Grundlagen: Messbarkeit der Zirkularität von Bauaktivitäten	3
Die Transformation des Bauens benötigt messbare Kenngrößen	3
1.1 Ziele der Anwendung von Zirkularitätsindizes für Bauaktivitäten	4
1.2 Bestehende Definitionen, Initiativen und Indizes	5
1.3 Ein gemeinsames Qualitätsverständnis – ein gemeinsamer Standard	7
1.4 Die Rolle von Zirkularitätsindizes in der DGNB Zertifizierung	8
1.5 Datengrundlagen für die Bewertung der Zirkularität	8
2. Methodik: Qualitätsstandard für Zirkularitätsindizes für Bauwerke	10
2.1 Grundlegende Anforderungen	10
2.2 Die Basis-Methode	11
2.3 Die Teilindikatoren	12
2.4 Zirkularitätsindex des Bauwerks	13
2.5 Anwendungsfälle und Gewichtungsfaktor	14
2.6 Zirkularitätsklassen und Bewertungsfaktor	15
2.7 Beispiel-Berechnung Zirkularitätsindex	22
3. Ausblick: Die Zukunft von Zirkularitätsbewertungen von Bauwerken	23
Anschlussfähigkeit	23
Tools und Schnittstellen	23
Wie geht es weiter?	23
4. Glossar	24
5. Abkürzungsverzeichnis	26
6. Tabellen-, Formel- und Abbildungsverzeichnis	27
7. Anhang	28
8. Info	31

Farb-Kodex

hellgrün = Heutiger Beitrag zur Kreislaufwirtschaft (umgesetzte Kreislaufführung / pre-use)

dunkelgrün = Zukünftiger Beitrag zur Kreislaufwirtschaft (potenzielle Kreislauffähigkeit / post-use)

Version / Revision

Ausgabe	Datum der Veröffentlichung	DGNB ZI	Änderungen / Hinweise
Nr. 1	Mai 2024	Version 1.0	Erste Veröffentlichung des Dokuments

1. Grundlagen: Messbarkeit der Zirkularität von Bauaktivitäten

Die Transformation des Bauens benötigt messbare Kenngrößen

Europa soll der erste klimaneutrale und zirkulär wirtschaftende Kontinent werden. Das Erreichen dieser Ziele sichert nicht nur die Begrenzung der Auswirkungen des Klimawandels, sondern sichert auch die Wettbewerbsfähigkeit der Europäischen Wirtschaft und schafft qualitätsvolle Arbeitsplätze vor Ort. Die Art, wie gebaut, modernisiert und mit dem Gebäudebestand gewirtschaftet wird, entscheidet wie kein anderer Sektor über das Erreichen dieser Ziele. Aus diesem Grund ist es äußerst relevant, in kürzester Zeit Fortschritte zu erzielen. Fortschritte zum Erreichen einer höheren Zirkularität bei Bauaktivitäten und damit einer höheren Resilienz der Ressourcenverfügbarkeit gegenüber äußeren Einflüssen, lassen sich durch das Umsetzen folgender Kernaktivitäten und damit Unterziele am effektivsten erreichen:

1. Weitestmöglich Werkstoffe und **Ressourcen aus der Kreislaufwirtschaft einsetzen**
2. **Abfallfrei in allen Prozessen wirtschaften** – von der Herstellung über Baustellenprozesse und Nutzung bis zum Lebenszyklusübergang
3. Kreislauffähigkeit als **Potenzial für die Zukunft sicherstellen**

Um die Wirksamkeit von projektbezogenen Aktivitäten und Maßnahmen auf diese drei Unterziele bei Entscheidungen und als Ergebnis beurteilen zu können, sollten anerkannte Methoden angewandt werden, die eine kohärente Vergleichbarkeit und quantitative Bewertung ermöglichen.

Im Jahr 2022 hat die DGNB aus diesem Grund den DGNB Gebäuderessourcenpass¹ entwickelt, der Transparenz über definierte zirkuläre Eigenschaften von Bauaktivitäten und Gebäuden herstellt. Dieses Instrument bietet die Grundlage zur Bewertung. Die Zirkularität von Bauaktivitäten, wie oben beschrieben, soll verschiedene Teilziele erreichbar machen und die Beschreibung verschiedene Eigenschaften beinhalten. Da Marktteilnehmende und Entscheidungstragende mit der Optimierung und Beurteilung dieser größeren Zahl von Eigenschaften schnell überfordert werden, hat sich für die DGNB das Ziel herauskristallisiert, dass ein die heutige und zukünftige Kreislaufführung kombinierender Index ein wertvolles Instrument für die Transformation des Bauens sein kann. Über die Betrachtung einzelner Fokusthemen bzw. Teilindikatoren auf Gebäudeebene kann ein Zirkularitätsindex Orientierung geben. Für dessen sinnvolle Anwendung bedarf es einer gemeinsamen Basis und Sprache.

Ein kombinierender bzw. aggregierter Zirkularitätsindex kann

- Zirkularitäts- und Umwelt-Eigenschaften strukturiert offenlegen
- als Basis für ressourcen- und umweltbewusste Um-, Neu- und Rückbauplanung dienen
- Nachhaltigkeits-Eigenschaften von Materialien, Produkten und Bauteilen definieren
- als Grundlage für neue Lenkungs- und Förderinstrumente dienen
- Daten für den Aufbau ‚Urbaner Minen‘ vervollständigen und auswertbarer machen
- Bau- und Abbruchabfälle dokumentieren und bei deren Reduktion mitwirken
- Die digitale Objektdokumentation für Neubau und Bestand strukturieren
- als wertvolle anschlussfähige Nachweisdokumentation für Offenlegungsverordnungen dienen (siehe z. B. EU Taxonomie²)
- den Einsatz sekundär genutzter Produkte dokumentieren
- die Eignung der Bausubstanz für Nachnutzungen darstellen

¹ <https://www.dgnb.de/de/nachhaltiges-bauen/zirkulaeres-bauen/gebaeuderessourcenpass>

² https://finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/tools-and-standards/eu-taxonomy-sustainable-activities_de

1.1 Ziele der Anwendung von Zirkularitätsindizes für Bauaktivitäten

Zur Unterstützung des ressourcenschonenden Bauens sollen Zirkularitätsindizes, die den definierten Qualitätsstandards entsprechen und damit auch der DGNB Zirkularitätsindex, primär die Erreichbarkeit von übergeordneten Zirkularitätszielen unterstützen. Der Qualitätsstandard soll sicherstellen, dass die Bewertung von Zirkularitätsquoten bei konkreten Bauvorhaben und im Zuge von Zertifizierungen oder als Element kommunaler oder übergeordneter Regelwerke als Rahmen für ein gemeinsames Verständnis dient und damit

Transparenz schafft

+ **Mehrwerte** bietet

+ **Glaubwürdigkeit** erhält.

Die definierten Regeln im Qualitätsstandard bieten die Möglichkeit zur Überprüfung, ob verschiedene zur Anwendung angebotene Indizes den gemeinsamen Werten entsprechen und auf die übergeordneten Ziele abzielen, oder ob Schwerpunkte möglicherweise anders gelagert sind. Der DGNB Zirkularitätsindex ist daraus abgeleitet als konkretes Angebot und mögliches Werkzeug zur Zirkularitätsbewertung von Bauwerken zu verstehen.

Grundlegend sollten gemäß den Wertvorstellungen der Autorinnen und Autoren in Zirkularitätsindizes immer folgende beiden Beiträge abgebildet sein:

Heutiger Beitrag zur **umgesetzten Kreislaufführung** (pre-use)

+ Zukünftiger Beitrag zur **potenziellen Kreislauffähigkeit** (post-use)

Je nach Anwendungsfall sollten dabei für den heutigen und zukünftigen Beitrag zur Kreislaufwirtschaft differenzierte Schwerpunkte gesetzt werden.

Zirkularitätsindizes können eine verkürzte Darstellung des Erreichten nach Außen sein, sich aber auch zu einem Steuerungsinstrument entwickeln, und somit relevante Stellschrauben der Anwendenden für die Wende zur Kreislaufwirtschaft ansprechen.

Hinweis: Ein Zirkularitätsindex ist nicht zu verwechseln mit Begrifflichkeiten wie Ökobilanz (LCA), Ressourceneffizienz oder CradleToCradle (C2C)! Die Zirkularitätsbewertung kann zwar dabei helfen, die Ökobilanzierung eines Bauwerks hinsichtlich u. a. Wiederverwendungspotenzial und Rückbauaufwand zu präzisieren, kann diese jedoch nicht ersetzen. Siehe dazu auch Normungsroadmap Circular Economy³ (Kapitel 2.7, Bedarf 7.11: Klärung der Schnittstellen zur Gebäudeökobilanzierung sowie Anpassungen der DIN EN 15804).

Für ein gleiches Verständnis gelten die Begriffsdefinitionen laut Abschnitt 4. *Glossar*.

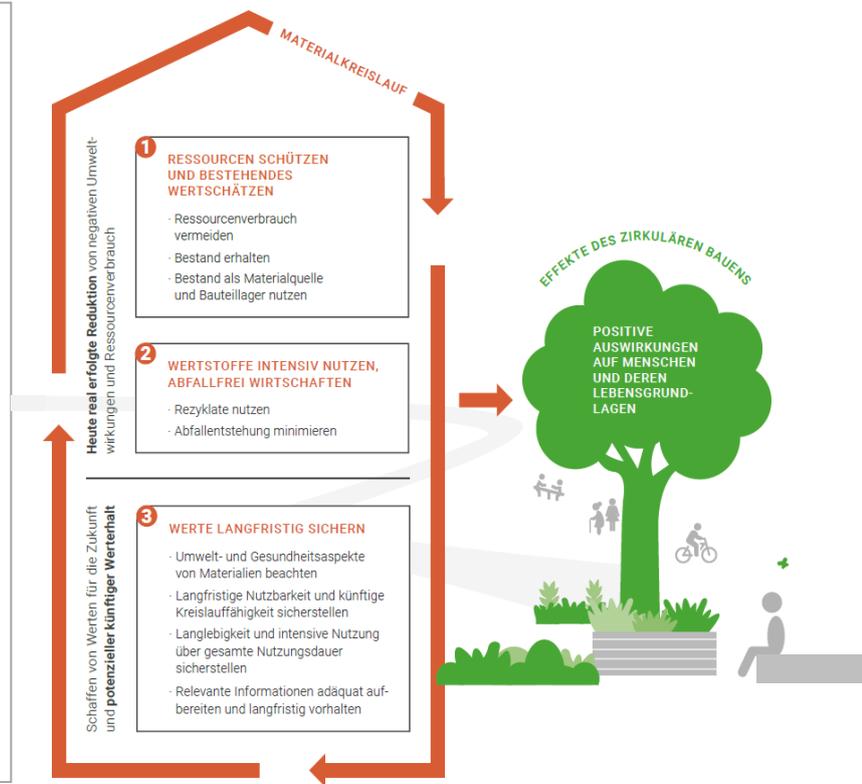
³ <https://www.din.de/resource/blob/892606/06b0b608640aadd63e5dae105ca77d8/normungsroadmap-circular-economy-data.pdf>

1.2 Bestehende Definitionen, Initiativen und Indizes

Zirkuläres Bauen wird laut DGNB wie folgt definiert (siehe Publikation Im Fokus: Zirkuläres Bauen⁴):

Im Sinne des zirkulären Bauens setzen sich die Akteurinnen und Akteure der Bau- und Immobilienwirtschaft **1** mit dem Erhalt, der Aufwertung und der Aktivierung des Gebäudebestands auseinander und nehmen diesen als wertvolle Materialquelle und -lager wahr. Sie nutzen **2** heute vorhandene Materialströme und geschaffene Werte intensiv. Darüber hinaus **3** ermöglichen sie eine langfristige Nutzung und zukünftige Verwendung in geschlossenen Kreisläufen, so dass über den gesamten Lebenszyklus kein Abfall entsteht. Unter Berücksichtigung von ökologischen und gesundheitlichen Aspekten fördern sie somit den Erhalt oder eine Steigerung der Qualitäten und der ökonomischen Werte von Quartieren, Gebäuden, Bauprodukten und Materialien.

Als Akteurinnen und Akteure einer zirkulären Gesellschaft leisten sie durch ihr zirkuläres Denken und Handeln wichtige und positive Beiträge zu diversen Nachhaltigkeitszielen. Sie agieren konsistent mit Naturkreisläufen und entkoppeln ihre wirtschaftliche Aktivität vom Konsum nicht erneuerbarer Ressourcen.



Weitere Grundlagen und Definitionen finden sich im Jahr 2018 veröffentlichten Circular Economy Report⁵. Darüber hinaus wurden in den vergangenen Jahren viele wertvolle Arbeiten zur Messbarkeit von Zirkularitätseigenschaften und zu aggregierten Indizes veröffentlicht, in die Praxis gebracht und erprobt. Als wichtigstes Europäisches Instrument ist das Level(s) Rahmenwerk⁶ zu nennen, welches für die Messbarkeit von Ressourcenströmen Klarheit in die Zuordnung von Eigenschaften von eingesetzten Ressourcen und Werkstoffen gebracht hat. Auf dieser Basis erlaubt seit 2023 die EU Taxonomie für Gebäude die Bewertung des Umweltziels „Kreislaufwirtschaft“⁷. Die technischen Kriterien beziehen sich auf Elemente des Level(s)-Rahmenwerks⁸, welches zur Bewertung der Rückbaufähigkeit auf das DGNB Zertifizierungskriterium TEC1.6 Rückbau- und Recyclingfreundlichkeit⁹ aus dem Jahr 2017 verweist, ergänzt durch weitere Informationen. Eine Beschreibung dieser technischen Kriterien ist im Begleitdokument zum DGNB-Gebäuderessourcenpass¹ zu finden.

Über das EU-Rahmenprogramm für Forschung und Innovation Horizon 2020¹⁰ wurden seit 2014 im laufenden Projekt Orienting¹¹ Methoden für die Nachhaltigkeitsbewertung des Produktlebenszyklus sowie im abgeschlossenen Projekt BAMB (Building as Material Banks)¹² zirkuläre Lösungen für Materialpässe und reversibles Gebäudedesign entwickelt. Auf internationaler Ebene wurde im Jahr 2022 zudem ein Report der WBCSD Arbeitsgruppe „Circular Built Environment“ zur Bewertung von zirkulären Gebäuden¹³ veröffentlicht.

⁴ https://www.dgnb.de/filestorages/Downloads_unprotected/publikationen/dgnb_broschuere_im_fokus_zirkulaeres-bauen_de.pdf

⁵ <https://www.dgnb.de/de/dgnb-richtig-nutzen/publikationen-und-downloads>

⁶ <https://www.dgnb.de/de/dgnb/initiativen-und-projekte/life-levels>

⁷ Annex 2 zur Verordnung (EU) 2020/852: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:41bc9b06-1515-11ee-806b-01aa75ed71a1.0012.02/DOC_3&format=PDF

⁸ https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/levels_de

⁹ https://www.dgnb.de/filestorages/Downloads_unprotected/dokumente/kriterien/dgnb-kriterium-tec1-6-gebauede-neubau-version-2018.pdf

¹⁰ https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-2020_en

¹¹ <https://orienting.eu/publications/>

¹² <https://www.bamb2020.eu/>

¹³ „Measuring circular buildings – key considerations“: <https://www.wbcd.org/Pathways/Built-Environment/Resources/Measuring-circular-buildings-key-considerations>

In Deutschland wurde mit dem Urban Mining Index¹⁴ von Anja Rosen gemeinsam mit der Bergischen Universität Wuppertal im Jahr 2021 ein aggregierter Index zur Bewertung der Zirkularität von Gebäuden veröffentlicht. Zuvor gab es bereits entwickelte Methoden auf Bauteil- bzw. Materialebene, die sich auf die Bewertung einzelner Elemente der Zirkularität fokussierten. Beispielsweise 2012 der Entsorgungsindikator¹⁵ (EI) des IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie zur Bewertung des Materialverwertungspotenzials, 2018 die Veröffentlichung ‚Methodology to Evaluate the Building Construction Regarding the Suitability for Further Application‘¹⁶ von Linda Hildebrand et al. zum Thema Eignung von Rückbaubarkeit inklusive einer Methode zur Bewertung sowie 2019 der Recycling-Graph¹⁷ von Dirk Schwede und Elke Störl zur Bewertung des Rückbaupotenzials.

Eine weitere Entwicklung ist im Madaster Zirkularitätsindikator¹⁸ der Madaster GmbH zu finden. Dieser bereits seit 2017 in den Niederlanden und seit 2021 in Deutschland angewandte Index basiert auf dem Material Circularity Indicator (MCI) der Ellen MacArthur Foundation¹⁹ und ist im gleichnamigen webbasierten Anwendungstool anwendbar. Das Beratungsunternehmen EPEA - Part of Drees & Sommer, welches eine Vielzahl von Bauvorhaben hinsichtlich Nachhaltigkeit und damit auch Zirkularität begleitet, nutzt ihr eigens entwickeltes Instrument Circularity Passport® - Buildings²⁰ seit 2015 (bis 2019 als ‚Building Material Passport‘) und bietet zudem seit März 2023 ein BIM-Tool als Plug-In oder Browseranwendung an, welches die Möglichkeit bietet, das Kreislauffähigkeits-Designprinzip in BIM- oder CAD-Planungsprozessen zu integrieren. Im April 2023 veröffentlichte darüber hinaus Concular, ein Anbieter von zirkulären Analysen von Neubau- und Bestandsimmobilien und von Plattformen für Sekundärmaterialien, den eigens entwickelten Circularity Performance Index (CPX)²¹. Im Dezember 2023 wurden die Ergebnisse des geförderten Projekts ‚Circularity Score‘²² der RWTH Aachen, FH Münster, ResScore GmbH und des Bergisches Abfallwirtschaftsverbands veröffentlicht. Die darin entwickelte Ex-ante-Methode zur Bewertung von Kreislaufschließung unterscheidet zwischen statischen (verbauten) und dynamischen (veränderbaren) Faktoren der Bewertungsthemen Rückbau, Aufbereitung und Wiedereinsetzbarkeit. Der Circularity-Score fordert eine ‚Kohlenstoffverantwortung‘ und greift in der Bewertungsmethode auf die Umweltindikatoren GWP biogen/fossil und RMI zurück.

Auf Bundesebene wird zurzeit ein Zirkularitätsindex zur Bewertung der potenziellen Kreislauffähigkeit im Rahmen der Bestrebungen für einen digitalen Gebäuderessourcenpass entwickelt. Da Ergebnisse bzw. Erarbeitungsgrundlagen zu diesen Entwicklungen bisher nur als Entwurf (Stand November 2023) vorliegen und nicht final veröffentlicht wurden, erfolgen die Informationen zu Bundesinstrumenten in dieser Veröffentlichung unter Vorbehalt, siehe auch Einordnungen laut *Tabelle 1*.

Alle genannten Initiativen vereint die Ziele, die heutige Kreislaufwirtschaft zu stärken, Abfälle zu vermeiden und Gebäude für eine zukünftige Kreislauffähigkeit vorzubereiten.

In Deutschland bzw. im deutschsprachigen Raum sind der DGNB (Stand Dezember 2023, in alphabetischer Ordnung) folgende Methoden für Zirkularitätsbewertungen bekannt, siehe *Tabelle 1*. Diese stellt einen Versuch zur Einordnung der unterschiedlichen Methoden bezüglich der jeweils berücksichtigten Lebenszyklusphasen, Betrachtungsebenen und Teilindikatoren dar. Die Teilindikatoren wurden zur Vereinfachung mit dem in dieser Veröffentlichung definierten Qualitätsstandard beschrieben. Durch den beschriebenen Umfang werden die Grenzen der Methoden sowie die Schwerpunkte der Zirkularität hinsichtlich Kreislaufführung und Kreislauffähigkeit aufgezeigt.

¹⁴ Urban Mining Index (Anja Rosen – Dissertation, © Fraunhofer IRB Verlag, März 2021): <https://www.irbnet.de/daten/rswb/21049001601.pdf>

¹⁵ <https://www.ibo.at/materialoekologie/lebenszyklusanalysen/ei-entsorgungsindikator>

¹⁶ https://www.researchgate.net/publication/323945573_Methodology_to_Evaluate_the_Building_Construction_Regarding_the_Suitability_for_Further_Application

¹⁷ <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/bate.201600025>

¹⁸ <https://docs.madaster.com/ch/de/building-circularity.html>

¹⁹ <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/material-circularity-indicator>

²⁰ <https://epea.com/en/services/buildings>

²¹ <https://concular.de/circularity-performance-index/>

²² <https://www.rb.rwth-aachen.de/cms/RB/Forschung/Forschungsprojekte/~yekba/Circularity-Score/>

Methode	Circularity Score (CS)	Concular Circularity Performance Index (CPX)	DGNB Zirkularitätsindex (DGNB ZI)	EPEA Circularity Passport® Buildings (CP)	IBO Ent-sorgungs-indikator (EI)	Madaster Circularity Indicator** (MCI)	Urban Mining Index (UMI)	Recycling-Graph	Zirkularitäts-Index zur Bewertung der Kreislauffähigkeit (Bund)
Umfang									
Ebenen									
Phasen									
Teil-indikatoren Kreislauf-führung (Heute / Pre-Use)		Material-herkunft	Material-herkunft, Bau-/Abbruchabfälle, Schadstoff-belastung	Material-herkunft, CO ₂ -Fußabdruck, Schadstoff-belastung		Material-herkunft, CO ₂ -Fußabdruck	Material-herkunft, CO ₂ -Fußabdruck, Schadstoff-belastung		
Teil-indikatoren Kreislauf-fähigkeit (Zukunft / Post-Use)	Wiederein-setzbarkeit, Demontage-fähigkeit, Material-verwertung	Wiederein-setzbarkeit, Demontage-fähigkeit, Werkstoff, Trennbarkeit, Material-verwertung	Materialver-träglichkeit, Demontage-fähigkeit, Werkstoff, Trennbarkeit, Material-verwertung	Demontage-fähigkeit, Werkstoff, Trennbarkeit, Material-verwertung	Material-verwertung	Demontage-fähigkeit, Material-verwertung	Materialver-träglichkeit, Demontage-fähigkeit*, Werkstoff, Trennbarkeit*, Material-verwertung*	Demontage-fähigkeit, Material-verwertung	Materialver-träglichkeit, Demontage-fähigkeit, Material-verwertung

Legende Phasen: Heutiger Beitrag (Pre-Use) (= Konstruktionsphase) Ebenen: Gebäudeebene
 Zukünftiger Beitrag (Post-Use) (= Nachnutzungsphase) Bauteilebene
 Heutiger + Zukünftiger Beitrag mit Nutzungsphase Materialebene

* Nach materialspezifischem eoL-Szenario für selektiven Rückbau bzw. üblichen Abbruch inklusive Bewertung der Wirtschaftlichkeit des Rückbaus
 ** basiert auf dem Material Circularity Indicator (MCI) der Ellen MacArthur Foundation

Tabelle 1: Relevante Zirkularitätsbewertungsmethoden nach Ebenen, Lebenszyklusphasen und Indikatoren (angelehnt an: Circularity Score (L. Hildebrand et al., 2023), Dissertation S. Theißen (unveröffentlicht))

1.3 Ein gemeinsames Qualitätsverständnis – ein gemeinsamer Standard

Als Verein hat sich die DGNB im Jahr 2023 der Aufgabe gestellt, ein gemeinsames Verständnis und davon abgeleitete Grundlagen für einen Qualitätsstandard zur Bewertung der Zirkularität von Gebäuden zu definieren. Neben dem gemeinsamen Qualitätsstandard für Zirkularitätsindizes für Bauwerke und Baukonstruktionen wurde auch eine konkrete Methode für einen spezifischen Zirkularitätsindex entwickelt, der direkt anwendbar ist und die Werthaltung der DGNB widerspiegelt. Der mögliche Anwendungsbereich umfasst bauliche Anlagen und Gebäude laut §1 bzw. §2 der Musterbauordnung. Empfohlen wird ein Betrachtungsumfang inklusive (massebezogen) relevanten technischen Anlagen.

Gemeinsam mit Expertinnen und Experten des DGNB Ausschusses für Lebenszyklus und zirkuläres Bauen²³ sowie anderen Personen aus dem DGNB Netzwerk wurde in intensivem Austausch der „Qualitätsstandard für Zirkularitätsindizes“ und der in diesem Dokument beschriebene „DGNB Zirkularitätsindex“ erarbeitet. Die Arbeit ist das Ergebnis einer intensiven und tiefgehenden Auseinandersetzung mit bestehenden Ansätzen und fachlich fundierten Fachdiskussionen mit renommierten Expertinnen und Experten, besonders zu Elementen, die grundsätzliche Wertigkeiten und übergeordnete Notwendigkeiten im Transformationsprozess mit Blick auf bestehende Baupraxis und erreichbare Potenziale betreffen.

²³ <https://www.dgnb.de/de/dgnb/netzwerk/gremien/ausschuss-fuer-lebenszyklus-und-zirkulaeres-bauen>



1.4 Die Rolle von Zirkularitätsindizes in der DGNB Zertifizierung

In der DGNB System Gebäude Neubau, Version 2023²⁴, spezifischer im Kriterium TEC1.6 Zirkuläres Bauen²⁵ - Indikator 3.4.3, werden Anreize zur Anwendung von Zirkularitätsindizes gesetzt:

„Für die Beurteilung der Zirkularität des ausgeführten Gebäudes wird ein quantitatives Bewertungsinstrument zur Ermittlung eines aggregierten Zirkularitätsindex angewandt. Das angewandte Instrument erfüllt die Anforderungen laut ‚DGNB Qualitätsstandard für Zirkularitätsindizes für Bauwerke‘ (s. Methode). Das Instrument, welches eine quantitative Beurteilung der Zirkularität auf Gesamtgebäudeebene erlaubt, wird zur Dokumentation und Bewertung des ausgeführten Gebäudes angewandt und die Ergebnisse werden im „Vollständigen Gebäuderessourcenpass“ dokumentiert. Das Ergebnis der Anwendung ist eine – über die Methode definierte – „gute“ bis „sehr gute“ Bewertung.“

Hinweis: Die Definition ‚guter‘ oder ‚sehr guter‘ Bewertungen erfolgt, sobald ausreichend Projekte ausgewertet und sinnvolle Benchmarks festgelegt werden können. Aktuell sind die Ergebnisse nach Angabe der jeweiligen Zirkularitätsbewertungsmethode einzustufen. Alle Bauweisen, die größtenteils der linearen Bauweise folgen, erhalten demnach keine gute oder sehr gute zirkuläre Bewertung. Zur Orientierung können die im DGNB Kriterium TEC1.6 Indikator 3.2.1 definierten Zirkularitätsquoten dienen, welche sich auf die Auswertung bisheriger Anwendungen von Gebäuderessourcenpässen beziehen (siehe Report von EPEA GmbH, Oktober 2023²⁶). Die im Kriterium TEC1.6 enthaltenen Zirkularitätsquoten bewerten jeweils nur Teilindikatoren wie die Materialherkunft oder das Materialverwertungspotenzial und stellen keine entsprechend dieser Veröffentlichung definierte gesamtheitliche Zirkularitätsbewertung dar.

1.5 Datengrundlagen für die Bewertung der Zirkularität

Als grundsätzliche Informationsbasis kann ein Gebäuderessourcenpass¹ (GRP) dienen. Der GRP als anwendungs- und marktorientiertes Instrument ermöglicht durch seinen transparent dokumentierten und auf Gebäudeebene aggregierten Dateninhalt zugleich die Ermittlung von aggregierten Zirkularitätsbewertungen, siehe auch Abbildung 1 bzw. DGNB Gebäuderessourcenpass Anleitung.

Zur Datenermittlung für einen Gebäuderessourcenpass bzw. eine Zirkularitätsbewertung kann ein um Zirkularitätsattribute erweiterte Kosten-Massenermittlung als Bauteilkatalog mit zugrunde liegender Bauteilstruktur auf Basis der Kostengruppen-Systematik laut DIN 276 oder ein digitales Gebäudemodell (Building Information Modeling) mit identischer Attribute-Logik dienen. Die Mengenermittlung zur Kostenberechnung erfolgt in Bauprojekten üblicherweise in der Entwurfsphase (LPH3) gemäß HOAI.

²⁴ <https://www.dgnb.de/de/zertifizierung/gebäude/neubau/version-2023>

²⁵ https://www.dgnb.de/filestorages/Downloads_unprotected/dokumente/kriterien/dgnb-kriterium-tec-1-6-gebäude-neubau-version-2023.pdf

²⁶ <https://www.dreso.com/de/dossier-bauindustrie-im-abfall-dilemma#c142434>

Die Einordnung der Materialität darin kann orientiert an den Materialgruppen laut DGNB GRP¹ erfolgen.

Datenbanken bzw. Software-Dienstleistungen, welche entweder mit eigenen Datenbanken arbeiten oder verknüpfbar sind, können bei der Datenermittlung unterstützen. Anforderungen an die zu sammelnden Datenpunkte und zur Modellierung sollten hierbei von Anfang an zu Grunde liegen und beachtet werden, siehe auch DIN SPEC 91475²⁷, DIN EN ISO 23387 oder jeweilige Anforderungen zur Datenermittlung bzw. Modellierung der Tool-Anbietenden.

Hinweis: Datenbanken wie die Ökobaudat²⁸ auf Basis generischer Daten sind für eine realitätsgetreue Zirkularitätsbewertung von Bauprodukten/-stoffen nur bedingt geeignet, da eine projektbezogene und einbauspezifische Bewertung erfolgen sollte, siehe *Abbildung 2: Betrachtungsebenen zur Datenermittlung*. Die zur Datenermittlung herangezogene Betrachtungsebene, wie z. B. die Bauteil-/Produkt-/Material-Ebene, kann entweder innerhalb der Methode variabel angewendet oder gesamt vorab definiert werden.

Der Prozess zur Ermittlung der Zirkularitätsinformationen kann grundsätzlich in zwei Ebenen aufgegliedert werden, die faktischen Informationen sowie die strukturelle Beschreibung.

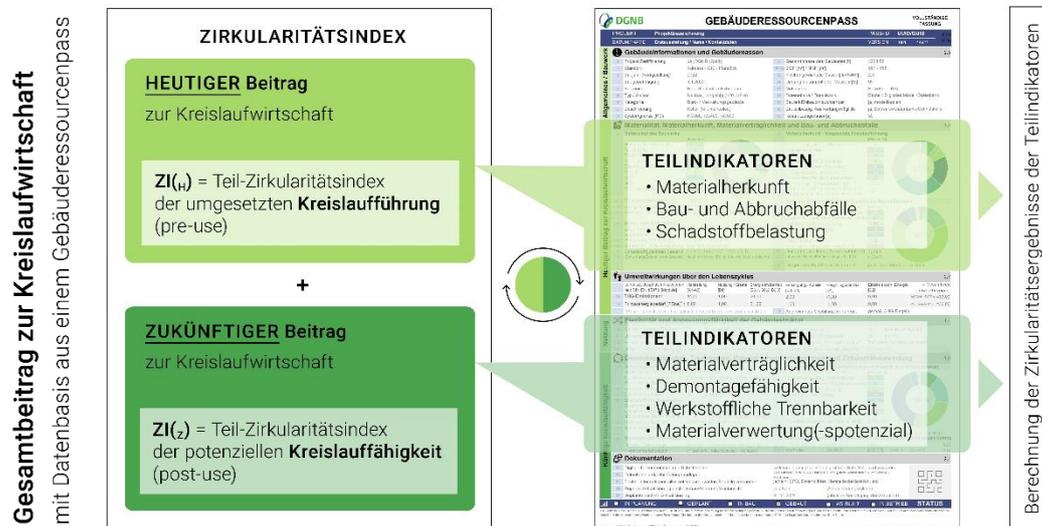
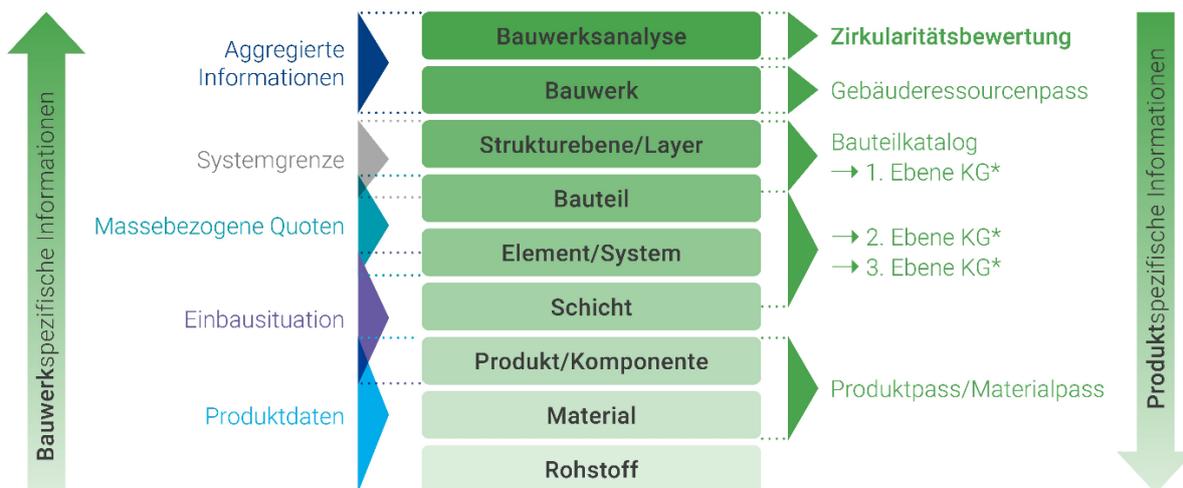


Abbildung 1: Gebäuderessourcenpass als Datenbasis mit heutigem und zukünftigem Beitrag der Teilindikatoren



*KG = Kostengruppen laut DIN 276

Abbildung 2: Betrachtungsebenen zur Datenermittlung

²⁷ <https://www.din.de/de/wdc-proj:din21:352513555>

²⁸ <https://www.oekobaudat.de/>

2. Methodik: Qualitätsstandard für Zirkularitätsindizes für Bauwerke

2.1 Grundlegende Anforderungen

Zirkularitätsindizes erfüllen die folgenden **Mindestanforderungen**:

Formelle Anforderungen

- Objektivität der Bewertungsmethode, mit Begründung der vorgenommenen Bewertung
- Vollständige Erfassung der KG 300 (Baukonstruktion), fehlender Umfang wird deklariert
- Erfassung der KG 400 (Technische Gebäudeausrüstung) nach massebezogener Relevanz²⁹, fehlender Umfang wird deklariert
- Transparente und öffentlich zugängliche Methodenbeschreibung

Inhaltliche Anforderungen

- Ausgabe quantitativer Teilindikatoren zur gezielten Optimierung für die Themen Materialherkunft, Bau-/Abbruchabfälle, Schadstoffbelastung, Materialverträglichkeit, Demontagefähigkeit, werkstoffliche Trennbarkeit und Materialverwertung(-spotenzial)
- Zeitpräferenz je Anwendungsfall zur Berücksichtigung heutiger Transformationsbedarfe
- Erweiterungen möglich, z. B. durch Ökobilanz-Ergebnis, wenn differenziert deklarierbar

Ansonsten sind folgende **anwendungsspezifische Festlegungen** möglich:

Individuelle Festlegungen

- Die Teilindikatoren Schadstoffbelastung und Materialverträglichkeit können über die Bewertung der Kreislauffähigkeit anhand von Störstoffen auch im Teilindikator Materialverwertung beinhaltet werden.
- Die Teilindikatoren Demontagefähigkeit und werkstoffliche Trennbarkeit können auch in einem Indikator zusammengefasst bewertet werden.

Hinweis: Nach Offenlegung der Methoden und entsprechender Erläuterung und Zuordnung ihrer Konformität mit dem definierten Qualitätsstandard können auch Zirkularitätsindizes ermittelt werden, die sinngemäß alle Themen der Teilindikatoren quantitativ adressieren, diese jedoch nicht separiert darstellen bzw. nicht die identischen Zirkularitätsklassen (ZK) nutzen.

Zur Definition der Begrifflichkeiten siehe Abschnitt 4. Glossar.

²⁹ Es ist projektbezogen zu bewerten, welche technischen Anlagen eine relevante Auswirkung auf die Zirkularität des Bauwerks haben und mit einbezogen werden sollten

2.2 Die Basis-Methode

Mit der Basis-Methode als Qualitätsstandard wurde eine Berechnungsmethodik entwickelt, die flexibel anwendbar ist, Freiheitsgrade für verschiedene Methoden zulässt und dennoch alle aktuellen Notwendigkeiten beinhaltet und Wertigkeiten beachtet.

Dieses Verfahren erlaubt es, anwendungsspezifische Defizite auszugleichen und Schwerpunkte auf Aktivitäten zu setzen, die die aktuelle und zukünftige Kreislaufwirtschaft unterstützen. Die Faktoren können sich dabei bei festgestellten Präferenzen laut statistischen Auswertungen oder veränderten Rahmenbedingungen in Zukunft ändern. Die Methode erlaubt durch ihre Modularität eine Anpassung der jeweiligen Wertigkeiten und ermöglicht es somit in einfacher Weise auf zukünftige Entwicklungen einzugehen. Durch die Praktikabilität der Methode kann die Transformation im Bauen hin zu mehr Nachhaltigkeit beschleunigt werden.

Die flexible Anwendbarkeit ergibt sich durch die Möglichkeit, entweder einen gesamtheitlichen Zirkularitätsindex zur Bewertung des Gesamtbeitrags zur Kreislaufwirtschaft (Kreislaufführung und Kreislauffähigkeit) oder eine getrennte Bewertung über zwei Teil-Zirkularitätsindizes (Kreislaufführung oder Kreislauffähigkeit) durch die Aufteilung in den heutigen und zukünftigen Beitrag zur Kreislaufwirtschaft anzuwenden:

- **Gesamtbeitrag:** $ZI = \text{Zirkularitätsindex der Kreislaufführung und Kreislauffähigkeit}$
(pre-use + post use)

gebildet aus den beiden Beiträgen:

- **Heutiger Beitrag:** $ZI_{(H)} = \text{(Teil-)Zirkularitätsindex der Kreislaufführung}$
(umgesetzt, pre-use)

Materialherkunft, Bau- und Abbruchabfälle, Schadstoffbelastung

- **Zukünftiger Beitrag:** $ZI_{(Z)} = \text{(Teil-)Zirkularitätsindex der Kreislauffähigkeit}$
(potenziell, post-use)

Materialverträglichkeit, Demontagefähigkeit, werkstoffliche Trennbarkeit, Materialverwertung(-spotenzial)

sowie durch die **Toleranzbereiche** (siehe *Tabelle 2*) bei der Anwendung des Qualitätsstandards für

- die Teil-Zirkularitätsindizes $ZI_{(H)}$ und $ZI_{(Z)}$ = $\pm 15 \%$ (je Beitrag)
- die Gewichtung der Teilindikatoren g_{TI} = $\pm 5 \%$ (je Teilindikator)
- die Bewertungsfaktoren der ZK je Teilindikator f_{ZK} = ± 0.15 (je Zirkularitätsklasse)

Die hier gewählten Bezeichnungen der Zirkularitätsindizes nach Beiträgen zur Kreislaufwirtschaft sollten in Zukunft verwendet werden. Im alltäglichen Sprachgebrauch wird empfohlen ZI bzw. ZI (Kreislaufführung) und ZI (Kreislauffähigkeit) zu verwenden, optional kann auch – insbesondere im internationalen Kontext - von ZI (pre-use) und ZI (post-use) gesprochen werden. Der Zirkularitätsindex wird aus der Summe der beiden Teil-Zirkularitätsindizes des heutigen Beitrags $ZI_{(H)}$ und zukünftigen Beitrags $ZI_{(Z)}$ gebildet, siehe *Formel 1: Berechnung des Zirkularitätsindex*.

Die einzelnen Beiträge $ZI_{(H)}$ und $ZI_{(Z)}$ werden aus dem Produkt der je Anwendungsfall definierten Gewichtungsfaktoren der Teilindikatoren (siehe *Tabelle 2: Anwendungsfälle und Gewichtungsfaktor je Teilindikator*) mit dem je Teilindikator (TI) ermittelten Zirkularitätsergebnis gebildet. Das Zirkularitätsergebnis je TI wird aus der Summe der Produkte der den Zirkularitätsklassen zugeordneten massebezogenen Quoten multipliziert mit den Bewertungsfaktoren ermittelt (siehe 2.3 Die Teilindikatoren).

2.3 Die Teilindikatoren

Die sechs Teilindikatoren wurden auf Basis der Recherche laut Abschnitt 1. *Grundlagen: Messbarkeit der Zirkularität von Bauaktivitäten zu Zirkularitätsbewertungsmethoden* festgelegt und greifen die relevanten Themen zur Bewertung des Gesamtbeitrags von Bauwerken zur Kreislaufwirtschaft auf. Die Materialität bzw. das Materialinventar wird nicht einbezogen, kann aber orientiert an den Materialgruppen laut GRP mitausgegeben werden. Die Teilindikatoren können unabhängig für Projektplanungsentscheidungen oder -nachweise genutzt werden, stellen aber selbst keine Zirkularitätsbewertung dar.

Materialherkunft

Das Thema Materialherkunft findet sich in allen Methoden zur Zirkularitätsbewertung laut *Tabelle 1* wieder, welche den heutigen Beitrag zur Kreislaufwirtschaft berücksichtigen. Das Aufzeigen der Materialherkunft soll dabei unterstützen, den Einsatz primärer bzw. nicht erneuerbarer Ressourcen zu reduzieren und somit den Anteil von Sekundärmaterial im Bauwerk zu erhöhen. Die Einordnung der massebezogenen Quoten erfolgt daher übergeordnet in Sekundär- und Primärrohstoffanteil.

Bau- und Abbruchabfälle

Das Thema Bau- und Abbruchabfälle ist bisher in keiner Methode zur Zirkularitätsbewertung beinhaltet. Da das Abfallaufkommen, welches durch Abriss- bzw. Baumaßnahmen selbst entsteht, jedoch das Potenzial hat einen relevanten Anteil zur Ressourcenschonung beizutragen, wurde es im Qualitätsstandard mit aufgenommen. Durch die deutschen Regulierungen zur Abfallstromdeklaration erfolgt diese in Bauprojekten ohnehin, bedeutet also keinen zusätzlichen Aufwand. In der EU Taxonomie spielt das Thema zudem eine entscheidende Rolle, da der Nachweis der Wiederverwendungs- bzw. Weiterverwertungsquote der ungefährlichen Bau- und Abbruchabfälle als ‚Do No Significant Harm‘-Kriterium laut dieser in jedem Fall zu erbringen ist.

Schadstoffbelastung und Materialverträglichkeit

Das Thema Schadstoffbelastung bzw. Materialverträglichkeit (Auswirkung auf Kreislauf-fähigkeit) darf aufgrund seiner Auswirkung auf die Nachnutzung nicht fehlen und findet sich in vielen Methoden zur Zirkularitätsbewertung wieder, wobei hier der Blick hauptsächlich auf den zukünftigen Beitrag zur Kreislaufführung gelegt wird. Teilweise werden die für eine hochwertige Nachnutzung relevanten Störstoffe in den Teilindikatoren werkstoffliche Trennbarkeit und Materialverwertung mitberücksichtigt. Zur einfacheren Handhabung erfolgt hier eine getrennte Einstufung des Bauwerks bzgl. bestehenden (Schadstoffbelastung/qualitativ) und neueingebrachten Ressourcen (Materialverträglichkeit/quantitativ).

Demontagefähigkeit

Das Thema Demontagefähigkeit findet sich in so gut wie allen betrachteten Zirkularitätsbewertungsmethoden wieder. Die Bewertung der Rückbaubarkeit eines Bauwerks ist demnach fester Bestandteil des zukünftigen Beitrags zur Kreislaufwirtschaft, da diese über die Einordnung des Rückbauaufwands sowohl einen wichtigen Indikator für die Wirtschaftlichkeit eines selektiven Rückbaus als auch für den Anteil der wieder in den Materialkreislauf zurückführbaren Ressourcen darstellt. Zudem kann durch die Bewertung der Demontagefähigkeit die direkte Wiederverwendung von ganzen Bauteilen bzw. Bauprodukten dargelegt und begünstigt werden.

Werkstoffliche Trennbarkeit

Das Thema der werkstofflichen Trennbarkeit spielt in vielen betrachteten Zirkularitätsbewertungsmethoden eine Rolle, unter anderem aufgrund seiner Relevanz für die Wirtschaftlichkeit eines selektiven Rückbaus als auch für den Anteil der wieder in den Materialkreislauf zurückführbaren Ressourcen, siehe auch Demontagefähigkeit. Die Bewertung der sortenreinen Trennung in Baustoffe bzw. -materialien wurde hier dem Qualitätsstandard als getrennter Teilindikator zugefügt, da es einer andersartigen Bewertung als der Demontagefähigkeit von Bauteilen/-produkten bedarf, und verstärkt auf der Materialebene angewandt wird.

Materialverwertung

Das Thema Materialverwertung ist in allen betrachteten Zirkularitätsbewertungsmethoden enthalten und somit absolut relevant für die Bewertung der zukünftigen Kreislaufführung der verbauten Ressourcen. Diese werden nach den, laut heutigem Stand der Technik üblichen, Nachnutzungswegen bewertet.

2.4 Zirkularitätsindex des Bauwerks

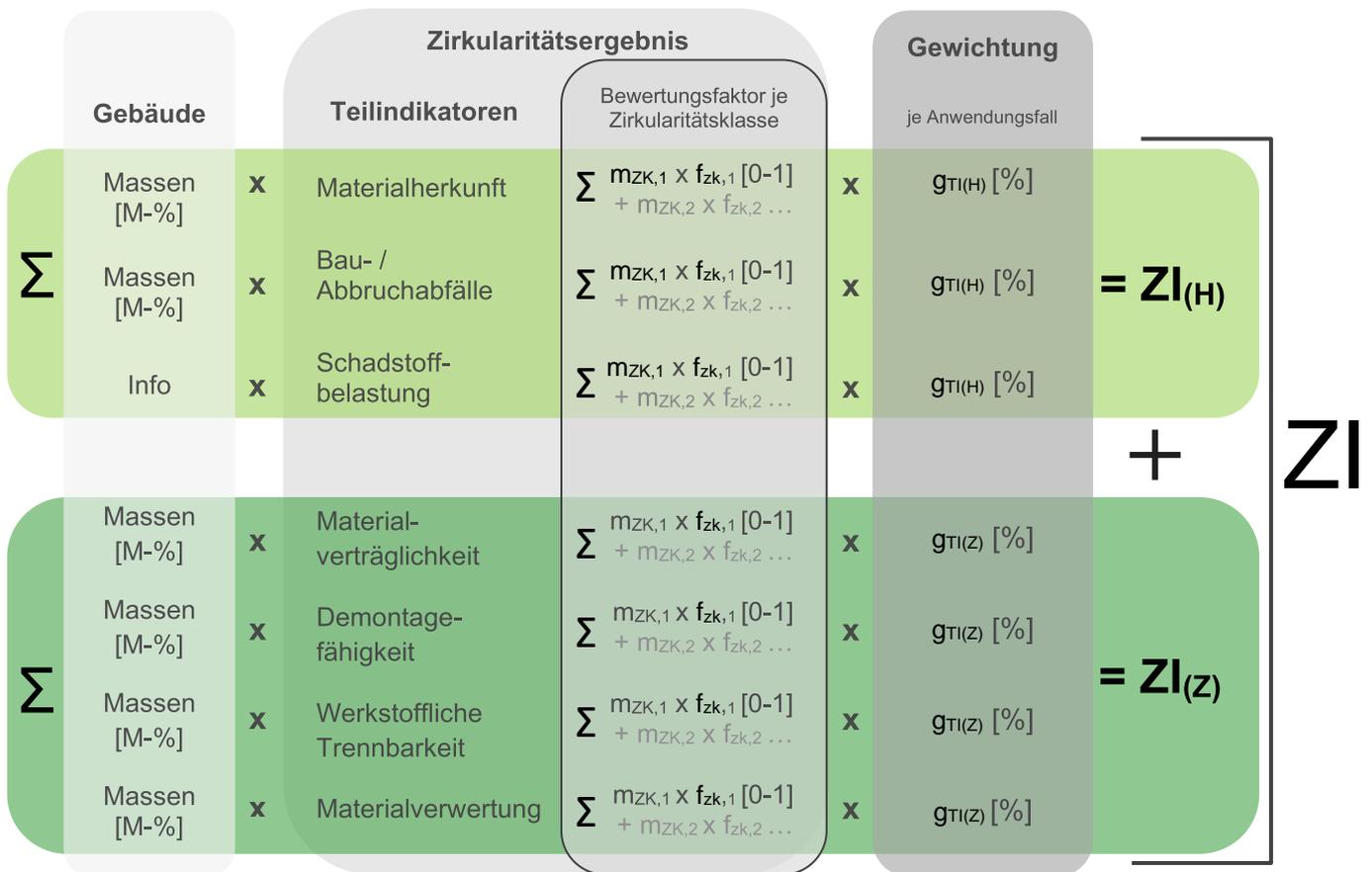


Abbildung 3: Grafische Darstellung der Formel zur Berechnung des Zirkularitätsindex

ZI_(H) = Teil-Zirkularitätsindex der Kreislaufführung (umgesetzt / pre-use)

$$ZI_{(H)} = \sum g_{TI(H)} (\sum m_{ZK} * f_{ZK(H)}) \quad [0 \text{ bis Zahlenfaktor Max. Wert Beitrag Anwendungsfall } g_{TI(H)}/100]$$

$g_{TI(H)}$ Gewichtungsfaktor der Teilindikatoren (TI) für heutige Beiträge (H), je Anwendungsfall [%]

m_{ZK} Klassifizierte Massenströme laut Bauwerksmassen
[Masse-%, laut Berechnung in kg/t]

$f_{ZK(H)}$ Bewertungsfaktoren für Zirkularitätsklassen (ZK) der heutigen Beiträge
[als Zahlenfaktor 0-1]

ZI_(Z) = Teil-Zirkularitätsindex der Kreislauffähigkeit (potenziell / post-use)

$$ZI_{(Z)} = \sum g_{TI(Z)} (\sum m_{ZK} * f_{ZK(Z)}) \quad [0 \text{ bis Zahlenfaktor Max. Wert Beitrag Anwendungsfall } g_{TI(Z)}/100]$$

$g_{TI(Z)}$ Gewichtungsfaktoren der Teilindikatoren für zukünftige Beiträge (Z), je Anwendungsfall [%]

m_{ZK} Klassifizierte Massenströme laut Bauwerksmassen
[Masse-%, laut Berechnung in kg/t]

$f_{ZK(Z)}$ Bewertungsfaktoren für Zirkularitätsklassen der zukünftigen Beiträge
[als Zahlenfaktor 0-1]

$$ZI = ZI_{(H)} + ZI_{(Z)} \quad [0.00-1.00]$$

Formel 1: Berechnung des Zirkularitätsindex

2.5 Anwendungsfälle und Gewichtungsfaktor

Für den Qualitätsstandard und den DGNB Zirkularitätsindex wurden die in nachfolgender *Tabelle 2* dargestellten Teilindikatoren definiert, die für unterschiedliche Anwendungsfälle (Neubau, Bestand, Sanierung) entsprechend ihrer jeweiligen Langlebigkeit und Relevanz gewichtet werden. Die Teilindikatoren sind Materialherkunft, Bau-/Abbruchabfälle, Schadstoffbelastung, Materialverträglichkeit, Demontagefähigkeit, werkstoffliche Trennbarkeit und Materialverwertung(-spotenzial).

Der **Qualitätsstandard** legt fest, dass die Gewichtung der Teilindikatoren den in *Tabelle 2* definierten **Toleranzbereichen** entspricht.

Für den DGNB Zirkularitätsindex werden die in *Tabelle 2* definierten Gewichtungen der Teilindikatoren **ohne Toleranzbereiche** angewandt.

Grundsätzlich gilt bei der Gewichtung der Beiträge zur Kreislaufwirtschaft zum aktuellen Zeitpunkt:

Kurzlebige Bauwerke: Heutige Kreislaufführung \leq zukünftige Kreislauffähigkeit

Langlebige Bauwerke: Heutige Kreislaufführung \geq zukünftige Kreislauffähigkeit

Für die Nutzungsphase liegt zurzeit keine massebezogene Auswertungsmethode vor, daher ist der Teilindikator ‚Flexibilität‘ nicht einbezogen und hier nur bzgl. Relevanz eingeordnet.

		ANWENDUNGSFÄLLE					Qualitätsstandard ± Toleranzbereich ***
		g _{TI} (Gewichtungsfaktor je Teilindikator)					
		Neubau kurzlebig (< 20a)	Neubau langlebig (> 20a)	Bestand	Sanierung kurzlebig (< 20a)	Sanierung langlebig (> 20a)	
H = Heute Z = Zukunft	TEILINDIKATOREN						
HEUTIGER BEITRAG (H)	MATERIALHERKUNFT	45	60	wichtig*	wichtig*	wichtig*	5
	BAU-/ABBRUCHABFÄLLE	5	5	-	wichtig	wichtig	5
	SCHADSTOFFBELASTUNG ¹	-	-	wichtig	wichtig	wichtig	5
NUTZUNGS- PHASE	FLEXIBILITÄT	relevant	wichtig	wichtig**	relevant**	wichtig**	
ZUKÜNFTIGER BEITRAG (Z)	MATERIALVERTRÄGLICHKEIT ²	10	10	-	relevant	relevant	5
	DEMONTAGEFÄHIGKEIT	10	5	wichtig	relevant	relevant	5
	WERKST. TRENNBARKEIT	10	5	wichtig	relevant	relevant	5
	MATERIALVERWERTUNG	20	15	wichtig	wichtig	wichtig	5
							15

Tabelle 2: Anwendungsfälle und Gewichtungsfaktor je Teilindikator

Diese Anwendungsfälle sind noch in Diskussion

¹ für die Analyse der Bestandssubstanz (qualitativ)

² für Neubaumaßnahmen / Neueingebrachtes

* für Bestand(-serhalt): Materialherkunft = 100% Wiederverwendet

** für Bestand(-serhalt): nutzungsbedingter Schadstoffeintrag ist zu berücksichtigen

*** nicht anwendbar für DGNB ZI, Toleranzbereiche gelten nur für Qualitätsstandard!

Hinweis: Die Anwendungsfälle Bestand und Sanierung (Bestandserhalt) sind noch in Diskussion bzw. in weiterer Ausarbeitung. Bei zukünftigen Änderungen können die jeweiligen Gewichtungsfaktoren bzw. Bewertungsfaktoren der Teilindikatoren in der Berechnung angepasst werden entsprechend der jeweils aktuellen Veröffentlichung zum Qualitätsstandard des Zirkularitätsindex und DGNB Zirkularitätsindex.

2.6 Zirkularitätsklassen und Bewertungsfaktor

MATERIALHERKUNFT

BESTAND + NEUEINGEBRACHTES [MASSE-%]

Zirkularitätsklasse	Erläuterung	DGNB TEC1.6*	Bewertungs-faktor f _{ZK(H)}	Toleranz-bereich	
sekundär	Wiederverwendet	(Reuse), Bestandssubstanz = 100%	ZE10 (1)	1,00	± 0,15
	Weiterverwendet	(Remanufacture/Repurpose)	ZE10 (1)	1,00	± 0,15
	Wiederverwertet	(Recycling) = post-consumer Rezyklatanteil, gleichbleibendes Qualitätsniveau, in geschl. Kreisläufen (Closed-Loop-Recycling)	ZE02 (1)	0,75	± 0,15
	(Weiter-)Verwertet	(Recycling) = post-consumer Rezyklatanteil, reduziertes Qualitätsniveau, in offenen Kreisläufen (Open-Loop-Recycling)	ZE02 (1)	0,50	± 0,15
primär	Primärrohstoff, erneuerbar	(Renewable) zertifiziert (hochwertig, mit Nachforstung) oder vergleichbar (z. B. schnell nachwachsend)**	ZE04 (1)	0,75	± 0,15
		(Renewable)	ZE04 (1)	0,50	± 0,15
	Zirkularitätsklassen oberhalb 0,50 sind für einen positiven Beitrag zur Kreislaufwirtschaft anzustreben				
	Primärrohstoff, nicht erneuerbar	(Not renewable)		0,00	± 0,15

Tabelle 3: Klassifizierte Bewertungsfaktoren und Zirkularitätsklassen des Teilindicators Materialherkunft (H)

- * Einsatz zirkulärer Produkte auf Bauteilebene: zugeordnete Systematik lt. DGNB Kriterium TEC1.6²⁵ Ind.3.2.2
 ** z. B. laut DGNB Kriterium ENV1.3 Risiken für die lokale Umwelt

Für die Begriffsdefinition siehe Abschnitt 4. Glossar bzw. Recycling Atlas³⁰ oder für Beispiele DGNB Bauprodukte Report³¹. Die Klassifizierung der Sekundärmaterialien orientiert sich an den R-Strategien laut Deutscher Normungsroadmap Circular Economy³² bzw. Hierarchie hochwertiger Anschlussnutzung laut DIN SPEC 19484 (2023)³³ basierend auf den Zirkularitätsstrategien nach Potting et al. (2017).³⁴ Die Vermeidung ist aufgrund fehlender Datengrundlagen und Bemessungsmethoden nicht bewertet. Für Beispiele zur Einordnung der Zirkularitätsklassen siehe DGNB GRP Anleitung bzw. Recycling Atlas³⁰.

Refuse / Reduce > Reuse > Remanufacture / Repurpose > Recycling
 Vermeidung > Wiederverwendung > Weiterverwendung > Wieder- / Weiterverwertung

Hinweis: Sollte eine getrennte Zuordnung in wieder- oder weiterverwendet bzw. wieder- oder weiterverwertet nicht möglich sein, ist die jeweils als qualitativ niedriger eingestufte Kategorie zu wählen.

Wiederverwendet: Beispiel: Klinker wird wieder als Klinker im Vormauerwerk eingesetzt

Weiterverwendet: Beispiel: Klinker wird als Gartenwegbelag eingesetzt

Wiederverwertet: Beispiel: Aus Stahlschrott wird durch Schmelzen ein neuer Stahlträger geformt; Chemisches Recycling von Kunststoffen zur Gewinnung der Materialausgangsstoffe

(Weiter-)Verwertet: Beispiel: Weiterverwertung von Ziegelsplitt zu Pflanzsubstrat; Betonrecycling

³⁰ https://www.detail.de/de_de/atlas-recycling-2-2022

³¹ https://www.dgnb.de/filestorages/Downloads_unprotected/publikationen/dgnb-report-bauprodukte-im-blick-der-nachhaltigkeit_de.pdf

³² <https://www.din.de/resource/blob/892606/06b0b608640aadd63e5dae105ca77d8/normungsroadmap-circular-economy-data.pdf>

³³ <https://www.din.de/de/wdc-beuth:din21:371235753>

³⁴ https://www.researchgate.net/figure/fig1_319314335

BAU- UND ABBRUCHABFÄLLE

BESTAND + NEUEINGEBRACHTES- [MASSE-%]

Zirkularitätsklasse	Erläuterung	Einordnung: Entwurf Zirkularitäts-Index (BBSR)			Bewertungs-faktor $f_{ZK(H)}^*$		Toleranz-bereich
		EoL-Klass.	Potenzial	Index	Bau	Abbruch	
Wiederverwendung	inklusive Vorbereitung zur Wiederverwendung	A	WV	140	1,00	1,00	± 0,15
Werkstoffl. Qualität. Wiederverwendung	hochwertig, inklusive Aufwertung, Closed-Loop-Recycling	B	CL	100	0,80	0,80	± 0,15
Stoffliche Verwertung	Recycling ohne Aufwand, Closed-Loop-Recycling mit Aufwand	C	RC* / CL (mit Aufwand)	80	0,70	0,70	± 0,15
	Recycling mit Aufbereitungs-aufwand, Open-Loop-Recycling	D	RC (mit Aufwand)	60	0,60	0,60	± 0,15
	Zirkularitätsklassen oberhalb 0,50 sind für einen positiven Beitrag zur Kreislaufwirtschaft anzustreben						
Thermische Verwertung	Recycling mit minderer Qualität, sonstige stoffliche Verwertung	E	SV	20	0,40	0,40	± 0,15
	erneuerbar/biogen zertifiziert und nachweislich schadstoffarm	E	EV+	20	0,40	0,40	± 0,15
	nicht erneuerbar/biogen, erneuerbar/biogen nicht zertifiziert	F	EV-	-20	0,20	0,20	± 0,15
Verfüllung	energetische Beseitigung	G	EB	-60	0,00	0,00	± 0,15
Deponierung	von nicht gefährlichem Material	F	Dep+	-20	0,20	0,20	± 0,15
Deponierung	nicht gefährlicher Abfall (DK 0-II), inkl. Deponierung von Inertabfällen	F	Dep+	-20	0,20	0,20	± 0,15
Entsorgung	als gefährlicher Abfall (DK III-IV), Deponierung nach Aufbereitung	G	Dep-	-60	0,00	0,00	± 0,15

Tabelle 4: Klassifizierte Bewertungsfaktoren und Zirkularitätsklassen des Teilindikators Bau-/Abbruchabfälle (H)

* Bewertung angelehnt an Verhältnis der Klassen laut Entwurf BBSR Zirkularitäts-Potenzial (November 2023)

Die Einordnung der massebezogenen Quoten erfolgt für die Bau- und Abbruchabfälle entsprechend Recycling Atlas³⁰ bzw. Abfallhierarchie gemäß Gewerbeabfallverordnung (GewAbfV)³⁵ im Rahmen des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG)³⁶.

Die Bau- und Abbruchabfälle sind auf die betrachtete Baumaßnahme bezogen. D. h. es werden nur die ungefährlichen Bau- und Abbruchabfälle, welche im Rahmen der dokumentierten Baumaßnahme entstehen, betrachtet. Die als gefährlich zu deklarierenden Bau- und Abbruchabfälle sind unter ‚Entsorgung als gefährlicher Abfall‘ einzuordnen und sind entsprechend der gesetzlichen Verordnungen zu behandeln.

Bei **Bestand** bzw. wenn kein Rückbau erfolgt, kann die Betrachtung der Bau- und Abbruchabfälle entfallen, da es sich dann um eine reine Bestandsbewertung handelt.

Bei **Bestandserhalt (...)** kann die Betrachtung der Abbruchabfälle entfallen, wenn kein Rückbau erfolgt, da es sich dann um eine Neubaumaßnahmenbewertung handelt.

- mit Rückbau: Bau- und Abbruchabfälle (siehe auch: Rückbaumaßnahmen)
- ohne Rückbau: Bauabfälle

³⁵ https://www.gesetze-im-internet.de/gewabfv_2017/

³⁶ <https://www.bmu.de/gesetz/kreislaufwirtschaftsgesetz>

SCHADSTOFFBELASTUNG

BESTAND / BESTANDSERHALT (QUALITATIV)

Zirkularitätsklasse	Erläuterung	Bewertungs-faktor $f_{ZK(H)}$	Toleranz-bereich
Zielvorstellung	Analyse durchgeführt, keine Schadstoffe vorhanden	1,00	± 0,15
Optimiert	Analyse durchgeführt, Schadstoffsanierung hat stattgefunden (inkl. Risiko- / Störstoffen), Rest-Schadstoffkataster dokumentiert	1,00	± 0,15
Gehobener Standard	Analyse durchgeführt, Schadstoffsanierung hat stattgefunden, Rest-Schadstoffkataster dokumentiert	0,75	± 0,15
Standard	Analyse durchgeführt, Schadstoffkataster vorhanden	0,50	± 0,15
Zirkularitätsklassen oberhalb 0,50 sind für einen positiven Beitrag zur Kreislaufwirtschaft anzustreben			
Kritisch	Keine Analyse, Verdacht liegt vor (z. B. lt. Baujahr)	0,00	± 0,15
nicht bewertbar	Keine Analyse, kein Verdacht	0,00	± 0,15

Tabelle 5: Klassifizierte Bewertungsfaktoren und Zirkularitätsklassen des Teilindikators Schadstoffbelastung (H)

Die Bewertung erfolgt hier immer gesamtheitlich für das Gesamt-Bauwerk bzw. die Gesamt-Bestandsmasse und nicht in massebezogenen Quoten.

Die Einstufung des Bauwerks im Gesamten erfolgt z. B. auf Basis des DGNB Kriteriums für Neubauten ENV1.2 Risiken für die lokale Umwelt³⁷, da es hierzu bisher an standardisierten bzw. regulatorischen Methodiken zur umfänglichen Einstufung fehlt. Möglich ist auch die Bewertung über ein anderes Verfahren zur Einstufung z. B. auf Produktebene laut DGNB Kriterium TEC1.6²⁵ (Indikator 3.2.2) oder anderen Verfahren laut anerkannten Zertifizierungssystemen, welches mit angegeben wird.

Grundsätzlich gilt die Anforderung, dass das Gebäude im Rahmen einer Bestandsanalyse hinsichtlich aller aufgeführten Gefahr-/Schadstoffe in Gebäuden in Form eines Gefahr-/Schadstoffgutachtens sowie eines Gefahr-/Schadstoffkatasters dokumentiert wird. Der Status Quo bzw. das Ergebnis der Analyse kann laut dargestellter Klassifizierungs-Systematik angegeben werden.

Gefahr- / Schadstoffgutachten: Je nach Bauwerksphase sind die gesetzlichen Vorgaben und Handlungsnotwendigkeiten einzuhalten. Das Gutachten ist nach aktuellem Stand der Technik zu erstellen, siehe auch VDI/GVSS 6202 Blatt 1³⁸ (bzw. Blatt 2+3). Nach der Sanierung sollte eine Abschlussdokumentation und ein Rest-Schadstoffkataster (z. B. anhand von Schadstoffkatasterplänen) vorhanden sein (siehe auch VDI/GVSS 6202 Abschnitt 7.6), siehe z. B. auch Vorlage für ein erweitertes Schadstoffkataster laut DGNB Rückbau-Zertifikat³⁹.

³⁷ https://www.dgnb.de/filestorages/Downloads_unprotected/dokumente/kriterien/dgnb-kriterium-env-1-2-gebäude-neubau-version-2023.pdf

³⁸ <https://www.vdi.de/richtlinien/details/vdigvss-6202-blatt-1-schadstoffbelastete-bauliche-und-technische-anlagen-abbruch-sanierungs-und-instandhaltungsarbeiten>

³⁹ <https://www.dgnb.de/de/zertifizierung/gebäude/rueckbau>

MATERIALVERTRÄGLICHKEIT

NEUEINGEBRACHTES (BEI BESTAND: BESTEHENDES) [MASSE-%]

Zirkularitätsklasse	Erläuterung	BBSR Störstoff -Klasse*	DGNB TEC1.6 ***	DGNB ENV1.2 ****	Bewertungs- faktor $f_{ZK(Z)}$	Toleranz- bereich
Zielvorstellung	schadstofffrei	S1, S2	ZE01(1), ZE01(2), ZE02(4) ¹		1,00	± 0,15
Optimiert	weitgehend schadstofffrei, mit Materialprüfung, nicht gesundheitsgefährdend, die Kreislauffähigkeit nicht ver hindernd**	S1, S2		QS4	1,00	± 0,15
Gehobener Standard	mit Materialprüfung, nicht gesundheitsgefährdend, die Kreislauffähigkeit nicht ver hindernd**	S1, S2		QS3	0,75	± 0,15
Standard	nicht gesundheitsgefährdend, die Kreislauffähigkeit nicht ver hindernd**	S1, S2		QS1-2	0,50	± 0,15
Zirkularitätsklassen oberhalb 0,50 sind für einen positiven Beitrag zur Kreislaufwirtschaft anzustreben						
Kritisch	die Kreislaufführung ver hindernd	S3, S4			0,00	± 0,15
nicht bewertbar	nicht genügend Informationen vorhanden				0,00	± 0,15

Tabelle 6: Klassifizierte Bewertungsfaktoren und Zirkularitätsklassen des Teilindikators Materialverträglichkeit (Z)

¹ bei Sekundär-Material

* Zuordnung zu Störstoffklassen der Materialverträglichkeit laut Entwurf BBSR Zirkularitäts-Index (Nov. 2023)

** siehe relevante Zeilen für EoL laut Kriterienmatrix in DGNB Kriterium ENV1.2, siehe *Abbildung 6*

*** Einsatz zirkulärer Produkte auf Bauteilebene: zugeordnete Systematik lt. DGNB Kriterium TEC1.6²⁵ Ind.3.2.2

**** zugeordnete Systematik zur Qualitätsstufenermittlung laut DGNB Kriterium ENV1.2

Da für eine zukünftige Kreislaufführung der Materialressourcen bzw. die Weitergabe in die Nachnutzungswege/-verfahren nach dem Lebensende der Ressource bzw. des Bauwerks neben den gesundheitsrelevanten Gefahr- und Schadstoffen, auch weitere Risiko- und Störstoffe eine Rolle spielen, erfolgt die Einstufung für neueingebrachte Materialien hier bezogen auf die Eigenschaft der Kreislauffähigkeit laut Klassifizierungs-Systematik.

Die Kreislaufführung ver hindernd: siehe auch Einordnung laut Urban Mining Index¹⁴.

Die Einordnung erfolgt hier durch folgende zwei Betrachtungen

- Schad-/Risikostoffe: Beeinflussung des Rückbaus bzw. der Nachnutzung
→ siehe z.B. relevante Zeilen für EoL-Phase (Ende der Bauwerknutzung / Rückbauphase) gemäß *Abbildung 6* laut DGNB Kriterium ENV1.2 Kriterienmatrix³⁷ (KM)
- Störstoffe: Beeinflussung der Verwertungsqualität/-prozesse bzw. der Entsorgungseigenschaften
→ siehe z.B. Zuordnung der Störstoffklassen laut BBSR Zirkularitäts-Index Materialverträglichkeit

Die Herangehensweise zur Einstufung des Gebäudes bzgl. Schad- und Risikostoffen kann zusätzlich in Stufenform hinsichtlich Umfang und Qualität eingestuft werden, siehe z. B. laut DGNB GRP Anleitung¹.

DEMONTAGEFÄHIGKEIT

BESTAND + NEUEINGEBRACHTES [MASSE-%]

Zirkularitätsklasse	Erläuterung			DGNB TEC1.6*	Bewertungsfaktor $f_{ZK(Z)}$	Toleranzbereich
	Verbindungsart	Rückbauaufwand	Schadensart			
optimiert	lose / Klickverbindung	sehr geringer Aufwand	Zerstörungsfrei lösbar	ZE06(1)**, ZE07(1)***	1,00	± 0,15
verbessert	gesteckt / geschraubt	geringer Aufwand	Zerstörungsfrei lösbar	ZE06(1)**, ZE07(1)***	0,75	± 0,15
Standard	festverbaut	mittlerer Aufwand	überwiegend zerstörungsfrei lösbar		0,50	± 0,15
Zirkularitätsklassen oberhalb 0,50 sind für einen positiven Beitrag zur Kreislaufwirtschaft anzustreben						
eingeschränkt	festverbaut	hoher Aufwand	reparable Schäden		0,25	± 0,15
problematisch	festverbaut	extrem aufwändig	irreparable Schäden		0,00	± 0,15
nicht bewertbar	bzw. nicht demontagefähig				0,00	± 0,15

Tabelle 7: Klassifizierte Bewertungsfaktoren und Zirkularitätsklassen des Teilindikators Demontagefähigkeit (Z)

- * Einsatz zirkulärer Produkte auf Bauteilebene: Zugeordnete Systematik lt. DGNB Kriterium TEC1.6²⁵ Ind. 3.2.2
- ** mit Nachweis, dass das Produkt zerstörungsfrei demontierbar eingebaut ist
- *** gilt für Bauprodukte/-systeme, die aus mehreren Produkten / Komponenten / Materialien bestehen

Um die Demontagefähigkeit des Bauwerks klassifizieren zu können werden die Verbindungsart, der Rückbauaufwand und die resultierende Schädigung bewertet. Als Grundlage zur Festlegung der Bewertungsfaktoren wurden bisherig angewandte Methoden verglichen und gemäß Relevanz und Anwendungsmöglichkeit diskutiert bzw. teilweise Mittelwerte gebildet, siehe *Tabelle 10: Vergleich weiterer Bewertungsmethoden zur Bewertung der Demontagefähigkeit* (in Abschnitt 7. Anhang).

Hinweis: Ein Bauwerk besteht aus unterschiedlichen Hierarchien mit individuellen Nutzungsdauern, welche in der Planung berücksichtigt werden sollten. Bezogen auf die Zirkularität ist die Demontagefähigkeit vor allem für die Strukturebenen relevant, deren Bauteile/-produkte/-materialien eine kürzere Lebensdauer bzw. häufigere Austauschzyklen haben, siehe *Abbildung 4* laut DGNB GRP Anleitung¹ bzw. *Abbildung 5* laut DGNB Publikation ‚Bauprodukte im Blick der Nachhaltigkeit‘³¹ (Layer of Stewart Brand⁴¹).

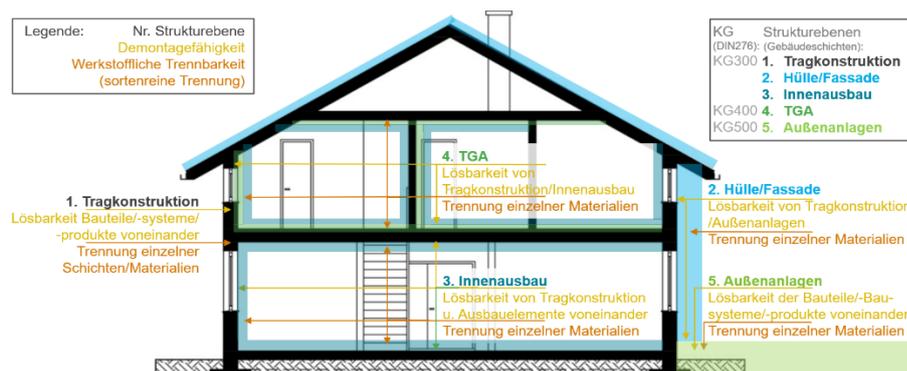


Abbildung 4: Abgrenzung der Demontagefähigkeit und werkstoffliche Trennbarkeit nach Strukturebenen

WERKSTOFFLICHE TRENNBARKEIT

BESTAND + NEUEINGEBRACHTES [MASSE-%]

Zirkularitätsklasse	Erläuterung			DGNB TEC1.6*	Bewertungs- faktor $f_{ZK(Z)}$	Toleranz- bereich
	Prozess	Aufwand	Kreislauffähigkeit			
optimiert	nicht maschinell	einfach zugänglich	ohne Anhaftungen, monomateriell, vollständig in Kreislauf überführbar	ZE07(2)	1,00	± 0,15
verbessert	maschinell		vollständig in Kreislauf überführbar	ZE07(2)	0,75	± 0,15
Standard	maschinell, chemisch		fast vollständig in Kreislauf überführbar		0,50	± 0,15
Zirkularitätsklassen oberhalb 0,50 sind für einen positiven Beitrag zur Kreislaufwirtschaft anzustreben						
eingeschränkt		aufwändig	nicht vollständig in Kreislauf überführbar		0,25	± 0,15
problematisch		extrem aufwändig	nicht vollständig in Kreislauf überführbar		0,00	± 0,15
nicht bewertbar	bzw. nicht sortenrein trennbar				0,00	± 0,15

Tabelle 8: Klassifizierte Bewertungsfaktoren und Zirkularitätsklassen Teilindikator werkstoffliche Trennbarkeit (Z)

* Einsatz zirkulärer Produkte auf Bauteilebene: zugeordnete Systematik lt. DGNB Kriterium TEC1.6²⁵ Ind. 3.2.2

Um die werkstoffliche Trennbarkeit des Bauwerks klassifizieren zu können werden der Prozess zur sortenreinen Trennung sowie die Auswirkung auf die Kreislaufführung bewertet. Als Grundlage zur Festlegung der Bewertungsfaktoren wurden bisherig angewandte Methoden verglichen, gemäß Relevanz und Anwendungsmöglichkeit diskutiert bzw. teilweise Mittelwerte gebildet, siehe *Tabelle 11: Vergleich weiterer Bewertungsmethoden zur Bewertung der werkstofflichen Trennbarkeit* (siehe 7. Anhang).

Hinweis: Ein Bauwerk besteht aus unterschiedlichen Hierarchien mit individuellen Nutzungsdauern, welche in der Planung berücksichtigt werden sollten. Bezogen auf die Zirkularität ist die Demontagefähigkeit vor allem für die Strukturebenen relevant, deren Bauteile/-produkte/-materialien eine kürzere Lebensdauer bzw. häufigere Austauschzyklen haben, siehe *Abbildung 4* laut DGNB GRP Anleitung¹ bzw. *Abbildung 5* laut DGNB Publikation ‚Bauprodukte im Blick der Nachhaltigkeit‘³¹ (Layer of Stewart Brand⁴⁰).

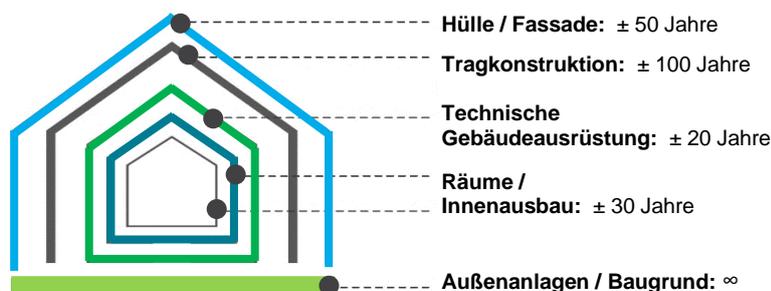


Abbildung 5: Nutzungsdauer der Gebäudeschichten (angelehnt an: Layer of St. Brand / Projekt ‚Einfach Bauen‘⁴⁰)

⁴⁰ Brand, S. (1995). How Buildings Learn: What Happens After They're Built. London. Grafik angelehnt an Bearbeitung durch: Technische Universität München. Einfach bauen: Ein Leitfaden.

MATERIALVERWERTUNG(-SPOTENZIAL)

BESTAND + NEUEINGEBRACHTES [MASSE-%]

Zirkularitätsklasse	Erläuterung	DGNB TEC1.6*	Einordnung: Entwurf			Bewertungs- faktor f _{ZK(Z)} **	Toleranz- bereich
			Zirkularitäts-Index (BBSR)	EoL-Klasse	Potenzial		
Wiederverwendung	inklusive Vorbereitung zur Wiederverwendung	ZE09(1) ***	A	WV	140	1,00	± 0,15
Werkstoffl. Qualität. Wiederverwendung	hochwertig, inklusive Aufwertung, Closed-Loop-Recycling	ZE07(2)	B	CL	100	0,80	± 0,15
Stoffliche Verwertung	Recycling ohne Aufwand, Closed-Loop-Recycling mit Aufwand	ZE07(2)	C	RC*/CL (mit Aufwand)	80	0,70	± 0,15
	Recycling mit Aufbereitungs-aufwand, Open-Loop-Recycling	ZE07(2)	D	RC (mit Aufwand)	60	0,60	± 0,15
	Zirkularitätsklassen oberhalb 0,50 sind für einen positiven Beitrag zur Kreislaufwirtschaft anzustreben						
Thermische Verwertung	Recycling mit minderer Qualität, sonstige stoffliche Verwertung	ZE07(2)	E	SV	20	0,40	± 0,15
	erneuerbar/biogen zertifiziert und nachweislich schadstoffarm	ZE04(1)	E	EV+	20	0,40	± 0,15
	nicht erneuerbar/biogen, erneuerbar/biogen nicht zertifiziert	ZE04(1)	F	EV-	-20	0,20	± 0,15
Verfüllung	von nicht gefährlichem Material		G	EB	-60	0,00	± 0,15
			F	Dep+	-20	0,20	± 0,15
Deponierung	nicht gefährlicher Abfall (DK 0-II), inkl. Deponierung von Inertabfällen		F	Dep+	-20	0,20	± 0,15
Entsorgung	als gefährlicher Abfall (DK III-IV), Deponierung nach Aufbereitung	ZE01	G	Dep-	-60	0,00	± 0,15

Tabelle 9: Klassifizierte Bewertungsfaktoren und Zirkularitätsklassen des Teilindikators Materialverwertung (Z)

* Einsatz zirkulärer Produkte auf Bauteilebene: zugeordnete Systematik lt. DGNB Kriterium TEC1.6²⁵ Ind. 3.2.2

** Bewertung angelehnt an Verhältnis der Klassen laut Entwurf BBSR Zirkularitäts-Potenzial (November 2023)

*** mit Nachweis, dass das Produkt so eingebaut ist, um für ein Wiederverwendungsszenario verfügbar zu sein

Um das zukünftige Materialverwertungspotenzial (engl. material loop potential) zu ermitteln, kann für jeden Werkstoff der nach **heutigem Stand der Technik typische Nachnutzungsweg** angenommen werden laut geltenden Ökobilanzierungsregeln für EoL (engl. End-of-Life), siehe auch Umweltproduktdeklarationen nach DIN 15804 oder Gebäudezertifizierungssysteme (Bundesförderung QNG bzw. DGNB ENV1.1). Auch andere Betrachtungsebenen wie die der Bauprodukte oder Bauteile können hier angewendet werden, insbesondere kann dies für die hohen Zirkularitätsklassen sinnvoll sein.

Für die Definition der Begriffe zur Klassifizierung siehe auch Abschnitt 4. *Glossar*, Recycling Atlas³⁰, Urban Mining Index¹⁴ bzw. DGNB Gebäuderessourcenpass Anleitung.

Beispiel: Werkstofflich qualitative Wiederverwertung (Closed-Loop-Recycling)

Optimierte Qualität eines Stahlträgers über technologische Produktionsprozesse, z. B. durch eine zusätzliche Legierung; Bewertung / Nachweis z. B. über einen angestiegenen Material(-rest-)wert

Beispiel: Stoffliche Weiterverwertung

Weiterverwertung von Ziegelsplitt zu Pflanzsubstrat / Beton zu rezykliertem Gesteinskörnung / Stahlbauteile zu Betonstahlbewehrung

Beispiel: Thermische Verwertung

Ersatzbrennstoff in einer Produktionsstätte oder Müllverbrennungsanlage

2.7 Beispiel-Berechnung Zirkularitätsindex

Beispiel: Neubau, langlebig (> 20 Jahre), siehe DGNB Gebäuderessourcenpass¹ (Beispiel Neubau)

1. Schritt: Ermittlung Zirkularitätsergebnis je Teilindikator

Die Berechnung des Zirkularitätsergebnisses je Teilindikator (TI) erfolgt über die Einordnung der massebezogenen Quoten zu den Zirkularitätsklassen (ZK), welchen jeweils Bewertungsfaktoren zugeordnet sind (siehe Abschnitt 2.5 Anwendungsfälle und Gewichtungsfaktor).

$$\text{Zirkularitätsergebnis: } \sum (\text{Klassifizierter Massenstrom } m_{ZK} * \text{Bewertungsfaktor je Zirkularitätsklasse } f_{ZK(H)})$$

Zirkularitätsergebnis: Materialherkunft

$$\sum (m_{ZK} [M-\%] \times f_{ZK(H)} [0-1]) = 10 \times 1.00 + 3 \times 1.00 + 5 \times 0.75 + 18 \times 0.50 + 22 \times 0.75 + 9 \times 0.50 + 33 \times 0.00 = 0.47$$

Wieder- verwendet
Weiter- verwendet
Wieder- verwertet
Weiter- verwertet
erneuerbar zertifiziert
erneuerbar nicht zertifiziert
nicht erneuerbar

Sekundärmaterialien
Primärmaterialien

Zirkularitätsergebnis: Bau-/Abbruchabfälle

$$\sum (m_{ZK} [M-\%] \times f_{ZK(H)} [0-1]) = 4 \times 1.00 + 15 \times 0.80 + 65 \times 0.60 + 5 \times 0.40 + 3 \times 0.20 + 7 \times 0.20 + 1 \times 0.00 = 0.59$$

Wieder- verwendung
Wieder- verwertung
Stoffliche Verwertung
Thermische Verwertung (zertifiziert)
Thermische Verwertung (n. zertifiziert)
Verfüllung/ Deponierung
Entsorgung

Zirkularitätsergebnis: Schadstoffbelastung – ohne Angabe, da kein Bestand bewertet wird = n. A.

Zirkularitätsergebnis: Materialverträglichkeit

$$\sum (m_{ZK} [M-\%] \times f_{ZK(Z)} [0-1]) = 4 \times 1.00 + 16 \times 1.00 + 35 \times 0.75 + 12 \times 0.50 + 15 \times 0.00 + 18 \times 0.00 = 0.52$$

Ziel- vorstellung
Optimiert
Gehobener Standard
Standard
Kritisch
nicht bewertbar

Zirkularitätsergebnis: Demontagefähigkeit

$$\sum (m_{ZK} [M-\%] \times f_{ZK(Z)} [0-1]) = 28 \times 1.00 + 35 \times 0.75 + 20 \times 0.50 + 12 \times 0.25 + 5 \times 0.00 + 0 \times 0.00 = 0.67$$

Optimiert
Verbessert
Standard
eingeschränkt
problematisch
nicht bewertbar

Zirkularitätsergebnis: Werkstoffliche Trennbarkeit

$$\sum (m_{ZK} [M-\%] \times f_{ZK(Z)} [0-1]) = 43 \times 1.00 + 43 \times 0.75 + 4 \times 0.50 + 4 \times 0.25 + 2 \times 0.00 + 4 \times 0.00 = 0.78$$

Optimiert
Verbessert
Standard
eingeschränkt
problematisch
nicht bewertbar

Zirkularitätsergebnis: Materialverwertung(-spotenzial)

$$\sum (m_{ZK} [M-\%] \times f_{ZK(Z)} [0-1]) = 11 \times 1.00 + 16 \times 0.80 + 27 \times 0.60 + 30 \times 0.40 + 9 \times 0.20 + 5 \times 0.20 + 2 \times 0.00 = 0.55$$

Wieder- verwendung
Wieder- verwertung
Stoffliche Verwertung
Thermische Verwertung (zertifiziert)
Thermische Verwertung (n. zertifiziert)
Verfüllung/ Deponierung
Entsorgung

2. Schritt: Gewichtung je Anwendungsfall und Summierung zu (Teil-)Zirkularitätsindex

Die im 1. Schritt ermittelten Zirkularitätsergebnisse werden jeweils mit den Gewichtungsfaktoren laut Anwendungsfall gemäß *Tabelle 2: Anwendungsfälle und Gewichtungsfaktor je Teilindikator* multipliziert und daraufhin zu Teil-Zirkularitätsindizes oder zum gesamtheitlichen ZI addiert.

ZI_(H) = 0.47 x 60% + 0.59 x 5% + n.A. x 0% = 0.31 <small>Materialherkunft + Bau-/Abbruchabfälle + Schadstoffbelastung</small>	+	ZI_(Z) = 0.52 x 10% + 0.67 x 5% + 0.78 x 5% + 0.55 x 15% = 0.20 <small>Materialverträglichkeit + Demontagefähigkeit + Werk. Trennbarkeit + Materialverwertung</small>	+	ZI = 0.51
--	---	---	---	------------------

3. Ausblick: Die Zukunft von Zirkularitätsbewertungen von Bauwerken

Der beschriebene Qualitätsstandard zur Zirkularitätsbewertung von Bauwerken ist neutral von partikulären Interessen sowie zielgerichtet und objektiv entwickelt worden, wurde transparent von ausgewiesenen Expertinnen und Experten erarbeitet und steht übergeordnet allen zur Verfügung. Durch die ermöglichte Anwendung und einen offenen Wissensaustausch über gewonnene Praxiserfahrungen kann und soll eine einheitliche Sprache bei den Themen Ressourcen und Zirkularität im Bauen entstehen.

Anschlussfähigkeit

Der Qualitätsstandard wurde anwendungs- und marktorientiert unter Einbezug relevanter europäischer Aktivitäten und Anforderungen entwickelt, wodurch eine umfangreiche Anschlussfähigkeit und nachhaltige Prozessintegration gewährleistet werden. Der abgeleitete DGNB Zirkularitätsindex sowie Zirkularitätsbewertungen im Toleranzbereich des definierten Qualitätsstandards können im Zuge einer DGNB Gebäudezertifizierung angewendet werden und zu einer besseren Bewertung beitragen.

Tools und Schnittstellen

Mit Blick in die Zukunft der digitalen Planung und Dokumentation möchte die DGNB alle Software-Anbietenden und Tool-Herstellenden dazu ermutigen, Schnittstellen zu integrieren, auch in eigene bereits vorhandene Instrumente und Tools. Aktuelle Beispiele für eine derartige Integration und Ausgabe sind Unternehmen bzw. Tool-Anbietende wie Madaster, Concular, EPEA und Urban Mining Index, die mit anderen Expertinnen und Experten im DGNB Ausschuss für Lebenszyklus und zirkuläres Bauen²³ bei der Entwicklung des DGNB Gebäuderessourcenpasses sowie dieser Veröffentlichung zum Zirkularitätsindex-Qualitätsstandard und DGNB Zirkularitätsindex unterstützt haben.

Aktuell ist seitens der DGNB keine Einzel-Prüfung von erstellten GRP sowie Zirkularitätsindizes von Bauwerken vorgesehen, im Rahmen von DGNB Zertifizierungen mit der System Version 2023 jedoch selbstverständlich schon. Mit Blick auf eine DGNB Zertifizierung wird evaluiert, ob ein Anerkennungsverfahren für Tools zur Erstellung von DGNB Gebäuderessourcenpässen entwickelt und bereitgestellt wird, auch um die Prüfung zertifizierter Projekte und die Ergebnisse zu vereinheitlichen. In diesem Zuge könnte auch die Zirkularitätsbewertung mit dem hier definierten Qualitätsstandard abgeglichen werden.

Wie geht es weiter?

Das Thema Gebäuderessourcenpass steht im Koalitionsvertrag der Bundesregierung 2021. Aktuell erfolgt durch das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) in Zusammenarbeit mit Facharbeitsgruppen die weitere Ausdifferenzierung zur Ausgestaltung und Einführung eines digitalen Gebäuderessourcenpasses. Der GRP als Instrument auf Bundesebene mit Zirkularitätsindex soll noch in dieser Legislaturperiode veröffentlicht werden und ab 2025 zu Beginn zumindest für Bundesbauten sowie im Rahmen der Bundes-Förderung energieeffizienter Gebäude (QNG)⁴¹ eingeführt werden. Im Zuge dieser bundeseinheitlichen Ausarbeitung könnten zukünftig weitere Kennwerte von Interesse sein, die sich z. T. gerade noch in der Erforschung befinden, z. B. zum kumulierten Rohstofffußabdruck.

Es ist seitens der DGNB geplant, zusätzlich zur weiteren Definition der noch offenen Anwendungsfälle ‚Bestand‘ und ‚Sanierung‘, die Bewertung der Nutzungsphase weiter zu diskutieren und als zusätzlichen Faktor in die Zirkularitätsbewertung einzubeziehen, z. B. über das Verhältnis Inflow vs. Outflow oder tatsächliche Nutzungsdauer vs. üblicher Austauschzyklus. Auch ein möglicher zukünftiger Einbezug des auf Basis des zukünftigen Stands der Technik bewerteten Materialverwertungspotenzials ist denkbar.

Eine umfangreiche Beispielberechnung soll zeitnah erfolgen, um das Verständnis und die Anwendung zu erleichtern. Wir freuen uns auf die Anwendung und auf neue Erkenntnisse, nach denen der Qualitätsstandard verbessert werden kann und zielführende Benchmarks definiert werden können.

⁴¹ <https://www.nachhaltigesbauen.de/austausch/beg>

4. Glossar

Baukonstruktion	Bauliche Anlage bzw. Gebäude laut §1 bzw. §2 MBO, ohne techn. Anlagen
Bauwerk	Bauliche Anlage bzw. Gebäude laut §1 bzw. §2 MBO, mit technischen Anlagen
Strukturebene	Eine Strukturebene beschreibt hier eine Ebene des Bauwerks. Laut DGNB kann ein Bauwerk in folgende Strukturebenen gegliedert werden: Tragkonstruktion, Gebäudehülle, Innenausbau, Technische Gebäudeausrüstung und Außenanlagen.
Vermeidung	Rein ideelle Bedarfsdeckung, durch welche üblicherweise eingesetzte materielle Ressourcen vermieden werden (Suffizienz-Prinzip)
Wiederverwendung	Die Produktgestalt bleibt erhalten und wird dem gleichen Verwendungszweck bzw. Produktionsprozess zugeführt
Weiterverwendung	Die Produktgestalt bleibt erhalten und wird einem neuen / andersartigen Verwendungszweck bzw. Produktionsprozess zugeführt
Wiederverwertung	Die Produktgestalt wird aufgelöst und über eine werkstoffliche Wiederverwertung mit ursprünglicher Materialeigenschaft auf gleichbleibendem Qualitätsniveau im geschlossenen Kreislauf geführt (auch: Closed-Loop-Recycling; tlw. auch bekannt unter engl. ‚Upcycling‘)
Weiterverwertung	Die Produktgestalt wird aufgelöst und über eine werkstoffliche Weiterverwertung mit ursprünglicher Materialeigenschaften auf reduziertem Qualitätsniveau im offenen Kreislauf (auch Open-Loop-Recycling; (tlw. auch bekannt unter engl. ‚Downcycling‘) geführt
Stoffliche Verwertung	Werkstoffliche Wiederverwertung und Weiterverwertung (auch: Recycling):
Werkstofflich qualitative Wiederverwertung	Verbesserung der ursprünglichen Materialeigenschaften durch Aufbereitung auf ein im Vergleich zum Ausgangsprodukt höheres Qualitätsniveau im geschlossenen Kreislauf
Stoffliche Weiterverwertung	Einsatz von Werkstoffen in einem von diesen zuvor noch nicht durchlaufenen Produktionsprozess, durch welchen Produkte mit neuen bzw. anderen Eigenschaften und/oder anderer Gestalt, sogenannte Sekundärwerkstoffe, mit einem gegenüber dem Ursprungszweck gleichwertigen oder niedrigeren Qualitätsniveau entstehen
Thermische Verwertung	Energetische Verwertung zur Gewinnung thermischer Energie bei gleichzeitig völligem Qualitäts- und Wertverlust
Kreislaufführung	Umgesetzte Kreislaufwirtschaft, als heutiger Beitrag zur Kreislaufwirtschaft (auch bekannt als: pre-use Phase)
Kreislauffähigkeit	Potenzial der Kreislaufführung, als zukünftiger Beitrag zur Kreislaufwirtschaft (auch bekannt als: post-use Phase)
Nachnutzungswege	Verwendungs- und Verwertungswege nach der Nutzungsphase
Materialverwertung	Beschreibt hier das dem nach heutigem Stand der Technik typischem Nachnutzungsweg zugeordnete Materialverwertungspotenzial (engl. material loop potential)
Demontagefähigkeit	(auch: Demontierbarkeit /Rückbaubarkeit / Rückbaufähigkeit), beschreibt hier die Fähigkeit ein im Gebäude bzw. Bauwerk eingebautes Bauteil / -element / -komponenten in seiner Gesamtheit daraus wieder zu entfernen. Bauteile / -elemente / -komponenten, die so konzipiert sind, dass sie mit Hilfe von reversiblen Anschlüssen installiert und wieder zerstörungsfrei demontiert werden können, begünstigen die Demontagefähigkeit. Eine positive Demontierbarkeit ist grundlegend für eine spätere Recyclingfreundlichkeit.
Werkstoffliche Trennbarkeit	(auch: sortenreine Trennung- / Trennbarkeit), beschreibt hier die Fähigkeit Bauteile / -elemente / -komponenten oder einzelne in diesen eingesetzten

	Materialien herauszulösen und so eine sortenreine Trennung der Materialströme zu erlangen.
Sortenreinheit	(Teil-)Material, das ohne Fremdstoffe, z. B. durch Anhaftungen, aus dem Material(sorten)verbund entfernt werden kann
Bauabfall	Aufgrund von Baumaßnahmen anfallendes Abfallaufkommen
Abbruchabfall	Aufgrund von Abbruch- / Rückbaumaßnahmen anfallendes Abfallaufkommen
Schadstoff	in der Umwelt vorhandene Stoffe oder Stoffgemische, die schädlich für Menschen, Tiere, Pflanzen oder andere Organismen sowie ganze Ökosysteme sein können
Gefahrstoff	Gefährliche Stoffe oder gefährliche Gemische: im Sinne dieses Gesetzes sind Stoffe oder Gemische, die.... 1. die in Anhang I Teil 2 und 3 der CLP-Verordnung dargelegten Kriterien für physikalische Gefahren oder Gesundheitsgefahren erfüllen (z.B. karzinogen, reproduktionstoxisch) mit gesetzlichem Handlungsbedarf (Quelle: ChemG (1980/2008) Gefahrstoff-V)
Risikostoff	Stoffe mit potenziellem Risikopotenzial (für Umwelt und Gesundheit) über den gesetzlichen Charakter hinaus
Störstoff	Fremdstoffe die den Verwertungsprozess stören oder beeinträchtigen und sich damit auf die Kreislaufführung auswirken (durch Art des Störstoffs, das Aufbereitungsverfahren und die Störstoffkonzentration pro Störstoff und Material / Produkt / Bauteil)
Zirkularitätsklasse	Klassifizierung von Bauteilen/-produkten/-materialien bezogen auf die jeweilige Auswirkung auf die Kreislaufführung bzw. Kreislauffähigkeit eines Bauwerks
Benchmarking	Benchmarking ist ein fortlaufender Prozess, bei dem Produkte und Dienstleistungen eines Unternehmens (hier eines Bauwerks) an einer Benchmark, also an einem festgelegtem Bezugswert oder Bezugsprozess gemessen werden.
Global Warming Potential (GWP)	(dt. Treibhausgaspotenzial) dient zur Abschätzung der Auswirkungen von Treibhausgasen
Lebenszyklusanalyse (LCA)	(engl. life cycle assessment = LCA; auch Ökobilanz) Methode zur Ermittlung von Umweltauswirkungen. Sie kann für einzelne Baustoffe, für Bauteile und für das gesamte Gebäude (inklusive Gebäudenutzung) durchgeführt werden. Dabei können die Umweltauswirkungen von der Herstellung bis zum Lebensende betrachtet werden. Mit Hilfe der Lebenszyklusanalyse kann das CO ₂ -Äquivalent eines Gebäudes ermittelt werden.
Mittelwert	wird auch Durchschnittswert genannt: zur Berechnung addiert man alle Werte eines Datensatzes und teilt die Summe durch die Anzahl der Werte
Treibhausgase	Neben Kohlendioxid (CO ₂) nennt das Kyoto-Protokoll fünf weitere Treibhausgase: Methan (CH ₄) und Lachgas (N ₂ O) sowie die fluorierten Treibhausgase (F-Gas) wasserstoffhaltigen Fluorkohlenwasserstoffe (HFKW), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW) und Schwefelhexafluorid (SF ₆). Seit 2015 wird Stickstofftrifluorid (NF ₃) zusätzlich einbezogen. Diese Gase werden durch Anwendung der sogenannten GWP-Werte miteinander normiert werden.
Kostengruppe	Laut DIN 276 werden zur Regelung der Kostenplanung in Bauprojekten die Kosten in Kostengruppen auf Basis von Bauteilgruppen gegliedert.

5. Abkürzungsverzeichnis

AF	Anwendungsfall
B	Bestand
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
CL	Closed Loop (engl.; dt. = geschlossener Kreislauf)
CO ₂	Kohlenstoffdioxid / Kohlendioxid
DGNB	Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen – DGNB e.V.
DK	Deponieklasse
EoL	End-of-Life (engl.; dt. = Lebensende)
GRP	Gebäuderessourcenpass
GWP	Global Warming Potential (engl.; dt. =Treibhausgaspotenzial)
H	Heute
KG	Kostengruppe (laut DIN 276)
kg	Kilogramm
KM	Kriterienmatrix
LCA	Life cycle assesement (engl); dt. = Lebenszyklusanalyse)
LPH	Leistungsphase (laut HOAI)
N	Neubau
t	Tonne
TI	Teilindikator
Z	Zukunft
ZE	Zirkuläre Eigenschaft
ZI	Zirkularitätsindex
ZK	Zirkularitätsklasse

6. Tabellen-, Formel- und Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Gebäuderessourcenpass als Datenbasis mit heutigem und zukünftigem Beitrag der Teilindikatoren.....	9
Abbildung 2: Betrachtungsebenen zur Datenermittlung.....	9
Abbildung 3: Grafische Darstellung der Formel zur Berechnung des Zirkularitätsindex.....	13
Abbildung 4: Abgrenzung der Demontagefähigkeit und werkstoffliche Trennbarkeit nach Strukturebenen	19
Abbildung 5: Nutzungsdauer der Gebäudeschichten.....	20
Abbildung 6: DGNB ENV1.2 Kriterienmatrix (KM) relevante Zeilen laut EoL (End-of-Life)	30
Tabelle 1: Relevante Zirkularitätsbewertungsmethoden nach Ebenen, Lebenszyklusphasen und Indikatoren	7
Tabelle 2: Anwendungsfälle und Gewichtungsfaktor je Teilindikator	14
Tabelle 3: Klassifizierte Bewertungsfaktoren und Zirkularitätsklassen des Teilindikators Materialherkunft (H).....	15
Tabelle 4: Klassifizierte Bewertungsfaktoren und Zirkularitätsklassen des Teilindikators Bau-/Abbruchabfälle (H).....	16
Tabelle 5: Klassifizierte Bewertungsfaktoren und Zirkularitätsklassen des Teilindikators Schadstoffbelastung (H).....	17
Tabelle 6: Klassifizierte Bewertungsfaktoren und Zirkularitätsklassen des Teilindikators Materialverträglichkeit (Z).....	18
Tabelle 7: Klassifizierte Bewertungsfaktoren und Zirkularitätsklassen des Teilindikators Demontagefähigkeit (Z).....	19
Tabelle 8: Klassifizierte Bewertungsfaktoren und Zirkularitätsklassen Teilindikator werkstoffliche Trennbarkeit (Z).....	20
Tabelle 9: Klassifizierte Bewertungsfaktoren und Zirkularitätsklassen des Teilindikators Materialverwertung (Z).....	21
Tabelle 10: Vergleich weiterer Bewertungsmethoden zur Bewertung der Demontagefähigkeit	28
Tabelle 11: Vergleich weiterer Bewertungsmethoden zur Bewertung der werkstofflichen Trennbarkeit	28
Formel 1: Berechnung des Zirkularitätsindex.....	13

7. Anhang

Gebäude - Ebene	Zirkularitäts -klasse	Concular Circularity Performance Index (CPX)		EPEA Circularity Passport® – Buildings (CP)		Madaster (MCI)**/ DGBC (DPC) ⁴²	Urban Mining Index (UMI)			Qualitätsstandard	
										DGNB V23 TEC1.6 (Ind. 3.2.2)	DGNB ZI
demontagefähig	optimiert	Lose	1,00	gesamtes Element kann entfernt und wiederverwendet werden	1,00	1,00	Zerstörungsfrei lösbar	sehr geringer Aufwand	1,00	ZE06): mit Hilfe von reversiblen Anschlüssen installierbar und wieder zerstörungsfrei demontierbar	1,00
	verbessert	Gesteckt, geschraubt (1 Person, nicht maschinell)	0,75	Funktionseinheiten sind alle trennbar	0,75	0,80		Geringer Aufwand	0,90		0,75
nicht demontagefähig	Standard	festverbaut, mittelschwer (> 1 Person benötigt, Maschineneinsatz)	0,50	-	0,50	0,60	Zerstörungsfrei lösbar	Mittlerer Aufwand	0,80		0,50
	eingeschränkt	Festverbaut, schwer (Einsatz Baubehelfe/ Transportmittel)	0,25	Funktionseinheiten sind teilweise trennbar	0,25	0,30		nicht zerstörungsfrei lösbar	Hoher Aufwand	0,70	
	problematisch	Extrem aufwändig, Schäden verursachend	0,00	Funktionseinheiten können nicht getrennt werden	0,00	0,10	Sehr hoher Aufwand		0,60		0,00
	nicht bewertbar	-	0,00	für eine Beurteilung liegen nicht genügend Informationen vor	0,00	0,00					0,00

Tabelle 10: Vergleich weiterer Bewertungsmethoden zur Bewertung der Demontagefähigkeit

Gebäude - Ebene	Zirkularitäts -klasse	Concular Circularity Performance Index (CPX)		EPEA Circularity Passport® – Buildings (CP)		Madaster (MCI)**/ DGBC (DPC) ⁴²	Urban Mining Index (UMI)			Qualitätsstandard	
										DGNB V23 TEC1.6 (Ind. 3.2.2)	DGNB ZI
trennbar	optimiert	Nicht maschinelles Werkzeug	1,00	Optimiert, leicht zugänglich und sortenrein trennbar	1,00	-	sortenrein trennbar	Vollständig in den Kreislauf überführbar, keine Entsorgungskosten bzw. positiver Wert Erlöse/Kosten	~ 1,00	(ZE07): (01) über reversible Verbindungen kontaminations frei entfernbar (02) Materialien sortenrein und kontaminations frei lösbar	1,00
	verbessert	Maschinelle Trennung	0,65	-	-	-					0,75
nicht trennbar	Standard	Chemische Trennung	0,20	-	-	-	nicht sortenrein trennbar	Nicht vollständig in den Kreislauf überführbar, Entsorgungskosten überlagern den Materialwert	~ 0,75		0,50
	eingeschränkt	-	-	grundsätzlich trennbar, nur mit erhöhtem Aufwand	0,50	-					0,25
	problematisch	Extrem aufw-ändig, Schäden verursachend	0,00	Die Verbindungen sind nicht oder nur mit erheblichem Aufwand trennbar	0,00	-	0,00				
	nicht bewertbar	-	0,00	für eine Beurteilung liegen nicht genügend Informationen vor	0,00	-	0,00				

Tabelle 11: Vergleich weiterer Bewertungsmethoden zur Bewertung der werkstofflichen Trennbarkeit

** basiert auf dem Material Circularity Indicator (MCI) der Ellen MacArthur Foundation

⁴² Report 'Circular Buildings - a measurement method for disassembly potential 2.0', Dutch Green Building Council (DGBC), 2021 (<https://www.dgbc.nl/publicaties/circular-buildings-een-meetmethode-voor-losmaakbaarheid-v20-41>)

Anlage 1 - ENV1.2 Kriterienmatrix (V23.2)													
Relevante Zeilen für EoL	Projektresultat "Zusammenführung Spalten "Relevante Bauteile / Baumaterialien / Flächen" und "Bereich"	Betrachtete Stoffe / Aspekte	Bezugsnorm	Art der Dokumentation	Geltungsbereich und Nachweisführung	Hinweise zu Definitionen / Erläuterungen / Fußnoten (rechtsgültiger Nachweis)	Wirkungsfokus der betrachteten Stoffe / Aspekte über die einzelnen Lebensphasen eines Gebäudes (Module gemäß DIN EN 15978)					Anwendung	
							Rohstoffgewinnung (A1)	Herstellung Produkt (A2)	Herstellung Gebäude (A3)	Betrieb / Nutzung Gebäude (B1)	Rückbau Gebäude (C1-C4 und D)		Typische HOAI Phase der Umsetzung
		Erläuterung	Definition	Anforderung für die Nachweisführung der Einzelaspekte	Die Anforderung gilt für folgende Bauteile								
x	1	Beschichtungen nicht mineralischer Untergründe innen und außen (Lacke und Lasuren) ohne besondere Beständigkeitsanforderungen.	VOC	VOC-Definition nach RL 2004/42/EG	TM und/oder SDB und/oder Herstellererklärung und/oder Prüfzertifikat	Alle relevanten Bauteile und Bauprodukte	Hinweis: werkseitige Beschichtungen	Risikominimierung Lösemittelherstellung	-	-	Raumlufthygiene	Vermeidung von Risikostoffen	LP 5-9
bw	2	Beschichtungen, Grundierungen und Spachtelmassen auf überwiegend mineralischen Untergründen innen (gemeint sind auch Untergründe wie Tapeten und Vliese)	VOC / SVOC / Konservierungsstoffe	VOC-Definition nach RL 2004/42/EG	TM und/oder SDB und/oder Herstellererklärung und/oder Prüfzertifikat	Alle relevanten Bauteile und Bauprodukte. Für max. 5 % der BGF(R) nach DIN 277 ist keine Dokumentation erforderlich.	weichmacherfrei und konservierungsmittelfrei sind anwendbare Anforderungen	-	-	Raumlufthygiene	Vermeidung von Risikostoffen	LP 5-9	
x	5b	Biozideinsatz am Dach außen	Biozid	528/2012/EG (Biozidverordnung)	Herstellererklärung			-	-	-	Vermeidung von Risikostoffen	LP 5-9	
x	6	Textile Bodenbeläge	VOC / gefährliche Stoffe	GUT, RAL-LUZ 128	TM und/oder Umweltzeichen (Blauer Engel)	Alle Bodenbeläge		-	-	Raumlufthygiene	Vermeidung von Risiko- und Störstoffen im Recycling	LP 5-9	
x	7	Elastische Bodenbeläge	VOC / SVOC / gefährliche Stoffe	MVVTB (Chlorparaffine s. Hinweis)	TM und/oder Herstellererklärung und zusätzlich für QS 2-4: Emissionsnachweis gemäß EN ISO 16000-9 / EN 16516	Alle Bodenbeläge	Emissionsnachweis Chlorparaffine	-	-	Raumlufthygiene	Vermeidung von Risiko- und Störstoffen im Recycling	LP 5-9	
bw	13	Montagekleber und Dichtstoff innen/außen zur Herstellung der Luftdichtigkeit an der Gebäudehülle	Halogenierte Treibmittel, Chlorparaffine und Emissionen	Chlorparaffine / EMICODE	TM und/oder SDB und/oder Herstellererklärung und/oder Prüfzertifikat	Alle relevanten Bauteile und Bauprodukte	Chlorparaffine (CPs)	Risikominimierung, Lösemittelherstellung, Vermeidung von Kälte- oder Treibmitteln, die selbst oder deren Abbauprodukte persistent sind.*	-	-	Raumlufthygiene & Vermeidung von Risikostoffen, Vermeidung von Kälte- oder Treibmitteln, die selbst oder deren	Vermeidung von Risikostoffen	LP 5-9
bw	14	Bauseitig verwendete Schalölle	VOC, biologische Abbaubarkeit	GISCODE	TM und/oder SDB und/oder GISBAU-Einstufung	Alle relevanten Bauteile und Bauprodukte	biologische Abbaubarkeit	Risikominimierung Lösemittelherstellung	-	Boden- & Grundwasser-schutz	Vermeidung von Risikostoffen	LP 5-9	
x	28	Chemischer Holzschutz tragender Holzbauteile innenliegend nebst Auskragungen nach außen	Holzschutzmittel (Produktart 8 nach 528/2012/EG)	528/2012/EG (Biozidverordnung)	Planung, TM und/oder SDB und/oder Herstellererklärung und/oder Prüfzertifikat	Alle relevanten Bauteile und Bauprodukte	Holzschutz nach 68800-2 oder natürliche Dauerhaftigkeit nach DIN EN 350-2	-	-	-	Vermeidung von Risiko- und Störstoffen im Recycling	LP 3-9	
x	29	Chemischer Holzschutz außenliegender tragender Holzbauteile	Holzschutzmittel (Produktart 8 nach 528/2012/EG)	528/2012/EG (Biozidverordnung)	Planung, TM und/oder SDB und/oder Herstellererklärung und/oder Prüfzertifikat	Alle relevanten Bauteile und Bauprodukte	Holzschutz nach 68800-2 oder natürliche Dauerhaftigkeit nach DIN EN 350-2	-	-	-	Vermeidung von Risiko- und Störstoffen im Recycling	LP 3-9	
x	30a	Chemischer Holzschutz nichttragender Holzbauteile außen	Holzschutzmittel (Produktart 8 nach 528/2012/EG)	528/2012/EG (Biozidverordnung)	TM und/oder SDB und/oder Herstellererklärung	Alle relevanten Bauteile		-	-	-	Vermeidung von Risiko- und Störstoffen im Recycling	LP 3-9	
x	30b	Chemischer Holzschutz nichttragender Holzbauteile innen und außen	Holzschutzmittel (Produktart 8 nach 528/2012/EG)	528/2012/EG (Biozidverordnung)	TM und/oder SDB und/oder Herstellererklärung	Innen: Alle relevanten Bauteile Außen: alle relevanten Bauteile und Bauprodukte. Für max. 5 % der BGF(R) nach DIN 277 ist keine Dokumentation erforderlich.		-	-	-	Vermeidung von Risiko- und Störstoffen im Recycling	LP 3-9	
x	31	Filmgeschützte Holzlasuren	Biozide (Produktart 7 nach 528/2012/EG; Schutzmittel für Baumaterialien) z. B. Algizide, Fungizide	528/2012/EG (Biozidverordnung)	Herstellererklärung	Alle relevanten Bauteile und Bauprodukte	zulässiger Wirkstoff nach 528/2012/EG, Biozid-Verordnung	-	-	-	Vermeidung von Risiko- und Störstoffen im Recycling	LP 3-9	
x	31b	Teil der Dachabdichtung mit direktem Wasser-Kontakt	Methylchlorphenoxypionsäure (MCP) "Mecoprop"	Austrag nach DIN CEN/TS 16637-2:2014 11	Herstellererklärung und/oder Hersteller bestätigt die Anforderung "MCPP-Verbindungen Bei Gründächern <= 47 mg/m³" mit Hinweis auf das DIBt Gutachten Nr. G-101-18-0008 für Bitumendachbahnen (Wurzelschutzbahn)			-	-	-	Vermeidung von Risiko- und Störstoffen im Recycling	LP 3-9	
x	32	Produkte zur Passivierung von Aluminium und Edelstahl der Gebäudehülle. Nicht betrachtet werden Sonnenschutzlamellen, Rolladenkästen sowie Edelstahlgeländer.	Chrom-VI	-	Herstellererklärung	Alle relevanten Hüllbauteile wie z. B. Fassadenprofile, Verkleidungen, Attikableche mit einer Gesamfläche als Bauteil von > 5m²		-	-	Boden- & Grundwasser-schutz	Vermeidung von Risikostoffen	LP 3-9	

x	33	Beschichtungen von nichttragenden Metallbauteilen. Feuerverzinkungen gelten nicht als Beschichtungen im Sinne dieses Kriteriums	Chrom-VI		SDB und/oder Herstellererklärung	Werksseitig beschichtete Bauteile mit einer beschichteten Fläche > 100 m ² je Bauteiltyp (z. B. Statik) im Gebäude			Vermeidung von Sondermüll (Cr-VI-Bäder)		Vermeidung von Risikostoffen	LP 3-9	
x	34.2	Außenbauteile, Gitterroste	Blei		Nachweis über Herstellererklärung zum Bleigehalt des Zinküberzugs (Bleigehalt < 0,1 %) oder Nachweis über Herstellererklärung zum Bleigehalt im Zinkbad (Bleigehalt < 0,2 %; ¹ Abreicherungsfaktor Überzug/Zinkbad 0,5) ¹ Quelle Abreicherungsfaktor: Feuerverzinken von Stückgut, Schulz & Thiele, 2. Auflage, 2012, Leutze Verlag, S. 88, Tabelle 16	Alle relevanten Bauteile und Bauprodukte				Grundwasserschutz	Vermeidung von Risikostoffen	LP 3-9	
x	37	Kältemittel	Halogenierte Kältemittel		TGA-Planung und/oder Herstellererklärung	Alle relevanten Bauteile und Bauprodukte			Vermeidung von Kälte- oder Treibmitteln, die selbst oder deren Abbauprodukte persistent sind.*		Vermeidung von Kälte- oder Treibmitteln, die selbst oder deren Abbauprodukte persistent sind.*	Vermeidung von Risikostoffen	LP 3-9
tlw	38	Montageschaum in befestigender Funktion die nicht die Anforderungen der Brandschutzklassen B1 bzw. ≥ C erfüllen müssen	Halogenierte und sonstige Treibmittel, Lösemittel, Weichmacher, Flammschutzmittel	REACH, SVHC	TM und/oder SDB und/oder Herstellererklärungen und/oder EC1 ^{PLUS} -Nachweis (Zertifikat oder TM)	Alle relevanten Bauteile und Bauprodukte	Treibmittel REACH-Kandidatenliste		Vermeidung von Kälte- oder Treibmitteln, die selbst oder deren Abbauprodukte persistent sind.*		Vermeidung von Kälte- oder Treibmitteln, die selbst oder deren Abbauprodukte persistent sind.*	Vermeidung von Risikostoffen	LP 5-9
x	39	Montageschäume bei der Verklebung von Dämmstoffen	Halogenierte und sonstige Treibmittel	REACH, SVHC	Nachweis des mineralischen Klebers, Fugenschaum ohne halogenierte Treibmittel (TM und/oder SDB)	Alle relevanten Bauteile und Bauprodukte			Vermeidung von Kälte- oder Treibmitteln, die selbst oder deren Abbauprodukte persistent sind.*		Vermeidung von Kälte- oder Treibmitteln, die selbst oder deren Abbauprodukte persistent sind.*	Vermeidung von Risikostoffen	LP 5-9
x	40	Kunstschäum-Dämmstoffe der Gebäude und Haustechnik (Betrachtungsrahmen: nur gemäß EnEV und Hauptstränge der TGA)	Halogenierte Treibmittel	REACH	TM und/oder Herstellererklärung	Alle für die EnEV relevanten Bauteile und Bauprodukte sowie die Hauptstränge der TGA			Vermeidung potenter Treibhausgase		Vermeidung von Risikostoffen	LP 5-9	
x	42	Flammhemmend ausgerüstete Bauprodukte (Gemische)	Chlorparaffine (vgl. Definition) und SVHC	Beschränkung nach POP-VO und SVHC der REACHKandidatenliste sowie langkettige Chlorparaffine	TM und/oder aktuelle SDB gemäß 1907/2006/EG (im SDB deklarationspflichtige Stoffe) und Herstellererklärung „Keine Chlorparaffine und keine SVHC > 0,1%“	Alle relevanten Bauteile und Bauprodukte	Chlorparaffine POP-VO REACH-Kandidatenliste				Vermeidung von Risikostoffen	Vermeidung von Risikostoffen	LP 5-9
x	43	Flammhemmend ausgerüstete Bauprodukte (Erzeugnisse)	a) Chlorparaffine (vgl. Definition), Polybromierte Biphenyle (PBB) und Diphenylether (PBDE) und SVHC b) Antimontrioxid	a) Beschränkung nach POP-VO und SVHC der REACHKandidatenliste sowie langkettige Chlorparaffine b) REACH VO	a) TM und/oder Herstellerklärung „Keine Chlorparaffine, keine Polybromierte Biphenyle, keine Polybromierten Diphenylether und keine SVHC > 0,1 %“ b) Herstellererklärung	Alle relevanten Bauteile und Bauprodukte	a) Chlorparaffine POP-VO REACH-Kandidatenliste b) -				Vermeidung von Risikostoffen	Vermeidung von Risikostoffen	LP 5-9
x	44	Erzeugnisse aus Kunststoffen (PVC)	SVHC	SVHC der REACHKandidatenliste (alle); teilweise Aufnahme in REACH Anhang XIV	TM und/oder Herstellerklärung „Keine SVHC- Stoffe > 0,1%“	Alle relevanten Bauteile und Bauprodukte	REACH-Kandidatenliste				Vermeidung von Risikostoffen	Vermeidung von Risikostoffen	LP 5-9
x	45	Flammhemmend ausgerüstete Bauprodukte auf Basis von Holz oder Holzwerkstoffen	Borverbindungen als Rezepturbestandteil	SVHC der REACHKandidatenliste (alle); teilweise Aufnahme in REACH Anhang XIV	TM und/oder Herstellerklärung „Keine Borverbindungen > 0,1 %“	Alle relevanten Bauteile und Bauprodukte					Vermeidung von Risikostoffen	LP 5-9	

Chlorparaffine:

POP-VO und REACH- Kandidatenliste:

GISCODE PU10 bzw. PU20:

Holzschutz nach 68800-2 oder natürliche Dauerhaftigkeit nach

Zulässiger Wirkstoff nach 528/2012/EG:

Biozid-Verordnung:

Emissionsnachweis:

Emissionsnachweis als Einzelprodukt oder im System:

Hinweis - werksseitige Beschichtungen:

Emissionsnachweis von 2k EP/PU Lacken:

Abbildung 6: DGNB ENV1.2 Kriterienmatrix (KM) relevante Zeilen laut EoL (End-of-Life)

8. Info

Herausgebende und Ansprechperson

Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen – DGNB e.V.
Tübinger Straße 43
70178 Stuttgart
www.dgnb.de

Autorinnen / Autoren und Mitwirkende

Seitens DGNB e.V.: Anna Braune, Isabell Viola Wellstein

und die mitwirkenden Mitglieder des DGNB Ausschuss für Lebenszyklus und zirkuläres Bauen⁴³ im Jahr 2023 (im Folgenden aufgeführt in alphabetischer Reihenfolge: Name / Mitgliedsunternehmen):

Amani Badr / kadawittfeldarchitektur GmbH
Patrick Bergmann / Madaster Germany GmbH
Dominik Campanella / Concular GmbH
Samuel Ebert / CAALA GmbH
Jörg Finkbeiner / Partner und Partner Architekten Günter + Finkbeiner G.v.A. mbH
Julian Gaviria Sanchez / HPP Architekten GmbH
Julia Görke / Sphera Solutions GmbH
Joost Hartwig / ina Planungsgesellschaft mbH
Linda Hildebrand / RWTH Aachen University
Annette Hillebrandt / Bergische Universität Wuppertal
Anna Kühlen / Arcadis Germany GmbH / IU Internationale Hochschule
Katrin Lenz / Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP
Anja Rosen / C5 GmbH / FH Münster
Christine Ruiz-Duran / Ed. Züblin AG
Daniela Schneider / EPEA GmbH – Part of Drees & Sommer
Jörg Spangenberg / BFT Planung GmbH
Sebastian Theißen / LIST Eco GmbH & Co. KG
Patrick Teuffel / TEUFFEL ENGINEERING CONSULTANTS Ingenieurgesellschaft mbH
Stefanie Weidner / Werner Sobek Design GmbH

sowie nachfolgende zeitweise Vertretungen der o. g. Gremienmitglieder:

Lore Ameel / Concular GmbH
Nora Bernstein / Concular GmbH
Claudius Frank / Madaster Germany GmbH
Pascal Keppler / EPEA GmbH – Part of Drees & Sommer
Ulrich Schweig / Ed. Züblin AG

sowie Mitglieder des DGNB Arbeitskreis Innovative Bauprodukte (Facharbeitsgruppe aus Mitgliedern des Gremiums DGNB Bauproduktebeirat)

⁴³ <https://www.dgnb.de/de/dgnb/netzwerk/gremien/ausschuss-fuer-lebenszyklus-und-zirkulaeres-bauen>