

07 KREISLAUFFÄHIGKEIT

Kriterium:				
07	Zirkularität			
Maßnahmenart:				
Neubau		Bestand	Denkmal	
07.1	Zirkularitätsindex		Punkte max.	100
			Summe Punkte maximal	100

07.1: Zirkularitätsindex

BETRACHTUNGSGEGENSTAND

BETRACHTUNGS-G EGENSTAND	<p>Betrachtungsgegenstand des Kriteriensteckbriefs ist das Gebäude an seinem zukünftigen Lebensende (End-of-Life, EoL).</p> <p>Für die Beurteilung des Zirkularitätsindex des Gebäudes sind ausgehend von einer Ökobilanzierung (BNB-Kriteriensteckbrief 01 EMISSIONEN) alle Bauteile entsprechend der dritten Ebene der Kostengruppe KG 300 der DIN 276 zu erfassen. Die haustechnischen Anlagen (KG 400) werden ebenso wie bauliche Anlagen im Außenbereich in diesem Kriterium (vorerst) nicht bewertet.</p> <p>Diese Systemgrenzen gelten prinzipiell auch für das Bauen im Bestand, d.h. die im Gebäude verbleibenden Baumaterialien aus dem Bestand sind ebenfalls im Zirkularitätsinventar zu erfassen. Im Zirkularitätsindex bewertet werden nur die neu einzubringenden Baumaterialien bzw. Komponenten.</p>
-----------------------------	---

ABSCHNEIDE-KRITERIEN	<p>Die Abschneidekriterien für die zu erfassenden Baumaterialien, Komponenten und Bauteile gelten analog zur Ökobilanz. Zusätzlich zur Ökobilanz gilt: Es sind alle Bauteilschichten einzugeben, die gemäß Rückbaukonzept auf der Baustelle als einzelne Abfall- bzw. Verwertungsfraction anfallen (z.B. Bewehrungsstahl).</p> <p>Bei der Erfassung der Bauteilschichten bzw. -komponenten vernachlässigt werden dürfen: Beschichtungen und Verbindungsmittel (Schrauben, Klebstoffe, Dichtstoffe, etc.). Diese müssen aber bei der Bestimmung der Materialverträglichkeit als potenzielle Störstoffe berücksichtigt werden.</p>
----------------------	--

METHODE

METHODE	Bilanzierung	Referenzwertverfahren	Simulation	Messung	Inspektion	Qualitätsniveau/ Erfüllungssstufe	Addition v. Qualitäten
	•						
<p>1. Bestimmung des Rückbaupotenzials des Baumaterials</p> <p>Beim Rückbaupotenzial werden vier Klassen unterschieden. Für die Bewertung auf Bauteilebene sind jeder Klasse Punkte für die Zielerreichung zugeordnet (Tabelle 1).</p> <p><i>Tabelle 1: Kategorien, Klassen und Punkte zur Beschreibung des Rückbaupotenzials inkl. Beispiele (Annahme: konventionelle Fügungen)</i></p>							

	Klasse	Kategorie inkl. Kurzbeschreibung	Punkte																								
	I	Materialien, Komponenten bzw. Bauteile zerstörungsfrei rückbaubar Komponenten bzw. Bauteilschichten ohne Beschädigung der Form- und Materialstruktur rückbaubar, grundsätzlich für Wiederverwendung geeignet <i>Beispiele: Türblätter; Klemmfilze; Kiesschicht im Flachdach.</i>	100																								
	II	Materialien, Komponenten bzw. Bauteile weitgehend zerstörungsfrei rückbaubar Baukomponenten bzw. Bauteilschichten mit geringfügiger Beschädigung der Form- und Materialstruktur rückbaubar; nach Instandsetzungsarbeiten für Wiederverwendung geeignet <i>Beispiele: Holzwerkstoffplatte auf Holzunterkonstruktion, Holzdielen</i>	75																								
	III	Materialien und Komponenten zerstörend ohne Fremdstoffe rückbaubar Baumaterialien bzw. Baukomponenten ohne Verunreinigungen aus angrenzenden Schichten rückbaubar, jedoch mit Beschädigung oder Zerstörung der Form- und Materialstruktur (keine Wiederverwendung möglich), zum Teil Materialverluste <i>Beispiele: Gipsplatten auf Metall-Unterkonstruktion, Estrich schwimmend verlegt mit trennbarem Fußbodenbelag</i>	50																								
	IV	Materialien und Komponenten mit Fremdstoffen verunreinigt Rückbau ist mit Verunreinigungen aus angrenzenden Schichten verbunden; Trennung in Aufbereitungsanlage, tlw. auch auf Baustelle; Beurteilung der Materialverträglichkeit erforderlich. <i>Beispiele: Wärmedämmverbundsystem, Stahlbetonverbund, Mauerwerk</i>	0																								
<p>Im BNB-Tool <i>Arbeitshilfe_07_Kreislauffähigkeit</i> stehen Referenzkonstruktionen zur Verfügung, welche bei der Einstufung des Rückbauverfahrens unterstützen. Innovative Fügetechniken, die zu besseren Einstufungen führen, sind im Rückbaukonzept zu beschreiben.</p> <p>2. Bestimmung des Zirkularitätspotenzials des Baumaterials</p> <p>Grundlage für die Bewertung des Zirkularitätspotenzials sind vier Verfahren zur Nachnutzung bzw. Abfallbehandlung von rückgebauten Baumaterialien (Wiederverwendung, stoffliche Verwertung, thermische Behandlung und Deponierung). Diese werden – wie in Tabelle 2 dargestellt – in weitere EoL-Kategorien (von englisch: End-of-Life) unterteilt und sieben EoL-Klassen (A bis G) zugeordnet. Die EoL-Klasse A (Wiederverwendung / Vorbereitung zur Wiederverwendung WV) stellt die beste, die EoL-Klasse G (Energetische Beseitigung EB / Deponierung nach Aufbereitung Dep-) die schlechteste Bewertung für den Neubau dar.</p> <p><i>Tabelle 2: Kategorien zur Beschreibung des Zirkularitätspotenzials von Baustoffen („EoL-Kategorien“) und zugeordnete Klassen („EoL-Klassen“):</i></p> <table><tr><th>EoL-Klasse</th><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>D</th><th>E</th><th>F</th><th>G</th></tr><tr><th>Kategorie</th><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><th>Abfall-vermeidung</th><td>WV</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>				EoL-Klasse	A	B	C	D	E	F	G	Kategorie								Abfall-vermeidung	WV						
EoL-Klasse	A	B	C	D	E	F	G																				
Kategorie																											
Abfall-vermeidung	WV																										

	Stoffliche Verwertung	WV	CL+	RC⁺ / CL⁻	RC⁻	SV		
	Thermische Behandlung					EV+	EV-	EB
	Deponierung						Dep⁺	Dep⁻
	Punkte	140	100	80	60	20	-20	-60
<p><u>Legende EoL-Kategorien:</u></p> <p>WV Wiederverwendung bzw. Vorbereitung zur Wiederverwendung</p> <p>CL Closed Loop Recycling</p> <p>RC Recycling (offene Kreisläufe)</p> <p>SV Sonstige stoffliche Verwertung / Recycling mit minderer Qualität</p> <p>EV Energetische Verwertung / Ersatzbrennstoff</p> <p>EB Energetische Beseitigung</p> <p>Dep Deponierung</p> <p><u>1. Schritt:</u></p> <p>Ermittlung des Zirkularitätspotenzials des unverbauten Baumaterials</p> <p>Für jede Bauteilschicht wird zunächst das Zirkularitätspotenzial des unverbauten Baumaterials gemäß Tabelle 2 bestimmt. Für die generischen Daten der ÖKOBAUDAT wurden bereits verschiedene Szenarien im BNB-Tool <i>Arbeitshilfe_07_Kreislauffähigkeit</i> angelegt, die für die Berechnung übernommen werden können.</p> <p>Das Szenario „REAL“ beschreibt das etablierte, dem aktuellen Stand der Technik entsprechende Verwertungs- oder Entsorgungsverfahren, die Potenzial-Szenarien (POT) weitere bekannte sich in Umsetzung oder in Entwicklung befindliche Verwertungsverfahren. Für jedes Baumaterial, dessen Zirkularitätspotenzial besser eingestuft wird als in der heutigen Entsorgungspraxis üblich, sind die Nachweise für die Einstufung im Rückbaukonzept anzuführen.</p> <p><u>2. Schritt:</u></p> <p>Ermittlung des Zirkularitätspotenzials des verbauten Baumaterials</p> <p>Je Bauteilschicht wird die Materialverträglichkeit mit Verunreinigungen aus angrenzenden Schichten geprüft. Die Materialverträglichkeit mit den angrenzenden Baustoffen wird in vier Klassen unterteilt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • S1 „Monomaterialien“ sind Verunreinigungen aus angrenzenden Schichten, die keinen Stör- oder Fremdstoff darstellen, weil beide denselben rohstofflichen Ursprung besitzen (z.B. <i>Gipsspachtel auf Gipsbauplatten</i>). Die Materialkombination kann wie das „ungestörte“ (unverbaute) Material eingestuft werden. • S2 „Fremdstoffe“: erhöhen den Aufwand für die Trennung im Aufbereitungsverfahren bzw. können die Qualität des Recyclingmaterials geringfügig abmindern. • S3 „Beeinträchtigende Stör- oder Schadstoffe“: müssen abgetrennt werden, damit das Zirkularitätspotenzial des unverbauten Baustoffs erreicht wird. Werden sie nicht (weitgehend) abgetrennt, führen sie zu einer schlechteren Verwertungsqualität. • S4 „Unverträgliche Störstoffe“: sind nicht mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand abtrennbar. Die Verwertung ist nicht mehr möglich oder nur unter sehr gravierenden Qualitätsverlusten. Solche Materialkombinationen machen eine Neueinstufung in den EoL-Kategorien erforderlich. In diesem Fall wird die EoL-Kategorie des verunreinigten Baumaterials bestimmt und auf Basis von Tabelle 2 neu klassifiziert. <p>Im BNB-Tool <i>Arbeitshilfe_07_Kreislauffähigkeit</i> steht eine Tabelle mit Beispielen für die Materialverträglichkeit typischer Materialkombinationen zur Verfügung.</p>								

Die Verunreinigungen führen zu Abzugspunkten, die abhängig von der Materialverträglichkeit (S1-S4) und der EoL-Klasse des unverbauten Baustoffs sind:

Tabelle 3: Abzugspunkte für Kombination von Materialverträglichkeit (1. bzw. 2. Spalte) und Zirkularitätspotenzial des unverbauten Baumaterials (1. Zeile):

Kürzel	EoL-Klasse /-Punkte Materialverträglichkeit	A 140	B 100	C 80	D 60	E 20	F -20	G -60
S1	Monomaterial (kein Fremdstoff)	0	0	0	0	0	0	0
S2	Fremdstoff (neutral)	0	-5	-5	-10	-10	0	0
S3	Beeinträchtigender Stör- oder Schadstoff	0	-20	-20	-20	-20	-20	0
S4	Unverträglicher Stör- oder Schadstoff	0	Neu	Neu	Neu	Neu	Neu	Neu

„Neu“ ... Neueinstufung

Ergebnis ist das Zirkularitätspotenzial des verbauten Baumaterials. Durch die Abzugspunkte aus der Materialverträglichkeit können sich Punkte ergeben, die auch zwischen den ursprünglichen EoL-Klassen liegen können. In Tabelle 4 wird dargestellt, wie diese Punkte wieder in Klassen rückgeführt werden können.

Tabelle 4: Rückführung der Punkte in Klassen für den verbauten Baustoff:

Wertebereiche Zirkularitätspotenzial	EoL Klasse
wenn ≥ 120	A
wenn < 120 und ≥ 105	A / B
wenn < 105 und ≥ 95	B
wenn < 95 und ≥ 85	B/C
wenn < 85 und ≥ 75	C
wenn < 75 und ≥ 65	C / D
wenn < 65 und ≥ 50	D
wenn < 50 und ≥ 30	D / E
wenn < 30 und ≥ 10	E
wenn < 10 und ≥ -10	E / F
wenn < -10 und ≥ -30	F
wenn < -30 und ≥ -50	F / G
wenn < -50 und ≥ -60	G

Anmerkung zur zukünftigen **Klassifizierung des Zirkularitätspotenzials von Baumaterialien im Bestand**: Im Bestand können Baumaterialien auftreten, die heute wegen ihres Schadenpotenzials bzw. der enthaltenen Gefahrenstoffe verboten sind, oder nicht mehr zum Einsatz kommen. Um diese Baumaterialien im Zirkularitätsinventar berücksichtigen zu können, wurde Tabelle 2 um drei „EoL-Klassen“ (H, I, J) erweitert. Die Umsetzung dieser Methode ist derzeit in Erprobung.

3. Bestimmung des mittleren Zirkularitätsindex des Gebäudes

Für jede Bauteilschicht wird zunächst das Rückbaupotenzial und das Zirkularitätspotenzial der verbauten Baumaterialien wie in Punkt 1 und 2 beschrieben bestimmt.

Im nächsten Schritt werden die Rückbaupotenziale bzw. Zirkularitätspotenziale der Bauteilschichten bzw. Baukomponenten mengengewichtet und aufsummiert:

	$R_{\text{Geb}} = \frac{\sum_{i=1}^n (V_i * R_{\text{BSi}})}{\sum_{i=1}^n V_i} \quad \text{bzw.} \quad Z_{\text{Geb}} = \frac{\sum_{i=1}^n (V_i * Z_{\text{BSi}})}{\sum_{i=1}^n V_i}$ <p> R_{Geb} bzw. Z_{Geb} ... Rückbaupotenzial bzw. Zirkularitätspotenzial des Gebäudes V_i ... Volumen der Schicht i im Gebäude R_{BSi} bzw. Z_{BSi} ... Rückbaupotenzial bzw. Zirkularitätspotenzial des Baustoffs in Schicht i n ... Anzahl der Schichten </p> <p>Der Zirkularitätsindex wird gemäß folgender Formel aus dem Rückbaupotenzial und dem Zirkularitätspotenzial bestimmt (entspricht einer Gewichtung von 30:70):</p> $ZI_{\text{Geb}} = 0,3 * R_{\text{Geb}} + 0,7 * Z_{\text{Geb}}$ <p> ZI_{Bt} bzw. R_{Bt} bzw. Z_{Bt} ... Zirkularitätsindex bzw. Rückbaupotenzial bzw. Zirkularitätspotenzial des Bauteils </p> <p>4. Erstellung des Zirkularitätsinventars</p> <p>Das Zirkularitätsinventar wird als Teil des Ressourcenpasses für Gebäude die Zirkularitäts-eigenschaften der verbauten Baumaterialien dokumentieren. Es wird im Zuge der Anwendung des BNB-Tools <i>Arbeitshilfe_07_Kreislauffähigkeit</i> erstellt und umfasst alle in den Bilanzgrenzen liegenden Baumaterialien des Gebäudes.</p> <p>Zu jedem Baumaterial liegen folgende Parameter vor: zugehöriges Bauteil, Masse im Gebäude, Volumen im Gebäude, Rückbaupotenzial, Zirkularitätspotenzial des unverbauten Baustoffs, Beurteilung der Materialverträglichkeit mit Fremdstoffen aus angrenzenden Schichten und Zirkularitätspotenzial des verbauten Baustoffs.</p> <p>Das Zirkularitätsinventar ist für das gesamte Gebäude (alle aus dem Bestand verbleibenden und alle neu einzubringenden Baumaterialien bzw. Komponenten) zu erstellen.</p>
EINGANGS-PARAMETER	siehe 01 EMISSIONEN
DATENBASIS	Ergänzungsdatensätze „Zirkularitaet_Datengrundlage_generisch“ (tBaustoff) zu den ÖKOBAUDAT-Versionen 2020-II bis 2024-II. Die Datensätze sind im BNB-Tool <i>Arbeitshilfe_07_Kreislauffähigkeit</i> hinterlegt.
TOOLS	BNB-Tool <i>Arbeitshilfe_07_Kreislauffähigkeit</i> (Excel) als Übergangslösung bis zur Fertigstellung des webbasierten BBSR-Tools zur Berechnung des Zirkularitätsindex
SOFTWARE	zukünftig: BBSR-Tool zur Berechnung des Zirkularitätsindex
VORGABEN FÜR DIE NACHWEIS-FÜHRUNG	<p>Die Nachweisführung erfolgt über das Rückbaukonzept, das Zirkularitätsinventar und das BNB-Tool <i>Arbeitshilfe_07_Kreislauffähigkeit</i>.</p> <p>Im Rückbaukonzept ist mindestens anzugeben:</p> <ul style="list-style-type: none"> Für alle Bauteile und alle relevanten Bauteilschichten innerhalb eines Bauteils: Beschreibung der Fügetechniken; Dokumentation, wie Rückbauqualitäten I, II oder III zu erreichen sind. Nachweise für produktspezifische Einstufung des Zirkularitätspotenzials von Baumaterialien und Komponenten

	<p>Grundlage für die Einstufung der Rückbauverfahren ist der heutige Stand der Technik. Zukünftige Entwicklungen wie z.B. kostengünstigere Demontagemöglichkeiten von Baumaterialien mit Hilfe von Robotern oder auf Grund von geänderten wirtschaftlich-gesellschaftlichen Rahmenbedingungen werden nicht berücksichtigt. In die Rückbauklassen I bis III werden Baumaterialien bzw. Baukomponenten eingestuft, die nur einen schwachen Verbund zu den angrenzenden Schichten haben (Fügetechniken z.B. Klemmen, Auflegen, Aufsetzen, Einlegen, Einhängen).</p> <p>Für jedes Baumaterial, dessen Zirkularitätspotenzial besser eingestuft wird als in der heutigen Entsorgungspraxis üblich sind Nachweise für die Einstufung (z.B. etablierte Sammel-, Rücknahme und Aufbereitungssysteme des Herstellers bzw. in der Region, Leihmodelle, spezifische Maßnahmen in der Planung) einzuholen</p>
--	---

UNTERLAGEN

EINZU-REICHEN DE UNTERLAGEN	<ul style="list-style-type: none"> • Pläne, Bauteilkatalog etc. (siehe Kriterium 01 EMISSIONEN) in digitaler oder analoger Form • Rückbaukonzept • Zirkularitätsinventar • Zusätzlich für Bestandsgebäude: Gutachten zur Schadstoffbegutachtung inkl. Beschreibung der Maßnahmen zur Schadstoffentfernung, falls erforderlich Katalog der verbleibenden Baumaterialien, Komponenten und Bauteile aus dem Bestand
--------------------------------	--

BEWERTUNG

BEWERTUNGS- MASSSTAB	Anforderungswert		
	Punkte	QN	Beschreibung
	100	2	Mittlerer Zirkularitätsindex des Gebäudes $ZI_{Geb} \geq 60$ <u>und</u> Zirkularitätsinventar liegt vollständig vor.
	10	1	Mittlerer Zirkularitätsindex des Gebäudes $ZI_{Geb} \leq 20$ <u>und</u> Zirkularitätsinventar liegt vollständig vor.
	Zwischenbewertungen zwischen QN 1 und QN 2 können anhand der Interpolationsregeln (siehe VORGABEN ZUR BEWERTUNG) vorgenommen werden.		
	0	-	Zirkularitätsinventar liegt nicht vor.

VORGABEN ZUR BEWERTUNG	<p>Zwischenbewertungen werden wie folgt interpoliert:</p> $Punkte\ interpoliert = \frac{ZI_{Geb} - ZI_{min}}{(ZI_{max} - ZI_{min})} * 100 \text{ für } ZI_{Geb} \in [ZI_{max}, ZI_{min}], \text{ wobei}$ <p>$ZI_{max} = 60$ $ZI_{min} = 20$</p> <p>Punkte = 100 für $ZI_{Geb} \geq ZI_{max}$ Punkte = 0 für $ZI_{Geb} \leq ZI_{min}$ Die Ergebnisse sind arithmetisch auf ganze Zahlen zu runden.</p> <p>Beispiele für Kombinationen von Rückbau- und Zirkularitätspotenzialen:</p> <p><i>Tabelle 6: Beispiele für Kombinationen von Rückbau- und Zirkularitätspotenzialen zur Erreichung von 100, 50 oder 0 Punkten:</i></p> <table> <tr> <th>Pkte</th><th>ZI_{Geb}</th><th>R_{Geb}</th><th>Z_{Geb}</th><th>Beschreibung</th></tr> <tr> <td>100</td><td>60</td><td>75</td><td>54</td><td>Bauteilschichten sind im Durchschnitt zerstörungsarm rückbaubar, das Zirkularitätspotenzial liegt im Durchschnitt knapp unter RC-</td></tr> </table>				Pkte	ZI _{Geb}	R _{Geb}	Z _{Geb}	Beschreibung	100	60	75	54	Bauteilschichten sind im Durchschnitt zerstörungsarm rückbaubar, das Zirkularitätspotenzial liegt im Durchschnitt knapp unter RC-
Pkte	ZI _{Geb}	R _{Geb}	Z _{Geb}	Beschreibung										
100	60	75	54	Bauteilschichten sind im Durchschnitt zerstörungsarm rückbaubar, das Zirkularitätspotenzial liegt im Durchschnitt knapp unter RC-										

	100	60	0	86	Bauteilschichten sind nur mit Fremdstoffen rückbaubar, das Zirkularitätspotenzial liegt im Durchschnitt über RC+/CL-
	50	40	75	25	Bauteilschichten sind im Durchschnitt zerstörungsarm rückbaubar, das Zirkularitätspotenzial liegt im Durchschnitt über SV/EV+.
	50	40	0	57	Bauteilschichten sind nur mit Fremdstoffen rückbaubar, das Zirkularitätspotenzial liegt im Durchschnitt zwischen RC- und SV/EV+.
	0	20	66	0	Bauteilschichten sind im Durchschnitt zerstörungsarm rückbaubar, das Zirkularitätspotenzial liegt im Durchschnitt zwischen SV/EV+ und EV-.
	0	20	0	29	Bauteilschichten sind nur mit Fremdstoffen rückbaubar, das Zirkularitätspotenzial liegt im Durchschnitt über SV/EV+