



## CIRCULAR ENGINEERING – BEGLEITUNG LPH 3

Antonia Birkholz, Andrea Heil / 19.09.2023



# CRADLE TO CRADLE – CIRCULAR ENGINEERING

## Beratungsleistung LP 3

- // Implementierung und Fortführung der C2C Maßnahmenmatrix
- // Bauteil- und Produktbezogene Maßnahmen im C2C-Kontext
  - // Prüfung relevanter Bauteile bzgl. C2C Kriterien (Rückbaubarkeit, Trennbarkeit, Recyclingfähigkeit & Materialgesundheit)
    - Deckenaufbauten
    - Dachaufbauten
    - Außenwandaufbauten
  - // Materialprüfung von Einzelmaterialien; Vorschlag von C2C-konformen Materialien und Bauweisen
  - // Informationen bzgl. C2C-Anforderungen an verschiedenen Materialgruppen
- // Erstellung Ökobilanz
- // Erstellung Circularity Passport® Buildings



# C2C-MAßNAHMENMATRIX



# MAßNAHMENMATRIX C2C UND NACHHALTIGKEIT - WEITERFÜHRUNG

- // Cradle to Cradle Monitoring bereits in LP 2 begonnen
- // Auf Basis des Positionspapiers erstellt
- // Projektbegleitend aktualisiert und fortgeführt
- // Themenfelder
  - // Energie & Dekarbonisierung
  - // Materialressourcen und -kreisläufe
  - // Biodiversität und Außenanlagen
  - // Mobilität
  - // Wasser
  - // Wellbeing, Inklusion und Nutzer:in

## ERFORDERLICHE INFORMATIONEN UND DATEN

Darstellung in der Matrix

Beschreibung der C2C®-Themenfelder und Kategorien			Eintrag aller umgesetzten/geplanter Maßnahmen		Verantwortlichkeit		Auswahl der Realisierbarkeit		
A	B	C	D		E	F	G	H	
Allgemeine Anforderungen					Projektspezifische Anmerkungen				
C2C Prinzipien	Kategorie	Prozess und Maßnahmen	Bereits geplante Maßnahmen		Kommentar (geplante Maßnahmen)	Planung/ Kostenberechnung	Anmerkungen	Realisierbarkeit	
<b>Mensch und Gesellschaft</b>  Förderung der gesunden Arbeitswelten und Materialinhaltsstoffe sowie der Nutzer:innen-freundlichkeit der Raum und Arbeits-atmosphäre. Förderung der Raumluft und des Innenraum-klimas, sowie der Lichtführung und des Tageslichts.	Gesundheit	Einsatz gesunder, schadstofffreier Materialien						Realisierbar	
								Unter Aufwand realisierbar	
									Nicht realisierbar



Allgemeine Anforderungen				Projektspezifische Anmerkungen										Betrachtungszeitpunkt (Planung)			
Kriterien	Kategorie	No.	Ideensammlung	Kommentar / Begründung (geplante Maßnahmen)	Planung/ Kostenberechnung	Mehrkosten	Zuständigkeit	Realisierbarkeit	Wird bereits realisiert	Prüfen	High Potential	Kostenschätzung (Invest)	Vorplanung	Entwurfs- & Genehmigungs- planung	Ausführungs- planung		
Beispiel	Beispiel	A	Beispiel	Wird in weiterer Planung untersucht	Reduzierte Investitionskosten		EPEA	Realisierbar.	✓		●	Reduzierte Investitionskosten					
Beispiel	Beispiel	B	Beispiel (Klärungsbedarf im Planungsteam)	Wird in weiterer Planung untersucht	Kostenneutral		BE	Unter Aufwand realisierbar.		●	●	Kostenneutral					
Beispiel	Beispiel	C	Beispiel	Keine Umsetzung weil... (Begründen)	n. z.		KASSEL	Nicht realisierbar.			●	n. z.					
Energiekonzept und Gebäudehülle		1	Thermische Gebäudesimulation (im gesamten Jahresverlauf) erstellen	ELEKTRO Energiebilanz Hahresenergiebedarf wurde berechnet; Hinweise Döring: Nur Zuarbeit durch Elektro; 01.12.22: Bauart und Büro Hausladen legen ein Angebot, thermische Gebäudesimulation wird gemacht. Für DGNB Zertifizierung wäre themischer Komfort im Sommer und Winter zudem sinnvoll.			BPH, Hausladen	Realisierbar.	✓		●						
		2	Einhalten der Vorgaben des Gebäudeenergiegesetz (GEG) GEG Nachweisführung	Welcher GEG Standard ist denn geplant? Kommentar BPH(bauart): Gemäß baulichen und technischen Standards in städtischen Gebäuden der Stadt Kassel: Einhaltung der technischen Mindestanforderungen BEG Stufe BEG 40. Maximaler Heizwärmebedarf 30 kWh/m²NGF. Außenliegender Sonnenschutz min fc=0.2. BlowerDoor min. 1.5 h-1			BPH	Unter Aufwand realisierbar.	✓	●							
		3	Bevorzugung dezentraler Energiesysteme (DES), Nutzung vorhandener Umweltenergie, sowie der maximierte Einsatz regenerativer Energien und maximale Selbstversorgung	Döring: realisierbar Sweco: realisierbar				TGA /ELEKTRO	Realisierbar.	✓	●	●					
		4	Photovoltaik, bevorzugt in Form von recyclebaren deutschen Modulen	mit Rücknahmesystem, Teilnahme an PV Cycle. Idealerweise C2C zertifiziert bzw. kreislauffähig Hinweis CFM, 26.10.22: Aus unsrer Sicht denkbar, Produktvorschlag durch ELT			ARCH /ELEKTRO	Unter Aufwand realisierbar.			●		Döring: höhere Kosten zu erwarten				
		5	Nutzung von geeigneten Dachbereichen zur Installation von PV Modulen. (Döring) Nutzung der Fassade zur Installation von PV-Modulen	Aktuelle Planung 18.08.2022 von CF Moller Architects: Es werden mögliche Varianten für die Positionierung der PV untersucht. 18.08.2022: Sonnenstudien CFM zur Verortung der PV-Anlagen auf den Dächern Hinweis CFM, 26.10.22: PV wird aktuell auf dem obersten Dach (3.OG) vorgesehen, siehe Planstand 21.10.2022 29.11.22 Döring: Für PV verfügbare Flächen auf dem Dach reichen nicht für gewünschte Leistung (sprich: bilanzielle Deckung des Energiebedarfs). Wäre PV an der Fassade denkbar? CFM: das wäre eine deutliche Abweichung vom Wettbewerb (optisch) -> mit Bauherr besprechen 15.06.23: beibehalten des aktuellen Planstands und keine zusätzlichen PV-Flächen gewünscht; Erreichen der gewünschten Leistung durch Zukauf von Zertifikaten seitens KVV neo			TGA /ELEKTRO/ ARCH, KASSEL	Unter Aufwand realisierbar.		teilweise realisiert	●	●	Investitionskosten hängen stark von Art der Fassaden-PV ab				
		6	Integration der Nutzung von Abwärme unter technischen und wirtschaftlichen Randbedingungen	Döring: kaum Abwärme, nicht wirtschaftlich realisierbar Sweco: indirekte Nutzung der Abwärme durch Wärmerückgewinnung in den Lüftungsanlagen			TGA /ELEKTRO	Nicht realisierbar.		teilweise realisiert							
		7	Erstellen eines Zählerkonzepts im Rahmen der Entwurfsplanung	Döring: realisierbar Sweco: realisierbar (Zählung einzelner Heizungsstränge, Zählung von bes. Wassersträngen (z.B. Außenbewässerung))			TGA /ELEKTRO	Realisierbar.		✓	●						
		8	Einflussnahme der Nutzer auf relevante Funktionen der Raumbedingung identifizieren und umsetzen.	Döring: realisierbar Sweco: realisierbar (Einzelraumregelung Heizung)			TGA /ELEKTRO	Realisierbar.		✓	●						
Raumkonditionierung und Lüftung		9	Wärme- und Kälteübergabe vorrangig über wassergeführte Systeme. Flächenheiz- und -kühlsysteme sind bevorzugt einzusetzen.	Sweco: Es ist eine Fußbodenheizung geplant (keine Flächenkühlung, nur eine Flächenbeheizung)			TGA	Realisierbar.	✓	●							
		10	Temperaturen der Heiz- und Kühlsysteme im Gebäude sind nah an der Raumlufttemperatur ausulegen, um Leitungswärmeverluste zu minimieren und den Einsatz erneuerbarer Energiesysteme zu ermöglichen.	Sweco: Flächenheizsysteme haben niedrige Vorlauftemperaturen, also nahe der Raumtemperatur. Eine eventuelle Kühlung der Luft soll auch nur geringfügig mit Untertemperatur eingeblasen werden (ca. 3K unter Raumtemp.).			TGA	Realisierbar.		✓	●	●					
		11	Zur Minimierung des Lüftungsenergiebedarfs sind geeignete Bedarf geführte Regelungsstrategien für die Lüftungsanlagen vorzusehen. Dabei sind vorrangig Messungen der Raumluftqualität durch CO <sub>2</sub> Sensoren zu berücksichtigen.	Sweco: Stand 01.06.23: mechanische Lüftung der offenen Mitten und Lemorte; in einzelnen Bereichen können CO2 Sensoren eingesetzt werden (Nawi-Räume), die bedeutet jedoch auch zusätzliche variable Volumenstromregler. Je mehr Bereich gewährt werden, desto mehr weichen wir vom Low-Tech Projektziel ab. EPEA: Sind CO2 Ampeln geplant? CO2-Ampel wäre möglich = Ausstattung der Schule. Weitere Abstimmung zwischen Sweco und GWGpro/KVVneo notwendig zu Maßnahmen zur Minimierung der Lüftungswärmeverluste über Fensterlüftung			TGA, KASSEL	Realisierbar.			●						
		12	Wärmerückgewinnung mit mindestens 75 % vorzusehen, sofern dem nicht technische Randbedingungen entgegenstehen.	Sweco: Eine Wärmerückgewinnung bei der Lüftungsanlagen wird vorgesehen			TGA	Realisierbar.		✓	●						
		13	Die thermische Konditionierung der Luft erfolgt über Register, welche von der gebäudezentralen Wärme- und Kälteversorgung gespeist werden. Die Register sind dabei bevorzugt im Niedertemperatur Bereich mit geringen Druckverlusten ausulegen.	Sweco: die Lüftung wird erhitzt und gekühlt; Niedertemperaturen für die Register sind möglich. Durch Niedertemperaturen werden jedoch die Register größer.			TGA	Realisierbar.		✓	●						
		14	Für Lüftungsgeräte und Komponenten der technischen Gebäudeausrüstung ist die höchste Energieeffizienzklasse nach gängigen Klassifizierungssystemen anzustreben. Dies gilt ebenso für die Auslegung des Kanalnetz. Für Ventilatoren kommen hocheffiziente EC-Motoren zum Einsatz (Fan-Wall).	Sweco: Lüftungsgeräte sind nach höchster Effizienzklasse ausgelegt. Haben kein Kanalnetz, nur Steigkanäle. Sind so ausgelegt, dass Ventilatoren effizient sind; aber Leistung bei Bedarf noch gesteigert werden.			TGA	Realisierbar.		✓							

## FAZIT ZU MAßNAHMENMATRIX ENDE LPH 3

### Themen, die durch die Nutzung der Maßnahmenmatrix in den Fokus gerückt wurden

- // Flexibilität und Umnutzbarkeit
  - // Recherche und Übertragung der wesentlichen Maßnahmen in Matrix
- // Lösbare Verbindungen im Holztragwerk → Design for deconstruction
- // Förderung der Biodiversität
- // Verminderung der versiegelten Fläche im Außenbereich
- // Maßnahmen zur Barrierefreiheit & Inklusion

### Aufgenommene Themen, die in späteren Leistungsphasen relevant werden

- // Materialökologische Anforderungen an verwendete Baustoffe
- // Dokumentation, Qualitätssicherung und Nachweisführung bei Baustoffwahl
- // Reinigungskonzept
- // Außenanlagen: Betrieb
- // Wasserspararmaturen
- // Baustelleneinrichtung und -prozesse

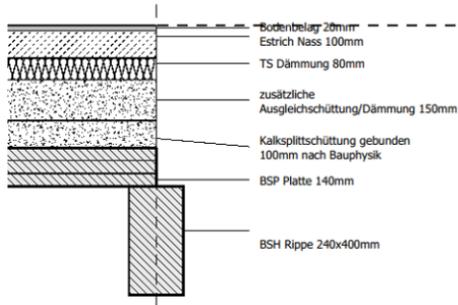


# **\_BAUTEIL- UND PRODUKTBEZOGENE MAßNAHMEN IM C2C-KONTEXT**

# ANALYSE UND OPTIMIERUNGSVORSCHLÄGE DER BAUTEILAUFBAUTEN NACH C2C-KRITERIEN

## OPTIMIERUNGSMÄßNAHMEN DECKE INNEN

DE01/ Decke innen – erhöhter Aufbau

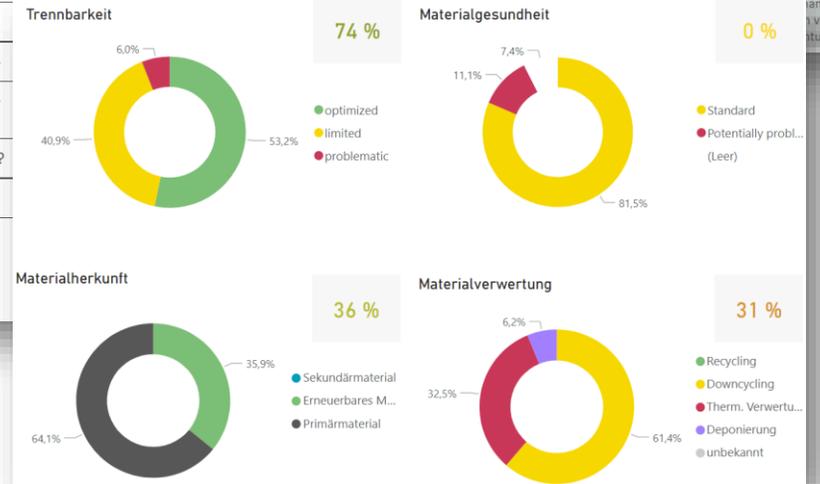


- 1 – Bodenbelag
- 2 – Estrich
- 3 – TS Dämmung
- 4 – zusätzliche Schicht
- 5 – Kalksplittschüttung gebunden
- 6 – BSP-Platte

	Maßnahme	Materialgesundheit	Materialherkunft	Materialverwertung	Trennbarkeit	Demontierbarkeit	CO <sub>2</sub> -Fußabdruck
1	C2C zertifizierter Bodenbelag	+					
1	Lose verlegter Fußbodenbelag statt verklebtes Linoleum				+		
2	Trockener Estrich				+		
3	Holzfaserdämmplatte statt EPS/Mineralwolle		+				+
4	ReUse-Material in Ausgleichsschicht → evtl. in Absprache mit Stadt Kassel (Materiallager)		+				+
4	Alternativprodukt in Ausgleichsschicht	+?	+?	+?	+?	+?	+?
5	Schüttung ohne Bindemittel				+		

## TRITTSCHALLDÄMMUNG

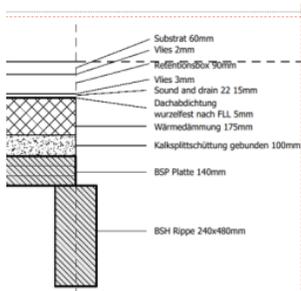
Kategorie	Steinwolle	Glaswolle	Holzweichfaserplatte
Materialherkunft	Primärmaterial	Primärmaterial	Nachwachsender Rohstoff
Materialverwertung	i. d. R. Deponierung	i. d. R. Deponierung	Recycling
Schallschutz	Erfüllt Schallschutzanforderungen	Erfüllt Schallschutzanforderungen	bei sehr hohen Trittschallanforderungen nicht einsetzbar
Brandschutz	Nicht brennbar	Nicht brennbar	je nach Einbausituation zu bewerten
Anmerkungen	Stand der Technik	Stand der Technik	technisch in Ordnung, nur bei sehr hohen Trittschallanforderungen erreichen diese Platten nicht die am. Steifigkeit, verwendbar, (tue!) teurer.



# ANALYSE UND OPTIMIERUNGSVORSCHLÄGE DER BAUTEILAUFBAUTEN NACH C2C-KRITERIEN

## BAUTEILANALYSE DACH BSP

### Dachaufbau allgemein



- 1 – Substrat
- 2 - Vlies
- 3 – Retentionsbox
- 4 – Vlies
- 5 – Sound and drain
- 6 – Abdichtung
- 7 – Mineralwolle
- 8 – Kalksplittschüttung gebunden
- 9 - BSP

© EPEA GmbH - Part of Drees & Sommer | Bauteilanalyse

	Maßnahme	Materialgesundheit	Materialherkunft	Materialverwertung	Trennbarkeit	Demontierbarkeit	CO <sub>2</sub> -Fußabdruck
1	Substrat aus Recyclingmaterial (z.B. Ziegel)		+				+
3	Retentionsboxen aus Recyclingmaterial		+				
6	EPDM/FPO Abdichtung statt Bitumen	+		+			
6	Abdichtung lose verlegt				+	+	
7	Schaumglas statt Mineralwolle (in TGA Bereichen)	+	+	+			+
8	Schüttung ohne Bindemittel				+		

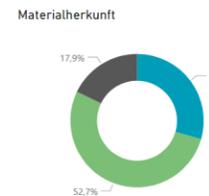
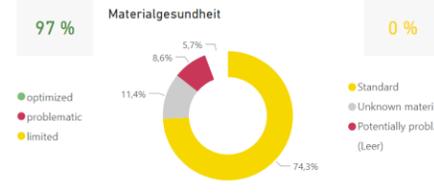
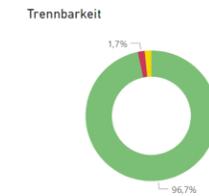
## GLAPOR SCHAUMGLAS WÄRMEDÄMMUNG

Dämmmaterial



- ✎ Aus 100% Recyclingglas
- ✎ frei von gesundheitsschädlichen Flammschutzmittel und Treibgasen.
- ✎ 600 kPa Druckfestigkeit
- ✎ Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  0,052 W/mK

## BAUTEILANALYSE DACH BSP - 1. UND 2. OG - PV GRÜNDACH



Demontierbarkeit  
limited



# EMPFEHLUNGEN MATERIALIEN UND PRODUKTE



## STEICOflex 036

Flexible Wärmedämmung aus Holzfaser

Flexible, ökologische Wärmedämmung aus natürlicher Holzfaser

- Sehr gute Dämmeigenschaften im Winter
- Exzellenter Hitzeschutz im Sommer
- Besonders diffusionsoffen für den Schutz der Konstruktion
- Hergestellt aus frischem Nadelholz – nachhaltiger Klimaschutz durch CO<sub>2</sub>-Speicherung
- Hervorragende Anpassung an begrenzende Bauteile
- Unterstützt ein baubiologisch einwandfreies Wohnklima
- Ökologisch, umweltverträglich und recyclingfähig

**X-LAM – Brettsperrholz**  
 Großformatige Bauelemente für Dach, Decke und Wand

## POR SCHAUMGLAS WÄRMEDÄMMUNG

Wärmedämmungsmaterial



**PRODUKTBEISPIEL | HANFBETONSTEINE**  
 Hempflith – Baustoffe aus Hanf



## EPDM DACHBAHNEN

Pandser & Premiumfol EPDM

- ✔ EPDM (Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuke)
- ✔ Für Dächer, Entwässerungsrinnen & Fassaden
- ✔ UV-beständige, hoch elastische, weichmacherfreie Deckbedeckung
- ✔ Wurzelfest und für Dachgärten und Fundamente geeignet
- ✔ Cradle to Cradle zertifiziert
- ✔ Beständig gegen Temperaturschwankungen von -35° C bis +120° C
- ✔ In Kombination mit EPDM Bonding adhesive und Bonding sealant auch freibewitterungsbeständig



## TROLDTEKT

Zusammenarbeit seit 2012

✔ Akkustikplatten

Leistungen EPEA:

- ✔ Optimierung
- ✔ Zertifizierung

Mehrwerte:

- ✔ Geeignet für den biologischen Kreislauf
- ✔ Einfache Rückbaubarkeit durch Verschrauben
- ✔ Wiederverwendung von Produktionsabfällen
- ✔ Gesunde Innenraumluftqualität durch Schadstofffreiheit



# \_ÖKOBILANZIERUNG



## QNG Ergebnistabelle für Nichtwohngebäude - Version März 2023

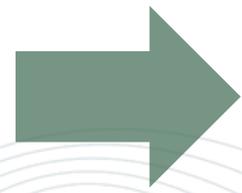
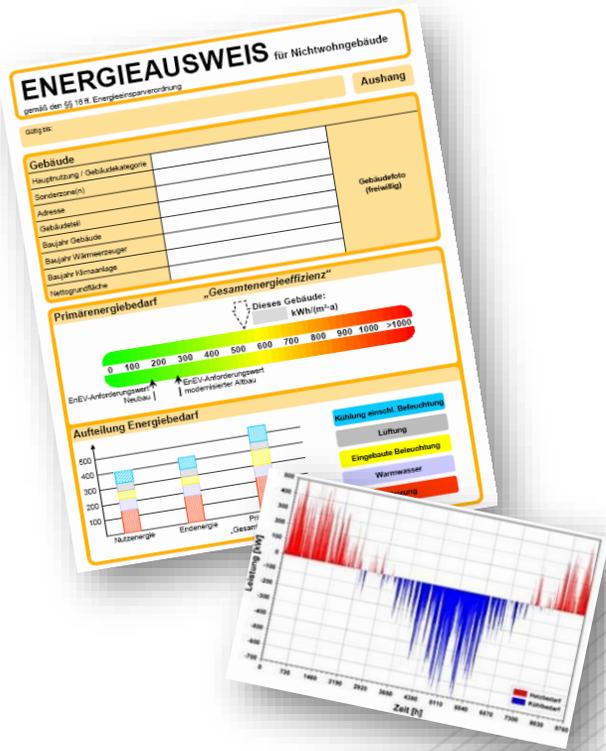
(Teil-) Bilanzgröße	PE <sub>ne</sub> in kWh/m <sup>2</sup> NRF*a	GWP in kg CO <sub>2</sub> Äqui./m <sup>2</sup> NRF*a
<b>berechnete Werte für den baulichen Teil</b>	<b>38,93</b>	<b>11,84</b>
Teilwert Bauwerksteile der KG 300 - Altbestand	0,00	0,00
Teilwert Bauwerksteile der KG 300 - Neubau	33,01	10,08
Teilwert Bauwerksteile der KG 400 - Sockel	4,11	1,23
Teilwert Bauwerksteile der KG 400 - Großgeräte	0,44	0,14
Anlagen zur Erzeugung / Nutzung erneuerbarer / nicht erneuerbarer Energie (anteilig)	1,36	0,38
<b>berechnete Werte für den Teil Betrieb und Nutzung</b>	<b>49,69</b>	<b>14,61</b>
Teilwert B6.1	29,06	8,71
Teilwert B6.2	5,48	1,57
Teilwert B6.3	18,79	5,37
eigengenutzter Anteil erneuerbarer Energie	-3,64	-1,04
<b>berechneter Wert für den baulichen Teil und Betrieb &amp; Nutzung (gesamt)</b>	<b>88,62</b>	<b>26,45</b>
Anforderungswert 1 (PLUS) für den baulichen Teil und Betrieb & Nutzung	98,51	26,81
<b>Erfüllung der Anforderung</b>	<b>PLUS</b>	<b>PLUS</b>





# **\_CIRCULARITY PASSPORT® BUILDINGS**

# NACHHALTIGKEIT: VON ENERGIE ZUM MATERIAL



Heute verpflichtend: Energieausweis zu Energieeffizienz, Bauphysik

Zukünftig: Materialausweis zu Gesundheit, Rohstoffen, Rückbau

# CIRCULARITY PASSPORT® BUILDING

Vollständige Transparenz über:

- Materialgesundheit
- CO2-Fußabdruck
- Materialherkunft
- Materialverwertung
- Trennbarkeit
- Demontagefähigkeit
- Materialwerte



# BEWERTUNGSMETHODIK

## Materialgesundheit



Rating	KPI	Description
Optimiert	1	Nachweislich verbesserte Inhaltsstoffe gegenüber dem Industriestandard sowie keine Inhaltsstoffe der C2C Banned List oder als CMR klassifiziert
Verbessert	0,75	Nachweislich verbesserte Inhaltsstoffe gegenüber dem Industriestandard. → Mindestens DGNB ENV1.2 Qualitätsstufe 4, sowie keine negativen Eigenschaften gemäß ECHA-Klassifikation
Standard	0	Inhaltsstoffe, die den Industriestandards entsprechen. → Mindestens DGNB ENV1.2 Qualitätsstufe 2
Problematisch	0	Inhaltsstoffe die nachweislich problematisch und zukünftig verboten werden könnten.
Nicht bewertbar	0	Es sind nicht genügend Informationen für eine Bewertung verfügbar.

Problematische Inhaltsstoffe in Produkten können nicht nur die Umwelt belasten, sondern sind auch regelmäßig im menschlichen Körper zu finden. Deshalb bemühen wir uns nicht nur um die Einhaltung gesetzlicher Grenzwerte und eine "weniger schlechte" Chemie, sondern auch um Inhaltsstoffe, die von vornherein positiv definiert sind. Nur so können wir Produkte und Gebäude schaffen, die für Mensch und Umwelt von Nutzen sind.



Als Referenzwert für den Fußabdruck der Konstruktion wird der Richtwert der DGNB nach Version 2018 genommen. Dieser liegt bei 9,4 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a.

Da als Ziel gilt, ein klimapositives Gebäude zu errichten entspricht ein Ergebnis von > 100% einem klimapositiven Gebäude. Ein Ergebnis von 0% entspricht dem Branchendurchschnitt. Ein negatives Ergebnis bedeutet, dass der Bau des Gebäudes mehr CO<sub>2</sub> ausstößt als durchschnittliche Gebäude.

Mit einer zuverlässigen Klimaschutzstrategie für ein Gebäude lassen sich Zukunftsrisiken reduzieren und damit Immobilienwerte steigern.

Dargestellt ist der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck der Konstruktion im Vergleich zu einem Standard-Gebäude. Bewertet wird in dieser Kategorie die mit dem Gebäude verbundene CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Konstruktion und Betrieb.

Ziel ist ein klimapositives Gebäude, in welchem CO<sub>2</sub> gebunden und gespeichert wird sowie der Verbrauch von 100% erneuerbare Energie, welche optimalerweise selbst produziert wird.

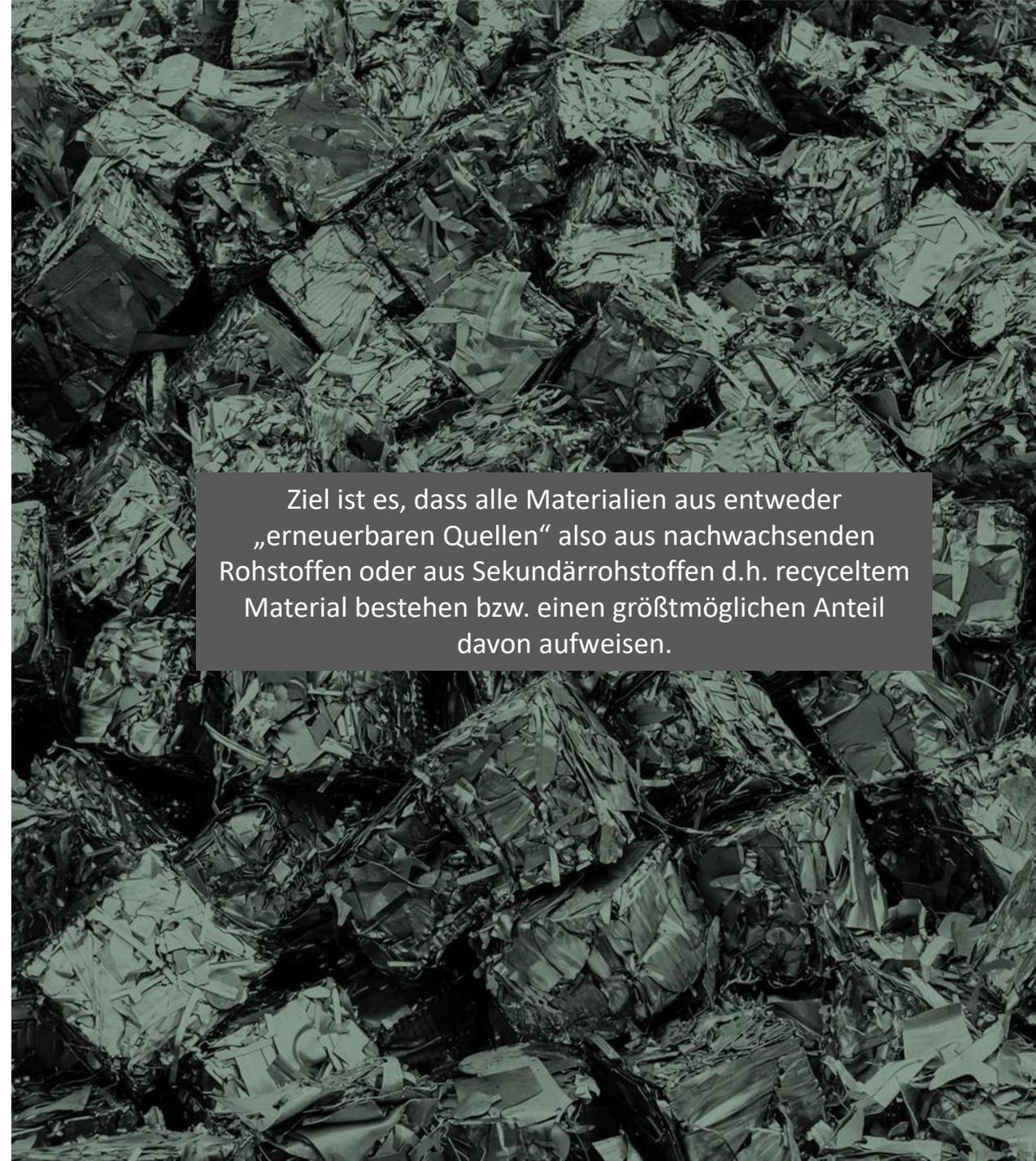
Der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck wird nach Kostengruppen im Circularity Passport® Building dokumentiert.

# BEWERTUNGSMETHODIK

## Materialherkunft



Rating	KPI	Description
 Sekundärmaterial	1	Produkte, die aus Sekundärmaterial bestehen
 Nachhaltig Erneuerbares Material	1	Produkte, die aus erneuerbarem Material aus zertifiziert nachhaltigem Anbau bestehen
 Primärmaterial	0	Neues Rohmaterial, das nie einer anderen Verarbeitung als der Herstellung unterzogen wurde.



Ziel ist es, dass alle Materialien aus entweder „erneuerbaren Quellen“ also aus nachwachsenden Rohstoffen oder aus Sekundärrohstoffen d.h. recyceltem Material bestehen bzw. einen größtmöglichen Anteil davon aufweisen.

# BEWERTUNGSMETHODIK

## Recycling



Rating	KPI	Description
Recycling / Upcycling	1	Das Material kann ohne nennenswerte Qualitätsverluste recycelt werden und somit einen Primärrohstoff von mindestens gleicher Materialqualität ersetzen.
Downcycling	0,5	Durch die stoffliche Verwertung erfährt das Material einen erheblichen Verlust an Materialqualität.
Energetische Nutzung	0	Das Material wird als Ersatzbrennstoff eingesetzt (mind. 11 MJ/kg Brennwert (§ 6 Abs. 2 KrW-/AbfG))
Thermische Beseitigung/ Deponierung	0	Material wird auf Deponien beseitigt oder ohne energetischen Nutzen verbrannt (Brennwert < 11 MJ/kg)
Nicht bewertbar	0	Es sind nicht genügend Informationen für eine Bewertung verfügbar.



Ressourcen sollen nach ihrer Nutzung als Rohstoffe für neue, schadstofffreie Produkte dienen können. So können sie kontinuierlich in Produktkreisläufen zirkulieren - anstelle von "Downcycling" soll das "Re- und Upcycling" von Produkten ermöglicht werden.

# BEWERTUNGSMETHODIK

## Trennbarkeit



Rating	KPI	Description
 Optimiert	1	Kreislauffähige Verbindungen - Gut zugängliches Material, welches sortenrein separiert werden kann.
 Eingeschränkt	0,5	Bedingt kreislauffähige Verbindungen – Das Material ist grundsätzlich trennbar aber nur mit erhöhtem Aufwand.
 Problematisch	0	Nicht kreislauffähige Verbindungen – Die Verbindungen sind nicht trennbar oder nur mit erheblichem Aufwand.
 Nicht bewertbar	0	Es sind nicht genügend Informationen für eine Bewertung verfügbar.

Ziel ist es, dass alle Konstruktionen in ihre Bestandteile oder Recyclingeinheiten zerlegt werden können. Zu diesem Zweck sollten lösbare Verbindungstechniken verwendet werden. Verbundbaustoffe sollten nach Möglichkeit zugunsten von trennbaren Baugruppen vermieden werden.

# BEWERTUNGSMETHODIK

## Demontagefähigkeit



Rating	KPI	Description
 Optimiert	1	Maximal flexibel – Das gesamte Element kann vollständig in seiner Gesamtheit ausgebaut und wiederverwendet werden.
 Verbessert	0,75	Flexibel – Funktionseinheiten sind alle voneinander trennbar.
 Eingeschränkt	0,25	Bedingt flexibel – Funktionseinheiten sind teilweise voneinander trennbar.
 Problematisch	0	Nicht flexibel – Funktionseinheiten können nicht voneinander getrennt werden.
 Nicht bewertbar	0	Es sind nicht genügend Informationen für eine Bewertung verfügbar.

Ein zerstörungsfreier Rückbau sollte auf der Komponentenebene (Funktionseinheiten) angestrebt werden. Ziel ist es, die Flexibilität des Gebäudes durch die einfache Austauschbarkeit und Anpassungsfähigkeit einzelner, im Voraus geplanter Funktionseinheiten zu erhöhen. Der Mehrwert ist eine höhere Drittverwendungsfähigkeit, ein leichter Umbau und damit eine längere Gesamtlebensdauer.

# BAUTE LANALYSE

## Begriffserklärungen und Erläuterung zur Bewertung



### Demontierbarkeit

Bezieht sich auf den Rückbau des **gesamten Bauteils**.

#### *Beispiel:*

*Eine verschraubte Systemtrennwand ist als ganzes System rückbaubar und ist damit positiv hinsichtlich der Demontierbarkeit einzuschätzen.*



### Trennbarkeit

Bezieht sich auf den Rückbau der einzelnen **Schichten eines Bauteils**.

*Die einzelnen Schichten der Systemtrennwand sind durch Klebung verbunden. Die Trennbarkeit ist somit negativ zu bewerten.*

# ERGEBNISSE CIRCULARITY PASSPORT® BUILDING



## MATERIALGESUNDHEIT



1 % optimiert  
 99 % verbessert  
 1 % gewöhnlich  
 0 % potentiell problematisch  
 0 % Unbekannt / nicht bewertbar



## CO<sub>2</sub> FUßABDRUCK



20 % verbessert gegenüber Standard-Gebäuden



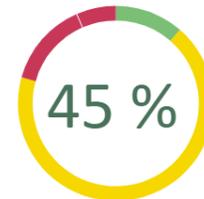
## MATERIALHERKUNFT



5 % Sekundärmaterial  
 12 % Nachhaltig erneuerbares Material  
 83 % Primärmaterial



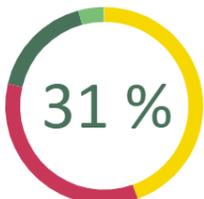
## MATERIALVERWERTUNG



11 % Recycling  
 68 % Downcycling  
 14 % Energetische Verwertung  
 7 % Deponierung / Thermische Behandlung  
 0 % Unbekannt / nicht bewertbar



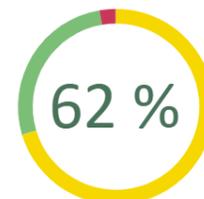
## DEMONTAGEFÄHIGKEIT



17 % optimiert  
 4 % verbessert  
 44 % eingeschränkt  
 34 % problematisch  
 0 % Unbekannt / nicht bewertbar



## TRENNBARKEIT



27 % optimiert  
 70 % eingeschränkt  
 3 % problematisch  
 0 % Unbekannt / nicht bewertbar

# EMPFEHLUNGEN FÜR CIRCULARITY PASSPORT ZIELWERTE



C2C-Qualität (Langzeit Ziel)
Optimiert nach aktuellem Stand der Technik
Verbessert nach aktuellem Stand der Technik
Stand der Technik
Schlechtere Qualität nach aktuellem Stand der Technik

Indikator Wert	Material-Gesundheit*	CO2 (Konstruktion)	Material-Herkunft	Material-Verwertung	Demontage-fähigkeit (Flexibilität)	Trennbarkeit
> 80%						
> 70%						
> 60%	70%		65%			
> 50%		Mindest-anforderung ergibt sich aus DGNB bzw. QNG-Anforderungen		55%	60%	60%
> 40%						
> 30%						
> 20%						
> 10%						
> 0%	0%*					

\*Die Werte der Materialgesundheit werden im Laufe der weiteren Planung ansteigen, wenn spezifische Produkte definiert sind.



C2C-Qualität (Langzeit Ziel)
Optimiert nach aktuellem Stand der Technik
Verbessert nach aktuellem Stand der Technik
Stand der Technik
Schlechtere Qualität nach aktuellem Stand der Technik

Indikator Wert	Material-Gesundheit*	CO2 (Konstruktion)	Material-Herkunft	Material-Verwertung	Demontage-fähigkeit	Trennbarkeit
> 80%						
> 70%	72%					
> 60%	70%		65%			62%
> 50%				55%	60%	60%
> 40%				45%		
> 30%		20%			31%	
> 20%						
> 10%			17%			
> 0%						

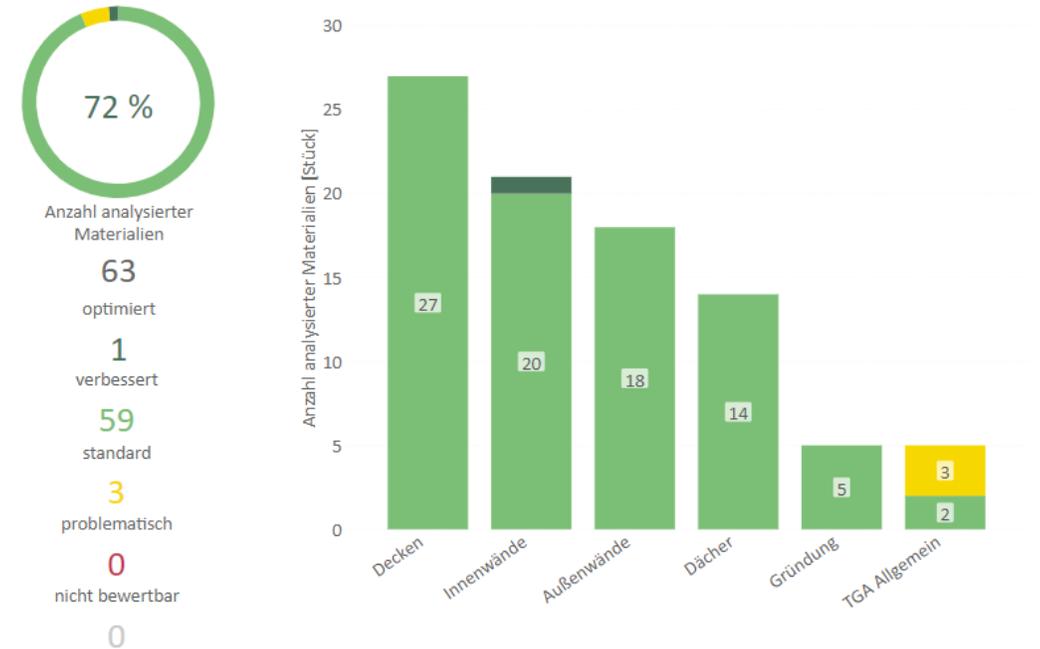
# MATERIALGESUNDHEIT

## Potenziale

- Ausschreibung von C2C-zertifizierten Produkten
- → sind nicht nur frei von Schadstoffen, sondern wirken sich positiv auf die Innenraumluftqualität aus

## \_MATERIALGESUNDHEIT

Problematische Inhaltsstoffe in Produkten können nicht nur die Umwelt beeinträchtigen, sondern sind immer häufiger auch im menschlichen Körper zu finden. Um ein gesundes Gebäude zu erhalten genügt es daher nicht gesetzliche Grenzwerte einzuhalten. Stattdessen müssen die eingesetzten Materialien aus positiv definierten Inhaltsstoffen bestehen. Nur so können Gebäude geschaffen werden, die für Mensch und Umwelt vorteilhaft sind.



### DEFINITION

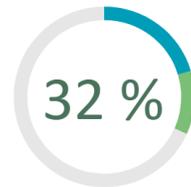
#	Bewertung	Beschreibung	KPI-Faktor
1	optimiert	nachweislich verbesserte Inhaltsstoffe gegenüber dem Industriestandard sowie keine Inhaltsstoffe die auf der C2C Banned List oder als CMR klassifiziert sind	1,00
2	verbessert	nachweislich verbesserte Inhaltsstoffe gegenüber dem Industriestandard	0,75
3	standard	Inhaltsstoffe, die den Industriestandards entsprechen.	0,00
4	problematisch	Inhaltsstoffe, die nachweislich problematisch sind und zukünftig verboten werden könnten.	0,00
5	Unbekannt / Nicht bewertbar	Es sind nicht genügend Informationen für eine Bewertung verfügbar.	0,00

*Gewichtung: Stück - jedes analysierte Produkt / Material fließt gleichwertig in die*



# MATERIALHERKUNFT

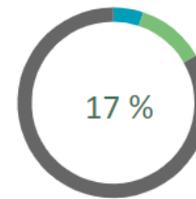
- // Verwendung von Beton beeinflusst Materialherkunft negativ
- // Gründe für Einsatz von Beton
  - // Kompletter Verzicht auf Keller nicht möglich aufgrund Haustechnik
  - // Zusätzliche Betonkanäle aufgrund Lüftungsanlage
  - // Betonwände als aussteifende Elemente in OGs
  - // Brandschutzanforderungen verhindern Holzeinsatz in bestimmten Bereichen
    - z.B. Treppenhauskerne
- // Potenziale:
  - // Einsatz von genormten Recyclingbeton (45% RC-Anteil in Gesteinskörnung) bei allen Betonbauteilen
  - // Ausgeschlossen WU-Bauteile
  - // Mögliche Punktzahl:
- // Weitere Potenziale
  - // Verwendung von Schaumglasplatten statt XPS im Keller, statt PIR und EPS am Dach
  - // Recyclingmaterial in Schüttung und Drainbeton



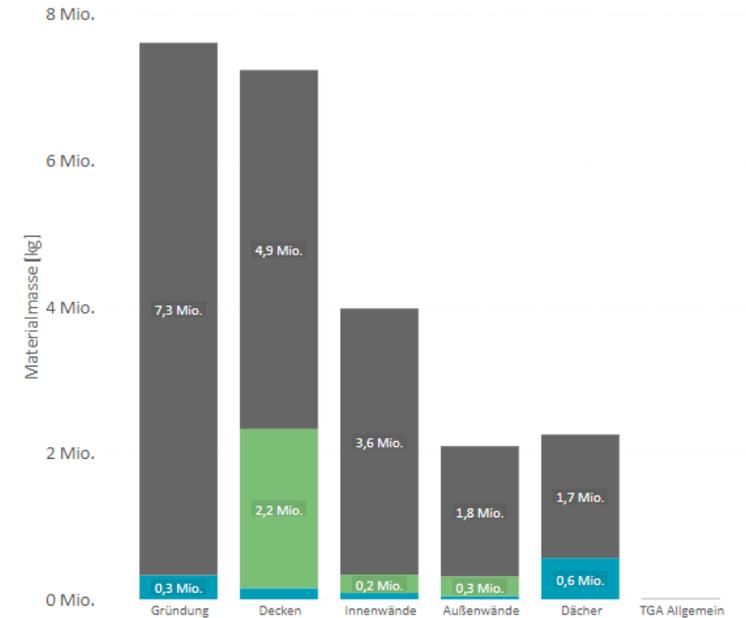
20 % Sekundärmaterial  
11 % Nachhaltig erneuerbares Material  
68 % Primärmaterial

## \_MATERIALHERKUNFT

Um eine Kreislaufwirtschaft im Baubereich zu etablieren, muss der Einsatz von nicht-erneuerbaren primären Ressourcen minimiert werden. Hierbei spielt die Herkunft der verwendeten Materialien eine wesentliche Rolle, da die Gewinnung von Rohstoffen meist negative Auswirkungen auf die Umwelt hat.



Gesamtmasse der Materialien [kg]  
**23,18 Mio.**  
sekundär  
**1,18 Mio.**  
erneuerbar  
**2,69 Mio.**  
primär  
**19,30 Mio.**



## \_DEFINITION

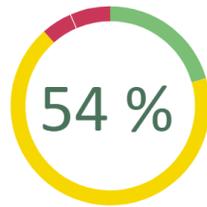
#	Bewertung	Beschreibung	KPI-Faktor
1	Sekundärmaterial	Produkte, die aus Sekundärmaterial bestehen	1,00
2	Nachhaltig Erneuerbares Material	Produkte, die aus erneuerbarem Material aus zertifiziertem nachhaltigem Anbau bestehen	1,00
3	Primärmaterial	Neues Rohmaterial, das nie einer anderen Verarbeitung als der Herstellung unterzogen wurde.	0,00

# MATERIALVERWERTUNG

- // Holzbaustoffe werden heutzutage größtenteils thermisch verwertet
- // → beeinflusst Materialverwertung negativ

// Potenziale:

- // Einbinden von Holzbauunternehmen, welches Rücknahme und Weiterverwertung oder –verwertung garantiert (z.B. Derix)
- // → Recycling statt energetischer Nutzung
- // Mögliche Punktzahl:



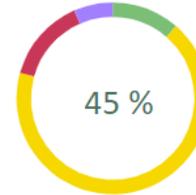
21 % Recycling  
 68 % Downcycling  
 5 % Energetische Verwertung  
 7 % Deponierung / Thermische Behandlung  
 0 % Unbekannt / nicht bewertbar

Weitere Potenziale:

- // Schaumglas statt XPS, EPS, PIR und Mineralwolle

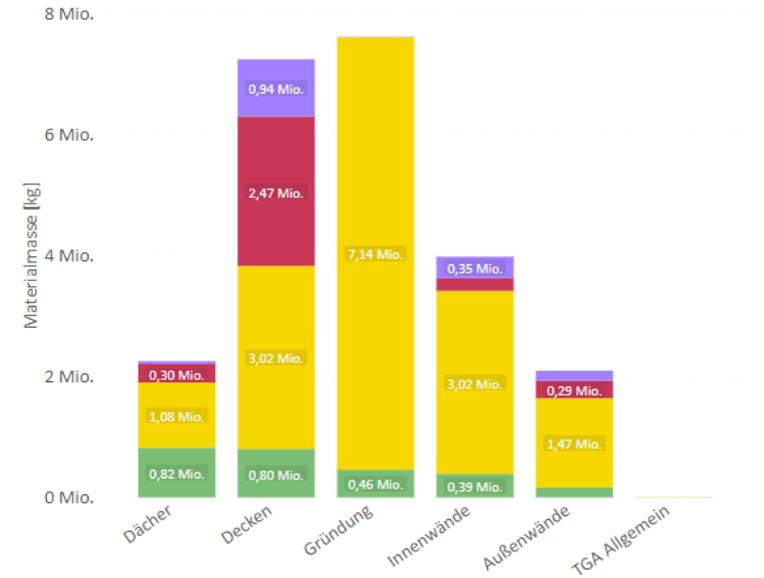
## \_ MATERIALVERWERTUNG (POTENZIAL)

Bei der Circular Economy powered by Cradle to Cradle® geht es darum, dass eingesetzte Ressourcen nach ihrer Nutzung als Ausgangsstoffe oder Komponenten für neue, schadstofffreie Produkte oder Systeme dienen können. Somit ist eine hochwertige Verwertung bereits beim Produktdesign zu beachten.



Gesamtmasse der Materialien [kg]  
**23,18 Mio.**  
 Recycling / Upcycling  
**2,64 Mio.**  
 Downcycling  
**15,74 Mio.**  
 thermische Verwertung  
**3,28 Mio.**  
 Deponierung  
**1,52 Mio.**  
 nicht bewertbar

900



## \_ DEFINITION

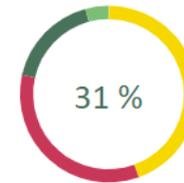
#	Bewertung	Beschreibung	KPI-Faktor
1	Recycling	Das Material kann ohne nennenswerte Qualitätsverluste recycelt werden und somit einen Primärrohstoff von mindestens gleicher Materialqualität ersetzen.	1,00
2	Downcycling	Durch die stoffliche Verwertung erfährt das Material einen erheblichen Verlust an Materialqualität.	0,50
3	Energetische Nutzung	Das Material wird als Ersatzbrennstoff eingesetzt (mind. 11 MJ/kg Brennwert (§ 6 Abs. 2 KrW-/AbfG))	0,00
4	Deponierung / Thermische Beseitigung	Material wird auf Deponien beseitigt oder ohne energetischen Nutzen verbrannt (Brennwert < 11 MJ/kg)	0,00
5	Unbekannt / Nicht bewertbar	Es sind nicht genügend Informationen für eine Bewertung verfügbar.	0,00

# DEMONTAGEFÄHIGKEIT

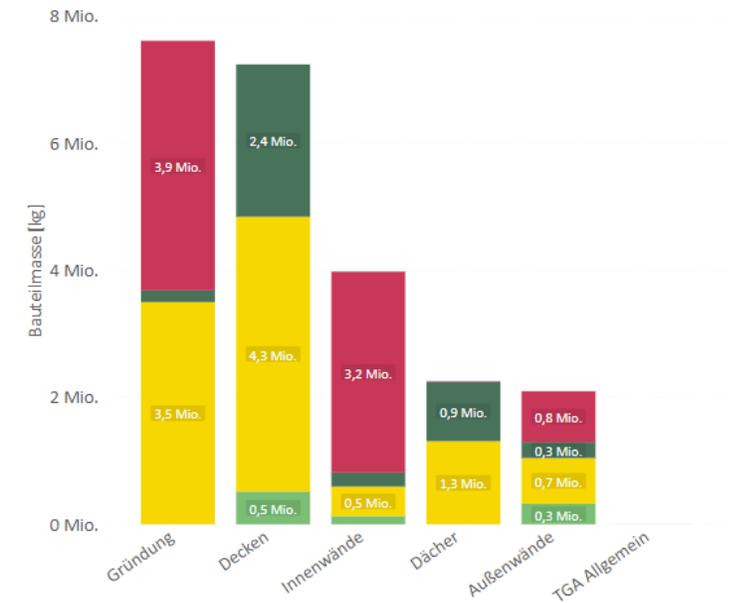
- ⌘ Verwendung von Beton beeinflusst Demontagefähigkeit negativ
- ⌘ Gründe für Einsatz von Beton
  - ⌘ Kompletter Verzicht auf Keller nicht möglich aufgrund Haustechnik
  - ⌘ Zusätzliche Betonkanäle aufgrund Lüftungsanlage
  - ⌘ Betonwände als aussteifende Elemente in OGs
  - ⌘ Brandschutzanforderungen verhindern Holzeinsatz in bestimmten Bereichen
    - z.B. Treppenhaukerne
- ⌘ Folgende Schichten in Bauteilaufbau beeinflussen Demontagefähigkeit negativ:
  - ⌘ Betonwerkstein und geklebte Bodenbeläge
  - ⌘ Verputze Flächen
  - ⌘ Verspachtelte Gipskartonflächen
  - ⌘ Gegossener Dränbeton

## \_ DEMONTAGEFÄHIGKEIT

Auf der Ebene der Bauelemente und -systeme ist eine einfache und zerstörungsfreie Demontage anzustreben. Ziel ist es, die Flexibilität des Gebäudes durch die von vornherein geplante einfache Austauschbarkeit bzw. Anpassungsfähigkeit einzelner Elemente und Funktionseinheiten zu erhöhen. Mehrwerte sind eine höhere Drittverwendbarkeit, ein einfacherer Umbau und damit eine längere Gesamtnutzungsdauer.



analysierte Bauteilmasse [kg]  
**23,18 Mio.** optimiert  
**3,99 Mio.** verbessert  
**970,12 Tsd.** eingeschränkt  
**10,31 Mio.** problematisch  
**7,90 Mio.** nicht bewertbar  
**0,00**



## \_ DEFINITION

#	Bewertung	Beschreibung	KPI-Faktor
1	optimiert	Das gesamte Element kann vollständig in seiner Gesamtheit ausgebaut und wiederverwendet werden.	1,00
2	verbessert	Funktionseinheiten sind alle voneinander trennbar.	0,75
3	eingeschränkt	Funktionseinheiten sind teilweise voneinander trennbar.	0,25
4	problematisch	Funktionseinheiten können nicht voneinander getrennt werden.	0,00
5	Unbekannt / Nicht bewertbar	Es sind nicht genügend Informationen für eine Bewertung verfügbar.	0,00

## Verwendung von Beton beeinflusst Trennbarkeit negativ

Folgende Schichten in Bauteilaufbau beeinflussen Trennbarkeit negativ:

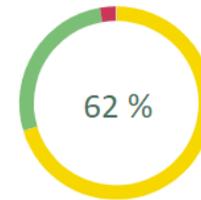
- // Betonwerkstein und geklebte Bodenbeläge
- // Verputze Flächen
- // Verspachtelte Gipskartonflächen
- // Gegossener Dränbeton

Potenziale:

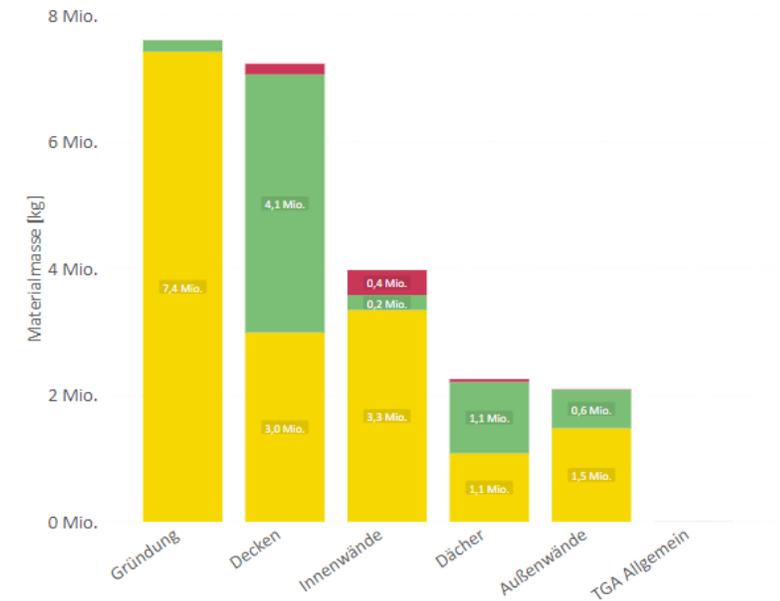
- // Litothem in Treppenhäusern

## \_ TRENNBARKEIT

Ziel ist es, dass alle Konstruktionen und Bauelemente in ihre Bestandteile oder Recycling-Einheiten zerlegt werden können. Zu diesem Zweck sollen einfach lösbare Verbindungstechniken eingesetzt werden. Verbundbauteile sollen zugunsten von trennbaren Baugruppen möglichst vermieden werden. Dies gilt z.B. für die Fassade, den Randbereich, Dach- und Bodenkonstruktionen.



analysierte  
Materialmasse [kg]  
23,18 Mio.  
optimiert  
6,24 Mio.  
eingeschränkt  
16,31 Mio.  
problematisch  
614,96 Tsd.  
nicht bewertbar  
9,42 Tsd.



## \_ DEFINITION

#	Bewertung	Beschreibung	KPI-Faktor
1	optimiert	Gut zugängliches Material, welches sortenrein separiert werden kann.	1,00
2	eingeschränkt	Das Material ist grundsätzlich trennbar aber nur mit erhöhtem Aufwand.	0,50
3	problematisch	Die Verbindungen sind nicht trennbar oder nur mit erheblichem Aufwand.	0,00
4	Unbekannt / Nicht bewertbar	Es sind nicht genügend Informationen für eine Bewertung verfügbar.	0,00



# CO<sub>2</sub>-KONSTRUKTION

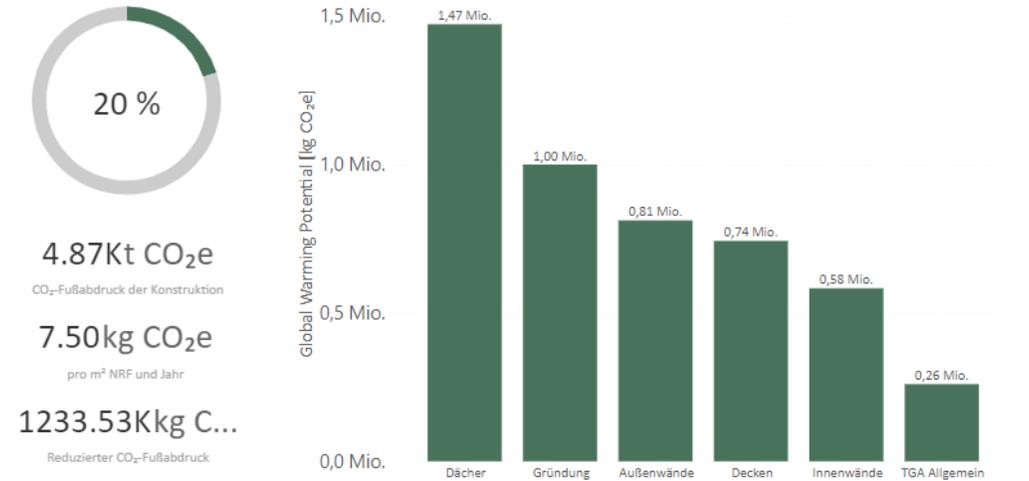
Potenziale:

- CO<sub>2</sub>-optimierter Zement
- CO<sub>2</sub>-optimierter Bewehrungsstahl

## \_CO<sub>2</sub> FUßABDRUCK DER KONSTRUKTION

Mit einer zuverlässigen Klimaschutzstrategie für Ihr Gebäude lassen sich Zukunftsrisiken reduzieren und damit Immobilienwerte steigern.

Dargestellt ist der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck der Konstruktion im Vergleich zu einem Standard-Gebäude.



## \_INGESPARTES CO<sub>2</sub> IN VERGLEICHSGRÖSSEN



## \_DEFINITION

Als Referenzwert für den Fußabdruck der Konstruktion wird der Richtwert der DGNB nach Version 2018 genommen. Dieser liegt bei 9,4 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a.

Da als Ziel gilt, ein klimapositives Gebäude zu errichten entspricht ein Ergebnis von > 100% einem Klimapositiven Gebäude. Ein Ergebnis von 0% entspricht dem

Branchendurchschnitt. Ein negatives Ergebnis bedeutet, dass der Bau des Gebäudes mehr CO<sub>2</sub> ausstößt als durchschnittliche Gebäude.

# POTENZIALE CIRCULARITY PASSPORT



C2C-Qualität (Langzeit Ziel)
Optimiert nach aktuellem Stand der Technik
Verbessert nach aktuellem Stand der Technik
Stand der Technik
Schlechtere Qualität nach aktuellem Stand der Technik

Indikator Wert	Material-Gesundheit*	CO2 (Konstruktion)	Material-Herkunft	Material-Verwertung	Demontage-fähigkeit	Trennbarkeit
> 80%						
> 70%	72%					
> 60%	70%		65%		60%	62%
> 50%				54%		
> 40%				45%		
> 30%		20%	32%		31%	
> 20%			17%			
> 10%						
> 0%						

# NACHHALTIGKEITSZIELE DER OSW





# EPEA

PART OF DREES & SOMMER

