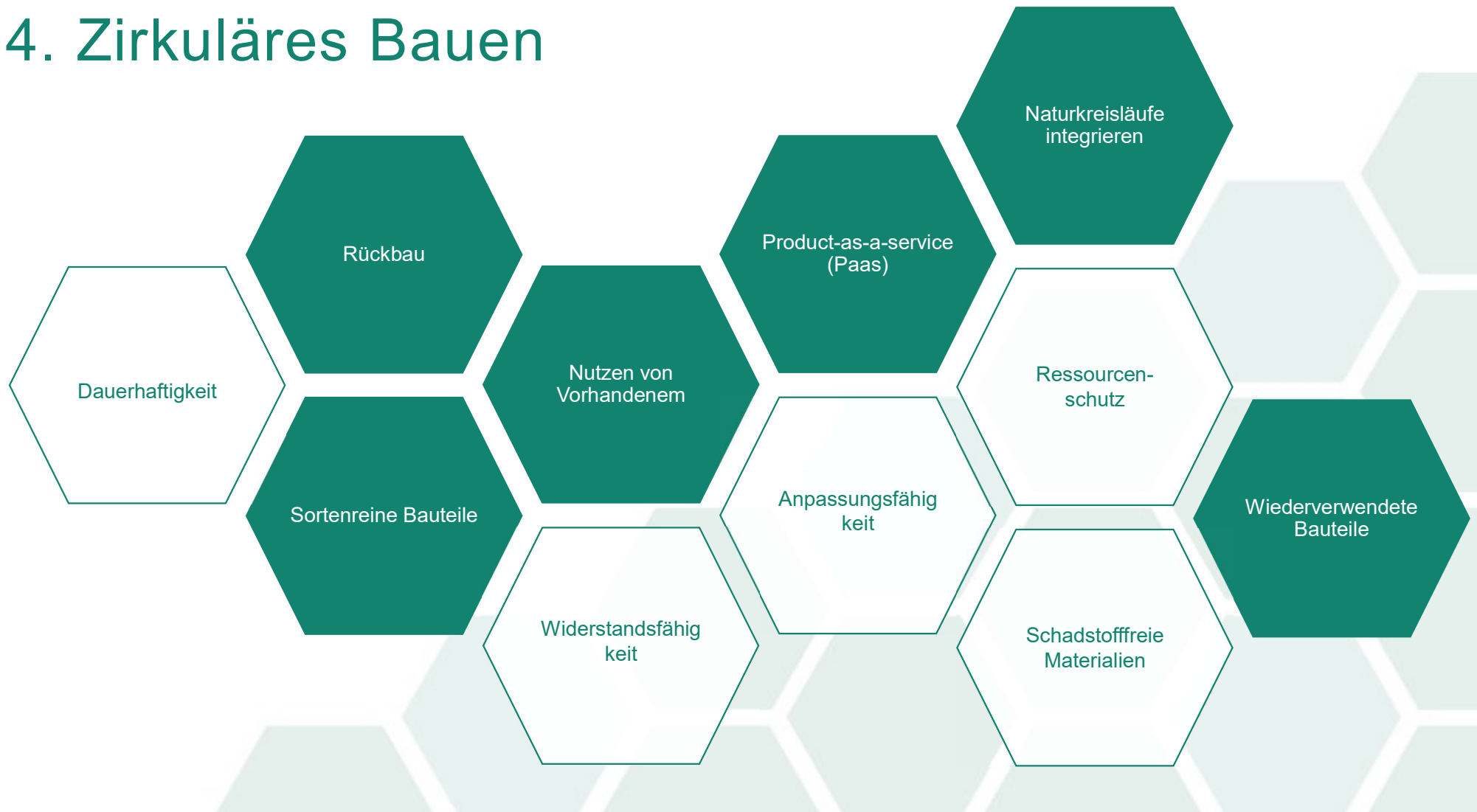


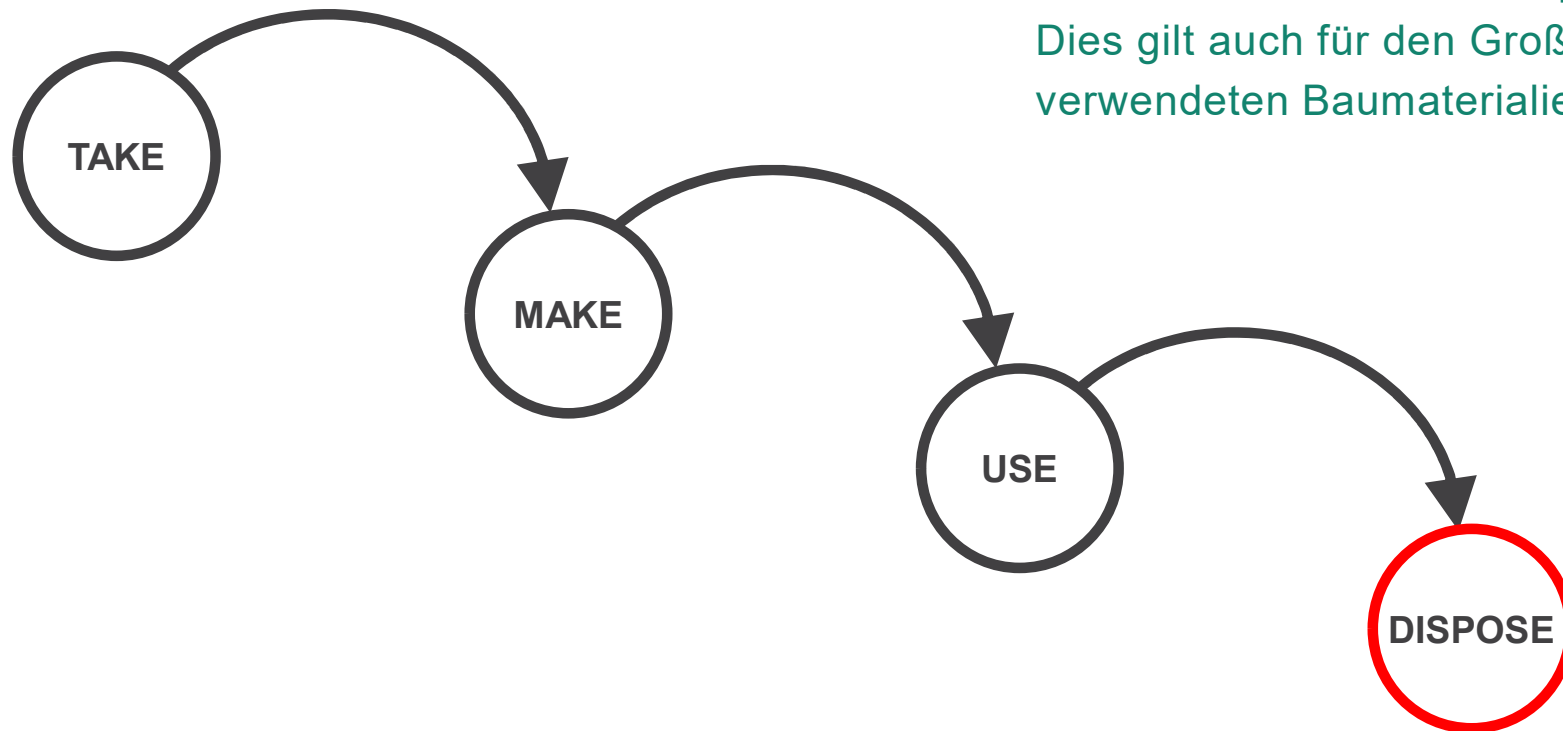


Eine gemeinsame Initiative der
Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
und der Bundesarchitektenkammer
www.phase-nachhaltigkeit.jetzt

4. Zirkuläres Bauen



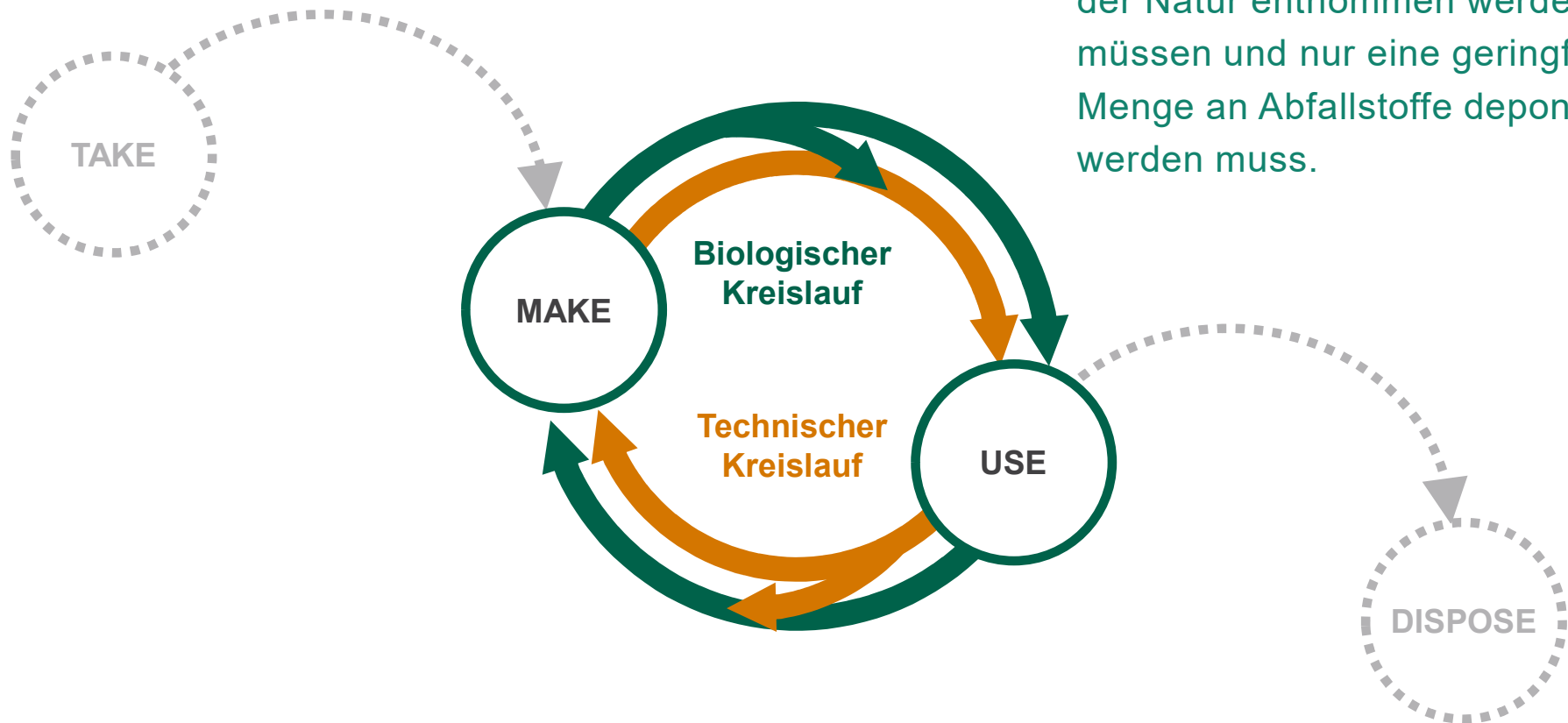
Cradle to Grave Prinzip



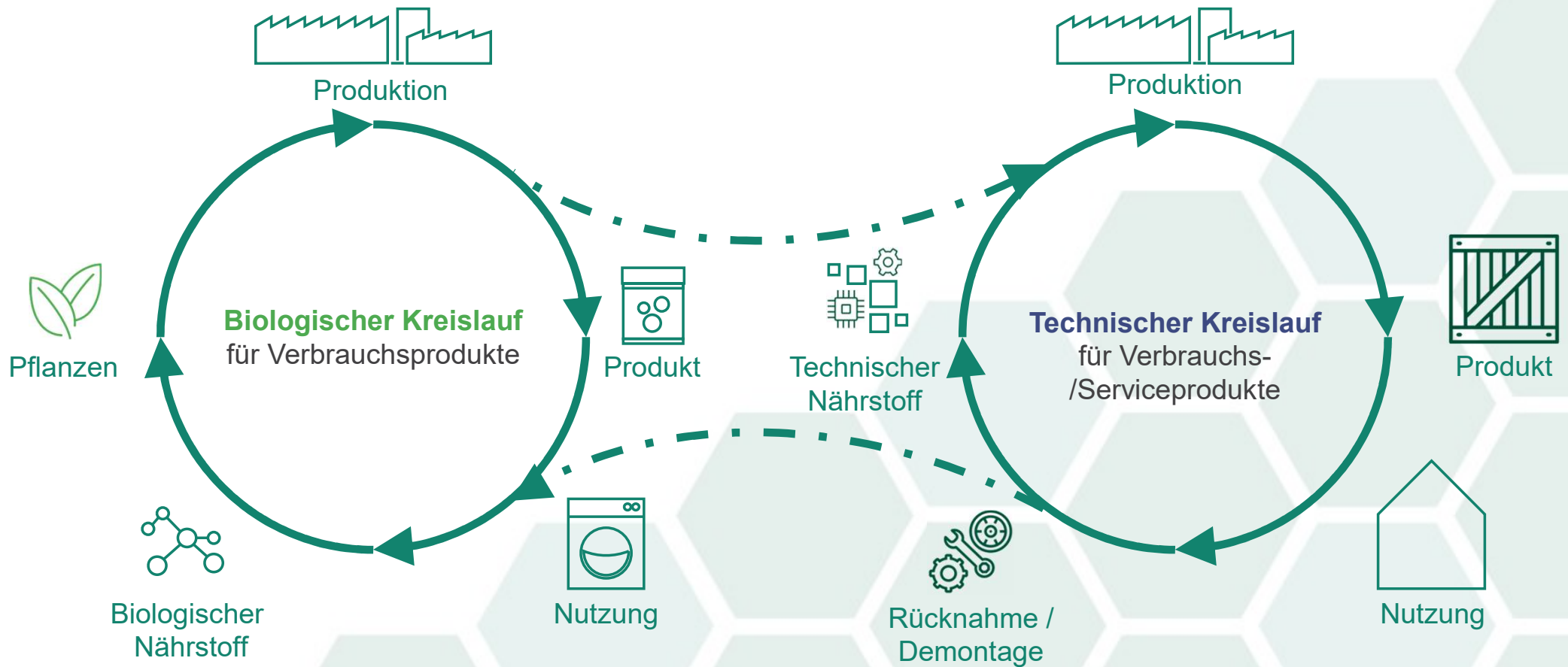
Der bisherige Lebensweg vieler Produkte endet auf der Deponie. Dies gilt auch für den Großteil der verwendeten Baumaterialien.

Circular Economy Prinzip

Die Herausforderung ist, Rohstoffe in Kreisläufen zu führen, sodass nur noch wenige Ressourcen aus der Natur entnommen werden müssen und nur eine geringfügige Menge an Abfallstoffe deponiert werden muss.



Ziel: Bauen in geschlossenen Stoffkreisläufen (Materialressourcenwende)



Notwendigkeit einer Circular Economy im Bauwesen

- Abfallaufkommen:

Das Aufkommen der Bau- und Abbruchabfälle in Deutschland belief sich im **Jahr 2016 auf knapp 223 Mio. t**, das entsprach **54 % des gesamten Abfallaufkommens** in Deutschland (**+6,6%** zum Vorjahr).

- Inländische Rohstoffentnahme:

Knapp die Hälfte (**49,7 %**) der **entnommenen Rohstoffe** werden in Deutschland gewonnen.

- Anthropogenes Lager:

Berechnungen des Umweltbundesamtes (UBA) zeigen, dass die Welt im Jahr **2010 51,7 Mrd. t Material** verbraucht hat.



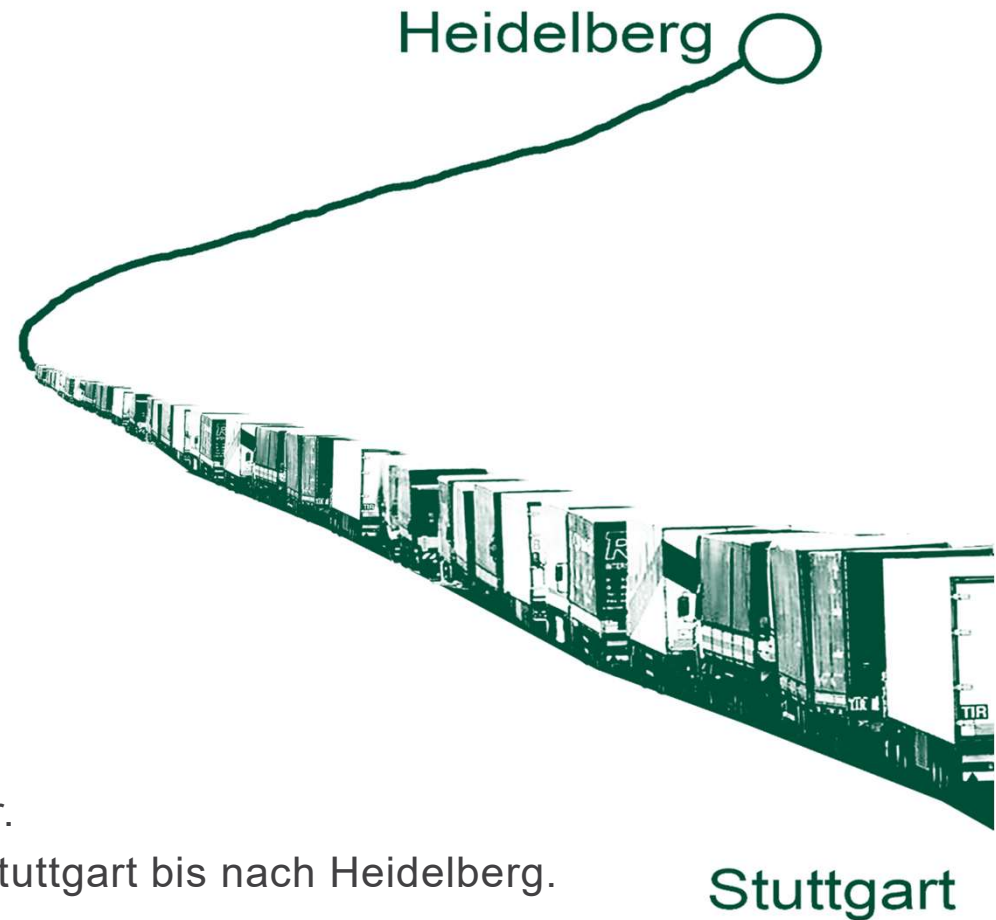


Schätzungsweise
werden täglich
3,5 Mio. t
Müll weltweit
produziert

Wieviel Kilogramm Abfall
erzeugt eine Person in
Deutschland durchschnittlich
pro Jahr ?

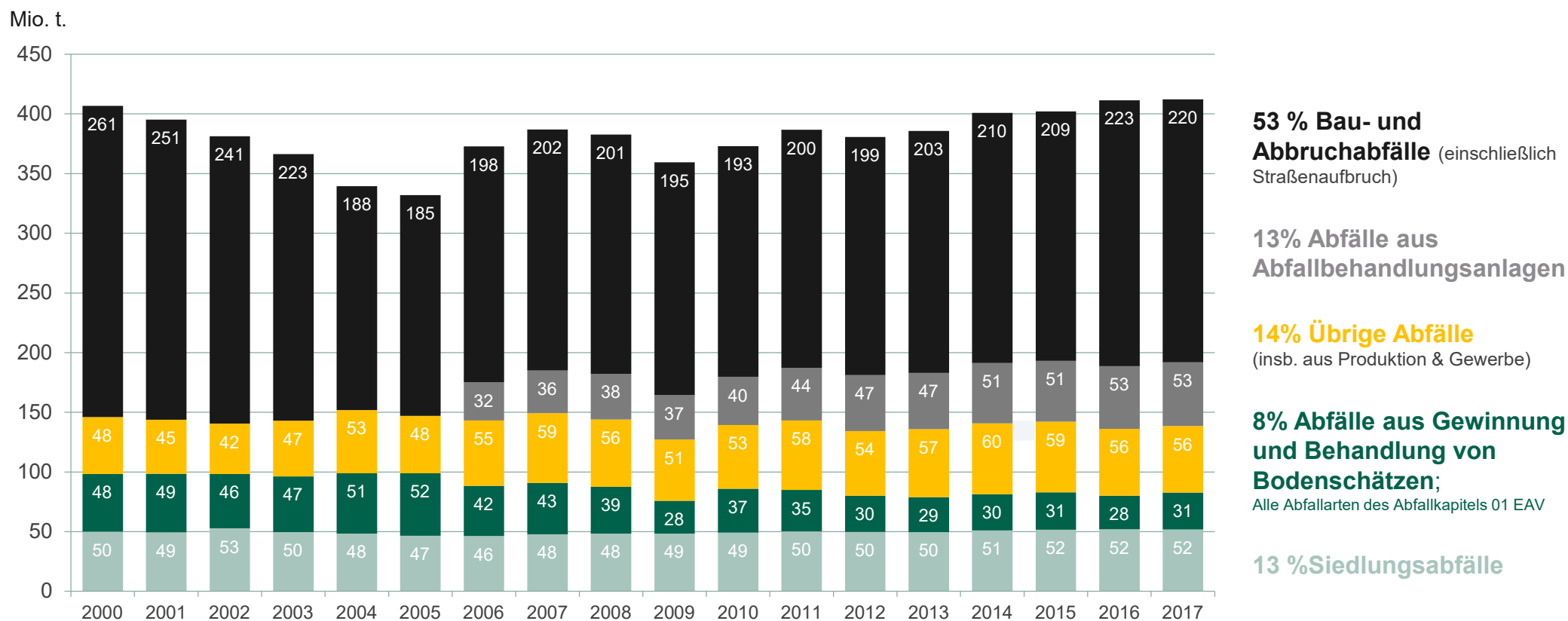
- ☐ ca. 300 kg
- ☒ ca. 600 kg
- ☐ ca. 900 kg
- ☐ ca. 1.300 kg

Für die Stadt Stuttgart sind dies 315.555 t Abfall pro Jahr.
Dies entspricht einer LKW Schlange von 130 km – von Stuttgart bis nach Heidelberg.

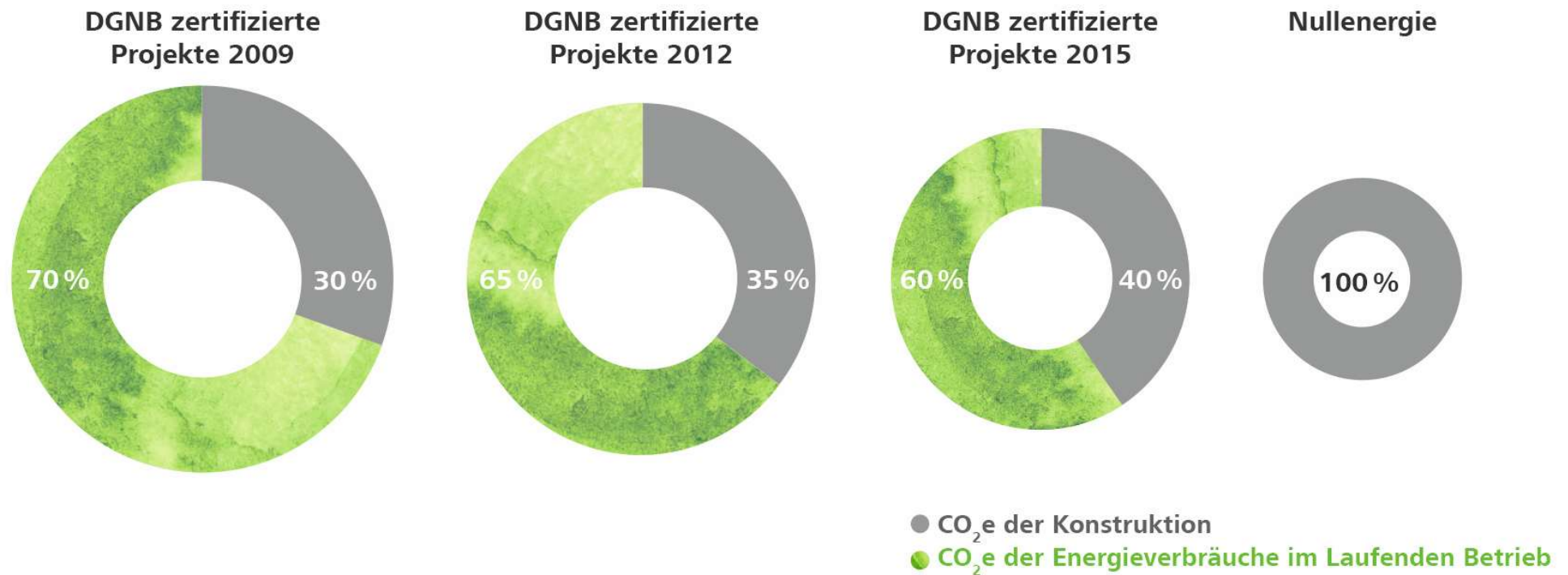


Abfallaufkommen pro Jahr in Deutschland

~412 Millionen Tonnen in 2017

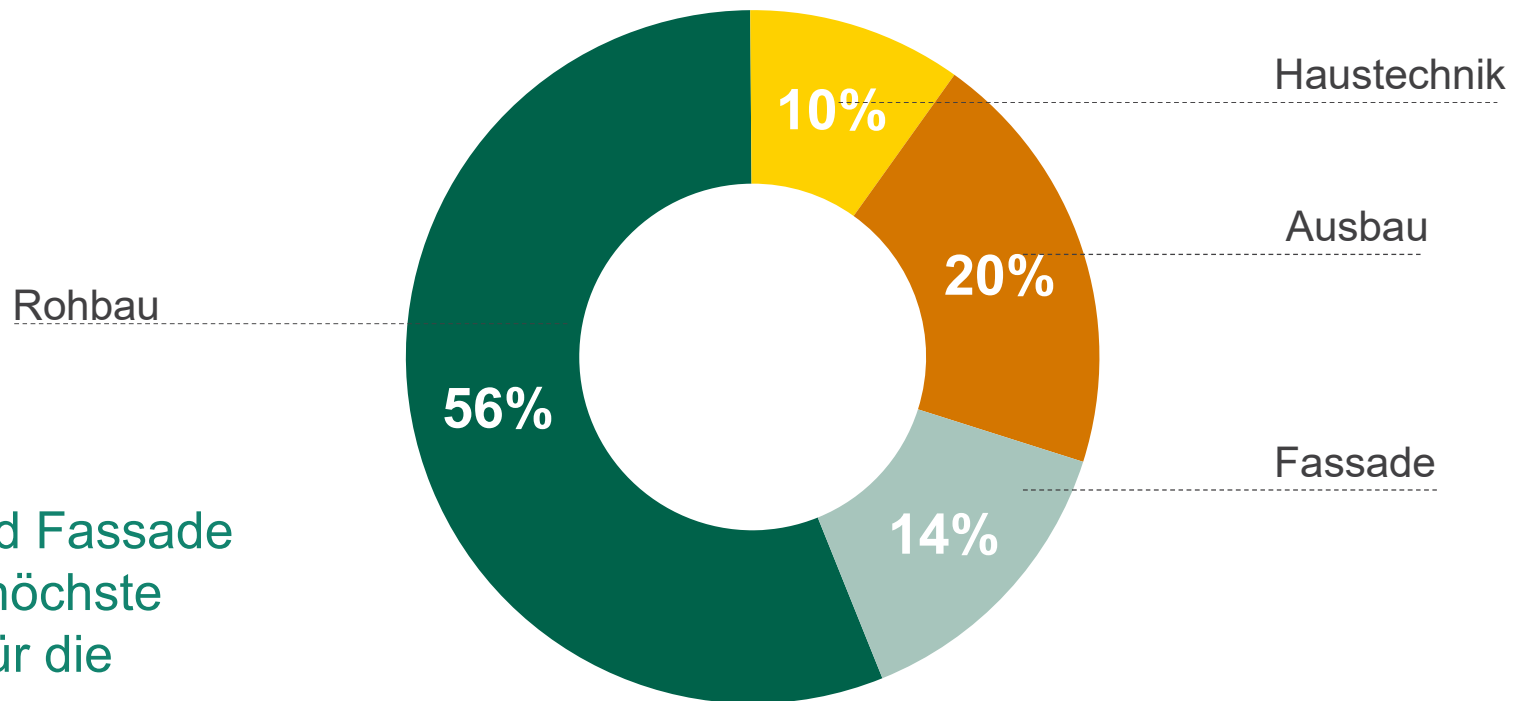


Baustoffe: Zu wertvoll, zu wichtig!



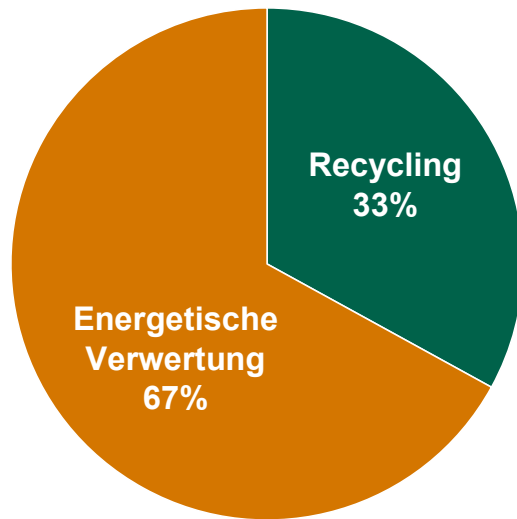
In Zukunft wird die Konstruktion – durch die Energiewende und Energieeinsparmaßnahmen am Gebäude – immer bedeutender für die Umweltverträglichkeit von Gebäuden.

Im Gebäude gebundene „Graue Energie“: Reduktion von Materialeinsatz – neben bewusster Materialwahl – ein Ziel



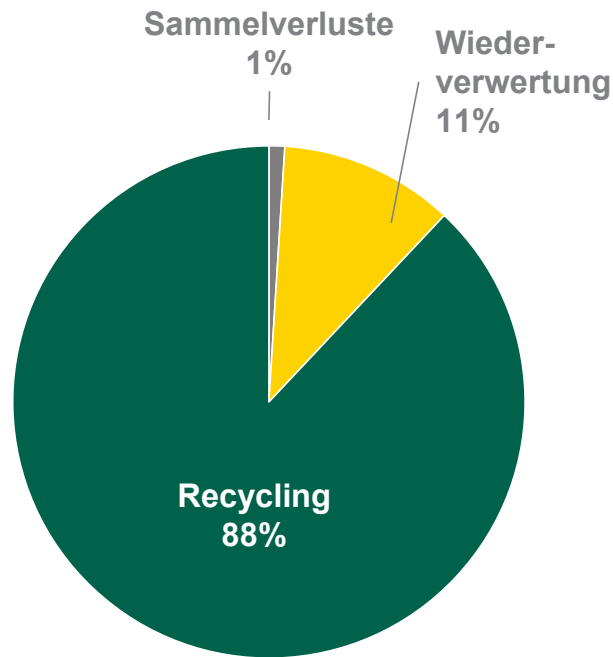
Rohbau und Fassade
haben die höchste
Relevanz für die
Ökobilanzierung

Baustoffe: Zu wertvoll, zu wichtig! Aber: werden größtenteils nicht recycelt.



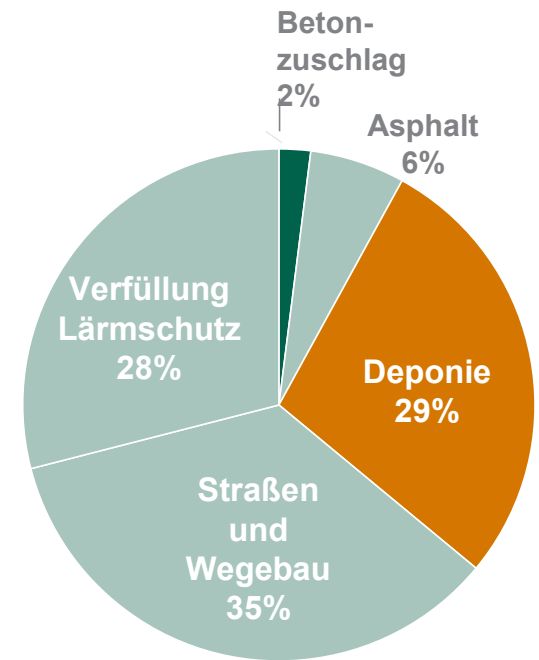
Bauholz

Da oft nicht sichergestellt werden kann, mit was die Hölzer behandelt wurden, bleibt oft nur die thermische Verwertung.



Stahl

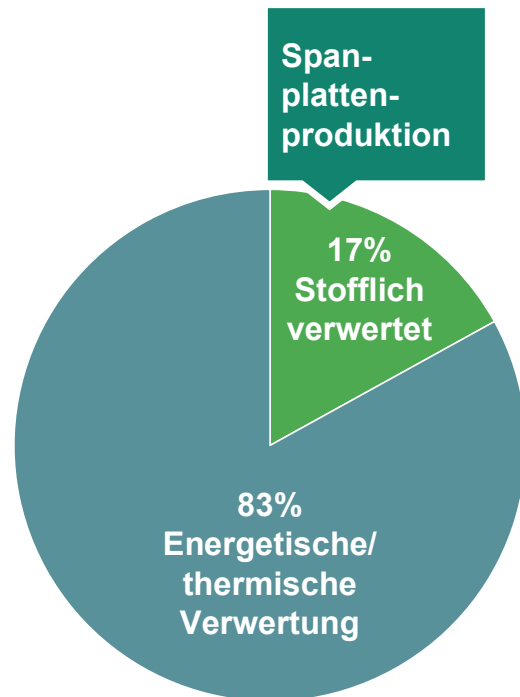
Hohe Recyclingquote. Teilweise können Bauteile direkt wiederverwendet werden.



Beton

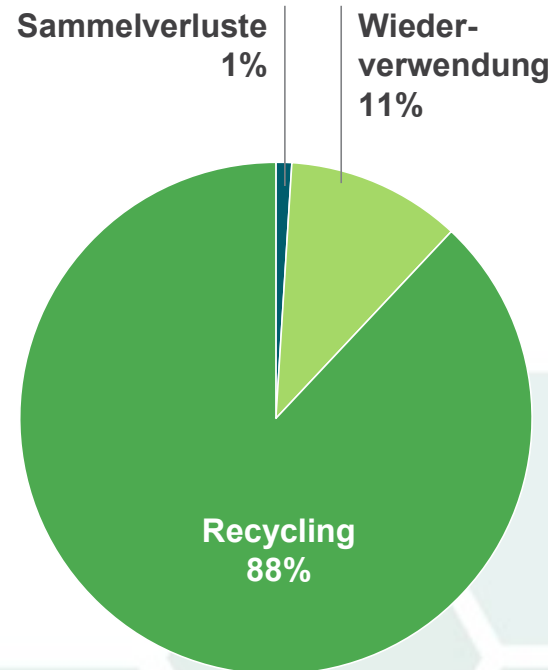
Wird am Ende des Lebenszyklus oft nur als Verfüllung genutzt.

Status Quo: Recyclingquoten nach Baustoffen



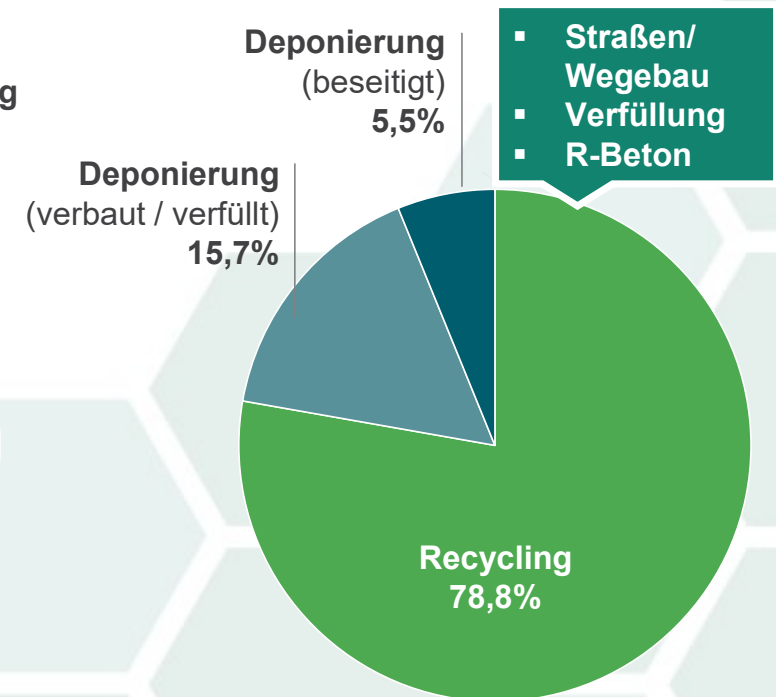
Altholz

Quelle: [BMUV \(2023\)](#)



Konstruktionsstahl

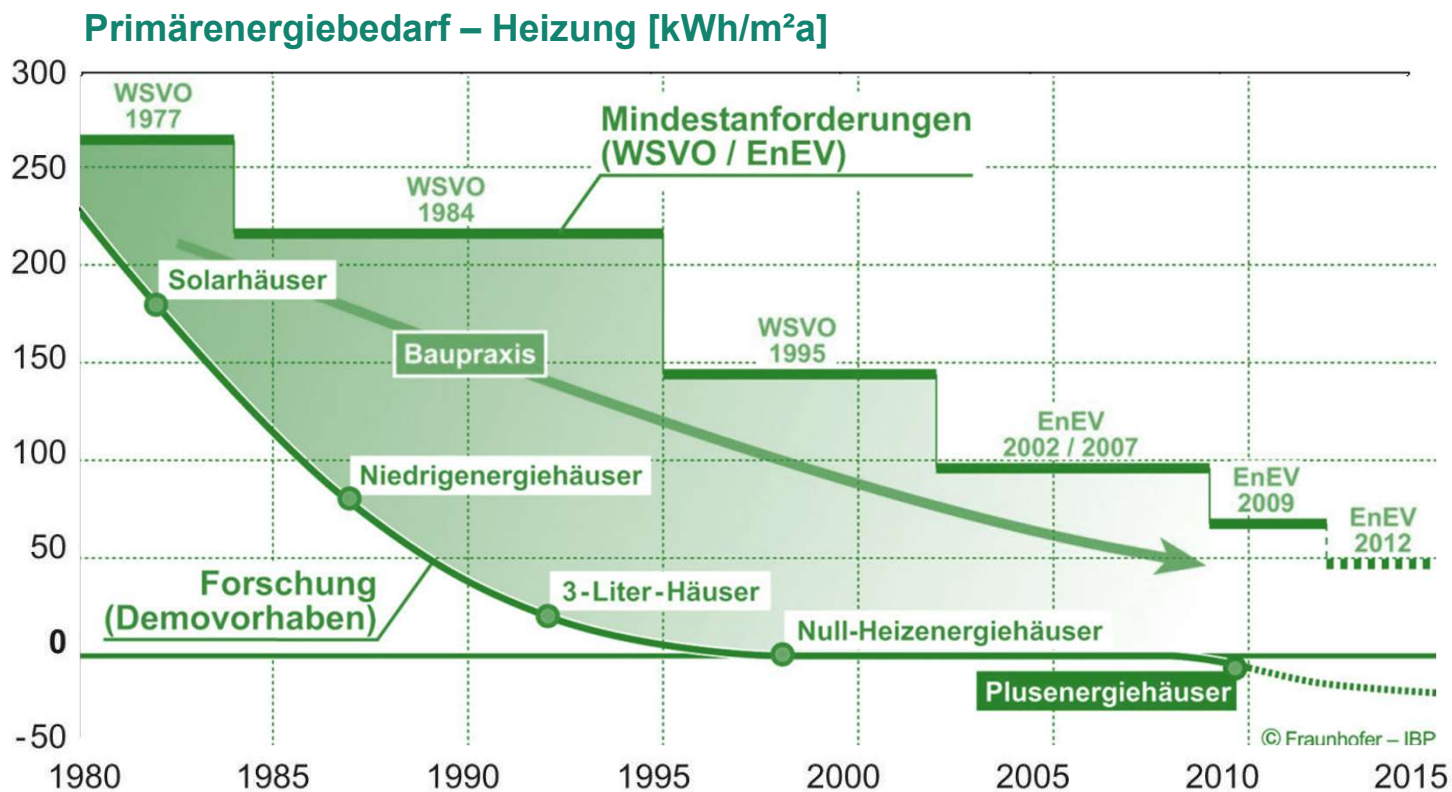
Quelle: [Bauforum Stahl \(2017\)](#)



Bauschutt

Quelle: [Umweltbundesamt \(2023\)](#)

Entwicklung des energiesparenden Bauens: Potenzial im Wohnungsbestand



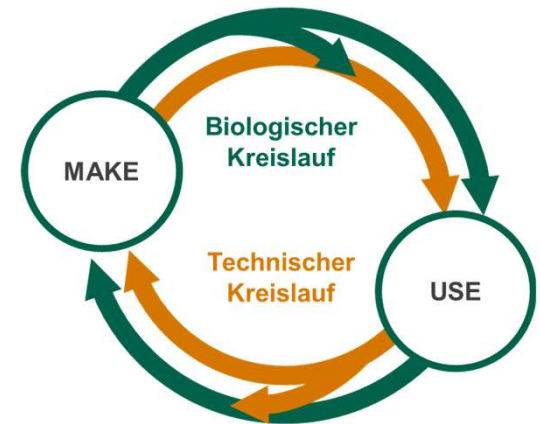
Die gesetzlichen Anforderungen verschärfen sich immer verzögert zum Stand der Technik. Deshalb: Heute für morgen bauen.

Baujahr vor 1970 = 70% Wohnungsbestand: vor der ersten Wärmeschutzverordnung mit ≥ 250 kWh/qm*a

Möglichkeiten auf Gebäudeebene

Drei Ansätze für nachhaltige Materialnutzung

1. Materialeinsparung (Vermeidung von Ressourceneinsatz)
2. Wiederverwendung (die verwendeten Ressourcen im Kreislauf halten z.B. Demontage kompletter Bauteile)
3. Up-Cycling (wenn keine direkte Wiederverwendung möglich ist, dann sortenreine Trennung und Weiterverarbeitung in höherwertigen Produkten)



Urban Mining – Die Stadt als Rohstoffmine

In einer **100 m² Wohnung** in Mitteleuropa sind zirka **7.500 kg Metalle verbaut**.

(Daxbeck et al. 2009: Die Stadt – das Bergwerk der Zukunft?)

Zum Beispiel befinden sich in der Stadt Wien gegenwärtig pro Person etwa 4.500 kg Eisen, 340 kg Aluminium, 200 Kg Kupfer, 40 kg Zink oder 210 kg Blei.



Das anthropogene Lager

	Primär- bergbau	Urban Mining
1. Größe der Lagerstätten	0	0
2. Prospektionsaufwand		+
3. Explorationsgrad	+	
4. Wertstoffgehalt		+
5. Transportentfernung		+
6. Nachfrageorientierung	+	
7. Aufbereitungsaufwand	+	
8. Umweltauswirkungen		+
9. Gesellschaftliche Akzeptanz		+
10. Renaturierung		+

Im anthropogenen Lager ist der Wertstoffgehalt deutlich höher, als in der Natur:

- In **einer Tonne alter Handys** befinden sich **250 Gramm Gold**. In **einer Tonne Golderz** hingegen nur **vier Gramm**. Man muss also 62,5 Tonnen Golderz abbauen, um dieselbe Menge Gold zu gewinnen. (Verbraucherzentrale NRW)
- **124 Millionen Handys lagern ungenutzt** in deutschen Schubladen. Darin enthalten sind **2,9 Tonnen Gold, 30 Tonnen Silber und 1.100 Tonnen Kupfer**. (dhu)



Vorzüge nachwachsender Rohstoffe

- Reduzierung der Abhängigkeit von Rohstoffimporten
- Konservierung von Treibhausgasen bei stofflicher Nutzung
- Reduzierung von Abfällen aufgrund der natürlichen Abbaubarkeit
- In der Herstellung energiesparend
- Versorgungssicherheit

Raumluftqualität und Schadstoffquellen im Baubereich

Gehört zu Fokus Mensch?

Ziele:

1. Minimierung von schädlichen Einträgen in die Umwelt
2. Sicherung der Gesundheit der Menschen



Einflussfaktoren

- Umwelt:
 - Staub und Schmutz von außerhalb
 - Schimmelsporen
 - Verunreinigungen aus der Luft
- Konstruktion / Innenausstattung:
 - Ausdünstungen von schädlichen Chemikalien
- Betrieb:
 - Chemikalien vor Ort (Putzmittel)
 - CO₂
 - Feuchtigkeit

Vielfältige Quellen für Raumlufbelastungen und Schadstoffe im Gebäude:

Gehört zu Fokus Mensch?

Stoffgruppen

- halogenierte und teilhalogenierte Kältemittel
- halogenierte- und teilhalogenierte Treibmittel
- Schwermetalle (Chrom, Zink, Kupfer)
- Stoffe, die unter die Biozid-Richtlinie fallen (528/2012/EG)
- Stoffe, die unter die POP-Verordnung fallen (850/2004/EG) (POP=persistent organic pollutants)
- Gefahrstoffe gemäß CLP-Verordnung (1272/2008/EG)
- organische Lösungsmittel und Weichmacher
- besonders besorgniserregende Stoffe (SVHC nach REACH (1907/2006/EG))

Enthalten in:

- Kältemittel in Kühlanlagen
- Montageschäume
- Lacke, Metalleindeckungen
- Holzbauteile (Holzschutz nach DIN 68800), Schimmelschutzfarbe
- Dämmstoffe, Kunststoffe, Dichtstoffe ...
- Gemische mit Gefahrstoffkennzeichnung (CLP = Classification, Labelling & Packaging of Substances & Mixtures)
- Farben, Lacke, Kleber, Dichtstoffe, Siegel...
- Dämmstoffe, Montageschäume, Dichtstoffe ...

Ökologische Materialien haben positive Auswirkungen auf Nutzer und Umwelt

Stoffliche Aspekte ökologischer Bauprodukte

- keine besonders umwelt- oder gesundheitsgefährdende Stoffe enthalten
- keine oder nur geringe Emissionen von Stoffen in den Innenraum (flüchtige organische Stoffe - VOC)
- keine oder nur geringe Auswaschungen von Stoffen in Böden und Gewässer (u.a. Schwermetalle, Salze)
- keine oder nur geringe Mengen Biozide enthalten
- keine halogenierte Treib- und Kältemittel enthalten

Ressourcenbezogene Aspekte:

- geringer Verbrauch an Energie und Rohstoffen, Wasser und Fläche bei der Gewinnung und Herstellung
- geringe prozessbedingte Emissionen bei der Herstellung
- biologische Materialien haben den geringsten Umwelteinfluss über ihren Lebenszyklus (Ernte → Produktion → Nutzung → Entsorgung)

Auswahl ökologischer Materialien für Bodenbeläge



Ökologische Materialien haben positive Auswirkungen auf Nutzer und Umwelt

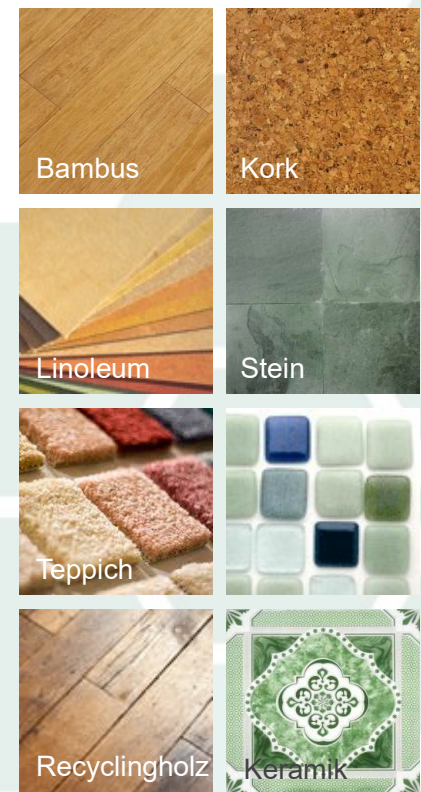
Stoffliche Aspekte ökologischer Bauprodukte

- keine besonders umwelt- oder gesundheitsgefährdende Stoffe enthalten
- keine oder nur geringe Emissionen von Stoffen in den Innenraum (flüchtige organische Stoffe - VOC)
- keine oder nur geringe Auswaschungen von Stoffen in Böden und Gewässer (u.a. Schwermetalle, Salze)
- keine oder nur geringe Mengen Biozide enthalten
- keine halogenierte Treib- und Kältemittel enthalten

Ressourcenbezogene Aspekte:

- geringer Verbrauch an Energie und Rohstoffen, Wasser und Fläche bei der Gewinnung und Herstellung
- geringe prozessbedingte Emissionen bei der Herstellung
- biologische Materialien haben den geringsten Umwelteinfluss über ihren Lebenszyklus (Ernte → Produktion → Nutzung → Entsorgung)

Auswahl ökologischer Materialien für Bodenbeläge



Die Materialauswahl ist nicht nur beim Bauen, sondern auch bei der Möblierung entscheidend

Materialien wie Bambus, vegetabil gegerbtes Leder, Biobaumwolle oder normale Wolle isolieren besser und fühlen sich angenehmer an als Möbel aus Acryl oder Nylon. Zusätzlich bedarf es für deren Herstellung keiner Petrochemie.

Umweltbewusste Hersteller produzieren umweltfreundliche Möbel ohne scharfe Gifte und Chemikalien, welche gefährliche Emissionen und einen erheblichen Carbon-Footprint verursachen.

Schadstoffe in Innenräumen: Besondere Verantwortung für die Nutzer durch fehlende Grenzwerte

Richt-/ Orientierungs-/ Referenzwerte



Grenzwerte (§)



Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)
TRSG 900

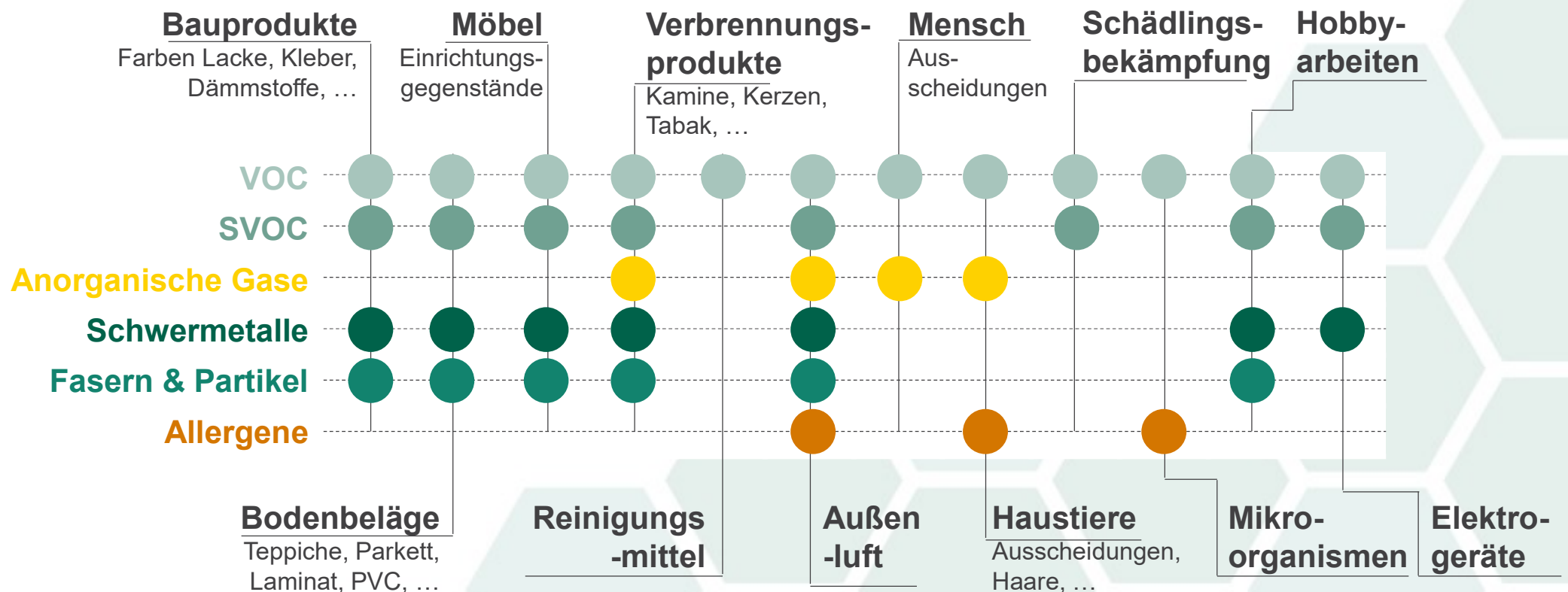
Für die Innenraumluft gibt es keine einheitliche Gefährdungsbeurteilung und nur wenig Richtwerte

„Aktuelle“ Schadstoffe – keine einheitliche Gefährdungsbeurteilung, wenige Richtwerte für die **Innenraumluft** geregelt

Stoffgruppe	Anwendung	Gesundheitliche Risiken
VOC	Anstriche, Klebstoffe	diverse
Formaldehyd	Holzprodukte	Reizwirkung, Kanzerogenität
Weichmacher	Kunststoffe	umstritten
Flammschutzmittel	Anstriche, Bauplatte	persistent und toxisch

Da insgesamt wenig Richtwerte vorliegen, bestimmte Stoffgruppen aber vielfach in der Anwendung sind, gilt hier generell das Vorsorgeprinzip.

Schadstoffquellen in Innenräumen



Gesundheit und Wohnbefinden der Nutzer



Ja, das Gebäude
riecht, aber es ist
doch auch neu!

**9 von 10 DGNB zertifizierten
Gebäuden schneiden mit
den Höchstpunkten für die
Innenraumluftmessung ab.²**

(in den Schadstoffgruppen TVOC und Formaldehyd)

Lebensmittel Luft

- Jeder Mensch inhaliert ca. 10.000 – 20.000 Liter Luft pro Tag.
- 90 % unserer Zeit halten wir uns in Innenräumen auf.
- Es wird geschätzt, dass bis zu 30 % von Büroangestellten unter gebäudebezogenen Gesundheitsstörungen leiden bzw. sensibel auf Reize aus dem Gebäude reagieren.¹

FORMALDEHYD-EMISSIONEN

Eingesetzt in bzw. aus verschiedenen Holzwerkstoffen | Farben | Tapeten | Bodenbelägen | Dämmstoffen | Klebern

VOC-EMISSIONEN

Häufig bedingt durch Bodenbeläge | Tapeten | Beschichtungen wie Farben, Lacke, Lasuren, Öle | Kleber | Möbel | Dichtstoffe | Dämmstoffe



Wartung und Instandhaltung – Gebäudereinigung

Reinigungsmittel

- Reinigungsmittel können aggressive Inhaltsstoffe haben oder zu chemischen Reaktionen führen
- Problem: Überdosierung – „viel hilft viel“
- Bodenbeläge wie Linoleum oder Kautschuk können ab einem pH-Wert von 9,0 angegriffen werden. Die Folge: Freisetzung von reizenden Reaktivprodukten

Schadstoffquellen in Innenräumen

Reinigungsmittel

- Reinigungsmittel können aggressive Inhaltsstoffe haben oder zu chemischen Reaktionen mit den Oberflächen führen.
- Problem: Überdosierung – „viel hilft viel“
- Bodenbeläge wie Linoleum oder Kautschuk können ab einem pH-Wert von 9,0 angegriffen werden. Die Folge: Freisetzung von reizenden Reaktivstoffen.



Havarie und Bauschäden – Brandgasrisiko

- Schäden durch Rauchgase sind um ein Vielfaches höher als die des unmittelbaren Brandes
- Chlor, Brom usw. führen bei Schmelzbrand zu Brandgasen (Chlorwasserstoff HCl; Bromwasserstoff HBr)
 - reizen Augen und Schleimhäute der Atemwege
 - wirken korrodierend auf Oberflächen
- Halogenhaltige Baustoffe sind
 - Kabel und Leitungen aus PVC
 - Bodenbeläge aus PVC
 - Tapeten aus PVC
- Rauchdichte führt zum Verlust des Orientierungsvermögens und behindert die Fluchtmöglichkeiten gefährdeter Personen sowie den Einsatz von Rettungsmannschaften

Orientierung bieten Labels. Die DGNB anerkennt diese nach Prüfung an.



WiN = WiN
fair ■ stone



Qualitätsnachweise für Bauprodukte werden häufig durch Produktlabels von standardgebenden Organisationen erstellt und bestätigt. Diese sollen Kunden und Planern helfen, schnell und verlässlich bewerten zu können, ob die Qualität den eigenen Anforderungen entspricht.

Um den Planern und Kunden Orientierung zu geben, hat die DGNB das Verfahren zur Anerkennung von Produktlabels entwickelt.

Von der DGNB anerkannte Standards / Labels



www.phase-nachhaltigkeit.jetzt