

Endbericht

Konzeptionierung und Durchführung einer Vorstudie "Circular Building" und begleitende Vernetzung von Akteuren zum Aufbau eines Innovationsclusters für zirkuläres Bauen im Kontext der Entwicklung eines Demonstrators für Forschung und Ausbildung

Bearbeitungszeitraum: 12/24-11/25

Eingereicht bei: Dienstleistungsgesellschaft der saarländischen Bauwirtschaft mbH
(DLG mbH)
Kohlweg 18
66123 Saarbrücken

Projektgruppe: Institut für Zukunftsenergie- und Stoffstromsysteme gGmbH
(IZES gGmbH)
Arbeitsfeld Stoffströme
Altenkesseler Straße 17
66115 Saarbrücken
www.izes.de

Pahn Ingenieure GmbH
AG Forschung und Entwicklung
Karcherstraße 7
67655 Kaiserslautern
www.pahn-ing.de

Autoren: IZES: Frank Baur, Benedikt Hirsch, Cornelia Vogler
Pahn Ingenieure: Martin Kiesche, Frank Nussbaumer,
Dr. Milan Schultz-Cornelius

Saarbrücken, 17. Dezember 2025

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Motivation und Hintergrund.....	1
1.2	Zielsetzung und Ablauf der Vorstudie	2
2	Politische und gesetzliche Rahmenbedingungen.....	4
2.1	Europäische Union	5
2.1.1	Green Deal	5
2.1.2	EU-Bauproduktenverordnung (EU-BauPVO) [5].....	6
2.1.3	Abfallrahmenrichtlinie (2008/98/EG) [3]	6
2.1.4	Ökodesign-Verordnung [4] (Ecodesign for Sustainable Products Regulation)	7
2.1.5	REACH-Verordnung [5] (1907/2006/EG).....	7
2.1.6	Omnibus-Verfahren der EU	8
2.2	Deutschland.....	8
2.2.1	Bundes-Klimaschutzgesetz [6] (KSG)	8
2.2.2	Kreislaufwirtschaftsgesetz [7] (KrWG)	9
2.2.3	Mantelverordnung.....	9
2.2.4	DIN SPEC 91484 – Pre-Demolition-Audit.....	11
2.2.5	Normen für das Gesamtbauwerk.....	12
2.2.6	Normen für Bauteile.....	12
2.2.7	Normen für Baustoffe	12
2.3	Saarland	13
2.3.1	Landesbauordnung.....	13
2.3.2	Saarländisches Klimaschutzgesetz	13
2.3.3	Saarländisches Abfallwirtschaftsgesetz (SAbfWG)	14
2.4	Fazit zu den gesetzlichen Rahmenbedingungen	15
2.4.1	Rahmenbedingungen	16
2.4.2	Ausblick	16

2.4.3	Datenmanagement und Bewertungsgrundlagen für die Kreislauffähigkeit im Bauwesen	19
3	Konzepte des zirkulären Bauens.....	21
3.1	Grundlagen	21
3.2	Erfolgsfaktoren für das zirkuläre Bauen.....	23
3.2.1	Planungs- und Aufbauprozess unter Berücksichtigung vorhandener Ressourcen (LP0).....	24
3.2.2	Rückbauplanung (LP 10)	24
3.3	Beispiele Zirkulären Bauens	27
3.3.1	Pilotprojekte.....	27
3.3.2	Praxisbeispiele	30
3.3.3	Neue Geschäftsfelder / allgemeine Ideen für die Bauwirtschaft im Saarland	33
4	Ausgangssituation im Saarland	35
4.1	Gebäudebestand	35
4.1.1	Auswertung Materialkataster Deutschland für das Saarland	35
4.1.2	Beispiel: Altes Finanzamt Saarbrücken	39
4.1.3	Wohngebäude nach Errichtungsjahr	41
4.1.4	Abbruch im Saarland	42
4.2	Infrastruktur	43
4.3	Bauabfälle und Baurestmassen	44
4.3.1	Grundsätzliche Zuordnung	44
4.3.2	Referenz: Mineralische Bauabfälle in Deutschland	45
4.3.3	Mineralische Bauabfälle im Saarland	47
4.4	Bereitstellung von Primärbaustoffen	50
4.5	Anlagenkapazitäten zur Aufbereitung und Beseitigung von Abfällen aus dem Bauwesen	51
4.6	Fazit der Stoffstromanalyse	51
5	Bauseitige Handlungsansätze.....	53
5.1	Vorbemerkung	53

5.2	Bauwerk.....	54
5.2.1	Hemmisse in der Design- und Errichtungsphase.....	54
5.2.2	Hemmisse in der Nutzungsphase	55
5.2.3	Hemmisse in der End-of-life-Phase	55
5.3	Bauteil.....	56
5.4	Baustoff	57
5.5	Handlungsoptionen für zirkuläres Bauen	58
5.5.1	Handlungsempfehlungen für Akteure für das zirkuläres Bauen....	60
5.5.2	Zirkuläres Bauen der Zukunft: Aus Fehlern lernen – Baustoffe, Konstruktionen und Rückbau neu denken.....	63
6	Quintessenz zirkulären Bauens.....	67
6.1	Herausforderungen.....	67
6.2	Chancen für das Saarland	68
6.3	SWOT-Analyse	68
6.3.1	Stärken (Strengths)	68
6.3.2	Schwächen (Weaknesses)	69
6.3.3	Chancen (Opportunities).....	69
6.3.4	Risiken (Threats)	69
7	Vernetzung und Information saarländischer Marktakteure	70
7.1	Akteursanalyse	70
7.2	Durchführung von Netzwerkveranstaltungen.....	71
7.2.1	Bericht über die Kick-Off Veranstaltung.....	71
7.2.2	Bericht über 1. Exkursion mit Fachveranstaltung am 6. Mai 2025 .	76
7.2.3	Bericht über die 2. Exkursion (27. August 2025)	78
7.2.4	Bericht über die Abschlussveranstaltung (18. November 2025)	81
7.2.5	Bericht über Treffen und Austausch zur Demonstratorkonzeption	86
8	Konzeption zur Ausgestaltung einer Umsetzungs-strategie des Demonstrators.....	88
8.1	Zielsetzung	89

8.2	Zielgruppe und deren Bedarfe	90
8.3	Analyse des Ist-Zustandes und des Umfeldes.....	90
8.4	Geplante Maßnahmen und deren Umsetzung.....	94
8.5	Projektkonsortium und -beteiligung.....	98
8.6	Ressourcenplanung (Personal, Finanzen, Zeit).....	99
8.7	Evaluation der Ergebnisse	101
8.8	Vorschläge für zentrale technische Modalitäten	101
8.8.1	Konstruktion & Materialien.....	102
8.8.2	Gebäudetechnik (TGA).....	102
8.8.3	Flexibilität & Nutzung	102
8.8.4	Dokumentation & Bildung	103
8.8.5	Rückbau- und Wiederverwendungskonzepte	103
8.8.6	Regenerative Materialien & Prozesse	103
8.8.7	Ökonomische Gesamtbetrachtung	103
8.8.8	Zusatz: Governance & Betrieb.....	104
8.8.9	Zusatz „Sortieren, Verwerten“: Geschäftsmodelle für Unternehmen	104
8.9	Zeitplan und Ausblick.....	104
9	Fazit und Ausblick	106
10	Literaturverzeichnis	108
11	Anhang 1	113
12	Anhang 2.....	126
12.1	Bauwerke.....	126
12.1.1	Bauwerke in der Design- und Errichtungsphase (Phase I)	126
12.1.2	Bauwerke in der Nutzungsphase (Phase II)	127
12.1.3	Bauwerke in der End-of-Life-Phase (Phase III)	128
12.2	Bauteile.....	132
12.2.1	Monolithische Außenwandkonstruktion	132

12.2.2 Systematisierte Außenwände in Holzleichtbauweise.....	133
12.2.3 Stahlbetonkellerdecken – Monolithische Tragstrukturen	134
12.2.4 Hohlsteindecken – Leichtbauweise	135
12.2.5 Oberste Geschossdecke	136
12.2.6 Tragende Holzbalken	138
12.2.7 Flachdächer.....	140
12.2.8 Steildach.....	142
12.2.9 Bauteile von Nichtwohngebäuden	143
12.3 Baustoffe	150
12.3.1 Natürliche mineralische Baustoffe	150
12.3.2 Künstlich hergestellter mineralischer Baustoff	150
12.3.3 Organische Baustoffe	151
12.3.4 Synthetische Baustoffe.....	151
12.3.5 Metallische Baustoffe	152
12.3.6 Verbundbaustoffe	152
13 Anhang 3.....	157

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Überblick der Rechtsvorschriften	4
Tabelle 2 R-Strategien in Verbindung der Normengrundlage für das Baugewerbe	18
Tabelle 3 Erweiterung des Leistungsbilds der Objektplanung nach LUBW	21
Tabelle 4 Potentielle Geschäftsfelder im Rahmen Circular Building	34
Tabelle 5 Elf Materialgruppen des Materialkataster Deutschlands vom IÖR [19]	35
Tabelle 6 Material pro Gebäudetyp (in t), Anzahl (n) und spezifischer Materialeinsatz (t/n) (IZES-eigene Auswertung nach Materialkataster).....	37
Tabelle 7 Global-Warming-Potential pro Gebäude im Saarland in t CO ₂ -Äquivalent (Basiszahlen aus dem Materialkataster, bearbeitet durch IZES)	39
Tabelle 8: Materialkennziffern (MKZ) in t/ m ² für Infrastrukturbauten, Quelle: IÖR; auf Basis von Steger et al. (2013)	44
Tabelle 9 Aufkommen und Entsorgungspfade der mineralischen Abfälle in Deutschland (2022)	47
Tabelle 10 Material pro Gebäudetyp (in t), Anzahl (n) und Spezifischer Materialeinsatz (t/n) (IZES-eigene Auswertung nach Materialkataster).....	92
Tabelle 11 Leistungsbild der Objektplanung nach HOAI	113
Tabelle 12 Zerstörende Prüfverfahren	121
Tabelle 13 Zerstörungsfreie Prüfverfahren	122
Tabelle 14 Tragende Bauteile [26].....	124
Tabelle 15 Lösungsansätze für Bauwerke.....	131
Tabelle 16 Lösungsansätze für Bauteile.....	149
Tabelle 17 Lösungsansätze für Baustoffe [57].....	153

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Projektzeitstrahl gemäß Antrag (Dezember 2024)	3
Abbildung 2 Prozesse im zirkulären Bauen (eigene Darstellung)	23
Abbildung 3 Galerietragwerk mit wiederverwendeten Stahlbauteilen	25
Abbildung 4 Instandsetzung von Betonbauteilen im Spritzbetonverfahren	26

Abbildung 5 Technische Erneuerung von Stahlbetonträgern mit Carbonlamellen	26
Abbildung 6 Technische Erneuerung einer Stahlbetondecke mit Re-plates	26
Abbildung 7 Verteilung der Haupt-Baustoffgruppen im Saarland (zusammengefasst in % aller Gebäude, Basisdaten Materialkataster 2025).....	36
Abbildung 8 Gebäudetypen im Saarland (Anzahl laut Materialkataster).....	36
Abbildung 9 Räumliche Verteilung der Materialmengen im Saarland auf Gemeindeeben dargestellt (IZES-eigene Darstellung auf Basis des Materialkatasters Deutschland)	38
Abbildung 10 Auszug aus dem Materialkataster zum Alten Finanzamt in Saarbrücken mit seinen 4 Gebäudeteilen (GIS-Darstellung).....	39
Abbildung 11 Materialverteilung über 44 Materialgruppen der vier Baukomplexe des ehemaligen Finanzamtes in Saarbrücken (Basis Materialkataster, verarbeitet durch IZES).....	40
Abbildung 12 Bevölkerungs- und Wohnungszählung [16] [17]	42
Abbildung 13 Gebäude Abbruchzahlen im Saarland in Anzahl/a (Quelle: IZES- eigene Darstellung auf Basis LoLaRe, 2025 [18])	43
Abbildung 14 Statistisch erfasste Mengen mineralischer Bauabfälle (Mio. t) [19]	46
Abbildung 15 Entwicklung des Aufkommens der Bauabfallbereiche in Mio.t im Saarland und in Deutschland	46
Abbildung 16 Saarländisches Bauabfallaufkommen 2016 bis 2022 in t (Quelle: MUKMAV)	48
Abbildung 17 Vergleichende Anteile an den Bauabfallsegmenten im Jahr 2020 in %	49
Abbildung 18 Anteil der Verwertung in den Bauabfallsegmenten im Jahr 2020 (in %).....	49
Abbildung 19 Verbindung von Betrachtungsebene „Bauwerk / Bauteil / Baustoff“ zu Lebenszyklus-betrachtung und entsprechender R Strategie	53
Abbildung 20 Darstellung des Akteursnetzwerks der Baustoff- und Bauindustrie sowie des Handwerks im Saarland [24], Stand: 05/2025	70
Abbildung 21 Anzahl der Bau- und Baustoffunternehmen sowie Handwerksbetriebe im Bereich Zirkulären Bauens im Saarland je Landkreis (Anzahl)	71
Abbildung 22: Vision Boards Kickoff-Meeting	72
Abbildung 23 Grafic Recording Kickoff OMLOR	75

Abbildung 24 Eindrücke der Exkursion am 6. Mai 2025 (links: Peter Groß Fertigteilwerk, rechts: Baustelle Niederwürzbach).....	77
Abbildung 25 Zufriedenheitsumfrage Exkursion 06.Mai 2025 (n=10)	78
Abbildung 26 Eindrücke der Exkursion am 27. August 2025	79
Abbildung 27 Einladung zur Abschlussveranstaltung am 18.11.2025	81
Abbildung 28 Grafic Recording der Abschlussveranstaltung (Stefan Behrendt)	85
Abbildung 29 Grafik zu zirkulärem Bauen	107
Abbildung 30 Bimssteinmauerwerk [26]	132
Abbildung 31 Holz-Fertigteilbauweise, Neckermann-Komforthäuser [26].....	133
Abbildung 32 Stahlbetonkellerdecke [37]	134
Abbildung 33 Nachträglich aufgebrachte Carbonlamellen [41].....	135
Abbildung 34 Hohlsteindecke	135
Abbildung 35 Blindboden [40].....	137
Abbildung 36 Lehmwickeldecke [45]	137
Abbildung 37 Holzbalken [118].....	139
Abbildung 38 Flachdach Massivbau Warmdämmung [26].....	140
Abbildung 39 Flachdach Holzbau Kaltdämmung [26]	141
Abbildung 40 Steildach [26]	142
Abbildung 41: Stahlträger und Stützen in einem Industriebau [127]	143
Abbildung 42 Aufbau einer Halle mit Betonfertigteilen [51].....	145
Abbildung 43 Einbau einer Bodenplatte [52].....	146
Abbildung 44 Erarbeitete Ergebnisse Expertenrunde am 21.08.25	165
Abbildung 45 Expertenrunde 21.08.2025	166
Abbildung 46 Einladung Abschlussveranstaltung (IZES).....	167

1 Einleitung

1.1 Motivation und Hintergrund

Das Saarland steht vor großen Herausforderungen, um die anstehenden und drängenden Fragen des Strukturwandels, des Klimaschutzes, der Energiewende sowie der sozialen und demografischen Veränderungen im Sinne der Sicherung eines zukunftsfähigen Standortes für Industrie, Arbeit und Leben zu beantworten. Gleichzeitig müssen neue Perspektiven eröffnet werden, um innovative, moderne und zukunftsfähige Arbeitsplätze in den einzelnen Wirtschaftsfeldern zu schaffen. Diese Veränderungen und Herausforderungen bedeuten aber auch Chancen, die sich für bestehende und neue Wirtschaftsbereiche bieten. Dem Thema Fachkräfte kommt hier eine besondere Bedeutung zu, da gut ausgebildete Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in allen Wirtschaftszweigen erforderlich sind. Das vorhandene Wissenspotenzial gilt es dabei – im Kontext der laufenden Transformation – zu nutzen, um neue, innovative Geschäftsfelder zu entwickeln und damit Perspektiven für den Industrie- und Wirtschaftsstandort zu schaffen. Parallel dazu sind die zukünftigen Fachkräfte mit entsprechend ausgerichteten Bildungsmaßnahmen hinsichtlich der mit der Transformation verbundenen Chancen für ihren jeweiligen Wirtschaftszweig zu sensibilisieren.

Die Bauwirtschaft bildet im Kontext der durch sie hergestellten Bauwerke, nicht zuletzt aufgrund der hier relevanten Ressourcen- und Klimaschutzproblematik¹, einen wichtigen Handlungsräum. Angesichts begrenzter Ressourcenverfügbarkeit, steigender Umwelt- und Klimaschutzaufgaben sowie der Notwendigkeit, den Gebäudebestand nachhaltiger zu nutzen, gewinnen zirkuläre Bauansätze zunehmend an Bedeutung. Das Konzept des zirkulären Bauens verfolgt dabei das Ziel, Materialkreisläufe im Bauwesen zu schließen, indem Bauteile und Materialien über ihren ursprünglichen Lebenszyklus hinaus wiederverwendet, weiterverarbeitet oder recycelt werden. Daher sind bei der Erstellung der Bauwerke, aber auch bei deren Nutzung und hinsichtlich der Gewährleistung ihrer Rückbaufähigkeit, neue Wege zu gehen, um möglichst viele Primär- und Sekundär-Rohstoffe verfügbar zu halten und einer weiteren qualitativ hochwertigen Nutzung im Sinne eines ganzheitlichen Circular Economy Ansatzes zuzuführen.

Um z.B. THG-Emissionen im Bausektor signifikant zu senken, sind zu großen Teilen neue Planungs-, Produktions- und Bauverfahren notwendig, die unter Berücksichtigung aller zur Verfügung stehenden Materialien entwickelt bzw. angewandt werden müssen. Im Fokus stehen hier aktuelle Verfügbarkeiten, wie zum Beispiel bei Gips,

¹ Allein der Hochbau verursacht in Deutschland Treibhausgas-Emissionen in einer Größenordnung von ca. 380 Mio. t sowie einen Gesamtmaterialaufwand von ca. 583 Mio. t; [128]

aber auch der CO₂-Fußabdruck jedes Bauteils, der gesenkt werden muss. Unterschiedliche CO₂-Fußabdrücke bei den eingesetzten Materialien, wie beispielsweise Zement, Holz oder Kalksandstein sind zu berücksichtigen, wonach es gilt, die Anwendung der Materialien zu optimieren.

U.a. um bauphysikalische Kriterien z.B. im Hinblick auf die Dämmwirkung im Sinne der Energiewende zu erfüllen und Materialeinsätze einzusparen, kommen in einem verstärkten Maße Verbund- bzw. Kompositwerkstoffe zum Einsatz, welche allerdings zukünftig erforderliche Kreislaufsysteme deutlich erschweren bzw. unmöglich machen.

Des Weiteren erfolgt ein Einsatz stark heterogener Materialien im Bereich der technischen Gebäudeausstattung, welche zudem oftmals mit dem Bauwerk verbunden sind. Die dort eingesetzten Metalle und Kunststoffe besitzen eine hohe Wertigkeit (z.B. Kupfer) sowie eine signifikante Ressourcen- und Klimarelevanz, lassen sich jedoch nur eingeschränkt selektiv Rückbauen.

Unter Berücksichtigung der oben skizzierten Problemlage muss daher der Umgang mit Bauwerken in einen ganzheitlichen Circular Economy-Prozess eingebunden werden. Eine Kreislaufwirtschaft, welche nur beim Endprodukt ansetzt, wird die absehbaren Probleme alleine nicht lösen können. Es bedarf daher systemischer Ansätze, welche ein Bauwerk inkl. der erforderlichen Peripherie ganzheitlich denken.

1.2 Zielsetzung und Ablauf der Vorstudie

Die vorliegende Vorstudie verfolgt das Ziel, auf der Grundlage einer Recherche zum derzeitigen Stand der Technik und der Wissenschaft sowie einer Einbindung saarländischer Stakeholder, über entsprechende Veranstaltungen und Netzwerkstrukturen ein Konzept (Lastenheft) für einen Ausbildungs- und Forschungsdemonstrator für zirkuläres Bauen zu entwickeln, welcher dann in einer zweiten Stufe bzw. einem Folgeprojekt in die Umsetzung überführt werden soll.

Das Thema „Zirkuläres Bauen“ wird dabei für die Baustoffindustrie und die Bauwirtschaft als ein wichtiger Innovationsmotor gesehen, der dazu beiträgt, die THG-Emissionen dauerhaft zu senken und der Material- und Ressourceneffizienz eine neue Bedeutung zu geben. Insofern weist die Vorstudie signifikante Schnittstellen, sowohl zur Saarländischen Innovationsstrategie (smart production), als auch zum Saarländischen Klimaschutzkonzept (SKSK), in welchen Maßnahmen zu den Themenblöcken

„Vergabe der öffentlichen Hand“ sowie „Plattform für Circular Economy“ beinhaltet sind², auf.

Insgesamt lässt sich die Vorstudie in folgende drei Arbeitsschwerpunkte teilen:

- Recherche zum aktuellen Stand der Technik und der Wissenschaft im Bereich des Zirkulären Bauens sowie Analyse der regionalen Ausgangssituation (AP 1) unter Berücksichtigung folgender Aspekte:
- Diskussion und Diskurs des Themas „Zirkuläres Bauen“ mit saarländischen Stakeholdern im Rahmen von Netzwerktreffen und Exkursionen (AP 2)
- Entwicklung eines Konzeptes für einen Demonstrator als Ausbildungs- und Forschungstool (inkl. Kostenschätzung (AP 3)

Dabei thematisiert der vorliegende Zwischenbericht insbesondere den ersten Spiegelstrich zum AP 1.

Der Ablauf zur Bearbeitung der Studie ist wie folgt vorgesehen:

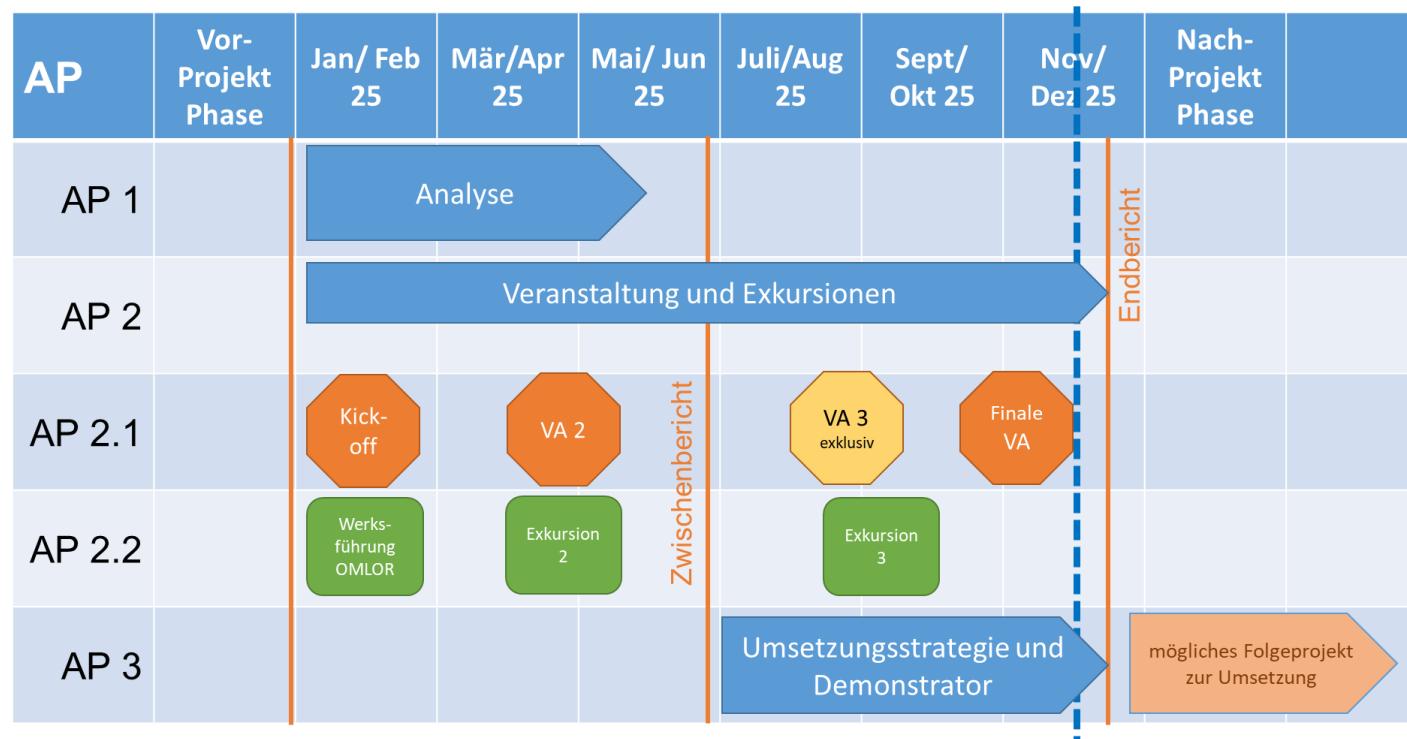


Abbildung 1 Projektzeitstrahl gemäß Antrag (Dezember 2024)

² Maßnahmen im SKSK: A-1: Zirkuläres Wirtschaften – Aufbau einer Plattform für Circular Economy; A-3: Verstärktes Angebot und verstärkte Nutzung von hochwertigen Recyclingbaustoffen und (Alt-)Holz in (landes- und kommunalen) Bauvorhaben; ÖH-5: Erprobung des Bewertungssystems für Nachhaltiges Bauen (BNB) samt der Durchführung von Demonstrationsobjekten für zukünftige Landesliegenschaften; ÖH-10: nachhaltige Beschaffung

2 Politische und gesetzliche Rahmenbedingungen

Der regulatorische Rahmen für die Zirkuläre Wirtschaft und das zirkuläre Bauen bietet aktuell viel Gestaltungsfreiheit. Verbindliche Vorgaben betreffen vor allem das Recycling und die Abfallverwertung im Rahmen des Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG). In den nächsten 5–10 Jahren werden auf EU-Ebene Vorgaben erwartet, die u.a. zur verbesserten Dokumentation und zur Kreislauftauglichkeit von Bauprodukten beitragen. Dazu zählen:

- Digitaler Produktpass
- Pflicht zur Ökobilanzierung
- Verbindliche Recycling- und Rezyklatquoten
- Einbindung des Bausektors in EU-Taxonomie
- Förderung von Rückbau und Rückbaugerechtem bauen
- Transparenz bei Energiekennwerten
- Klassifizierung der Nachhaltigkeit
- Nachhaltigkeit, Lebenszyklusdaten und Materialtransparenz werden zu zentralen Bestandteilen der Planung und Ausschreibung
- Kreislauftaugliches Produktdesign (Ökodesign)

Viele Städte und Gemeinden treiben ambitioniertere Klimaziele als die Bundesregierung (Klimaneutralität bis 2045) voran, wobei zirkuläres Bauen großes Potenzial zur Minderung von Treibhausgasemissionen im Bausektor bietet [1]. Der derzeitige **Stand der wichtigsten politischen** Vorgaben ist in Tabelle 1 zusammengefasst:

Tabelle 1 Überblick der Rechtsvorschriften

UN	<ul style="list-style-type: none">▪ Pariser Klimaabkommen▪ Agenda 2030 → 17 Nachhaltigkeitsziele
EU	<ul style="list-style-type: none">▪ Green Deal: CEAP, EPBD, EU-Taxonomie▪ EU-Bauproduktenverordnung▪ Abfallrahmenrichtlinie (2008/98/EG)▪ Ökodesign-Verordnung▪ REACH-Verordnung▪ Omnibus-Verfahren

Deutschland	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bundes-Klimaschutzgesetz KSG ▪ Kreislaufwirtschaftsgesetz KrWG ▪ Mantelverordnung <ul style="list-style-type: none"> ○ -Ersatzbaustoffverordnung ○ -Bundes-Bodenschutz- und -Altlastenverordnung (BBodSchV) ○ -Deponieverordnung (DepV) ○ -Gewerbeabfallverordnung (GewAbfV) ▪ Normung
Saarland	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Landesbauordnung ▪ Saarländische Klimaschutzgesetz SKSG ▪ Landesabfallgesetz

In den folgenden Kapiteln 2.1, 2.2 und 2.3 werden die Vorgaben anhand ihrer politischen Ebene bezüglich des zirkulären Bauens erläutert. Auf das Pariser Klimaabkommen und die 17 Nachhaltigkeitsziele aus der Agenda 2030 wird im Folgenden nicht eingegangen. Informationen dazu sind unter <https://www.consilium.europa.eu/de/policies/paris-agreement-climate/> sowie <https://www.bmz.de/de/agenda-2030> zu finden.

2.1 Europäische Union

2.1.1 Green Deal

Der **Green Deal** [2] bildet die strategische Grundlage für die Klimaneutralität bis 2050. Darauf aufbauend fördern Maßnahmen wie der Aktionsplan für Kreislaufwirtschaft (CEAP) [2], die Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD) oder die EU-Taxonomie nachhaltiges und zirkuläres Bauen.

Im Rahmen des **Circular Economy Action Plan** (CEAP) [2] treibt die EU den Übergang zu einer zirkulären Wirtschaft gezielt voran. Für die Bauwirtschaft und Gebäude sind folgende Maßnahmen in der Entwicklung:

- Anforderung an den Rezyklatanteil für bestimmte Bauprodukte
- Digitaler Gebäude-Logbücher
- Pflichtangabe der Lebenszyklusanalyse
- Verringerung der Bodenversiegelung

Verbindliche Verpflichtungen bestehen derzeit noch nicht.

Ergänzend unterstützen die EU-Bauprodukteverordnung (CPR), die Abfallrahmenrichtlinie, die Ökodesign-Verordnung (ESPR) sowie die REACH-Verordnung. Mit

diesen Verordnungen wird versucht, das zirkuläre Bauen als neuen **Standard zu etablieren**.

Konkrete Anforderungen an Bauprodukte, deren Umweltwirkung und Wiederverwendbarkeit werden in der Bauprodukteverordnung (CPR), der Abfallrahmenrichtlinie und der neuen Ökodesign-Verordnung (ESPR) festgelegt. Die REACH-Verordnung sorgt zudem dafür, dass gefährliche Stoffe nicht in den Kreislauf zurückkehren.

2.1.2 EU-Bauproduktenverordnung (EU-BauPVO) [5]

Die EU-BauPVO (in Kraft seit 7. Januar 2025) definiert Anforderungen an die nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen sowie an Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz von Bauwerken.

Die Anforderungen sind folgend aufgeführt:

- Mechanische Festigkeit und Standsicherheit
- Brandschutz
- Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz
- Nutzungs- und Barrierefreiheit
- Schallschutz
- Energieeinsparung und Wärmeschutz
- Nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen
- Anhang I: Neue Anforderung 7 – Emissionen von Bauwerken
- Anhang I: Anforderung 8 – Nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen
- Anhang II: Wesentliche Umweltmerkmale

Die neuen Vorgaben der EU fördern einen grundlegenden Wandel hin zu **ressourcenschonendem und klimafreundlichem Bauen**. Für Architekten, Planer und Bauherren bedeutet dies, dass die Nachhaltigkeit, Lebenszyklusdaten und Materialtransparenz zu zentralen Bestandteilen der Planung und Ausschreibung werden.

2.1.3 Abfallrahmenrichtlinie (2008/98/EG) [3]

Die **Abfallrahmenrichtlinie** legt eine **Abfallhierarchie** für den Umgang mit Abfällen fest. Sie gliedert sich in die folgenden fünf Punkte:

1. Abfallvermeidung
2. Vorbereitung zur Wiederverwendung

3. Recycling
4. Weitere Verwertung (z. B. energetisch)
5. Beseitigung

Diese klare Definition hilft bei der Planung, Bewertung und Umsetzung von Bauprojekten im Sinne der Kreislaufwirtschaft, da sie rechtlich vorgibt, welche Maßnahmen zur Abfallvermeidung und -verwertung vorrangig umzusetzen sind.

2.1.4 Ökodesign-Verordnung [4] (Ecodesign for Sustainable Products Regulation)

Die ESPR regelt das **umweltgerechte Design** bestimmter Produktgruppen.

Sie gilt zunächst für priorisierte Produktgruppen wie:

- Eisen, Stahl und Aluminium
- Möbel
- Textilien und Schuhe
- Reinigungsmittel und Chemikalien

Ziel ist es, die Produkte von Beginn an so zu gestalten, dass sie **leichter wieder-verwendet oder recycelt** werden können. Die Vorgabe eines umweltgerechten Designs beschränkt sich bisher auf Verbrauchsgüter. In der Bauwirtschaft z. B. für tragende Bauteile finden die Vorgaben noch keine Verwendung. Für das zukünftige Bauen sollten diese Vorgaben beachtet werden.

2.1.5 REACH-Verordnung [5] (1907/2006/EG)

Die REACH-Verordnung regelt die Registrierung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe. Dadurch unterstützt sie die Recyclingfähigkeit von Bauprodukten, indem problematische Stoffe identifiziert und reduziert werden. Für das zirkuläre Bauen bedeutet es, dass nur Bauprodukte mit einer transparenten und unbedenklichen Stoffzusammensetzung in den Materialkreislauf zurückgeführt werden können. Klassische Negativbeispiele sind asbesthaltige Materialien und Formaldehyd emittierende Holzwerkstoffe. Bevorzugt werden sollten Massivholz und holzbasierte Produkte mit emissionsarmen Klebstoffen, Naturdämmstoffe wie Zellulose, Hanf, Jute oder Holzfaser, schadstofffreier Recyclingbeton, Ton-, Lehm- und Kalkputze, Bauteile mit EPD- oder „Cradle-to-Cradle“-Zertifikat sowie demontierbare, sortenreine Konstruktionen wie Trockenverbindungen statt Kleber.

2.1.6 Omnibus-Verfahren der EU

Zur Umsetzung von CEAP und Green Deal nutzt die EU-Kommission zunehmend das Omnibus-Verfahren: Dabei werden mehrere Verordnungen / Richtlinien gebündelt und koordiniert angepasst. Im Bereich der **Circular Economy** betrifft dies die

- Bauprodukteverordnung
- Abfallrahmenrichtlinie
- Ökodesign-Verordnung
- EPBD-Richtlinie (flankierende Maßnahmen)

Die neuen EU-Verfahren zur Regelwerkanpassung vereinfachen den Weg zum zirkulären Bauen als künftigen Standard. Hersteller, Planer und Bauherren sollten sich **frühzeitig mit Anforderungen zur Produkttransparenz, Lebenszyklusanalysen und Recyclingfähigkeit vertraut machen**, um sich rechtzeitig auf zukünftige Pflichten einzustellen und Wettbewerbsvorteile zu sichern.

2.2 Deutschland

2.2.1 Bundes-Klimaschutzgesetz [6] (KSG)

Das KSG verfolgt das Ziel, die Klimaneutralität in Deutschland bis 2045 zu erreichen und die Treibhausgasemissionen bis 2030 um 65 % gegenüber 1990 zu senken.

Für die Bauwirtschaft ergeben sich daraus wesentliche Auswirkungen in mehreren Sektoren:

- im **Industrie-Sektor**, insbesondere durch die energieintensive Baustoffproduktion (z.B. Zement, Stahl, Glas)
- im **Gebäude-Sektor** durch den Energieverbrauch im Betrieb von Gebäuden (z.B. Wärmebedarf, Kühlung, Strom)

Um die Klimaziele zu erreichen, ist ein deutlicher Wandel in der Bauwirtschaft erforderlich. Der Einsatz emissionsarmer Baustoffe wie Recyclingbeton oder CO₂-reduzierter Zement muss zum Standard werden. Gleichzeitig müssen Lebenszyklusanalysen und energetische Sanierungen deutlich ausgeweitet werden, um den Ressourcenverbrauch und die Emissionen über den gesamten Gebäudelebenszyklus hinweg zu senken. Nur durch energieeffiziente Bauweisen, geschlossene Materialkreisläufe und innovative Technologien lässt sich das Ziel einer Emissionsreduktion von 65 % bis 2030 realisieren.

2.2.2 Kreislaufwirtschaftsgesetz [7] (KrWG)

Das KrWG enthält spezifische Regelungen, die zirkuläres Bauen gezielt unterstützen. Schwerpunkte liegen in den Bereichen:

- Abfallvermeidung
- Vorbereitung zur Wiederverwendung³
- Recycling
- Getrennte Sammlung von Abfällen

Gemäß § 33 KrWG verweist das Gesetz hierzu auf das Abfallvermeidungsprogramm des Bundes und der Länder. Dieses Programm formuliert u.a. folgende Ziele für den Bereich Bau- und Abbruchtätigkeiten:

- Förderung der Wiederverwendung von Bauteilen
- Einsatz recyclingfähiger und rückbaufähiger Materialien
- Etablierung abfallarmer Bauweisen
- Berücksichtigung zirkulärer Kriterien in öffentlichen Ausschreibungen

Ergänzend dazu definiert die **Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie** (2024) den Bau- und Gebäudebereich als ein prioritäres Handlungsfeld der Transformation mit vielschichtigen Zielen und erforderlichen Maßnahmen.

2.2.3 Mantelverordnung

Die Mantelverordnung, die am 1. August 2023 in Kraft trat, regelt bundesweit einheitlich den Einsatz von mineralischen Ersatzbaustoffen und unterstützt damit eine harmonisierte Nutzung von Recyclingmaterialien im Bauwesen. Die Verordnung selbst führt keine neuen Grenzwerte ein, sondern dient dazu, bestehende Verordnungen neu zu strukturieren und zu bündeln. Ziel ist es, rechtliche Klarheit zu schaffen und den Vollzug in den Bundesländern zu vereinheitlichen.

Die **Mantelverordnung** besteht aus vier Teilen, die folgende Bereiche abdecken:

- **Ersatzbaustoffverordnung (EBV)** [8]: legt bundeseinheitliche und rechtsverbindliche Regelungen für den Einsatz mineralischer Ersatzbaustoffe im Bauwesen fest. Sie definiert unter anderem Grenzwerte für Schadstoffe und zulässige Einbauweisen für verschiedene Anwendungsbereiche

³ Für Bau- und Abbruchabfälle schreibt Artikel 11 eine Mindestverwertungsquote von 70 % vor, um eine nachhaltige Nutzung dieser Abfallströme sicherzustellen.

- **Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV):** regelt bundeseinheitlich den Umgang mit Bodenmaterialien, insbesondere im Kontext von Wiederverwertung und dem Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen. Sie legt verbindliche Anforderungen für die Verwertung mineralischer Materialien auf oder in Böden und Grenzwerte für Schadstoffe fest.
 - Im Kontext des zirkulären Bauens spielt die BBodSchV eine zentrale Rolle, insbesondere bei Rückbaumaßnahmen und der qualitätsgesicherten Wiedereinbringung von Materialien in den Boden.
- **Deponieverordnung (DepV)** legt verbindliche Anforderungen an die Ablagerung von Abfällen auf Deponien fest. Im Kontext des Zirkulären Bauens ist die DepV besonders relevant, da sie durch ihre strengen Vorgaben (stoffliche, Reinheit, Schadstoffgrenzwerte, Dokumentationspflicht, Annahme Verbot bestimmter Stoffe) einen Anreiz schafft, möglichst viele Materialien im Stoffkreislauf zu halten. Auf diese Weise unterstützt die DepV indirekt die Ziele der Abfallvermeidung und der Ressourcenschonung im Bauwesen.
- **Gewerbeabfallverordnung (GewAbfV) [9]** regelt die ordnungsgemäße Entsorgung von Abfällen aus dem gewerblichen Bereich, einschließlich der Bau- und Abbruchabfälle. Sie definiert konkrete Anforderungen an:
 - Getrennte Sammlung von Abfällen
 - Dokumentation der Abfallströme
 - Verwertung und Recycling
- Für den Bereich **Bau- und Abbruchabfälle** verlangt die GewAbfV (§8) insbesondere die **separate Sammlung** folgender Stofffraktionen:
 - Glas
 - Kunststoff
 - Metalle, einschließlich Legierungen
 - Holz
 - Dämmmaterial
 - Bitumengemische
 - Baustoffe auf Gipsbasis
 - Beton
 - Fliesen und Keramik
- Abweichungen von der Pflicht zur getrennten Sammlung sind nur zulässig, wenn dies technisch nicht möglich oder wirtschaftlich unzumutbar ist. Dies muss jedoch nachvollziehbar begründet und schriftlich dokumentiert werden.
- Für gemischte Bau- und Abbruchabfälle schreibt die Gewerbeabfallverordnung eine verpflichtende Vorbehandlung vor, um wertvolle Materialien möglichst vollständig zurückzugewinnen. In der Praxis kommen dennoch häufig gemischte Bauschuttcontainer zum Einsatz. Wird die Trennung nicht direkt auf

der Baustelle vorgenommen, übernimmt das Entsorgungsunternehmen die Sortierung. Allerdings bleibt die rechtliche Verantwortung beim Abfallerzeuger, der mit höheren Entsorgungskosten und einer erhöhten Dokumentationspflicht rechnen muss.

- Darüber hinaus schreibt die Verordnung eine lückenlose Dokumentation sämtlicher Maßnahmen zur Trennung und Verwertung vor, die auf Anfrage der zuständigen Behörde übermittelt werden muss.
- Im Mittelpunkt steht stets eine hochwertige und ressourcenschonende Verwertung, was auch so im KrWG verankert ist. Während das KrWG die grundsätzlichen Ziele und Rahmenbedingungen einer funktionierenden Kreislaufwirtschaft vorgibt, konkretisiert die GewAbfV diese Vorgaben für die praktische Umsetzung im Bereich gewerblicher Abfälle.

Die Mantelverordnung stellt damit ein wesentliches Instrument zur Förderung der Kreislaufwirtschaft im Bauwesen dar und unterstützt die praktische Umsetzung von Ressourcenschonung und Materialkreislauf-Schließung.

2.2.4 DIN SPEC 91484 – Pre-Demolition-Audit

Auch auf Normenebene werden zunehmend Standards entwickelt, die das zirkuläre Bauen unterstützen. Ein aktuelles Beispiel ist die DIN SPEC 91484 [10], die im Jahr 2023 veröffentlicht wurde und einen Leitfaden für die Durchführung von Pre-Demolition-Audits bietet.

Diese Verfahren dienen der systematischen Erfassung, Bewertung und Dokumentation von Bauprodukten vor dem Rückbau. Ziel ist es, die verbauten Materialien nach ihrer weiteren Verwertbarkeit zu klassifizieren:

- Wiederverwendbar (z.B. Türen, Holzbalken → erneuter Einsatz in gleicher Funktion)
- Recyclingfähig (z.B. Betonbruch, Metalle → stoffliche Verwertung)
- Entsorgungspflichtig (z.B. schadstoffbelastete Stoffe wie Asbest → fachgerechte Entsorgung)

Die Grundlage des Pre-Demolition-Audits bildet eine Vor-Ort-Begehung in Kombination mit der Analyse vorhandener Unterlagen. Daraus wird ein standardisierter Bericht erstellt, der die Planung eines ressourcenschonenden und schadstoffarmen Rückbaus unterstützt.

Pre-Demolition-Audits leisten damit einen wichtigen praktischen Beitrag zur Umsetzung von zirkulären Prinzipien im Bauwesen und tragen zur Stärkung von Materialkreisläufen und zur Reduktion von Abfällen bei.

2.2.5 Normen für das Gesamtbauwerk

- **DIN EN 15978** (Nachhaltigkeit von Bauwerken – Bewertung der umweltbezogenen Qualität von Gebäuden – Berechnungsmethode), welche eine Bewertung der Umweltauswirkungen über den gesamten Lebenszyklus von Bauwerken berücksichtigt.
- Die Normreihe **DIN EN 15643** (Nachhaltigkeit von Bauwerken – Nachhaltigkeitsbewertung von Gebäuden), berücksichtigt die ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekte über die gesamte Lebensdauer.
- Die **DIN EN ISO 14040 und 14044** (Umweltmanagement – Ökobilanz (Life Cycle Assessment, LCA)) legt die allgemeinen Prinzipien und Anforderungen an die Ökobilanzen fest.

2.2.6 Normen für Bauteile

Im Bereich des **Normumfangs der Bauteile** wird speziell auf die Demontierbarkeit, Modularität und Wiederverwendbarkeit geachtet.

- Die **DIN EN ISO 20887** (Nachhaltigkeit im Bauwesen – Planung der Rückbaubarkeit von Gebäuden und Bauwerken), gibt Planungshinweise zur Wiederverwendbarkeit und Recyclingfähigkeit von Bauteilen. Sie empfiehlt unter anderem lösbare Verbindungstechniken, eine modulare Bauweise sowie die Vermeidung von schwer trennbaren Verbundmaterialien. Ziel ist es, Bauteile so zu gestalten, dass sie gut zugänglich, sortenrein rückbaubar und möglichst ohne Beschädigung bleiben. Eine transparente Dokumentation der eingesetzten Materialien und Konstruktionen unterstützt diesen Prozess zusätzlich.
- Durch die **DIN EN 15804** (Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen (EPD) – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte), werden die Bauteile über den gesamten Lebenszyklus anhand ihrer ökologischen Merkmale deklariert.

2.2.7 Normen für Baustoffe

Baustoffe werden mit Hilfe der folgenden Regelungen zu nachhaltigen Materialien, Recyclingfähigkeit und Ressourceneffizienz betrachtet.

- **DIN EN 206** (Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität), welche sich u.a. mit der Verwendung von Recycling-Gesteinskörnungen in Beton beschäftigt.
- **DIN EN 12620** (Gesteinskörnungen für Beton) beschreibt normative Vorgaben zu Recycling-Materialien für die Herstellung von Beton.

- **DIN EN ISO 14021** (Umweltkennzeichnungen und -deklarationen – umweltbezogene Anbietererklärungen (Umweltkennzeichnung Typ II)), Einordnung der Baustoffe hinsichtlich ihrer Umweltverträglichkeit und Recyclingfähigkeit.
- **DIN EN 15330** (Recyclingfähigkeit von Bauprodukten und Baustoffen) zur Bewertung der Recyclingfähigkeit und Anforderungen an Sekundärrohstoffe.

2.3 Saarland

2.3.1 Landesbauordnung

Auf Landesebene dient die **Landesbauordnung** [11] als rechtliche Grundlage für bauliche Aktivitäten. Neben der Sicherstellung der rechtlich vorgeschriebenen Gewährleistungen wie z.B. Standsicherheit und Brandschutz beinhaltet sie auch die Nachhaltigkeit und Instandhaltung der Bauwerke und der baulichen Anlagen. Folgende Paragrafen der Landesbauordnung berücksichtigen dabei **indirekt Prinzipien des zirkulären Bauens**, insbesondere durch eine **systematische Unterteilung** in die Ebenen **Bauwerk, Bauteil** und **Baustoff**.

- **§ 3 (allgemeine Anforderungen an Bauwerke und Bauteile)** beinhaltet die wichtigen Punkte der Planung und der Nachhaltigkeit, um eine langfristige Nutzung sicherzustellen und dabei die natürlichen Lebensgrundlagen zu schützen.
- **§ 17b (Anforderungen an Bauprodukte)** verlangt, dass die verwendeten Materialien dauerhaft, gebrauchstauglich und für ihren vorgesehenen Zweck nachhaltig geeignet sind.
- **Die §§ 18–24 (Verwendbarkeitsnachweise)** ermöglichen die Zulassung und Qualitätssicherung neuer und innovativer Bauprodukte, die im Sinne einer Kreislaufwirtschaft recyclingfähig, wiederverwendbar und nachhaltig produziert sein sollen.
- In dem Absatz **§ 86a (Technische Baubestimmungen)** sind definierte technische Vorgaben und Standards normiert, die den Einsatz kreislaufgerechter und ressourcenschonender Materialien und Konstruktionen detailliert regeln können, wodurch ein klares Fundament für die praktische Umsetzung zirkulärer Bauweisen geschaffen wird. [11]

2.3.2 Saarländisches Klimaschutzgesetz

Das Saarländische **Klimaschutzgesetz** (SKSG Saarland) [12] verfolgt das Ziel, bis 2045 Klimaneutralität zu erreichen. Bis 2030 sollen die Treibhausgasemissionen des Bundeslandes um mindestens 65 % im Vergleich zu 1990 reduziert werden. Zudem

sollen die Auswirkungen des Klimawandels durch regionale Anpassungsmaßnahmen abgedeckt werden. Das Gesetz unterstreicht die Vorbildfunktion des Landes und seiner Behörden und empfiehlt auch den Kommunen, ähnliche Verpflichtungen einzugehen. Ein zentrales Instrument zur Umsetzung dieser Ziele ist das **Klimaschutzkonzept** [13], welches in § 6 des Klimaschutzgesetzes [12] festgelegt ist. Das Konzept selbst hat zwar keinen regulatorischen Charakter, beinhaltet jedoch verschiedene Maßnahmen im Sinne der Förderung und des Ausbaus einer zirkulären Bauwirtschaft. Diese beinhalten unter anderem:

- **Aufbau einer Plattform für Circular Economy:** Ziel ist die Vernetzung von Akteuren aus Forschung, Industrie, Politik und Gesellschaft. Die Plattform soll Unternehmen im Saarland beim Aufbau zirkulärer Strukturen unterstützen. Dabei werden Themen wie Materialdesign, Produktionsprozesse, interne / externe Kreisläufe und Stoffstrommanagement adressiert.
- **Integration von Rezyklaten in die öffentliche Beschaffung:** Um Vorbehalte gegenüber Sekundärmaterialien abzubauen, sollen Ausschreibungen auf kommunaler und Landesebene gezielt den Einsatz von recycelten Baustoffen fördern. Zudem soll ein Hinweisblatt mit geeigneten Materialien erstellt werden.
- **Vorgabe zur Verwendung CO₂-armen Zements:** Diese Maßnahme zielt auf die Reduktion der Treibhausgas-Emissionen bei Betonbauteilen ab. Gleichzeitig soll der Anteil von regionalen Rezyklaten erhöht werden.
- **Wissensvermittlung und Monitoring:** Die htw saar soll in die Vermittlung von Know-how zur Kreislaufwirtschaft eingebunden werden. Ergänzend ist ein Monitoring der Bauprojekte im Saarland geplant.
- **Einbindung der Bauwirtschaft und Verbände:** Eine enge Zusammenarbeit mit der Handwerkskammer, Architektenkammer, Ingenieurkammer, Industrie- und Handelskammer, den Verbänden und Innungen sowie Bauunternehmen ist vorgesehen, um die Maßnahmen langfristig zu etablieren.

2.3.3 Saarländisches Abfallwirtschaftsgesetz (SAbfWG)

Das Saarländische Abfallwirtschaftsgesetz (SAbfWG) definiert klare Pflichten und Zuständigkeiten für kommunale und private Akteure im Bereich der Abfallvermeidung und Abfallentsorgung. Rechtliche Grundlage bildet der landesweite Abfallentsorgungsplan, der spezifische Ziele und Maßnahmen festlegt, um eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft im Saarland zu gewährleisten. Besondere Relevanz für das zirkuläre Bauen hat die Regelung der Zuständigkeiten für Bauabfälle: Hierbei liegt die Verantwortung für die Sammlung und Entsorgung von Bauabfällen primär bei den Gemeinden. Diese sind verpflichtet, entsprechende Strukturen und Angebote bereitzustellen und eine ordnungsgemäße und ressourcenschonende Verwertung

sicherzustellen. Damit unterstützt das SAbfWG die praktische Umsetzung zirkulärer Prinzipien im Bauwesen auf kommunaler Ebene.

Zur Umsetzung und Erweiterung des bundesweiten Abfallvermeidungsprogramms wurde das Gutachten zur Stärkung der Abfallvermeidung durch das Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (ifeu) erstellt. Es bietet eine fundierte Grundlage für ein landesweites Programm zur Vermeidung von Abfällen und beschreibt die aktuelle Situation im Saarland hinsichtlich Abfallvermeidung und -entsorgung, insbesondere im Bauwesen. Besonderes Augenmerk richtet das Gutachten dabei auf die Rolle der öffentlichen Hand, insbesondere in Bezug auf umweltbewusste Beschaffung und die nachhaltige Vergabe von Bauaufträgen. Auf Basis dieser Analyse wurden konkrete Maßnahmenvorschläge erarbeitet, die vom saarländischen Umweltministerium umgesetzt oder angestoßen werden können.

Die folgenden zentralen Maßnahmen gehen aus dem Gutachten hervor:

- Ausbau der mobilen Aufbereitung von Bauschutt direkt auf Baustellen zur Verringerung von Transportwegen und Verbesserung der Wiederverwertung.
- Nutzung recycelter Baustoffe im Leitungsbau, beispielsweise bei der Grabenverfüllung in Saarbrücken.
- Förderung nachhaltigen Bauens, etwa durch Vorzeigeprojekte wie die Sanierung der „Alten Post“ in Saarbrücken nach DGNB-Gold-Standard, wobei hier noch Entwicklungspotenzial bei der systematischen Anwendung zirkulärer Prinzipien besteht.
- Verstärkte Berücksichtigung nachhaltiger Kriterien in der öffentlichen Beschaffung und Ausschreibung von Bauprojekten, darunter insbesondere der Einsatz von Recyclingbeton und der Verzicht auf Einschränkungen für wiederverwendbare Materialien.

Diese Maßnahmen sollen wesentlich dazu beitragen, die Abfallvermeidung zu fördern, Ressourcen zu schonen und die Kreislaufführung im Bausektor zu optimieren. [14].

2.4 Fazit zu den gesetzlichen Rahmenbedingungen

Die strategische Entwicklung hin zu einer ressourcenschonenden, klimaverträglichen und kreislauforientierten Bauwirtschaft eröffnet für Unternehmen im Bauwesen vielfältige Chancen, neue Standards mitzugehen und sich zukunftssicher aufzustellen.

Die aktuellen und kommenden regulatorischen Anforderungen bieten dabei einen Orientierungsrahmen und fördern Innovationen entlang der gesamten Wert schöpfungskette.

Chancen und Gestaltungsspielräume für die Bauwirtschaft:

- Lebenszyklus-Bilanzen, Wiederverwendbarkeit von Materialien und Bauteilen, digitale Produktpässe und Recyclingfähigkeit werden künftig integrale Bestandteile der Baupraxis.
- Unternehmen können dadurch neue Geschäftsmodelle und zirkuläre Dienstleistungen entwickeln und sich Wettbewerbsvorteile sichern.
- Im Saarland schaffen landesspezifische Erweiterungen der Bundesvorgaben (z.B. bei Zerlegung und Weiterverwendung von Bauteilen) zusätzliche Innovationsanreize.
- Eine frühzeitige Integration zirkulärer Ansätze in Planung, Materialwahl und Rückbaukonzepte ermöglicht es der Bauwirtschaft, aktiv zum Klimaschutz und zur Ressourcenschonung beizutragen.

Zukünftige regulatorische Anforderungen und Innovationsfelder:

- Erweiterte Nachweispflichten für Zirkularität und Materialkreisläufe → Chance für Transparenz und Qualitätssicherung
- Erweiterungen der Planungs- und Bauprozesse
- Entwicklung neuer Methoden zur Tragwerksanalyse
- Digitale Produktpässe → ermöglichen neue Dienstleistungen rund um Gebäude- und Materialdaten
- Grenzwerte für Schadstoffe in Recyclingmaterialien → fördern hochwertige Materialströme, Entwicklung innovativer Materialtrennungsanlagen
- Planungsvorgaben zur Wiederverwertbarkeit und Recyclingfähigkeit → Innovationen im Design for Disassembly
- Optimierte Abfalltrennung und Vorbereitung zur Wiederverwendung → Stärkung regionaler Recyclingwirtschaft
- EU-Taxonomie → neue Marktchancen im Bereich nachhaltige Baufinanzierung

2.4.1 Rahmenbedingungen

Während der europäische Rechtsrahmen derzeit noch zielorientiert und rahmensetzend wirkt, konkretisieren sich in Deutschland und im Saarland zunehmend verbindliche Vorgaben für Materialien, Planungsprozesse und Abfallmanagement. Die im Saarland entwickelten Optimierungsvorschläge (u.a. zur Zerlegung und Weiternutzung von Bauteilen) zeigen, dass regionale Akteure bereits aktiv an der Gestaltung zirkulärer Prozesse mitwirken.

2.4.2 Ausblick

Die Bauwirtschaft ist gut beraten, sich frühzeitig auf diese Entwicklungen einzustellen. Wer heute in zirkuläre Planung, Materialinnovationen und digital gestützte

Bauprozesse investiert, kann sich künftig als Vorreiter einer modernen und nachhaltigen Bauwirtschaft positionieren. Die kommenden regulatorischen Entwicklungen sind weniger als Belastung, sondern als Impulsgeber für Innovation, neue Märkte und zukunftsfähige Geschäftsmodelle im Bausektor zu verstehen.

Zur Ausarbeitung von Vorschlägen sowie zur Ableitung von Handlungsempfehlungen für Unternehmen bieten die R-Strategien (R0–R8) ein Instrument, welches die Vorgaben der EU erweitert.

Phase I: Narrow the Loop (Start of Design) Reduzierung des Ressourcenverbrauchs, insbesondere der Primärrohstoffe durch:

- R0 *Refuse*: Bewusster Verzicht auf nicht notwendige Produkte oder Materialien, um den Ressourcenverbrauch an der Quelle zu reduzieren.
- R1 *Rethink*: Optimierung der Nutzung von Produkten durch effizientere Designs, Sharing-Modelle oder Mehrfachnutzungskonzepte.
- R2 *Reduce*: Minimierung des Material- und Energieverbrauchs durch ressourcenschonende Herstellung, langlebige Materialien und eine effizientere Nutzung.

Phase II: Slow the Loop (Product Life) Verlängerung und Intensivierung der Produktnutzung, Werterhaltung durch:

- R3 *Reuse*: Direkte Wiederverwendung von Produkten oder Bauteilen ohne signifikante Veränderung, z. B. durch Second-Hand-Nutzung oder Weiterverkauf.
- R4 *Repair*: Instandsetzung defekter Produkte, um deren Nutzungsdauer zu verlängern und die Notwendigkeit einer Neuanschaffung zu vermeiden.
- R5 *Refurbish*: Technische oder optische Erneuerung eines Produkts, ohne es vollständig zu zerlegen, z. B. durch das Austauschen einzelner Komponenten.
- R6 *Remanufacture*: Industrielle Wiederaufbereitung eines Produkts in neuwertigen Zustand, oft unter Anwendung standardisierter Prozesse.

Phase III: Close the Loop (End of Life) Kreislaufschließung, Reduktion der thermischen Verwertung durch:

- R7 *Repurpose*: Zweckentfremdung eines Produkts oder Bauteils für eine andere Anwendung, ohne es in seine Rohstoffe zu zerlegen.
- R8 *Recycle*: Stoffliche Verwertung von Materialien, indem sie in ihre Grundbestandteile zerlegt und zur Herstellung neuer Produkte genutzt werden.

Die obigen Definitionen gelten sektorübergreifend und bieten grundlegende Herangehensweisen für die Implementierung der R-Strategien im Planungs-, Bau- und dem Rückbauprozess von Bauwerken, Bauteilen und Baustoffen.

Tabelle 2 R-Strategien in Verbindung der Normengrundlage für das Baugewerbe

Keine direkte Norm, aber impliziert durch Lebenszyklusdenken (DIN EN 15978)	R0 Refuse	Phase I
Keine direkte Norm	R1 Rethink	
DIN EN 15804 DIN EN 15978	R2 Reduce	
DIN SPEC 91484	R3 Reuse	Phase II
Keine spezifische Baunorm, aber DIN EN ISO 20887 fördert Zugänglichkeit und Demontierbarkeit	R4 Repair	
Keine direkte Norm	R5 Refurbish	
Keine direkte Norm	R6 Remanufacture	
Keine direkte Norm	R7 Repurpose	Phase III
DIN EN 15804 DIN EN 15978	R8 Recycle	

Die R-Strategien stellen grundsätzlich – im Sinne einer Erweiterung zur fünfstufigen Abfallhierarchie im KrWG - ein hierarchisches System dar. Die größten Auswirkungen auf eine kreislauforientierte Bauwirtschaft werden mit den Strategien in der Phase I erreicht, da der Ressourcenverbrauch bereits an der Quelle und die Energiekosten zum Rückbau und Zerlegen minimiert werden. Im Bezug zum Baugewerbe sind diese Strategien auf Bauwerksebene anzuwenden. Die Entscheidungsträger sind in diesem Fall der Bauherr und der Objektplaner.

Die sogenannten R-Strategien (Tabelle 2) sind ein geordnetes System von Maßnahmen, das beschreibt, wie Materialien und Produkte im Sinne der Kreislaufwirtschaft genutzt werden sollen. Diese R-Strategien sind hierarchisch aufgebaut, d.h. es gibt eine Prioritätenfolge:

- Vermeidung und Verzicht (Refuse, Reduce) stehen an oberster Stelle. Das Ziel ist es, Abfälle gar nicht erst entstehen zu lassen.
- Wiederverwendung (Reuse, Repair). Das Ziel ist eine möglichst lange Nutzung von Produkten und Bauteilen.
- Recycling, wenn Wiederverwendung nicht mehr möglich ist.
- Am Ende steht die Entsorgung, die im besten Fall vermieden wird.

Diese Hierarchie ist vergleichbar mit der fünfstufigen Abfallhierarchie im Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG), hat allerdings nicht deren Verbindlichkeit:

- 1. Abfallvermeidung**
- 2. Vorbereitung zur Wiederverwendung**
- 3. Recycling**
- 4. sonstige Verwertung** (z.B. energetische Verwertung)
- 5. Beseitigung**

Die R-Strategien erweitern diese Hierarchie, indem sie detaillierter und praxisnäher verschiedene Handlungsoptionen für zirkuläre Wirtschaft aufzeigen. Normen und Standards sind entscheidend für den Übergang zur Circular Economy. Im Bauwesen existieren bisher Einzelnormen und Leitlinien, die bestimmte R-Strategien abdecken. Es fehlt eine schlüssige Normenreihe, die systematisch Aspekte der Zirkularität abbilden. Insbesondere fehlen verbindliche Standards für:

- Optimierung der Nutzung (R1)
- Reparierbarkeit von Bauprodukten (R4)
- Wiederverwendbarkeit (R5, R6)
- Zweckentfremdung bzw. Upcycling (R7)

Ein positives Beispiel für einen neueren Ansatz bietet die **DIN SPEC 91484**, die ein Verfahren zur Bewertung des Anschlussnutzungspotenzials von Bauprodukten vor Abbruch- und Renovierungsarbeiten beschreibt (R3).

2.4.3 Datenmanagement und Bewertungsgrundlagen für die Kreislauffähigkeit im Bauwesen

Zur erfolgreichen Umsetzung einer kreislauffähigen Bauwirtschaft ist es entscheidend, die verbauten Ressourcen und deren Qualität zu erheben und öffentlich für Planer zugänglich zu machen. Die Datenerhebung und die Qualitätsermittlung können in den meisten Fällen nur am Ende der Nutzungsphase eines Gebäudes erfolgen.

Bei neueren und entsprechend großen Bauvorhaben können die benötigten Daten aus der digitalen Bauakte mit Bauteilerfassung entnommen werden. Für eine einheitliche Darstellung der Daten sind Konzepte in Anlehnung an den digitalen Produkt-Pass denkbar. Für eine vergleichbare Bewertung der Qualität und eine Ableitung von R-Strategien muss eine Normgrundlage geschaffen werden.

Als Ziel ist es denkbar, individuelle Fahrpläne zur Kreislauffähigkeit eines Bauwerks in Anlehnung an individuelle Sanierungsfahrpläne zu entwickeln.

Grundlagen für ein ressourcenschonendes Bauen liefern dabei u.a. Forschungsprojekte wie z.B. zum „Rohstoffaufwand in der ÖKOBAUDAT“⁴, in welchem geeignete Rohstoffindikatoren hergeleitet wurden.

Neben dem Datenmanagement und der Aufnahme der Rohstoffe sei aus Sicht der Bauwirtschaft darauf zu achten, dass Überregulierung und zu vielen Vorschriften die Innovationskraft der Branche nicht hemmen sollten. Verordnungen und Vorgaben sollten als Leitplanken gesetzt und verstanden werden, in deren Rahmen Unternehmen marktwirtschaftlich agieren können.

⁴ Glanz, D., et al., Rohstoffaufwand in der ÖKOBAUDAT, im Auftrag des BBR, Mai 2024

3 Konzepte des zirkulären Bauens

3.1 Grundlagen

Eine erfolgreiche Umsetzung der zirkulären Planung erfordert ein Verständnis ihrer grundlegenden Prinzipien und Methoden. Um den Praxisbezug herzustellen, werden die Planungs- und Bauprozesse im Rahmen der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) für die Objektplanung analysiert. In der Praxis gliedert sich die bisherige Objektplanung in neun aufeinanderfolgende Leistungsphasen (LP1 – LP 9), siehe Anhang 1, welche die strukturierte Abwicklung eines Projekts von der Grundlagenermittlung bis zur abschließenden Objektbetreuung definieren.

Die Objektplanung erstreckt sich bisher über den Planungs- und Bauprozess und bildet den planerischen Leitfaden für Bauvorhaben als Neubau oder im Bestand. Im Planungsprozess werden Maßnahmen zum zirkulären Bauen nicht explizit benannt. Die Entscheidung zum Einsatz von Primär- oder Sekundärrohstoffen erfolgt bisher ausschließlich in den LP7 und LP8. Zu diesem Zeitpunkt ist der Planungsprozess jedoch bereits weitestgehend abgeschlossen. Ein Einsatz von Sekundärrohstoffen wird bisher der Verfügbarkeit untergeordnet.

Um den Anforderungen des zirkulären Bauens gerecht zu werden - insbesondere im Hinblick auf Ressourcenschonung, Rückbaubarkeit und die Wiederverwendung von Bauteilen – wird im Leitfaden der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW, 2024) eine zukunftsorientierte Erweiterung des bislang linearen HOAI-Modells vorgeschlagen. Ergänzend zu den etablierten neun Leistungsphasen werden zwei zusätzliche Leistungsphasen eingeführt: LP0 (Bedarfsplanung und Definition zirkulärer Rahmenbedingungen) und LP10 (Rückbauplanung) (siehe hierzu Tabelle 3). Diese Erweiterung ermöglicht eine technische und eine prozessuale Integration zirkulärer Prinzipien über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks hinweg.

Tabelle 3 Erweiterung des Leistungsbilds der Objektplanung nach LUBW

Leistungsphasen LUBW (Rückbau)	Inhalt	Zugehörige R-Strategie
LP0 Bedarfsplanung	Klärung von Nutzeranforderungen, Nachhaltigkeitszielen und zirkulären Vorgaben. → Vorbereitende Phase vor dem eigentlichen Planungsprozess.	R0, R1, R2, R3, R7
LP10 Rückbauplanung	Planung des Rückbaus oder Umbaus am Lebensende des Gebäudes, mit Fokus auf Wiederverwendung und Recycling von Materialien R-Strategien	R3, R4, R5, R6, R7, R8

Dieser Ansatz wird systematisch mit den sogenannten R-Strategien (R0-R8) verknüpft. Ziel ist es, die Lebensdauer von Bauwerken, Bauteilen und Baustoffen signifikant zu verlängern und Materialkreisläufe bereits in frühen Planungsphasen zu antizipieren. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf der Bedarfsplanung (LP0) und dem Rückbau (LP10), der nicht als rein destruktiver Endpunkt eines Gebäudes, sondern als gestaltbarer Bestandteil eines zirkulären Bauprozesses aufgenommen wird.

In der Bedarfsplanung (LP0) werden die Nutzeranforderungen, die Nachhaltigkeitsziele sowie die Vorgaben zum zirkulären Bauen ermittelt, wodurch der bestehende Planungsprozess ergänzt wird. In der Bedarfsplanung sollten auch Aspekte der Rückbauplanung einfließen.

Durch die Einführung der LP10 zur Rückbauplanung erhält der spätere Rückbau eines Gebäudes erstmals einen festen Platz im Bauprozess. Bereits in der frühen Planungsphase können entsprechende Aspekte berücksichtigt werden, etwa durch die Auswahl wiederverwendbarer Baustoffe, lösbare konstruktive Verbindungen im Sinne eines demontagefreundlichen Bauens und die Dokumentation verbauter Materialien in digitalen Materialpässen, um künftige Demontage- und Verwertungsprozesse zu erleichtern. Die derzeitige Normenlandschaft bleibt jedoch unvollständig und bildet viele Anforderungen einer rückbauorientierten Planung bislang nur unzureichend ab. Umso wichtiger ist folgender Perspektivwechsel: Der Rückbau wird nicht länger als nachgelagertes Problem verstanden, sondern als integraler Bestandteil einer vorausschauenden Planung mit hohem ökologischem und ökonomischem Potenzial.

Im Kontext des Rückbaus umfasst der Bauprozess mehrere zentrale Schritte:

- Bauwerksdiagnostik,
- Mengenermittlung,
- Festlegung zur zirkulären Verwertung von Bauwerk, Bauteilen und Baustoffen.

Je nach Zustand und Wiederverwertbarkeit der Materialien folgen unterschiedliche Pfade – von der Aufbereitung und Wiederverwendung im Sinne der R-Strategien bis zur Deponierung nicht verwertbarer Stoffe.

In Abbildung 2 sind die Leistungsphasen der Objektplanung nach HOAI kreisförmig dargestellt und um LP0 sowie LP10 aus Tabelle 3 ergänzt. So entsteht ein geschlossener, zirkulärer Kreislauf, der sich an den bestehenden Verordnungen orientiert und den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks abbildet.

Der Bauprozess lässt sich dabei in eine **Aufbauphase** und eine **Rückbauphase** gliedern, die durch die **Nutzungsphase** als zentrale Lebensdauer des Bauwerks verbunden sind.

- **Aufbauphase:** Einbau von Primär- und Sekundärrohstoffen sowie Organisation von Transport und Logistik.
- **Nutzungsphase:** Nutzung, Instandhaltung, Umbau und Sanierung.

- **Rückbauphase:** Stufenweiser Rückbau vom Gesamtbauwerk über Bauteile bis hin zu den einzelnen Baustoffen; Anwendung der R-Strategien zur Wiederverwendung und Rückführung in den Materialkreislauf. Dabei ist ein fundiertes Wissen über den Bestand und dessen Wiederverwendungs-potenziale – wie in Kapitel 3.2 erläutert – von zentraler Bedeutung.

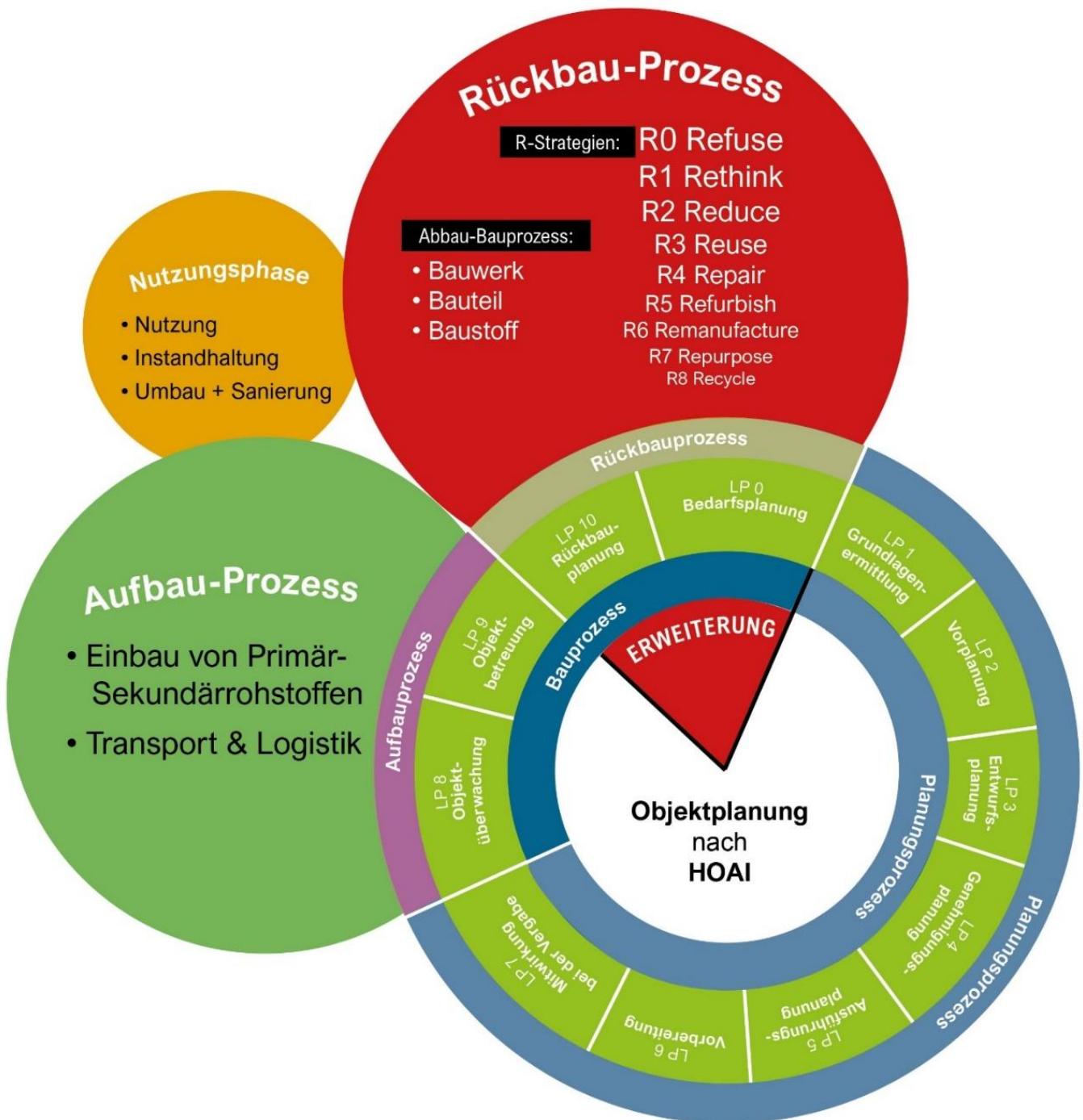


Abbildung 2 Prozesse im zirkulären Bauen (eigene Darstellung)

3.2 Erfolgsfaktoren für das zirkuläre Bauen

Zur erfolgreichen Umsetzung einer kreislauffähigen Bauwirtschaft ist es entscheidend, die verbauten Ressourcen und deren Qualität zu kennen und öffentlich für Planer zugänglich zu machen, um einen Einsatz in LP0 zu ermöglichen. Die Datenerhebung und die Qualitätsermittlung können in der LP10, am Ende einer Nutzungsphase oder zu Beginn des Rückbau-Prozesses eines Gebäudes erfolgen.

Dieses Vorgehen bedingt einen Wandel in der Planungspraxis und die Erweiterung des Leistungsbilds innerhalb der Objektplanung. Zur Übertragung in die Praxis können gezielte Förderprogramme, vereinfachte Genehmigungsverfahren oder die öffentliche Anerkennung ressourcenschonender Lösungen das zukunftsfähige Bauen stärken und dessen Verankerung im Markt fördern.

Des Weiteren sind derzeitige Bauweisen hinsichtlich des einfachen und sortenreinen Rückbaus, der Wiederverwendung und oder Recyclings weiterzuentwickeln. Ziel muss es sein, Bauteile und/ oder Baustoffe kostengünstig und effizient dem Kreislauf wieder zur Verfügung zu stellen. Hauptaugenmerk ist dabei auf folgende Schwerpunkte zu legen:

- Lösbare Verbindungen von tragenden Bauteilen
- Verwendung von nachhaltigen und schadstofffreien Materialien
- Verzicht auf nachträglich nicht trennbare Verbundwerkstoffe
- Vorgefertigte Bauweisen, um Abfall zu verringern und zentral sammeln zu können
- Offene Bauweise zur einfachen Umnutzung von umbautem Raum
- Barrierearme und energieeffiziente Bauweise

3.2.1 Planungs- und Aufbauprozess unter Berücksichtigung vorhandener Ressourcen (LP0)

Aufbauend auf der Analyse der Rohstoffverfügbarkeit beginnt der Planungsprozess bereits in der Leistungsphase 0. In dieser vorbereitenden Phase werden die Nutzungsanforderung, Nachhaltigkeitsziele und zirkuläre Vorgaben für ein Bauwerk definiert. Dabei erfolgt eine erste Bewertung der verfügbaren Ressourcen, der Wiederverwendbarkeit von Bauteilen und des möglichen Einsatzes von Sekundärmaterialien. Diese Grundlagen bestimmen maßgeblich den weiteren Planungsverlauf.

Daran anschließend folgt der Planungsprozess in den bewährten HOAI-Leistungsphasen 1 bis 9, wobei unter Berücksichtigung vorhandener Ressourcen Bauweisen zu entwickeln, die eine sortenreine Trennung, einen effizienten Ressourceneinsatz sowie eine hohe Qualität des Bauwerks ermöglichen und den Aufwand für Transport verringern.

3.2.2 Rückbauplanung (LP 10)

Am Ende der Nutzungsphase und zu Beginn des Rückbau-Prozesses LP 10 wird die Beschaffenheit und Qualität des Bauwerks überprüft und hinsichtlich der R-Strategien bewertet sowie die weitere Nutzung des Gebäudes festgelegt. Anhand der dokumentierten Bauweise lassen sich Rückbaukonzepte leicht umsetzen. Die nicht benötigten Ressourcen werden dem Kreislauf wieder zurückgeführt.

Eine Auswahl geeigneter Baumaterialien kann nur getroffen werden, wenn Informationen zu verfügbaren Materialien und deren Qualität öffentlich bspw. in einer Datenbank oder einem Rohstoffdepot zugänglich sind. Hinsichtlich der Qualität ist zwischen tragenden und nicht-tragenden Bauteilen zu unterscheiden. Für tragende Bauteile wie Mauerwerk, Stahlbeton, Holz, Stahl und vorgefertigte Elemente sind spezifische Prüfverfahren unerlässlich, um ihre Wiederverwendbarkeit sicher beurteilen zu können. Zudem sind Verwendbarkeitsnachweise in Form einer Zustimmung im Einzelfall (ZiE), kombiniert mit einer vorhabenbezogenen Bauartgenehmigung (vBG), erforderlich. Je nach Ergebnis der bauphysikalischen und mechanischen Prüfungen kann ein Bauteil weiterhin tragend eingesetzt werden. Eine Auswahl von Prüfverfahren ist im Anhang 1 aufgeführt. Ist dies nicht der Fall, können Maßnahmen zur Wiederverwendung und Wiederherstellung der Qualität (R3-R6) festgelegt werden. Beispiele für tragende Bauteile sind im Folgenden für die R-Strategien (R3 – R5) dargestellt.

Am Beispiel eines Stahlträgers als Teil eines Galerietragwerks kann eine Wiederverwendung (R3) mit einfachem Aufwand erreicht werden. Vorteile bieten die genormten Profilquerschnitte und geschraubten Verbindungen (vgl. Abbildung 3).



Abbildung 3 Galerietragwerk mit wiederverwendeten Stahlbauteilen

Die R-Strategie R4 Repair wird bei Betonbauteilen angewandt, die Schäden an der Oberfläche durch den Einfluss von Expositionen aufweisen. Dieses Verfahren wird für Bauteile angewandt, die im Bauwerk verbleiben (vgl. Abbildung 4).



Abbildung 4 Instandsetzung von Betonbauteilen im Spritzbetonverfahren

Für die technische Erneuerung (R5) von Stahlbetonbauteilen werden u.a. Carbonlamellen oder Re-Plates verwendet. Diese Produkte können zur Biege- oder Schubverstärkung eingesetzt werden. Vorteile bringen derzeit Carbonlamellen, da dieses Produkt für den Einsatzzweck in Deutschland zugelassen ist (vgl. Abbildung 5).



Abbildung 5 Technische Erneuerung von Stahlbetonträgern mit Carbonlamellen

Die Re-plates bestehen aus Stahl mit einer Formgedächtnislegierung. Nach dem Befestigen an der Tragstruktur werden die Re-plates erwärmt. Dadurch tritt eine Verkürzung auf, die eine externe Vorspannkraft auf das tragende Element aufbringt (vgl. Abbildung 6).



Abbildung 6 Technische Erneuerung einer Stahlbetondecke mit Re-plates

Beispiele für eine industrielle Wiederaufbereitung (R6) von tragenden Bauteilen werden in der Praxis kaum umgesetzt, da der Aufwand in den meisten Fällen den Nutzen übersteigt. Stehen die notwendigen Maßnahmen nicht im Verhältnis zum

Nutzen, bietet sich eine Umnutzung (R7 Re-Purpose) oder eine stoffliche Verwertung (R8 Recycle) für das geplante Bauvorhaben an. Eine differenzierte Bewertung ermöglicht so den maximalen Erhalt der Ressource im Stoffkreislauf. Die vorgestellten Beispiele werden bei den derzeitigen Tragkonstruktionen und Bauweisen im Fall einer Sanierung umgesetzt, die nicht hinsichtlich des zirkulären Bauens entworfen worden sind. Beispiele, in denen das zirkuläre Bauen umgesetzt wurde, werden in Kap. 3.3 vorgestellt. Neue Geschäftsfelder und allgemeine Ideen für die Bauwirtschaft sind in Kap. 3.3.3 beispielhaft vorgestellt. Basierend auf den Erkenntnissen aus Kap. 3 werden in Kap. 5.5 Handlungsempfehlungen abgeleitet und das zirkuläre Bauen in der Zukunft vorgestellt.

3.3 Beispiele Zirkulären Bauens

Zur Veranschaulichung, welche Ansätze des zirkulären Bauens bereits erfolgreich in der Praxis Anwendung finden, werden im Folgenden ausgewählte Pilot- und Praxisbeispiele vorgestellt.

3.3.1 Pilotprojekte

R128 (Werner Sobek), Stuttgart

- **Projektart / Typ:** Einfamilienhaus / Forschungsbau (Triple Zero)
- **Ort:** Stuttgart, Deutschland
- **Fertigstellung:** ca. 2000er Jahre
- **Architekt:** Werner Sobek
- **Zirkuläre Maßnahmen:**
 - Modulbauweise, vollständig demontierbar
 - Materialkreislauffähigkeit durch sortenreine Konstruktion
 - Kein Abfall, keine Emissionen, positive Energiebilanz
- **Einordnung der Nachhaltigkeit:**
 - Maximale Zielerfüllung der "Triple Zero"-Kriterien
 - Prototyp für emissionsfreie, kreislauffähige Architektur
- **Modulare Elemente**
 - **Stahlrahmenstruktur:** Bolzbare Stützen und Träger, vollständig demontierbar
 - **Holzbodenmodule:** Vorgefertigte, einlegbare Paneele
 - **Aluminium-Deckenmodule:** Mit integrierter Haustechnik, werkzeuglos montierbar

- **Glasfassadenelemente:** Dreifachverglasung, clipbar und rückbaubar
- **Installationskanäle:** Aufklappbar, flexibel für Leitungsführung und Technikanschluss

<https://www.wernersobek.com/de/projekte/r128/>

Villa Welpeloo, Enschede

- **Projektart / Typ:** Einfamilienhaus (Wohnhaus für Künstlerehepaar)
- **Ort:** Enschede, Niederlande
- **Fertigstellung:** 2009
- **Architekten:** Superuse Studios
- **Zirkuläre Maßnahmen:**
 - Tragwerk aus stillgelegter Maschinenfabrik
 - Fassade aus gebrauchten Kabeltrommeln
 - Innenausbau mit Holzpaneelen, Glas, Sporthallenböden
 - Weitreichender Einsatz gebrauchter Materialien in allen Bereichen
- **Einordnung der Nachhaltigkeit:**
 - Sehr hoher Anteil an Upcycling
 - Kreative Wiederverwendung, lokale Beschaffung
 - Vorbildprojekt für informelles Material-Re-Use
- **Modulare Elemente**
 - **Stahltragwerk** aus recycelten Maschinenbauteilen
 - **Fassadenelemente** aus alten Kabeltrommeln (Holzlamellen)
 - **Innenausbaupaneele** aus gebrauchten Sporthallenböden
 - **Recycelte Fenster- und Türelemente**
 - **Vorgefertigte Holz- und Glaselemente** im Innenraum

<https://www.superuse-studios.com/projectplus/villa-welpeloo/>

CRCLR House, Berlin-Neukölln

- **Projektart / Typ:** Gewerbe- und Co-Working-Haus
- **Ort:** Berlin-Neukölln
- **Fertigstellung:** ca. 2017
- **Beteiligte:** TRNSFRM / ZUSAMMENKUNFT Berlin
- **Zirkuläre Maßnahmen:**

- Nutzung von Bauteilen aus dem Bestand (z.B. ehemaliger Brauerei)
- Gestalterische Integration gebrauchter Materialien
- Konzept auf Wiederverwendbarkeit und Demontierbarkeit ausgelegt
- **Einordnung der Nachhaltigkeit:**
 - Demonstrator für zirkuläres Bauen in urbanem Kontext
 - Ressourcenreduktion und funktionale Nachnutzung

<https://www.dabonline.de/architektur/zirkulaeres-bauen-crclr-house-the-cradle>

Moringa Quartier, Hamburg

- **Projektart / Typ: Wohnquartier, derzeit im Bau**
- **Ort: Hamburg, Deutschland**
- **Fertigstellung: in Bau**
- **Architekten: kadawittfeldarchitektur**
- **Zirkuläre Maßnahmen:**
 - Planung nach Cradle-to-Cradle-Prinzipien
 - Vollständige Materialdokumentation via Madaster
 - Alle Materialien rückbaubar und zur Wiederverwendung vorgesehen
- **Einordnung der Nachhaltigkeit:**
 - Vorreiterprojekt für zirkuläre Quartiersentwicklung
 - Verbindung von zirkulärer Bauweise und digitalem Materialmanagement
- **Modulare Elemente**
 - Modulare Holzfassadenelemente (rückbaubar, sortenrein)
 - Flexible Innenraummodule für Wohnen, Arbeiten und Gemeinschaftsnutzung
 - Gründach- und Fassadenmodule zur Klimaregulierung
 - Cradle-to-Cradle-Materialschichten mit trennbarer Montage

<https://moringa.eco/projekte/moringa-hamburg>

Neubau Lehr- und Forschungsgebäude 12, HTW Saar

- **Projektart / Typ: Hochschulgebäude**
- **Ort: Alt-Saarbrücken, Deutschland**
- **Fertigstellung: ca. 2022/2023**
- **Architekten: ARGE architecture + aménagement & Meurer Architekten**

- **Zirkuläre Maßnahmen:**
 - Fassade aus recyceltem Aluminium
 - Wiederverwendung von Materialien und langlebige, flexible Struktur
 - Modellprojekt für zukünftige Materialkreisläufe
- **Einordnung der Nachhaltigkeit:**
 - Pilotprojekt des Landes für nachhaltiges Bauen
 - Verbindung von Forschung, Funktionalität und Ressourcenschonung
- **Modulare Elemente**
 - Recycelte Aluminium-Fassadenelemente (vormontiert, rückbaubar)
 - Holzhybrid-Tragwerk mit Stahlbetonkernen (flexibel und anpassungsfähig)
 - Sortenrein trennbare Ausbaukomponenten
 - Wiederverwendbare Materialien im Innenausbau

<https://www.baumeister.de/htw-saar-neubau-saarbruecken>

3.3.2 Praxisbeispiele

Kreislauf-Rathaus Eichstätt (Dienstleistungszentrum)

- **Projektart / Typ:** Öffentliches Verwaltungsgebäude
- **Ort:** Eichstätt, Deutschland
- **Fertigstellung:** 2024
- **Zirkuläre Maßnahmen:**
 - 100 % Recycling-Beton aus regionalem Abbruchmaterial
 - Einsatz sortenreiner Naturmaterialien (Holzfaserziegel, Kalkdämmung, Jura-Naturstein)
 - Rückbaufreundliche, kreislauffähige Konstruktion
 - Photovoltaik, Gründach, energieeffiziente Gebäudetechnik
- **Einordnung der Nachhaltigkeit:**
 - Vorbild für kreislauffähiges öffentliches Bauen
 - Verknüpfung von Materialkreisläufen, Energieeffizienz und Forschung

- Praxisbeispiel mit Pilotcharakter für zukünftige kommunale Bauvorhaben
- **Modulare Elemente**
 - Vorgefertigte Recyclingbeton-Elemente (Wände, Decken)
 - Modulare Ziegel- und Holzelemente (Holzfaserziegel, Kalkdämmung)
 - Naturstein-Fassadenplatten (Jura-Marmor, sortenrein befestigt)
 - Photovoltaik-Module auf dem Dach
 - Gründach-Module zur RegenwasserRetention
 - Standardisierte Technikmodule (Lüftung, Heizung, Wärmerückgewinnung)

<https://www.solid-unit.de/projekte/dienstleistungszentrum-landkreis-eichstaett>

Rathaus Korbach (Neubau)

- **Projektart / Typ:** Öffentliches Verwaltungsgebäude
- **Ort:** Korbach, Deutschland
- **Fertigstellung:** n.v. (nach 2015)
- **Zirkuläre Maßnahmen:**
 - Selektiver Rückbau des nicht sanierungswürdigen Altbau
 - Ortsnahe Verwertung der mineralischen Abbruchmaterialien
 - Integration zirkulärer Strategien im Neubau zur Reduktion der Umweltbelastung
- **Einordnung der Nachhaltigkeit:**
 - Beispiel für ressourcenschonenden Ersatzneubau mit regionalem Materialeinsatz
- **Modulare Elemente**
 - **Betonfertigteile mit Recycling-Gesteinskörnung**
 - **Sortenrein trennbare Fassadenelemente** (ohne Verklebung)
 - **Modular geplantes Stahlbetontragwerk**
 - **Vorbereitete Rückbauzonen** für zukünftige Demontage
 - **Regionale, wiederverwertete Baumaterialien** aus dem Altbau

<https://www.dgnb.de/de/nachhaltiges-bauen/zirkulaeres-bauen/beispiele-fuer-die-umsetzung>

Kita Folsterhöhe, Saarbrücken

- **Projektart / Typ:** Kindertagesstätte (zweigeschossig)
- **Ort:** Saarbrücken, Deutschland
- **Fertigstellung:** n.v. (nach 2020)
- **Zirkuläre Maßnahmen:**
 - Modulare Holzbauweise mit 41 vormontierten Holzmodulen
 - Vollständige Holzkonstruktion innen und außen
 - Sortenreine Trennung und mögliche Wiederverwendung der Module
- **Einordnung der Nachhaltigkeit:**
 - Hohe Rückbaubarkeit, kurze Bauzeit, Nutzung natürlicher Materialien
- **Modulare Elemente**
 - 41 vorgefertigte Holzbaumodule
 - Sortenreine Holzkonstruktion (innen und außen)
 - Modular eingesetzte Fenster mit Sonnenschutz
 - Technikmodule werksseitig integriert (Heizung, Beleuchtung)
 - Holzmodule auf Stahlbetonbodenplatte montiert

<https://transsolar.com/de/projects/saarbrucken-folsterhohe-kita-in-holz-modulbauweise>

Baugemeinschaft Spreefeld Berlin

- **Projektart / Typ:** Modularer Wohnbau
- **Ort:** Berlin, Deutschland
- **Fertigstellung:** 2014
- **Architekten:** Carpaneto Schöningh Architekten, Fatkoehl Architekten
- **Zirkuläre Maßnahmen:**
 - Recyclingfähige Baumaterialien
 - Modulare, adaptive Bauweise
 - Anpassungsfähigkeit an Nutzungsänderungen zur Verlängerung der Lebensdauer
- **Einordnung der Nachhaltigkeit:**
 - Städtebaulich und sozial nachhaltig; erhöhte Gebäudenutzungsdauer
- **Modulare Elemente**
 - Stahlbeton-Skelettstruktur mit flexibler Raumaufteilung
 - Vorgefertigte Holztafel-Wandmodule
 - Modulare Bäder und Fensterlösungen

- Holzbalkone als anbaubare Module
- Recyclingfähige Fassadenelemente

<https://fatkoehl.com/wohnenmixed-use/spreefeld-berlin/>

Industriehalle Puchheim

- **Projektart / Typ:** Industriegebäude / Baustoffrecycling
- **Ort:** Puchheim bei München, Deutschland
- **Fertigstellung:** n.v.
- **Zirkuläre Maßnahmen:**
 - Rückbau einer Porenbetonhalle
 - Verarbeitung des Materials zu Porenbetonmehl
 - Wiedereinsatz des recycelten Materials in Neuproduktion
- **Einordnung der Nachhaltigkeit:**
 - Geschlossener Materialkreislauf; industrielle Wiederverwertung als Vorbild
- **Modulare Elemente**
 - Selektiv rückbaubare Porenbeton-Wandelemente – autoklavgehärtet, modular und getrennt aufbereitet
 - Stahlbetonstützen als modulare Tragwerkskomponenten
 - Porenbetonmehl-Produktionsmodul – Materialzerkleinerung, Siebung und Rückführung in die Herstellung neuer Bauelemente

<https://bauakademie.xella.de/veranstaltungen-webinare/events-detail/zirkulaeres-bauen-am-beispiel-einer-industriehalle-in-puchheim>

3.3.3 Neue Geschäftsfelder / allgemeine Ideen für die Bauwirtschaft im Saarland

Die Umstellung auf zirkuläres Bauen eröffnet der Bauwirtschaft potentiell neue Märkte und Geschäftsfelder. Dienstleistungen wie Rückbau, Bauwerksdiagnostik, Bauwerkertüchtigung, zirkuläre Bauweisen, lösbare Verbindungen oder digitale Gebäudepässe gewinnen an Bedeutung und bieten Potenzial für innovative, ressourcenschonende Geschäftsmodelle.

Tabelle 4 Potentielle Geschäftsfelder im Rahmen Circular Building

Kategorie	Geschäftsmodell / Idee	Ziel / Nutzen
Materialkreisläufe	Märkte für Sekundärbaustoffe	Vertrieb und Zertifizierung gebrauchter Baumaterialien
	Kartieren der Materialbestände	Wissensbasierte Erfassung von Rückbaupotenzialen
	Rückbau- und Zerlegedienstleistungen	Professionalisierung des selektiven Rückbaus
Digitale Tools	Digitale Gebäudepässe / Materiallager	Transparenz über Materialqualität und -herkunft
	Erstellung Digitaler Zwillinge	Planungsgrundlage für Wartung, Rückbau, Wiederverwendung
	Softwareentwicklung für Architekten und Ingenieure	Integration von Ökobilanzen und Materialdatenbanken
Neue Nutzungsmodelle	Modulbau auf Zeit („Montagedienstleister“)	Gebäude als temporäre Infrastruktur
Plattform- und Servicelösungen	Crowdsourcing-Plattformen für Bauteile	Vernetzung von Angebot und Nachfrage gebrauchter Komponenten
	Beratung / Zertifizierung für Circular Building	Fachliche Unterstützung für Umsetzung, Nachweis und Qualität
Bauwerksdiagnostik	Ermittlung von Bauteil-/ Baustoffeigenschaften	Rückführung in Kreislauf auf Bauteilebene
	Entwicklung von Bauwerk / Bauteiltüchtigung	Erhalt von Bauteilen am Einsatzort, Verlängerung der Nutzungszeit
Integration neuer Bauweisen	Entwicklung und Vertrieb lösbarer Verbindungen Tragwerk oder Ausbau	Einfache Rückführung in den Kreislauf auf Bauteilebene
	Barrierearme offene und vorgefertigte Bauweisen	Einfache Umnutzung, effiziente Bauweise, Materialabfall zentral beim Hersteller

4 Ausgangssituation im Saarland

4.1 Gebäudebestand

4.1.1 Auswertung Materialkataster Deutschland für das Saarland

Seit Mai 2025 ist der Datensatz „Materialkataster Deutschland“ des IÖR verfügbar [15], der auch Regionalauswertungen pro Bundesland enthält. Am 18. Juni 2025 wurden die Daten für das Saarland von dem Server des IÖR heruntergeladen und zur Auswertung vorbereitet. Laut Zensus waren bisher nur etwa 308.000 Gebäude (Wohngebäude) im Saarland vermerkt. Die neue Datenbasis umfasst auch Nicht-Wohngebäude und beziffert einen Gebäudebestand von etwa 690.000 Gebäuden für das Saarland. Dem Gebäudebestand sind Mengen an verbautem Material hinterlegt.

Tabelle 5 Elf Materialgruppen des Materialkataster Deutschlands vom IÖR [19]

Sig2	Beschreibung
Con	Beton
Bri	Ziegel (Mauerziegel, Dachziegel)
Min	Sonstiges Mineralisches
Wod	Schnittholz / verarbeitetes Holz
Rnw	Sonstiges Nachwachsendes
Pla	Kunststoffe
Btm	Bitumenhaltiges
Fem	Eisenmetalle
Nfe	Nichteisenmetalle
Slb	Kalksandsteinziegel
Cal	Kalkhaltige Mörtel und Estriche

In zwei Detaillierungsgeraden (11 (siehe Tabelle 5) bzw. 44 Materialgruppen) werden jedem Gebäude Mengen an verbautem Material zugeordnet. Für die weiteren Analysen wurde die Bezifferung des Gebäudebestandes in 11 Materialgruppen genutzt.

Ausgehend von den Zahlen des Materialkatasters lassen sich folgende Werte für das verbaute Material für das Saarland anteilig beziffern (siehe hierzu Abbildung 7). Insgesamt sind laut Materialkataster über alle Gebäudetypen 274 Mio. t Material verbaut. Den größten Anteil macht mit 45 % oder 123 Mio. t der Beton aus. Dem folgt mit 18 % oder 50 Mio. t sonstiges Mineralisches. Kalksandsteinziegel und kalkhaltige Mörtel und Estriche sind in der Bausubstanz mit je knapp über 10 % bzw. 28 Mio. t verbaut. Ziegel (Mauerziegel und Dachziegel) haben einen Anteil von 8,8 % oder 24 Mio. t Eisenmetalle sind zu 5 % bzw. 13 Mio. t enthalten. Holz hat lediglich einen Anteil von 1,13 % oder 3 Mio. t an der Bausubstanz im Saarland. Kunststoffe, Bitumenhaltiges, sonstiges Nachwachsendes und Nichteisenmetalle haben je einen unbedeutenden Anteil an der Bausubstanz von etwa je 1 % oder 220.000 bis 430.000 t.

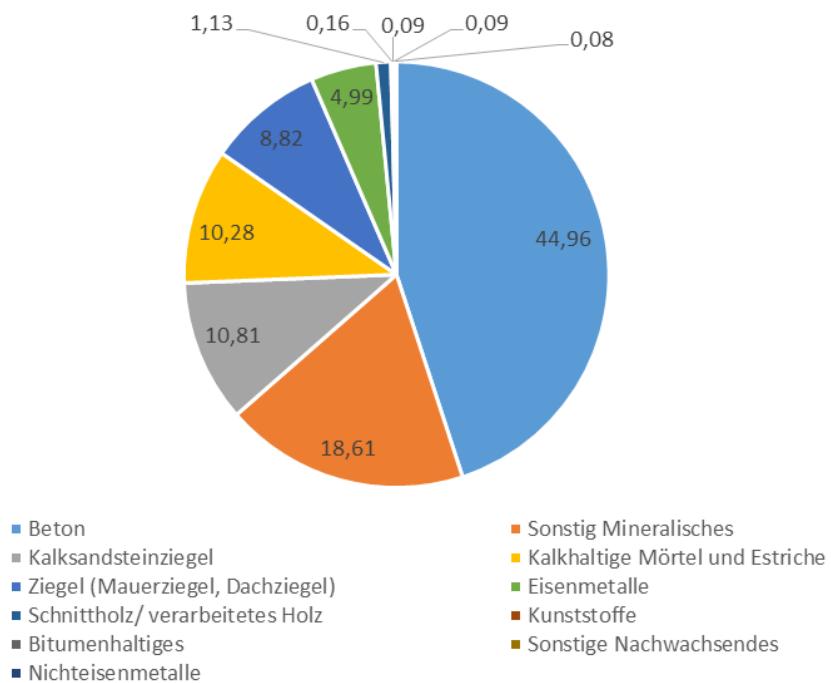


Abbildung 7 Verteilung der Haupt-Baustoffgruppen im Saarland (zusammengefasst in % aller Gebäude, Basisdaten Materialkataster 2025)

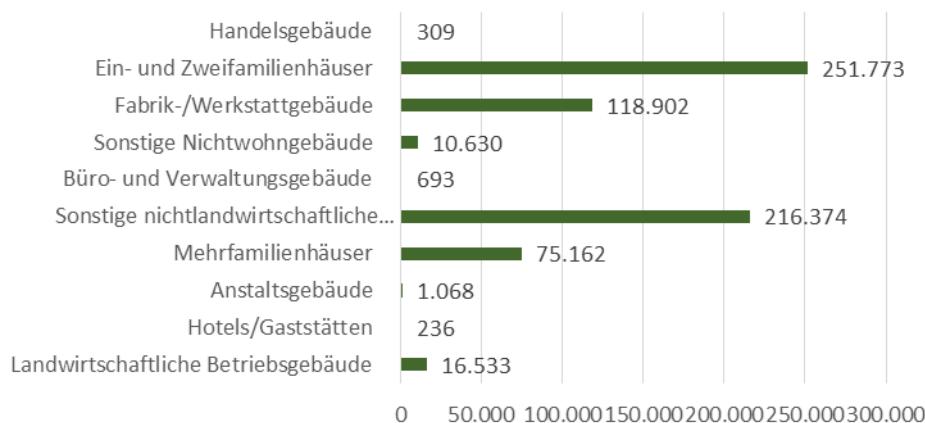


Abbildung 8 Gebäudetypen im Saarland (Anzahl laut Materialkataster)

Gemäß dem Materialkataster stehen im Saarland 691.680 Gebäude (siehe hierzu Tabelle 6). Davon sind der Hauptteil mit 36 % oder 252.000 Gebäuden Ein- und Zweifamilienhäuser, die einen niedrigen spezifischen Materialverbrauch von durchschnittlich 400 t Material (über alle Materialklassen) pro Gebäude aufweisen. Dem folgen in der prozentualen Betrachtung die sonstigen nicht landwirtschaftlichen Gebäude mit 31 % oder 216.000 Gebäuden mit einem spezifischen Materialverbrauch von 100 t Material pro Gebäude. 17 % bzw. 118.000 der Gebäude im Saarland sind Fabrik- und Werkstattgebäude mit einem spezifischen Materialverbrauch von 500 t pro Gebäude. 11% oder 75.000 Gebäude sind Mehrfamilienhäuser mit einem spezifischen Materialeinsatz von 840 t pro Gebäude. Landwirtschaftliche Betriebsgebäude stehen 16.500 im Saarland, die einen Anteil von 2,4 % ausmachen. Der spezifische Materialverbrauch liegt bei diesen landwirtschaftlichen

Betriebsgebäuden bei 280 t pro Gebäude. Sonstige Nichtwohngebäude stehen 10.000 im Saarland, die 1,5 % der Bausubstanz ausmachen. Diese Gebäude haben mit 1.500 t pro Gebäude einen hohen spezifischen Materialeinsatz. Höher ist der spezifische Materialeinsatz lediglich bei den vier verbleibenden Gebäudekategorien:

- 0,15 % (1.000 Stück) Anstaltsgebäude mit **3.800 t** spezifischen Materialverbrauch
- 0,1 % (700 Stück) Büro- und Verwaltungsgebäude mit **3.000 t** spezifischem Materialverbrauch
- 0,04 % (310 Stück) Handelsgebäude mit **2.700 t** spezifischem Materialverbrauch
- 0,03 % (236 Stück) Hotels und Gaststätten mit **1.500 t** spez. Materialverbrauch.

In Tabelle 6 sind alle diese Zahlen übersichtlich zusammengestellt worden.

Tabelle 6 Material pro Gebäudetyp (in t), Anzahl (n) und spezifischer Materialeinsatz (t/n) (IZES-eigene Auswertung nach Materialkataster)

Gebäudetyp	Summe Material über alle Materialgruppen (in t)	Anzahl (n)	Anzahl % von Gesamt	Spez. Materialeinsatz (t/ Gebäude)
Landwirtschaftliche Betriebsgebäude	4.580.910	16.533	2,39	277,08
Hotels/Gaststätten	353.904	236	0,03	1.499,59
Anstaltsgebäude	4.071.047	1.068	0,15	3.811,84
Mehrfamilienhäuser	62.923.884	75.162	10,87	837,18
Sonstige nichtlandwirtschaftliche Betriebsgebäude	22.823.364	216.374	31,28	105,48
Büro- und Verwaltungsgebäude	2.013.649	693	0,10	2.905,70
Sonstige Nichtwohngebäude	16.078.199	10.630	1,54	1.512,53
Fabrik-/Werkstattgebäude	59.257.252	118.902	17,19	498,37
Ein- und Zweifamilienhäuser	101.063.751	251.773	36,40	401,41
Handelsgebäude	831.462	309	0,04	2.690,82
Summe / Mittelwert	273.997.422	691.680	100,00	1.454,00

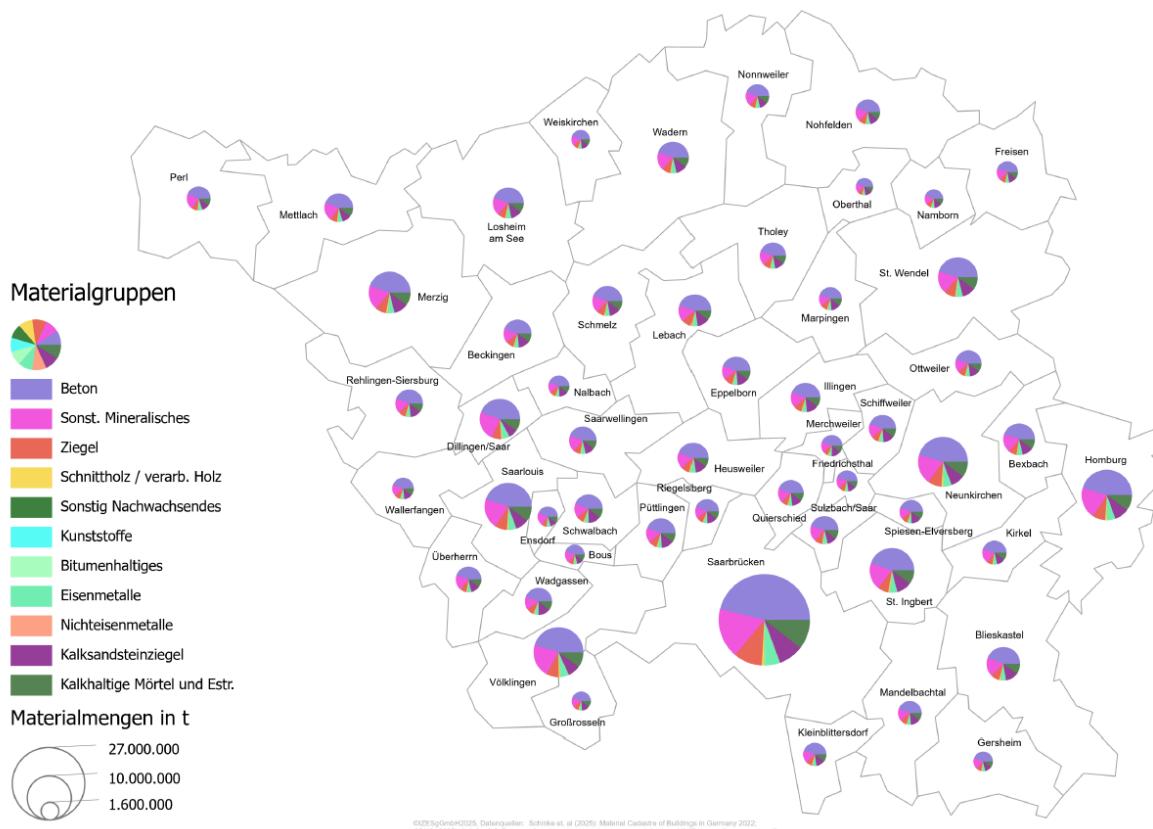


Abbildung 9 Räumliche Verteilung der Materialmengen im Saarland auf Gemeindeebene dargestellt (IZES-eigene Darstellung auf Basis des Materialkatasters Deutschland)

Abbildung 9 stellt die räumliche Verteilung der Materialmengen auf Gemeindeebene dar. Die Verteilung der Mengen korrespondiert mit den großen Wohn- und Handelszentren, die den Hauptteil der Bebauung im Saarland stellen. So ist die Bebauungsachse der Saar von Saarbrücken bis Mettlach ebenso erkennbar wie die Bebauungsachse von Saarbrücken Richtung Neunkirchen / Homburg. Ländliche Gebiete Richtung Hunsrück sind erkennbar weniger dicht bebaut.

In der Studie wurde auch das Global-Warming-Potential pro Materialgruppe und auch pro Gebäudetyp ausgewiesen. Vereinfacht und auf Basis der Zahlen aus dem Materialkataster wird in Tabelle 7 das Global-Warming- Potential pro Gebäudetyp dargestellt. Es ergibt sich aus der Bewertung der einzelnen Materialgruppen mit einem entsprechenden Faktor, dividiert durch die Anzahl der Gebäude pro Gebäudetyp. Daraus ersichtlich ist, dass die Gebäude mit dem geringsten Mengenanteil und dem höchsten spezifischen Materialeinsatz das höchste GWP aufweisen. Dies ist nicht erstaunlich, zeigt jedoch das Potential, welches im Hinblick auf Zirkuläres Bauen in diesen Gebäudetypen steckt. In 2 % der Gebäude im Saarland (Hotels / Gaststätten, Anstaltsgebäude, Büro- und Verwaltungsgebäude, sonstige Nichtwohngebäude, Handelsgebäude) sind 8,5 % des Materials verbaut. Daran ist erkennbar, welchen Stellenwert ein Umdenken bei den öffentlichen Auftraggebern haben könnte, und wie

wirksam eine Vorreiterrolle in diesem Bereich auch materialseitig - und damit auch in Bezug auf das Global-Warming-Potential - wäre.

Tabelle 7 Global-Warming-Potential pro Gebäude im Saarland in t CO₂-Äquivalent (Basiszahlen aus dem Materialkataster, bearbeitet durch IZES)

Gebäudetyp	Summe GWP in t CO ₂ äq/ Gebäude
Landwirtschaftliche Betriebsgebäude	29,96
Hotels/Gaststätten	204,84
Anstaltsgebäude	560,03
Mehrfamilienhäuser	109,00
Sonstige nichtlandwirtschaftliche Betriebsgebäude	12,92
Büro- und Verwaltungsgebäude	401,55
Sonstige Nichtwohngebäude	202,35
Fabrik-/Werkstattgebäude	88,08
Ein- und Zweifamilienhäuser	46,54
Handelsgebäude	343,88

4.1.2 Beispiel: Altes Finanzamt Saarbrücken

An einem Beispiel wurden die Baustoffmengen detailliert in den 44 Materialgruppen betrachtet, um darzustellen, wie genau die Materialaufschlüsselung pro Gebäude ist. Das ehemalige Finanzamt Saarbrücken wurde in diesem Zuge genau analysiert.

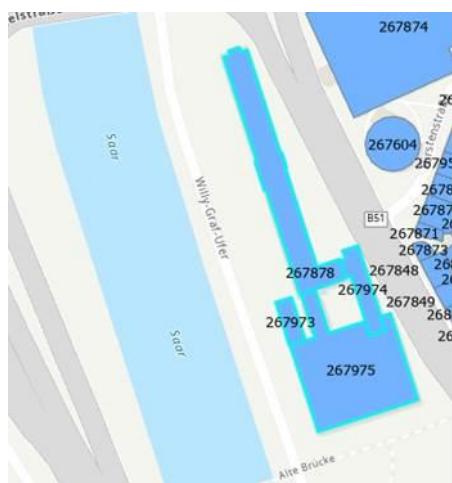


Abbildung 10 Auszug aus dem Materialkataster zum Alten Finanzamt in Saarbrücken mit seinen 4 Gebäudeteilen (GIS-Darstellung)

Das alte Finanzamt „Am Stadtgraben“ in Saarbrücken besteht aus vier Gebäudeteilen mit den IDs 267973, 267974, 267975 und 267878. Diese vier Gebäudekomplexe haben ein Gesamt-Materialvolumen von 38.500 t. Davon entfallen 51 % auf Normalbeton, 11,26 % auf mineralische Schüttungen, 7,57 % auf Kalksandsteine, 6,95 % auf kalkhaltige Estriche, 6,55 % auf Mauerziegel (gebrannt), 5,45 % auf Eisenmetalle und 3,3 % auf kalkhaltige Putze, Mörtel. Die verbleibenden knappen 8 % verteilen sich auf alle anderen Materialgruppen.

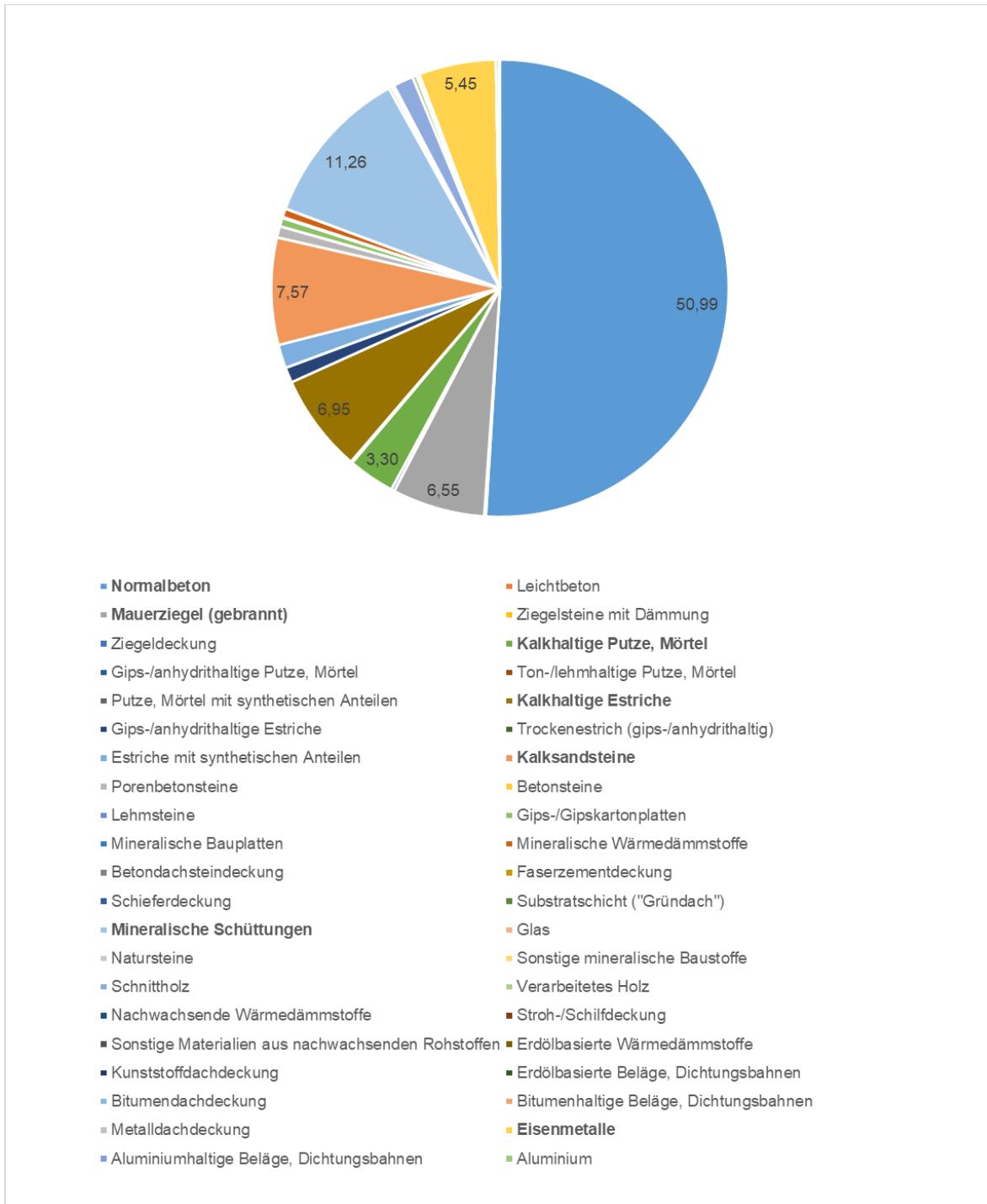


Abbildung 11 Materialverteilung über 44 Materialgruppen der vier Baukomplexe des ehemaligen Finanzamtes in Saarbrücken (Basis Materialkataster, verarbeitet durch IZES)

Aus diesem Materialkataster ließe sich mit einer guten Datengrundlage eine innovative Beplanung der vier Gebäudeteile vornehmen. So sind pro Gebäudeteil Gebäudegrundflächen ausgewiesen sowie Gebäudevolumen. Ebenso ist pro Gebäude im Saarland das Global-Warming-Potential dargestellt, in dem je Baumaterial baumaterialinduzierte Emissionen ermittelt werden (graue Emissionen),

die im Wesentlichen auf Ökobilanz-Daten der Ökobaudat-Datenbank aufbauen (Stand: 06.08.2024, konform zur DIN EN 15804+A2). Die Methoden und die Grundlagen der Ermittlung sind ausführlich dokumentiert und nachvollziehbar.

4.1.3 Wohngebäude nach Errichtungsjahr

In dem „Klimaschutzkonzept 2024 für das Saarland“ [13] werden in Absatz 3.4 die Besonderheiten des bestehenden Gebäudesektors beschrieben.

„Im Saarland ist die Flächenversiegelung im Vergleich zu anderen Flächenbundesländern besonders ausgeprägt, was sich unter anderem in einem überdurchschnittlich hohen Anteil an Wohnbaufläche niederschlägt. Aktuell werden etwa 8 % der Bodenfläche des Saarlandes für Wohnzwecke genutzt, während in Nordrhein-Westfalen rund 7 % und in den übrigen Flächenbundesländern zwischen 1,5 % und 5 % der Bodenfläche für das Wohnen beansprucht werden. Dieser hohe Anteil resultiert maßgeblich aus der spezifischen Gebäudestruktur im Saarland, in dem nahezu 90 % der rund 300.000 Wohngebäude (ohne Wohnheime) Ein- und Zweifamilienhäuser sind. Im nationalen Vergleich hat das Saarland somit die höchste Rate an Ein- und Zweifamilienhäusern. Dieser Gebäudetyp führt zu einem erhöhten Flächenverbrauch im Saarland, der mit mehr als 55 m² Wohnfläche pro Person deutlich über dem bundesweiten Durchschnitt von etwa 47 m² liegt.“ [13]

Abbildung 12 veranschaulicht die zeitliche Entwicklung des Wohngebäudebestands im Saarland inklusive der Bevölkerungsentwicklung. Gezeigt werden die jährlich fertiggestellten Wohngebäude (blaue Kurve), der kumulierte Gebäudebestand (rote Kurve) sowie die Bevölkerungszahl (grüne Kurve) im Zeitraum 1910 bis 2022.

Die Daten bis 1949 sind aufgrund der beiden Weltkriege und ihrer Folgen nur eingeschränkt belastbar und vergleichbar, sodass die Entwicklung ab ca. 1950 aussagekräftiger ist. Ab den 1950er-Jahren ist auch ein starker Anstieg der Neubautätigkeit (1979: ca. 143.000 Neubauten) zu erkennen. Mögliche Gründe sind der Wiederaufbau, die wirtschaftliche Erholung Deutschlands und die industrielle Entwicklung. Nach 1980 nahm die Neubautätigkeit stark ab (1989: ca. 28.000 Neubauten/a; 2022: ca. 7.000 Neubauten/a). Die sinkende Neubautätigkeit ist durch demografische Schrumpfung, den Strukturwandel und steigende Baukosten zu erklären. Trotz sinkender Neubauzahlen steigt der kumulierte Gebäudebestand kontinuierlich weiter an (2022: ca. 314.000 Gebäude), während die Bevölkerungszahl seit ihrem Höhepunkt 1989 (1,073 Mio.) kontinuierlich abnimmt (2022: 993.000 Einwohner). Dieser Zusammenhang lässt darauf schließen, dass pro Person mehr Wohnraum genutzt wird (Beispiel: Alleinstehende Senioren in großen EFH).

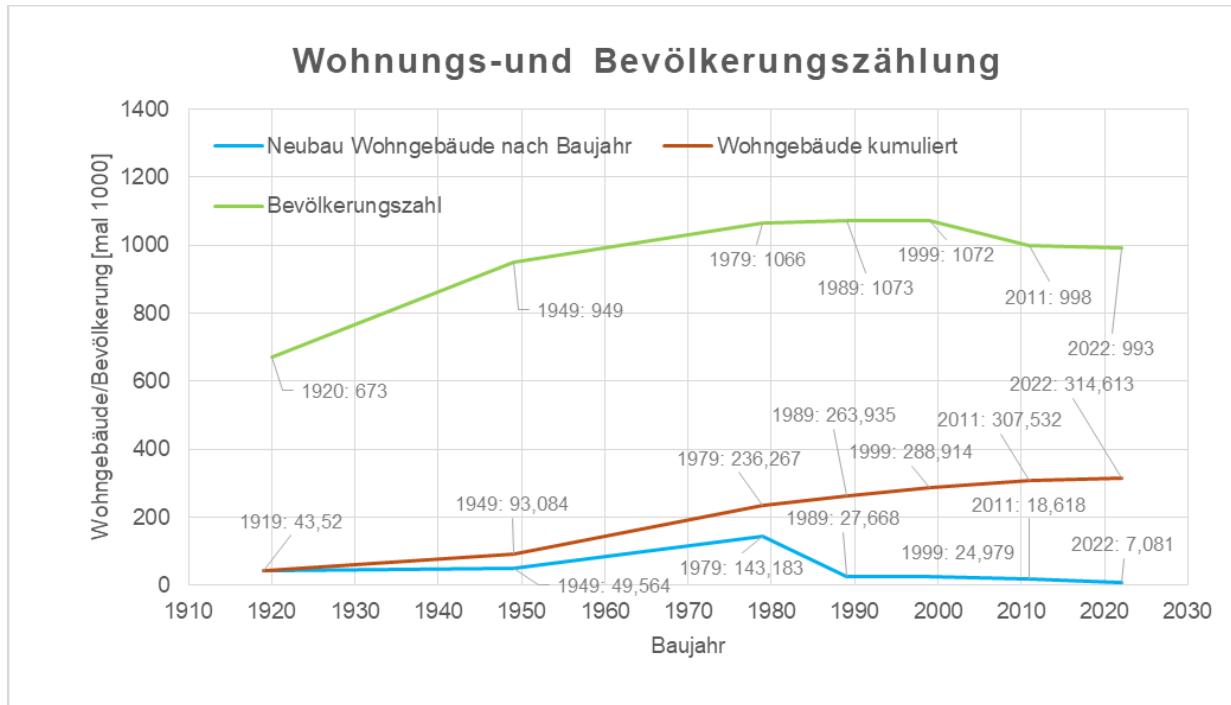


Abbildung 12 Bevölkerungs- und Wohnungszählung [16] [17]

4.1.4 Abbruch im Saarland

An dem Institut für Baubetriebswesen, Technische Universität Dresden, wurde 2025 ein Projektbericht zum Forschungsvorhaben LoLaRE - Long-Lasting Real Estate veröffentlicht, welches durch Zukunft Bau, eine Förderinitiative des BBSR (Az. 10.08.18.7-22.16), gefördert wurde. Aus diesem Bericht wurde auf Nachfrage durch die Autorin Frau Dr. Dorn ein Extrakt zu den Abbruchzahlen im Saarland bereitgestellt.

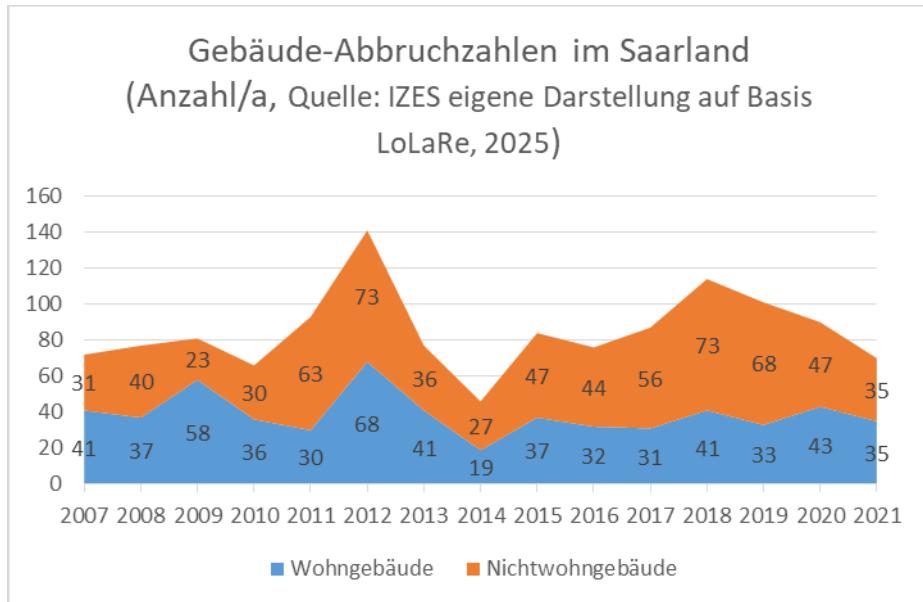


Abbildung 13 Gebäude Abbruchzahlen im Saarland in Anzahl/a (Quelle: IZES-eigene Darstellung auf Basis LoLaRe, 2025 [18])

Abbildung 13 stellt diese Zahlen seit 2007 bis 2021 dar. Es ist ein Abbruch-Peak im Jahr 2012 zu verzeichnen, ebenso ein geringerer Peak im Jahr 2018. Insgesamt ist der Anteil dieser Gebäude im Saarland jedoch sehr selten. Betrachtet man beispielsweise das Jahr 2021 und setzt die Abbruchzahlen bei Nichtwohngebäuden (NWG) und Wohngebäuden (WG) ins Verhältnis zu der Anzahl an NWG und WG, die aus dem Materialkataster vorliegen, so beziffert sich die Abrissquote bei beiden Gebäudetypen je auf 0,013 %.

4.2 Infrastruktur

Neben dem Gebäudebestand ist auch in der Verkehrsinfrastruktur eine maßgebliche Menge an Baumaterial verbaut. Vom IÖR wurden ebenfalls Materialkennziffern für die Infrastruktur veröffentlicht (Tabelle 8).

Tabelle 8: Materialkennziffern (MKZ) in t/m² für Infrastrukturbauten, Quelle: IÖR; auf Basis von Steger et al. (2013)

MKZ in t/m ²	Bundes-autobahnen	Bundes-sträßen	Land-sträßen	Kreis-sträßen	Gemeinde-sträßen	Wirtschafts-wege	Feld- und Waldwege	Gehwege
Gesteinsmehl/Flugasche	0,053	0,058	0,038	0,038	0,023	0,003		0,002
Zement	0,045				0,002	0,018		0,011
Sand	0,590	0,604	0,600	0,546	0,579	0,020		0,046
Kies	0,648	0,605	0,641	0,575	0,511	0,818	0,635	0,366
Splitt	0,445	0,495	0,406	0,406	0,194	0,022		0,019
Schotter			0,069	0,069	0,219			
Natursteine						0,071		0,062
Bitumen-/Asphaltprodukte	0,020	0,030	0,026	0,026	0,014	0,017		
Summe	1,801	1,792	1,780	1,660	1,543	0,969	0,635	0,506

Wendet man diese Materialkennziffern auf das saarländische Straßennetz an, so ergeben sich daraus erhebliche Materialmengen, die bereits verbaut sind.

Das Saarland verfügt gemäß dem Digitalen Landschaftsmodell (DLM) im Jahr 2023 über insgesamt etwas über 20.000 Kilometer Verkehrsinfrastruktur mit einer Fläche von knapp 100 Quadratkilometer Flächenversiegelung. Dieses Straßen- und Wegenetz verteilt sich auf:

- 441 Kilometer Bundesautobahnen
- 366 Kilometer Bundesstraßen
- 1.527 Kilometer Landesstraßen
- 5.642 Kilometer Kreis- und Gemeindestraßen
- 8.620 Kilometer Wirtschaftswege
- 3.742 Kilometer un asphaltierte Wege

4.3 Bauabfälle und Baurestmassen

4.3.1 Grundsätzliche Zuordnung

Innerhalb der Bauabfälle werden – als Hauptfraktionen – 4 Kategorien unterschieden: Bauaushub (Boden und Steine)⁵, Bauschutt⁶, Straßenaufbruch⁷ und Baustellenabfälle⁸. Ein weiterer Stoffstrom mit zunehmender Relevanz⁹ sind die „Bauabfälle auf Gipsbasis“¹⁰, welche im Rahmen u.a. dieses Berichtes aufgrund des

⁵ AVV 170504, 170506, 170508

⁶ AVV 170101, 170102, 170103, 170107

⁷ AVV 170302

⁸ AVV 170201, 170202, 170203, 1704, 170604, 170904

⁹ Aufgrund rückläufiger Mengen an REA-Gips aus Kohle-Kraftwerken

¹⁰ AVV 170802

geringen Mengenaufkommens sowie der statistisch unzureichenden Datenlage dem Bauschutt zugerechnet wurden.

Dieser Bericht greift auf Zahlen des Monitoringberichtes „Kreislaufwirtschaft Bau“ aus den Jahren 2016 bis 2022 sowie auf die Abfallaufkommens-Berichterstattung (Abfallbilanz) des saarländischen Umweltministeriums (MUKMAV) zurück und fasst die Zahlen nach eigener Aufbereitung zusammen.

Grundsätzliche Fragestellungen, die sich hieraus ergeben, beziehen sich für das Saarland auf folgende Sachverhalte:

- Welche Verwertungsquoten sind darstellbar und wie sind diese – auch im überregionalen Kontext – zu bewerten?
- Wie korrespondieren aktuelle Verwertungsmengen mit den Absatzpotenzialen für Sekundärbaustoffe?
- Welche weiteren Potenziale sind z.B. aus einer Erhöhung der Verwertungsquoten u.a. in Verbindung mit einer Steigerung des Einsatzes von Sekundärbaustoffen in höherwertigen Verwertungswegen potenziell möglich?
- Welche möglichen Entwicklungen sind hinsichtlich zukünftiger Stoffstromszenarien sowohl aus quantitativer als auch aus qualitativer Sicht dabei zu berücksichtigen?

4.3.2 Referenz: Mineralische Bauabfälle in Deutschland

Die Interessenvereinigung Kreislaufwirtschaft Bau besteht aus einem Zusammenschluss verschiedener Verbände¹¹ der deutschen Baustoffindustrie, der Bauwirtschaft und der Entsorgungswirtschaft, der sich für die Förderung der Kreislaufwirtschaft im Bauwesen einsetzt. Im Zweijahresturnus werden die aktuellen Daten zum Aufkommen und zum Verbleib mineralischer Bauabfälle veröffentlicht. Die Zusammenstellung in Abbildung 14 zeigt die Entwicklung des Aufkommens an mineralischen Bauabfällen seit 1996.

Demnach fallen auf Bundesebene Bauabfallmengen aus den 17er-Abfallschlüsselnummern gemäß Abfallverzeichnisverordnung – größtenteils bedingt durch konjunkturelle Schwankungen – in einer Bandbreite von ca. 190 – 250 Mio. t im Jahr an.

¹¹ bbs – Bundesverband Baustoffe – Steine und Erden e.V.; BRB – Bundesvereinigung Recycling-Baustoffe e.V.; DA – Deutscher Abbruchverband; Bundesgemeinschaft Recycling-Baustoffe e.V.; BDE – Bundesverband der Deutschen Entsorgungs- Wasser- und Kreislaufwirtschaft e.V.; Bauindustrie – Verband der Deutschen Bauindustrie; Das Deutsche Baugewerbe

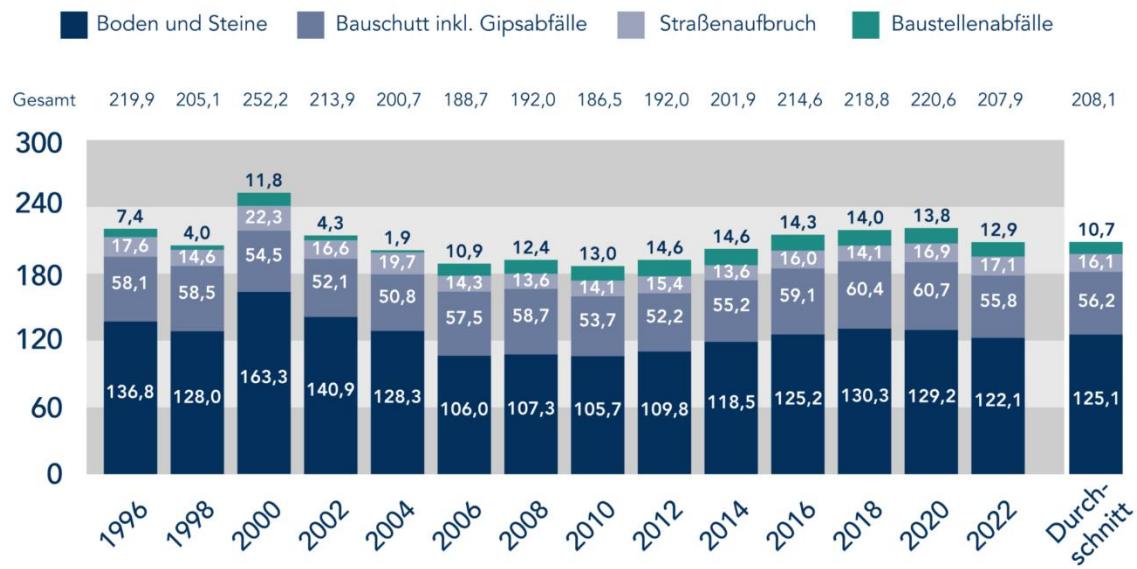


Abbildung 14 Statistisch erfasste Mengen mineralischer Bauabfälle (Mio. t) [19]

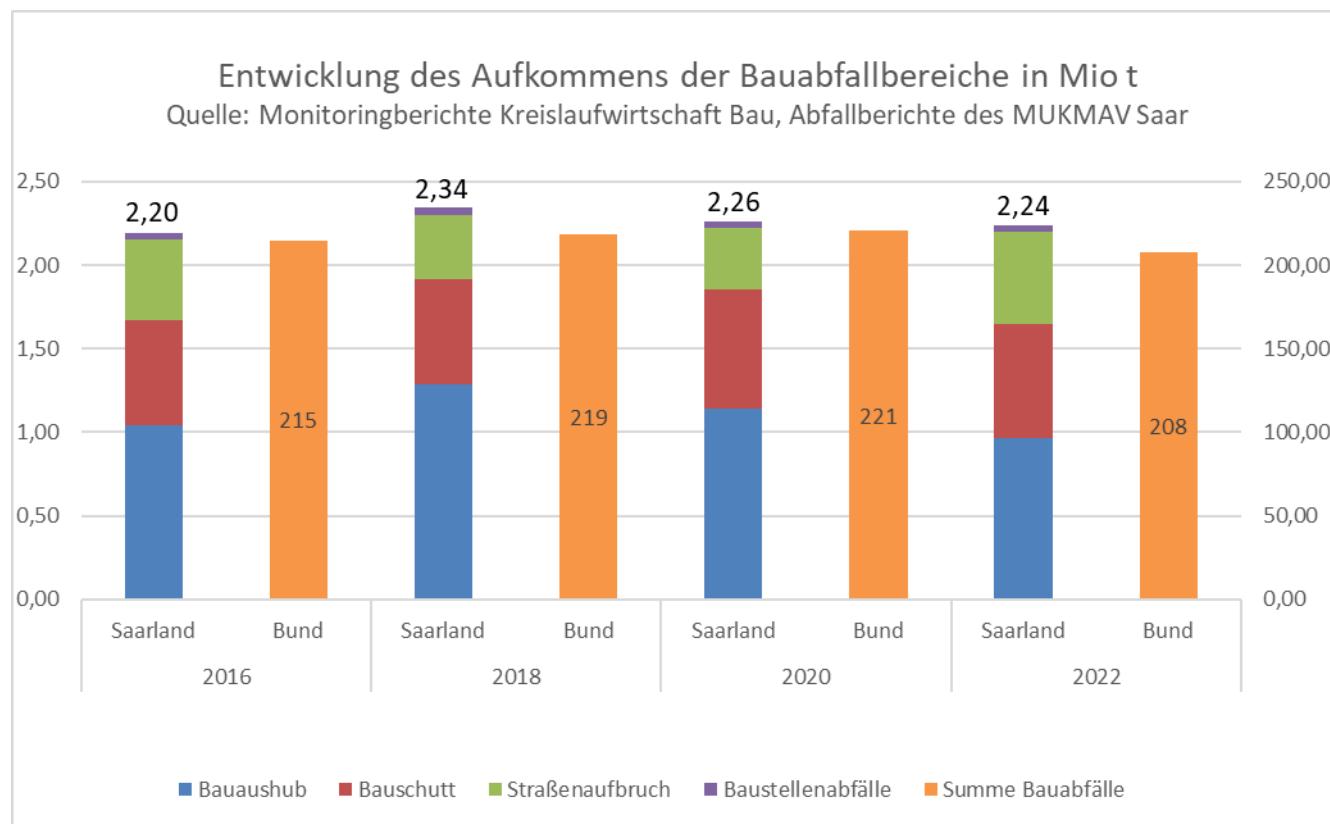


Abbildung 15 Entwicklung des Aufkommens der Bauabfallbereiche in Mio.t im Saarland und in Deutschland

Im Jahr 2022 sind demnach bundesweit 207,9 Mio. t (bzw. knapp 2,5 t/Einwohner und Jahr) an mineralischen Bauabfällen angefallen, welche sich auf die einzelnen

Abfallfraktionen sowie die Verwertungs-/Entsorgungswege, wie in Tabelle 9 dargestellt, verteilen.

Tabelle 9 Aufkommen und Entsorgungspfade der mineralischen Abfälle in Deutschland (2022)

Stoffstrom		Boden / Steine	Bauschutt	Straßen- aufbruch	Gipsbasis	Baustellen- abfall	Gesamt
Menge	Mio. t	122,1	55,2	17,1	0,6	12,9	207,9
Recycling	%	11,5	81,7	93,0	59,5	2,3	36,2
Sonst. Verwertung	%	75,2	13,0	5,2		96,9	54,2
Beseitigung	%	13,3	5,3	1,8	40,5	0,8	9,6

Gemäß dieser Datenlage gehen ca. 36 % der Abfälle in Recyclingmaßnahmen (Herstellung von Recycling-Baustoffen) über, ca. 54 % werden über sonstige Maßnahmen (z.B. übertägiger Bergbau, Deponiebau, Verfüllungen, Verwertung von Stahl / Eisen) verwertet, und in Summe ca. 10 % werden beseitigt. Die Vorgaben der EU-Abfallrahmenrichtlinie mit einer Mindest-Verwertungsquote für nicht gefährliche mineralische Abfälle von 70 % werden danach auf Bundesebene erfüllt.

Unter Recycling-Baustoffen werden Gesteinskörnungen verstanden, welche eine Aufbereitungsanlage durchlaufen haben und dementsprechend eine definierte Qualität aufweisen. Der Monitoringbericht Kreislaufwirtschaft Bau weist diesbezüglich ein Mengenaufkommen von ca. 75 Mio. t im Jahr 2022 aus, welches den Bedarf an Gesteinskörnungen zu 13,3 % gedeckt hat. Der restliche Bedarf wird über Primärrohstoffe wie Kiese, Sande und Natursteine (82,1 %) sowie weitere Sekundärrohstoffe aus anderen Prozessen (z.B. Aschen und Schlacken; 4,6 %) gedeckt.

Die Einsatzbereiche der Recyclingbaustoffe liegen zum größten Teil im Straßenbau (47,6 %) sowie im Erdbau (24,4 %). Potenziell höherwertige Nutzungen – wie z.B. im Bereich der Asphalt- und Betonherstellung - sind bei 14,5 Mio. t/a mit 19,3 % zu beziffern. Die restlichen Anteile werden wiederum hauptsächlich im Deponiebau eingesetzt.

4.3.3 Mineralische Bauabfälle im Saarland

Das Umweltministerium im Saarland (MUKMAV) veröffentlicht alljährlich eine Abfallbilanz, die auch die Bauabfälle im Saarland umfasst [20]. Mit ca. 2,2 bis 2,3 Mio. t stellen die Bauabfälle über die betrachteten Jahre (2017 bis 2022) mit einem Anteil von etwa 80 % die mit Abstand größte Fraktion im Bereich der Siedlungsabfälle. Das einwohnerspezifische Aufkommen liegt mit ca. 2,3 t pro Einwohner und Jahr dabei leicht unter dem bundesweiten Mittelwert von ca. 2,5 t pro Einwohner und Jahr.

Anmerkung: Die Jahre 2021 und 2022 wurden vom MUKMAV Ende Mai 2025 berichtet und dann in diesem Bericht und der Grafik ergänzt. [21]

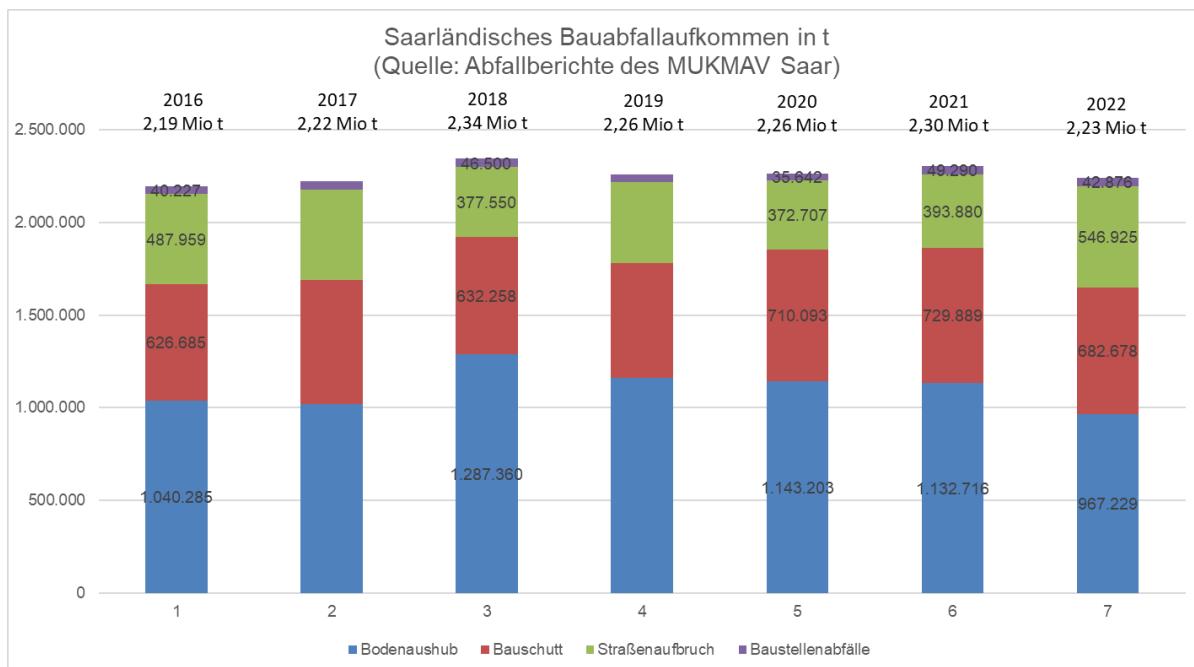


Abbildung 16 Saarländisches Bauabfallaufkommen 2016 bis 2022 in t (Quelle: MUKMAV)

Hinsichtlich der Anteile der Hauptfraktionen am Gesamtaufkommen der Bauabfälle weisen die saarländischen Daten Abweichungen zu bundesweiten Statistiken (Abbildung 14 und 15) auf. Beispielhaft für das Jahr 2020 wurden daher detailliertere Untersuchungen der Zahlen vorgenommen.

Abbildung 17 stellt diesbezüglich die Abweichung der prozentualen Aufteilung der Bauabfallsegmente zwischen Bund und Saarland für das Jahr 2020 dar. Diese ist insbesondere in den Sektoren Baustellenabfälle, Straßenaufbruch und Boden / Steine / Bodenauhub zum Teil gravierend.

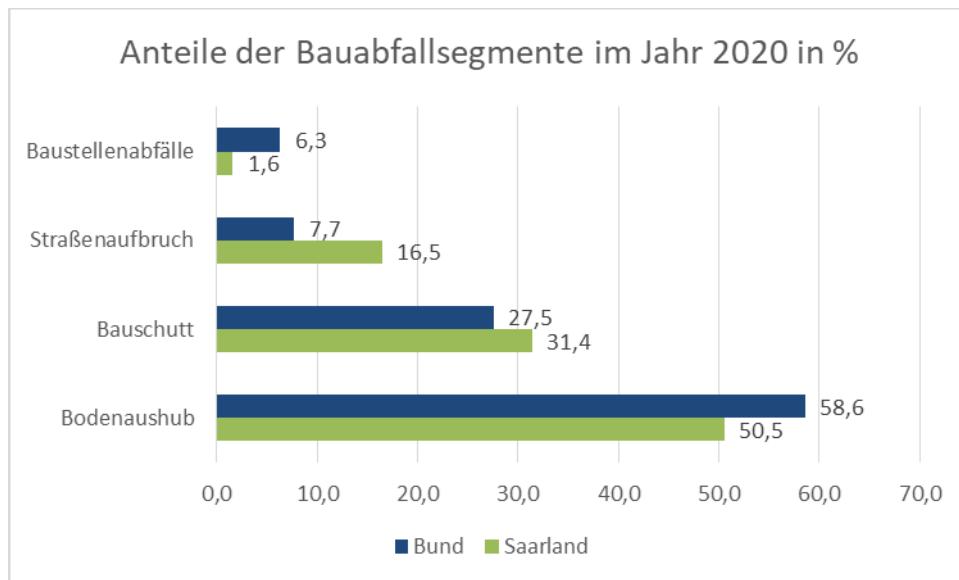


Abbildung 17 Vergleichende Anteile an den Bauabfallsegmenten im Jahr 2020 in %

Die durch das MUKMAV ausgewiesenen Verwertungsquoten lassen sich nur eingeschränkt mit den bundesweiten Daten gemäß Monitoringbericht vergleichen, da im Saarland nicht zwischen „Recycling“ und „sonstige Verwertung“ differenziert wird.

Die Verwertungsquote schwankt je nach Fraktion, beträgt im saarländischen Mittel jedoch ca. 70 %, was grundsätzlich die Vorgaben der EU-Abfallrahmenrichtlinie erfüllt, zumal die im Saarland mit einer – im Vergleich zum Bund – gemäß Abbildung 18 reduzierten Verwertungsquote auffällige Fraktion Erdaushub (Boden und Steine; AVV 170504) nicht unter die Quotenvorgabe fällt. Ca. 30 % der Abfälle aus dem Bauwesen werden demnach im Saarland auf Deponien beseitigt.

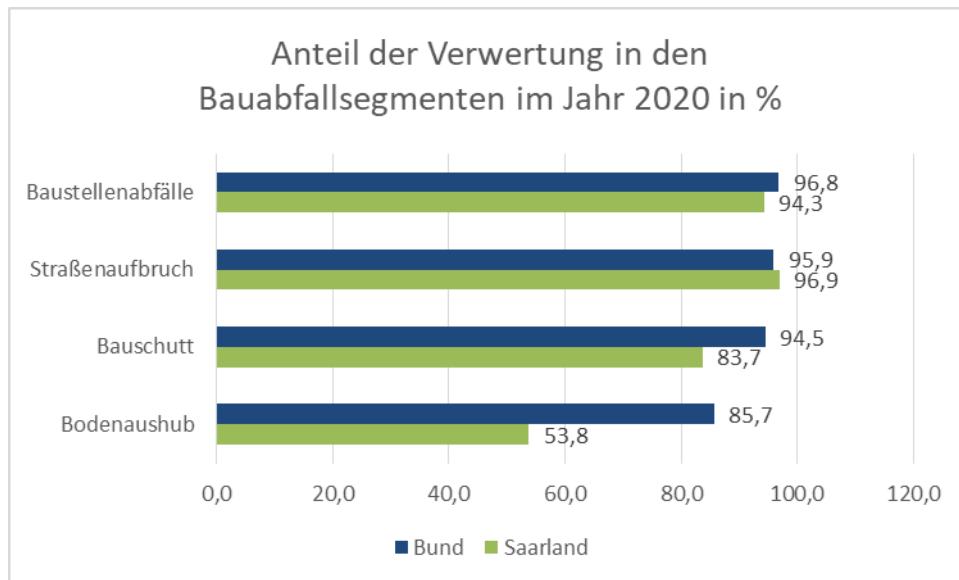


Abbildung 18 Anteil der Verwertung in den Bauabfallsegmenten im Jahr 2020 (in %)

Zusammenfassend lassen sich im Hinblick auf die Stoffstrombilanzen bei den saarländischen Abfällen aus dem Bauwesen im Vergleich zu bundesweiten Referenzwerten auf der Basis der durchgeführten groben Analyse folgende Punkte konstatieren:

- Die Datenlage erscheint im Hinblick auf einen stimmigen Benchmark nicht hinreichend und sollte optimiert werden.
- Das einwohnerspezifische Aufkommen im Saarland liegt leicht unter dem bundesdeutschen Mittelwert.
- Während die Verwertungsquoten des Saarlandes bei den Fraktionen Baustellenabfälle, Straßenaufbruch und Bauschutt auf einem annähernd vergleichbaren Niveau liegen, fällt die Quote bei dem Erdaushub deutlich ab.
- Der auf Deponien zu beseitigende Anteil ist mit 30 % des Gesamtaufkommens deutlich höher als der bundesweite Referenzwert (ca. 10 %); dies ist insbesondere auf die geringe Verwertungsquote beim Erdaushub zurückzuführen.

4.4 Bereitstellung von Primärbaustoffen

Primärrohstoffe sind natürliche, unbearbeitete Ressourcen wie Sand, Kies, Naturstein und viele mehr, die im natürlichen Abbau als Gesteinskörnungen gewonnen werden. Laut Monitoringbericht Kreislaufwirtschaft Bau liegt Deutschland mit einem jährlichen Verbrauch an Gesteinskörnungen von ca. 6,7 t pro Bundesbürger (Bezug 2022: ca. 564 Mio. t insgesamt) zu den Industriestaaten mit einem hohen Pro-Kopf-Verbrauch [22]. Im Gegensatz zu den Primärrohstoffen werden Sekundär-rohstoffe durch Aufbereitung / Recycling gewonnen. Der saarländische Anteil der Sekundärrohstoffe am Gesamtverbrauch an Gesteinskörnungen kann auf der Basis der bislang vorliegenden Daten (Verwertungswege, Verbrauchszahlen) nicht schlüssig hergeleitet und mit dem bundesweiten Benchmark (ca. 13,3 %) verglichen werden. Wird der bundesweite Verbrauchswert von 6,7 t pro Einwohner und Jahr zugrunde gelegt, ist von einem Bedarf in einer Größenordnung von ca. 6,6 Mio. t im Jahr auszugehen.

Nach Verbandsinformationen des VBS werden aktuell an 17 Stellen im Saarland Sand, Kies und Hartstein abgebaut. Rohstoffe, die aus den saarländischen Abbauflächen gewonnen werden, werden sowohl im Saarland selbst als auch in den angrenzenden Bundesländern und europäischen Staaten eingesetzt.

Die Verfügbarkeiten der saarländischen Abbauflächen werden allgemein als langfristig gesichert eingeschätzt. Der Ausbau neuer Kapazitäten erfordert einen langen Genehmigungsprozess mit Umweltverträglichkeitsprüfungen für die unterschiedlichen Elementarbereiche Wasser, Naturschutz, Erschütterung, Lärm,

Geologie und Bergbau, u.v.m., in der Regel zusätzlich begleitet durch Bürgerinitiativen.

4.5 Anlagenkapazitäten zur Aufbereitung und Beseitigung von Abfällen aus dem Bauwesen

In Bezug auf detaillierte Anlagekapazitäten der saarländischen Unternehmen hat weder die Desktoprecherche noch die Recherche durch den AGV umfangreiche Ergebnisse erzeugt. Daher wurde in einer Koordinierungsrunde besprochen, dass der AGV und der VBS seine Mitglieder dazu digital befragen werden.

Vorschläge zu den Fragen sind:

Das Projekt Circular Building hat zum Ziel, im Bausektor Primärressourcen zu schonen und dennoch ein zukunftsweisendes Bauen zu ermöglichen. Dazu erhebt das Projektteam aus AGV, VBS und IZES Daten über den Abbau und den Anlagenbestand zur Behandlung von Ressourcen.

- *Bieten Sie Recyclingbaustoffe günstiger oder teurer als Primärbaustoffe an? Wenn ja, um wieviel % günstiger / teurer?*
- *Fragt der Markt Recyclingbaustoffe nach?*
- *Jede Deponie hat ein Deponierestvolumen, jeder Primärrohstoff-Abbaubetrieb eine Genehmigung zum Abbau von bestimmten Volumina. Wieviel Kubik umfasst*
 - a) *Ihr Deponierestvolumen und*
 - b) *Ihre Genehmigung von Abbauvolumina?*
- *Wieviel Primärbaustoffe stellen Sie jährlich her?*
- *Wieviel Recyclingbaustoffe stellen Sie jährlich her?*
- *Welche Hemmnisse sehen Sie in einem vermehrten Einsatz von RC-Baustoffen?*

- *Welche Chancen erkennen Sie unternehmerisch?*

4.6 Fazit der Stoffstromanalyse

Auf der Basis der obigen, groben Analyse der Ausgangssituation lassen sich folgende Einschätzungen vornehmen:

- Die saarländischen Verwertungsquoten für die Fraktionen Baustellenabfall, Straßenauflbruch und Bauschutt sind – im Kontext möglicher Unterschiede

hinsichtlich der Zuordnung zu den Entsorgungswegen – in einem vergleichbaren Bereich bundesweiter Referenzwerte. Geringfügige Steigerungspotenziale sind noch möglich.

- Die saarländische Verwertungsquote für den Stoffstrom Erdaushub / Boden-Steine liegt deutlich unter dem bundesweiten Wert. Mögliche Ursachen gilt es zu hinterfragen (Unterschiede in der Zuordnung zu Entsorgungswegen, ausreichendes regional verfügbares Deponievolumen, Import- oder Exportüberschüsse...?)
- Da ein Großteil der verwerteten Abfälle aus dem Bauwesen im Bereich von Infrastrukturmaßnahmen (insbesondere Straßenbau) zum Einsatz kommt, stellt sich die Frage, wie sich dieser Bedarf zukünftig entwickeln wird. Die Aussage „Deutschland ist fertig gebaut“¹² wird oftmals proklamiert, genauso oft jedoch auch kritisiert. Fakt ist jedoch, dass eine signifikante Reduktion im Neubau im Kontext einer dadurch reduzierten Ressourcennachfrage (inkl. Flächenverbrauches) auch zu Verschiebungen im Bedarf und dem Einsatz von Primär- und Sekundärrohstoffen führen wird.
- Die Abfälle aus dem Bauwesen sind für den Bereich der mineralischen Stoffströme (mit gewissen Defiziten) hinreichend statistisch erfasst. Aussagen z.B. zu Verwertungsquoten bei sonstigen Bauwerksbestandteilen (u.a. TGA) wie z.B. Metalle, Kunststoffe, Textilien, etc. sind – abseits von Pilotprojekten zur Bauwerksdemontage – nicht verfügbar.

Die zu klärende Frage liegt daher auf der Hand: Wie kann – ausgehend von den rechtlichen Anforderungen (Kapitel 2), der Kenntnis von Planungs- und Bauprozessen (Kapitel 3) sowie der Ressourcenbasis im Sinne des Urban Mining (Kapitel 4) – der Bedarf an Baumaterialien nachhaltig durch den Wiedereinbau bestehender, umgenutzter oder angepasster Materialien gedeckt werden und welche Wechselwirkungen sind dabei zu berücksichtigen? Hierzu ist es notwendig, dass die Markakteure voneinander wissen und gemeinsam ein Geschäftsmodell entwickeln, um Baustoffe, Bauteile oder Bauwerke im Kreislauf zu führen.

¹² <https://www.zeit.de/green/2022-12/wohnungbauziel-bundesregierung-genehmigungen-abrisse>, Onlineabfrage: 25.06.2025

5 Bauseitige Handlungsansätze

5.1 Vorbemerkung

Im Hinblick auf die vorhandenen Optimierungsansätze und Hemmnisse im Bereich der Bauwirtschaft zur Umsetzung eines zirkulären Bauens wird nachfolgend in die Bereiche „Bauwerk“, „Bauteil“ und „Baustoff“ differenziert.

In allen drei Betrachtungsebenen werden die Lebenszyklusphasen im Kontext der Kreisläufe der Ressourcenstrategien dargestellt (vgl. schematische Darstellung in Abbildung 19). Die Abbildung veranschaulicht, wie zirkuläre Maßnahmen über sämtliche Lebenszyklusphasen hinweg sowohl am Gesamtobjekt als auch an einzelnen Bauteilen oder den verwendeten Baustoffen ansetzen können.

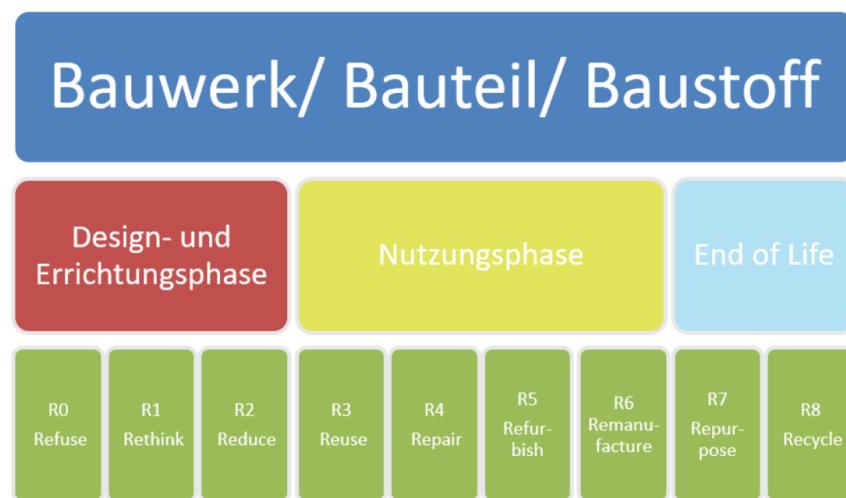


Abbildung 19 Verbindung von Betrachtungsebene „Bauwerk / Bauteil / Baustoff“ zu Lebenszyklusbetrachtung und entsprechender R Strategie

Das Bauwesen im Saarland zeichnet sich durch ausgeprägte Kompetenzen in der Bewertung der Gebäudegrundsubstanz sowie durch die hohe Langlebigkeit verwendeter Massivbaustoffe aus. Diese Kompetenzen bieten ideale Voraussetzungen für die Umsetzung nachhaltiger Bauweisen und ermöglichen die effiziente (Weiter-)Nutzung bestehender Gebäude sowie ihrer Komponenten. Gleichzeitig bieten zirkuläre Ansätze, wie die zirkuläre Verbund- und Modulbauweise sowie die Nutzung vorhandener Gebäudegrundsubstanz attraktive Möglichkeiten einer nachhaltigen Nachverdichtung. Während die **zirkuläre Verbundbauweise** auf eine **trennbare Materialschichtung** zur späteren Rückgewinnung der Einzelkomponenten setzt, basiert die **Modulbauweise** auf dem Einsatz vorgefertigter, **wieder-verwendbarer Bauelemente**, die flexibel demontiert und erneut eingesetzt werden können. Auch die Verwendung von Recyclingmaterialien (RC-Materialien) bietet Perspektiven zur Ressourcenschonung und Kostensenkung. Jedoch stehen dem derzeit noch einige Hemmnisse gegenüber. So begrenzt die geringe Abbruchquote, bedingt durch die hohe Langlebigkeit von Massivbaustoffen, die Verfügbarkeit

hochwertiger und sortenreiner RC-Materialien. Zudem erschweren Belastungen durch aktuelle Normungen, Schadstoffe sowie Bürokratie die flächendeckende Umsetzung der Zirkularität im Bauwesen. Eine zukunftsfähige Vision beinhaltet daher die Entwicklung eines konsequenten Produktdesigns für Zirkularität, das in der Zukunft einfache Rückbaumöglichkeiten durch Funktionstrennung und modulares Bauen auf der Basis von Sekundärrohstoffen ermöglicht, um langfristig nachhaltige Bauweisen weiter zu fördern.

Die nachfolgend dargestellten Punkte stellen dabei die Grundlage für die Entwicklung eines Demonstrator-Konzeptes als ein Ziel dieses Vorprojektes dar.

Bei dem Demonstrator handelt es sich um den Neubau eines Wohngebäudes, das exemplarisch als Midi House realisiert werden soll. Ziel ist es, zirkuläre Bauprinzipien unter realen Bedingungen zu erproben und gestalterisch sowie technisch in einem kompakten Maßstab umzusetzen. Die modulare Bauweise, der Einsatz rückbaufähiger Materialien sowie eine vollständige Dokumentation der Materialflüsse sollen dabei zentrale Bestandteile des Konzepts bilden.

5.2 Bauwerk

Um das Konzept des zirkulären Bauens effektiv umzusetzen, ist es entscheidend, an dem bestehenden Kreislauf anzuknüpfen und in Gebäude zu investieren, die den Prinzipien der Ressourcenschonung, Langlebigkeit und Wiederverwertbarkeit entsprechen. Im Saarland bieten sich besonders sanierungsbedürftige Ein- und Zweifamilienhäuser als vielversprechende Investitionsmöglichkeiten an. Diese Objekte können durch energetische Sanierungen und innovative zirkuläre Maßnahmen erheblich aufgewertet werden. Ein klarer Fokus sollte dabei auf die Wiederverwendbarkeit von Materialien und die langfristige Schonung von Ressourcen gelegt werden.

5.2.1 Hemmnisse in der Design- und Errichtungsphase

Die konsequente Anwendung der R-Strategien scheitert in der Praxis häufig an einem Spannungsfeld zwischen ökologischer Zielsetzung und gesellschaftlichen Ansprüchen an Komfort, Technik und Design. So werden beispielsweise beim Bau von Smart Homes eine Vielzahl elektronischer Systeme, Sensoren und Steuerleitungen verbaut, die fest an der technischen Gebäudeausstattung integriert sind und den selektiven Rückbau erheblich erschweren. Auch der Wunsch nach luxuriösen Ausstattungen wie großformatigen Fliesen, bodengleichen Duschen, integrierten Beleuchtungssystemen oder hochwertigen Verbundmaterialien (z. B. Naturstein-Alu-Verbundplatten) steht der sortenreinen Trennung oft entgegen. Statt modularem, rückbaubarem Innenausbau wird häufig auf komplexe Einbaulösungen

gesetzt, die bei einem Umbau kaum zerstörungsfrei entfernt werden können. Zudem führen gesetzliche Vorgaben und höhere Anforderungen durch Fördermöglichkeiten an energetische Effizienz oft zum Einsatz verklebter Dämmsysteme oder luftdichter Bauteilschichten, die nach dem Rückbau kaum recycelt werden können. Diese Beispiele zeigen, dass ein grundlegendes Umdenken im Hinblick auf Gestaltung, technische Integration und Rückbau notwendig ist, um zirkuläres Bauen in Einklang mit den Komfortansprüchen der Nutzer zu bringen.

5.2.2 Hemmnisse in der Nutzungsphase

Die Nutzungsphase von Wohngebäuden birgt zentrale Herausforderungen für eine nachhaltige Entwicklung im Sinne der Kreislaufwirtschaft. Während der Fokus in der Planungs- und Errichtungsphase häufig auf energieeffizientem Bauen liegt, geraten Potenziale zur Optimierung während der Betriebsdauer oftmals in den Hintergrund. Dabei entscheidet gerade diese Phase maßgeblich über die ökologische, ökonomische und soziale Nachhaltigkeit eines Gebäudes im Lebenszyklus, da sie den längsten Zeitraum umfasst, erhebliche Betriebs- und Instandhaltungskosten verursacht und direkten Einfluss auf Energieverbrauch, Ressourcenschonung sowie Wohnkomfort nimmt.

Um diese Hemmnisse zu überwinden und die nachhaltige Nutzung bestehender Wohngebäude zu fördern, sind interdisziplinäre Kompetenzen notwendig, welche insbesondere Kenntnisse im Bereich Architektur, Bauingenieurwesen, Facility Management und Immobilienwirtschaft umfassen. Auch umfassendes Wissen im Lifecycle-Management von Wohnimmobilien sowie die Fähigkeit, ganzheitliche Betrachtungen hinsichtlich technischer, wirtschaftlicher und rechtlicher Aspekte anzustellen, ist entscheidend. Eine systematische Einbindung von nachhaltigen Strategien und eine vorausschauende Planung bilden somit die Grundlage für die erfolgreiche Umsetzung der Kreislaufwirtschaft im Wohngebäudesektor.

Bauteile eines Wohngebäudes haben unterschiedliche Lebensdauern. Tragende Strukturen wie Decken und Wände bestehen meist 80 Jahre oder länger, während andere Komponenten deutlich früher ersetzt werden müssen: Fenster halten in der Regel 30–40 Jahre, Heizungsanlagen etwa 20–25 Jahre und Bodenbeläge 15–20 Jahre. Durch gezielten Austausch, Instandhaltung und den Einsatz langlebiger, reparaturfreundlicher Materialien kann die Gesamtnutzungsdauer des Gebäudes erheblich verlängert werden. Entscheidend sind dabei rückbaufreundliche Konstruktionen, modulare Systeme und der einfache Zugang zu technischen Anlagen.

5.2.3 Hemmnisse in der End-of-life-Phase

Trotz technischer Fortschritte im Baustoffrecycling bestehen weiterhin erhebliche Hürden für eine hochwertige und wirtschaftlich tragfähige Kreislaufführung am Lebensende von Gebäuden. Obwohl Recycling insbesondere bei mineralischen Baustoffen technisch etabliert ist, erschweren fehlende Materialkenntnis und -transparenz unzureichende **Trennbarkeit** der Materialien sowie ökonomische Unsicherheiten eine konsequente Umsetzung dieser Strategie. Um beide Strategien effektiv umzusetzen, sind digitale Produkt-Pässe, verbesserte Trenn- und Rückbautechnologien sowie die interdisziplinären Kenntnisse der Branche erforderlich.

Die Umsetzung von Recyclingprozessen erfolgt häufig nicht konsequent. Eine wesentliche Herausforderung stellt das sogenannte Downcycling dar: Aus ehemals hochwertigen Bauteilen entstehen aufgrund qualitativer Einschränkungen oft nur minderwertige Rezyklate (Rohstoffe aus Rückbau), die beispielsweise im Straßen- oder Tiefbau verwendet werden. Zwar werden derzeit auch diese Materialien noch gebraucht, dennoch bleibt ihr Wertschöpfungspotenzial im Vergleich zum ursprünglichen Bauteil stark begrenzt.

Umso mehr bietet die Digitalisierung des Bauwesens und der technologische Fortschritt bei Rückbau- und Aufbereitungstechniken eine vielversprechende Grundlage, um künftig höherwertiges Recycling zu realisieren und den Ressourcenkreislauf deutlich effizienter zu schließen.

5.3 Bauteil

Um die Zusammensetzung der Gebäude aus dem Saarland der 1950er bis 1970er Jahre – die Hochphase der Bauaktivität im Saarland (vergleiche hierzu Kapitel 4.1) – zu ermitteln, bietet der Bauwerkatalas [29] eine wertvolle Quelle. Diese Datenbank liefert detaillierte Informationen zu den verwendeten Materialien, Bauweisen und architektonischen Stilen dieser Zeit. Für das Bauwerksalter von 1949 bis 1979 werden die am häufigsten verwendeten, tragenden und nicht tragenden Bauteile tabellarisch im Anhang 2 vorgestellt. Verbundbauteile stellen dabei im Kontext des zirkulären Bauens eine besondere Herausforderung dar, da sie aus verschiedenen, oft untrennbar miteinander verbundenen Materialien bestehen [30]. Diese lassen sich beim Rückbau nur unter hohem Energieeinsatz trennen, was eine Wiederverwendung oder hochwertiges Recycling erschwert.

Im Anhang 2 wird die folgende Bauteilebene näher betrachtet:

- Monolithische Außenwandkonstruktion
- Systemisierte Außenwände in Holzleichtbauweise
- Stahlbetonkellerdecken – Monolithische Tragstrukturen
- Hohlsteindecken – Leichtbauweise

- Oberste Geschossdecke
- Tragende Holzbalken
- Flachdächer
- Steildach
- Bauteile von Nichtwohngebäuden

Diese differenzierte Perspektive erlaubt eine gezielte Analyse einzelner konstruktiver oder funktionaler Elemente, wie tragende Strukturen, Fassadensysteme, Fenster oder technische Ausstattungen. Es werden Bauteile aus dem Wohngebäudebereich für die Baujahre von 1949 – 1979 vorgestellt. Ergänzend werden übliche Tragkonstruktionen aus dem Bereich der Nicht-Wohngebäude dargestellt.

5.4 Baustoff

Ein erheblicher Teil der im Bauwesen eingesetzten Bauteile kann am Ende der Nutzungsphase nicht ohne Zerstörung in den Kreislauf zurückgeführt werden. Um sie dennoch einer Weiterverwendung zuzuführen, ist häufig eine Zerlegung oder ein gezieltes Brechen der Bauteile erforderlich. Diese sogenannte stoffliche Verwertung – im Sinne der R-Strategie R8 (Recycle) – ermöglicht es, Materialien in ihre Grundbestandteile zu überführen und als Sekundärrohstoffe für neue Baustoffe nutzbar zu machen. [50]

Im Anhang wird die Baustoffebene näher betrachtet. Diese differenzierte Perspektive ermöglicht eine gezielte Analyse der eingesetzten Materialien

- Natürliche mineralische Baustoffe
- Künstlich hergestellter mineralischer Baustoff
- Organische Baustoffe
- Synthetische Baustoffe
- Metallische Baustoffe
- Verbundbaustoffe

Auf dieser Ebene können die Zirkularitätspotentiale einzelner Baustoffe besser bewertet werden, insbesondere im Hinblick auf Wiederverwendbarkeit, Recyclingfähigkeit und die Auswirkungen auf den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes.

Am Ende der Lebensdauer eines Bauteils beginnt im Idealfall der Kreislauf eines Baustoffs von Neuem. Wird der Baustoff bereits in der Planungs- oder Nutzungsphase gezielt in eine R-Strategie integriert, können Emissionen, Ressourcenverbrauch und Umweltbelastungen erheblich reduziert werden. Je nach Materialeigenschaft und Verbundform lassen sich unterschiedliche Strategien anwenden. Da viele Baustoffe jedoch in Bauteile oder Verbundsysteme integriert sind, ist eine zerstörungsfreie

Rückgewinnung häufig nicht möglich oder sehr aufwändig. Aus diesem Grund liegt der Schwerpunkt auf der stofflichen Verwertung gemäß R8 (Recycle, siehe hierzu Abbildung 19). Dennoch gibt es einzelne Materialien – wie etwa Mauerziegel oder bestimmte Natursteine – die sich bei geeigneter Rückbauweise bereits ab R3 (Reuse, siehe hierzu Abbildung 19) in den Kreislauf zurückführen lassen. Voraussetzung dafür ist eine technische Prüfung und Bewertung der Wiederverwendbarkeit, um Qualität, Sicherheit und Normkonformität im zukünftigen Einsatz zu gewährleisten. [24]

Das Recycling von Mauersteinen spielt bislang kaum eine Rolle, obwohl es technisch möglich ist. Wiederverwendbare Ziegel werden jedoch zunehmend über Bauteilbörsen wie Restado (1,7 Mio. Ziegel im Angebot) oder über das Netzwerk Bauteilnetz e. V. gehandelt. Auch Gipsbaustoffe werden überwiegend deponiert oder im Bergbau eingesetzt. Etwa 40 % des verwendeten Gipses stammt aus Naturgips, der Rest aus REA-Gips, dessen Verfügbarkeit durch den Kohleausstieg stark abnimmt. Zur Kompensation der fehlenden Mengen stehen derzeit drei alternative Rohstoffquellen zur Verfügung. Ein verstärktes Gipsrecycling, ein Ausweichen auf andere Industrien bei denen Calciumsulfat als Nebenprodukt anfällt und die Erhöhung des Naturgipsabbaus. Ein Recycling und das Ausweichen auf andere Industrien werden den Gipsbedarf nicht vollumfänglich decken können. Die einzigen Ausweichmöglichkeiten bestehen daher im erhöhten Abbau von Naturgips und der Reduzierung von Gipsprodukten.

5.5 Handlungsoptionen für zirkuläres Bauen

Ausgehend von der Einteilung in Bauwerk, Bauteil und Baustoff werden im Folgenden Handlungsempfehlungen formuliert, die darauf abzielen, bestehende Hemmnisse bei der praktischen Umsetzung zirkulären Bauens zu überwinden. Diese betreffen sowohl die Planungs- und Realisierungsphasen als auch strategische Grundsatzfragen, insbesondere im Hinblick auf die sogenannten R-Strategien.

Zirkuläres Bauen erfordert eine integrierte und gewerkübergreifende Planung, die die Linearität in Zirkularität umwandelt. Verbindungen, Baustoffe und Bauteile müssen so konzipiert sein, dass sie rückbaubar, trennbar und wiederverwendbar sind. Auch die Technische Gebäudeausrüstung (TGA) sollte frühzeitig in diese Überlegungen einbezogen werden und bestmöglich nicht nach Errichtung des Rohbaus verändert werden.

Auf Ebene der Bauwerke sind Fragestellungen der Suffizienz und der sozialen Teilhabe ebenso mitzudenken wie die Sanierung und Umnutzung ganzer Gebäude oder Quartiere. So blicken Akteure der Quartiersentwicklungen häufig auf die Gesamtheit der Bauwerke eines Viertels und stellen damit eine Denkebene über dem Bauwerk dar. In solchen Quartiersentwicklungsprozessen werden häufiger als auf Bauwerksebene Bauaktivitäten unter Abwägung von sozialen Mischungsverhältnissen, demographischen Entwicklungen sowie einer Integration

von Moderne und Tradition, Bauwerk und Grünflächen, Technik und Naturbelassenheit beforscht, beplant und in die Realisation gebracht. Daher ist ein Vorschlag mittelfristig **Quartiersentwicklungen** zirkulär aufzubauen und dadurch weitere wichtige Impulse mitzudenken. Dieser Blickwinkel ist im Rahmen der Vorstudie nicht ausführlich möglich, könnte aber Inhalt eines Folgeprojektes sein.

Auf der Ebene der **Bauwerke** gibt es im Saarland durch einen sehr aktiven Immobilienmarkt, vor allem in der wirtschaftlich attraktiven Grenznähe zu Luxemburg, weitreichende Optionen. Der Hauptbestand der Wohnimmobilien ist in den Jahren vor der ersten Wärmeschutzverordnung im Jahr 1977 gebaut worden und befindet sich daher bereits zu Teilen in der End-of-Life-Phase. Dies ist wiederum die Phase, der eine Umnutzung, Sanierung oder Abriss folgt. Sie ist daher der optimale Zeitpunkt für eine Strategie zirkulären Bauens. Hier sollte angesetzt und der Bestandsbauentwicklung gegenüber dem Neubau Vorrang gewährt werden, zum Beispiel durch die Einführung einer interessanten Förderung für die Sanierung von Bestandsbauten.

Hemmisse, die es zu überwinden gilt, gibt es dabei auf allen Ebenen:

- *Auf der Individualebene der Bauherren*, die dem Neuen gegenüber in der Regel mehr Vertrauen schenken als dem Wiederverwerteten.
- *Auf der Verwaltungs- und Genehmigungsebene*, die die Einhaltung der geltenden Gesetze hoheitlich überwacht und Neuem gegenüber eher wenig aufgeschlossen ist. Genehmigungen im Einzelfall werden im Bereich des zirkulären Bauens die Regel sein.
- *Bei den Architekten und Fachingenieuren*: Das Wissen über die Möglichkeiten und die Planungserfahrung reicht bei den Architekten und Fachingenieuren in Teilen nicht aus, um umfassend in Richtung des zirkulären Bauens zu beraten.
- *Auf der Produkt ebene*: Hier besteht noch ein Defizit an standardisierten und qualitätsgesicherten Planungsprozessen sowie Bauteil-/ Baustoffcharakteristika aus Sekundärbaustoffen
- *In der Ökonomie*: Die Wirtschaftlichkeit überzeugt noch nicht aus sich heraus. Waren wiederverwertete oder zirkuläre Bauwerke, Bauteile oder Baustoffe erheblich günstiger als ein vergleichbares Bauwerk, Bauteil oder Baustoff, würde der monetäre Nutzen, ergänzt um die Ressourcenschonung und den Klimaschutz, eine entsprechende Investition in einen zirkulären Ansatz zur Selbstverständlichkeit machen.
- *Auf der kommunikativen Ebene*: Die weitere Entwicklung von Netzwerken, Baustoffbörsen und Austauschplattformen parallel zu einer Sensibilisierung von Baubehörden, Architekten und Bauherrn könnte einen Wandel in der Baubranche vorantreiben.
- *Im unternehmerischen Ansatz*: Im Kontext der obigen Hemmisse fehlt es noch an stimmigen Geschäftsmodellen, welche im Hinblick auf den ganzheitlichen

Ansatz der Zirkularität thematische Lücken überbrücken und dabei neue Märkte erschließen.

Auf der Ebene des **Bauteils** gibt es vor allem in der industriellen Bauausführung Optionen zum zirkulären Handhaben. Wenn Ständer oder Tragwerksteile in sich wiederholenden Strukturen verbaut sind (z.B. Baumarktelement, Lebensmittelmärkte oder ähnlich gleichförmig strukturierte Industriebauten), lassen sich die einzelnen Teile potenziell auch – nach einer Bauteilprüfung – an anderer Stelle oder in anderer Funktion wiederverwenden. Dazu gibt es mittlerweile technische Verfahren, die eine Bauteilprüfung zulassen, so dass dies auch in größerem Maßstab möglich wäre.

Bei den **Baustoffen** ist man mit einer Verwertungsquote im Bauabfall über alle Hauptfraktionen¹³ von 70 % im Saarland gut - wenn auch im Vergleich zum bundesdeutschen Mittelwert - unterdurchschnittlich aufgestellt. Häufig wird der Baustoffsektor bereits heute durch Recyclingangebote (RC-Beton, Füllmaterial oder Frostschutzschicht) bedient. Hier ist der einzige Bereich, wo durch intensive Forschung, Entwicklung und Aktivitäten der Baubranche nennenswerte Erfolge im Bereich der Kreislaufführung erreicht wurden. Dennoch können auch in diesem Bereich die Ambitionen gesteigert werden, um die Verwertungsquote dem bundesdeutschen Durchschnitt anzugeleichen und die Deponierung zu reduzieren.

5.5.1 Handlungsempfehlungen für Akteure für das zirkuläres Bauen

Die erfolgreiche Umsetzung zirkulären Bauens erfordert das Zusammenspiel aller am Bauprozess Beteiligten. Jeder Akteur – von der Planung über die Ausführung bis hin zum Rückbau – trägt eine spezifische Verantwortung und leistet einen essenziellen Beitrag zur Etablierung geschlossener Materialkreisläufe. Die nachfolgende Übersicht stellt zentrale Aufgaben und mögliche Lösungs- und Entwicklungsansätze für die jeweiligen Akteursgruppen dar.

- **Bau- und Abbruchunternehmen**
 - Selektiver, zerstörungssarmer Rückbau und sortenreine Trennung
 - Einhaltung der Gewerbeabfallverordnung
 - Qualitätsprüfung und Vorhalten wiederverwendbarer Bauteile
 - Schulung zu Rückbautechniken und rücklaufreundlichen Verfahren
 - Nutzung freier Deponieflächen für Prüfung und Lagerung
 - Digitalisierung und Dokumentation von Bauteilen

¹³ Bei den Recycling-Baustoff-relevanten Fraktionen Bauschutt und Straßenaufrutsch liegt die Verwertungsquote mit insgesamt ca. 88 % deutlich höher; das Defizit resultiert insbesondere aus der niedrigen Verwertungsquote bei der Fraktion Erdaushub (siehe dazu Kapitel 4.2.3)

- Baustellen als Ressourcengewinnungsorte nutzen
- Vernetzung mit Bauschuttrecyclern
- Einsatz von KI zur Optimierung von Rückbau und Sortierung
- Erweiterung der Ausbildung: Kreislaufwirtschaft Bau, inkl. Baustoffkunde, Baustoffrecycling und abfallrechtlicher Grundlagen

- **Bauschuttaufbereiter**
 - Produktion güteüberwachter RC-Baustoffe für den Tiefbau
 - Produktion von RC-Baustoffen für den Hochbau
 - Optimierung und Weiterentwicklung der Aufbereitungstechnik
 - Stoffstrommanagement
 - Vernetzung mit Baustoffproduzenten zur Qualitätsentwicklung für RC-Rohstoffe
- **Baustoffproduzent**
 - Entwicklung ressourcenschonender Baustoffe
 - Steigerung der Rohstoffeffizienz
 - Entwicklung lösbarer Absperrungen, die dem Schall-, Wärme- und Brandschutz genügen
 - Entwicklung lösbarer / natürlich abbaubarer Klebeverbindungen
 - Entwicklung von Bauwerkser tüchtigungen zur Nutzungsverlängerung
- **Bauteil- und Produkthersteller/-händler**
 - Bereitstellung ausreichend geprüfter Bauteile
 - Digitalisierung der Bauteile
 - Aufbau eines regionalen Handelsplatzes für qualitätsgeprüfte Bauteile
 - Entwicklung modularer Bauweisen mit Sekundärrohstoffen
 - Nutzung Sekundärrohstoffe
 - Integration von lösbarer Verbindungen
 - Entwicklung von Produkten basierend auf Funkverbindungen, um Stromleitungen zu substituieren
 - Einführung eines Pfandsystems für Produkte des Ausbaus
- **Architekten und Planer**
 - Planung zirkulärer Baukonzepte mit geeigneten Materialien und Konstruktionen
 - barrierearme, energieeffiziente und ressourcenschonende Planung

- Integration von Rückbaubarkeit und Erstellung einer dokumentierten Rückbauplanung
- Förderung recyclinggerechter und modularer Bauweisen
- Verwendung bestehender und geprüfter Bauteile
- Bewertung von Lebenszykluskosten und Einsatz von KI-Anwendungen
- Sensibilisierung von Bauherren für zirkuläres Bauen („Jedes Bauwerk wird einmal zum Abfall“)
- Fort- und Weiterbildungen zur Kreislaufwirtschaft im Bauwesen
- Erweiterung der Ausbildung um Themen wie Kreislaufwirtschaft, Baustoffkunde und abfallrechtliche Grundlagen
- Offenheit für neue Bauweisen und Materialien
- **Bauherren/Auftraggeber von Bauleistungen**
 - Finanzierung sichern & langfristigen Bestandserhalt im Blick behalten
 - Vergabe- und Beschaffungsprozesse konsequent auf Kreislaufwirtschaft + Lebenszykluskosten ausrichten
 - Zirkuläre Konzepte, flexible Nutzungen und nachhaltige Bauweisen verpflichtend einfordern
 - Rückbau- und Entsorgungskonzepte inkl. Schadstoffgutachten verbindlich vorgeben & finanzieren
 - Umweltkriterien in öffentlichen Ausschreibungen verankern & nur zertifizierte Unternehmen beauftragen
 - Dokumentation gemäß Gewerbeabfallverordnung zum Abfallaufkommen/-verbleib sicherstellen
 - Handelsplätze für geprüfte Bauteile nutzen & Wiederverwendung fördern
- **Politik und Vollzugsbehörden**
 - Rechtlichen Rahmen setzen, der Wiederverwendung und selektiven Rückbau zum Standard macht
 - Einhaltung & einheitlicher Vollzug der Gewerbeabfallverordnung sichern (Ressourcen, Leitfäden, Kontrolle)
 - Produktstatus für RC-Baustoffe klären („End-of-Waste“) und Umweltbewertung harmonisieren
 - Digitale Material-/Produktpässe verpflichtend einführen, Wiederverwendungsregeln vereinfachen
 - Normengrundlagen für die Qualität gebrauchter Bauteile & vereinfachte Genehmigungsverfahren schaffen

- Attraktive Förderprogramme und steuerliche Anreize für zirkuläres Bauen auflegen
- Zulassung nur für recyclingfähige Baustoffe; Hersteller stärker in die Produktverantwortung nehmen
- Öffentliche Beschaffung, Leuchtturmprojekte und aktive Öffentlichkeitsarbeit als Markttreiber nutzen

5.5.2 Zirkuläres Bauen der Zukunft: Aus Fehlern lernen – Baustoffe, Konstruktionen und Rückbau neu denken

Modulare Bauelemente sind im zirkulären Bauen unerlässlich – sie ermöglichen eine flexible Nutzung, einfache Demontage und gezielte Wiederverwendung einzelner Komponenten. Um diese Vorteile voll auszuschöpfen, müssen Anschlüsse von Anfang an so gewählt werden, dass sie lösbar und zerstörungsfrei rückbaubar sind. Statt verschweißter oder verklebter Verbindungen kommen daher vorzugsweise geschraubte, gesteckte oder geklemmte Systeme zum Einsatz. Diese Verbindungen erlauben nicht nur einen schnellen und materialschonenden Rückbau, sondern verbessern auch die Austauschbarkeit einzelner Bauteile im laufenden Betrieb oder bei späterer Umnutzung.

Vorteile lösbarer Verbindungen:

- Erhalt der Materialqualität durch zerstörungsfreien Rückbau
- Wiederverwendbarkeit ganzer Bauteile ohne aufwändige Nachbearbeitung
- Flexibilität bei Reparatur, Instandhaltung oder Anpassung
- Sortenreine Trennung der Materialien für hochwertiges Recycling

Herausforderungen – mit Potenzial zur Weiterentwicklung:

- Höherer Planungsaufwand: Erfordert ein ganzheitliches Denken über den Lebenszyklus hinweg – bietet jedoch die Chance für durchdachtere, langfristig wirtschaftlichere Baukonzepte.
- Anfangsinvestitionen und technische Anforderungen: Lösbare Systeme können zunächst teurer oder komplexer wirken, führen aber mittelfristig zu Einsparungen durch Rückbau- und Wiederverwendungsmöglichkeiten.
- Erweiterter Dokumentationsbedarf: Die sorgfältige Erfassung der Bauteile und Verbindungen schafft Transparenz und bildet die Grundlage für digitale Materialpässe und effektives Gebäudemanagement.
- Einhaltung von Schall-, Wärme- und Brandschutzanforderungen

Wie bereits in Kapitel 3.3 anhand verschiedener Beispiele gezeigt, kommen im zirkulären Bauen zahlreiche modulare Elemente zum Einsatz. Um die Vielfalt und das Anwendungsspektrum weiter zu veranschaulichen, folgt nachstehend eine kompakte Auflistung unterschiedlicher Tragstrukturen. Diese soll als Denkanstoß dienen und die gestalterischen sowie technischen Möglichkeiten im zirkulären Bauprozess aufzeigen.

Tragende Wände:

- **Modulare Holzrahmenwände** mit verschraubten Verbindungen und wiederverwendbarer Dämmung (z. B. Zellulose oder Holzfaser)
- **Massivholzplatten (z. B. CLT)**, die mechanisch verbunden und rückbaufähig eingesetzt werden können
- **Leichtbauwände als Stahlkonstruktion** mit Trockenbauplatten, die durch Schraubverbindungen vollständig demontierbar sind
- **Betonfertigteilwände**, sofern diese mit lösbarren Verbindungssystemen geplant und montiert werden
- **Lehm-Stroh-Modulwände**, die durch mechanische Verbindung biologisch rückführbar und vollständig zirkulär sind

Mauerwerk:

- **Trockenmauerwerk ohne Mörtel**, mit Nut-Feder- oder Klemmsteinen, vollständig zerlegbar und wiederverwendbar (vor allem für leichte Trag- oder Trennwände)
- **Mauerwerk mit lösbarem Dünnbettmörtel auf Lehm- oder Kalkbasis**, schwächere Bindung ermöglicht teilweisen Rückbau, besonders für Innenwände oder Recyclingbaustoffe
- **Modulare Ziegelsysteme mit Steck- bzw. Klickverbindungen**, industriell vorgefertigt, sortenrein demontierbar, derzeit noch Nischenprodukt
- **Wiederverwendung gebrauchter Ziegel / Natursteine** aus selektivem Rückbau; Reinigung arbeitsintensiv, aber hoher Materialwert für Neubau oder Denkmalschutz
- **Außenwand aus Holzriegel „Brikawood“ als Stecksystem** mit Innen- und Außenschale und einem Kernbereich der mit losem Dämmmaterial aufgefüllt werden kann.

Stützen:

- **Stahlstützen mit Schraubverbindungen**, die mehrfach montiert und demontiert werden können
- **Holzstützen mit mechanischen Fußverankerungen oder Stecksystemen**, die eine flexible Wiederverwendung ermöglichen

- **Vorgefertigte Betonstützen**, sofern sie trocken montiert und nicht fest vergossen werden

Decken und Böden:

- **Holzbalkendecken mit modularen Einschubelementen**, etwa als Holz-Beton-Verbundkonstruktionen ohne Verklebung
- **Hohlkörperdecken aus Betonfertigteilen**, die bei entsprechender Planung rückbaufähig eingesetzt werden können
- **Trockenestrichsysteme und Hohlräumböden**, die vollständig zerlegt, wiederverwendet oder sortenrein recycelt werden können
- **Fertigteilfundamente aus Stahlbeton**, die nach Ihrem Einsatz einfach abtransportiert werden können.

Dachtragwerke:

- **Tragkonstruktionen aus Holz oder Stahl** mit verschraubten Knotenpunkten, die eine einfache Demontage ermöglichen
- **Modulare Gründachsysteme**, bei denen die einzelnen Schichten aufliegend und ohne Verklebung installiert werden

Treppenanlagen:

- **Fertigelementtreppen aus Stahl oder Holz**, die verschraubt statt vergossen montiert sind und sich leicht wiederverwenden lassen
- **Bolzentreppen mit lösbarer Trittstufen**, bei denen alle Komponenten unabhängig voneinander demontierbar sind

Fassaden und Ausbau:

- **Fassadensysteme mit mechanisch fixierten Paneelen**, die einzeln demontierbar und austauschbar sind
- **Fassadensysteme mit Steckverbindungen**, die wartungsfreundlich und wiederverwendbar konstruiert sind

Raumzellen und Module:

- **Raummodule oder vorgefertigte Sanitärräume**, die standardisiert gefertigt, transportierbar und wiederverwendbar sind

Beispiele für lösbare Verbindungen und Verbindungsmittel:

- **Stahlbeton** **Halfen HEK 3**
BT-Spannschloss
- **Rohrleitungen:** **Steck- und Dehnungsmuffen**
Rohrkupplung mit Verschraubung

Tragende Verbindungsmitte im Holz- bzw. im Stahlbau sind in den meisten Fällen lösbar und werden an dieser Stelle nicht explizit genannt.

Die Zukunft des Bauens liegt in einem Systemdenken, das auf adaptive, trennbare und wiederverwendbare Elemente setzt – mit Anschläßen, die Rückbau statt Abriss ermöglichen.

Heute stehen zahlreiche zirkuläre Konstruktionslösungen zur Verfügung. Statt wie früher Rückbau zu erschweren, ermöglichen modulare Systeme und lösbar Verbindungen eine nachhaltige und ressourcenschonende Bauweise. Ebenso wichtig ist die Wiederverwendung vorhandener Materialien, um den Materialkreislauf zu schließen.

6 Quintessenz zirkulären Bauens

6.1 Herausforderungen

Das zirkuläre Bauen in Deutschland steht vor mehreren Herausforderungen, die sowohl technischer, rechtlicher als auch kultureller Natur sind. Hier sind die wichtigsten Aspekte zusammengestellt:

1. Regulatorische und rechtliche Hürden

- Bauordnungen und Normen sind oft auf lineare Bauprozesse ausgelegt. Viele Recyclingmaterialien oder wiederverwendete Bauteile erfüllen nicht ohne weiteres die gesetzlichen Anforderungen (z. B. DIN-Normen, Bauregellisten).
- Produkthaftung: Wer haftet, wenn ein wiederverwendetes Bauteil versagt? Diese Unsicherheit hemmt die Wiederverwendung.
- Abfallrecht: Sekundärbaustoffe gelten oft als „Abfall“, was ihren Einsatz erschwert und zusätzliche Genehmigungen erfordert.

2. Mangelnde Infrastruktur

- Rückbau statt Abriss ist aufwändiger und erfordert spezielles Know-how und Zeit.
- Lagerung und Logistik für gebrauchte Bauteile fehlen: Es gibt kaum zentrale Materiallager oder digitale Plattformen zur Bauteilvermittlung.
- Sortierung und Aufbereitung von Materialien sind teuer und technisch anspruchsvoll.

3. Wirtschaftliche Herausforderungen

- Kosten- und Zeitdruck auf Bauprojekten bevorzugt günstige und schnelle Lösungen – meist neu statt zirkulär.
- Fehlende Anreize: Es gibt kaum wirtschaftliche Vorteile oder Förderprogramme für zirkuläres Bauen im Vergleich zum konventionellen Bau.
- Unsicherheit über Lebensdauer und Qualität von Sekundärbaustoffen.

4. Planung und Design

- Fehlendes Wissen und Erfahrung bei Architekt:innen, Bauherr:innen und Ingenieur:innen im zirkulären Design.
- Gebäude werden und wurden nicht für Rückbau geplant („Design for Disassembly“ ist selten).
- Digitale Planungstools (z. B. BIM) sind noch nicht flächendeckend für Zirkularität ausgelegt.

5. Kulturelle und mentale Barrieren

- Skepsis gegenüber gebrauchten Materialien (z. B. wegen Ästhetik oder Hygiene).
- Konventionelles Denken in linearen Lebenszyklen: bauen – nutzen – abreißen.

- Mangelndes Bewusstsein bei Bauherren und Nutzern für die Vorteile zirkulären Bauens im Sinne einer veränderten Perspektive auf den Lebenszyklus eines Bauwerkes und den CO₂-Fußabdruck einzelner Bauteile.

Zirkuläres Bauen in Deutschland ist technisch möglich, aber strukturell, rechtlich und kulturell noch nicht ausreichend verankert. Es braucht klare gesetzliche Rahmenbedingungen, ökonomische Anreize, Bildung sowie Planungsinstrumente, um diesen Wandel im Bausektor zu ermöglichen (Open AI, Chat GPT, 2025).

6.2 Chancen für das Saarland

Das zirkuläre Bauen weist, wie in Kapitel 6.3 in einer SWOT Analyse zusammenfassend dargestellt, etliche Stärken und Schwächen sowie Chancen und Risiken auf. Als Hintergrund vorliegender Studien sind drei Kernaspekte zu nennen, warum es lohnt, zirkuläres Bauen in den Fokus zu rücken:

- Wirtschaftliche Diversifizierung: Zirkuläres Bauen kann neue Geschäftsfelder für regionale Unternehmen eröffnen, insbesondere im Bereich der Baustoffaufbereitung und -wiederverwendung.
- Bildung und Qualifizierung: Durch Projekte wie das „Circular Building“ entstehen Möglichkeiten für Aus- und Weiterbildungsangebote, die Fachkräfte für nachhaltiges Bauen qualifizieren.
- Umwelt- und Ressourcenschutz: Die Umsetzung zirkulärer Bauprinzipien trägt zur Reduzierung von Bauabfällen und zum schonenden Umgang mit natürlichen Ressourcen bei.

6.3 SWOT-Analyse

Aus den vorhergehenden Kapiteln und einer ausführlichen Auseinandersetzung mit dem Thema zirkulären Bauens in Deutschland und im Saarland wurde zusammenfassend eine SWOT-Analyse erstellt [23], deren Aspekte sich in den folgenden Stichworten wiederfinden.

6.3.1 Stärken (Strengths)

- Ressourcenschonung: Reduziert Verbrauch von Primärrohstoffen durch Wiederverwendung und Recycling.
- Umweltvorteile: Senkt CO₂-Emissionen und reduziert Bauabfälle.
- Langlebiges Design: Fokus auf modulare, rückbaufähige und wartbare Bauweisen.
- Innovation: Fördert neue Materialien, Bauprozesse und Denkweisen.

- Zukunftssicherheit: Bereitet den Bausektor auf kommende Notwendigkeiten beim Klimaschutz und der Klimafolgenanpassung vor und beugt der Ressourcenknappheit vor.

6.3.2 Schwächen (Weaknesses)

- Gesetzliche Hürden: Baurecht und Normen sind auf lineares Bauen ausgerichtet.
- Höhere Anfangskosten: Planung, Rückbau und Materialaufbereitung oft teurer.
- Logistikprobleme: Fehlende Infrastruktur für Materiallagerung und wirtschaftliche Aufbereitungskapazitäten.
- Qualitätsunsicherheit: Unklare Lebensdauer und Zertifizierung gebrauchter Materialien.
- Wissensdefizit: Planer:innen und Bauherr:innen sind oft wenig vertraut mit zirkulären Prinzipien.

6.3.3 Chancen (Opportunities)

- Politischer Rückenwind: EU-Taxonomie, Green Deal und deutsche Nachhaltigkeitsstrategie fördern zirkuläres Bauen.
- Neue Märkte: Geschäftsmodelle rund um Rückbau, Sekundärmaterialien und digitale Plattformen entstehen.
- Fachkräftebildung: Weiterbildung im nachhaltigen Bauwesen schafft neue Kompetenzen.
- Stadtentwicklung: Zirkuläre Prinzipien ermöglichen ressourceneffiziente Revitalisierung im Bestand.
- Imagegewinn: Nachhaltigkeit wird zunehmend zum Wettbewerbsfaktor für Bauunternehmen.

6.3.4 Risiken (Threats)

- Markttransparenz: Unsicherheit über Verfügbarkeit und Preise von Sekundärmaterialien.
- Geringe Nachfrage: Bauherren und Investoren bevorzugen oft konventionelle Bauweisen.
- Planungsunsicherheit: Wiederverwendung erfordert frühzeitige Planung und verlässliche Materialverfügbarkeit.
- Haftungsfragen: Rechtliche Unsicherheiten bei gebrauchten Bauteilen (Produkthaftung, Versicherung).
- Langsamer Kulturwandel: Wandel in der Baukultur und -mentalität braucht Zeit.

7 Vernetzung und Information saarländischer Marktakteure

Im Mittelpunkt des Kapitels 7 steht die Dokumentation der erfolgten Vernetzung von Akteuren der saarländischen Baustoffindustrie und Bauwirtschaft im Rahmen von Veranstaltungen und Exkursionen, welche in Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber durchgeführt wurden.

7.1 Akteursanalyse

Ausgehend von dem Akteursnetzwerk des AGV Bau Saar und des DLG sowie des Verbandes der Baustoffindustrie Saarland (VBS) wurde den Autoren eine Liste mit Unternehmen zur Verfügung gestellt.

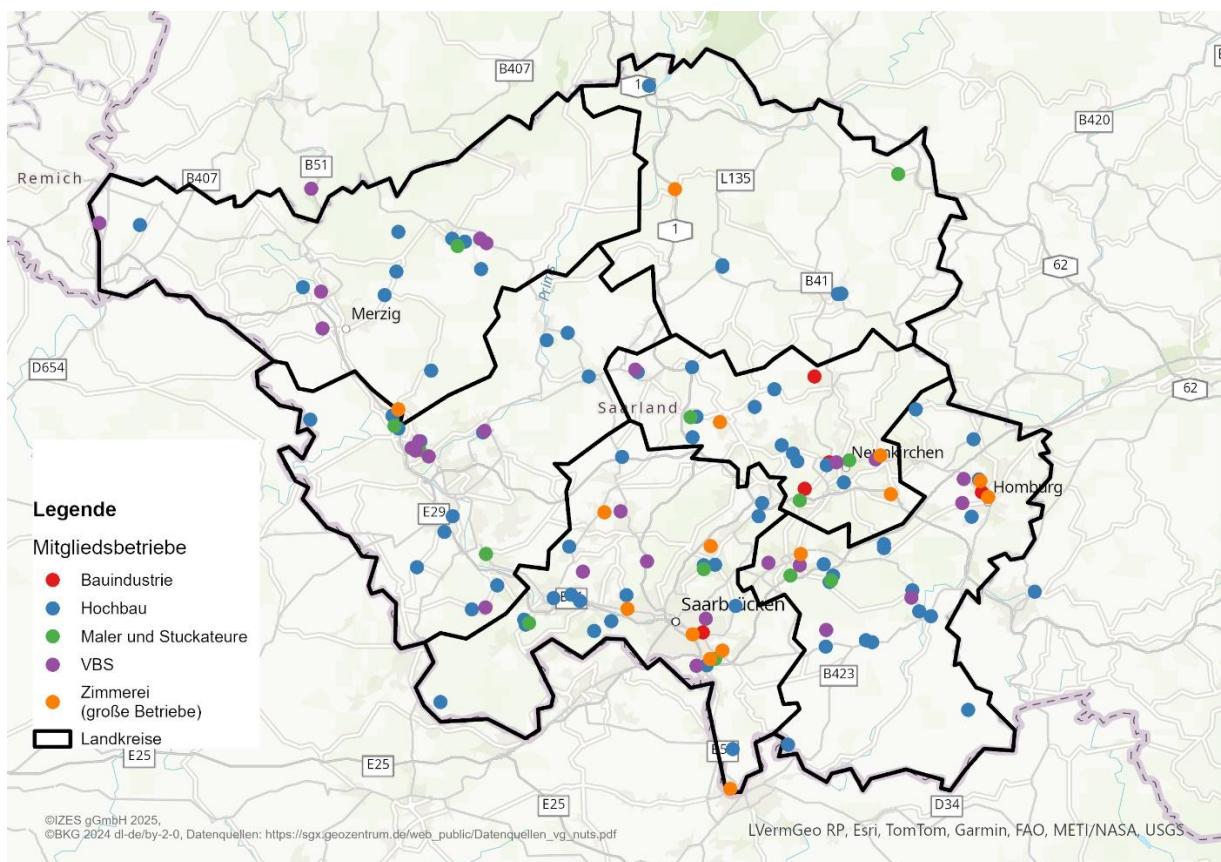


Abbildung 20 Darstellung des Akteursnetzwerks der Baustoff- und Bauindustrie sowie des Handwerks im Saarland [24], Stand: 05/2025

Um den Datenschutz zu wahren, wird diese Liste nicht veröffentlicht, jedoch wurde die regionale Verteilung, untergliedert nach Bauindustrie, Hochbauunternehmen, Maler und Stuckateure, Unternehmen der Baustoffindustrie sowie größere Zimmereibetriebe unterschieden. Die Karte in der Abbildung 20 stellt die räumliche Verteilung grafisch dar. Werden darüber hinaus die einzelnen Landkreise betrachtet, ergibt sich das in Abbildung 21 dargestellte Bild. Die Unternehmenssitze haben einen Schwerpunkt im

Bereich des Regionalverbandes Saarbrücken (SB) und des Saar-Pfalz Kreises (HOM), dem folgen die Kreise Neunkirchen (NK) und Saarlouis (SLS). Die Kreise Merzig-Wadern (MZG) und St. Wendel (WND) weisen die geringste Unternehmensdichte bezüglich der betrachteten Fachbetriebe auf. Außerhalb des Saarlandes wurden weitere 2 Betriebe als relevante Akteure identifiziert.

Die reine Anzahl an Unternehmen je Region ist jedoch nicht besonders aussagekräftig hinsichtlich der unternehmerischen Kapazität der Region und der Einzelunternehmen, da die Datensätze nicht mit weitergehenden Informationen (Mitarbeiterzahl, Umsatz, Menge gebauter Wohnfläche oder unternehmerischen Kennwerten) hinterlegt sind. In Fachgesprächen mit Verbands- und Branchenvertretern wurden daher als Fokusgruppe sieben Unternehmen mit regionaler und überregionaler Bedeutung identifiziert, die gegebenenfalls auch bei der technischen Ausgestaltung des Demonstrators / Forschungsbau mitwirken sollen, da sie bereits eine breite Expertise mitbringen und innovations-affin sind.

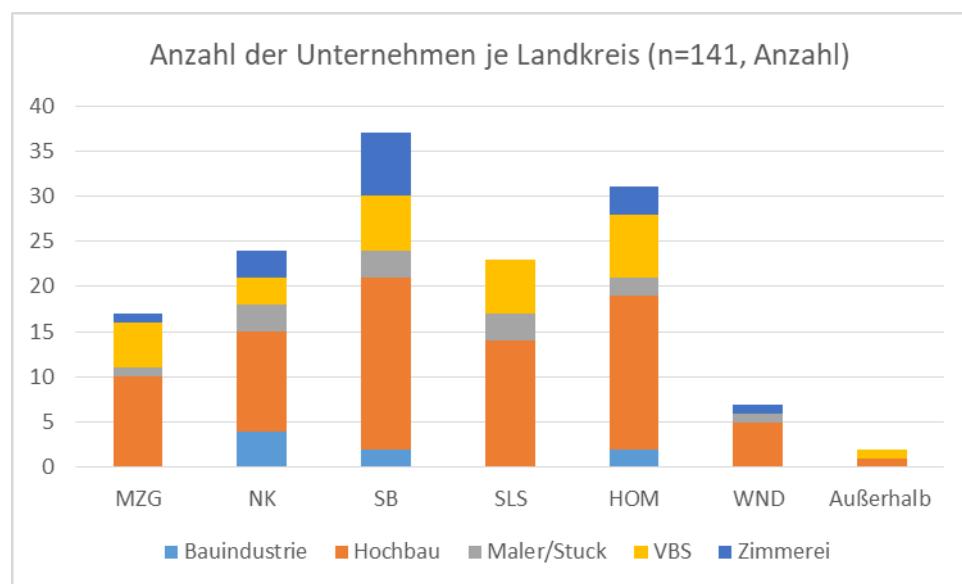


Abbildung 21 Anzahl der Bau- und Baustoffunternehmen sowie Handwerksbetriebe im Bereich Zirkulären Bauens im Saarland je Landkreis (Anzahl)

7.2 Durchführung von Netzwerkveranstaltungen

7.2.1 Bericht über die Kick-Off Veranstaltung

Am 11. Februar 2025 fand mit über 50 Teilnehmern aus der Baustoffindustrie, dem Baugewerbe, Vertretern von Verbänden und aus der Politik die Kick-Off Veranstaltung auf dem Gelände der Alois Omlor GmbH in Homburg statt.

Nach der Begrüßung durch den OMLOR-Geschäftsführer Dr. Christoph Kopper und dem Grußwort der Staatssekretärin Elena Yorgova-Ramanaukas (MWIDE) stellte

Hans-Ulrich Thalhofer (Geschäftsführer VBS und AGV Bau Saar) die Projektziele von CIRCULAR BUILDING vor.

Es folgten zwei Präsentationen von Prof. Frank Baur für IZES gGmbH und Dr.-Ing. Milan Schultz-Cornelius für Pahn Ingenieure, die mit der Durchführung des Projekts beauftragt wurden.

Im Anschluss an eine Werksführung gab es Impulsvorträge zum Thema „Angewandte Kreislaufwirtschaft im Klimawandel“ von Prof. Dr.-Ing. Albrecht Gilka-Bötzow (Hochschule Darmstadt) und „Mineralische Baustoffe im Stoffkreislauf – Mehr als nur Ersatzbaustoffe?“ von Ludger Benson als Vertreter des Baustoffüberwachungsvereins Hessen/Rheinland-Pfalz/Saarland e. V.. Der genaue Verlauf der Veranstaltung kann dem Anhang 3 entnommen werden.

Zum Abschluss konnten die Teilnehmer selbst aktiv werden und an drei Vision Boards um die Themenfelder Baustoffe, Bauteile und Bauwerke ihre Herausforderungen und Hemmnisse aus der Praxis benennen. Im Rahmen dieses Vision Boards wurden in drei Gruppen zu Baustoff, Bauteil und Bauwerk Stichworte gesammelt: zu Kompetenzen im Saarland, Hindernissen und Chancen des zirkulären Bauens sowie der Vision für den Sektor. Unter der Moderation eines Projektteilnehmers wurden die Diskussionen in den drei Gruppen mitskizziert und am Ende in eine Grafik überführt. Dieses Graphic Recording findet sich unter Abbildung 23.

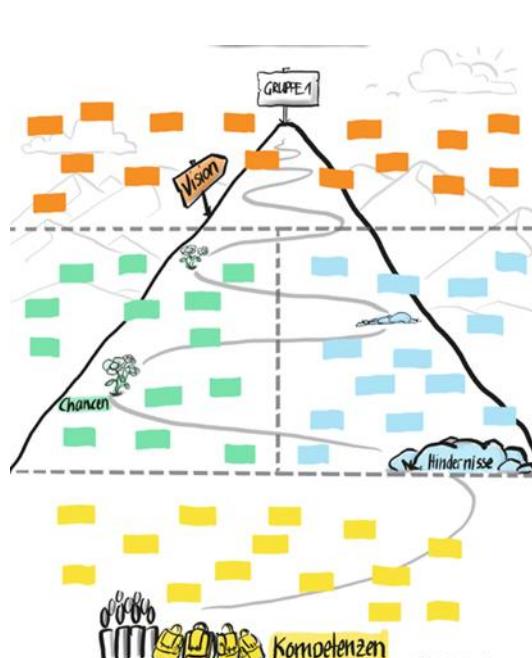


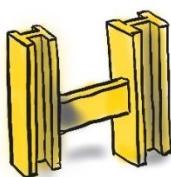
Abbildung 22: Vision Boards Kickoff-Meeting

Die Teilnehmenden konnten die eigenen Kompetenzen und Erfahrungen, die sie bereits auf dem Weg zum Zirkulären Bauen im Gepäck haben, aber auch ihre Einschätzungen hinsichtlich zukünftiger Chancen und Visionen einer Circular Economy im Saarland zu den Schwerpunktthemen zusammentragen.

Viele gute Ideen und die aktive Teilnahme aller Beteiligten haben dazu geführt, dass zahlreiche Themen identifiziert werden konnten, die in Zukunft erfolgreich weiterentwickelt werden können. Die daraus resultierenden thematischen Einschätzungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:



Baustoff: Im Baustoffsektor wird als Katalysator für die Entwicklung neuer Recycling-Baustoffe eine potentielle Subventionierung recyclingfähiger Materialien gesehen. Dann könnte die ressourcenorientierte Werkstoffauswahl auch im Markt etabliert werden. Die Vielzahl an Bergehalden wird als Besonderheit im Saarland identifiziert, ein Mangel an Wissen über Bauersatzstoffe bei Architekten und Ingenieuren als Hindernis für den vermehrten Einsatz gewertet. Grundsätzlich wird fehlende Akzeptanz von RC-Materialien als Hindernis angeführt. Als eine Chance zur Verbesserung der Kreislauffähigkeit im Baustoffsektor wird die Entwicklung des digitalen Produktpasses gesehen.



Bauteil: Als regionale Kompetenz wird im Bereich des Bauteils die Bauteilherstellung im Saarland bewertet. Hier gibt es eine Wissensbasis im Saarland durch unternehmerische Expertise im Betonfertigteilsektor und der Kalksandsteinproduktion. Als Hindernis wird seitens der Teilnehmer die fehlende Standardisierung von Bauteilen gesehen. Ebenso werden mehr Kompetenzen in den Vergabeverfahren sowie eine Vorbildfunktion durch die öffentliche Hand eingefordert. Die Ersatzbaustoff-verordnung wirkt sich sowohl auf den Baustoff- als auch auf den Bauteilektor aus und verhindert nach Aussage der Teilnehmer eine stärkere Fokussierung im Bereich des zirkulären Bauens. Als Chance wird sowohl die Entwicklung im Bereich des digitalen Zwilling-Konzepts wahrgenommen als auch die KI im Bereich des zirkulären Bauens. Die Ökodesign-Richtlinie könnte die Entwicklung weiter voranbringen. Als Vision formulierten die Gruppen, dass zukünftig ein Rückbaukonzept in die Planung integriert werden sollte. Modulare Bauteile, ein hoher industrieller Vorfertigungsgrad oder ein Pfandsystem für Bauteile wurden als Vision diskutiert. Um die Führung im Kreislauf zu vereinfachen, ist ein Marktplatz für ausgebaute Bauteile vorgeschlagen worden.



Bauwerk: Bauwerke können Quelle und Hort zirkulären Bauens sein. So kann nach der Nutzungsphase eine Sanierung und Umnutzung ebenso erfolgen wie ein Abriss und die Wiederverwertung der Abbruchmaterialien. Basis dieses Sektors ist die Kenntnis und Bewertung der Gebäudegrundsubstanz im Saarland¹⁴. Als Hindernisse auf dem Weg werden die geringe Abbruchquote und wenig sortenreines Recyclingmaterial gesehen.

¹⁴ Anmerkung der Autoren: Derzeit läuft Saarland3D noch als nicht öffentliche Anwendung auf der Testumgebung beim LVGL, könnte aber zukünftig eine Datenbasis für den Gebäudebestand im Saarland sein.

Eine Belastung des RC-Materials stellt ein weiteres Hindernis für eine bedenkenlose Wiederverwertung dar. Im Bereich der Chancen hat die Teilnehmergruppe viele Aspekte eingebracht. So wird in der Nachverdichtung eine große Chance für die Zirkularität von Bauwerken gesehen. Es wird schon jetzt in einigen Bereichen ein Kostenvorteil durch Einsatz von RC-Materialien gesehen (eher Baustofffragestellung). Eine zirkuläre Verbund- und Modulbauweise, am besten mit wiederverwerteten und recycelten Modulen, stellt nach Aussage der Teilnehmer eine Chance für den Bauwerkssektor dar. Als Vision sollte wieder einfacher gebaut werden, auch durch eine klare Funktionstrennung, und die Produkte sollten von Beginn an für die Zirkularität ausgelegt werden.

Die Themensammlung, in dem Graphic Recording (Abbildung 23) festgehalten, wird zu weiteren Veranstaltungen und Exkursionen im Projektjahr führen, die in den nächsten Monaten im Rahmen des Projektes angeboten werden. In den Folgekapiteln werden die durchgeführten Folgeveranstaltungen und die aktuellen Planungen dargestellt.

Die Präsentationen und Bilder sind unter <https://www.bau-saar.de/de/thema-nachhaltigkeit-amp-klimaschutz-1> online abrufbar.

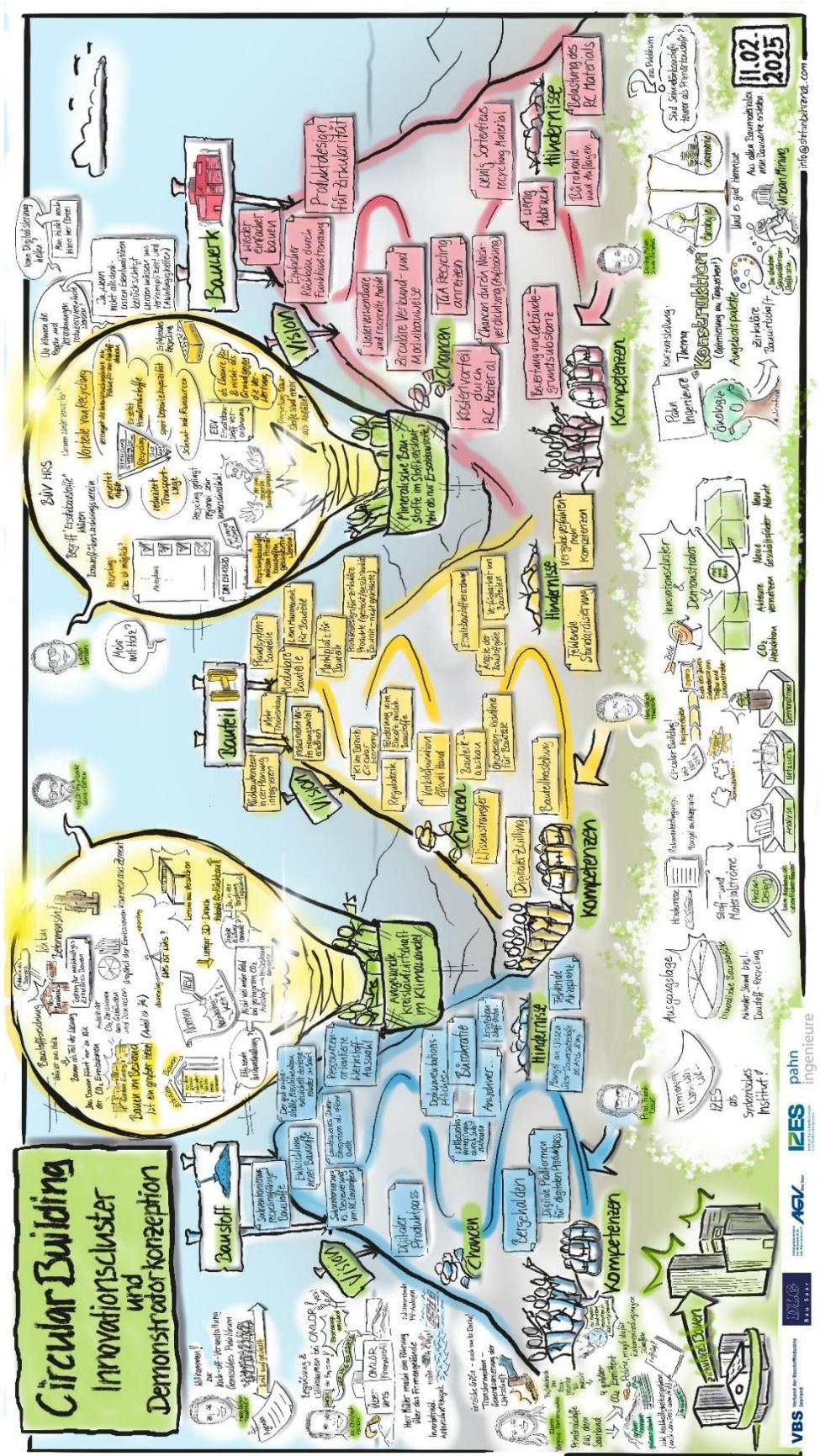


Abbildung 23 Grafic Recording Kickoff OMLOR

7.2.2 Bericht über 1. Exkursion mit Fachveranstaltung am 6. Mai 2025

Nach einer prägnanten Kick-Off-Veranstaltung mit Impulsvorträgen bei der Alois Omlor GmbH sollen die erarbeiteten Themen und Herausforderungen in der Praxis im Projekt CIRCULAR BUILDING weiterentwickelt werden, und die Chancen und Lösungen für das zirkuläre Bauen gemeinsam mit Unternehmen der Baubranche aufgezeigt werden.

Im Fokus der Exkursion am 6.5.2025 mit Schwerpunkt „Bauteile“, stand der Erfahrungsaustausch und das Kennenlernen sowie die Zusammenarbeit der Experten und Stakeholder der saarländischen Unternehmen, Forschungseinrichtungen und der politischen Vertreter, um gemeinsam langfristig neue und nachhaltige Markt- und Geschäftsfelder zu entwickeln.

Exkursionspunkte der Exkursion waren:

- Unternehmensbesichtigung bei Peter Gross Bau (Fertigteilwerk) mit Markus Klein, bei der die Möglichkeiten des Betonbaus und der Fokus der Betonforschung dargestellt wurde.
- Baustellenbesichtigung Seniorenresidenz in Niederwürzbach mit Christian Schencking (Kalksandsteinwerke Schencking) und Christian Ehrhardt (Ehrhardt & Hellmann Bauunternehmung), bei der eine klassische Bauweise mit DGNB-Zertifizierung belohnt wurde.

Die abschließende Fachveranstaltung mit Vorträgen und Networking bei der Hager group in Blieskastel stand im Zeichen der Zukunftsperspektive zirkulären Bauens und dem Vordenken hin zu einem Demonstrator- / Forschungsbau für zirkuläres Bauen. Ulrich Reiner (Hager Group) hielt einen Vortrag zum Thema „Zukunftsperspektive Zirkuläres Bauen“ im Unternehmen.

In seinem Vortrag „Multifunktionale Betonfertigteile für energetisch nutzbare Gebäudetragstrukturen“ stellte Prof. Dr.-Ing. Matthias Pahn von der RPTU Kaiserslautern abschließend das Projekt Smallhouse seines Fachgebiets Massivbau und Baukonstruktion vor, und gab einen Ausblick auf das Projekt Gulliver - ein Bauteile-Tomografie-Portal, das es möglich macht, ganze Bauteile auf Schädigungen vor einer Wiederverwendung zu prüfen.

Weitere zukunftsweisenden Projekte für die Baubranche hat Prof. Pahn im Rahmen einer Folge-Exkursion nach Kaiserslautern vorgestellt.



Abbildung 24 Eindrücke der Exkursion am 6. Mai 2025 (links: Peter Groß Fertigteilwerk, rechts: Baustelle Niederwürzbach)

Wichtigste Aspekte und Lessons-learnt sind:

- Möglichkeiten der innovativen Betonforschung (Karbonbewehrung) und des hybriden Holz-Beton-Verbundelemente (HBV) als Option des zirkulären Bauens wurden vorgestellt.
- DGNB-Bauweise mit Kalksandsteinen ist möglich. Die Zirkularität liegt in diesem Bau in der offenen Bauweise des Gebäudes, welches als Seniorenwohnanlage geplant wird.
- Die TGA-Aspekte, insbesondere in Hinblick auf zirkuläres Bauen, sind nicht sichtbar geworden. Hier gilt es, in Folgegesprächen zu klären, welche Intentionen Hager in diesem Projekt verfolgt.
- Prof. Pahn hat ein lebendiges Bild der Lehr- und Forschungsoptionen am Beispiel der Smallhouses in Kaiserslautern gezeichnet. Ein vergleichbarer Konzeptansatz wird für den Demonstrator angedacht. Hierzu ist eine Weiterverfolgung des Kontaktes zu Prof. Pahn geplant.
- Wichtige Erkenntnis aus den Gesprächen: Die Zirkularität muss von Anfang der Planung an mitgedacht werden, und alle Stakeholder müssen frühzeitig zusammengebracht werden.
- Unter dem Motto „designed for circularity“ könnte die Baubranche viel aus den frühen Planungs- und Systematisierungsphasen des Betonbaus lernen und Arbeitsweisen auch in anderen Gewerken übernehmen.

Die Veranstaltung wurde in der Umfrage (Ergebnisse in Abbildung 25) zumeist positiv bewertet (n=8 von 10), viele spannende Kontakte wurden geknüpft und Einblicke in offene Baustellen und Fertigungsstraßen gewährt.



Abbildung 25 Zufriedenheitsumfrage Exkursion 06.Mai 2025 (n=10)

In der Umfrage wurden Themenwünsche für Folgeveranstaltungen abgefragt. Diese sind ganz konkret (n=5 von 10):

- „*Konkrete Beispiele und praxisorientierte Lösungen zum Thema*“
- „*Beispiele von Recycling, Wiederverwertung von Materialien*“
- „*Entsprechend der Beschreibung des Projekts als "Circular Building" sollte die Zirkularität mehr in den Fokus gestellt werden. Es wäre sehr interessant, konkrete Bemühungen der teilnehmenden Unternehmen bzgl. der Kreislaufführung von Rohstoffen zu erfahren und evtl. weitergehende Maßnahmen zu diskutieren*“
- „*Anwendungsbeispiele von zirkulärem Bauen im Sinne einer Anwendung im Bauwerk. Da ist das Saarland schwach aufgestellt, doch auch deutschlandweit ist man noch nicht sehr weit. Bin gespannt, ob Sie etwas finden*“
- „*Themen zur praktischen Umsetzung der Nachhaltigkeit*“

Diese Anregungen werden in die Folgeveranstaltungen aufgenommen.

7.2.3 Bericht über die 2. Exkursion (27. August 2025)

Im Rahmen der 2. Fachexkursion besuchte die Projektgruppe die RPTU Kaiserslautern und das neu entstehende PFAFF-Areal.

Gastgeber Prof. Dr.-Ing. Matthias Pahn und sein Team aus dem Fachbereich Bauingenieurwesen - Fachgebiet Massivbau und Baukonstruktion stellten uns das Tomografie-Portal Gulliver, einen Computertomografen zur Untersuchung von Tragwerken vor.

Nach Besichtigung des Projekts Smallhouse IV mit dem Konzept „Energietragwerk“ im Smallhouse-Village und der Labore zur Erprobung neuer Materialien für das zukünftige Bauen, führte uns Dipl.-Ingenieur und Architekt Peter Strobel (Architekturbüro Bayer & Strobel) durch das neu entstehende Pfaff-Areal, der zweiten Station der Fachexkursion.

Nach über 100 Jahren der industriellen Nutzung soll die Fläche als zeitgemäßes Mischquartier für Wohnen und Arbeiten entwickelt werden. Das alte Kesselhaus ist eines der wenigen Gebäude, das durch Anwendung zirkulärer und nachhaltiger Prinzipien - wie Umnutzung, Reuse und Repair sowie Sanierung nach denkmalpflegerischen Gesichtspunkten - erhalten bleiben, und für das Andenken an PFAFF sowie die Menschen, die früher und heute dort arbeiteten und arbeiten, sprechen und identitätsstiftend sind.

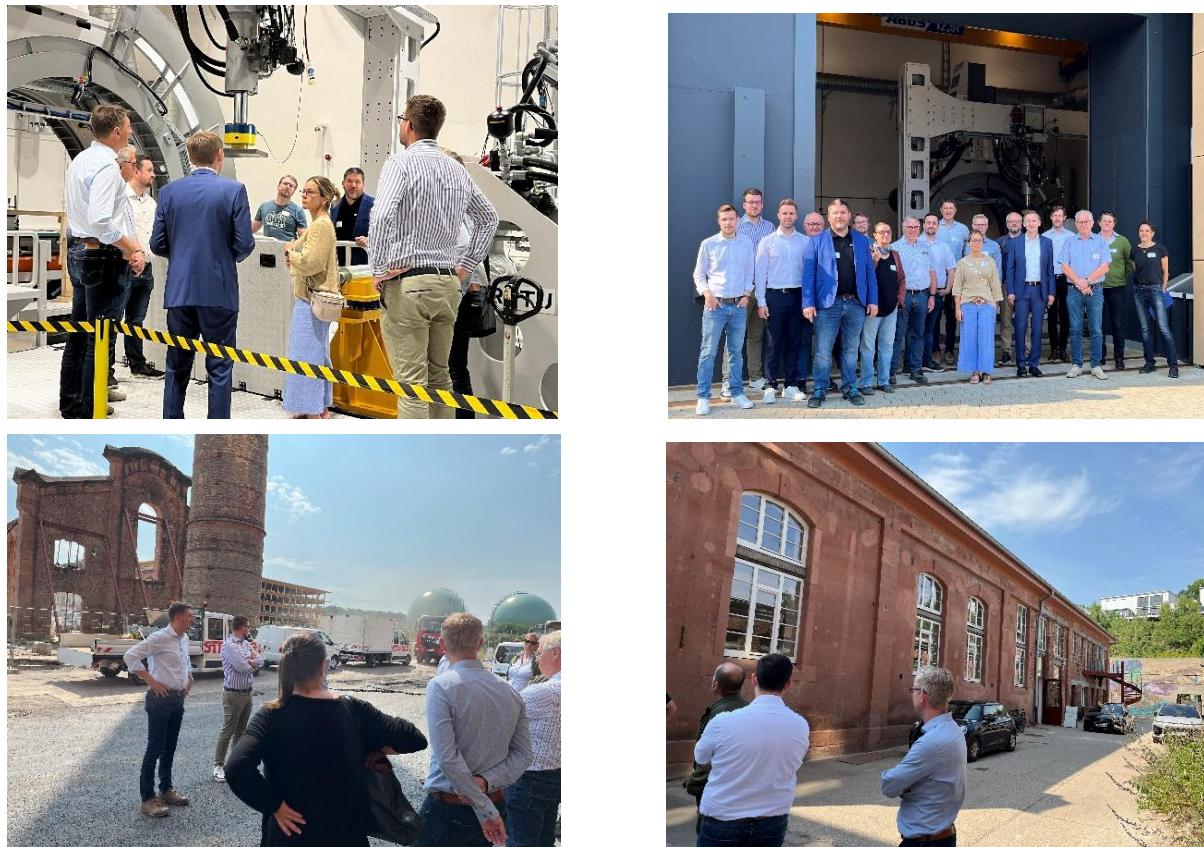


Abbildung 26 Eindrücke der Exkursion am 27. August 2025

Wichtigste Aspekte und Lessons-learnt sind:

- Der Bauteile-CT und die Forschungstätigkeit der RPTU Kaiserslautern sind einmalig in der Region und in Deutschland. Daran lässt sich bei einem möglichen Folgeprojekt anknüpfen. Viele Studierende aus dem Saarland lernen hier auf hohem Niveau im Bereich des Bauingenieurwesens.
- Beim Beispiel der Sanierung des Kesselhauses wurde deutlich, wie viel persönliches Engagement zu guten Ergebnissen führt, die architektonisch ansprechend und ressourcenschonend sind. Alte Funktionalität wird in modernes Wohnen und Arbeiten mit besonderem Charme umfunktioniert und wiederbelebt.

- Zirkuläres Bauen ist m.E. kein Ansatz für Massentauglichkeit, aber – ähnlich dem saarländischen Slogan „Großes entsteht im Kleinen“ - ist es ein erster Schritt zu neuen Bautypen und einer neuen Herangehensweise. Gute und tragende Beispiele zeigen, dass es geht.

Evaluation:

Leider war die Exkursion nicht ausgebucht. Mehr Resonanz wäre seitens der Organisatoren wünschenswert gewesen.

Den anonymen Evaluationsbogen haben nur zwei Akteure ausgefüllt.

- Beide Rückmeldungen geben der Veranstaltung die Bewertung „Ausgezeichnet“.
- Besonders gut hat den Zweien folgendes gefallen:
 - „*Der Bauteile-CT war sehr eindrucksvoll und bietet regional viele Möglichkeiten, anzuknüpfen.*“
 - „*persönlicher Austausch mit Teilnehmern und Vorstellern*“
- Verbesserungswürdig wurde in einer Antwort die Anzahl der Teilnehmer genannt, was auch die Veranstalter resümieren.
- Als erwünschte Themen für eine mögliche nächste Veranstaltung wurden „*Hybride Bauformen und Technologien*“ genannt.
- Sonstige Anregungen waren:
 - „*Ein Modellhaus im Saarland, in dem man alles mal umsetzen kann.*“
 - „*Konversion: Vom Gewerbebau zur Wohnfläche- bzw. Mischnutzung*“

7.2.4 Bericht über die Abschlussveranstaltung (18. November 2025)

Am 18. November 2026 wurde in der Abschlussveranstaltung der Vorstudie Résumee gezogen und die Demonstratorkonzeption vorgestellt, die in den Wochen und Monaten seit August 2025 entwickelt wurde. Bei der Veranstaltung im SaarRondo in Saarbrücken sprachen:



Abbildung 27 Einladung zur Abschlussveranstaltung am 18.11.2025

- 15:00 Uhr: Begrüßung Dr. Christoph Kopper (VBS)
- 15:30 Uhr: Prof. Mathias Lehner: „Stadt der Zukunft“ (Zaanstad, NL)
- 16:00 Uhr: Grußwort Staatssekretärin Elena Yorgova-Ramanauskas (MWIDE)
- 16:30 Uhr: Caroline Braus: „Kreise statt Krise“ (CONCLAR Berlin)
- 17:00 Uhr: Bernhard Wern: Projektergebnisse und Ausblick (IZES gGmbH)
- 17:30 Uhr: Tilmann Jarmer: „Einfach Bauen“ (Vergleichshäuser Bad Aibling)
- 18:00 – 19:00 Uhr: Gettogether als Abschluss

Die Abschlussveranstaltung stand im Zeichen der Netzwerkarbeit ebenso wie eines Ausblicks nach vorne in Richtung der Realisierung eines zirkulär gebauten Demonstrators im Saarland.

Wichtigste Aspekte und Lessons-learnt sind:

Die Abschlussveranstaltung „CIRCULAR BUILDING“ bot einen umfassenden Einblick in aktuelle Entwicklungen und Forschungsvorhaben des zirkulären Bauens. Prof. Mathias Lehner eröffnete die Veranstaltung mit einem Vortrag zur Stadt der Zukunft, in dem er die integrative Planung urbaner Räume unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeit, Ressourceneffizienz und Klimaanpassung hervorhob. Darauf aufbauend präsentierte Dr. Tilmann Jarmer die Forschungshäuser Bad Aibling als Beispiel für einfaches, materialschonendes Bauen, das durch den Einsatz monolithischer Bauweisen und energieeffizienter Konstruktionen CO₂-Emissionen reduziert und den Lebenszyklus von Gebäuden optimiert. Caroline Braus vertiefte das Thema Zirkularität im Bauwesen, indem sie Konzepte zur Wiederverwendung von Bauprodukten vorstellt, die digitale Materialinventur, selektiven Rückbau und Vermarktung über Online-Plattformen miteinander verknüpfen, um Ressourcen zu schonen und gleichzeitig ökonomische Effizienz zu steigern. Den Abschluss bildete Bernhard Wern mit einer Darstellung der Projektergebnisse des „Circular-Building“-Vorhabens, einschließlich der Konzeption eines Demonstrator-Gebäudes im Saarland, das als praxisnahes Forschungs- und Ausbildungstool fungiert und den Wissenstransfer zwischen Forschung, Wirtschaft und Ausbildung unterstützt. Insgesamt vermittelte die Veranstaltung praxisnahe Ansätze und strategische Perspektiven für die Umsetzung zirkulärer Bauprinzipien und unterstrich die Relevanz ressourcenschonender, flexibler und emissionsarmer Bauweisen für die Bauwirtschaft der Zukunft.

- Zirkuläres Bauen ist praxisnah umsetzbar: Sowohl theoretische Konzepte (Lehner) als auch praxisnahe Demonstratoren (Jarmer, Wern) zeigen, dass modulare, demontierbare Bauweisen und der Einsatz wiederverwendbarer Materialien sowohl Ressourcen schonen als auch CO₂-Emissionen reduzieren.
- Frühzeitige digitale Planung und Materialinventur sind entscheidend: Die systematische Erfassung von Baustoffen und Bauteilen (Braus, Wern) mithilfe digitaler Tools und Twin-Modelle ermöglicht effektive Rückbau- und Wieder-verwendungsstrategien.
- Technische Innovationen fördern Materialkreisläufe: Innovative Verbindungs-techniken, reparierbare Haustechniksysteme, flexible Grundrisse und die Nutzung von Rezyklaten steigern die Effizienz und Langlebigkeit von Baumaterialien (Jarmer, Wern).
- Netzwerk und Wissensaustausch sind Schlüsselfaktoren: Vernetzung der Bauwirtschaft, Kooperation zwischen Unternehmen, Verwaltung und Forschung sowie die Etablierung von Demonstratorprojekten ermöglichen

praxisnahen Wissenstransfer und Skalierung zirkulärer Methoden (Wern, Braus).

- Fokus auf große Materialströme und regulatorische Unterstützung: Effizienzgewinne ergeben sich insbesondere bei Gebäuden mit hohem Materialaufkommen; gesetzliche Standards und Richtlinien (z. B. DIN SPEC 91484) schaffen Planungssicherheit und treiben die Implementierung zirkulärer Baupraktiken voran (Braus, Wern).

Evaluation

Zum Zeitpunkt der Fertigstellung des Endberichtes am 17. Dezember 2025 lagen vier Rückmeldung zur Evaluation der Veranstaltung am 18. November 2025 vor. Allen vierer hat die Veranstaltung „sehr gut“ gefallen.

Besonders gefallen haben

- Die „*zwei Fachvorträge*“.
- „*Die Vorstellung vom Geschäftsmodell Concular*“,
- „*Die Möglichkeiten des Modells "Einfach Bauen" vom Team Prof. Nagler*“.
- „*Das Wiederverwerten von Baumaterialien über entsprechende Plattformen*“.

Nicht gefallen hat dem Antwortenden

- „*Der Ausblick: hier haben wir noch viel Arbeit vor uns.*“ und
- „*Der Referent Lehner hat sehr viele Holzbauprojekte vorgestellt. Ja, Holz wird dort, wo es Vorteile ggü. anderen Baustoff hat eine Relevanz im Bausektor spielen. Aber es ist mir etwas zu sehr der Eindruck entstanden, dass durch den verstärkten Einsatz von Holz als Baustoff die Probleme im Bausektor gelöst werden. Das glaube ich nicht, weil Holz durch den Ausstieg aus fossilen Energie- und Werkstoffträgern immer mehr zur Mangelware wird und längst nicht das Holz zur Verfügung steht, was über als sich defossilisierende Branchen hinweg benötigt wird. Die reichen Länder werden sich schöne Holzbauten als Leuchtturm für ökologisches Bauen hinstellen, für viele Schwellen- und Entwicklungsländer wird das auf Gründen des Kaufpreises und der Verfügbarkeit nicht möglich sein, diese Umstände zeichnen sich jetzt schon ab.*“

Auf die Frage, welche Themen bei einer Fortsetzung von Circular Building in den Mittelpunkt gestellt werden sollte wurde geantwortet

- „*Die Auswirkungen auf die nachgeschalteten Gewerke. Ausblick auf die weitere Vorgehensweise.*“.
- „*A. Welche und wie viel Bereitschaft zeigt die saarländische Bauwirtschaft sich hinsichtlich zirkulärem Bauen wandeln zu wollen?*“
- „*B. Außerhalb vom Saarland gab es hinsichtlich zirkulärem Bauen tolle Projekte. Diese bestehenden Projekte aufnehmen, für das Saarland umschlüsseln und einen Weg der saarländischen Umsetzung skizzieren.*“

- „Weitere Verwertungsformen von Reststoffen, welche im Moment noch nicht wiederverwertet werden können.“

Der Antwortende wurde aber in jedem Fall bei Folgeveranstaltungen teilzunehmen und ist gerne weiterhin im Netzwerk aktiv.

Alle vier Antwortenden würden auf jeden Fall bei einer Folgeveranstaltung auch teilnehmen wollen und bitten darum, weiter im Informationsaustausch zu bleiben. Dies spricht, dass das Thema aktuell ist und die Akteure beschäftigt.

Unter sonstige Anmerkungen wurde ein Kommentar eingestellt:

- „Neben zirkulärem und energieeffizienten Bauen auch noch das Thema kostengünstiges Bauen in den Fokus nehmen, weil der Bau eines Hauses langsam aber sicher unerschwinglich wird, was man am Einbrechen der wirklichen Neubauprojekte erkennen kann. Zudem lässt die Kaufkraft im Saarland nach, ein immer teureres Bauen ist das kontraproduktiv.“

Grafic Recording

Als Ergebnis der Abschlussveranstaltung wurde durch Stefan Behrendt wieder – wie schon während der Kick-off-Veranstaltung – ein Grafic Recording angefertigt. Dabei hat er Gesprochenes und Diskutiertes aufgenommen und grafisch verarbeitet. Das Ergebnis ist in Abbildung 28 dargestellt.



Abbildung 28 Grafic Recording der Abschlussveranstaltung (Stefan Behrendt)

7.2.5 Bericht über Treffen und Austausch zur Demonstratorkonzeption

Die Demonstratorkonzeption – Kerninhalt des Kapitel 8 dieses vorliegenden Berichtes – ist ein wichtiges Ergebnis der Vorstudie, und neben Analyse und Netzwerkarbeit ein entscheidender Arbeitsinhalt.

Im Rahmen der Konzeptionsentwicklung gab es innerhalb des Projektkonsortiums und den Akteuren, die in den Prozess eingebunden wurden, etliche Treffen zur Entwicklung, des gemeinsamen Austauschs und der Vorstellung der Konzeption des Demonstrators.

- 21.08.2025: Expertenrunde der saarländischen Bau-/Baustoffbranche
Bei diesem Termin stand im Mittelpunkt, die Bedürfnisse der Bauwirtschaft kennenzulernen, zu diskutieren, was jeder Einzelne aus dem Spezialgebiet der eigenen Aufgaben an Beitrag zu zirkulärem Bau im Saarland beisteuern könnte, und wie dieses Thema und die Zukunftsaufgabe verankert werden sollte.

Im September 2025 wurden die Gesprächsinhalte und Experteninterviews ausgewertet und protokolliert. Eine Rohfassung des Demonstratorkonzepts wurde von IZES ausgearbeitet.

- 02.10.2025: Wissenschaftliche Abstimmung RPTU, htw saar, UdS
Nach der Exkursion nach Kaiserslautern Ende August 2025 kam der Wunsch auf, die wissenschaftlichen Aspekte und Forschungsideen zum Demonstrator in einem Kreis von möglicherweise zukünftig beteiligten Forschungseinrichtungen zu diskutieren. Bei diesem Termin waren Vertreter von RPTU, htw saar und UdS anwesend.

- 15.10.2025: Abstimmung mit MWIDE, AGV/ DLG
Der entwickelte Entwurf des Demonstrators wurde in einem Onlinemeeting am 15.10.2025 Vertretern des Wirtschaftsministeriums und dem Auftraggeber AGV/ DLG vorgestellt.

- 18.11.2025: Expertenrunde und Abschlussveranstaltung
Nach den verschiedenen Treffen zu der Konzeption wurde die überarbeitete und angepasste Version am 18.11.2025 vor der Abschlussveranstaltung nochmals dem Expertenkreis der Unternehmer vorgestellt. Hierbei konnten die Akteure nochmals Rückmeldung geben, die im Endbericht berücksichtigt wurde.

Bei der anschließenden Abschlussveranstaltung wurde Resümee gezogen, aber auch ein Ausblick auf Folgendes gewagt und durch externe Referenten eine Einordnung in die deutsche und europäische Diskussionslage gegeben.

- 30.11.2025: Offizielles Ende der Vorstudie zu Circular Building

Bei der Konzeptionierung des Demonstrators wurden Unternehmensvertreter ebenso befragt wie Wissenschaftsvertreter, der Auftraggeber sowie die Konsortialpartner, um ein möglichst vollständiges Bild der technischen Machbarkeit, der zukunftsweisenden Ansätze und der Innovationsaspekte zirkulären Bauens zu erhalten.

Nach Abschluss des Projektes soll es zu Jahresbeginn 2026 ein Treffen in erweiterter Runde zur Planung der Umsetzung des Demonstrators geben. Hierzu laufen aktuell Abfragen zur Beteiligung und den Interessen einzelner Akteure.

Wünschenswert wäre es das geschaffene Netzwerk fortzuführen, um die Errungenschaften der letzten Monate nicht zu verlieren. Zudem könnte sich aus dem Netzwerk eine Art Beratungsstelle etablieren, die als Ansprechpartner für alle Interessierten auftritt. Aktuell wird noch eine geeignete Struktur bzw. Format gesucht, die den Demonstratorbau und dessen Konzeption inhaltlich unterstützt und flankiert.

Den Folgeprozess wird durch die IZES gGmbH moderieren.

8 Konzeption zur Ausgestaltung einer Umsetzungsstrategie des Demonstrators

Die Demonstratorkonzeption ist integrativer Bestandteil der Vorstudie. Die gemeinschaftlich erarbeitete Projektidee ist in den folgenden Kapiteln als Konzeption ausformuliert. Diese wurde seit dem Sommer 2025 entwickelt. Hierzu gab es am 10. Juni 2025 ein internes Gespräch der Akteure de IZES gGmbH. Nachdem die unterschiedlichen Arbeitsfelder einen Vorschlag diskutiert und dem Rohentwurf zugearbeitet haben, wurde dieser mit dem AGV/DLG/VBS abgestimmt. In drei weiteren Sitzungen wurde der Entwurf mit externen Partnern geschärft:

- einem Expertenkreis aus der Wirtschaft (21.08.2025),
- einem Expertenkreis aus der Wissenschaft (02.10.2025) und
- dem MWIDE gemeinsam mit dem Auftraggeber AGV (15.10.2025).

Mit der abgestimmten Konzeption endet der laufende Auftrag zum Ende November 2025. Allerdings ist das Ziel die Überführung der Idee in einen Folgeantrag. Im Hinblick auf die Realisierung des Demonstrators soll ein entsprechender Projektantrag im kommenden Jahr formuliert werden. Die weitere Ausgestaltung orientiert sich dabei unmittelbar an den Voraussetzungen, die der jeweilige Drittmittelgeber einfordert. Mögliche Drittmittelgeber für ein solches Projekt könnten sein:

Auf EU-Ebene:

- INTERREG

Auf Bundes-Ebene:

- BMWSB: Programm „Zukunft Bau“,
weitere Förderprogramme erwartet
- BMFTR/DLR Programm Forschung für Nachhaltigkeit (FONA)
- BMU/UBA (Kreislaufwirtschaft)
- BMBF (Ressourcen)
- FNR

Auf Saarland-Ebene:

- Förderung aus dem TRAFO-Fond

Die IZES gGmbH wird im Rahmen des Rohentwurfs für den Forschungsbau eine Steuergruppe für die Realisierung vorschlagen, die mindestens aus dem Auftraggeber und den verantwortlichen Mitarbeitern im MWIDE besteht. Diese Steuerungsgruppe nimmt bereits jetzt regelmäßig an den Veranstaltungen teil und berät die Auftragnehmer. Der Vorschlag ist, dass zu Beginn des Jahres 2026 ein Treffen zum weiteren Vorgehen initiiert wird.

Aufbauend auf den Erkenntnissen aus den AP 1 und AP 2 der Vorstudie „Circular Building“ wird 2026 ein reales Gebäudekonzept im Sinne eines Demonstrators/Forschungsbau entworfen. Dabei werden u.a. die Funktion, die beinhalteten bautechnischen Ansätze, die einzusetzenden Materialien, die zu integrierenden Baugewerke, die lokale Zuordnung sowie die einzubindenden Akteure im Kontext der Herleitung eines Alleinstellungsmerkmals definiert. Dabei finden sowohl potenzielle Forschungsansätze und zukünftige Geschäftsmodelle, als auch die Einbindung in Ausbildungs- und Schulungsprogramme auf unterschiedlichen Ebenen (u.a. Handwerk, Hochschule) Berücksichtigung.

Zudem ist im Rahmen einer Antragstellung im Jahr 2026 zu prüfen, inwieweit neben der Zirkularität weitere nachhaltigkeits-relevante Aspekte der Gebäudeplanung wie z.B. Energieeffizienz, Energieerzeugung/-nutzung, wassersensible Gebäudeplanung, Biodiversität am Gebäude etc. in das Gesamtprojekt integriert werden können/ sollten, und in wieweit vor diesem Hintergrund der Akteurskreis erweitert werden müsste.

Zum Abschluss der Vorstudie wird aus den Analysen im Folgenden ein Vorschlag unterbreitet, wie das Projekt strukturiert sein könnte.

8.1 Zielsetzung

Ein Demonstrations- und Forschungsbau für zirkuläres Bauen sollte nicht nur ein Ort der Forschung sein, sondern als „offenes Haus“ für Transfer, Begegnung, Schulung und Wissensvermittlung selbst ein Demonstrator für zirkuläre Prinzipien – also ressourcenschonend, rückbaubar, flexibel und möglichst emissionsarm gestaltet sein. Die damit verbundenen konzeptionellen und technischen Restriktionen müssen deshalb die genannten Prinzipien sowohl im Bau als auch im Betrieb widerspiegeln.

Bei der Konzeption des Demonstrators wird ein hybrider Ansatz verfolgt. Der Bau soll einerseits beispielhaft zeigen, wie Gebäude der Vergangenheit heute umgenutzt, Baustoffe und Bauteile wiederverwendet und für die Zukunft fit gemacht werden können. Andererseits soll ein Gebäudeteil als Neubau entwickelt werden, welcher im Sinne des „lessons learnt“ sämtliche Facetten des zirkulären Bauens (Design for Circularity) beinhaltet. Für das Saarland wäre ein solcher Ansatz einmalig, Erfahrungen und bautechnische Ansätze gibt es in Deutschland hingegen bereits.

Der Demonstrator soll nicht nur ein Container mit Decke, Wänden und Boden sein, sondern eine Funktionalität im Sinne von „Form follows Function“ die praktischen Anforderungen und den Nutzen, z.B. als Wohn-, Versammlungs- oder Arbeitsraum, widerspiegeln. Insofern spielen nicht nur konstruktive Fragen wie z.B. die des Wandaufbaus, sondern auch funktionale Gebäudeteile wie z.B. Türen, Fenster, TGA und Innenausbau eine Rolle.

8.2 Zielgruppe und deren Bedarfe

Im Rahmen der o.g. Expertenrunden wurde die Unterstützung der Einrichtung eines Demonstrators seitens der Unternehmer sowie der wissenschaftlichen Partner abgefragt. Alle Beteiligten begrüßen im Kontext der jeweiligen Erwartungen die Idee, den zirkulären Ansatz anschaulich und erlebbar in einem Showcase darzustellen, der vielfältige Optionen der Schulung und Forschung beinhaltet.

Die Zielgruppe für den Demonstrator sind Projektträger, Bauunternehmer, Handwerk, Baustoffindustrie, Architekten, Ingenieure, Planungs- und Genehmigungsbehörden; hinsichtlich der Transferaufgabe alle Interessierten am nachhaltigen Bauen, die Hochschulen sowie die Aus- und Weiterbildungsstätten für das Handwerk. In der Umsetzung werden innovative Unternehmen aus dem Saarland und Innovationsträger aus Deutschland eingebunden werden. Die Unternehmen können in dem zu errichtenden Demonstrations- und Forschungsbau sowie „Offenen Haus“ des Wissenstransfers ihre Produkte darstellen, zeigen wie heute zirkulär gebaut wird und anhand eines exemplarischen Abrisses zeigen, wie Baumaterialen sich über die Zeit verändern und welche Chancen und Risiken sie bergen.

8.3 Analyse des Ist-Zustandes und des Umfeldes

Die Analyse des Ist-Standes im Saarland ist in den Kapiteln 3 bis 7 des vorliegenden Berichtes dokumentiert. Darin finden sich Umfeldanalysen aus dem Saarland ebenso wie die Analyse des Baubestandes und der regionalen Unternehmensschwerpunkte.

Folgende Punkte sind dabei für den Demonstrator insbesondere relevant:

- Seit Mai 2025 ist das „Materialkataster Deutschland“ des IÖR verfügbar, welches auch für das Saarland umfangreiche Informationen zur Bausubstanz vorhält. Das Materialkataster umfasst Wohn- und Nichtwohngebäude und umfasst erheblich mehr Gebäude als der Zensus von 2022. Demnach stehen laut Materialkataster im Saarland etwa 690.000 Wohn- und Nichtwohngebäude, im Zensus veröffentlicht wurden 308.000 Gebäude mit Wohnraum.
- Darüber hinaus verfügt das „Materialkataster Deutschland“ über interessante Daten zu den verbauten Materialmengen in 11 bzw. bei weiterer Detaillierung 44 Materialgruppen. Demnach sind im Saarland über alle Gebäudetypen 274 Mio. t Material verbaut.
 - Den größten Anteil des verbauten Materials macht mit 45 % oder 123 Mio. t der Beton aus. Dem folgt mit 18 % oder 50 Mio. t sonstiges Mineralisches. Kalksandsteinziegel und kalkhaltige Mörtel und Estriche sind in der Bausubstanz mit je knapp über 10 % bzw. 28 Mio. t verbaut. Ziegel (Mauerziegel und Dachziegel) haben einen Anteil von 8,8 % oder 24 Mio. t. Eisenmetalle sind zu 5 % bzw. 13 Mio. t enthalten. Holz hat

lediglich einen Anteil von 1,13 % oder 3 Mio. t an der Bausubstanz im Saarland. Kunststoffe, Bitumenhaltiges, sonstiges Nachwachsendes und Nichteisenmetalle haben je einen unbedeutenden Anteil an der Bausubstanz von etwa je 1 % oder 220.000 bis 430.000 t.

- Gemäß dem „Materialkataster Deutschland“ stehen im Saarland 691.680 Gebäude (siehe hierzu 3. Spalte in Tabelle 10). Insgesamt sind in diesen Gebäuden 274 Mio. t Material verbaut (siehe hierzu 2. Spalte in Tabelle 10). Die Tabelle stellt auch den spezifischen Materialverbrauch je Gebäudetyp dar (siehe hierzu 5. Spalte in Tabelle 10). Diese Übersicht zeigt deutlich auf, wie wichtig bei der Betrachtung der Chancen für zirkuläres Bauen der Nicht-(primäre)Wohngebäudebestand (Anstaltsgebäude, Büro- und Verwaltungsgebäude, Handelsgebäude, sonstige Nicht-Wohngebäude sowie Hotels und Gaststättengebäude) ist. Diese Gebäudetypen vereinen hohen Materialeinsatz mit häufig geringerer Nutzungszeit und damit einhergehend häufigere / regelmäßige Veränderung. Nur durch Veränderung (Umnutzung, Sanierung, Neubau) werden Teile des gebundenen Materials frei und könnten einer sekundären Nutzung zugeführt bzw. im Kreislauf gehalten werden.

Tabelle 10 Material pro Gebäudetyp (in t), Anzahl (n) und Spezifischer Materialeinsatz (t/n) (IZES-eigene Auswertung nach Materialkataster)

Gebäudetyp	Summe Material über alle Materialgruppen (in t)	Anzahl (n)	Anzahl % von Gesamt	Spez. Materialeinsatz (t/Gebäude)
Landwirtschaftliche Betriebsgebäude	4.580.910	16.533	2,39	277,08
Hotels/Gaststätten	353.904	236	0,03	1.499,59
Anstaltsgebäude	4.071.047	1.068	0,15	3.811,84
Mehrfamilienhäuser	62.923.884	75.162	10,87	837,18
Sonstige nichtlandwirtschaftliche Betriebsgebäude	22.823.364	216.374	31,28	105,48
Büro- und Verwaltungsgebäude	2.013.649	693	0,10	2.905,70
Sonstige Nichtwohngebäude	16.078.199	10.630	1,54	1.512,53
Fabrik-/Werkstattgebäude	59.257.252	118.902	17,19	498,37
Ein- und Zweifamilienhäuser	101.063.751	251.773	36,40	401,41
Handelsgebäude	831.462	309	0,04	2.690,82
Summe / Mittelwert	273.997.422	691.680	100,00	1.454,00

- Im „Klimaschutzkonzept 2024 für das Saarland“ werden in Absatz 3.4 die Besonderheiten des bestehenden Gebäudesektors beschrieben.
 - „Im Saarland ist die Flächenversiegelung im Vergleich zu anderen Flächenbundesländern besonders ausgeprägt, was sich unter anderem in einem überdurchschnittlich hohen Anteil an Wohnbaufläche niederschlägt. Aktuell werden etwa 8 % der Bodenfläche des Saarlandes für Wohnzwecke genutzt, während in Nordrhein-Westfalen rund 7 % und in den übrigen Flächenbundesländern zwischen 1,5 % und 5 % der Bodenfläche für das Wohnen beansprucht werden. Dieser hohe Anteil resultiert maßgeblich aus der spezifischen Gebäudestruktur im Saarland, in dem nahezu 90 % der rund 300.000 Wohngebäude (ohne Wohnheime) Ein- und Zweifamilienhäuser sind. Im nationalen Vergleich hat das Saarland somit die höchste Rate an Ein- und Zweifamilienhäusern. Dieser Gebäudetyp führt zu einem erhöhten

Flächenverbrauch im Saarland, der mit mehr als 55 m² Wohnfläche pro Person deutlich über dem bundesweiten Durchschnitt von etwa 47 m² liegt“.

- Neben dem Gebäudebestand ist auch in der Verkehrsinfrastruktur eine maßgebliche Menge an Baumaterial verbaut. Vom IÖR wurden auch Materialkennziffern für die Infrastruktur (siehe Kapitel 4.2. dieses Berichtes dazu) veröffentlicht. Wendet man diese Materialkennziffern auf das Saarländische Straßennetz an, so ergeben sich daraus erhebliche Materialmengen, die bereits verbaut sind.
 - Das Saarland verfügt gemäß dem Digitalen Landschaftsmodell (DLM) im Jahr 2023 über insgesamt etwas über 20.000 Kilometer Verkehrsinfrastruktur mit einer Fläche von knapp 100 Quadratkilometer Flächenversiegelung. Dieses Straßen- und Wegenetz verteilt sich auf:
 - 441 Kilometer Bundesautobahnen
 - 366 Kilometer Bundesstraßen
 - 1.527 Kilometer Landesstraßen
 - 5.642 Kilometer Kreis- und Gemeindestraßen
 - 8.620 Kilometer Wirtschaftswege und
 - 3.742 Kilometer un asphaltierte Wege
- Innerhalb der Bauabfälle werden – als Hauptfraktionen – 4 Kategorien unterschieden: Bauaushub (Boden und Steine), Bauschutt, Straßenaufbruch und Baustellenabfälle. Ein weiterer Stoffstrom mit zunehmender Relevanz sind die „Bauabfälle auf Gipsbasis“, welche aufgrund des geringen Mengenaufkommens sowie der statistisch unzureichenden Datenlage dem Bauschutt zugerechnet wurden. Seit Mai erwartet das Projektteam aktualisierte Daten des MUKMAV zu den Bauabfällen im Saarland. Sobald diese vorliegen, werden sie bearbeitet, analysiert und veröffentlicht.
- Einige Besonderheiten wurde in der Expertenrunde jedoch bereits ersichtlich:
 - Niedrige Verwertungsquote von 70 % insgesamt und 53% bei Bodenaushub: Grund ist ein Deklarationsunterschied bei DK 0 Deponien im Saarland, die Erdaushubverbringung als „Entsorgung“ deklarieren (z.B. Verfüllung von Sandgrube oder Rekultivierungsplan), in anderen Bundesländern Deutschlands wird dies nach Expertenaussagen als „stoffliche Verwertung“ deklariert.
 - Die geologische Grundlage im SL/RLP ist nicht da, um Bauaushub als Körnung für Betone zu verwenden (Vergleich zwischen dem Saarland und der Schweiz, wo Bodenaushub oftmals als Ausgangssubstanz bzw.

als mineralische Gesteinskörnung verwendet werden kann.). Die lehmigen Erdaushube unserer Breiten eignen sich dafür nicht.

- Nach Verbandsinformationen des VBS werden aktuell an 17 Stellen im Saarland Sand, Kies und Hartstein abgebaut. Rohstoffe, die aus den saarländischen Abbaufächern gewonnen werden, werden sowohl im Saarland als auch in den angrenzenden Bundesländern und europäischen Staaten eingesetzt. Hierzu sollte eine Befragung durch den AGV stattfinden, dies hat sich jedoch in der Projektlaufzeit nicht ergeben.
- Eine zu klärende Kernfrage im Rahmen der Demonstratorkonzeption liegt nach Auswertung der Analysen, die im Zwischenbericht zusammengestellt wurden, auf der Hand:

Wie kann – ausgehend von den rechtlichen Anforderungen, der Kenntnis von Planungs- und Bauprozessen sowie der Ressourcenbasis im Sinne des Urban Mining – der Bedarf an Baumaterialien nachhaltig durch den Wiedereinbau bestehender, umgenutzter oder angepasster Materialien erfolgen und welche Wechselwirkungen sind dabei zu berücksichtigen?

Hierzu ist es notwendig, dass die Marktakteure voneinander wissen und gemeinsam ein Geschäftsmodell entwickeln, um Baustoffe, Bauteile oder Bauwerke im Kreislauf zu führen.

8.4 Geplante Maßnahmen und deren Umsetzung

Der Demonstrator soll basierend auf der Marktkenntnis und den Erkenntnissen der Regionalanalyse als Forschungs- und Experimentierbau sowie als „showcase“ im Saarland verschiedene Funktionen erfüllen:

- AP 1 Wettbewerb im Bauwerksrecycling - Bereitstellung von Materialien aus einem Gebäudeabriß für eine weitere Nutzung, Bauausführungsplanung, Materialaufnahme, Abgleich mit dem Materialkataster Deutschland
- AP 2 Gebäudeteil 1 - Neubau aus den Abrissmaterialien: weitestgehende Nutzung der Materialien aus der Abrissmaßnahme, Gestaltung neuer Elemente, ausgehend von den Bauteilen und Baustoffen, die bei dem Abriss angefallen sind. Gegebenenfalls Nutzung des Bauteile-CT an der RPTU Kaiserslautern
- AP 3 Gebäudeteil 2 – Neubau mit Nutzung neuer/innovativer Baumaterialien: Einsatz neuer, in hohem Maße kreislauffähiger Materialien von Innovationsträgern in Deutschland und dem Saarland
- AP 4: Netzwerkarbeit und Wissenstransfer am „Offenen Haus“ des zirkulären Bauens; Veranstaltungsplanung und -durchführung, Forschungsgruppenvermittlung, Unternehmenspräsentationen und Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen für Handwerk, Ingenieure, Architekten gemeinsam mit den

jeweiligen Kammern (Handwerkskammer, Ingenieurskammer, Architektenkammer) und Verbänden (AGV Bau Saar, VBS)

- AP 5: Projektleitung und rechtliche Beratung

AP 1: Wettbewerb im Bauwerksrecycling

In Zusammenarbeit mit der Wirtschaft und den Forschungsbereichen „Architektur und Bauingenieurwesen“ der htw saar wird ein landesweiter Wettbewerb um einen Abrissbau (Ein- oder Mehrfamilienhaus oder auch öffentliches Gebäude) gestartet. In diesem Wettbewerb geht es darum, ein Gebäude zu finden, welches kurz vor dem Abriss steht und dessen Eigentümer bereit sind für eine wissenschaftliche Begleitung des Abrisses, mit dem Ziel, die vorhandenen Materialien zu dokumentieren, zu analysieren und in dem neu zu errichtenden Forschungs-, Demonstrations- und Ausbildungsbau wieder zu verwenden.

Die Kriterien für den Wettbewerb und das Abrissobjekt werden zu Projektbeginn gemeinsam definiert und der Wettbewerb dann über die Projektpartner, die Presse, die Handwerks-, die Architekten- sowie die Ingenieurskammer beworben. Federführend für die Begleitung des Abrisses und das Baustellenmanagement ist das Projektkonsortium unter der Federführung der IZES gGmbH.

Ziel ist es, beispielhaft zu zeigen, welche Mengen bei einem Abriss – im Vergleich zu dem „Materialkataster Deutschland“ - real anfallen und wie diese Baumaterialien und Materialien der technischen Gebäudeausstattung im Kontext des erforderlichen Aufwandes wieder in Nutzung gebracht werden können. Der kontrollierte Rückbau wird durch ein Monitoring begleitet, sortenreine Trennung, eventuell Zeitstudien zum wiedergewinnenden Abriss im Vergleich zum konventionellen Abriss. Es erfolgt eine praktische Visualisierung der zu beseitigenden und der letztendlich verwerteten Materialfraktionen im zukünftigen Showroom.

Beteiligte Projektpartner: Projekt- und Bauleitung, Wissenschaftsvertreter, Standortbeauftragter für den Demonstrator im Wissenschaftsumfeld, Architekten

AP 2: Gebäudeteil 1 - Neubau aus den zirkulär genutzten Materialien

Aus Material, das beim Abriss anfällt, entsteht etwas Neues. Es soll - so hochwertig wie möglich (z.B. auch Bauteil-Wiederverwendung, mit vorheriger Prüfung im CT der RPTU) - ein neuer Forschungsbau errichtet werden, der als Schulungs-, Trainings- und Anschauungszentrum für zirkuläre (Bau-)Wirtschaft geplant und umgesetzt wird. Bereits in der Konzeptphase soll dafür ein Wettbewerb von Studierenden der Fakultät Architektur und Bauingenieurwesen an der htw saar gemeinsam mit den Innungen des AGVs genutzt werden, um diese an den Umgang mit gebrauchten Materialien (R-Beton-Elemente mit trennbarer Dämmung, Holz-Beton-Verbundsysteme) und Bauteilen heranzuführen. Ebenso sollen – ausgehend von den Ausbildungszentren

der saarländischen Bauwirtschaft (AGV) sowie der Handwerkskammer – Handwerker, z.B. der Gewerke Massivbau, Zimmerei, Elektro und Sanitär, die Baustelle verfolgen und aktiv mitgestalten. Die Tragwerksplanung und ingenieurtechnische Planung erfolgt ebenso über die Fakultät Architektur und Bauingenieurwesen der htw saar sowie durch die RPTU - Fachgebiet Massivbau und Baukonstruktion als Projektpartner.

Der Neubau soll mit vorher festgelegter Prüftechnik ausgestattet werden, so dass während des Lebenszyklus des Gebäudes Versuche an der Gebäudehülle, der Raumtechnik sowie den Materialien erfolgen können. Hierzu wird in einem wissenschaftlichen Begleitkreis festgelegt, welche Messtechnik verwendet, welche Messaufbauten installiert und welche Messungen durchgeführt werden sollen.

Beteiligte Projektpartner: Projekt- und Bauleitung, Bauunternehmung, Wissenschafts- und Unternehmensvertreter,

AP 3 Gebäudeteil 2 – Neubau mit Nutzung neuer / innovativer Baumaterialien

Der Demonstrator ist als hybrides Gebäude geplant, welches neben der Errichtung aus Abrissmaterialien in einem 2. Gebäudeteil auch den Einsatz neuer / innovativer Baustoffe, Bauteile und Materialien vorsieht. Im Sinne des „Design for Circularity“ sollen hier Baustoffe, Bauteile und Gebäudekomponenten (z.B. der TGA) zum Einsatz kommen, welche ein hohes Maß an Kreisläufigkeit aufweisen. Folgende Beispiele können hier genannt werden:

- Hager: Recycling mit zirkulär verbauter technischer Gebäudeausstattung (TGA) (<https://hager.com/de>)
- CL-Tech: Laubholzbinder und Verbindungstechnik (<https://cltech.de>)
- Peter Groß Bau: Fertigbauteile aus RC-Material mit innovativer Verbindungstechnik
- PolyCare (<https://www.polycare.de/cleantech>) als Baustoff-Technologieentwickler und der „Franchise“-Serie SEMBLA (<https://www.sembla.de/produkt/>) evtl. in Kooperation mit einem saarländischen Baustoffunternehmen
- weitere Innovationsträger aus dem Saarland, den angrenzenden Ländern der Großregion und aus Deutschland

Das Gebäude sollte - sowohl in Teilen als auch komplett - demontierbar sein und eine Fläche von etwa 200 m² aufweisen. Der Standort ist in Bereichen mit vielfältigen Nutzungsoptionen zu lokalisieren. Das kann in der Nähe von (Aus-)Bildungseinrichtungen, aber auch im Bereich von Unternehmen, Hochschulen oder öffentlichkeitswirksamen Plätzen gewährleistet werden.

Beteiligte Projektpartner: Projekt- und Bauleitung, Bauunternehmung, Wissenschafts- und Unternehmensvertreter

AP 4: Netzwerkarbeit und Wissenstransfer am „Offenen Haus“ des zirkulären Bauens

Sobald das Gebäude und seine Funktionsräume gebaut wurden, werden vielfältige Nutzungen an und in dem Gebäude stattfinden:

a) **Transferraum**, in dem die Abriss- und Bauphase dokumentiert ist und in der präsentiert wird, welche Mengen angefallen sind, wie die Baustoffe und Bauteile aufbereitet wurden und welche Restmengen nach der Aufbereitung noch angefallen sind. Die Aufbereitung der Inhalte und Analysen soll so barrierefrei und in einfacher Sprache dargestellt werden, dass eine Vielzahl von unterschiedlichen Besuchergruppen dieses Angebot nutzen kann. Die nicht verwertbaren Reststoffe des Abrisses (u.a. Schadstoffproblematik) werden dabei z.B. in einem „gläsernen“ Container dargestellt, der Abriss mit einem Video zusammengefasst, die Materialmengen plastisch visualisiert und die Besucher damit auf eine spannende Reise mitgenommen.

Beteiligte Partner: Wissenschaft, Unternehmen und Projektleitung

b) **Forschungsraum**, in dem die Messeinrichtungen stehen, in dem die Gebäude- und Raumtechnik offengelegt wird und konkrete Forschung am Bauwerk und der Gründung erfolgen kann. Dieser Raum dient der Forschung und Entwicklung an Baustoffen, Bauteilen, der TGA und der Verbindungstechnik. Forschungsschwerpunkte sind dabei:

- Verbindungstechnik im Massivbau
- Verbindung der TGA mit Gebäudehülle
- Stoffstrommanagement von Bauwerken, Bauteilen und Baustoffen
- Modellierung, (Öko-)Bilanzierung und Gebäudepass

Die Forschungsfragen werden durch die wissenschaftlichen Projektpartner formuliert und der Einbau, die Umsetzung und die Beforschung vorbereitet, in den Projektplan des zu errichtenden Gebäudes eingebracht und die Durchführung der Forschungsarbeit wissenschaftlich geleitet.

Beteiligte Partner: Wissenschaftspartner im Lead, Unternehmen, Projektleitung

c) Optionaler **Begegnungsraum** zwischen Unternehmen, Wissenschaft und Bauherrn, in dem aktuelle, industriennahe Forschung präsentiert wird. Akteure können hier zusammenkommen und sich über das zirkuläre Bauen und das Bauen der Zukunft

austauschen. In diesem Bereich könnten auch Start-up Boxen eingeplant werden, so dass wirtschaftliche Aktivität aus dem Forschungsbau abgeleitet werden kann.

Beteiligte Partner: Kammern und Verbände im Lead, Projektleitung, Unternehmens- und Wissenschaftspartner als Akteure und / oder Multiplikatoren

AP 5: Projektleitung und rechtliche Beratung

In einem übergeordneten AP wird die koordinierende Aufgabe der Projektleitung inkl. der rechtlichen Beratungen und Genehmigungsverfahren vereint. In diesem AP liegt die Verantwortung über die Gesamtkonzeption und die regelkonforme Durchführung des Projektes.

Dieses AP wird von der IZES gGmbH geleitet mit Unterstützung durch kompetente Bauexpertise eines Bauunternehmens und einer rechtlichen Beratungsstelle.

Beteiligte Partner: Alle Projektpartner, Lead bei Projektleitung, Steuergruppe des Projektes

8.5 Projektkonsortium und -beteiligung

Vorschlag zum operativen und strategischen Projektkonsortium und -beteiligung

- **Projektleitung:** IZES gGmbH
- **Konsortialpartner:**
 - AGV mit dem DLG
 - htw Saar mit der Fakultät Architektur und Bauingenieurwesen
 - UdS mit den Forschungsbereichen Materialwissenschaft und Werkstofftechnik
 - RPTU mit dem Forschungsbereich Fachgebiet Massivbau und Baukonstruktion
- **Strategische Partner:**
 - Stadt Saarbrücken
 - GIU
 - Bauleitung durch Saarländischen Akteur (Ausschreibung)
 - Unternehmensvertreter aus dem Saarland, Großregion und Deutschland
 - Handwerkskammer
 - Ingenieurskammer
 - Architektenkammer

8.6 Ressourcenplanung (Personal, Finanzen, Zeit)

Beginn des Projektes: Sommer / Herbst 2026 bis Sommer / Herbst 2029 (3 Jahre)

AP 1: Wettbewerb im Bauwerksrecycling

- Definition der Kriterien
- Formulierung eines Kriterienkataloges
- Laufzeit: 7 -11 Monate
- Finanzen (abhängig von der Größe des Abrissobjektes):
 - Wettbewerbspreis an Eigentümer 20.000 Euro
 - Kosten für Abrissbegleitung 200.000 Euro
 - Management von Baustoffmengen 100.000 Euro
 - Lagerung und Konditionierung des Abrissmaterials 30.000 Euro
 - Wissenschaftliche und baupraktische Begleitung 120.000 Euro
 - GESAMT 470.000 Euro

Die Kostenschätzungen umfassen Personal- und Sachkosten, netto.

AP 2 und 3: Neubau eines Forschungs- und Begegnungsraumes

- Vorlauf: Rechtliche Fragestellungen zum Eigentum und der Bauleitung werden geklärt, ebenso wie die Genehmigungsfragen (Zulassung im Einzelfall über MIBS)
- Laufzeit des Abrisswettbewerbs wird genutzt, um das Pflichtenheft für den Neubau des Forschungsraumes zu erstellen
- Definition des Raumkonzeptes mit dem Dreiklang: Dokumentation, Forschung, Begegnung / Netzwerk
- Definition der Forschungsfragen und deren Messbarkeit
- Integration der Dokumentation und Ausstellung
- Raum für Begegnung und Wissensaustausch
- Laufzeit: 18 Monate
 - Neubau von 200 m² mit Baukosten von 3.500 Euro/m² 700.000 Euro
[Zusatzkosten abweichend von herkömmlicher Bauweise]
 - Baunebenkosten von 20 % (Grunderwerb, Notar,...) 84.000 Euro
 - Wissenschaftliche Expertise und Beratung 200.000 Euro
 - GESAMT 984.000 Euro

Die Kostenschätzungen umfassen Personal- und Sachkosten, netto.

AP 4: Netzwerkarbeit und Wissenstransfer

- Veranstaltungs- und Nutzungskonzept für den Neubau sowie Nutzungskonzept zur Weiternutzung nach Projektende wird federführend von einem Konsortialpartner unter Mitwirkung der IZES gGmbH erstellt,
- Unternehmensnetzwerk aktiv einbinden in die Bau- und Errichtungsphase, ebenso wie in die Nutzungsphase (z.B. durch Vermietung)
- Einbindung des Forschungsbaus in die Forschung und Lehre – sowohl der beteiligten Hochschulen als auch beim Ausbildungszentrum der saarländischen Bauwirtschaft sowie den Kammern
- Unternehmensbeteiligung bei wechselnden Ausstellungen, z.B. zur TGA-Integration, zu Wandaufbauten, zur Energieeffizienz
- Laufzeit: laufende Aufgabe, Beginn mit dem Abriss (2026) und dem Neubau (2027);
- 1/2 Personalstelle beim AGV, Unterstützung durch die Projektpartner
- Personalstelle AGV (jährlich – 70.000 Euro x 3) 210.000 Euro
- Netzwerkbildung (4 Veranstaltungen pro Jahr) 25.000 Euro
- Veranstaltungs- und Nutzungskonzept (Ausstellungen) 60.000 Euro
- Weiternutzungskonzept nach Projektende 20.000 Euro
- Einbindung der Hochschulen und Ausbildungszentrum 80.000 Euro
- **GESAMT 395.000 Euro**

Die Kostenschätzungen umfassen Personal- und Sachkosten, netto.

AP 5: Projektleitung, rechtliche Beratung und Genehmigungsverfahren

- Laufzeit: laufender Prozess, der mit Projektbeginn startet und mit Abgabe des Projektberichtes endet,
- 1 Personalstelle IZES, Unterauftragnehmer für rechtliche Beratung und Genehmigung
- Projektleitung (1 Person IZES, jährlich 140.000 Euro) 420.000 Euro
- Rechtliche Beratung (jährlich etwa 40.000 Euro) 120.000 Euro
- Genehmigung 25.000 Euro
- **GESAMT 565.000 Euro**

Die Kostenschätzungen umfassen Personal- und Sachkosten, netto.

Gesamtkosten des Projektes bei einer Laufzeit von 3 Jahren betragen:

2.414.000 Euro oder 804.666 Euro pro Jahr.

8.7 Evaluation der Ergebnisse

Das Projekt wird laufend evaluiert. Hierzu wird jeder Schritt innerhalb der APs umfassend dokumentiert und mit wissenschaftlichen Methoden untermauert. Die Verantwortung der Evaluation wird von der Projektleitung der IZES gGmbH koordiniert und durchgeführt. Zu Beginn des Projektes wird ein Begleitkreis initiiert, der die Inhalte, den Zeitplan und das Evaluationskonzept auf den erbrachten Vorschlag der Projektleitung hin abstimmt.

Die Evaluation dieses Forschungsprojekts basiert auf der systematischen, kriteriengeleiteten Bewertung der Erreichung von Zielen, der Effizienz und der Nachhaltigkeit des Projekts. Dabei werden relevante Informationen (z.B. Materialanalysen, technische Performance, Funktionalität, Nachhaltigkeitsaspekte, etc.) zusätzlich durch den Einsatz von Methoden der Sozialforschung (wie Befragungen, Beobachtungen, Monitoring) erhoben und analysiert, um ein nachvollziehbares Urteil über das Projekt zu ermöglichen. Wichtige Aspekte sind die Zielerreichung, die Effektivität, die Prozesse und die nachhaltigen Strukturen, die geschaffen wurden.

1. Zielsetzung: Klärung darüber, welche Aspekte des Projekts evaluiert werden sollen (z. B. Bauwerkserrichtung, Effizienz, Nachhaltigkeit).
2. Methodenwahl: Auswahl geeigneter Methoden, die zur Beantwortung der Evaluationsfragen passen, wie zu erhebende Parameter, Befragungen, Beobachtungen, Dokumentenanalyse oder Monitoring.
3. Datenerhebung: Systematische Erfassung der Daten mit den gewählten Methoden.
4. Datenanalyse: Auswertung der erhobenen Daten, um Erfolge und Herausforderungen zu identifizieren.
5. Berichterstattung: Dokumentation der Ergebnisse, des Vorgehens und der Schlussfolgerungen, um Transparenz und Nachvollziehbarkeit zu gewährleisten.
6. Entscheidungsfindung: Nutzung der Evaluationsergebnisse für die Optimierung des Projekts, die Anpassung von Förderprogrammen oder die Schaffung zukünftiger Strukturen.

8.8 Vorschläge für zentrale technische Modalitäten

Die technischen Modalitäten müssen die Anforderungen an die Zirkularität sowohl im Bau als auch im Betrieb widerspiegeln. Im Folgenden sind zentrale technische Modalitäten, die ein Forschungsbau enthalten sollte, zusammengestellt. Diese technischen Modalitäten sollten für den Demonstrator Teil der Ausschreibung und der

Beschreibung im Pflichtenheft sein, welches jedoch an den jeweiligen Fördermittelgeber angepasst werden muss. Die Ausschreibungskomponenten werden mit den Forschungspartnern und unter den Projektpartnern abgestimmt, bevor diese veröffentlicht werden.

8.8.1 Konstruktion & Materialien

- Modulare Bauweise: Trennbare und wiederverwendbare Module zur einfachen Anpassung, Erweiterung oder Rückbau
- Materialauswahl: Vorrangige Nutzung von Sekundärrohstoffen, jedoch systematische Einschätzung von Primär- und Sekundärrohstoffen unter ganzheitlicher Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten (z.B. Recyclingfähigkeit, Verfügbarkeit, Energieeffizienz/THG-Bilanz, Herstellbarkeit, Langlebigkeit, ökonomische Aspekte, Schadstoffe, etc.)
- Verbindungstechnik: Für eine sortenreine Demontage und Wiederverwertung (Schraub- statt Klebeverbindungen)
- Materialpässe (z. B. Madaster): Digitale Erfassung aller eingesetzten Materialien inkl. Herkunft, Lebensdauer, Recyclingfähigkeit
- Rezyklate & Sekundärmaterialien: Einsatz von Baustoffen und Bauteilen aus dem Rückbau (z. B. RC-Beton, wiederverwendetes Holz, Bauteilbörsen)
- Low-Tech-Ansätze: Weniger komplexe Technik, dafür langlebige, wartungsarme Systeme – für einfache Instandhaltung und spätere Nutzung.

8.8.2 Gebäudetechnik (TGA)

- Demontierbare Haustechniksysteme mit hohem Rezyklateinsatz: Lüftung, Heizung, Sanitär, Elektro auf einfache Rückbaubarkeit ausgelegt
- Dezentrale Systeme: Z. B. Split-Klimageräte, Plug-and-Play-Heizmodule oder dezentrale Lüftung zur Flexibilisierung
- Energieautarkie / -effizienz:
- Integrative Elemente der regenerativen Energieversorgung (z.B. Gebäude-integrierte PV-Anlagen mit speicherfähigen Systemen)
- Effiziente Gebäudehülle mit natürlicher Lüftung
- Niedrigtemperaturheizsysteme (z. B. Wand- oder Fußbodenheizung mit Wärmepumpe)
- Smart-Building-Technologie: Für Messung, Steuerung und Optimierung von Ressourcenverbräuchen – z. B. IoT-basierte Energiemonitoring-Systeme.
- Ressourcensparende Sanitäreinrichtungen

8.8.3 Flexibilität & Nutzung

- Grundsätzliche Demontierbarkeit der Komponenten als Option zur Einbindung (material-)technischer Weiterentwicklungen sowie als Anschauungsobjekt
- Nutzungsneutrale Grundrisse: Räume, die sich ohne strukturelle Eingriffe für verschiedene Funktionen anpassen lassen (Labor, Büro, Seminarraum etc.)
- Flexible Trennwände / Hüllsysteme: Leicht anpassbare Raumgliederungen mit temporären oder mobilen Trennsystemen
- Zugang für Forschung & Monitoring
- Sensorik zur Langzeitüberwachung von Materialverhalten, Energieverbrauch, Raumklima
- Revisionsöffnungen und Sichtfenster für Forschung am Bauteil

8.8.4 Dokumentation & Bildung

- Offene Dokumentation der Bauweise (Open Source): CAD-Pläne, Materiallisten, Energieausweise – für andere Institutionen zur Nachahmung
- Digitale Zwillinge: Für Simulation, Monitoring und Lifecycle-Analysen
- Didaktische Elemente: Integrierte „Lehrpfade“ im Gebäude (z. B. sichtbar gemachte Konstruktionen, Infotafeln, Apps zur Interaktion)

8.8.5 Rückbau- und Wiederverwendungskonzepte

- Design for Disassembly (DfD): Bauteile sind von Anfang an für Trennung und Wiedernutzung geplant
- Reparaturfreundlichkeit: Austauschbare Komponenten, einfache Zugänglichkeit der Technik
- Rückbaulager / Kreislauf-Testlabor: Eigene Infrastruktur zur Erprobung von Rückbau- und Wiederverwertungsszenarien

8.8.6 Regenerative Materialien & Prozesse

- Biobasierte Baustoffe: Lehm, Hanf, Holz, Myzelium etc.
- Cradle-to-Cradle-zertifizierte Produkte: Materialkreisläufe von Anfang an definiert
- Lokal verfügbare Rohstoffe: Minimierung von Transportemissionen und Förderung regionaler Wirtschaftskreisläufe

8.8.7 Ökonomische Gesamtbetrachtung

- Gesamtbetrachtung der Kosten und Vergleich zu Business as usual (Definition)

- Skaleneffekte für gängige Baueinheiten (Wohnbebauung, Büroeinheiten)
- Definition einer Kostenstruktur, die ohne Förderung auskommt

8.8.8 Zusatz: Governance & Betrieb

- Zirkuläre Betriebsführung: Mülltrennung, Wiederverwendung, Leasingmodelle statt Kauf (z. B. für Möbel)
- Anreizsysteme für Forschungsteams: Nutzung kreislauffähiger Prinzipien im täglichen Betrieb

8.8.9 Zusatz „Sortieren, Verwerten“: Geschäftsmodelle für Unternehmen

- Welche neuen Geschäftsmodelle gibt es, um realistische und tragfähige Zukunftsperspektiven für die Baustoffindustrie zu entwickeln?
- Gibt es funktionierende Beispiele aus anderen Bundesländern oder anderen Ländern?
- Wo und wie können Unternehmen konkret ansetzen, um den Weg zu beschreiten?
- Gibt es Marktlücken oder Mangellagen, wo man schon konkret ansetzen könnte? Wo gibt es bereits jetzt eine Konkurrenz um die Rohstoffe?
- Entwicklung einer Konzeption für ein Rücknahmemodell von Baustoffen, Bauteilen und TGA (Rücknahmeverpflichtung, Verankerung der Nachhaltigkeit in die Produktentwicklung)

8.9 Zeitplan und Ausblick

Die Vorgespräche zu der Umsetzung des Demonstrators wurden im Rahmen der Vorstudie mit den Unternehmensvertretern, den Wissenschaftsvertretern, den Vertretern des federführenden Ministeriums und bei den Veranstaltungen auch einer breiteren Stakeholdergruppe vorgestellt.

Nach Abschluss der Vorstudie im November 2025 soll es im Januar / Februar 2026 ein weiteres Treffen Interessierter Vertreter aus Unternehmen, Wissenschaft und Politik geben, um auszuloten, ob und wo ein Antrag auf die Errichtung eines Demonstrators zum Thema „Circular Building“ zur Förderung im Saarland eingereicht werden könnte.

Hierzu wird nach Abschluss der Vorstudie eine Terminanfrage und ein Formular für eine Absichtserklärung zur Mitwirkung seitens IZES versendet. Sobald ein Termin gefunden wurde und sich ausreichend Akteure für das Vorhaben ausgesprochen haben, wird gemeinsam der Weg der konkreten Projektierung aufgenommen. Die Konzeption des Demonstrators dient dabei als Grundlage und wird entsprechend den

Anforderungen des Drittmittelgebers bzw. des Förderprogrammes angepasst. Dabei soll jedoch bei aller Flexibilität im Detail die Vision und Vorstellung der Gesamtlösung nicht im Kern verändert werden. Beispielsweise sollte aus dem Demonstrator für zirkuläres Bauen kein Bau zur alleinigen Anwendung von Energieeffizienzmaßnahmen entstehen. Es gilt im Kern den Anspruch auf zirkuläres Bauen und Erkenntnisfortschritt in diesem Bereich zu wahren.

9 Fazit und Ausblick

Ziel der Vorstudie war es, die Aufmerksamkeit auf neue, komplexe Themen, wie das zirkuläre Bauen in einem etablierten Umfeld und in Zeiten kriselnder Wirtschaft zu lenken. Die vorliegende Dokumentation gibt einen Überblick über die Netzwerkarbeit und die inhaltliche Arbeit des Projektes. In Bezug auf das zirkuläre Bauen wurde ein gemeinsames Verständnis zwischen Wirtschaft, Forschung und Politikvertretern im Saarland und dem angrenzenden Rheinland-Pfalz entwickelt, ein konstruktiver Austausch zwischen den Akteuren gefördert und neue Perspektiven erarbeitet. In einer auf den Seiten des IZES und des AGV Bau veröffentlichten Vorstudie werden Perspektiven für Unternehmen im Saarland aufgezeigt. Die Notwendigkeit für einen Wandel im Handeln ergibt sich aus immer stärker spürbaren Folgen des Klimawandels und dem beträchtlichen CO₂-Fußabdruck der Baubranche.

Zu Beginn der Vorstudie stand die Idee der zirkulären Bauwirtschaft und viele Fragen bzgl. des Status Quo und des künftigen Potenzials. Es wurde daher im ersten Halbjahr der Stand der Technik und Wissenschaft eruiert, um das Thema zirkuläre Bauwirtschaft für die Akteure vor Ort greifbarer zu machen. Dabei wurde auf der Ebene der Baustoffe, Bauteile und Bauwerke eine Analyse über die Möglichkeiten durchgeführt, aber auch über die saarländischen Stoffströme berichtet.

Neben der Recherche- und Dokumentationstätigkeit war der Wissenstransfer ein wichtiger und entscheidender Aspekt der Vorstudie. Den Unternehmen, aber auch den Wissenschaftsvertreter und der Politik ebenso wie dem Handwerk und Planern wurden Informationen zu zirkulärem Bauen aufbereitet und vorgestellt. Es wurde ein breites Spektrum an Veranstaltungen angeboten, mit dem knapp 190 Akteure in den 10 Monaten erreicht wurden.

Die Vorstudie enthält dabei Informationen über die politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen, Konzepte für zirkuläres Baues, eine Analyse der saarländischen Ausgangssituation, bauseitige Handlungsansätze sowie eine Dokumentation über die Vernetzungsaktivitäten und die Demonstratorkonzeption.

Entscheidend sind die (Denk-)Anstöße, die zwischen Entscheidungsträgern, Wissenschaft und politischen Vertretern ausgetauscht wurden und die hoffentlich in ein Folgeprojekt münden, in dem die Ideen umgesetzt werden, damit das Abstraktionsniveau weiter sinkt und Innovationsvorteile für die Branche generiert werden.

Ziel der Vorstudie ist daneben, die Demonstratorkonzeption in ein Projekt zu überführen. Hierzu wurden entscheidende Vorarbeiten gemacht und formuliert, sowie erste Gespräche mit interessierten Beteiligten geführt. Eine wichtige Erkenntnis aus dem Prozess ist, dass vielmals die Detailforschungen an Produkten bereits erfolgte, der innovative Ansatz jedoch das Zusammendenken einer Vielzahl von Ansätzen ist, um im Ergebnis besser zu werden und mit verbesserter CO₂-Bilanz zu bauen. Bisherige Ansätze und Pilotprojekte in Deutschland haben vielfach einen Bezug auf

erweiterte Tiny-House Anwendungen und fokussieren den Einsatz von demontierbarem Holzrahmenbau oder den Einsatz von recyceltem Beton. Der saarländische Demonstrator zum zirkulären Bauen, um den sich das Projektteam vom IZES ab 2026 in enger Abstimmung und Kooperation mit interessierten Wirtschaftsvertretern bemühen wird, soll jedoch ein ganzheitliches Pilotprojekt werden, welches die Aspekte Rückbau, Design for Circularity, Modularität, Leichtbau, TGA, hybride Bauweise, Steigerung der Materialeffizienz und insgesamt die Schließung diverser Stoffkreisläufe an einem Praxisbeispiel berücksichtigen wird. Dies hat zum entscheidenden Ziel, die Baustoffe und Bauteile im Kreislauf zu führen, Bauwerke einer veränderten Nutzung zuzuführen, Ressourcen einzusparen, zukunftsfähig zu bauen und letztlich den CO₂-Fußabdruck des Bausektors zu reduzieren. Dabei müssen die Kosten und baupraktische Fragen mitgedacht werden.

Innovationsoffene Unternehmen im Saarland sind gut aufgestellt, das Projektteam aus AGV Bau Saar/ VBS und IZES hat viele Akteure angesprochen und gedanklich abgeholt, um sich gemeinsam auf den Weg zu zukunftsfähigem Bauen zu machen. Die Unternehmen sind gut gerüstet, neue Impulse müssen jedoch auch wirtschaftlich und bezahlbar sein. Dies ist die große Herausforderung. Im Rahmen des Demonstrators sollen dabei die noch notwendige öffentliche Unterstützung eruiert und vielversprechende Konzepte für derzeit nicht wirtschaftlich darstellbare Lösungen entwickelt werden. Neue Märkte und wirtschaftliche Entwicklungschancen kann es nur mit regionalen Kompetenzen der Wirtschaft geben. Daher ist die Notwendigkeit eines klaren Bekenntnisses zur Kreislaufwirtschaft im Bausektor aus Sicht der Studie sehr wichtig. Der Forschungsdemonstrator an einem saarländischen Standort als „offenes Haus“ einer innovationsoffenen Bauwirtschaft soll genau diese Funktion für die Unternehmen im Saarland haben: ein Innovations- HUB der Bauwirtschaft. Dieser Innovation HUB soll begleitet werden von einem aktiven Netzwerk und unterstützt werden durch ein politisches Bündnis, welches im Saarland im Entstehen ist.



Abbildung 29 Grafik zu zirkulärem Bauen

10 Literaturverzeichnis

- [1] D. Berberich, D. Meßmann und M. Tresser, „Zirkuläres Bauen erfolgreich umsetzen Ein praxisnaher Leitfaden für Entscheidungstragende Bauverantwortliche und Planende,“ LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, Karlsruhe, 2024.
- [2] E. Kommission, Ein neuer Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft, Brüssel: Europäische Kommission , 2020.
- [3] E. Kommission, Abfallrahmenrichtlinie (2008/98/EG), Brüssel : Europäische Kommission, 2008.
- [4] E. Kommission, Verordnung (EU) 2024/1781, Brüssel: Europäische Kommission, 2024.
- [5] E. Kommission, Verordnung (EG) Nr. 1907/2006, Brüssel : Europäische Kommission, 2006.
- [6] N. u. n. S. Bundesministerium für Umwelt, Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG), Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit , 2019.
- [7] N. u. n. S. Bundesministerium für Umwelt, Kreislaufwirtschaftsgesetz - KrWG, Berlin : Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, 2012.
- [8] N. u. n. S. Bundesministerium für Umwelt, Ersatzbaustoffverordnung - ErsatzbaustoffV), Berlin : Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, 2023.
- [9] N. u. n. S. Bundesministerium für Umwelt, Gewerbeabfallverordnung - GewAbfV, Berlin : Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, 2017.
- [10] DIN SPEC 91484:2023-09, 2023.
- [11] Landesbauordnung Saarland, 2023.

- [12] Saarländisches Klimaschutzgesetz - SKSG, Saarland, 2023.
- [13] IZES gGmbH, Klimaschutzkonzept für das Saarland, Saarbrücken: Saarländische Landesregierung, 2024.
- [14] Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg, Gutachten zur Stärkung der Abfallvermeidung im Saarland, Heidelberg: ifeu, 2019.
- [15] R. Schinke, J. Hennersdorf, K. Gruhler, U. Grießbach und G. Schiller, „Material Cadastre of Buildings in Germany 2022 (matcad2022, adm2022)“, <https://doi.org/10.71830/V2STEU>, ioerDATA, V1., 2025.
- [16] S. A. d. Saarlandes, *Kurzbericht - Überblick über die Bevölkerungsentwicklung im Saarland von 1816 bis 1954*, 1955.
- [17] S. Landesamt, „Fortgeschriebener Bevölkerungsstand am Jahresende 1926 bis 2023,“ https://www.saarland.de/stat/DE/_downloads/aktuelleTabellen/GebieteUndBev%C3%B6lkerung/Tabelle_Fortgeschriebener_Bev%C3%B6lkerungsstand_seit_1926.pdf?__blob=publicationFile&v=10, 21.05.2025.
- [18] C. Dorn, *Datenextrakt aus dem Forschungsvorhaben LoLaRE - Long-Lasting Real Estate gefördert durch Zukunft Bau, eine Förderinitiative des BBSR*, Az. 10.08.18.7-22.16, Dresden: Institut für Baubetriebswesen, Technische Universität Dresden, 2025.
- [19] K. Bau, „Monitoringbericht 2022,“ 2024.
- [20] U. Saarland, „Siedlungsabfallbilanz,“ <https://www.saarland.de/mukmav/DE/portale/abfall/informationen/plaeneundbilanzen/abfallbilanzen>, 2020.
- [21] A. Wieland, Interviewee, *Referatsleiter E/1*. [Interview]. 29.04.2025.
- [22] V. Saar, „vbs-saar.de, Abruf: 30.04.2025,“ 2025.
- [23] C. G. Open AI, 2025.

- [24] A. D. IZES eigene Darstellung auf Basis der Daten von VBS, 2025.
- [25] „DINMedia,“ 2025. [Online]. Available: <https://www.dinmedia.de>.
- [26] „<https://www.altbauatlas.de>,“ [Online].
- [27] BBSR, Gebäudebestand in Deutschland – Baualtersklassen und technische Ausstattung. BBSR-Bericht, 2023.
- [28] S. Albarado Zurita und M. Schaubt, NACHHALTIGKEIT & ZIRKULARITÄT IM BAUWESEN, Birkenfeld: Hochschule Trier – Umwelt-Campus Birkenfeld, 2022.
- [29] M. Samida, EIN ZENTRUM FÜR DIE, Wien: TU-Wien, 2024.
- [30] N. Knehs, Sanierung von Gründerzeithäusern mit dem Ziel der Dekarbonisierung, 2024.
- [31] N. Vellios, Hürden und Herausforderungen für das Bauen, München, 2025.
- [32] T. Dücker, Eigentümerstruktur und Unternehmenssteuerung in wirtschaftlichen Krisenzeiten, SpringerGabler, 2020.
- [33] K. H. Carl-Alexander Graubner, Nachhaltigkeit im Bauwesen, Ernst & Sohn, 2003.
- [34] T. V. Sosna und E. Jnukiwitsch, Bauwesen, BNTU, 2009.
- [35] Koch und Scheider, Flächenrecycling durch kontrollierten Rückbau, Springer , 1997.
- [36] N. Kummer, Basics Mauerwerk, Birkhäuser, 2017.
- [37] A. Raupach, E. Riks und J. Spruth, Klimafreundlich bauen und sanieren, Verbraucherzentrale, 2023.
- [38] I. Lochner-Aldinger, 2. Fachkongress Konstruktiver Ingenieurbau 2024: Entwurf und Planung nachhaltiger Bestands- und Neubauten, Expert, 2024.

- [39] B. Krist, Konstruktionsregeln für die Kreislauffähigkeit von modularen Bausystemen im Hochbau, Wien: TU Wien, 2019.
- [40] C. Gengnagel und C. Henschel, Handbuch zur Wiederverwendung von Stahlbetonelementen, Universität der Künste Berlin, 2024.
- [41] [Online]. Available: <https://beton-technik.ch/services/klebearmierungen/>.
- [42] M. Fischer, Steineisendecken im Deutschen Reich 1892-1925, BTU Cottbus, 2009.
- [43] baukobox.de. [Online]. Available: <https://baukobox.de/wissen/307-blindboden>.
- [44] dachverband-lehm. [Online]. Available: <https://www.dachverband-lehm.de/lehmbau/techniken-decken-und-dach>.
- [45] [Online]. Available: <https://www.dachverband-lehm.de/lehmbau/techniken-decken-und-dach>.
- [46] S. M. Jäger, Vergleich tragender, stabförmiger faserparallel geklebter Bauprodukte aus Laubholz, Nadelholz und als Hybrid, HTWK Leipzig, 2022.
- [47] K. Wilbert-Götz, Flächenrecycling durch kontrollierten Rückbau, Springer , 1997.
- [48] W. H. F. Z. Anton Pech, Flachdach, Birkhäuser, 2021.
- [49] K. Lißner und W. Rug, Holzbausanierung beim Bauen im Bestand, Springer, 2018.
- [50] A. Pech, K. Hollinsky und F. Zach, Steildach, Birkhäuser, 2015.
- [51] [Online]. Available: <https://www.koenig-loehne.de/>.
- [52] [Online]. Available: <https://www.hts-industriebau.de/de/bodenplattensystem>.

- [53] UMSICHT, Chemisches Recycling – Status, Potentiale und Herausforderungen, Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik, 2021.
- [54] I. A. Institute, Global Aluminium Recycling: A Conerstone of Circular Economy, 2022.
- [55] Fraunhofer ISI, Die Rolle von Wasserstoff für eine klimaneutrale Stahlindustrie, 2021.
- [56] Umwelt Bundesamt, Chancen und Grenzen des Recyclings im Kontext der Circular Economy, Umwelt Bundesamt, 2023.
- [57] „umweltbundesamt.de,“ [Online]. Available: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_47-2022_kartierung_des_anthropogenen_lagers_iii.pdf.
- [118] [Online]. Available: <https://de.wikipedia.org/wiki/Holzbalkendecke#/media/Datei:Plafond.medieval.png>.
- [128] WWF Deutschland, „Eine umfassende Circular Economy für Deutschland 2045,“ 2023.

11 Anhang 1

Tabelle 11 Leistungsbild der Objektplanung nach HOAI

Leistungsphase (Aufbau)	HOAI	Inhalt
LP 1 Grundlagenermittlung		Sammeln von Informationen, Klärung der Aufgabenstellung, Standortanalyse, erste Beratung mit dem Bauherrn.
LP 2 Vorplanung		Erarbeiten von ersten Planungskonzepten, Kostenschätzung, Untersuchung von Varianten, Abstimmung mit Behörden.
LP 3 Entwurfsplanung		Ausarbeitung des planerischen Konzepts, Entwicklung der Architektur, technische und gestalterische Variantenprüfung, Kostenberechnung.
LP 4 Genehmigungsplanung		Erstellung und Zusammenstellung aller notwendigen Unterlagen für die Baugenehmigung, Einreichung bei Behörden.
LP 5 Ausführungsplanung		Detaillierte technische Planung mit Maßangaben, Materialien und Ausführungsdetails für die Bauausführung.
LP 6 Vorbereitung der Vergabe		Erstellen von Leistungsverzeichnissen und Mengenberechnungen, Vorbereitung von Ausschreibungsunterlagen.
LP 7 Mitwirkung bei der Vergabe		Einholen, Prüfen und Vergleichen von Angeboten, Mitwirkung bei der Auftragserteilung an Firmen.
LP 8 Objektüberwachung		Überwachung der Bauausführung auf Übereinstimmung mit Planung, Qualität, Kosten und Terminen; Koordination der Bauprozesse.
LP 9 Objektbetreuung und Dokumentation		Betreuung nach Fertigstellung, Überwachung der Mängelbeseitigung, Wartungsempfehlungen, Projektanalyse und Dokumentation.

HOAI-Leistungsbild Gebäude und Innenräume

Nach HOAI 2021, Anlage 10 (zu § 34 Absatz 4, § 35 Absatz 7)
 Grundleistungen im Leistungsbild Gebäude und Innenräume, besondere Leistungen, Objektlisten

Grundleistungen	Besondere Leistungen
LPH 1 Grundlagenermittlung	
a) Klären der Aufgabenstellung auf Grundlage der Vorgaben oder der Bedarfsplanung des Auftraggebers b) Ortsbesichtigung c) Beraten zum gesamten Leistungs- und Untersuchungsbedarf d) Formulieren der Entscheidungshilfen für die Auswahl anderer an der Planung fachlich Beteiligter e) Zusammenfassen, Erläutern und Dokumentieren der Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> – Bedarfsplanung – Bedarfsermittlung – Aufstellen eines Funktionsprogramms – Aufstellen eines Raumprogramms – Standortanalyse – Mitwirken bei Grundstücks- und Objektauswahl, -beschaffung und -übertragung – Beschaffen von Unterlagen, die für das Vorhaben erheblich sind – Bestandsaufnahme – technische Substanzerkundung – Betriebsplanung – Prüfen der Umwelterheblichkeit – Prüfen der Umweltverträglichkeit – Machbarkeitsstudie – Wirtschaftlichkeitsuntersuchung – Projektstrukturplanung – Zusammenstellen der Anforderungen aus Zertifizierungssystemen – Verfahrensbetreuung, Mitwirken bei der Vergabe von Planungs- und Gutachterleistungen
LPH 2 Vorplanung (Projekt- und Planungsvorbereitung)	
a) Analysieren der Grundlagen, Abstimmen der Leistungen mit den fachlich an der Planung Beteiligten b) Abstimmen der Zielvorstellungen, Hinweisen auf Zielkonflikte c) Erarbeiten der Vorplanung, Untersuchen, Darstellen und Bewerten von Varianten nach gleichen Anforderungen, Zeichnungen im Maßstab nach Art und Größe des Objekts	<ul style="list-style-type: none"> – Aufstellen eines Katalogs für die Planung und Abwicklung der Programmziele – Untersuchen alternativer Lösungsansätze nach verschiedenen Anforderungen einschließlich Kostenbewertung – Beachten der Anforderungen des vereinbarten Zertifizierungssystems – Durchführen des Zertifizierungssystems – Ergänzen der Vorplanungsunterlagen auf Grund besonderer Anforderungen – Aufstellen eines Finanzierungsplanes

Grundleistungen	Besondere Leistungen
<p>d) Klären und Erläutern der wesentlichen Zusammenhänge, Vorgaben und Bedingungen (zum Beispiel städtebauliche, gestalterische, funktionale, technische, wirtschaftliche, ökologische, bauphysikalische, energiewirtschaftliche, soziale, öffentlich-rechtliche)</p> <p>e) Bereitstellen der Arbeitsergebnisse als Grundlage für die anderen an der Planung fachlich Beteiligten sowie Koordination und Integration von deren Leistungen</p> <p>f) Vorverhandlungen über die Genehmigungsfähigkeit</p> <p>g) Kostenschätzung nach DIN 276, Vergleich mit den finanziellen Rahmenbedingungen</p> <p>h) Erstellen eines Terminplans mit den wesentlichen Vorgängen des Planungs- und Bauablaufs</p> <p>i) Zusammenfassen, Erläutern und Dokumentieren der Ergebnisse</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Mitwirken bei der Kredit- und Fördermittelbeschaffung – Durchführen von Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen – Durchführen der Voranfrage (Bauanfrage) – Anfertigen von besonderen Präsentationshilfen, die für die Klärung im Vorentwurfsprozess nicht notwendig sind, zum Beispiel <ul style="list-style-type: none"> – Präsentationsmodelle – Perspektivische Darstellungen – Bewegte Darstellung/Animation – Farb- und Materialcollagen – digitales Geländemodell
LPH 3 Entwurfsplanung (System- und Integrationsplanung)	
<p>a) Erarbeiten der Entwurfsplanung, unter weiterer Berücksichtigung der wesentlichen Zusammenhänge, Vorgaben und Bedingungen (zum Beispiel städtebauliche,</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Analyse der Alternativen/Varianten und deren Wertung mit Kostenuntersuchung (Optimierung) – Wirtschaftlichkeitsberechnung

Grundleistungen	Besondere Leistungen
<p>gestalterische, funktionale, technische, wirtschaftliche, ökologische, soziale, öffentlich-rechtliche) auf der Grundlage der Vorplanung und als Grundlage für die weiteren Leistungsphasen und die erforderlichen öffentlich-rechtlichen Genehmigungen unter Verwendung der Beiträge anderer an der Planung fachlich Beteiligter.</p> <p>Zeichnungen nach Art und Größe des Objekts im erforderlichen Umfang und Detaillierungsgrad unter Berücksichtigung aller fachspezifischen Anforderungen, zum Beispiel bei Gebäuden im Maßstab 1:100, zum Beispiel bei Innenräumen im Maßstab 1:50 bis 1:20</p> <p>b) Bereitstellen der Arbeitsergebnisse als Grundlage für die anderen an der Planung fachlich Beteiligten sowie Koordination und Integration von deren Leistungen</p> <p>c) Objektbeschreibung</p> <p>d) Verhandlungen über die Genehmigungsfähigkeit</p> <p>e) Kostenberechnung nach DIN 276 und Vergleich mit der Kostenschätzung</p> <p>f) Fortschreiben des Terminplans</p> <p>g) Zusammenfassen, Erläutern und Dokumentieren der Ergebnisse</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Aufstellen und Fortschreiben einer vertieften Kostenberechnung – Fortschreiben von Raumbüchern

LPH 4 Genehmigungsplanung

<p>a) Erarbeiten und Zusammenstellen der Vorlagen und Nachweise für öffentlich-rechtliche Genehmigungen oder Zustimmungen einschließlich der Anträge auf Ausnahmen und Befreiungen, sowie notwendiger Verhandlungen mit Behörden unter Verwendung der Beiträge anderer an der Planung fachlich Beteiligter</p> <p>b) Einreichen der Vorlagen</p> <p>c) Ergänzen und Anpassen der Planungsunterlagen, Beschreibungen und Berechnungen</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Mitwirken bei der Beschaffung der nachbarlichen Zustimmung – Nachweise, insbesondere technischer, konstruktiver und bauphysikalischer Art, für die Erlangung behördlicher Zustimmungen im Einzelfall – Fachliche und organisatorische Unterstützung des Bauherrn in Widerspruchsverfahren, Klageverfahren oder ähnlichen Verfahren
--	--

LPH 5 Ausführungsplanung

--	--

Grundleistungen	Besondere Leistungen
<p>a) Erarbeiten der Ausführungsplanung mit allen für die Ausführung notwendigen Einzelangaben (zeichnerisch und textlich) auf der Grundlage der Entwurfs- und Genehmigungsplanung bis zur ausführungsreifen Lösung, als Grundlage für die weiteren Leistungsphasen</p> <p>b) Ausführungs-, Detail- und Konstruktionszeichnungen nach Art und Größe des Objekts im erforderlichen Umfang und Detaillierungsgrad unter Berücksichtigung aller fachspezifischen Anforderungen, zum Beispiel bei Gebäuden im Maßstab 1:50 bis 1:1, zum Beispiel bei Innenräumen im Maßstab 1:20 bis 1:1</p> <p>c) Bereitstellen der Arbeitsergebnisse als Grundlage für die anderen an der Planung fachlich Beteiligten, sowie Koordination und Integration von deren Leistungen</p> <p>d) Fortschreiben des Terminplans</p> <p>e) Fortschreiben der Ausführungsplanung auf Grund der gewerkeorientierten Bearbeitung während der Objektausführung</p> <p>f) Überprüfen erforderlicher Montagepläne der vom Objektplaner geplanten Baukonstruktionen und baukonstruktiven Einbauten auf Übereinstimmung mit der Ausführungsplanung</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aufstellen einer detaillierten Objektbeschreibung als Grundlage der Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm^x) - Prüfen der vom bauausführenden Unternehmen - auf Grund der Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm ausgearbeiteten Ausführungspläne - auf Übereinstimmung mit der Entwurfsplanung^x - Fortschreiben von Raumbüchern in detaillierter Form - Mitwirken beim Anlagenkennzeichnungssystem (AKS) - Prüfen und Anerkennen von Plänen Dritter, nicht an der Planung fachlich Beteiligter auf Übereinstimmung mit den Ausführungsplänen (zum Beispiel Werkstattzeichnungen von Unternehmen, Aufstellungs- und Fundamentpläne nutzungsspezifischer oder betriebstechnischer Anlagen), soweit die Leistungen Anlagen betreffen, die in den anrechenbaren Kosten nicht erfasst sind <p>^x Diese besondere Leistung wird bei Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm ganz oder teilweise Grundleistung. In diesem Fall entfallen die entsprechenden Grundleistungen dieser Leistungsphase.</p>

LPH 6 Vorbereitung der Vergabe

<p>a) Aufstellen eines Vergabeterminplans</p> <p>b) Aufstellen von Leistungsbeschreibungen mit Leistungsverzeichnissen nach Leistungsbereichen, Ermitteln und Zusammenstellen von Mengen auf der Grundlage der Ausführungsplanung unter Verwendung der Beiträge anderer an der Planung fachlich Beteiligter</p> <p>c) Abstimmen und Koordinieren der Schnittstellen zu den Leistungsbeschreibungen der an der Planung fachlich Beteiligten</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aufstellen der Leistungsbeschreibungen mit Leistungsprogramm auf der Grundlage der detaillierten Objektbeschreibung^x - Aufstellen von alternativen Leistungsbeschreibungen für geschlossene Leistungsbereiche - Aufstellen von vergleichenden Kostenübersichten unter Auswertung der Beiträge anderer an der Planung fachlich Beteiligter <p>^x Diese besondere Leistung wird bei einer Leistungsbeschreibung mit</p>
--	--

Grundleistungen	Besondere Leistungen
<p>d) Ermitteln der Kosten auf der Grundlage vom Planer bepreister Leistungsverzeichnisse</p> <p>e) Kostenkontrolle durch Vergleich der vom Planer bepreisten Leistungsverzeichnisse mit der Kostenberechnung</p> <p>f) Zusammenstellen der Vergabeunterlagen für alle Leistungsbereiche</p>	<p>Leistungsprogramm ganz oder teilweise zur Grundleistung. In diesem Fall entfallen die entsprechenden Grundleistungen dieser Leistungsphase.</p>

LPH 7 Mitwirkung bei der Vergabe

a) Koordinieren der Vergaben der Fachplaner	- Prüfen und Werten von Nebenangeboten mit Auswirkungen auf die abgestimmte Planung
b) Einholen von Angeboten	- Mitwirken bei der Mittelabflussplanung
c) Prüfen und Werten der Angebote einschließlich Aufstellen eines Preisspiegels nach Einzelpositionen oder Teilleistungen, Prüfen und Werten der Angebote zusätzlicher und geänderter Leistungen der ausführenden Unternehmen und der Angemessenheit der Preise	<ul style="list-style-type: none"> - Fachliche Vorbereitung und Mitwirken bei Nachprüfungsverfahren - Mitwirken bei der Prüfung von bauwirtschaftlich begründeten Nachtragsangeboten - Prüfen und Werten der Angebote aus Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm einschließlich Preisspiegel*
d) Führen von Bietergesprächen	- Aufstellen, Prüfen und Werten von Preisspiegeln nach besonderen Anforderungen
e) Erstellen der Vergabevorschläge, Dokumentation des Vergabeverfahrens	
f) Zusammenstellen der Vertragsunterlagen für alle Leistungsbereiche	
g) Vergleichen der Ausschreibungsergebnisse mit den vom Planer bepreisten Leistungsverzeichnissen oder der Kostenberechnung	* Diese besondere Leistung wird bei Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm ganz oder teilweise Grundleistung. In diesem Fall entfallen die entsprechenden Grundleistungen dieser Leistungsphase.
h) Mitwirken bei der Auftragerteilung	

LPH 8 Objektüberwachung (Bauüberwachung) und Dokumentation

a) Überwachen der Ausführung des Objektes auf Übereinstimmung mit der öffentlich-rechtlichen Genehmigung oder Zustimmung, den Verträgen mit ausführenden Unternehmen, den Ausführungsunterlagen, den einschlägigen Vorschriften sowie mit den allgemein anerkannten Regeln der Technik	<ul style="list-style-type: none"> - Aufstellen, Überwachen und Fortschreiben eines Zahlungsplanes - Aufstellen, Überwachen und Fortschreiben von differenzierten Zeit-, Kosten- oder Kapazitätsplänen - Tätigkeit als verantwortlicher Bauleiter, soweit diese Tätigkeit nach jeweiligem Landesrecht über die Grundleistungen der LPH 8 hinausgeht
b) Überwachen der Ausführung von Tragwerken mit sehr geringen und	

Grundleistungen	Besondere Leistungen
<p>geringen Planungsanforderungen auf Übereinstimmung mit dem Standsicherheitsnachweis</p> <p>c) Koordinieren der an der Objektüberwachung fachlich Beteiligten</p> <p>d) Aufstellen, Fortschreiben und Überwachen eines Terminplans (Balkendiagramm)</p> <p>e) Dokumentation des Bauablaufs (zum Beispiel Bautagebuch)</p> <p>f) Gemeinsames Aufmaß mit den ausführenden Unternehmen</p> <p>g) Rechnungsprüfung einschließlich Prüfen der Aufmaße der bauausführenden Unternehmen</p> <p>h) Vergleich der Ergebnisse der Rechnungsprüfungen mit den Auftragssummen einschließlich Nachträgen</p> <p>i) Kostenkontrolle durch Überprüfen der Leistungsabrechnung der bauausführenden Unternehmen im Vergleich zu den Vertragspreisen</p> <p>j) Kostenfeststellung, zum Beispiel nach DIN 276</p> <p>k) Organisation der Abnahme der Bauleistungen unter Mitwirkung anderer an der Planung und Objektüberwachung fachlich Beteigter, Feststellung von Mängeln, Abnahmeempfehlung für den Auftraggeber</p> <p>l) Antrag auf öffentlich-rechtliche Abnahmen und Teilnahme daran</p> <p>m) Systematische Zusammenstellung der Dokumentation, zeichnerischen Darstellungen und rechnerischen Ergebnisse des Objekts</p> <p>n) Übergabe des Objekts</p> <p>o) Auflisten der Verjährungsfristen für Mängelansprüche</p> <p>p) Überwachen der Beseitigung der bei der Abnahme festgestellten Mängel</p>	
LPH 9 Objektbetreuung	
a) Fachliche Bewertung der innerhalb der Verjährungsfristen für Gewährleistungsansprüche	- Überwachen der Mängelbeseitigung innerhalb der Verjährungsfrist

Grundleistungen	Besondere Leistungen
<p>festgestellten Mängel, längstens jedoch bis zum Ablauf von fünf Jahren seit Abnahme der Leistung, einschließlich notwendiger Begehungen</p> <p>b) Objektbegehung zur Mängelfeststellung vor Ablauf der Verjährungsfristen für Mängelansprüche gegenüber den ausführenden Unternehmen</p> <p>c) Mitwirken bei der Freigabe von Sicherheitsleistungen</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Erstellen einer Gebäudebestandsdokumentation, – Aufstellen von Ausrüstungs- und Inventarverzeichnissen – Erstellen von Wartungs- und Pflegeanweisungen – Erstellen eines Instandhaltungskonzepts – Objektbeobachtung – Objektverwaltung – Baubegrenzung nach Übergabe – Aufbereiten der Planungs- und Kostendaten für eine Objektdatei oder Kostenrichtwerte – Evaluieren von Wirtschaftlichkeitsberechnungen

Prüfverfahren zur Bestimmung der Materialeigenschaften

Zerstörende Prüfverfahren

Bauteil/ Baustoff	Prüfverfahren	Ziel der Prüfung
Mauerwerk (Ziegel, Naturstein, Mörtel)	Druckfestigkeitsprüfung (DIN EN 772)	Bestimmung der Tragfähigkeit und Materialqualität
Stahlbeton	Druckfestigkeit an Bohrkernen (DIN EN 12504-1)	Bewertung der Festigkeit und Dauerhaftigkeit
	Zugversuch an Bewehrungsstahl (DIN EN ISO 15630)	Ermittlung mechanischer Eigenschaften
	Carbonatisierungstiefe & Chloridgehalt (DIN EN 206)	Korrosionspotenzial und Dauerhaftigkeit
Holz	Biege- und Druckfestigkeit (DIN EN 408)	Tragverhalten von Vollholz und Brettschichtholz
	Zugversuch parallel/senkrecht zur Faser (DIN 52188:1952-07)	Feststellung struktureller Schwächen
	Holzbauwerke - Prüfverfahren - Tragende Verbindungen (DIN EN 1380:2009-07)	Bewertung der Verbindungssicherheit
	Scherversuch an Klebefugen (DIN EN 302-1)	Bewertung der Verbindungssicherheit
Stahl	Zugversuch (DIN EN ISO 6892-1)	Bestimmung der Festigkeit und Duktilität
	Kerbschlagbiegeversuch (DIN EN ISO 148-1)	Zähigkeitsbewertung bei Stoßbelastung
	Bruchmechanische Prüfung (z. B. CT-Probe) (ISO 12135)	Rissausbreitung und Bruchverhalten
Fertigteile (Beton, Holz, Stahl)	Lastverformungs- und Scherversuche an Verbindungselementen (Holz: DIN EN 26891, DIN EN 1380, DIN EN 14592 Beton: DIN EN 1992-4, EOTA / ETA-Richtlinien Stahl: DIN EN 1993-1-8, DIN EN ISO 6892-1)	Bewertung der Tragfähigkeit und Versagensverhalten

Tabelle 12 Zerstörende Prüfverfahren

Zerstörungsfreie Prüfverfahren (ZfP)

Bauteil/ Baustoff	Prüfverfahren	Ziel der Prüfung
Allgemein	VT – Sichtprüfung (DIN Bauteilabhängig)	Erkennung sichtbarer Mängel, Oberflächenrisse, Deformationen
Stahl	Ultraschallprüfung (DIN EN 10160, 10306)	Aufspüren innerer Fehler wie Lunker, Risse, Dopplungen
	Magnetpulverprüfung (DIN EN ISO 17638)	Aufdeckung oberflächennaher Risse bei ferromagnetischen Werkstoffen
	Farbeindringprüfung (DIN EN ISO 3452-1)	Detektion feiner Oberflächenrisse bei Schweißnähten oder Blechen
	Durchstrahlungsprüfung (Röntgen, ISO 23279)	Analyse von inneren Materialfehlern (z. B. Lunker, Einschlüsse)
	Wirbelstromprüfung (DIN EN ISO 15549)	Erkennung von Oberflächen- und Schichtfehlern
	MT – Magnetpulverprüfung (DIN EN ISO 9934)	Aufspüren oberflächennaher Risse in ferromagnetischen Werkstoffen
Metalle, Faserverbundwerkstoffe	AT – Schallemissionsprüfung (DIN EN ISO 12763)	Erkennung aktiver Rissbildung während Belastung
Beton	Ultraschall-Echo-Verfahren (DIN EN 12504-4)	Ortung von Fehlstellen, Rissen oder Hohlräumen im Betonquerschnitt
	Radar- und Impact-Echo-Verfahren (DIN EN 302066-1)	Erfassung von Bewehrungslagen, Hohlräumen, Delaminationen
Holz	Sichtprüfung mit Endoskop (Erfahrung)	Beurteilung des inneren Zustands von Hölzern (z. B. Fäulnis)
	Bohrwiderstandsmessung (DIN EN 16085)	Ermittlung der Holzfestigkeit, Strukturveränderungen
	Klopf- und Schallprüfung (Erfahrung)	Einfache Prüfung auf Hohlstellen, Delaminationen oder Fäulnis
Gebäudestrukturen, Fassaden, Dämmung	TT – Thermografie Prüfung (DIN EN 13187)	Visualisierung von Wärmebrücken, Feuchtigkeit oder Hohlräumen

Tabelle 13 Zerstörungsfreie Prüfverfahren

Für eine fehlerfreie Bewertung von Bestandsbauteilen sind zerstörende Prüfungen in vielen Fällen unvermeidbar. Einige Verfahren führen dazu, dass das geprüfte Bauteil unbrauchbar wird, während andere eine Wiederherstellung des ursprünglichen Zustands ermöglichen. Die Auswahl und sinnvolle Kombination geeigneter Prüfmethoden erfordern erfahrene Planer und Ingenieure sowie eine fundierte Abwägung von Kosten und Nutzen. Auch innovative Einzelprüfungen oder vereinfachte, normnahe Verfahren, wie das Schmidt-Hammer-Verfahren nach DIN EN

12504-2, können eingesetzt werden, um erste belastbare Ergebnisse zu erzielen. Langfristig ist jedoch eine klare Regelung notwendig, um den Prüfprozess zu standardisieren und perspektivisch durch einen digitalen Bauteilpass zu ergänzen [25].

Tabellarische Auflistung von Bauteilen

Tabelle 14 Tragende Bauteile [26]

Bauteil	1949-1957	1958-1968	1969-1978
Außenwand	-massiv, Bimsstein -massiv, Hüttenstein -massiv, Schlackenstein	-massiv, Bimsstein -massiv, Hüttenstein -massiv, Schlackenstein	-massiv, Bimsstein -massiv, Hüttenstein -massiv, Porenbetonstein -Holz-Fertigteilbauweise, Neckermann-Komforthäuser -Holz-Fertigteilbauweise, Behrens, Glogner & Co
Kellerdecke	-massiv, Stahlbeton -massiv, Hohlsteindecke	-massiv, Stahlbeton, geringe Dämmung -massiv, Hohlsteindecke, geringe Dämmung	-massiv, Stahlbeton, geringe Dämmung -massiv, Hohlsteindecke, geringe Dämmung -massiv, Stahlbeton-Fertigteilbauweise, Neckermann-Komforthaus
Oberste Geschossdecke	-Holzbalkendecke, Blindboden -Holzbalkendecke, Lehmwickel	-Holzbalkendecke, Blindboden -Holzbalkendecke, Lehmwickel	-Holzbalkendecke, Dämmung -massiv, Hohlsteindecke, geringe Dämmung -Holz-Fertigteilbauweise, Neckermann-Komforthäuser
Flachdach	-massiv, Stahlbeton, Dämmung, Warmdach	-massiv, Stahlbeton, Dämmung, Warmdach	-Holz- Fertigteilbauweise, Neckermann-Komforthäuser -Holzbauweise, Dämmung, Kaltdach -massiv, Stahlbeton, Dämmung, Warmdach -massiv, Hohlkörperdecke, Dämmung, Warmdach -Fertigteilbauweise, Neckermann-Trelement-Häuser, Warmdach

Steildach			-Holzbauweise, Dämmung, Gipskartonplatte
Fußboden			-massiv, Stahlbeton-Fertigteilbauweise, Neckermann-Trelement-Häuser -massiv, Stahlbeton-Fertigteilbauweise, Behrens, Glogner & Co.

Tabelle 2 Ergänzende nicht tragende Bauteile [27] [26]

Bauteil	1949-1957	1958-1968	1969-1978
Fenster und Türen	Einfach verglaste Holzfenster, massive Holztüren	Holzrahmen mit Doppelfalz, erste Isolierverglasung	Aluminium- und Kunststofffenster, Isolierverglasung
Dacheindeckung	Tonziegel, Naturschiefer, erste Faserzementplatten	Betonziegel, Faserzement (oft asbesthaltig)	Faserzement weit verbreitet, Ziegel seltener
TGA-Heizungen	Einzelöfen (Kohle, Öl), Schwerkraftsysteme	Zentralheizung mit Guss- oder Stahlradiatoren	Öl-/Gaszentralheizung, oft mit Regelungstechnik
TGA-TWW und Abwasser	Gussrohre, Tonleitungen, einfache Speichertechnik	Kupfer- und Stahlrohre, Emailleboiler	Kunststoffleitungen (HT, PE, PP), elektrische Speicher
Elektroleitungen	Aufputzleitungen, Textilkabel, Bakelit-Schalter	Unterputz mit PVC-Kabel, Schraubsicherungen	Unterputz, NYM-Leitungen, erste Automaten
Innenausbau	Putz auf Ziegel, Holzvertäfelung, Linoleum-Böden	Gipskarton, Spanplatten, Teppichböden	Trockenbau, kunststoffbeschichtete Oberflächen, PVC-Böden

12 Anhang 2

12.1 Bauwerke

12.1.1 Bauwerke in der Design- und Errichtungsphase (Phase I)

Der größte Einfluss auf die Ressourceneinsparung besteht, wenn bereits in der Planungsphase auf bestimmte Bauteile oder Materialien vollständig verzichtet und der Flächen-/Raumbedarf auf das notwendige Maß beschnitten wird (R0 Refuse) [28]. Dies kann sowohl den bewussten Verzicht auf das gesamte Bauwerk – etwa im Sinne von Bestandserhalt – als auch den Verzicht auf nicht zwingend notwendige Bauteile oder Materialien betreffen. Insbesondere der Einsatz von Verbundwerkstoffen oder komplexen Konstruktionen, die einen späteren Rückbau oder eine sortenreine Verwertung erschweren, sollte vermieden werden.

Die Strategie R1 Rethink hinterfragt die Bauweise selbst: Durch effiziente Grundrissgestaltung, multifunktionale Räume oder modulare Nutzungskonzepte lässt sich der Flächenbedarf deutlich reduzieren und damit auch der Ressourcenverbrauch.

Um zukünftigen Bauwerken eine nachhaltige Grundlage zu geben, zielt die Strategie R2 Reduce auf die Auswahl langlebiger, reparaturfreundlicher und sortenreiner Materialien sowie auf einen optimierten Materialeinsatz – etwa durch tragwerksoptimierte Konstruktionen oder den Einsatz ressourcenschonender und vorgefertigter Modulbauweisen, die nach eigenen Vorgaben ein individuelles Bauwerk ergeben. Eine konsequente Anwendung dieser Prinzipien schafft die Grundlage für zirkuläres Bauen und senkt den Ressourcenverbrauch bereits an der Quelle [29].

Wieso werden die R-Strategien nicht konsequent umgesetzt?

Die konsequente Anwendung der R-Strategien scheitert in der Praxis häufig an einem Spannungsfeld zwischen ökologischer Zielsetzung und gesellschaftlichen Ansprüchen an Komfort, Technik und Design. So werden beispielsweise beim Bau von Smart Homes eine Vielzahl elektronischer Systeme, Sensoren und Steuerleitungen verbaut, die fest an der technischen Gebäudeausstattung integriert sind und den selektiven Rückbau erheblich erschweren. Auch der Wunsch nach luxuriösen Ausstattungen wie großformatigen Fliesen, bodengleichen Duschen, integrierten Beleuchtungssystemen oder hochwertigen Verbundmaterialien (z. B. Naturstein-Alu-Verbundplatten) steht der sortenreinen Trennung oft entgegen. Statt modularem, rückbaubarem Innenausbau wird häufig auf komplexe Einbaulösungen gesetzt, die bei einem Umbau kaum zerstörungsfrei entfernt werden können. Zudem führen gesetzliche Vorgaben und höhere Anforderungen durch Fördermöglichkeiten an energetische Effizienz oft zum Einsatz verklebter Dämmsysteme oder luftdichter Bauteilschichten, die nach dem Rückbau kaum recycelt werden können. Diese Beispiele zeigen, dass ein grundlegendes Umdenken im Hinblick auf Gestaltung,

technische Integration und Rückbau notwendig ist, um zirkuläres Bauen in Einklang mit den Komfortansprüchen der Nutzer zu bringen.

12.1.2 Bauwerke in der Nutzungsphase (Phase II)

In diesem Abschnitt wird das Bauwerk, hier Wohngebäude, als ganzheitliches Element betrachtet. Hierbei stehen insbesondere die Strategien der Wieder-verwendung (R 3), Reparatur (R4), Sanierung / Ertüchtigung (R5) und Umnutzung (R 6) im Vordergrund.

Zu der Wiederverwendung von Wohngebäuden zählen - nicht zuletzt aufgrund der im Saarland vergleichsweise hohen Wohnraumnutzung - Maßnahmen wie die direkte Weiternutzung oder Umwandlung vorhandener Wohngebäude für alternative Wohnformen, beispielsweise gemeinschaftliches Wohnen, temporäre Unterkünfte oder soziale Einrichtungen. Darüber hinaus bietet sich die Möglichkeit, gewerbliche oder dienstleistungsorientierte Nutzungen partiell in bestehende Wohnstrukturen zu integrieren, um die Nutzungseffizienz und Nachhaltigkeit zu verbessern. Wesentliche Voraussetzungen hierfür sind eine flexible und vorausschauende Planung der Gebäudenutzung sowie eine frühzeitige Berücksichtigung der Anpassungsfähigkeit des Gebäudes an sich verändernde Nutzungsanforderungen, was in der Vergangenheit häufig nicht hinreichend umgesetzt wurde. Zur Förderung solcher Wiederverwendungsszenarien könnten innovative Finanzierungsansätze wie beispielsweise Immobilienfonds zur gezielten Förderung von Gebäudetauschmodellen beitragen. Diese ermöglichen eine wirtschaftlich tragfähige Umstrukturierung bestehender Wohnnutzungen und fördern gleichzeitig den Erhalt und die Weiterentwicklung des Bestands.

Reparaturmaßnahmen auf der Gebäudeebene beziehen sich auf systematische Instandhaltung und Wartung, welche die Lebensdauer der Immobilie insgesamt verlängern. Dafür sollten regelmäßige Zustandsanalysen durchgeführt und proaktive Wartungsstrategien umgesetzt werden. Jedoch stehen hohen Wartungskosten sowie mangelndes Wissen über effiziente Reparaturmethoden einer umfassenden Anwendung häufig entgegen. Ein gezielter Reparatureingriff sollte dabei differenziert nach Bauelementen erfolgen. Während die tragende Bausubstanz langfristig erhalten werden soll, erfordern funktionale Elemente wie Fenster, Türen oder die technische Gebäudeausrüstung (TGA) oftmals kürzere Erneuerungszyklen. Eine strukturierte Bewertung der Reparaturbedarfe entlang dieser Elemente kann zur Effizienzsteigerung und Ressourcenschonung beitragen

Sanierungen von Wohngebäuden verfolgen das Ziel, den Wohnkomfort, die energetische Effizienz oder die Funktionalität zu verbessern, um das Gebäude langfristig attraktiv und nutzbar zu halten. Hierbei stellen insbesondere hohe Investitionskosten und komplexe baurechtliche Anforderungen erhebliche Herausforderungen dar. Kompetenzen im Bereich der Bauphysik sowie detaillierte Kennt-

nisse der energetischen und funktionalen Sanierung sind für eine erfolgreiche Umsetzung erforderlich [30]. Dabei ist zu beachten, dass innerhalb eines Gebäudes unterschiedliche Bauteile häufig stark variierende Sanierungsstände aufweisen. Während die Gebäudehülle bereits energetisch ertüchtigt sein kann, bestehen bei technischen Anlagen oder Innenausbauten oft erhebliche Nachholbedarfe. Hinzu kommt, dass viele Eigentümer den Sanierungsbedarf unterschätzen oder nicht über ausreichende Informationen verfügen, um fundierte Entscheidungen zu treffen. Eine gezielte Aufklärung und Beratung kann hier ein wichtiges Instrument zur Aktivierung von Sanierungspotenzialen sein. Bei der Umnutzung eines Wohngebäudes wird dessen ursprüngliche Nutzung aufgegeben und eine andere Wohnform oder eine alternative Nutzung umgesetzt, um die vorhandene Bausubstanz langfristig zu erhalten und wirtschaftlich sinnvoll weiterzuführen. Starre bauliche Strukturen sowie baurechtliche Vorgaben erschweren allerdings oftmals die flexible Anpassung bestehender Wohngebäude an neue Nutzungen. Für eine erfolgreiche Umnutzung sind daher kreative planerische Fähigkeiten und fundiertes Wissen über rechtliche und technische Anpassungsmöglichkeiten erforderlich [31]. Im Unterschied zur Wiederverwendung, bei der die ursprüngliche Nutzung erhalten bleibt und lediglich Rahmenbedingungen verändert werden, geht die Umnutzung mit einer vollständigen Neuinterpretation der Nutzung einher. Diese Abgrenzung ist wichtig, um Maßnahmen zielgerichtet planen und fördern zu können.

Zusätzlich existieren allgemeine Hemmnisse, die alle genannten R-Strategien beeinflussen. Dazu zählen vor allem wirtschaftliche Unsicherheiten hinsichtlich der Rentabilität von Erhaltungsmaßnahmen, fehlende rechtliche Klarheit, aber auch Akzeptanzprobleme bei Eigentümern und Nutzern, die oft Neubauten bevorzugen [32].

Wieso werden die R-Strategien nicht konsequent umgesetzt?

Um diese Hemmnisse zu überwinden und die nachhaltige Nutzung bestehender Wohngebäude zu fördern, sind interdisziplinäre Kompetenzen notwendig, welche insbesondere Kenntnisse im Bereich Architektur, Bauingenieurwesen, Facility Management und Immobilienwirtschaft umfassen. Auch umfassendes Wissen im Lifecycle-Management von Wohnimmobilien sowie die Fähigkeit, ganzheitliche Betrachtungen hinsichtlich technischer, wirtschaftlicher und rechtlicher Aspekte anzustellen, ist entscheidend. Eine systematische Einbindung von nachhaltigen Strategien und eine vorausschauende Planung bilden somit die Grundlage für die erfolgreiche Umsetzung der Kreislaufwirtschaft im Wohngebäudesektor.

12.1.3 Bauwerke in der End-of-Life-Phase (Phase III)

Am Ende des Lebenszyklus eines Bauwerks steht die Schließung der Materialkreisläufe im Vordergrund, um das Abfallaufkommen und die energetische Nutzung brennbarer Bestandteile des Bauwerks zu reduzieren [33]. Unter der Zweck-

entfremdung (R7 Repurpose) versteht man die Nutzung von Bauteilen oder Gebäudekomponenten für einen völlig neuen, ursprünglich nicht vorgesehenen Verwendungszweck, ohne dabei das Bauteil selbst zu zerlegen. Beispielsweise können alte Fassadenelemente als Trennwände oder Kellerdecken als Fundamente in anderen Bauprojekten eingesetzt werden. Detailliert wird dies im Abschnitt zu den Bauteilen erläutert [34]. Recycling (R8 Recycle) beschreibt hingegen die stoffliche Verwertung, bei der Bauteile oder Baustoffe in ihre Grundbestandteile zerlegt werden, um als Sekundärrohstoffe wieder in den Produktionsprozess einzufließen (siehe hierzu Abschnitt Baustoffe) [35].

Wieso werden die R-Strategien nicht konsequent umgesetzt?

Obwohl Recycling insbesondere bei mineralischen Baustoffen technisch etabliert ist, erschweren fehlende Materialtransparenz, unzureichende Trennbarkeit der Materialien sowie ökonomische Unsicherheiten eine konsequente Umsetzung dieser Strategien. Um beide Strategien effektiv umzusetzen, sind digitale Produkt-Pässe, verbesserte Trenn- und Rückbautechnologien sowie interdisziplinäre Kenntnisse im Bereich Bautechnik, Materialwissenschaft und Kreislaufwirtschaft erforderlich.

Obwohl Recycling, insbesondere bei mineralischen Baustoffen technisch weitgehend etabliert ist, erfolgt die Umsetzung häufig nicht konsequent. Eine wesentliche Herausforderung stellt das sogenannte Downcycling dar: Aus ehemals hochwertigen Bauteilen entstehen aufgrund qualitativer Einschränkungen oft nur minderwertige Rezyklate (Rohstoffe aus Rückbau), die beispielsweise im Straßen- oder Tiefbau verwendet werden. Zwar werden auch diese Materialien gebraucht, dennoch bleibt ihr Wertschöpfungspotenzial im Vergleich zum ursprünglichen Bauteil stark begrenzt.

Zusätzlich erschweren fehlende Materialtransparenz, unzureichende Trennbarkeit sowie ökonomische Unsicherheiten eine effektive Umsetzung von Recycling und anderen R-Strategien. So ist häufig unklar, welche Materialien verbaut wurden, wie sie gebunden oder miteinander verbunden sind, und welcher Aufwand für eine sortenreine Rückgewinnung nötig wäre.

Für eine erfolgreiche Umsetzung bedarf es daher digitaler Produkt-Pässe zur Dokumentation der Stoffströme, besserter Trenn- und Rückbautechnologien sowie eines interdisziplinären Wissensfundaments, das bautechnisches Know-how mit Kenntnissen der Materialwissenschaft und der Kreislaufwirtschaft verknüpft.

Darüber hinaus ist eine differenzierte Betrachtung der eingesetzten Materialgruppen unerlässlich – etwa mineralische Stoffe, Holz, Metalle oder Kunststoffe. Diese unterscheiden sich nicht nur in ihrer Verbaubarkeit und Trennbarkeit, sondern auch im Rückbaupotenzial, der Wiederverwertungsqualität und den gesetzlichen Rahmenbedingungen.

So lassen sich mineralische Baustoffe wie Beton oder Mauerwerk nach dem Rückbau meist nur grob zerkleinern und anschließend als Recyclingbaustoffe im Tief- oder Straßenbau (z. B. als Schotter oder Füllmaterial) weiterverwenden. Eine hochwertige

stoffliche Nutzung ist jedoch häufig nicht möglich, da Anhaftungen, Bewehrungsanteile oder Mörtelreste eine sortenreine Trennung erschweren.

Holzbauteile wie massive Dachbalken oder Holzverkleidungen können bei sorgfältigem Rückbau theoretisch wiederverwendet oder zu Holzfaserplatten verarbeitet werden. In der Praxis sind jedoch chemische Vorbehandlungen wie Anstriche, Leime oder Holzschutzmittel ein erhebliches Hemmnis, da sie die stoffliche Verwertung einschränken und häufig eine energetische Verwertung (Verbrennung) erforderlich machen.

Metalle wie Stahl, Kupfer oder Aluminium besitzen hingegen ein sehr hohes Recyclingpotenzial. Aufgrund ihrer Materialbeständigkeit und der Möglichkeit zur sortenreinen Trennung können sie nahezu ohne Qualitätsverlust in den Stoffkreislauf zurückgeführt werden – vorausgesetzt, sie sind konstruktiv zugänglich verbaut, beispielsweise als Leitungen, Profile oder Armierung.

Kunststoffe zeigen ein deutlich differenzierteres Bild: Während etwa sortenreine PVC-Fensterrahmen gut recyclebar sind, gelten verklemmte oder verklebte Kunststoffverbundsysteme – wie sie etwa bei Wärmedämmverbundsystemen (WDVS) vorkommen – als besonders problematisch. Ihre stoffliche Trennung ist aufwendig und wirtschaftlich oft nicht tragfähig.

Zentrale Lösungsansätze zur Optimierung der Nutzung von Bauwerken

Tabelle 15 Lösungsansätze für Bauwerke

Akteure	Aufgaben	Lösungsansatz und Visionen
Bau- und Abbruchunternehmen	Bereitstellung sekundärer Baustoffe sowie selektiver und zerstörungssarmer Rückbau (Materialtrennung), Vorhalten von Bauteilen zur Wiederverwendung, Qualitätsprüfung von Bauteilen	Lokale Schulungsmöglichkeiten zu Rückbautechniken, Nutzung freier Deponieflächen zur Qualitätsprüfung. Baustellen als Ressourcengewinnungsorte mit hohen Wiederverwendungsquoten, Einsatz von KI-Anwendungen
Bauteilhändler	Bereitstellung ausreichend geprüfter Bauwerkselemente, Qualitätsprüfung von Bauteilen, Vorhalten von Bauteilen	Eingliederung eines Handelsplatzes für qualitätsgeprüfte Bauteile; Verwendung von KI-Anwendungen
Architekten und Planer	Planung zirkulärer Baukonzepte, Auswahl geeigneter Materialien und Konstruktionen	Integration von Rückbaubarkeit in den Planungsprozess, Gebäude als Materiallager mit dokumentierter Rückbauplanung, Einsatz von KI-Anwendungen, Offenheit für neue Bauweisen und Materialien, Bewertung von Lebenszykluskosten
Bauherren/Auftraggeber von Bauleistungen	Bereitstellung finanzieller Mittel, langfristige Perspektive für Bestandserhalt	Förderung nachhaltiger Projekte, Bauwerke mit zukunftsorientierter Nutzungsflexibilität; Ausrichtung von Vergabe und Beschaffungsprozessen auf Kreislaufwirtschaft
Politik und Vollzugsbehörden	Schaffung förderlicher gesetzlicher Rahmenbedingungen und Förderprogramme	Einführung von Materialpässen, Vereinfachung von Wiederverwendungsregelungen, rechtlicher Rahmen, der Wiederverwendung zum Standard macht

12.2 Bauteile

12.2.1 Monolithische Außenwandkonstruktion

Ein **einschaliges Mauerwerk** ist eine Wandkonstruktion aus nur einer Mauerschicht, die gleichzeitig tragende und bauphysikalische (Wärme-, Feuchte-, Schallschutz-) Funktionen ohne zusätzliche äußere Dämmenschichten oder Vorsatzschalen [36] übernimmt.

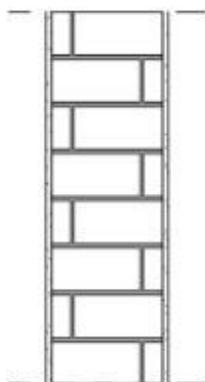


Abbildung 30 Bimssteinmauerwerk [26]

Stand der Technik

Ursprünglich waren einschalige Mauerwerke nicht auf Rückbau oder Wiederverwendung ausgelegt, doch ihre einfache, oft sortenreine Bauweise bietet gute Voraussetzungen für zirkuläres Handeln – insbesondere für stoffliche Verwertung oder Umnutzung im Bestand. Die Technik erlaubt heute selektiven Rückbau, aber der wirtschaftliche Aufwand ist oft nur bei gezielter Planung und Dokumentation gerechtfertigt [37].

Strategien zur zirkulären Nutzung

Die Wiederverwendung einschaliger Mauerwerkskonstruktionen im Sinne der Zirkularität erfordert eine gezielte Planung und Rückbaustrategie. Je nach Zustand und Bauweise können ganze Wandabschnitte erhalten, versetzt oder modular wiederverwendet werden, etwa in An- oder Umbauten. Ein wichtiger Aspekt beim zirkulären Umgang mit Mauerwerkskonstruktionen ist, dass die verwendeten Materialien leicht voneinander getrennt werden können – z. B. durch den Verzicht auf verklebte Schichten oder Verbundstoffe. Außerdem muss die Standsicherheit (Statik) der wiederverwendeten Wandteile nachgewiesen werden können, um sie sicher in neuen Bauvorhaben einsetzen zu dürfen. Besonders hilfreich ist der Einsatz von trockenen Verbindungstechniken, wie z. B. Schraub- oder Stecksystemen statt Mörtel, da diese ein späteres Zerlegen und Wiederverwenden erleichtern. Wenn diese

Voraussetzungen erfüllt sind, können die R-Strategien Reuse, Refurbish oder Repurpose umgesetzt werden [38].

12.2.2 Systematisierte Außenwände in Holzleichtbauweise

Die Holz-Fertigteilbauweise bezeichnet eine Bauart, bei der Gebäudeteile aus Holz industriell vorgefertigt und anschließend als montagefertige Elemente (z. B. Wand-, Decken- oder Dachelemente) zur Baustelle geliefert und dort zusammengesetzt werden. Diese Bauweise zeichnet sich durch hohe Vorfertigung, schnelle Montage und witterungsunabhängige Herstellung aus.

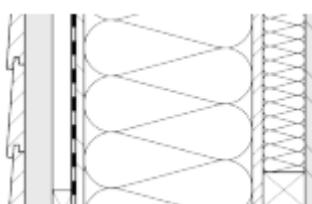


Abbildung 31 Holz-Fertigteilbauweise, Neckermann-Komforthäuser [26]

Stand der Technik

Die Holz-Fertigteilbauweise wurde ursprünglich mit dem Fokus auf Effizienz, Schnelligkeit und witterungsunabhängiger Produktion entwickelt, nicht jedoch mit Blick auf Rückbaubarkeit oder Wiederverwendung. Durch ihren systematischen und schichtweisen Aufbau sowie den häufig schraubbaren oder lösbar Anschlussdetails bietet sie heute jedoch sehr gute Voraussetzungen für zirkuläres Bauen. Die Möglichkeit zur sortenreinen Trennung der Materialien, der hohe Grad an Vorfertigung und die modulare Elementstruktur erleichtern sowohl den selektiven Rückbau als auch die Wiederverwendung oder Umnutzung einzelner Bauteile. Voraussetzung hierfür ist eine frühzeitige Planung unter Berücksichtigung von Dokumentation, Reversibilität, Materialtransparenz und Materialverfügbarkeit [29] [39].

Strategien zur zirkulären Nutzung

Durch die industrielle Vorfertigung und den modularen Aufbau lassen sich die Wände bei entsprechender Konstruktion sortenrein und zerstörungsfrei demontieren. Problematisch können unlösbare Verbindungen wie Verklebungen sein, die eine spätere Trennung und Wiederverwertung erschweren.

Bei Erhalt der Standsicherheit des Bauteils können die Elemente im Sinne der R-Strategien wie Reuse, Refurbish oder Repurpose erneut in Bauprozesse integriert werden. Insbesondere in modularen Neubauten wäre eine Eingliederung sinnvoll.

Hinsichtlich der bauphysikalischen Anforderungen ist die Konstruktion zu ertüchtigen. Die Ertüchtigung kann durch zusätzliche Dämmschicht auf der Innenseite erfolgen.

12.2.3 Stahlbetonkellerdecken – Monolithische Tragstrukturen

Stahlbetonkellerdecken aus der Bauzeit zwischen 1950-70 wurden überwiegend als massive Ort betondecken mit einfacher Bewehrung konzipiert. Sie zeichnen sich durch hohe Lastaufnahme sowie ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber Feuchtigkeit und Druckbelastungen aus. Häufig wurden sie direkt auf tragende Kelleraußenwände aufgelegt und mit geringen Wärmeschutzanforderungen geplant, was sie aus heutiger Sicht energetisch sanierungsbedürftig, jedoch tragwerksseitig meist noch voll nutzbar macht.

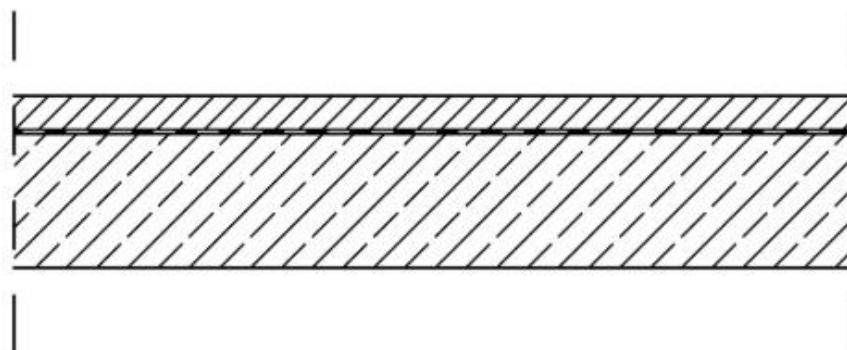


Abbildung 32 Stahlbetonkellerdecke [37]

Stand der Technik

Bei der Herstellung der alten Stahlbetondecken wurde die Priorität auf Tragfähigkeit gesetzt und kaum Rücksicht auf Rückbau, Wiederverwendung oder Ressourcenschonung genommen. Der gute Verbund und massive Ausführung erschweren einen zerstörungsfreien Rückbau, was eine große Langlebigkeit zur Folge hat. Diese Eigenschaft bietet Potenzial für eine Weiternutzung im Bestand, etwa durch funktionale Umnutzung oder Integration in neue Baukonzepte.

Strategien zur zirkulären Nutzung

Grundsätzlich gibt es den Ansatz der Funktionsbewahrung als tragendes Element. Alternativ besteht die Nutzungsmöglichkeit einer zweckveränderten Weiternutzung im Bestand (z. B. bei Umnutzung oder Teiltrückbau), dies beruht auf der Bedingung der Gewährleistung der Standsicherheit und der Erbringung der bautechnischen Nachweise. Eine technische Erneuerung (R5) kann mit für diesen Anwendungszweck zugelassene Carbonlamellen erfolgen (vgl. Abbildung 33) [40].



Abbildung 33 Nachträglich aufgebrachte Carbonlamellen [41]

Zusammengefasst umfasst es die Strategien Rethink, Reuse, Refurbish und Repurpose. Rethink beschreibt das Neudenken bestehender Tragstrukturen im Rahmen moderner Nutzungskonzepte. Reuse steht für die direkte Weiternutzung der Stahlbetonkellerdecke mit minimalen Eingriffen. Refurbish umfasst bauliche Erhaltungsmaßnahmen wie die Verstärkung durch Carbonlamellen oder die Verbesserung des Wärme- und Feuchteschutzes. Repurpose bezeichnet die Umnutzung, beispielsweise durch Teilrückbau oder neue Raumkonzepte.

12.2.4 Hohlsteindecken – Leichtbauweise

Hohlsteindecken, auch Betonstein- oder Handmontagedecken genannt, sind halbvorgefertigte Deckensysteme, die aus tragenden Betonfußleisten mit Gitterträgern (Deckenträgern), Deckensteinen als Füllkörper sowie bauseits eingebrachtem Ortbeton bestehen. Die Deckenträger übernehmen die statische Funktion, während die Deckensteine als leichte Zwischenfüllung dienen. Nach dem Verlegen der Elemente auf der Baustelle wurden die meisten dieser Decken durch Ortbeton zu einem geschlossenen Verbund.

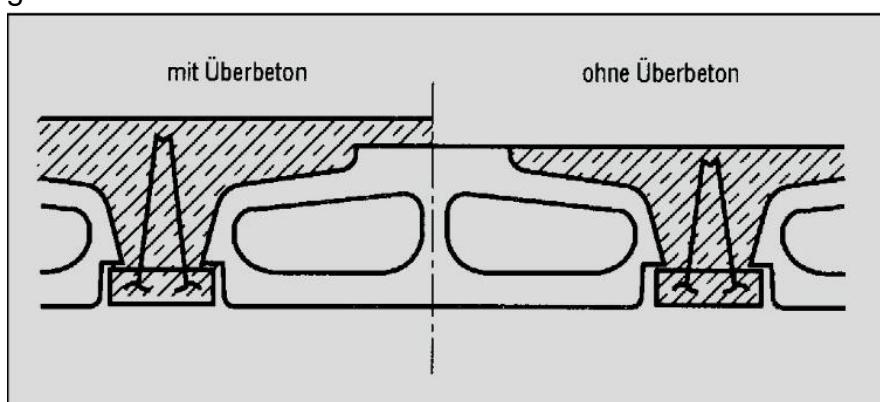


Abbildung 34 Hohlsteindecke

Stand der Technik

Hohlsteindecken aus den 1950er bis 1970er Jahren sind konstruktionsbedingt nur eingeschränkt für zirkuläre Anwendungen geeignet. Aufgrund ihres festen Verbundes aus Trägern, Füllkörpern und Ortbeton ist eine zerstörungsfreie Demontage nicht möglich, wodurch eine direkte Wiederverwendung weitgehend ausgeschlossen ist. Technische Lösungen für sortenreine Trennung oder modulare Rückbaubarkeit sind im breiten Baualltag bislang nicht etabliert [42].

Strategien zur zirkulären Nutzung

Trotz begrenzter Rückbaumöglichkeiten lassen sich Hohlsteindecken im Bestand durch gezielte Maßnahmen im Sinne der R-Strategien erhalten und weiter nutzen. Die Strategien R4 (Repair) und R5 (Refurbish) kommen etwa bei statischen Verstärkungen, energetischen Nachrüstungen oder funktionalen Verbesserungen zur Anwendung. Darüber hinaus ermöglichen R7 (Repurpose) und gegebenenfalls R2 (Reduce) eine Integration der bestehenden Decken in neue Nutzungskonzepte, beispielsweise bei Aufstockungen oder Umnutzungen, sofern eine tragfähige Nachrüstung sichergestellt ist. Dadurch bleiben die Bauteile im Nutzungskreislauf, ohne vollständig rückgebaut werden zu müssen.

12.2.5 Oberste Geschossdecke

Holzbalkendecke Blindboden

Die Dielenbretter, die gleichzeitig als Bodenbelag dienen, wurden hier direkt auf die tragenden Holzbalken genagelt. Diese einfache Konstruktionsweise bietet nur eine geringe Schall- und Wärmedämmung und zeigt sich zudem empfindlich gegenüber dynamischen Belastungen, was sich in deutlich spürbaren Schwingungen beim Begehen äußert. Zur Verbesserung des baulichen Komforts wurde unterhalb der Dielenlage eine quer verlaufende Lattung eingebaut, die als Auflager für einen sogenannten Blindboden dient. Der dadurch entstehende Hohlraum zwischen Blindboden und Bodenbelag wurde zur Verbesserung der Dämmwirkung mit Materialien wie Lehm, Sand oder Schlacke verfüllt [43].

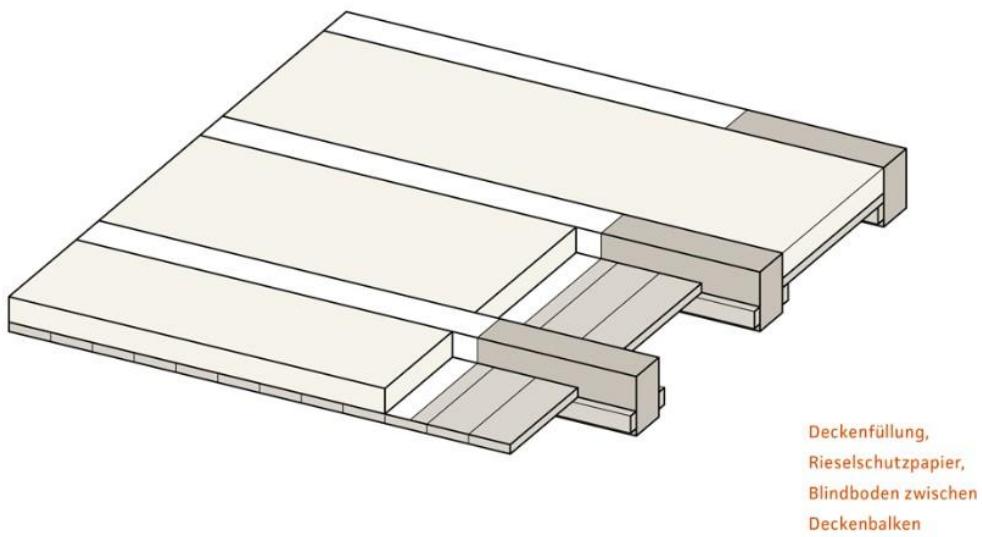


Abbildung 35 Blindboden [40]

Holzbalkendecke Lehmwickel

Holzbalkendecken mit Lehmwickeln sind traditionelle Deckenkonstruktionen, bei denen die Zwischenräume der Balkenlage mit umwickelten Rundhölzern oder Latten ausgefüllt wurden. Die Wickel bestehen aus Naturfasern wie Stroh oder Schilf, die mit Lehm ummantelt wurden. Diese Bautechnik verbessert Schallschutz, Wärmespeicherung und Feuerwiderstand und trägt zur akustischen Qualität der Räume bei. Lehmwickeldecken sind ein historisches Beispiel für den Einsatz regionaler, ökologischer Baustoffe im Innenausbau [44].

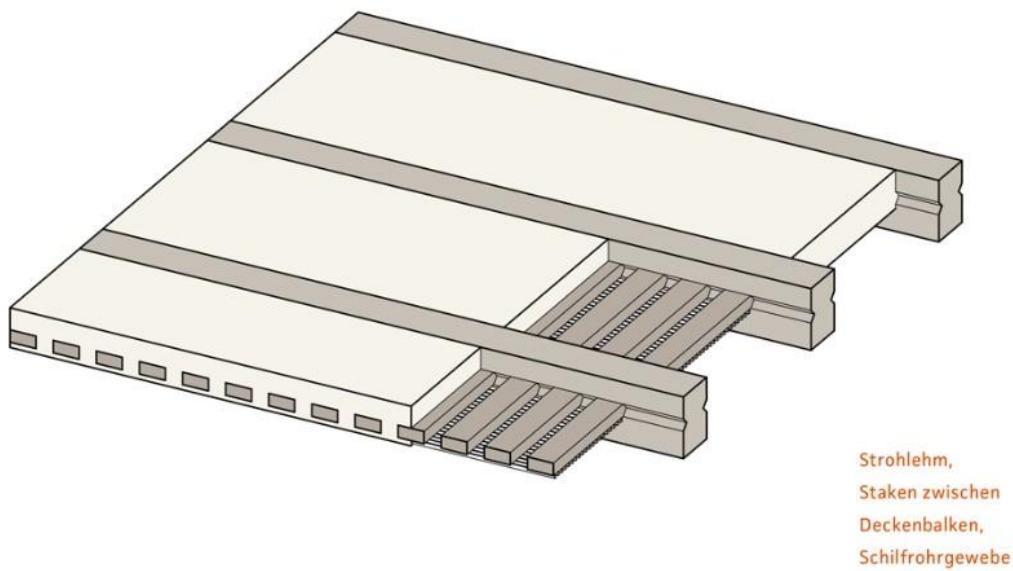


Abbildung 36 Lehmwickeldecke [45]

Stand der Technik

Holzbalkendecken mit Blindboden oder Lehmwickeln sind bezüglich heutigem Standard bauphysikalisch nur begrenzt geeignet. Da die verwendeten Materialien meist nicht klar voneinander getrennt sind und der genaue Aufbau der Decke häufig nicht dokumentiert wurde, sind gezielte bauliche Eingriffe schwierig. Eine saubere Trennung und Wiederverwertung ist nur schwer möglich, insbesondere Lehmwickeldecken sind durch ihre heterogene Zusammensetzung aus Holz, Lehm und Naturfasern kaum ohne Zerstörung rückbaubar. Auch die begrenzte Tragfähigkeit stellt bei einer Weiterverwendung im Bestand eine technische Herausforderung dar.

Strategien zur zirkulären Nutzung

Holzbalkendecken mit Blindboden oder Lehmwickeln bieten trotz ihres einfachen Aufbaus Möglichkeiten für eine zirkuläre Nutzung. Durch Maßnahmen wie zusätzliche Dämmschichten, besseren Schallschutz oder Verstärkungen der Balken lassen sich R4 (Repair) und R5 (Refurbish) gut umsetzen. R7 (Repurpose) ermöglicht es zudem, diese Decken an neue Nutzungen anzupassen, etwa als sichtbare Gestaltungselemente oder für Installationen. Dafür ist eine genaue Bewertung der Tragfähigkeit und des baulichen Zustands erforderlich.

12.2.6 Tragende Holzbalken

Für Holzbalkendecken im Saarland aus den 1950er bis 1970er Jahren wurden in der Regel, wie in Deutschland zu der Zeit üblich, massive Balken aus Nadelholz verwendet – überwiegend Fichte oder Tanne. Diese Hölzer waren aufgrund ihrer regionalen Verfügbarkeit, des geraden Wuchses und ihrer guten Bearbeitbarkeit besonders beliebt. Ihre Nutzung geht auf die großflächige Aufforstung im 18. und 19. Jahrhundert zurück, in deren Folge Nadelhölzer flächendeckend verfügbar und vergleichsweise kostengünstig waren. Als ideales Bauholz eigneten sie sich besonders gut für tragende Konstruktionen wie Dachstühle, Balkenlagen und Holzrahmenbau [46].

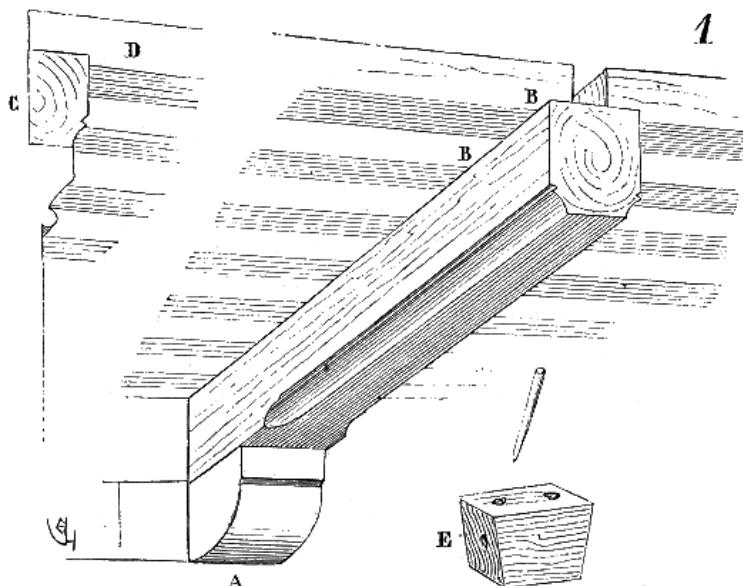


Abbildung 37 Holzbalken [118]

Stand der Technik

Die Konstruktionsweise mit Holzbalken ist grundsätzlich langlebig, weist jedoch im Bestand häufig altersbedingte Schwächen auf, etwa durch Feuchtigkeit, Schädlingsbefall oder mangelnden Feuerwiderstand. Zudem ist der konstruktive Zustand oft nicht dokumentiert, was gezielte Eingriffe und Nachweise erschwert. Auch können altersbedingte Verformungen, insbesondere Durchbiegungen der Holzbalken, auftreten. Diese führen dazu, dass ein normgerechter statischer Nachweis nach heutigen Anforderungen erschwert oder nicht mehr möglich ist. Typische Ursachen hierfür sind langjährige Kriechverformungen unter Eigenlast und Nutzlast, Feuchteinwirkungen sowie thermische Schwankungen. In historischen Holzbalkendecken, insbesondere aus dem 19. und frühen 20. Jahrhundert, sind altersbedingte Verformungen wie Durchbiegungen um mehrere Zentimeter auf vergleichsweise kurzen Spannweiten keine Seltenheit. Solche Verformungen können die Gebrauchstauglichkeit und die Tragfähigkeit der Konstruktion erheblich beeinträchtigen. Die einfache Bauweise ermöglicht zwar grundsätzlich eine funktionale Anpassung, jedoch ist eine zerstörungsfreie Demontage in der Regel nur schwer möglich, was eine Wiederverwendung im Sinne zirkulärer Prinzipien stark einschränkt. Dies liegt vor allem daran, dass die Balken traditionell fest verbunden sind (z. B. mit Nägeln oder Zapfenverbindungen), wodurch sie beim Ausbau beschädigt werden. Außerdem sind viele alte Holzbalken mit schadstoffhaltigen Holzschutzmitteln wie PCP oder Lindan behandelt worden, was eine Wiederverwendung aus gesundheitlichen Gründen ausschließt. Weitere Einschränkungen ergeben sich durch Feuchteschäden, Schädlingsbefall (z. B. Hausbock oder Holzwurm) sowie den oft unbekannten

baulichen Zustand, der eine sichere Einschätzung der Tragfähigkeit ohne Eingriffe erschwert [47].

Strategien zur zirkulären Nutzung

Trotz eingeschränkter Rückbaumöglichkeiten lassen sich tragende Holzbalken im Bestand im Sinne der R-Strategien weiter nutzen. R4 (Repair) und R5 (Refurbish) können durch Maßnahmen wie Holzschutzbehandlungen, Querschnittsverstärkungen oder gezielte statische Nachweise (DIN EN 1995-1-1 (Eurocode 5)) umgesetzt werden. R7 (Repurpose) bietet zusätzlich Potenzial, etwa durch die Umnutzung der Balken in nichttragenden Funktionen oder als gestalterisches Element im Innenraum. Voraussetzung für jede Maßnahme ist eine sorgfältige Bewertung des Bestandszustands hinsichtlich Tragfähigkeit, Holzqualität und möglicher Schäden. So können auch ältere Holzbalken sinnvoll in neue Nutzungskonzepte integriert und im Stoffkreislauf erhalten bleiben.

12.2.7 Flachdächer

Flachdach-Massivbau-Warmdämmung

Ein Warmdach im Flachdach-Massivbau ist eine nicht belüftete Dachkonstruktion, bei der die Wärmedämmung unmittelbar oberhalb der tragenden Massivdecke angeordnet ist. Alle funktionalen Schichten (Dampfsperre, Dämmung, Abdichtung) sind dabei in einem geschlossenen, kompakten Aufbau ohne Hinterlüftungsebene zwischen Tragwerk und Abdichtung [48] integriert.

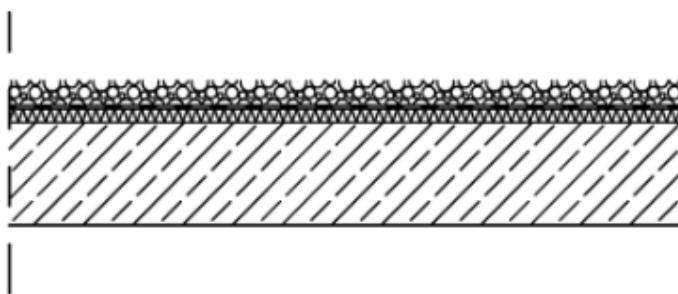


Abbildung 38 Flachdach Massivbau Warmdämmung [26]

Flachdach-Holzbau-Kaltdämmung

Ein Flachdach in Holzbauweise mit Kaltdämmung bezeichnet eine belüftete Dachkonstruktion, bei der die Wärmedämmung zwischen oder unter den tragenden Holzbalken liegt und eine Hinterlüftungsebene zwischen Dämmung und Dachabdichtung vorhanden ist. Diese Konstruktion ermöglicht den Feuchtigkeitsaustausch über die Luftschicht und ist insbesondere bei Holzbauten vorteilhaft, da sie die

Bauteile vor Kondensatbildung schützt. Typisch ist der Aufbau aus: Innenbekleidung → Dämmebene (in der Holzbalkenlage) → Luftsicht → Dachhaut [48].

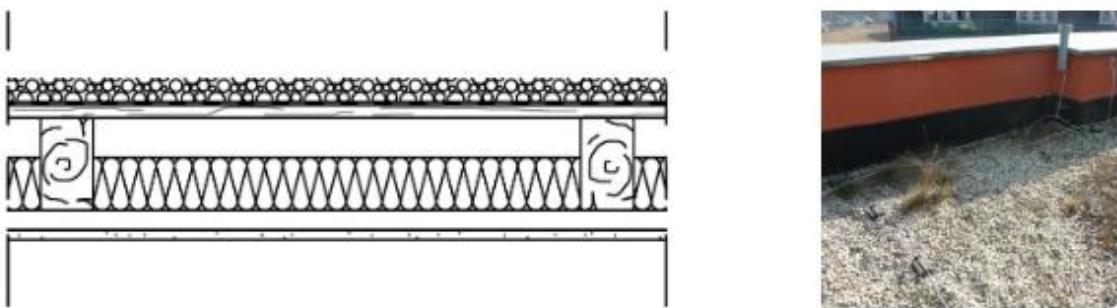


Abbildung 39 Flachdach Holzbau Kaltdämmung [26]

Stand der Technik

Warmdächer sind anfällig für Durchfeuchtung und Undichtigkeiten, insbesondere wenn die Dachhaut nicht regelmäßig gewartet wurde. Kaltgedämmte Flachdächer mit unzureichender Luftzirkulation neigen zu Feuchteschäden. In beiden Fällen ist die Trennung der Schichten im Rückbau oft aufwändig, da Klebeverbindungen, Bitumenbahnen oder Schüttlämmungen eine sortenreine Demontage verhindern. Zudem wurden häufig gesundheitlich bedenkliche Materialien wie Teer oder asbesthaltige Produkte verwendet, die eine Wiederverwendung erheblich einschränkt oder sogar verhindert [48].

Strategien zur zirkulären Nutzung

Trotz der rückbautechnischen Herausforderungen bestehen Potenziale für zirkuläre Nutzung, insbesondere durch Sanierung und funktionale Umnutzung. Bei erhaltener Tragstruktur können durch R4 (Repair) und R5 (Refurbish) Dachabdichtungen, Wärmedämmung und Gefällekonstruktionen erneuert werden, ohne das gesamte Bauteil zu ersetzen. Im Sinne von R7 (Repurpose) kann ein vorhandenes Flachdach auch eine neue Nutzung erhalten, z. B. als Gründach, technische Aufbauten oder Dachterrasse. Insbesondere bei Flachdächern in Massivbauweise bietet sich zudem im Sinne der Nachverdichtung die Möglichkeit, durch Aufstockungen in Holzbauweise zusätzlichen Wohn- oder Nutzraum zu schaffen. Aufgrund der hohen Tragfähigkeit von Massivdächern und des geringen Eigengewichts von Holzbauten können Aufstockungen oft ohne aufwändige statische Verstärkungen umgesetzt werden. Die trockene und leichte Bauweise des Holzbauwerks ermöglicht außerdem eine schnelle Montage und minimiert die Belastung für die bestehende Konstruktion. Für eine gezielte Wiederverwendung müssen Materialien frühzeitig dokumentiert und nach Möglichkeit schichtweise demontierbar konzipiert werden. In Zukunft sollte auf reversible Abdichtungssysteme und lösbare Dämmstoffe geachtet werden, um eine vollständige stoffliche Verwertung (R8) oder Wiederverwendung zu ermöglichen.

12.2.8 Steildach

Ein Steildach ist ein geneigtes Dach mit einem Neigungswinkel von über 22°, das überwiegend als Sparren- oder Pfettendachkonstruktion ausgeführt wurde. Die Tragstruktur besteht meist aus Nadelholz und die Dacheindeckung typischerweise aus Betondachsteinen oder Tonziegeln. In den meisten Fällen wurde keine zusätzliche Unterspannbahn eingebaut. Die Holzbalkenlage wurde nicht oder nur gering gedämmt. In sanierten Steildächern wurde neben der Dacheindeckung eine Unterspannbahn und eine Zwischensparrendämmung aus Dämmwolle ergänzt, die auf der Innenseite luftdicht mit einer Dampfsperre abgeschlossen wird [49].

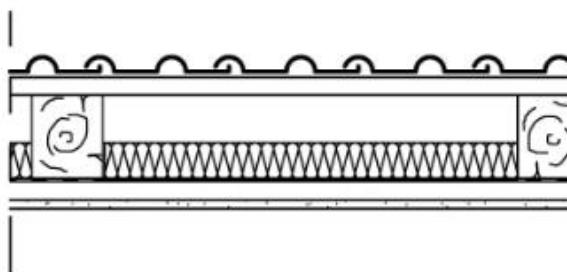


Abbildung 40 Steildach [26]

Stand der Technik

Der Rückbau kann trotz der verschiedenen Bauteilschichten einfach und sortenrein erfolgen. Bis auf die Folien und unter Umständen die vernagelten Holzlatten kann jede Bauteilschicht in den Kreislauf zurückgeführt werden. In dieser Bauzeit wurden jedoch häufig asbesthaltige Produkte in Dachplatten oder Dichtmassen eingesetzt, was den Rückbau technisch, gesundheitlich und rechtlich problematisch macht. Die gesundheitsgefährdenden Baustoffe begrenzen die Wiederverwendbarkeit erheblich und erhöhen den Aufwand zur stofflichen Verwertung [50].

Strategien zur zirkulären Nutzung

Ist die Tragstruktur in einem guten Zustand, können durch R4 (Repair) und R5 (Refurbish) Dachhaut und Dämmung erneuert werden, ohne die gesamte Dachkonstruktion zu ersetzen. Wird das gesamte Steildach einschließlich Dachhaut, Unterkonstruktion und Dämmung rückbaufreudlich geplant oder im Bestand sorgfältig demontiert, kann das Dach als Ganzes im Sinne von R3 (Reuse) oder R7 (Repurpose) wiederverwendet bzw. umgenutzt werden. Auch Dacheindeckungen – insbesondere aus Ziegel oder Schiefer bei Steildächern – gelten als gut rückbaufähig und werden häufig wiederverwendet. Im Sinne von R7 (Repurpose) können vorhandene Dachräume zusätzlich durch Ausbau oder Umnutzung in Wohn- oder Arbeitsbereiche überführt werden. Voraussetzung für eine zirkuläre Nutzung ist eine

sorgfältige Bewertung der Tragfähigkeit, der Materialbeschaffenheit und der bauphysikalischen Eigenschaften.

12.2.9 Bauteile von Nichtwohngebäuden

Nichtwohngebäude wie Bürogebäude, Gewerbegebäude oder Industrieanlagen gewinnen im Kontext des zirkulären Bauens zunehmend an Bedeutung. Auch wenn Wohngebäude den größten Teil des Gebäudebestands ausmachen und im Mittelpunkt der verfügbaren Datengrundlagen stehen, wurden bewusst die wichtigsten Bauteile von Nichtwohngebäuden im nachfolgenden Abschnitt berücksichtigt. Der Grund liegt in ihrem besonderen Potenzial. Aufgrund ihrer meist großen Flächen, der standardisierten Bauteile und der häufig modularen oder systematisierten Baukonzepte bieten sie hervorragende Voraussetzungen für eine wirtschaftlich sinnvolle und technisch effiziente Umsetzung von Rückbau- und Wiederverwendungs-konzepten. Darüber hinaus ermöglichen größere Gebäude eine strukturierte Logistikplanung sowie ausreichend Raum für selektive Demontage, Sortierung und Zwischenlagerung von Materialien. Unternehmen, die in diesem Bereich aktiv werden, haben die Chance, frühzeitig zirkuläre Strategien zu etablieren und sich als Vorreiter einer ressourcenschonenden Bauwirtschaft zu positionieren.

Stahlträger und Stützen

In Nichtwohngebäuden wie Industriehallen, Bürokomplexen oder Gewerbegebäuden werden seit der Mitte des 20. Jahrhunderts überwiegend genormte Stahlträger und Stahlstützen eingesetzt. Typische Profiltypen sind dabei Breitflanschträger wie HEA, HEB und IPE für Träger sowie Rechteck- und Quadrathohlprofile (RHS, SHS) oder Rundrohre für Stützen, deren Dimensionen und Toleranzen normativ festgelegt sind (DIN EN 10365:2017; DIN EN 10210:2006). Diese Bauteile bestehen in der Regel aus unlegiertem Baustahl der Güten S235 oder S355, deren mechanische Eigenschaften und technischen Lieferbedingungen in der DIN EN 10025-2 definiert sind (DIN EN 10025-2:2019). Stahlprofile werden häufig durch Schraub- oder Schweißverbindungen montiert. Die weite Verbreitung ergibt sich aus ihrer hohen Tragfähigkeit, guten Materialverfügbarkeit sowie einer einfachen und schnellen Montage bei gleichzeitig geringem Materialeinsatz. Aufgrund ihrer

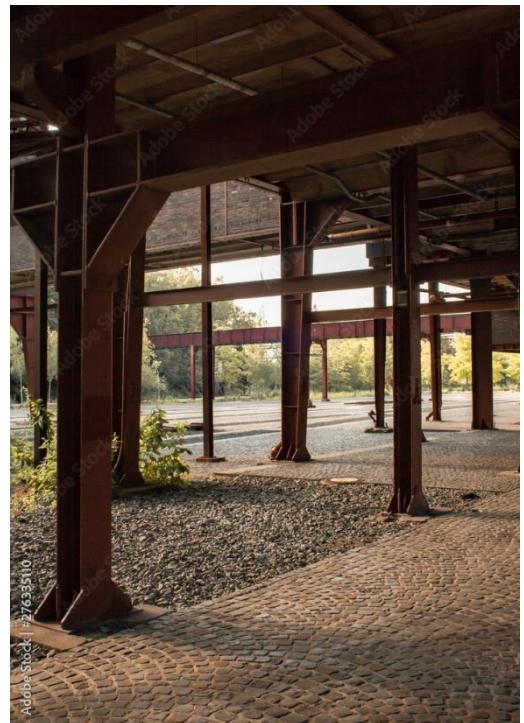


Abbildung 41: Stahlträger und Stützen in einem Industriebau [127]

standardisierten Querschnitte und der serienmäßigen Produktion eignen sich diese Bauteile besonders gut für eine spätere Wiederverwendung. In Verbindung mit einer systematischen Demontageplanung können Stahlbauteile nahezu zerstörungsfrei ausgebaut und erneut in statischen oder gestalterischen Funktionen verwendet werden.

Stand der Technik

Der konstruktive Einsatz von Stahlträgern ist grundsätzlich langlebig, allerdings können Korrosion, mechanische Beschädigungen oder ungenügende Brandschutzmaßnahmen die Wiederverwendung einschränken. Die tatsächliche Wiederverwendbarkeit hängt wesentlich von der Verbindungstechnik ab: Während geschraubte Verbindungen eine nahezu zerstörungsfreie Demontage ermöglichen, führen Schweißverbindungen häufig zu Schäden beim Ausbau oder zu erhöhtem Nachbearbeitungsaufwand. Ein weiteres Hemmnis besteht darin, dass bei Bestandsbauten häufig keine prüfbare Dokumentation der statischen Eigenschaften oder der Materialkennwerte vorhanden ist. In solchen Fällen muss der Stahl nachträglich geprüft und klassifiziert werden. Dennoch sind viele Stahlprofile durch ihre Normierung problemlos in neuen Tragwerken oder als sekundäre Bauteile einsetzbar. Besonders in modularen Neubaukonstruktionen oder temporären Bauten können gebrauchte Stahlträger ressourcenschonend weiterverwendet werden.

Strategien zur zirkulären Nutzung

Stahlträger und -stützen bieten ein hohes Potenzial für verschiedene R-Strategien. R3 (Reuse) lässt sich durch direkte Wiederverwendung von Profilen in Neubauten oder Umbauten umsetzen, sofern ausreichende statische Nachweise geführt werden können. R5 (Refurbish) ist möglich durch Entrostung, Neubeschichtung, ggf. Kürzen oder neu bohren von Anschlussdetails. Auch R7 (Repurpose) bietet Potenziale, etwa bei der Umnutzung von Trägern als architektonisches oder tragendes Element in temporären Konstruktionen, Möbeln oder Landschaftsbauten.

Betonfertigteile

Betonfertigteile werden in kontrollierten Werkstätten vorgefertigt und anschließend auf der Baustelle montiert. Typische Elemente sind Stützen, Balken, Wand- und Deckenelemente sowie Treppenläufe. Die Herstellung erfolgt nach festgelegten Normen (z. B. DIN EN 14992:2007 für Wandplatten; DIN EN 1168:2005 für Hohlplatten), wodurch eine hohe Maßgenauigkeit, Oberflächenqualität und Bauteilwiederholbarkeit gewährleistet wird. Üblicherweise werden Betonfertigteile aus Normalbeton der Festigkeitsklassen C25/30 bis C50/60 gefertigt. Als Bewehrung kommen vor allem Stabstahl oder Spannstähle zum Einsatz. Die Verbindung der

Elemente erfolgt meist durch Halbfertigteilösungen wie eingegossene Verbindungsmittel (z. B. Bügel, Hülsen, Ankerplatten) oder durch nachträgliches Betonieren von Stoßfugen. Die industrielle Fertigung ermöglicht eine hohe Qualität bei gleichzeitig kurzer Bauzeit. Aufgrund ihrer modularen Geometrie und der meist wiederkehrenden Bauteiltypen besitzen Betonfertigteile grundsätzlich ein gutes Potenzial für Rückbau und Wiederverwendung.



Abbildung 42 Aufbau einer Halle mit Betonfertigteilen [51]

Stand der Technik

Betonfertigteile weisen eine hohe Dauerhaftigkeit auf, sind jedoch aufgrund ihrer Masse und Verbindungstechniken nur eingeschränkt demontierbar. Häufig werden sie beim Rückbau zerstört oder beschädigt, insbesondere wenn sie kraftschlüssig vergossen oder vergossen / bewehrt verbunden sind. Elemente mit mechanischen Verbindungslösungen (z. B. Schraubverbindungen, lose eingelegte Verbindungs-elemente) bieten hier Vorteile. Ein weiteres Hemmnis ist die mangelnde Dokumentation bei älteren Betonfertigteilen. Informationen zur Betonzusammensetzung, Bewehrungslage oder zu statischen Nachweisen sind in diesen Fällen nicht vorhanden und erfordern eine Bestandsanalyse in Form von Materialprüfungen. Dennoch lassen sich standardisierte Elemente wie Treppenläufe, Hohlplatten oder Fassadenpaneele prinzipiell in neuen oder temporären Bauten erneut verwenden – vorausgesetzt, sie bleiben beim Rückbau unbeschädigt und erfüllen die erforderlichen Anforderungen an Tragfähigkeit, Dauerhaftigkeit und Brandschutz.

Strategien zur zirkulären Nutzung

Betonfertigteile können verschiedene R-Strategien bedienen. Bei R3 (Reuse) ist eine direkte Wiederverwendung von ganzen Bauteilen denkbar, z. B. bei modularen Bauten oder temporären Gebäuden. Für R5 (Refurbish) sind Maßnahmen wie die Reinigung, Ausbesserung kleiner Schäden, der Austausch korrodiert Verbindungselemente

oder die nachträgliche technische Erneuerung mit bspw. Carbonlamellen möglich. Im Rahmen von R7 (Repurpose) können Betonfertigteile in neuer Funktion genutzt werden, z. B. als Stützmauern, Möbelemente, Lärmschutzwände oder Landschaftsbauenteile. Die Wiederverwendung setzt eine sorgfältige Planung des Rückbaus sowie eine systematische Erfassung und Zwischenlagerung geeigneter Elemente voraus.

Bodenplatten

Bodenblätter aus Beton bilden die tragende Unterkonstruktion von Gebäuden und stellen die Verbindung zwischen Bauwerk und Baugrund her. Sie übernehmen neben der Lastabtragung auch Aufgaben der Wärmedämmung und Feuchtigkeitsabdichtung. Bodenplatten werden in der Regel als Ort beton ausgeführt, seltener in Form vorgefertigter Platten. Übliche Ausführungen sind bewehrte Platten aus Normalbeton der Festigkeitsklassen C20/25 bis C30/37, abhängig von der Gebäudenutzung und den Gründungsbedingungen. Die Ausführung erfolgt gemäß DIN 1045-1 bzw. den Eurocodes (z. B. DIN EN 1992-1-1), während Anforderungen an Abdichtung und Dämmung in der DIN 18533 oder dem GEG geregelt sind. In spezialisierten Fällen – etwa bei Industriebauten – kommen auch Stahlfaserbetone oder Doppelbodenlösungen mit werkseitig hergestellten Elementen zum Einsatz.



Abbildung 43 Einbau einer Bodenplatte [52]

Stand der Technik

Ortbeton-Bodenplatten gelten als dauerhaft, jedoch ist ihre Wiederverwendung stark eingeschränkt, da sie integraler Bestandteil der Gründung sind und nicht zerstörungsfrei demontiert werden können. Die Recyclingfähigkeit beschränkt sich meist auf das Brechen des Altbetons zur Gewinnung von RC-Materialien. Bei vorgefertigten Plattensystemen – etwa in temporären oder modularen Bauten – bestehen bessere Chancen für Demontage und Wiederverwendung, insbesondere wenn auf mechanische Verbindungen gesetzt wurde. Auch hier stellt die lückenhafte Dokumentation (z. B. zu Bewehrung, Betonzusammensetzung, Belastungshistorie) eine Hürde für die Wiederverwendung dar. In Einzelfällen ist die Wiederverwendung als massive Auflagerfläche oder als Sekundärbauteil möglich.

Strategien zur zirkulären Nutzung

Für klassische Bodenplatten bietet eine Wiederverwendung im Sinne von R3 (Reuse) spannende Möglichkeiten – insbesondere dann, wenn sie modular geplant oder in transportfähige Segmente zerlegt werden können. Solche Elemente lassen sich gezielt als Fundamente, Bodenmodule oder befestigte Flächen in neuen Bauvorhaben integrieren. Voraussetzung dafür sind durchdachte Verbindungssysteme, eine nachvollziehbare Dokumentation (z. B. Materialkennwerte, Bewehrung, Lastannahmen) sowie möglichst geringe Eingriffe in die statische Struktur. Technisch ist das Zerlegen – etwa mit Seilsägen – gut machbar, wobei ein sorgfältiger Rückbau hilft, die Wiederverwendungschancen zu maximieren. Besonders bei nicht tragenden Anwendungen oder konstruktiv vorbereiteten Bauteilen eröffnen sich hier wertvolle Potenziale. Auch R5 (Refurbish) kann zur Verlängerung der Nutzungsdauer beitragen, etwa durch partielle Instandsetzung im Zuge einer Umnutzung. Besonders vielversprechend ist R7 (Repurpose): Gebrochene Bodenplattenfragmente lassen sich vielseitig weiterverwenden – z. B. als Recyclingbaustoff, einfache Fundamente oder landschaftsgestalterische Elemente.

Bauteile des Ausbaus und der technischen Ausstattung

Die Ausbaubauteile wie Fenster, Türen, Treppen oder technische Anlagen bieten vielfältige Potenziale für die zirkuläre Nutzung. Sie unterliegen keinen strengen Normen und lassen sich ohne großen Aufwand wiederverwenden. Fenster und Türen lassen sich bei sortenreiner Ausführung aus Holz, Aluminium oder Kunststoff gut demontieren und wieder einsetzen, sofern Befestigungen und Verglasungen lösbar sind. Treppen können, je nach Konstruktionsart und Material, teilweise demontiert oder als Ganzes umgenutzt werden.

Die Technische Gebäudeausstattung (TGA) wie Heizungen, Trinkwarmwasser- oder Abwassersysteme sind hingegen stark abnutzungsbedingt und verschleißanfällig und werden daher meist ersetzt. Hier kommt es vor allem auf eine zugängliche und

trennbare Leitungsführung an. Elektroleitungen lassen sich stofflich verwerten, wenn sie nicht fest vergossen oder unzugänglich verlegt sind – spezialisierte Kabelaufbereiter, wie z.B. die Firma Straub in Losheim, ermöglichen eine Rückführung der Materialien in den Kreislauf.

Im Innenausbau stellen Trockenbauwände, Bodenbeläge und Oberflächenbeschichtungen besondere Herausforderungen dar, wenn keine recyclinggerechten oder modularen Systeme eingesetzt wurden. Um diese Potenziale künftig besser zu nutzen, sollte bereits in der Nutzungsphase auf demontagefreundliche, dokumentierte und wartbare Konstruktionen geachtet werden.

Stand der Technik

Der aktuelle Gebäudebestand zeigt jedoch ein sehr heterogenes Bild hinsichtlich Bauweise und Materialwahl der Fenster und Türen. Sie bestehen überwiegend aus Holz, Aluminium oder Kunststoff und wurden häufig ohne recyclinggerechte Befestigungen eingebaut. Viele ältere Modelle sind genagelt oder verschraubt und lassen sich bei sorgfältiger Demontage (R3 Reuse) teilweise wiederverwenden. Treppenanlagen, insbesondere massive Betontreppen, sind meist fest integriert und nur mit erheblichem Aufwand rückbaubar, während leichtere vorgefertigte Konstruktionen eine bessere Wiederverwendung ermöglichen.

Im Bereich der Technischen Gebäudeausstattung (TGA) zeigt sich die Herausforderung besonders deutlich: Elektrokabel wurden und werden häufig unter Putz oder eingegossen verlegt, was eine sortenreine Rückgewinnung (R8 Recycle) erschwert. Heizungs- und Sanitärinstallationen bestehen oft aus gemischten Materialien (Metalle, Kunststoffe), deren Trennung aufwändig ist. Der Zustand und die Erreichbarkeit dieser Systeme bestimmen maßgeblich, ob eine Wiederverwendung (R3 Reuse) oder eine Umnutzung (R7 Repurpose) möglich ist.

Strategien zur zirkulären Nutzung

Um das Potenzial der Ausbau- und TGA-Bauteile im Sinne der R-Strategien besser zu erschließen, sind verschiedene Ansätze erforderlich. Bereits bei der Planung sollte im Sinne von R0 (Refuse) auf schwer rückbaubare Verbundmaterialien verzichtet werden. Die Auswahl modularer, sortenreiner Systeme unterstützt R1 (Rethink) und ermöglicht eine spätere Wiederverwendung. Fenster und Türen sollten so gestaltet und montiert werden, dass sie zerstörungsfrei demontiert und im Sinne von R3 (Reuse) wiederverwendet werden können. Treppen sollten, wenn möglich, aus verschraubten vorgefertigten Elementen bestehen, um eine Umnutzung (R7 Repurpose) oder eine Wiederverwendung zu erleichtern. Bei der Technischen Gebäudeausstattung sind zugängliche Installationen essenziell. Kabel sollten in Kanälen statt unter Putz verlegt werden, um eine spätere stoffliche Verwertung (R8 Recycle) zu ermöglichen. Trinkwasser- und Heizungsleitungen sollten modular

aufgebaut werden, sodass sie bei Umbauten einfach ersetzt oder umgenutzt werden können. Im Innenausbau bieten Trockenbausysteme, modulare Bodenbeläge und recyclinggerechte Beschichtungen wichtige Ansätze zur Umsetzung von R4 (Repair) und R5 (Refurbish). Zukünftig sollte die Einführung von digitalen Gebäudepässen und systematischen Massenstrombilanzen Standard werden, um die Transparenz über Materialflüsse zu erhöhen und die Umsetzung von R2 (Reduce), R3 (Reuse) und R8 (Recycle) weiter zu fördern.

Zentrale Lösungsansätze zur Optimierung der Nutzung von bestehenden Bauteilen

Tabelle 16 Lösungsansätze für Bauteile

Akteure	Aufgabe	Lösungsansatz und Visionen
Bau- und Abbruchunternehmen	Rückbau, Trennung und Sortierung von Bauteilen, Qualitätsprüfung von Bauteilen, Vorhalten von Bauteilen	Schulung für selektiven Rückbau, Einsatz rückbaufreundlicher Verfahren, Nutzung freier Deponieflächen zur Qualitätsprüfung, Digitalisierung der Bauteile
Bauteilhändler	Bereitstellung ausreichend geprüfter Bauteile.	Eingliederung eines Handelsplatzes für qualitätsgeschaffte Bauteile im Saarland, Digitalisierung der Bauteile
Architekten und Planer	Verwendung bestehender Bauteile und Erstellen von Rückbauplanung, Auswahl geeigneter Materialien und Konstruktionen	Integration von geprüften Bauteilen, Verwendung von KI-Anwendungen
Bauherren/Auftraggeber von Bauleistungen	Beauftragung und Finanzierung nachhaltiger Bauweisen, Informieren auf Handelsplätzen	Einforderung zirkulärer Konzepte, Bewertung von Lebenszykluskosten, Förderung der Wiederverwendung
Politik und Vollzugsbehörden	Schaffung von Normengrundlagen zur einheitlichen Bewertung von Bauteilen, vereinfachte Genehmigungsverfahren	Anpassung Prüfverfahren, Förderprogramme für zirkuläres Bauen, Einführung einheitlicher digitaler Produkt-Pässe

12.3 Baustoffe

12.3.1 Natürliche mineralische Baustoffe

Mauerwerkstein/Hohlstein

Die drei im Saarland verwendeten Mauersteine Bimsstein (natürliches, vulkanisches Gestein mit hoher Porosität), Hüttenstein (hergestellt aus Hüttensand) und Schlackenstein (aus Hochofenschlacke) spiegeln die industrielle Geschichte und die geologischen Gegebenheiten der Region wider. Das Saarland war über Jahrzehnte ein bedeutender Standort der Kohle- und Stahlindustrie. Besonders Hüttensteine und Schlackensteine zeigen, wie industriellen Nebenprodukten, insbesondere Hüttensand und Hochofenschlacke, eine neue Verwendung im Bauwesen gegeben wurde. Dies verdeutlicht eine schon früher angewendete Form der Kreislaufwirtschaft, indem Abfälle aus der Stahlproduktion als Baumaterial genutzt wurden und werden. Bimsstein wurde zwar nicht direkt im Saarland abgebaut, war aber über Handelswege aus der Eifel leicht verfügbar. Aufgrund seiner guten Wärmedämmung wurde er oft für Wohngebäude genutzt.

Stand der Technik

Natürliche mineralische Baustoffe wie Bimsstein oder Hüttenstein zeichnen sich durch eine grundsätzlich gute Recyclingfähigkeit aus, da sie durch Brechen und Mahlen erneut als Gesteinskörnung in Betonen oder Mörteln eingesetzt werden können. Die Aufbereitungstechnologien wie Brech- und Siebanlagen sind weit verbreitet und stellen einen etablierten Standard dar.

12.3.2 Künstlich hergestellter mineralischer Baustoff

Diese Baustoffe basieren auf mineralischen Rohstoffen, werden jedoch industriell hergestellt. Sie zeichnen sich durch hohe Formbeständigkeit, Feuerwiderstand und Dauerhaftigkeit aus. Typische Vertreter sind Beton und Glas (z. B. Flachglas, Isolierglas, Sicherheitsglas).

Stand der Technik

Bei **künstlich** hergestellten mineralischen Baustoffen, insbesondere Beton, besteht die gängige Praxis darin, Betonabbruch als Recycling-Beton wieder in neue Bauwerke zu integrieren. Hierzu werden Cradle-to-Cradle-Ansätze und verbesserte Trenn-technologien entwickelt, um die Qualität des Sekundärmaterials weiter zu erhöhen.

Dennoch bleiben Einschränkungen hinsichtlich der vollständigen Wiederverwendung hochwertiger Betone bestehen.

12.3.3 Organische Baustoffe

Organische Baustoffe bestehen aus nachwachsenden Rohstoffen pflanzlicher oder tierischer Herkunft. Sie sind oft besonders ökologisch, leicht und gut dämmend, jedoch meist brennbar und biologisch abbaubar. Beispiele sind Holz, Naturdämmstoffe oder Lehm-Holz-Verbundsysteme.

Stand der Technik

Organische Baustoffe wie Holz erleben eine Renaissance im modernen Bauwesen. Holzbauweisen werden zunehmend so gestaltet, dass eine sortenreine Trennung und Wiederverwendung von Bauteilen möglich ist. Vorfertigung, Schraub- statt Klebeverbindungen und modulare Baukonzepte sind Stand der Technik und fördern eine lange Nutzungsdauer und Wiederverwendbarkeit.

12.3.4 Synthetische Baustoffe

Diese Materialien werden vollständig chemisch-technisch erzeugt, meist auf Erdölbasis. Sie bieten gute Dämmwerte, geringe Dichte und vielfältige Verarbeitungseigenschaften, können aber in der Entsorgung problematisch sein. Dazu zählen Kunststoffe, bituminöse Stoffe und Hartschaumdämmstoffe.

Stand der Technik

Synthetische Baustoffe, insbesondere Kunststoffe wie Dämmstoffe, Folien oder Rohrleitungen, lassen sich oft nicht einfach recyceln, da sie aus komplexen chemischen Verbindungen bestehen oder zahlreiche Zusatzstoffe enthalten. Beim mechanischen Recycling werden Kunststoffe zerkleinert, gereinigt und erneut eingeschmolzen. Dabei verschlechtert sich jedoch die Materialqualität, ein Effekt, der als „Downcycling“ bezeichnet wird, wodurch die recycelten Kunststoffe häufig nur noch für minderwertige Anwendungen genutzt werden können. Chemisches Recycling hingegen, beispielsweise durch Pyrolyse oder Depolymerisation, verfolgt das Ziel, Kunststoffe wieder in ihre chemischen Grundbausteine zu zerlegen. Bei der Pyrolyse werden Kunststoffabfälle unter Ausschluss von Sauerstoff erhitzt und in Öl, Gas oder Kohlenstoffverbindungen umgewandelt. Die Depolymerisation setzt gezielt Polymere in ihre Monomere zurück, sodass daraus neue hochwertige Kunststoffe produziert werden können. Beide Verfahren gelten als zukunftsweisend, befinden sich jedoch noch in der Weiterentwicklung, da sie derzeit sehr energieintensiv, kostenaufwendig und technologisch noch nicht breit etabliert sind. Die Forschung arbeitet daran, den

Energiebedarf dieser Verfahren zu senken und sie wirtschaftlich tragfähiger zu machen [53].

12.3.5 Metallische Baustoffe

Metalle werden aufgrund ihrer hohen Festigkeit, Formbarkeit und Leitfähigkeit im Tragwerk, in Fassaden und der technischen Gebäudeausstattung eingesetzt. Sie sind vollständig recyclingfähig, jedoch oft energieintensiv in der Herstellung. Typische Metalle im Bau sind Stahl, Aluminium oder Kupfer.

Stand der Technik

Metallische Baustoffe wie Stahl und Aluminium verfügen über eine sehr hohe Recyclingfähigkeit, da sie beim Einschmelzen ihre physikalischen Eigenschaften nahezu vollständig behalten. Während recycelter Stahl die Nachfrage nach Eisenerz erheblich reduziert, benötigt das Recycling von Aluminium lediglich etwa fünf Prozent der Energie der Primärproduktion [54]. Dennoch bleibt die Primärherstellung energie- und CO₂-intensiv, weshalb aktuelle Entwicklungen auf eine Senkung der Emissionen zielen. Besonders innovativ ist hierbei der Einsatz von grünem Wasserstoff im Direktreduktionsverfahren (H₂-DRI), bei dem Wasserstoff statt Koks zur Reduktion von Eisenerz genutzt wird, was eine nahezu CO₂-freie Stahlproduktion ermöglicht [55]. Unternehmen wie thyssenkrupp, Salzgitter und ArcelorMittal treiben entsprechende Pilotprojekte bereits voran.

12.3.6 Verbundbaustoffe

Verbundbaustoffe bestehen aus der Kombination zweier oder mehrerer Materialien mit unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften. Ziel ist es, die Vorteile der Einzelstoffe zu vereinen (etwa hohe Tragfähigkeit und gute Wärmedämmung). Beispiele sind Stahlbeton, Gipskarton oder Holz-Beton-Verbundsysteme.

Stand der Technik

Verbundbaustoffe erschweren aufgrund ihrer Materialkombination eine sortenreine Trennung und damit die Kreislaufführung erheblich. Besonders klassische Materialien wie Stahlbeton oder Gipskartonplatten lassen sich am Ende der Nutzungsphase nur schwer in ihre Einzelbestandteile zerlegen. Aktuelle Forschungsansätze zielen darauf ab, reversible Verbindungstechniken und neue, leichter trennbare Verbundmaterialien zu entwickeln, um die Recyclingfähigkeit dieser Baustoffe deutlich zu verbessern [56].

Zentrale Lösungsansätze zur Optimierung des Verwertungsprozesses von Bau- und Abbruchabfällen

Tabelle 17 Lösungsansätze für Baustoffe [57]

Akteure	Aufgabe	Lösungsansätze und Visionen
Bau- und Abbruchunternehmen	Einhaltung der Pflichten der Gewerbeabfallverordnung	<ul style="list-style-type: none"> - getrennte Erfassung der Bauabfälle in sortenreinen Fraktionen und vorrangige Zuführung zur Wiederverwendung oder einem Recyclingverfahren - Erfassung von Bauabfällen im Gemisch nur in begründeten Ausnahmefällen - Vernetzung mit Bauschuttrecyclern, um ein gemeinsames Verständnis für recyclingfähige Bauabfälle zu entwickeln
	Erweiterung der Ausbildung: Kreislaufwirtschaft Bau	<ul style="list-style-type: none"> - Baustoffkunde, Baustoffrecycling und abfallrechtliche Grundlagen umfassend in die Ausbildung integrieren
Bauschuttaufbereiter	Produktion güteüberwachter RC-Baustoffe für den Tiefbau	<ul style="list-style-type: none"> - Herstellung von gütegesicherten RC-Baustoffen nach den Regelwerken des Straßen- und Erdabaus mit entsprechender Vermarktung
	Produktion von RC-Baustoffen für den Hochbau	<ul style="list-style-type: none"> - Vernetzung mit Baustoffproduzenten, um ein gemeinsames Verständnis der erforderlichen Qualitäten für RC-Rohstoffe zu entwickeln

	Optimierung der Aufbereitungstechnik	- Investition in Aufbereitungstechnik, angepasst an ambitioniertes Aufbereitzungsziel
	Stoffstrommanagement	- getrennte Annahme, Lagerung und Behandlung von Stoffströmen unterschiedlicher Qualität
Baustoffproduzenten	Entwicklung ressourcenschonender Rezepte	Forschung und Entwicklung zum Einsatz von RC-Rohstoffen, auch in Zusammenarbeit mit Bauschuttaufbereitern
	Kennzeichnung ressourcenschonender Baustoffe	Labeling als ressourcenschonender Baustoff, um Kunden zu informieren und einen Produktvergleich zu ermöglichen
	Steigerung der Rohstoffeffizienz	- Optimierung der Produktionstechnik zur Vermeidung von Verschnittresten, insbesondere beim Endkunden
Architekten und Planer	Recyclinggerechte Bauweisen fördern	- modulare Bauweisen und recyclinggerechte Konstruktionen konsequent umsetzen - Sensibilisierung der Auftraggeber zum Thema „Jedes Bauwerk wird einmal zum Abfall“
	Fort- und Weiterbildungen: Kreislaufwirtschaft Bau	- Ergänzung der bereits verpflichtend zu absolvierenden Fort- und Weiterbildungen, um Angebote zu ressourcenschonenden Baustoffen und Bauweisen machen zu können, initiiert von Architekten- und Ingenieurkammern in Zusammenarbeit mit Baustoffproduzenten und Berufsverbänden

	Erweiterung der Ausbildung: Kreislaufwirtschaft Bau	- Recyclinggerechte Konstruktionen, Baustoffkunde, Kreislaufwirtschaft auf dem Bau und abfallrechtliche Grundlagen in die Curricula aufnehmen
Bauherren/Auftraggeber von Bauleistungen	Rückbau- und Entsorgungskonzept	- Erstellung einer Schadstoffgutachtens und eines Rückbaukonzeptes, das als Bestandteil der Ausschreibung umzusetzen ist
	öffentliche Ausschreibungs- und Vergabeverfahren um Umweltaspekte ergänzen	- Vorgabe von Umweltanforderungen, die bei der Ausschreibung zwingend gefordert werden müssen - Gewichtung von ökologischen und ökonomischen Aspekten eines Angebots – Vergabe nicht ausschließlich über den Preis - Beauftragung erfolgt ausschließlich an nachweislich fachkundige (zertifizierte) Unternehmen - Wahrnehmung der Vorbildfunktion der öffentlichen Hand
	Einhaltung der Pflichten der Gewerbeabfallverordnung	- Erstellung der Dokumentation zum Aufkommen und Verbleib der Bau- und Abbruchabfälle
Politik und Vollzugsbehörden	Produktstatus für RC-Baustoffe	- praxisnahe Regelungen, um aufbereitete und qualitätsgesicherte RC-Rohstoffe aus dem Abfallrecht zu entlassen - Vereinheitlichung der Bewertung der Umweltverträglichkeit von klassischen und RC- Rohstoffen

	Vollzug der Gewerbeabfallverordnung	<ul style="list-style-type: none"> - einheitlicher Vollzug der GewAbfV sowohl während der Bauphase vor Ort als auch bei der Prüfung der Einhaltung der Getrennthaltungs- und Dokumentationspflichten nach Abschluss des Bauvorhabens - Entwicklung von Handlungshilfen und Leitfäden zur Schulung des Vollzugspersonals - praxisgerechte und vollzugstaugliche Definition von „technisch nicht möglich“ und „wirtschaftlich nicht zumutbar“ - Aufstockung des Verwaltungspersonals und ggf. Zusammenlegung von Zuständigkeiten im Vollzug, um Personalkapazitäten zu bündeln
	Verpflichtung zum „Selektiven Rückbau“	<ul style="list-style-type: none"> - Definition des Begriffes „Selektiver Rückbau“ und verpflichtende Einführung über die Landesbauordnungen
	Erweiterung der Kriterien für die Baustoffzulassung	<ul style="list-style-type: none"> - Zulassung von Baustoffen nur bei nachgewiesener Recyclingfähigkeit sowie Stärkung der Produktverantwortung des Herstellers
	Vorbildfunktion wahrnehmen und Öffentlichkeitsarbeit ausbauen	<ul style="list-style-type: none"> - Förderprogramme und Leuchtturmprojekte zur Einführung von Baustoffen mit RC-Anteil sowie Öffentlichkeitsarbeit zur Steigerung der Akzeptanz - Einführung der Pflicht zur Zertifizierung von öffentlichen Gebäuden auch auf Landesebene (Vorbild BNB)

13 Anhang 3

Kickoff mit Werksbesichtigung am 11. Februar 2025

Datum: Dienstag, 11. Februar 2025

Ort: Alois Omlor GmbH

Am Zunderbaum 8

66424 Homburg

ab 13:30 Ankunft der Teilnehmer

14:00 Willkommen und Grußwort

- o Dr. Christoph Kopper, Alois Omlor GmbH
- o Minister Jürgen Barke (MWIDE) (angefragt)

14:20 Vorstellung des Projekts „CIRCULAR BUILDING“

- o Hans-Ulrich Thalhofer, AGV Bau Saar und VBS
- o Prof. Frank Baur, IZES
- o Dr. Schulz-Cornelius, Pahn Ingenieure

15:00 Kaffee-Pause / Führung über das Firmengelände

- o Dr. Christoph Kopper

16:00 Impulsvorträge

- o Prof. Dr.-Ing. Albrecht Gilka-Bötzow Hochschule Darmstadt (h_da) Vortrag:
Angewandte Kreislaufwirtschaft im Klimawandel
- o Dr. Anna Braune – DGNB – Forschung und Entwicklung (angefragt)

17:00 Vision Board „CIRCULAR BUILDING“

B2B-Networking mit Imbiss

ZIRKULÄRE STRATEGIEN MIT DEM FOKUS AUF MATERIALKREISLÄUFE



Exkursion und Fachtagung am 06. Mai 2025



EINLADUNG 2. Fachveranstaltung „CIRCULAR BUILDING“ mit Fächerekursion

CIRCULAR BUILDING

EINLADUNG zur 2. Fachveranstaltung mit Fächerekursion

am Dienstag, 6. Mai 2025

Begleiten Sie uns zur ersten Fächerekursion von CIRCULAR BUILDING mit Abschlussveranstaltung bei Hager Group Blieskastel.

Exkursionspunkte:

- Fertigteilwerk Peter Gross Hochbau GmbH & Co. KG: Werksbesichtigung mit **Markus Klein** (Niederlassungsleiter Hochbau und Fertigteilwerk)
- Nachhaltigkeit im **Quartier am Würzbacher Weiher**: „Wirtschaftliches und zukunftsfähiges Bauen“: Baustellenbesichtigung und Projektvorstellung **Quartier am Würzbacher Weiher** mit **Christian Ehrhardt** (Ehrhardt & Hellmann Bauunternehmung) und **Christian Schencking** (Kalksandsteinwerke Schencking)

Fach- und Netzwerkveranstaltung bei Hager Group Blieskastel

- **Ulrich Reiner** (Corporate Strategy & Innovation bei Hager Group): „Zukunftsperpektive Zirkuläres Bauen“
- **Prof.-Dr. Ing. Matthias Pahn** (RPTU Kaiserslautern): „Multifunktionale Betonfertigteile für energetisch nutzbare Gebäudetragsstrukturen“

Nach einer prägnanten Kick-Off-Veranstaltung bei der Alois Omlor GmbH, möchten wir Ihre Themen und Herausforderungen in der Praxis im Projekt CIRCULAR BUILDING weiterentwickeln und Lösungen auf dem Weg zum zirkulären Bauen aufzeigen. Gemeinsam gehen wir die Chancen an: mit Best Practice-Beispielen aus der Bauwirtschaft und in der Forschung.

Anmeldung unter: [AGV Bau Saar](#)





EINLADUNG 2. Fachveranstaltung „CIRCULAR BUILDING“ mit Fächekursion

Ablauf:

14:00 Uhr: *Fertigteilwerk Peter Gross Hochbau GmbH & Co. KG*

Dudweilerstraße 80 66386 St. Ingbert

15:30 Uhr: *Quartier am Würzbacher Weiher*

Würzbachhallen Straße 7 66440 Blieskastel-Niederwürzbach

17:00 Uhr: *Fach- und Netzwerkveranstaltung bei Hager Group*

Zum Gunterstal 66440 Blieskastel

Kaffeepause

17:30 Uhr: *Vortrag Ulrich Reiner (Corporate Strategy & Innovation)*

18:00 Uhr: *Vortrag Prof. Matthias Pahn (RPTU Kaiserslautern)*

18:30 Uhr: *Abschluss der Veranstaltung mit Networking*

Das Projekt wird vom Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitales und Energie (MWIDE) des Saarlandes gefördert.



Ansprechpartner:

Karolin Schadt

E-Mail karolin.schadt@dig-saar.de

mobil: 01520 3193487

Hans-Ulrich Thalhofer

E-Mail u.thalhofer@bau-saar.de

Mobil: 0170 7340592

Exkursion am 27. August 2025



Einladung 2. Fachexkursion CIRCULAR BUILDING

Begleiten Sie uns zur zweiten Fachexkursion von CIRCULAR BUILDING

Mittwoch, 27. August 2025 nach Kaiserslautern,

wo wir an der RPTU Kaiserslautern mit Prof. Dr.-Ing. Matthias Pahn das Tomografie-Portal *Gulliver*, einen Computertomografen zur Untersuchung von Tragwerken und das *Smallhouse VI* mit dem Konzept „Energetragwerk“ im Smallhouse-Village besichtigen. Anschließend führt das Architekturbüro **Bayer & Strobel** durch das neu entstehende Pfaff-Areal und das Quartierszentrum „Kesselhaus“ mit dem Fokus auf Zirkularität. Nach über 100 Jahren der industriellen Nutzung soll die Fläche als zeitgemäßes Mischquartier für Wohnen und Arbeiten mit klimaneutraler Energieversorgung entwickelt werden.

Anmeldung unter: [2-fachexkursion-circular-building-](#)

Exkursionspunkte:

- o **Rheinland-Pfälzische Technische Universität (RPTU) Kaiserslautern**
Prof. Dr.-Ing. Matthias Pahn Fachbereich Massivbau und Baukonstruktion
Paul-Ehrlich-Straße, Gebäude 14 67663 Kaiserslautern
- o **Pfaff-Quartier: Bayer & Strobel**, Quartiersentwicklung mit Fokus auf Nachhaltigkeit und Zirkularität, Altes Kesselhaus Susanne-Ihnen-Str. 2 67655 Kaiserslautern

Ablauf:

08:30 Uhr:	Abfahrt Bus in Saarbrücken, Bushaltestelle gegenüber Erlebnisbad Calypso (kostenfreie Parkplätze hinter MÖMAX, Gersweilerstr.68 66117)
09:30 Uhr:	RPTU Kaiserslautern Fachbereich Massivbau und Baukonstruktion
10:00 - 12.00 Uhr:	Tomografie-Portal <i>Gulliver</i> Besichtigung <i>Smallhouse VI</i>
12:15 - 13.15 Uhr:	Mittagsimbiss (RPTU-Mensa)
13:30 - 15.30 Uhr:	Pfaff-Quartier mit Architekturbüro Bayer & Strobel
16:00 Uhr:	Rückfahrt nach Saarbrücken, Ankunft ca. 17.00 Uhr

Karolin Schadt mobil: 01520 3193487
karolin.schadt@dlg-saar.de

gefördert von



Expertenrunde am 21. August 2025

21.08.2025 Expertenrunde Circular Building

14.00 bis 16:20h

Ort: Ausbildungszentrum des AGV Bau Saar (Kolbenholz 1, SB)

Teilnehmer: AGV: **Hans-Ulrich Thalhofer,**
 DLG: **Karolin Schadt, Verena Ayere**

IZES: **Prof. Frank Baur, Benedikt Hirsch, Cornelia Vogler**

Vertreter von Unternehmen und Wissenschaft:

- **Fa. Omlor, Dr. Christoph Kopper**
- **Fa. Peter Gross Fertigteile, Marius Klein & Azad Haider**
- **Fa. Kalksandsteinwerke Schencking, Christian Schencking**
- **Fa. Lautzkirchener Sand- und Natursteinwerk GmbH, Edit Nagy**
- **Fa. Hager, Ulrich Reiner & Johannes Hauck**
- **RPTU, Prof. Matthias Pahn**

Entschuldigt: Fa. Ehrhardt&Hellmann Bauunternehmung,
Christian Ehrhardt

Grundlage des Protokolls ist die gehaltene Präsentation (siehe Anhang)

- Begrüßung durch Herrn Thalhofer – er leitet das Thema ein und skizziert den Hintergrund des heutigen Treffens im Zusammenhang mit dem Gesamtprojekt.
- Prof. Frank Baur schließt sich der Vorstellung an und präsentiert die ersten Folien der PPT. Kerninhalt der Diskussion ist der Rahmen des Projektes Circular Saar, in dessen Kielwasser die Weiterentwicklung des Projektes Circular Building in der Zukunft erfolgen könnte. Es wird aus der Runde nach konkreten Ansatzpunkten gefragt und zugesagt, dass man sich bemüht, einen Vertreter des Projektes in die Steuerungsgruppe (bzw. einen Beirat) zu bringen.
- Prof. Matthias Pahn ergänzt bei der Vorstellung von Pahn Ingenieure die Expertise, die über ihn und die RPTU in das Projekt einfließt bzw. im weiteren Verlauf aus wissenschaftlicher Sicht einfließen kann. Es gibt spannende Anknüpfungspunkte, die auch bei der Exkursion am 27.8.25 vorgestellt werden (Small House VI, Bauteile CT).
- Cornelia Vogler präsentiert den Projektzeitplan und weitere Planungen sowie die Erkenntnisse aus dem ersten Arbeitspaket, in dem es um die Analyse des saarländischen Baubestandes und dem Aufkommen an Bauabbruchmaterialien ebenso geht, wie um die Perspektive, die zirkuläres Bauen für die Branche vorhält.
- Die Präsentation endet mit einem offenen Übergang in die Diskussion mit den Anwesenden über die Aspekte von Zirkularität und die Möglichkeiten, die ein Demonstrator für die Akteure im Saarland birgt.

Diskussionsinhalte / Impulsstatements zu zirkulärem Bauen

- **OMLOR:** RC-Schüttungen für Bauwerke.
 - o Niedrige Verwertungsquote von 70 %: DK 0 Deponien im Saarland, die Erdaushubverbringung als „Entsorgung“ deklariert (z.B. Verfüllung von Sandgrube oder Rekultivierungsplan), im restlichen Deutschland wird dies als stoffliche Verwertung deklariert.
 - o Verfügbarkeit von geeignetem Abbruch Material ist kritisch (wenig Abbruch).
 - o Die geologische Grundlage im SL/ RLP ist nicht da, um Bauaushub als Körnung für Betone zu verwenden. (Vergleich zwischen dem Saarland und der Schweiz, wo viele Aushube als Ausgangssubstanz für Gesteinskörnung für Betone verwendet werden kann - fast 100%. Die lehmigen Erdaushube unserer Breiten eignen sich dafür nicht.
 - o RC-Material ist konkurrenzfähig und kann wie ein Primärbaustoff verwendet werden
 - o Es gibt keine Absatzprobleme für RC Gesteinskörnungen / Nachfrage ist hoch
 - o Offene Fragestellungen: Verfügbarkeit von qualitativ hochwertigem Ausgangs-Material und daraus resultierende Anforderungen an die zukünftige Planung (Design for Circularity), Aufbereitungstechnik und deren Genehmigung, sortenreine Trennung auf der Baustelle
- **Peter Groß:** Begrenzung von RC-Anteilen
 - o RC-Begrenzung aufgrund der Normung im Fertigteilbereich kritisch, obwohl es technologisch eine große Option wäre.
 - o RC bei Ortbetonbaustellen möglich, aber Ortbeton geht beim Abriss immer kaputt und kann schwerer rückgebaut werden.
 - o Re-Use: bei Fertigteilen möglich, bei Ortbeton nicht
 - o Sandwichwandelemente nicht trennbar
 - o Vorplanung, IT-Fähigkeit der Bauwerke und digitaler Gebäudepass sind unerlässliche Komponenten des Demonstrators
 - o Offene Fragestellung: Normung für Fertigbeton für RC öffnen
- **KS Schencking:** Demonstrator im Mittelpunkt
 - o Es wird ein Rohbau als Demonstrator gesehen: kein Ausbau, Bodenbeläge und Fenster/ Türen
 - o Legosystem bei Kalksandstein nur eine Nische
 - o Offene Fragestellungen:
 - Qualitätsanforderungen reduzieren, Einfacher Bauen in Deutschland ermöglichen (Regulatorik sieht zu viele Sicherheitsaspekte/ -Anforderungen an den Bau vor)
 - Einfach soll aber nicht minderwertig heißen (günstig als Trend, auch im öffentlichen Bauen)
 - Umgang mit Verunreinigungen (z.B. Bitumenresten)
 - Wirtschaftlichkeit, neue Geschäftsfelder entwickeln
- **Hager:** Demonstrator als Spiegel der saarländischen Bauwirtschaft
 - o Digitalisierung soll gezeigt werden
 - o R-Strategien bei Hager verankert
 - o Hager Group bringt Elektriker in das Projekt ein

- Geringe Abrissquote: Gewerbeimmobilien als Basis der Betrachtung, da häufigere Umnutzung/ Sanierung.
- Verfechter eines ausgebauten Raumes, nicht nur Rohbau
- Andere Forschungsprojekte machen Ähnliches - das muss abgestimmt sein wegen der Finanzierung (Alleinstellungsmerkmal)
- Ort des Demonstrators muss öffentlich zugänglich sein. Hager würde sich auch als Standort bereiterklären
- **RPTU:** Demonstrator im Fokus
 - Prozess sollte demonstriert werden, nicht nur das Gebäude
 - Auf- und Abbau als Visualisierungsbasis (mit „Rest-Mülltonne“)
 - Baustoffe mit integrierter Dämmung (Sandwichmaterialien) sind problematisch

Konsens über kritische Punkte:

- Fehlende politische Wahrnehmung der Bauwirtschaft → Stahl- und Automotive stehen im Fokus der Wirtschaftspolitik (Circular Saar), Bauwirtschaft soll lediglich im Kielwasser erfolgreich sein. Dort will man gemeinsam einen Ansatz suchen, um die Bauthemen auch in Circular Saar zu integrieren, Bedeutung an praxisnahem Beispiel demonstrieren: Bauwirtschaft als Teil der Lösung

Konzeption des Demonstrators:

- Auf konkrete Nachfrage erachten alle Teilnehmenden die Verfügbarkeit eines Demonstrators als sinnvoll
- Dieser Demonstrator sollte als Neubau ggf. unter zusätzlicher Nutzung rückgebauter Baustoffe und Bauteile konzipiert werden
- Der Demonstrator sollte eine gewisse Funktionalität aufweisen, z.B. als Funktionshalle und Ausstellungsraum
- Die Skalierung ist noch offen
- Objekt soll Fenster und Türen haben
- Konzept eines offenen Campus zur Begutachtung und Präsentation als frei zugänglicher Raum geplant
- Showroom für die Unternehmen
- Übungstool für Forschung und Lehre: Lehrvideos und Handlungsanleitungen erstellen
- Innenwandkonzepte aus unterschiedlichen Materialien, offene, sichtbare Struktur
- Einbindung unterschiedlicher Gewerke möglich
- Verbindungstechniken zeigen
- Circular Economy Act der EU (kritische Rohstoffe und Bauindustrie)
- Orientierung an R-Strategien

Wer soll / könnte zusätzlich zum aktuellen Kreis der Interessenträger involviert werden?

- Fenster (Hörmann)
- Villeroy & Boch
- Architekten, Planer
- Dachdecker

Hinweis auf Bundes-Projekt

- Construct-X (<https://www.isst.fraunhofer.de/de/abteilungen/industrial-manufacturing/projekte/construct-x.html>)

Offene Fragen:

- Wer steuert/ plant das Projekt? (Steuerungsgruppe, Integrale Planung, Schnittstellenmanagement, branchenübergreifende Vernetzung, Kreativer Input, Auditing, wissenschaftliche Begleitung)

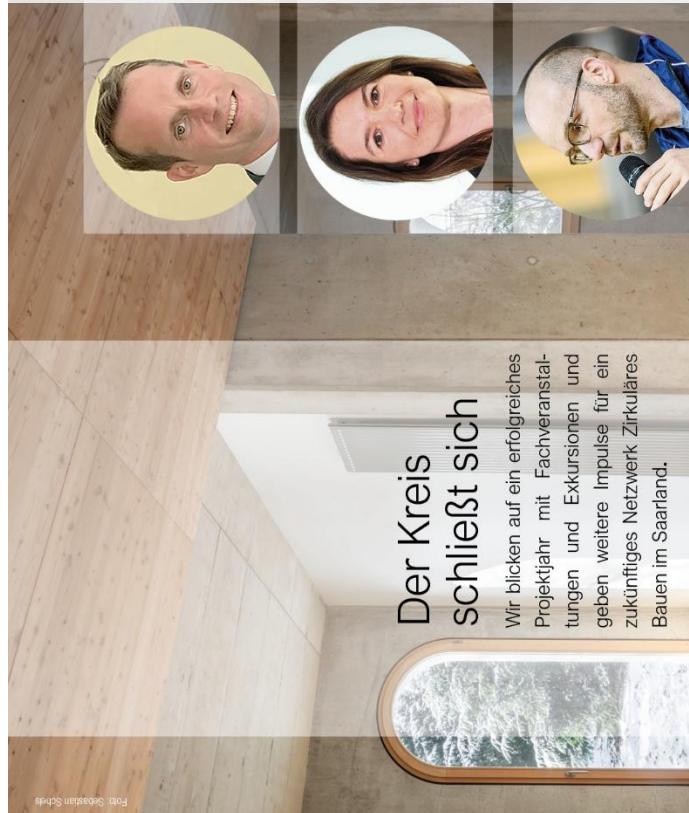


Abbildung 44 Erarbeitete Ergebnisse Expertenrunde am 21.08.25



Abbildung 45 Expertenrunde 21.08.2025

Abschlussveranstaltung am 18. November 2025



Begrüßung: Dr. Christoph Kopper
Vorsitzender der VBS – Verband der Baustoffindustrie Saarland e.V.
- dem Zusammenschluss aller saarländischer Baustoffproduzenten.
Gleichzeitig Geschäftsführer bei Alois Omor GmbH, Homburg/Saar.
Projektpartner im Circular Building von der ersten Stunde.

Bernhard Wern
IZES

Zum Projektabschluss wollen wir uns von Eindrücken und Impulsen außerhalb des Saarlandes inspirieren lassen und die vielfältigen Optionen und Chancen des Zirkulären Bauens aufzeigen. Die Beschäftigung mit dem Thema vor Ort scheint voran und wir laden Sie ein, auch in Zukunft mit uns den Weg zu beschreiten. Wir berichten über die Analysephase, die Veranstaltungen und die Visionen.
Seien Sie mit dabei und melden sich noch heute an.

Grußwort: Elena Yorgova-Ramanauskas
Staatssekretärin im Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitales und Energie des Saarlandes

Prof. Mathias Lehner: „Stadt der Zukunft...“
Academie van Bouwkunst Amsterdam
Inspirator und kreativer Denker mit umfassender internationaler Erfahrung in komplexen Umgebungen, wie Übergangsprozessen und Stadtentwicklung, Direktor, Programmmanager und Strategie mit Kenntnissen in räumlichen Lösungen und Nachhaltigkeit. Assistentprofessor für räumliche und ökologische Themen. Spezialisiert auf städtische Ökosysteme.

Dr. Tillmann Jarmer: „Einfach Bauen...“
Dipl.-Ing. (FH), Architekt M.A. (TUM)
Tillmann Jarmer ist seit 2016 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der TU München am Lehrstuhl für Entwerfen und Konstruieren mit den Schwerpunkten Einfach Bauen, Konstruktion und Bauphysik. Seit 2018 betreut er als assoziierter Mitarbeiter bei Florian Nagler Architekten die Forschungsstätte Bad Aibling sowie weitere Einfach-Bauen-Projekte. Er ist Experte für Sustainable Design und Autor der Publikationen Einfach Bauen – Ein Leitfaden und Einfach Bauen II – Erkenntnisse (Birkhäuser).

Caroline Braus: „Kreise statt Krise...“
Baugenieurin mit umfassender Erfahrung in der Nachhaltigkeitszertifizierung und der praktischen Umsetzung nachhaltiger Bauprojekte.
Bei Concurar entwickelt sie strategische Urban Mining Konzepte und leitet das Konsortium zur Erarbeitung der DIN SPEC 91525, die zirkuläre Prozesse im Bauwesen standardisiert. Mit ihrem fundierten Wissen über ressourcenschonendes Bauen trägt sie dazu bei, nachhaltige Bauprojekte von der Planung bis zur Umsetzung zu begleiten.

CIRCULAR BUILDING
18. NOVEMBER 2025 | 15.00 – 19.00 Uhr
Saarrendo Saarbrücken

Feiern Sie mit uns!

IZES Institut für Zirkularität und
Sostenibilität
VBS Verband der Baustoffindustrie
Saarland
pahn ingenieure
DILG Bau Saar
SAARLAND

Foto: Sebastian Schäfer

Abbildung 46 Einladung Abschlussveranstaltung (IZES)