



FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

BAU FB Bauingenieurwesen
Department of Civil Engineering

EGU FB Energie · Gebäude · Umwelt
Energy · Building Services ·
Environmental Engineering



IWARU Institut für
Infrastruktur · Wasser ·
Ressourcen · Umwelt
Arbeitsgruppe Ressourcen

Zirkuläre Wertschöpfung im Bauwesen

Prof. Dr.-Ing. Carsten Bäcker

Lehrgebiet Simulation gebäudetechnischer Systeme

Stegerwaldstr. 38 fon +49 (0)2551.9 62-241 carsten.baecker@fh-muenster.de
D-48565 Steinfurt www.fh-muenster.de

Prof. Dr.-Ing. Henriette Strotmann

Lehrgebiet Baubetrieb und digitaler Bauwerkszyklus

Correnstr. 24 fon +49 (0)251.83 65-156 hstrotmann@fh-muenster.de
D-48149 Münster fax +49 (0)251.83 65-241 www.fh-muenster.de

Fördermittelgeber:

Ministerium für
Kultur und Wissenschaft
des Landes Nordrhein-Westfalen



Agenda

- Zentrum für Zirkuläre Wertschöpfung
- Relevanz
- Ideen
- Gebäuderessourcenpass
- Nächste Schritte

Umfrage

Mentimeter

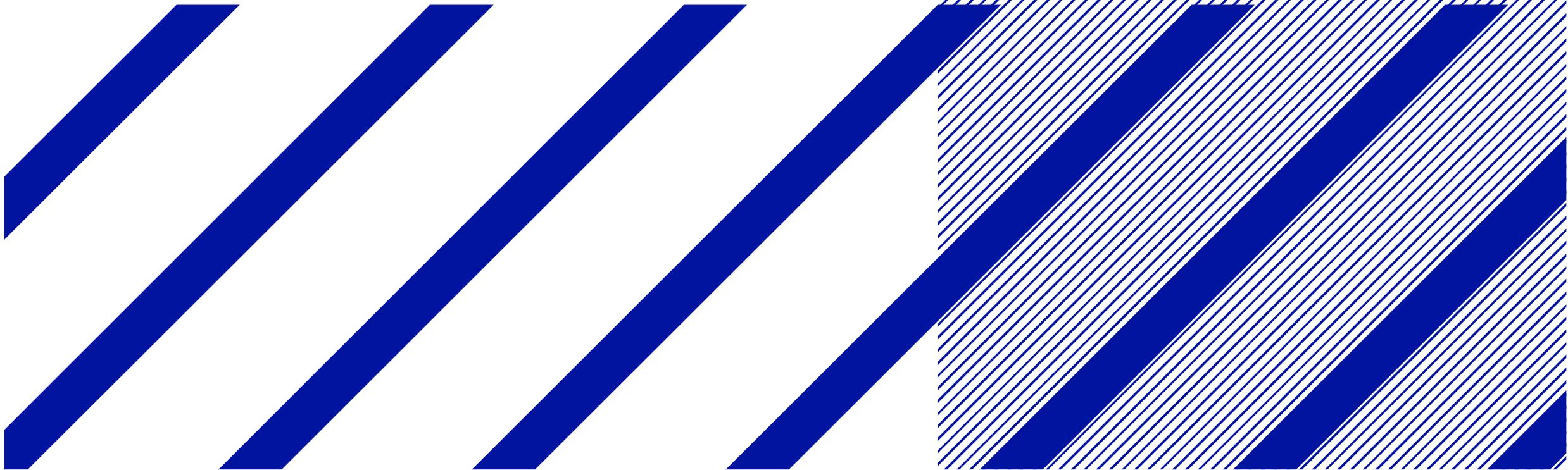
- Menti.com
- Welche Aufgabenfelder sind für Sie prioritär zu bearbeiten, um eine Steigerung der zirkulären Wertschöpfung im Bauwesen zu erzielen?

Umfrage

Mentimeter

- Menti.com
- Was sind für Sie wichtige Elemente der Digitalisierung im Kontext „Zirkuläre Wertschöpfung im Bauwesen“?

Zentrum für Zirkuläre Wertschöpfung



Zentrum für Zirkuläre Wertschöpfung

Förderung



FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

Förderstrang FF HAW – finanziert durch Ministerium für Kultur und
Wissenschaft NRW

Fördersumme: 250.000 €

Ziel: Aufbau eines interdisziplinären **Zentrums für Zirkuläre Wertschöpfung im Bauwesen an der FH Münster** zur Entwicklung **neuer, zukunftsfähiger Strategien, die den gesamten Lebenszyklus von Bauwerken im Hoch- und Tiefbau adressieren.**



Zentrum für Zirkuläre Wertschöpfung

Beteiligte Lehrgebiete

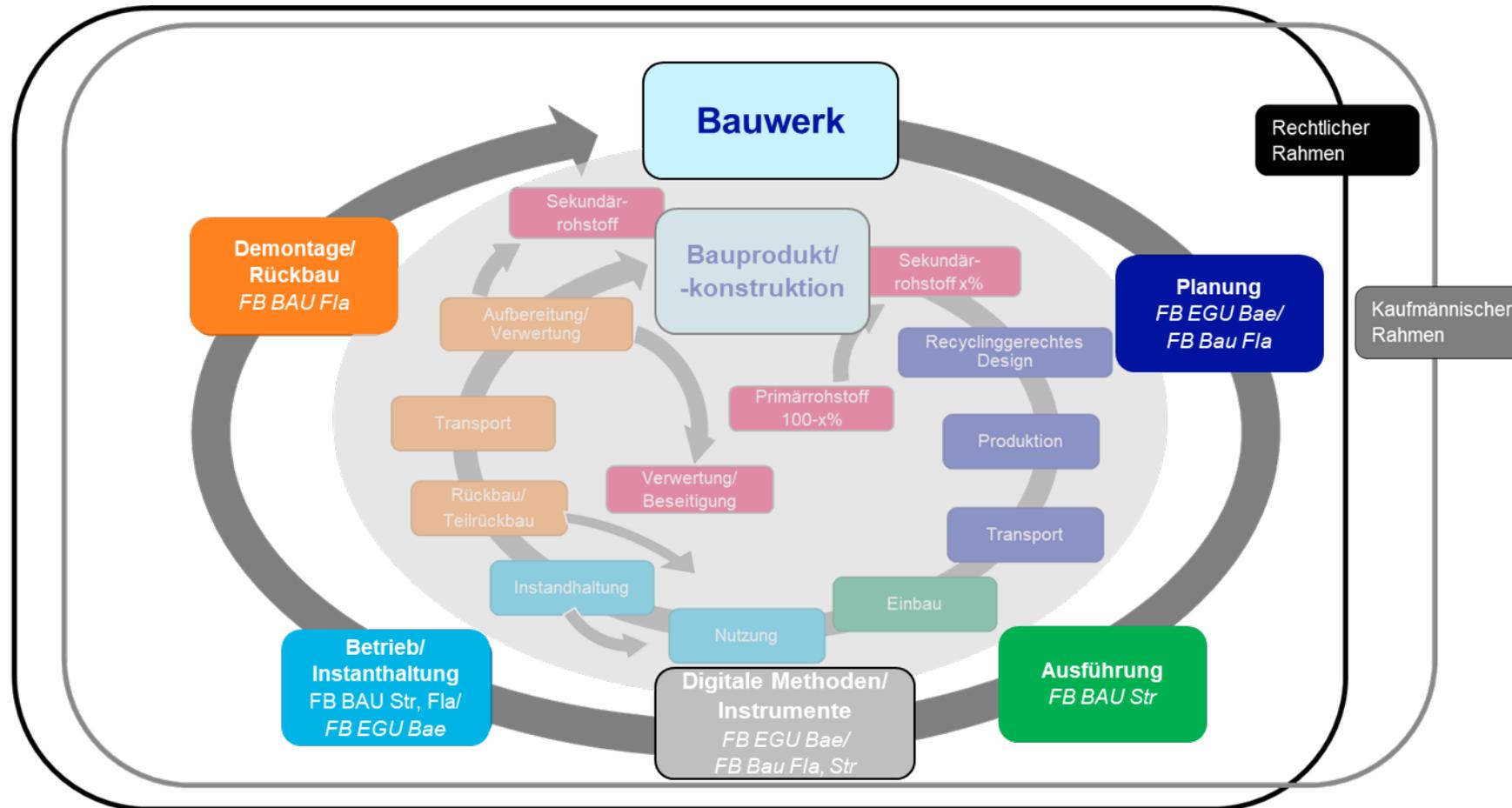
- **Prof. Dr.-Ing. Carsten Bäcker**
○ Mitarbeiter: Jonas Wingbermhühle
(Fachbereich Energie · Gebäude · Umwelt
Lehrgebiet Simulation gebäudetechnischer
Systeme)
- **Prof. Dr.-Ing. Sabine Flamme**
○ Mitarbeiter: Gotthard Walter
○ Mitarbeiter: Erik von Lützu
(Fachbereich Bauingenieurwesen
Lehrgebiet Ressourcen-, Stoffstrom- und
Infrastrukturmanagement)
- **Prof. Dr.-Ing. Henriette Strotmann**
○ Mitarbeiterin: Jenny Lorena Peters
(Fachbereich Bauingenieurwesen
Lehrgebiet Baubetrieb und digitaler
Bauwerkszyklus)

Zentrum für Zirkuläre Wertschöpfung

Arbeitspakete

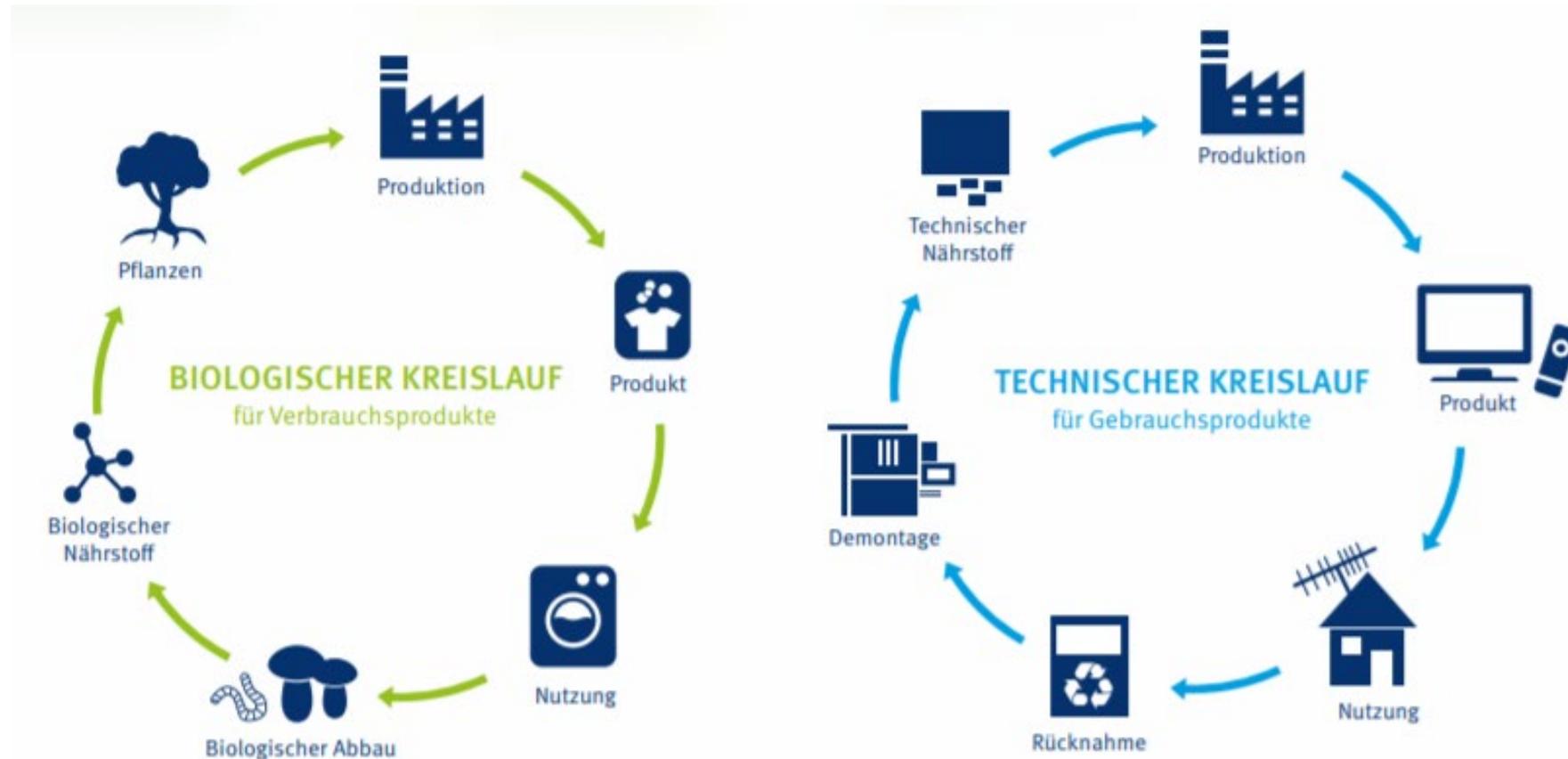
Aktueller Stand	AP 1 Identifikation Defizite/ Potenziale	AP 2 Definition von Anforderungsprofilen	AP 3 Digitale Werkzeuge	AP 4 Optimierungsansätze	Kontinuierliche Weiterentwicklung
<p>auf politischer sowie gesellschaftlicher Ebene besteht für den Bausektor die Forderung nach einem Wandel von der linearen zu einer zirkulären Wertschöpfung unter Nutzung digitaler Instrumente/ Prozesse</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identifikation der für die zirkuläre Wertschöpfung relevanten Informationen in den einzelnen Lebenszyklusphasen ▪ Bewertung der Informationen hinsichtlich einer Integration in BIM-Modelle 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erarbeitung von Übergabeformaten für die verschiedenen Handlungsfelder ▪ 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Weiterentwicklung digitaler Werkzeuge zur Verbesserung der zirkulären Wertschöpfung ▪ Aufstellung Datenmanagementkonzept ▪ Kontinuierliche Datenbereitstellung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Einbindung und Nutzung der Digitalisierung bei der Schließung von Kreisläufen ▪ Fortschreibung von Informationen im Bauwerksmodell über den gesamten Lebenszyklus 	<p>Zentrum für zirkuläre Wertschöpfung im Bauwesen gemeinsam mit FH-internen/ -externen Partnern in Wissenschaft, Wirtschaft und öffentl. Einrichtungen</p>

Zirkuläre Wertschöpfung im Bauwesen



Cradle-to-Cradle-Konzept

Digitalisierungsindex Mittelstand 2021/2022 im Branchenvergleich



Quelle: Steinbach (2023), vgl. Schneider (2020) S. 458

Relevanz

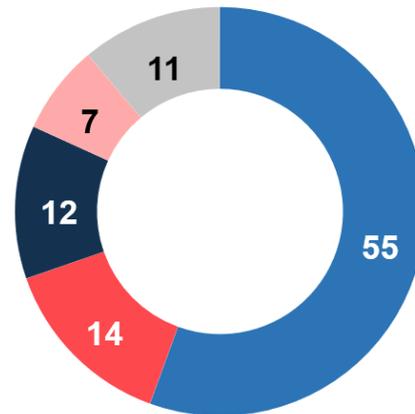


Relevanz

Abfallaufkommen in Deutschland nach Abfallströmen (2020)

Abfallaufkommen 2020

in %, insgesamt 414 Millionen Tonnen



-  Bau- und Abbruchabfälle
-  Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen
-  Siedlungsabfälle
-  Abfälle aus der Gewinnung und Behandlung von Bodenschätzen
-  Übrige Abfälle (insbesondere aus Produktion und Gewerbe)

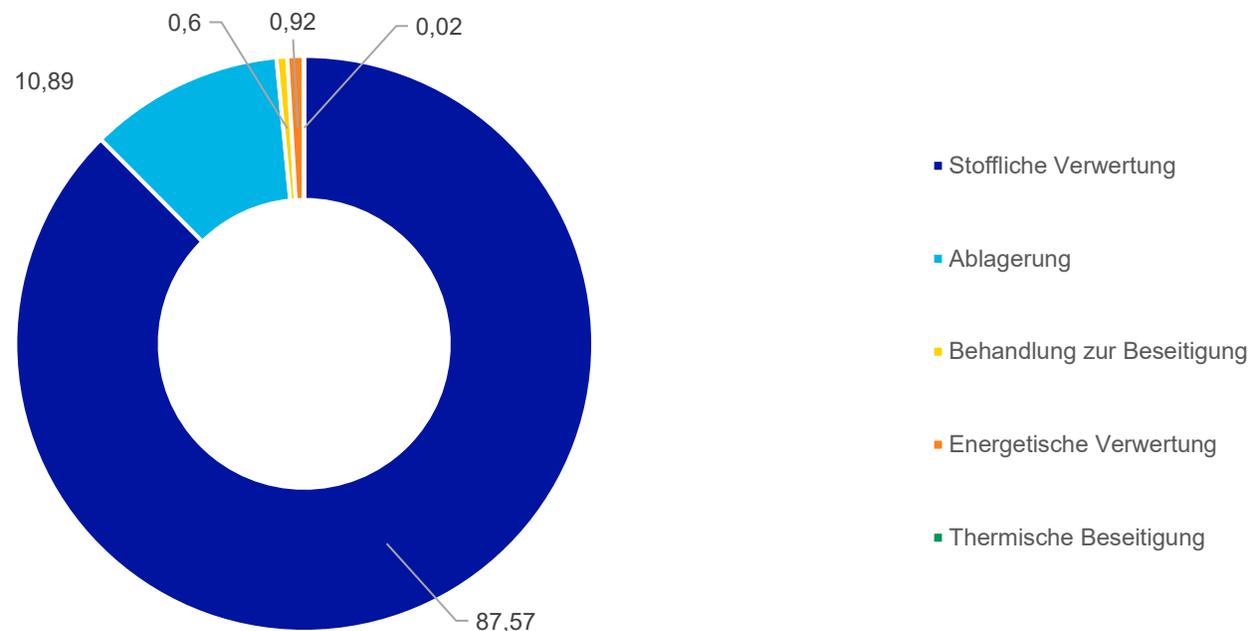
Rundungsbedingte Abweichungen möglich.

©  Statistisches Bundesamt (Destatis), 2023

Relevanz

Beseitigungs- und Verwertungsverfahren der Bau- und Abbruchabfälle in Deutschland (2020)

Beseitigungs- und Verwertungsverfahren [%]
Gesamtmenge der Bau- Abbruchabfälle betrug 2020:
229.349.000 t



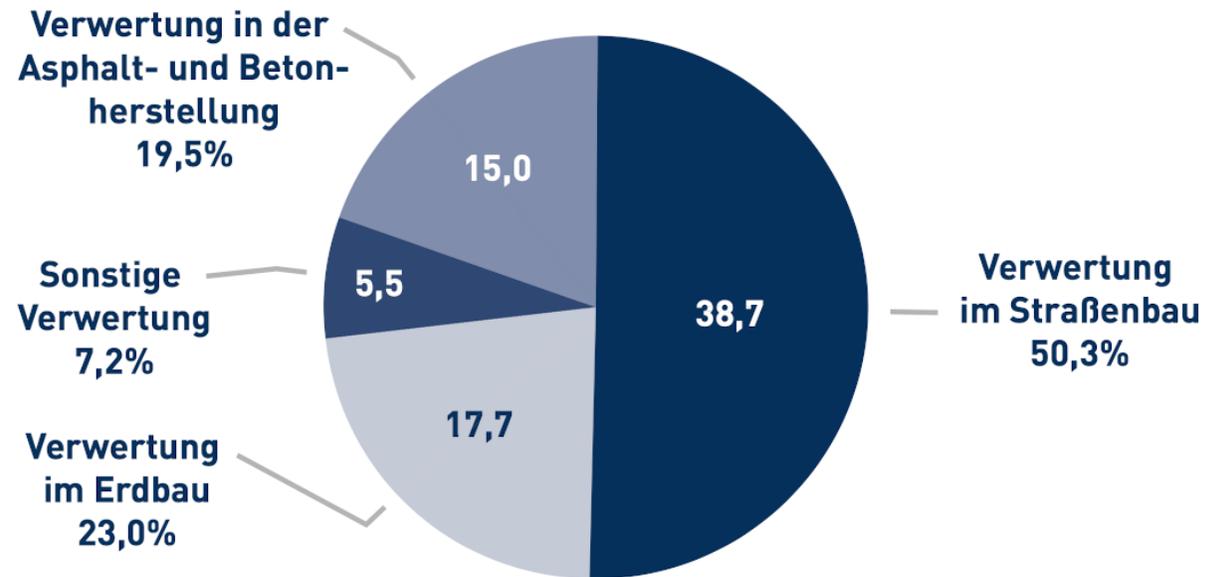
Quelle: Steinbach (2023), vgl. Statistisches Bundesamt (2022) S. 34

Relevanz

Verwertung der Recycling-Baustoffe in Deutschland (2018)

Verwertung der Recycling-Baustoffe 2020 (in Mio. t)

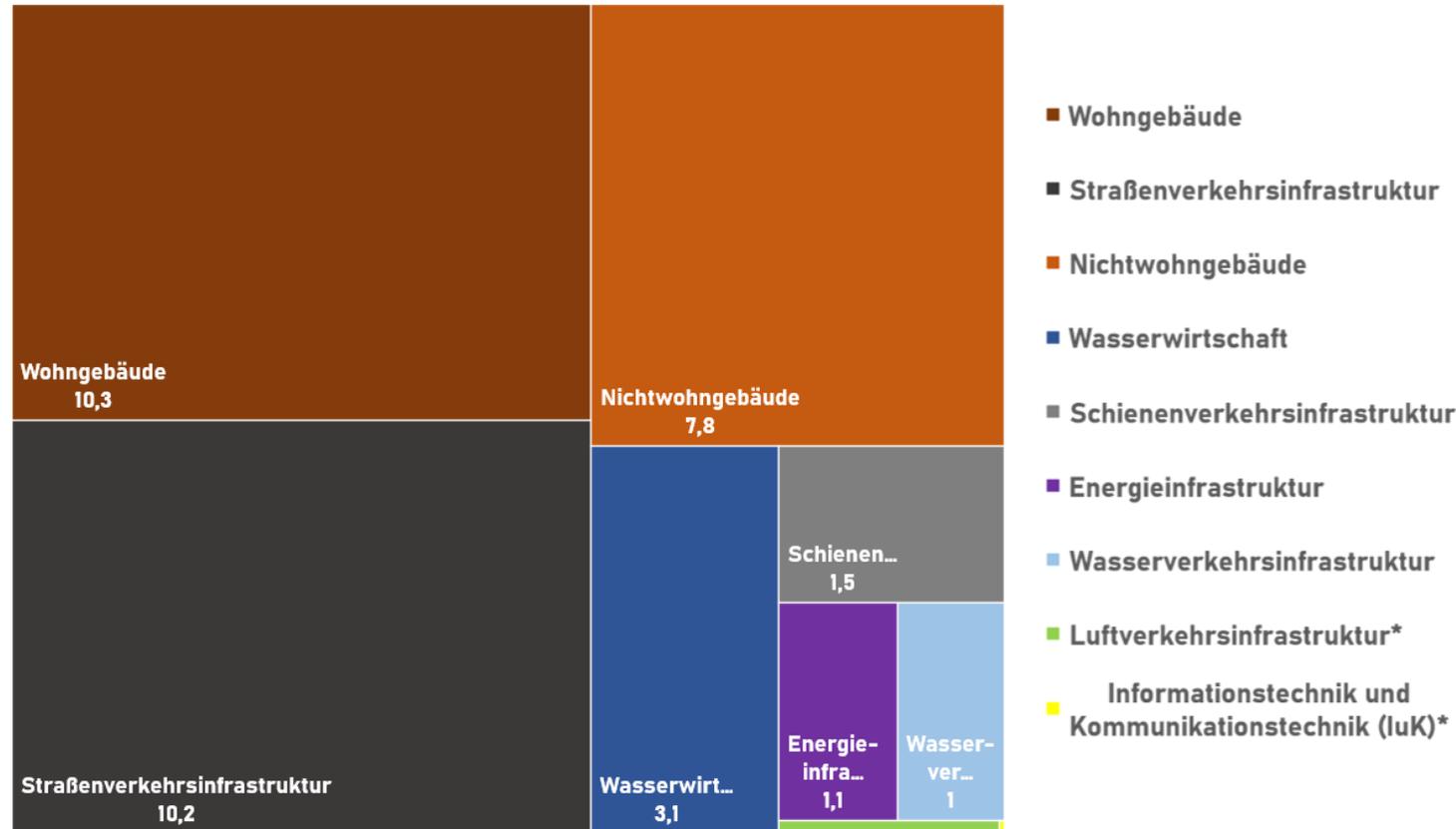
Recycling-Baustoffe insgesamt: 76,9 Mio. t



Quelle: vgl. Bundesverband Baustoffe – Steine und Erden e.V (2023)

Relevanz

Prognostizierte Aufteilung der Materialbestände im Hoch- und Tiefbau in Deutschland 2021 (in Mrd. Mg)



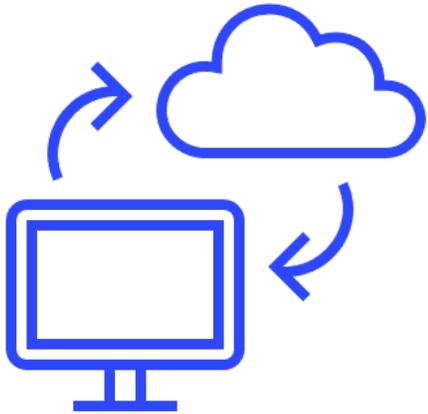
*ergänzend: Luftverkehrsinfrastruktur (0,12 Mrd. Mg), IuK (0,003 Mrd. Mg)
 eigene Berechnungen für das Jahr 2021; nach [Schiller, G., et.al] S.169 (2015); Annahme: jährliche Steigerung von jeweils 0,4 Mrd. Mg für Hoch- und Tiefbau auf Grundlage des mittleren Zuwachses (Bezugsjahr 2010)

Quelle: Schiller, G., et.al, S.168 (2015)

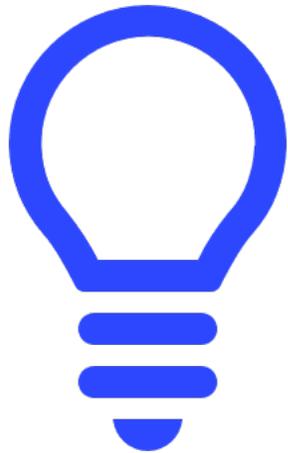
Ideen



Nutzung der Digitalisierung bei der Schließung von Kreisläufen

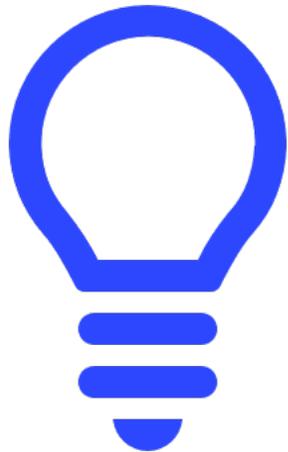


- Nutzung von Bauwerksmodellen
- Nutzung der Methode BIM
- Softwareentwicklung für die Erfassung und Speicherung wesentlicher Informationen zu den verbauten Materialien
- Integration des Gedankens der zirkulären Wertschöpfung in Auftraggeber-Informationen-Anforderungen



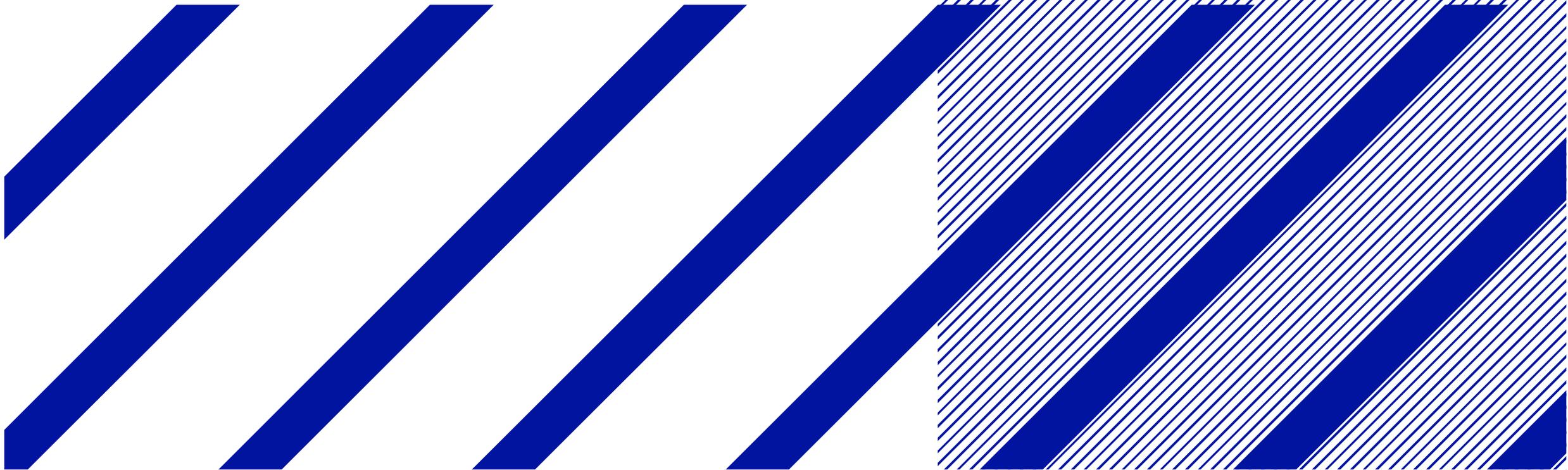
- Unterschiedliche Beteiligte, Planungsvorgänge und Digitalisierungsgrade der verschiedenen Sparten (Hoch- und Tiefbau, Infrastrukturbau,.....)
- Keine standardisierte Erfassung der verbauten Materialien
- Keine Vorgaben für Datenerfassung und Speicherung
- Keine Softwareangebote für die Umsetzung in BIM-Methodik

Ansätze zur Umsetzung

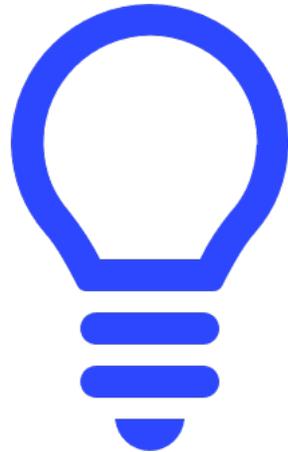


- Richtlinien für Workflow zur zirkulären Wertschöpfung im Bauwesen
- Schaffung von Musterpassagen für die Integration in AIA
- Spartenbezogene Differenzierung
- Entwicklung einer Mustervorlage für digitale Gebäuderessourcenpässe
- Entwicklung von Lastenheften für Softwareanbieter
- Verknüpfung der Methode BIM mit der zirkulären Wertschöpfung in allen Lebenszyklusphasen eines Bauwerks
- Etablierung bzw. Erweiterung der Themen in der Lehre

Digitalisierung und Ressourcen in der Lehre



Etablierung in der Lehre



Weiterbildungsmaster „BIM Interdisziplinär“

weiterbildend
berufsbegleitend
disziplinübergreifend

Ziel des Weiterbildungsmasters

Interdisziplinäre BIM-Weiterbildung

Praxisorientierte, interdisziplinäre Kenntnisse und Fertigkeiten zur Anwendung von **BIM** über den **gesamten Lebenszyklus** von Bauwerken (auftraggeber- und auftragnehmerseitig)

Befähigung zum **BIM-Management** und zur **BIM-Koordination** in den Bereichen:

- Projektentwicklung
- Projektsteuerung
- Fachplanung
- Ausführungsplanung
- Ausführung
- Betrieb
- Um- und Rückbau

Modulübersicht

4 Semester mit insgesamt 90 CP

A-Semester 20 CP	B-Semester 20 CP	C-Semester 25 CP	D-Semester 25 CP
BIM-Management & BIM-Koordination 1 2	BIM-Management & BIM-Koordination 2 3	BIM-Management & BIM-Koordination 3 3	Masterthesis und Kolloquium 25
Grundlagen der Methode BIM 5	BIM in der Objekt- und Fachplanung 9	BIM in der Bau-, Betriebs- und Rückbauphase 9	
Objektorientierte Modellierung (& Grundlagen der Informatik) 5			
Setup & Organisation eines BIM-Projekts 3	Wissenschaftliches Arbeiten 3	Einführung von BIM / Digitale Transformation 4	
Koordination & Datenaustausch 3	Interdisziplinäres Projekt 5	Fokussierte Projektarbeit 10	
BIM in der Bestandsaufnahme & Grundlagenermittlung 2			

- Verständnisaufbau für versch. Disziplinen
- Grundlagen zur Abwicklung von BIM-Projekten
- Projekt- und Abschlussarbeiten

Überblick

über den Weiterbildungsmaster

INTERDISZIPLINÄR



Durch die Kooperation der 3 FB (Architektur, Bauingenieurwesen und Energie-Gebäude-Umwelt) werden alle Baubeteiligten berücksichtigt.

BERUFSBEGLEITEND



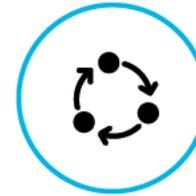
Das Studium ist praxisintegriert. Sie erlernen Theorie und Praxis in fein abgestimmten, kompakten Blöcken und greifen Fragestellungen aus Ihrem Unternehmen auf.

PRAXISNAH



Namhafte Professoren und Experten aus der Praxis kombinieren BIM-Theorie und BIM-Realität und sorgen für eine bestmögliche, praxisgerechte Weiterbildung.

UMFASSEND



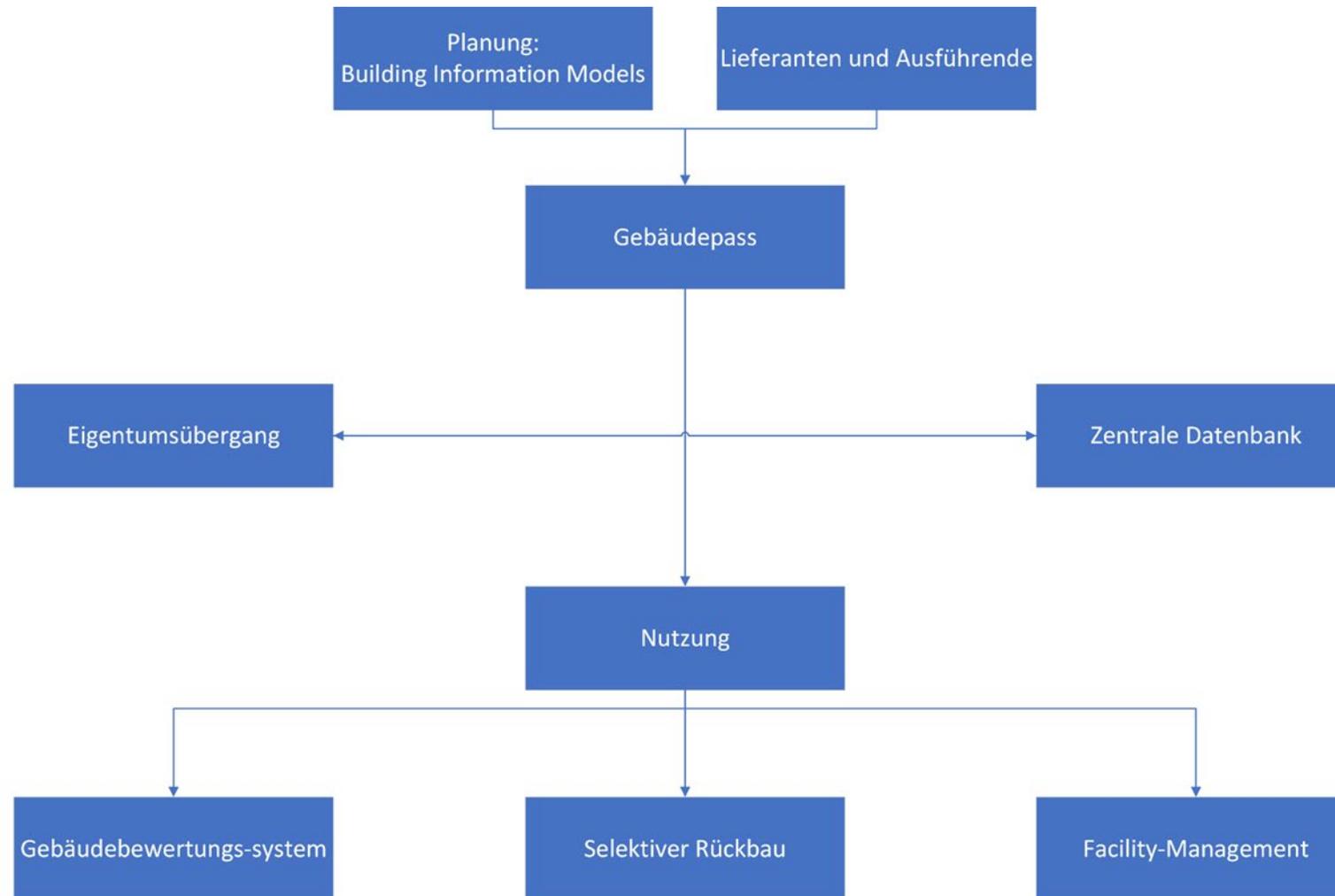
Der interdisziplinäre Ansatz des Weiterbildungsmasters deckt alle Bereiche von der Planung über die Bauausführung und den Betrieb bis hin zum Rückbau eines Bauwerks ab.

Gebäuderessourcen- pässe



Gebäuderessourcenpässe

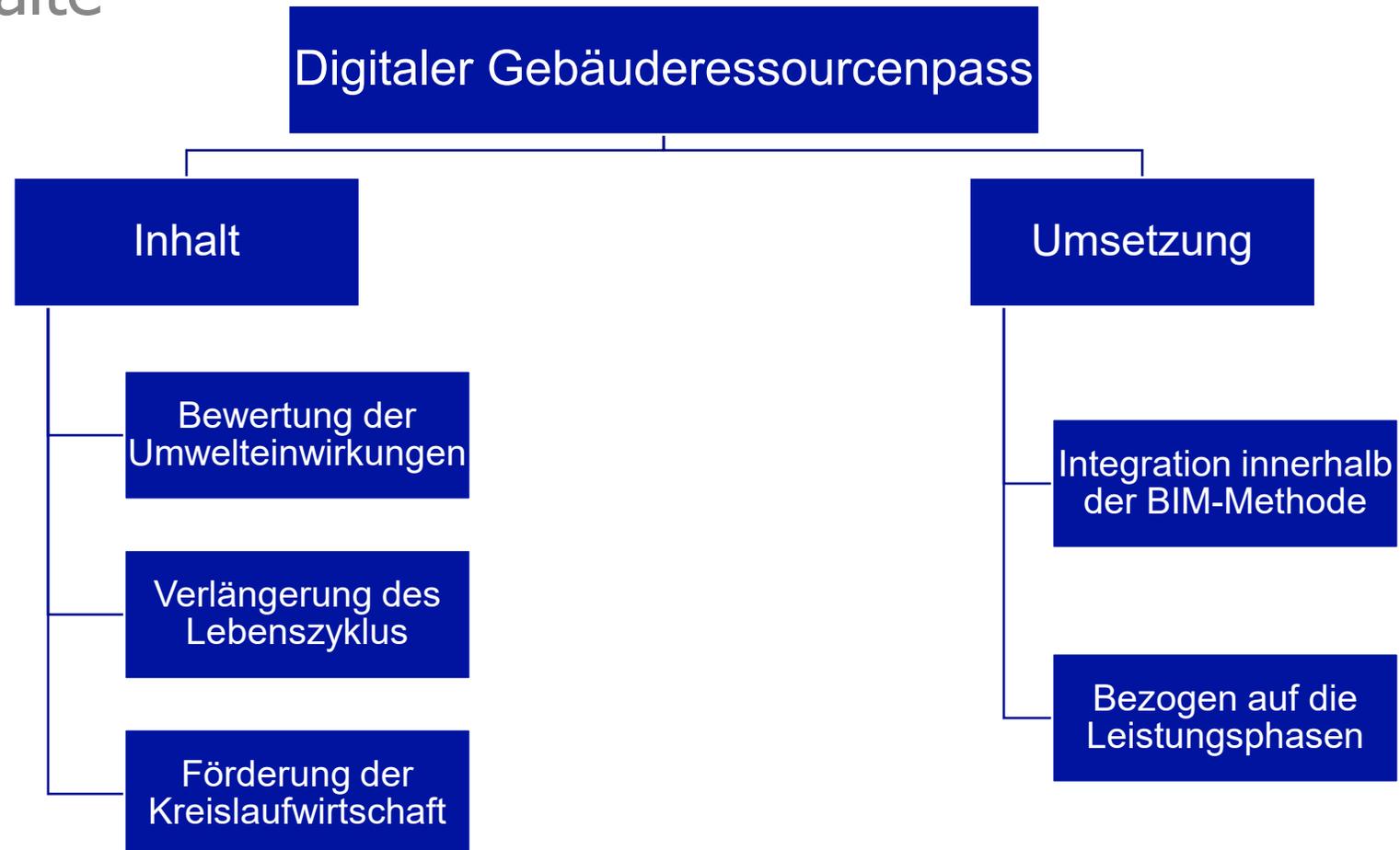
Grundidee des Gebäudepasses



Quelle: Steinbach (2023)

Digitale Gebäuderessourcenpässe

Mögliche Inhalte

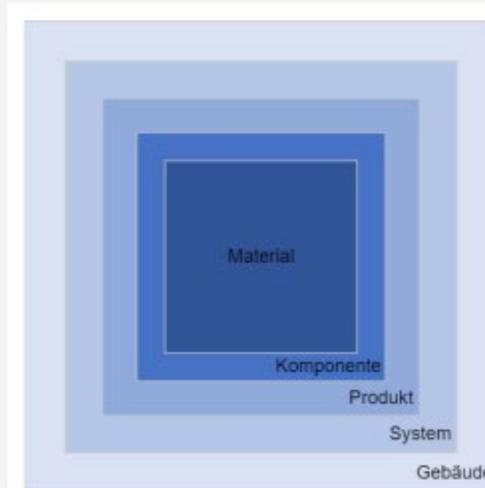


Quelle: Steinbach (2023)

Inhalte

Digitaler Gebäuderessourcenpass

- 6 Hauptkategorien mit insgesamt 58 Einzelkennwerten
- Anwendung bei Neubauprojekten im Hochbau
- ein Gebäude kann in 5 Hierarchieebenen unterteilt werden
- Gebäude, Produkt und Materialebene sind enthalten
- automatisierte Erstellung

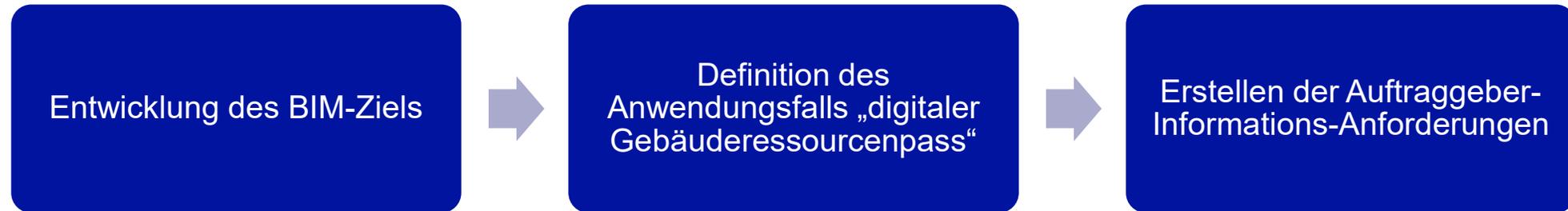


Digitaler Gebäuderessourcenpass	
Kriterium	Angabe
Projekt und Grundstück	
Projektstatus	
Adresse vom Gebäude	
Baujahr	
Grundstücksgröße	
Baulasten	
Bauwerkstypologie	
Nutzung, Betrieb und/oder Lagerung von umweltrelevanten Stoffen	
Solares Potential	
Technische Gebäudelebensdauer	
Beschreibung	
Bauwerk	
3D Gebäudemodell	Verknüpfung
Pläne Architektur	Verknüpfung
Pläne Technische Anlagen	Verknüpfung
Statik	Verknüpfung
Gebäudehöhe	
BRI [m3]	
BGF [m2]	
A/V-Verhältnis	
Energieausweis	Verknüpfung
Am Bau Beteiligte	
Bauherr	
Planer	
Auftragnehmer	

Produkt/Material	
Produkt-/Materialbezeichnung	
Beschreibung	
Abfallkategorie	
GTIN Code	
Kostengruppe DIN 276	
Externe Datenbanken ID	
Abfallverzeichnis	
Chemische Deklaration	Verknüpfung
Expositionsbewertung	Verknüpfung
Beschichtung	
Dokumentation	Verknüpfung
Produktverantwortung	
Produktionsdatum	
EPD	Verknüpfung
Graue Energie	
Schadstoffgehalt	
Nachwachsende Rohstoffe	
Primäre-/Sekundäre Rohstoffe	
Kontaktfläche zur Umwelt [m2]	
Ausgasungen und Auswaschungen	
Technische Lebensdauer	
Beeinträchtigte Funktion nach der Entfernung	
Materialqualität	
Trennbarkeit	
Verwertungs- oder Entsorgungsmöglichkeiten	
Beschreibung	
Lokalisierung und Umfang	
Bauteil	
Standort	Verknüpfung
Ebene	
Raum	
Menge [m3]	
Anzahl [Stk.]	
Gewicht [t/kg]	
Änderungen in der Nutzungsphase	
Instandhaltungspläne	Verknüpfung
Änderungen am Gebäude	
Unfallschäden am Gebäude	

Umsetzung

Vorgehensweise



Umsetzung

Digitaler Gebäuderessourcenpass

- Erstellung eines Leitfadens
- BIM Ziel: Dokumentation der Projektdaten und verwendeten Produkte
- Anwendungsfall: Erstellung digitaler Gebäuderessourcenpass
- Betreffende Leistungsphasen: 1-5, 8 und 9

Anwendungsfall	Detaillierte Beschreibung der Anwendung im Projekt
Digitaler Gebäuderessourcenpass	Zur Erstellung eines digitalen Gebäuderessourcenpasses müssen eine Vielzahl verschiedener Informationen gesammelt werden. Diese Informationen sollen im 3D-Modell hinterlegt und verknüpft werden. Dadurch wird die automatisierte Erstellung des Gebäuderessourcenpasses auf Grundlage der gespeicherten Informationen ermöglicht. Zusätzlich sind die Lokalisierung und Verortung der verwendeten Ressourcen in der Realität möglich. Das mit den Informationen des Gebäuderessourcenpasses verknüpfte Modell steht als Informationsspeicher und zur Aktualisierung über den gesamten Lebenszyklus des Gebäudes zur Verfügung.

Leistungsphase	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Anwendungsfall									
Digitaler Gebäuderessourcenpass	X	X	X	X	X			X	X

Umsetzung

Digitaler Gebäuderessourcenpass

- Entwicklung der Auftraggeber-Informations-Anforderungen
- Festlegen der digitalen Liefergegenstände
- Definieren der Ausarbeitungsgrade
- Leitfaden muss projektspezifisch angepasst werden

Leistungsphase 4 – Genehmigungsplanung

Tabelle 30: Digitale Liefergegenstände Lph 4 (eigene Darstellung)

Liefergegenstand und LOD	Beschreibung
Architekturmodell (M 1:100) LOD 300	In der Leistungsphase 4 wird das Architekturmodell mit weiteren Informationsangaben detailliert. Die Bauteile sind als Volumenkörper exakt definiert und der Aufbau, die Abmessungen, die Form, die Ausrichtung und die Lage sind festgelegt. Die Materialien und das Gewicht der Rohbauelemente sind im zu liefernden Architekturmodell hinterlegt.

Fachmodell: Architekturmodell - Leistungsphase 4

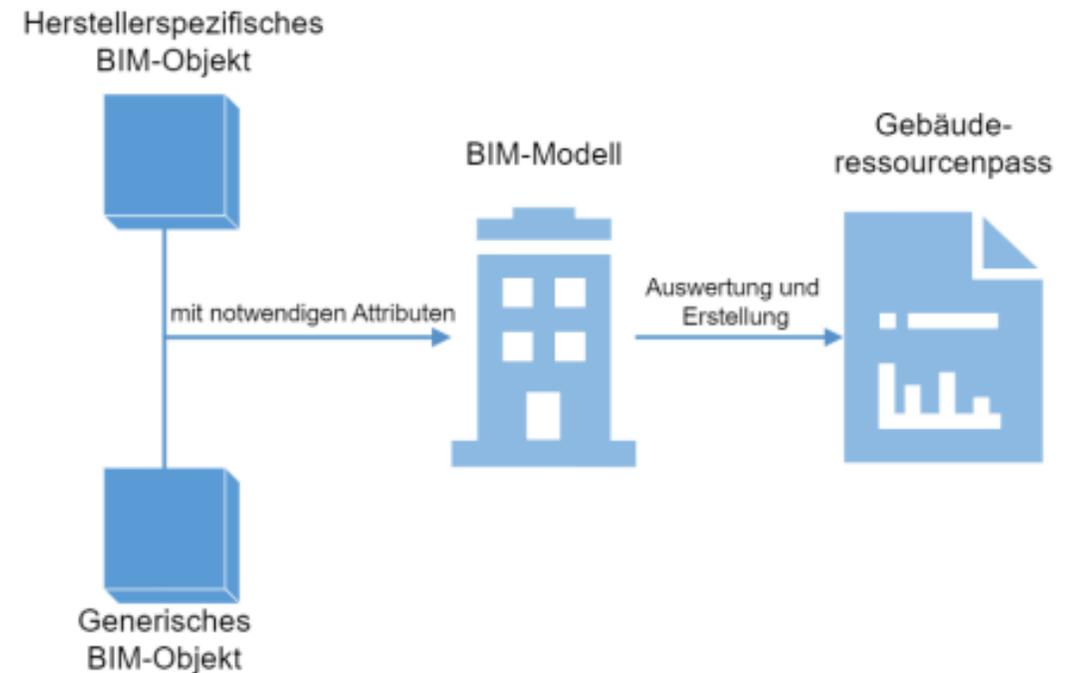
Tabelle 39: Ausarbeitungsgrad Architekturmodell Lph 4 (eigene Darstellung)

LOD	LOG	LOI
300	<p>Die Geometrie des Architekturmodells der Leistungsphase 4 enthält die Rohbauelemente als exakte Volumenkörper.</p>  <p>Bild 31: Beispielhafte Modellierung Architekturmodell Lph 4²²⁶</p>	<p>Die in der Leistungsphase 3 hinzugekommenen Attribute der Rohbauelemente sind bei Bedarf zu aktualisieren, beziehungsweise zu konkretisieren. Auf Grundlage des fortgeschrittenen Projektverlaufs und den weiteren Informationen sind folgende Attribute allgemein und für die Rohbauelemente hinzuzufügen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Energieausweis <p>Bauteile Rohbau:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Detaillierte Beschreibung und Zusammensetzung - GTIN-Code - Abfallverzeichnis - Graue Energie - Schadstoffgehalt - Nachwachsende Rohstoffe - Primäre-/Sekundäre Rohstoffe - Ausgasungen und Auswaschungen - Materialqualität

Workflow

Digitaler Gebäderessourcenpass

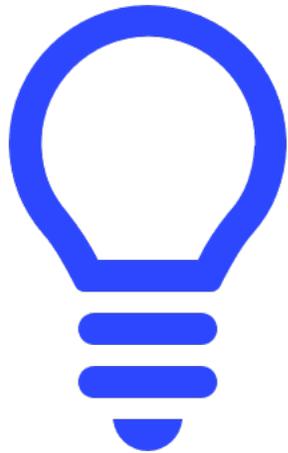
- Vereinfachter Workflow zur Erstellung
- Leistungsphasen abhängige BIM-Objekte
- Datenbanken mit hinterlegten Attributen
- Externe Softwarelösung oder Plug-In zur Erstellung (jederzeit)
- Verknüpfung mit mobilem Endgerät



Nächste Schritte

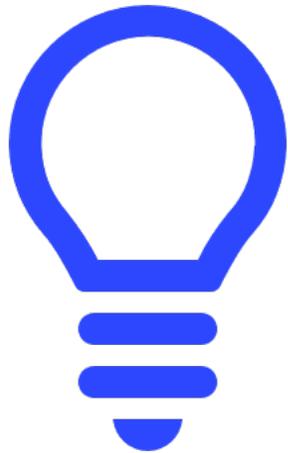


Nächste Forschungsschritte



- Entwicklung eines allgemeinen Konzeptes zur Datenspeicherung und Datenverwaltung
- Notwendige Tools entwickeln um BIM Daten zu:
 - Integrieren
 - Nutzen
 - Auswerten
 - Weitergeben
- Analyse der BIM-Softwaretools um diese weiterzuentwickeln

Nächste Forschungsschritte



- Lastenheft für IFC-Entitäten und IFC-Attribute für den Gebäuderessourcenpass
- Erstellung von automatisierten Ressourcen- und Gebäudepässen
- Entwicklung von Softwaretools, die die Datenübergabe zwischen Planung/Ausführung und Betrieb erleichtern
-

Umfrage

Mentimeter

- Menti.com
- Welche Elemente für eine zirkuläre Wertschöpfung werden in Ihrem Unternehmen bereits umgesetzt?



Vielen Dank für die
Aufmerksamkeit!

