



FH MÜNSTER
University of Applied Sciences



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



Status Quo und besondere Herausforderungen des ressourcenschonenden Bauens

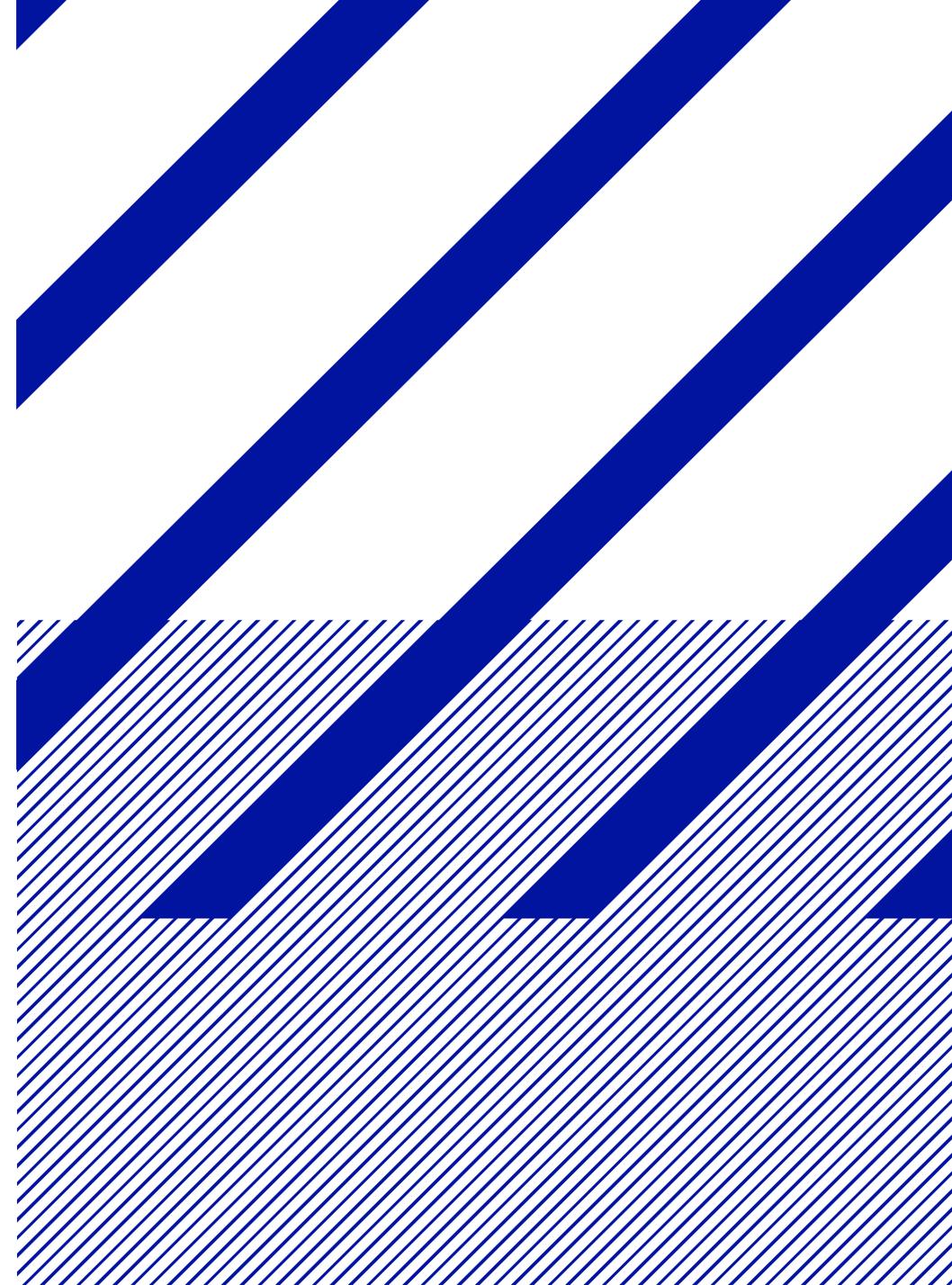
Düsseldorf, 20.10.2022

Prof. Dr.-Ing. Sabine Flamme
Sprecherin des Vorstands im IWARU,
stellv. Vorstandsvorsitzende re!source Stiftung e. V.

Corrensstraße 25
D-48149 Münster

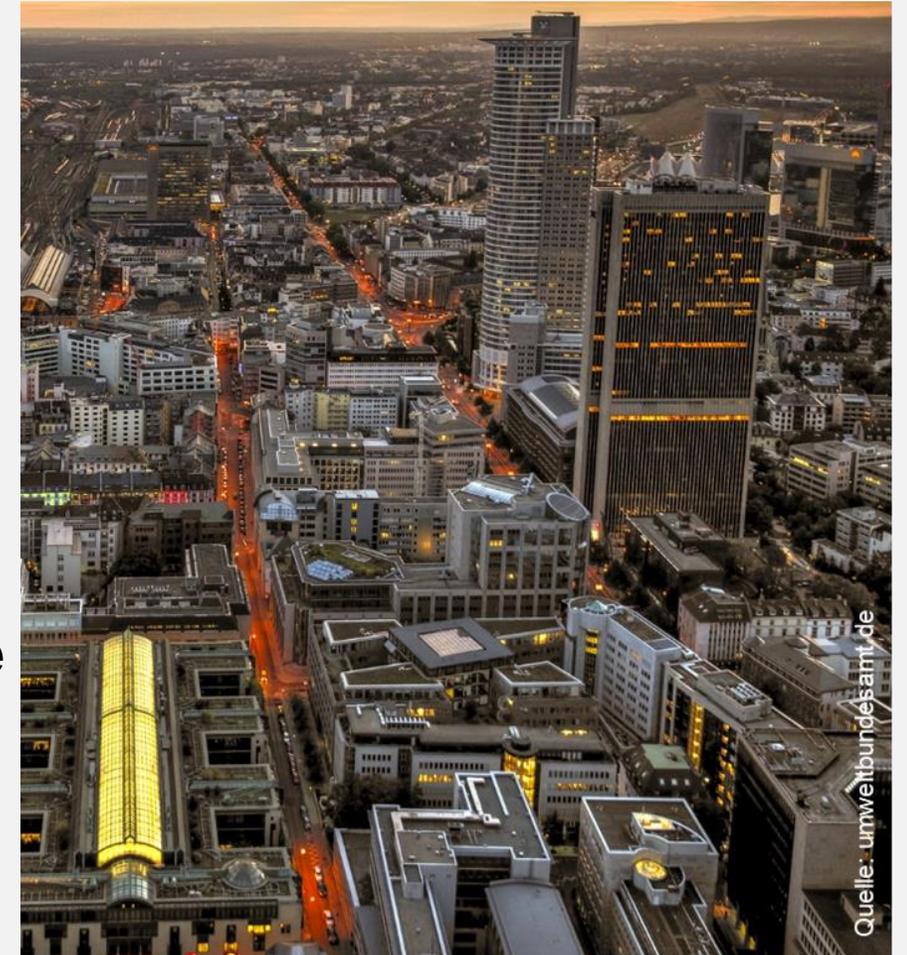
fon +49 (0)251.83 65-253
fax +49 (0)251.83 65-260

flamme@fh-muenster.de
www.fh-muenster.de/iwaru



Gliederung

- **Ressourcenrelevanz des Bausektors für eine Zirkuläre Wertschöpfung**
- **Rechtlicher Rahmen**
- **Zirkuläre Wertschöpfung im Bausektor**
 - **Nutzung des Anthropogenen Lagers**
 - **Produkte / Konstruktionen / Geschäftsmodelle**
 - **Dokumentation / Digitale Tools**
- **Ausblick**



Quelle: umweltbundesamt.de

Ressourcenrelevanz

Des Bausektors

Der Bausektor steht in Deutschland für... [13a, 13b]

60 % des Ressourcenverbrauchs



35 % des Energieverbrauchs

4 ha/d Landverbrauch

55 % des Abfallaufkommens

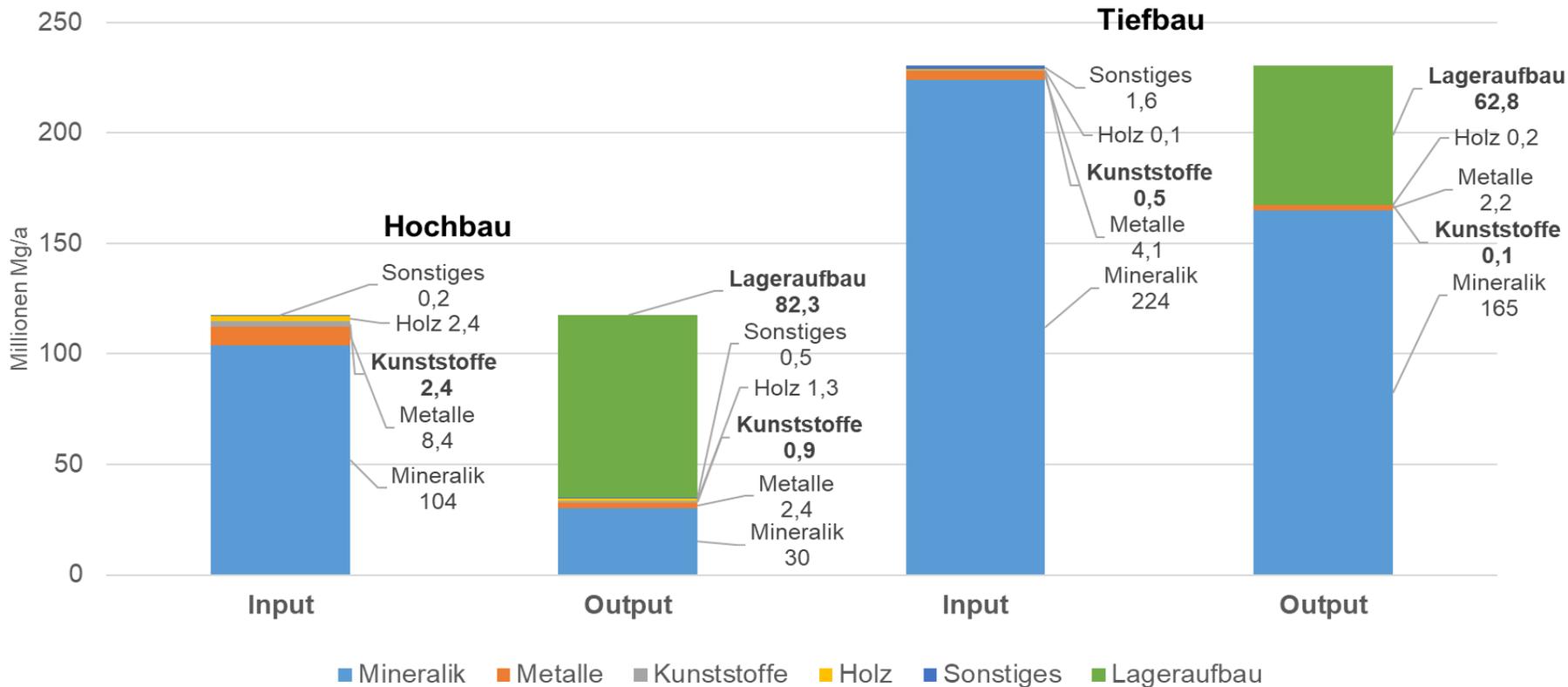


Entsorgung
???

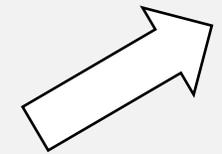
Ressourcenrelevanz

Stoffflüsse im Hochbau und Tiefbau

Stoffflüsse im Hoch- und Tiefbau im Jahr 2010



(eigene Darstellung nach [1])



Das anthropogene Lager wächst weiter!

Rechtlicher Rahmen - EU

Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft



Brüssel, den 11.3.2020
COM(2020) 98 final

**MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT, DEN
RAT, DEN EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFTS- UND SOZIALAUSSCHUSS UND
DEN AUSSCHUSS DER REGIONEN**

**Ein neuer Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft
Für ein saubereres und wettbewerbsfähigeres Europa**

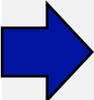
[2]



Rechtlicher Rahmen - D

Nationale Regelungen - Auswahl

- **Progress III: Rohstoffstrategie der Bundesrepublik** (im Bundeskabinett am 17. Juni 2020 verabschiedet):
 - u. a - **Ressourceneffiziente Gestaltung von Produkten ...**
- **Kreislaufwirtschaftsgesetz** (von 2012 zul. geändert 10. August 2021)
 - explizite Lebenszyklusbetrachtung
- **MantelVO** vom 25. Juni 2021
 - Zunächst zweijährige Übergangszeit, Inkrafttreten **01.08.2023**
 - Evaluierung **01.08.2025 / 01.08.2027**

 **Koalitionsvertrag 2021: u. a. graue Energie, Lebenszykluskosten, digitaler Gebäuderessourcenpass, Kreislaufwirtschaft im Gebäudebereich,**



Verordnung der Bundesregierung

Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung

Rechtlicher Rahmen - NRW

Entwurf Landeskreislaufwirtschaftsgesetz

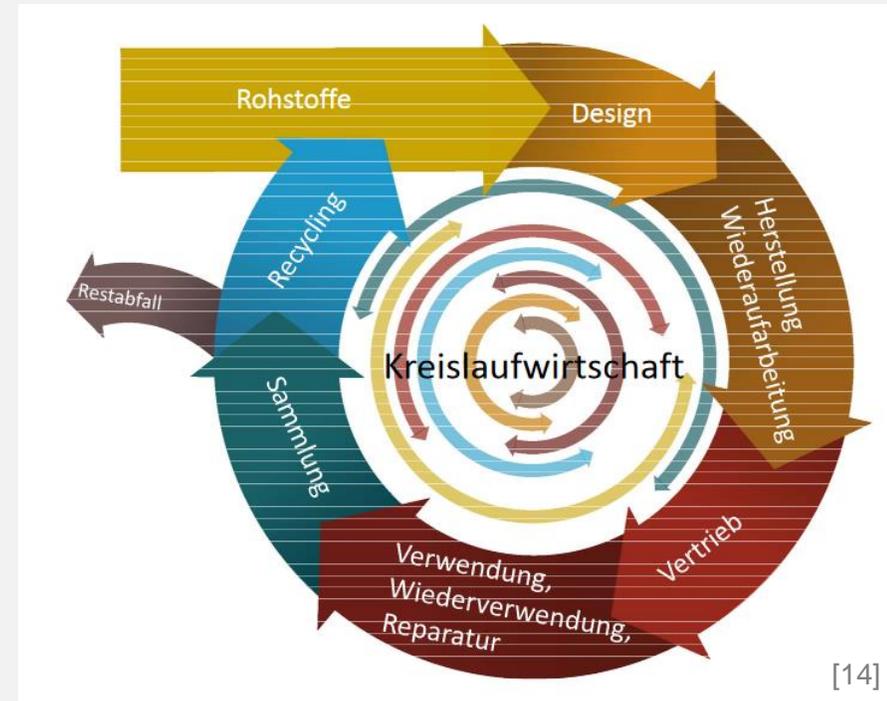
- **Landeskreislaufwirtschaftsgesetz (19. Februar 2022)**
- Regelungen für den Baubereich, u. a.:
 - Grundsätzliche **Verpflichtung** zum **Vorzug von rezyklierten Materialien** gegenüber Primärmaterialien bei öffentlichen Aufträgen (§ 2 (1) LKrWG)
 - Der Einsatz von **RC-Baustoffen, insbesondere von R-Beton im Hochbau**, ist bereits bei der Planung des Bauvorhabens zu berücksichtigen (§ 2 (2) LKrWG)
 - Verpflichtung der öffentlichen Hand **RC-Baustoffe bei öffentlichen Bauvorhaben des Tiefbaus bevorzugt** einzusetzen, Beachtung der ErsatzbaustoffVO (§ 2 (2) LKrWG)
 - Die Verwertung von mineralischen Bauabfällen (Recyclingfähigkeit, Rückbau) ist **bereits bei der Planung von Bauvorhaben** zu berücksichtigen, **verpflichtendes Entsorgungskonzept** (§ 2 a LKrWG)



Ziel: Kreislaufwirtschaft

Als „Zirkuläre Wertschöpfung“

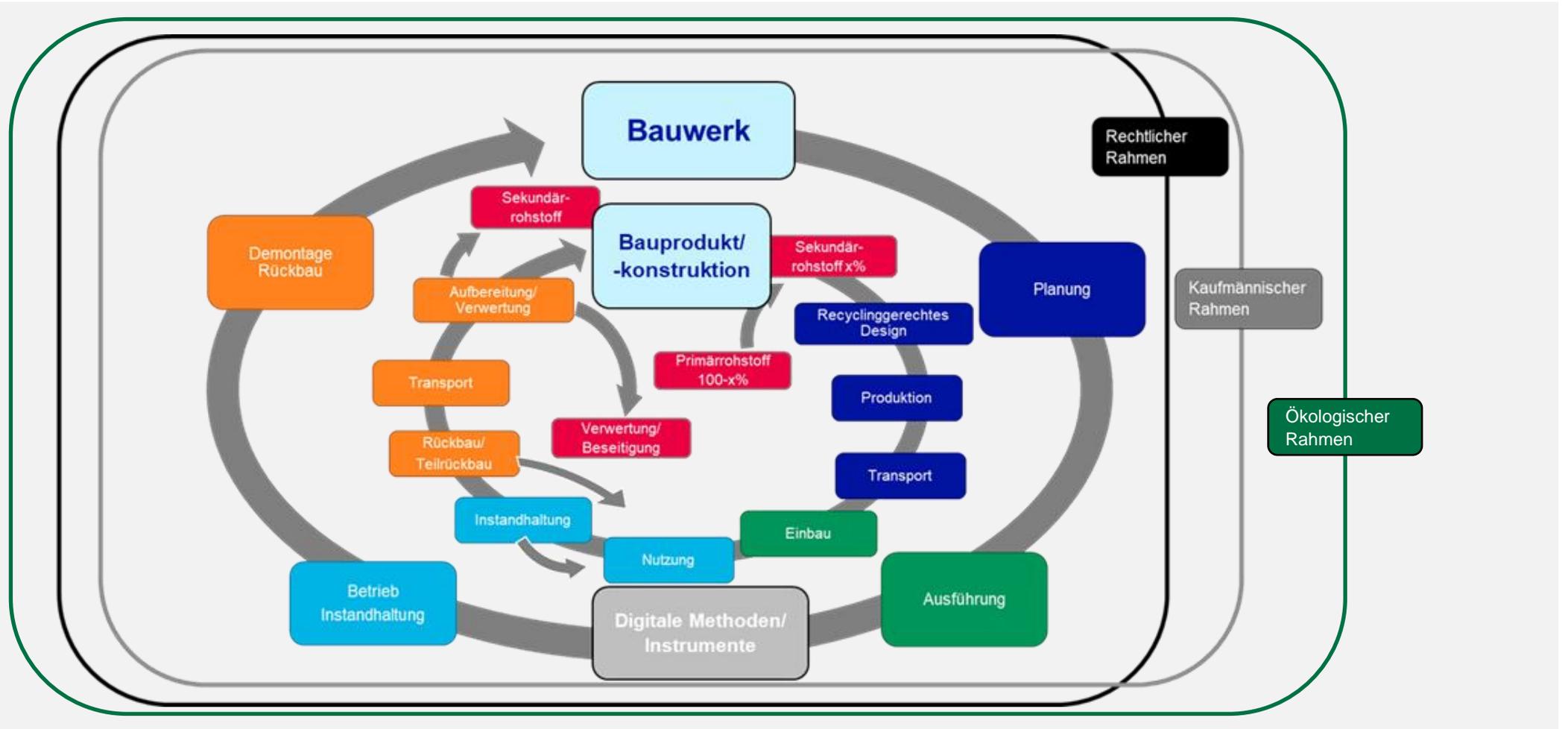
Definition Kreislaufwirtschaft § 1 KrWG:
„Förderung der Kreislaufwirtschaft zur
Schonung der Ressourcen“



Erweitertes Kreislaufverständnis:
Zirkuläre Wertschöpfung (ZW)

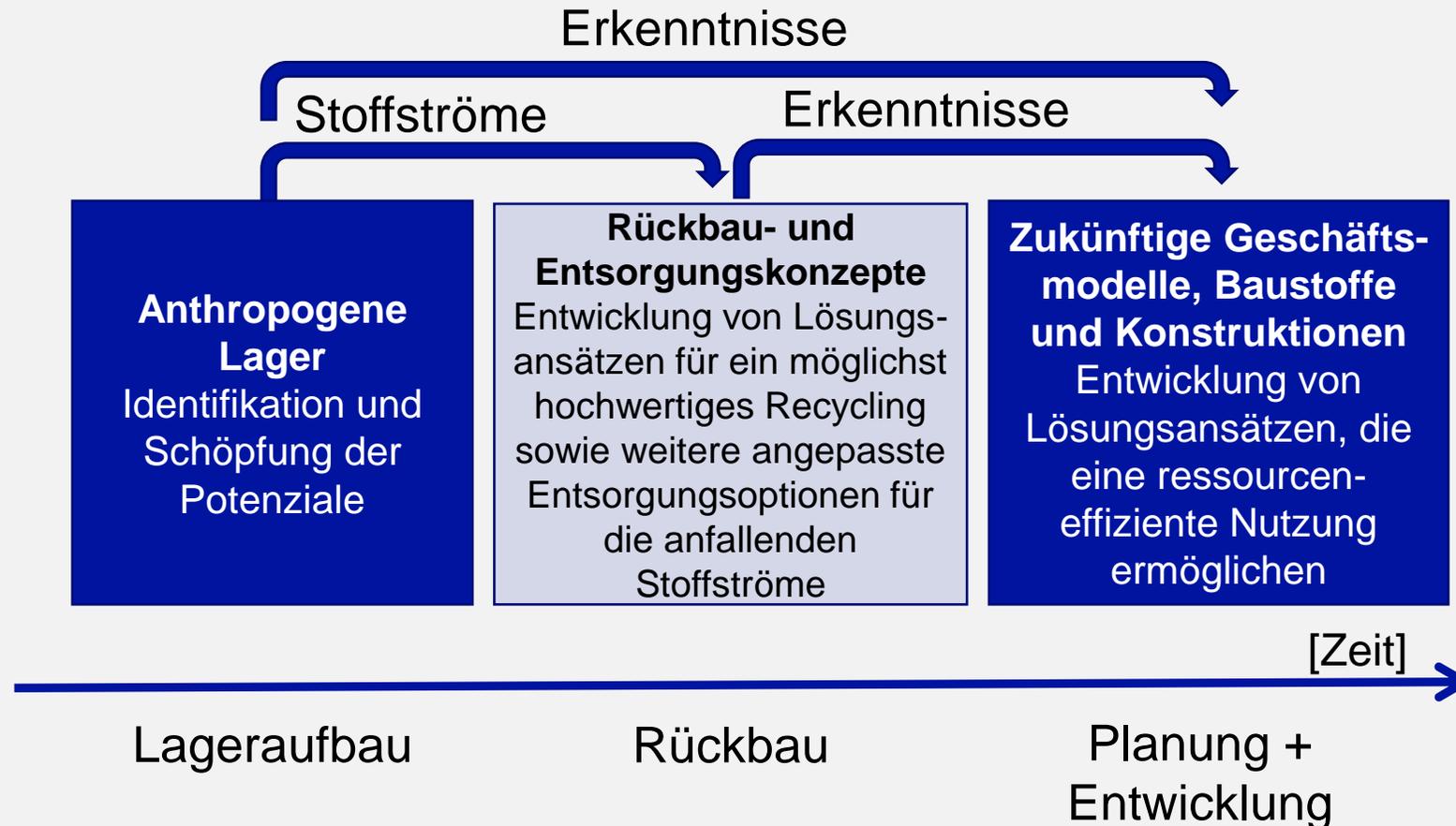
Zirkuläre Wertschöpfung

Herausforderungen im Bausektor

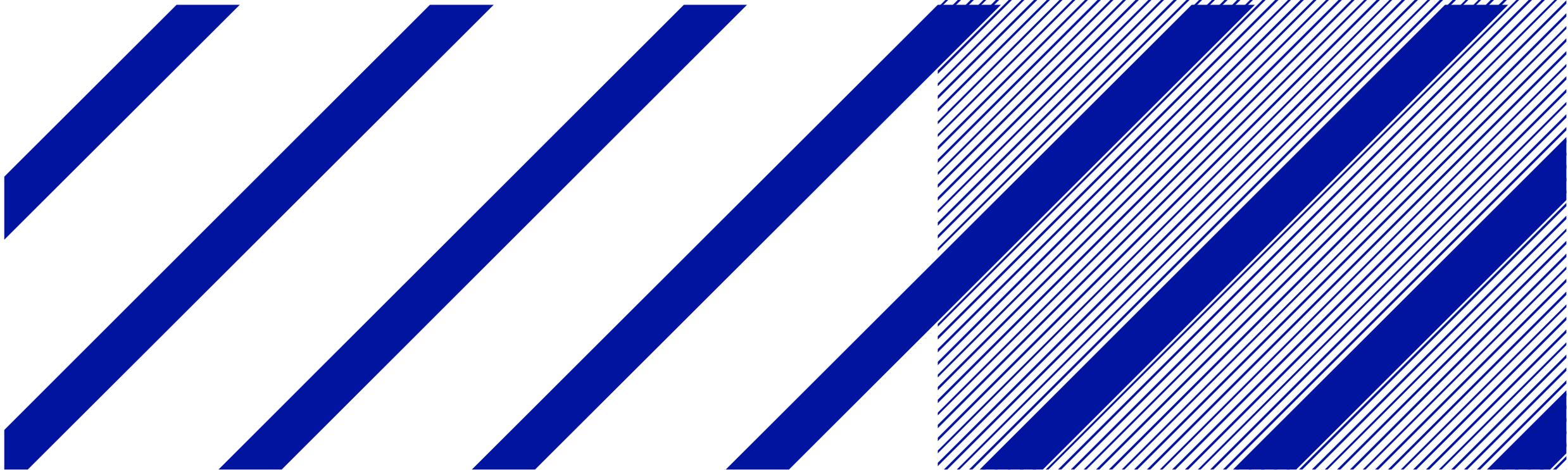


Zirkuläre Wertschöpfung

Herausforderungen im Bausektor



Nutzung des anthropogenen Lagers



Zirkuläre Wertschöpfung

Status Quo mineralische Recycling-Baustoffe

Mineralische
Bauabfälle
218,8 Mio. Mg

130,3 Mio. Mg
Boden und Steine

59,8 Mio. Mg
Bauschutt

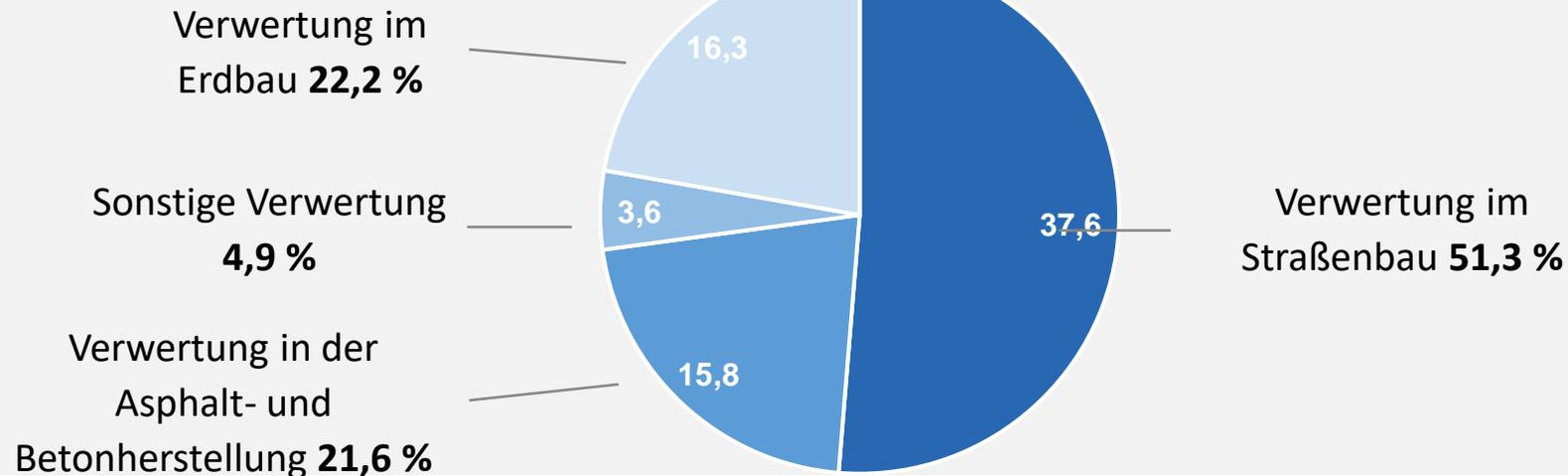
14,1 Mio. Mg
Straßenaufbruch

14 Mio. Mg
Baustellenabfälle

0,6 Mio. Mg Bauabfälle
auf Gipsbasis

Verwertungsquote: 89,7 %
(Bezugsjahr 2018)

Recycling-Baustoffe 73,3 Mio. Mg



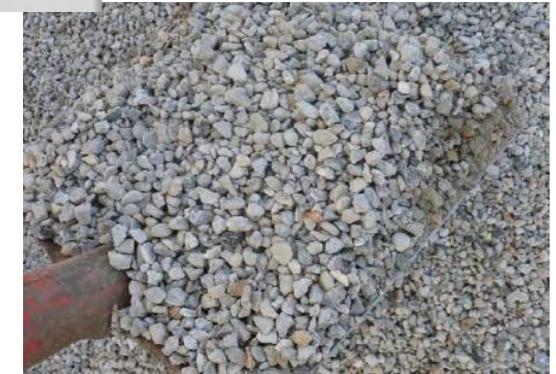
[23]



Zirkuläre Wertschöpfung

Selektiver Rückbau und weitergehende Aufbereitung

- **Qualitäts-Recycling fängt auf der Baustelle an**
 - Objektbesichtigung
 - Entkernung und **selektiver Rückbau** von Gebäuden ist Grundvoraussetzung für eine gute Qualität
- **Weitergehende Aufbereitung erforderlich**, um Qualitäts-RC-Baustoffe zu produzieren
- **Verbundbaustoffe** erschweren die Verwertung und Umsetzung des KrWG
- **Ortsnahe Aufbereitung und Verwertung** mineralischer Abfälle wird immer wichtiger!

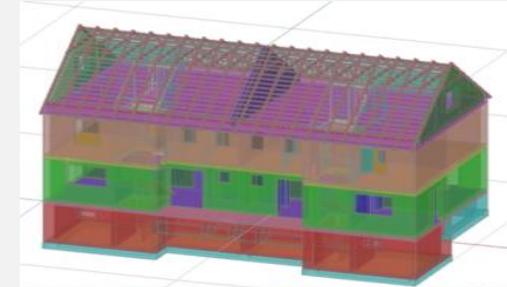


[18]

Zirkuläre Wertschöpfung

Anthropogenes Lager

- Systematische **Analyse des Bestandes** im Hoch- und Tiefbau (*Projekte: R2Q, Rekoti*)
 - Ermittlung von Kenndaten (Pläne, Alter, Typen,...)
 - Verifizierung und Validierung an konkreten Bauwerken
- Hochrechnung für das Quartier
- Vorausschauendes Stoffstrommanagement
 - **WANN** fallen
 - **WELCHE** Baustoffe
 - **WO** an?
 - **UND** wie groß ist das **Potenzial**?



[Eigene Bilder]

Zirkuläre Wertschöpfung

Netzwerkinitiativen

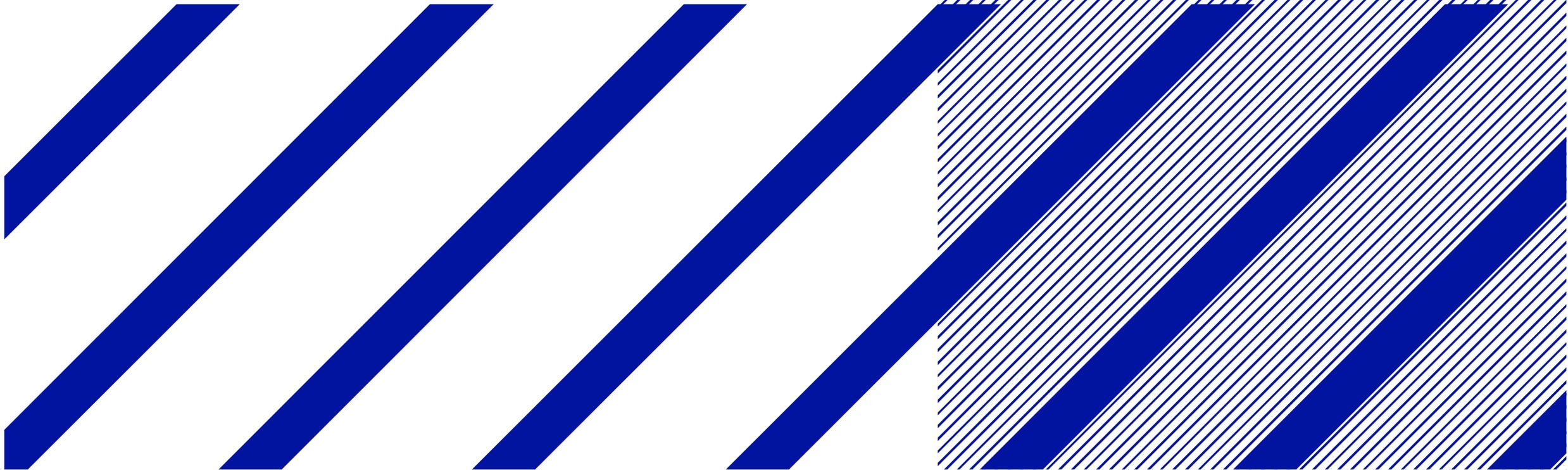
Regionale Verwertungspotenziale für mineralische Bauabfälle

- Workshops mit Akteuren der verschiedenen Handlungsebenen
 - Verwaltung (Hochbau, Tiefbau, Umweltamt, Vergabebestelle)
 - Rückbau- und Aufbereiter
 - Planer
- Entwicklung konkreter (Leuchtturm-)Projekte vor dem Hintergrund der regionalspezifischen Rahmenbedingungen
- Ableitung von Handlungsempfehlungen





Produkte und Konstruktionen Geschäftsmodelle



Zirkuläre Wertschöpfung

Produkte

- **Umweltproduktdeklarationen (EPD)** bei Bauprodukten
- „Cradle2Cradle“
-

- **Standardisierte Produkte** für eine **modulare** Bauweise
- **Verlängerung des Lebenszyklus/** Kaskadennutzung
- Umsetzung der Produktverantwortung, **Rücknahme** von Produkten
-



[25]



[26]

Zirkuläre Wertschöpfung

Status Quo - Kreisläufe aufgebaut - Beispiele

▪ REWINDO

- Zusammenschluss deutscher **Kunststoffprofilhersteller**
- Recycling von **Verschnitten und Altfenstern/ Alttüren**
- Selbstanlieferung/ Abholung bei vielen Partnern

▪ A|U|F

- Zusammenschluss von **Stakeholdern der Aluminiumindustrie**
- **Closed Loop:** Fenster, Türen, Fassaden aus Aluminium



[16]

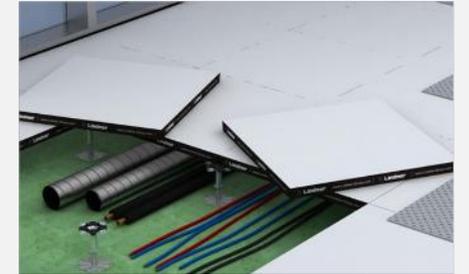


[17]

Zirkuläre Wertschöpfung

Neue Geschäftsmodelle

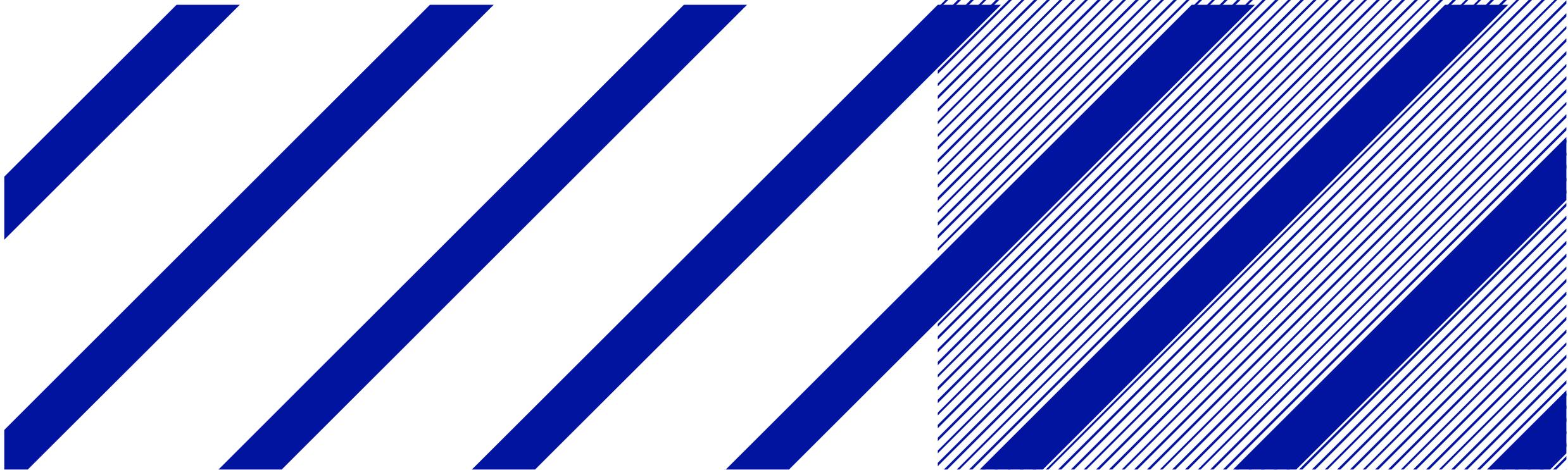
- Entwicklung neuer **Geschäftsmodelle** für Produkte mit ressourcen-effizienten Kreisläufen (**Projekt: RessProKa** - Innenausbau) bei denen die Hersteller, u. a. mittels geeigneter Geschäftsmodelle, die „Produktverantwortung“ über den gesamten Lebenszyklus übernehmen
- Entwicklung von **technischen** Optimierungsansätzen
-> Mengen-, Rückbau- und Rückführungs- sowie Verwertungs-szenarien
- Prüfung der **digitalen Möglichkeiten** ↔ Verknüpfung mit BIM
- Berücksichtigung von **rechtlichen** und **wirtschaftlichen** Rahmenbedingungen wie z.B. Haftung und Gewährleistung



[24]



Dokumentation / Digitale Tools



Zirkuläre Wertschöpfung

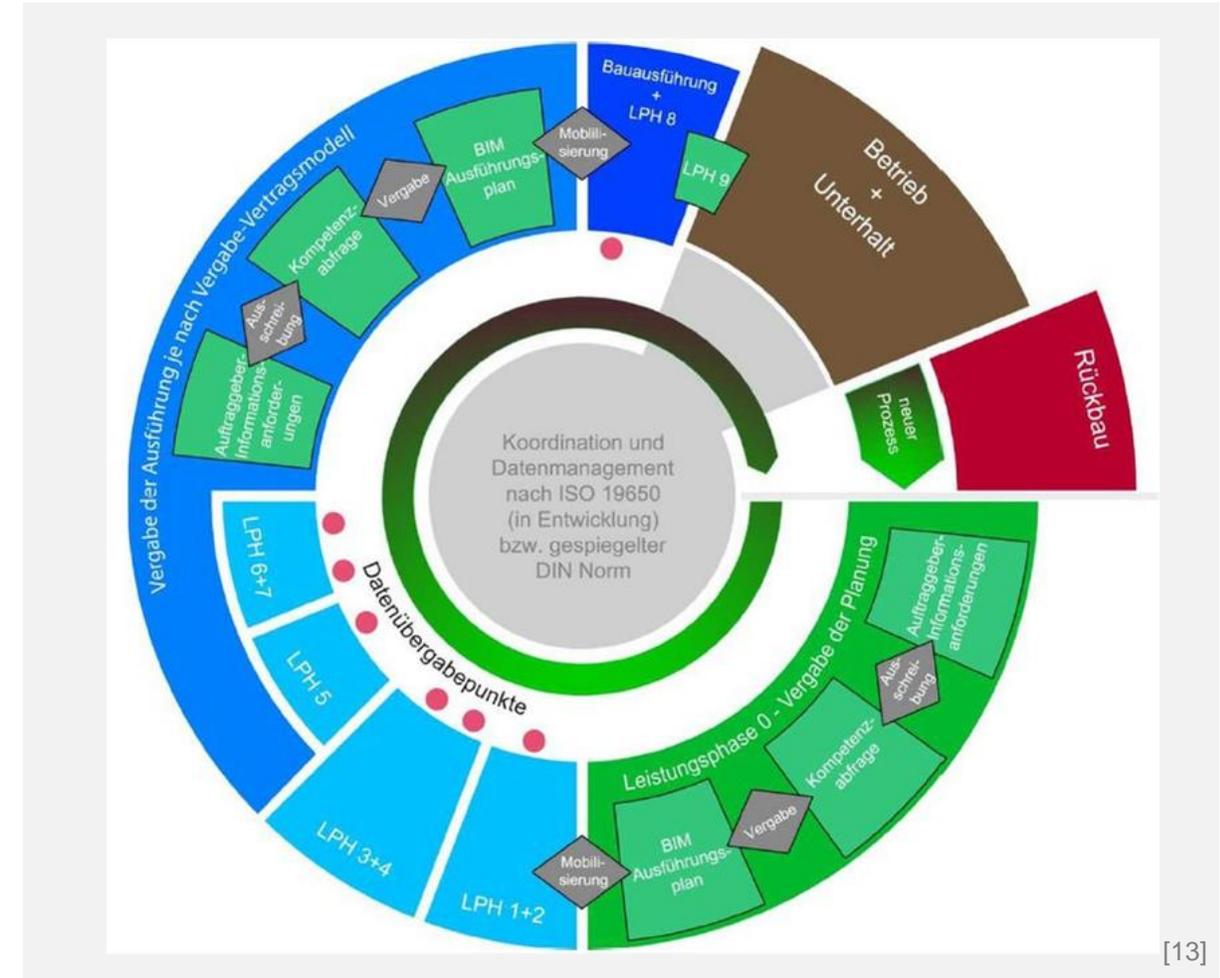
Digitalisierung über den Lebenszyklus

Daten (z. B. über BIM) in einem „Bauwerks-pass“ über den Lebenszyklus – z. B. Nutzen für den Rückbau und die Verwertung

- Welche Ressourcen (Qualität, Menge) und Schadstoffe sind **wie** verbaut - wie kann **ressourceneffizient demontiert** werden?
- Welche **monetären Wert** können erzielt werden?



Projekt: Zentrum für zirkuläre Wertschöpfung im Bauwesen



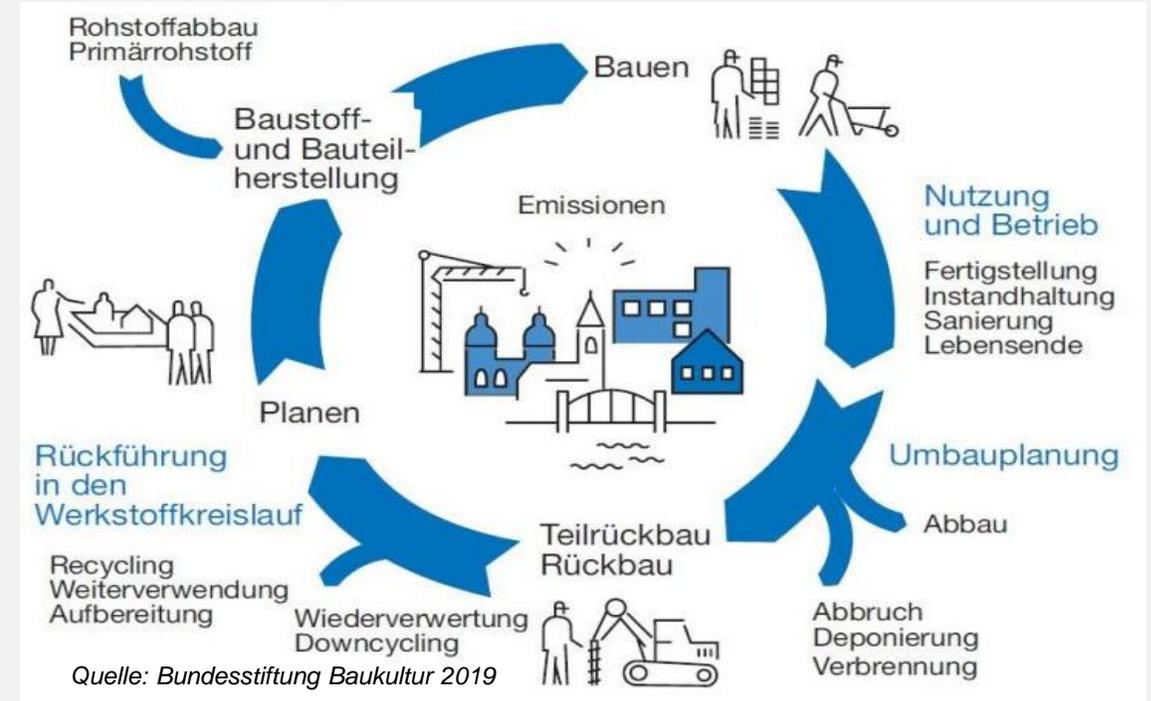
[13]



Zirkuläre Wertschöpfung

Zirkuläre Bauwirtschaft - GAIA - X

- **Digitale Informationen** zu eingesetzten Bauprodukten **kaum standardisiert und verfügbar**
- Immobilienbesitzer können **gebrauchte Bauprodukte nicht anbieten oder einkaufen**
- Beschaffung von **Rohstoffen** wird für **Hersteller** immer kostenintensiver
- **Zweitnutzung und Rückführung** von Bauprodukten muss **bei der Planung** berücksichtigt werden

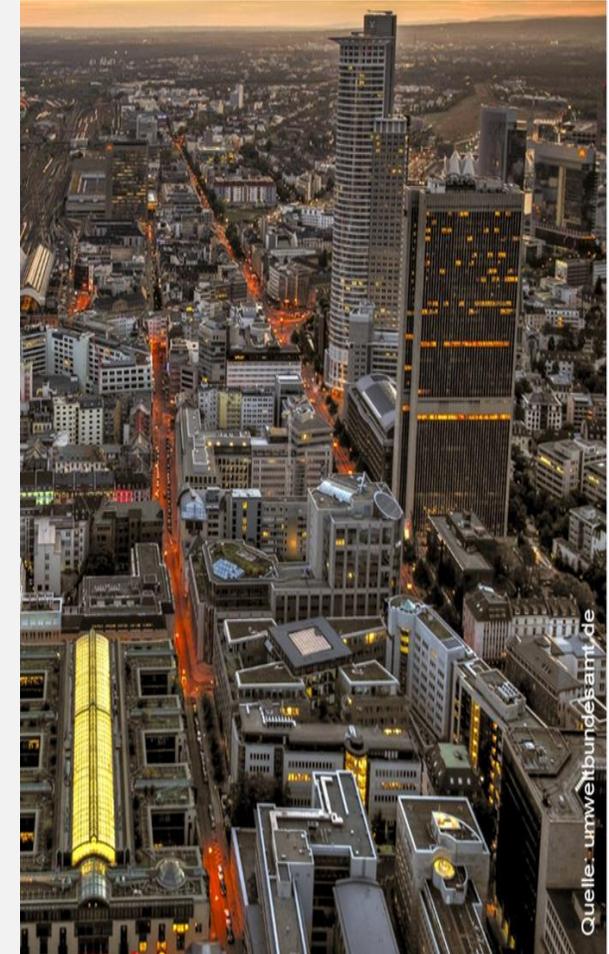


➔ **Zirkuläre Bauwirtschaft erfordert sichere Bereitstellung, Vernetzung und Nutzung von heterogenen Datenquellen**

Fazit: Zirkuläre Wertschöpfung

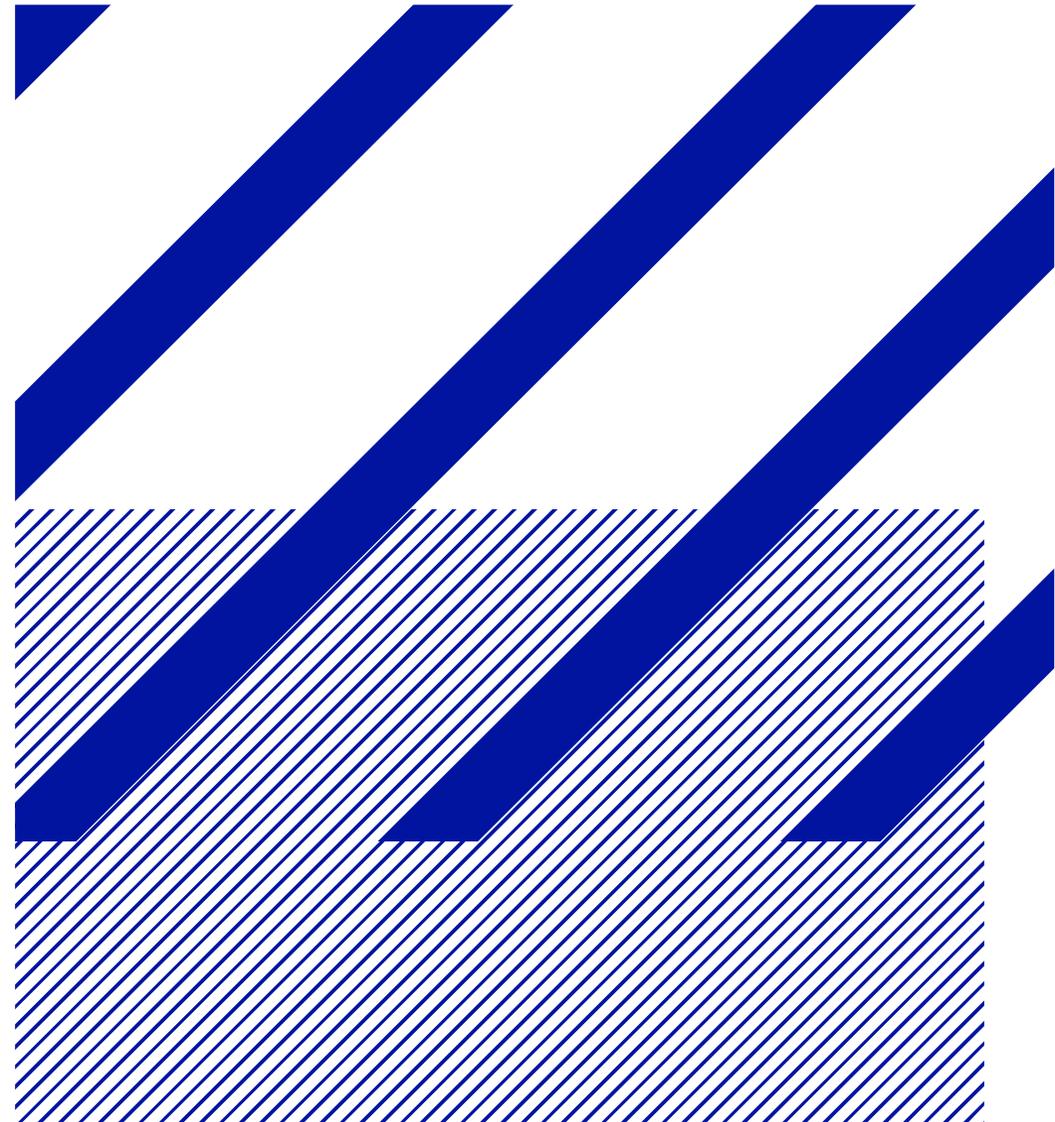
Im Bauwesen (HOCH- UND TIEFBAU)

- **BESTAND:** „regional“ identifizieren, quantifizieren und erschließen (SANIERUNG oder/ und VERWERTUNG)
 - **NEUBAU:** Bewertung grauer Energie, Verbesserung der Datenlage über die verbauten Rohstoffe und deren Qualitäten – **Materialpässe!!**, Zertifikate; verbindliche Rückbauplanung
 - Nutzung digitaler Methoden (GIS, BIM)
 - Einführung von Produktverantwortung im Baubereich – Planung über den gesamten Lebenszyklus - Rücknahmesysteme
 - Anreize für nachhaltige Geschäftsmodelle – z. B. *pay per use*
- ➔ **Regionale Netzwerke schaffen, Wissensaustausch unter Akteuren, Mut zeigen und neue Ansätze wagen**





Prof. Dr.-Ing. Sabine Flamme
Sprecherin des Vorstands im IWARU,
stellv. Vorstandsvorsitzende re!source Stiftung e. V.



Literatur

[1]	Schiller et al (2015): Kartierung des anthropogenen Lagers in Deutschland zur Optimierung der Sekundärrohstoffwirtschaft; Herausgeber: Umweltbundesamt; Publikationen als pdf: http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/kartierung-des-anthropogenen-lagers-in-deutschland ; aufgerufen: 30.04.2019
[2]	Hin zu einer Kreislaufwirtschaft: Ein Null-Abfallprogramm für Europa“, Europäische Kommission 2014; https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:50edd1fd-01ec-11e4-831f-01aa75ed71a1.0010.01/DOC_1&format=PDF ,
[3]	Eigene Darstellung nach: Kreislaufwirtschaft Bau, Monitoring Berichte 2018 URL: http://www.kreislaufwirtschaft-bau.de ; letzter Zugriff : 12.04.2021
[4]	URL: http://de.wikipedia.org/wiki/WestendDuo , Zugriff: 12.02.2014
[5]	URL: http://www.lfu.bayern.de/boden/fachinformationen/schadstoffratgeber/index.htm ; Zugriff: 28.10.2009
[6]	Allgemeine Bauzeitung: URL: allgemeinebauzeitung.de/abz/hydrema-materialtransport-auf-der-baustelle-sichern-34803.html ; aufgerufen am: 12.04.2021
[7]	Müller et al (2017): Urban Mining – Ressourcenschonung im Anthropozän, Umweltbundesamt
[8]	RecyclingPortal (2021): Baden-Württemberg veröffentlicht Entwurf der Deponiekonzeption
[9]	Kies- und Betonwerke Holcim (2021): URL: www.holcim.de/de/kies-und-betonwerke , aufgerufen am 12.04.2021
[10]	Müller, A (2017): Potenzialstudie zur Umsetzung eines Re-/Upcyclingkonzeptes im Gebiet der IRR GmbH – Schwerpunkt mineralische Baustoffe, Innovationsregion Rheinisches Revier GmbH, https://www.rheinisches-revier.de/media/red_endfassung_potenzialst_kwb_15-10-2017_01.pdf ; aufgerufen am 12.04.2021
[11]	Geologischer Dienst NRW: URL: www.geoportal.nrw/ ; aufgerufen am 12.04.2021
[12]	Stadtwerke Brilon: URL: www.stadtwerke-brilon.de/produkte/trinkwasser/wasserschutzgebiete/ ; aufgerufen am 12.04.2021
[13]	https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/stufenplan-digitales-bauen.pdf?__blob=publicationFile , aufgerufen 10.04.2021
[13q]	Destatis 2020]: Statistisches Bundesamt (Destatis) (2020): Umweltökonomische Gesamtrechnungen - Aufkommen und Verwendung in Rohstoffäquivalenten, Statistisches Bundesamt (Destatis), URL: https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/UGR/rohstoffe-materialfluesse-wasser/Publikationen/Downloads/rohstoffaequivalente-5853101169004.pdf?__blob=publicationFile , Zugriff: 06.08.2021
[13b]	Link, H. 2013, Den Gesetzen der Physik und dem Wohle der Menschen dienen - Interview mit Werner Sobek, In: Deutsches Ingenieurblatt, S. 10–13, Nr. 07-08/2013/2013, URL: https://www.deutsches-ingenieurblatt.de/magazin/archiv/archiv-deutsches-ingenieurblatt/artikel/2013/dib-7-2013/2600-den-gesetzen-der-physik-und-dem-wohle-der-menschen-dienen-interview-mit-werner-sobek/



[14]	Hin zu einer Kreislaufwirtschaft: Ein Null-Abfallprogramm für Europa“, Europäische Kommission 2014
[15]	URL: http://www.wohindamit.de/die-fuenfstufige-abfallhierarchie-was-ist-das/ , letzter Zugriff 22.06.20
[16]	URL: http://www.rewindo.de/index.html , abgerufen 30.05.17
[17]	https://www.a-u-f.com/fileadmin/redaktion_auf/content/PDFs/2016-02_AUF_Praesentation.pdf , aufgerufen 30.05.2017
[18]	Feess, W.: Selektiver Rückbau von Gebäuden, 1. Fachdialog „Einsatz von Recyclingbeton“, 18. + 19. September 2018, Berlin
[19]	Büscher Wolfgang: Verwertung von rezyklierter Gesteinskörnung in Fertigbetonteilen., Vortrag: Regionale Verwertungspotenziale, 28.10.2020, FH Münster
[20]	Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung: <i>Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung</i> . Abgerufen am 9. Januar 2020
[21]	Destatis, https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Nachhaltigkeitsindikatoren/Publikationen/Downloads-Nachhaltigkeit/indikatoren-0230001219004.pdf;jsessionid=DF4D53DF20D3F86026B8A75B8AAA55FF.live711?_blob=publicationFile , Zugriff 10.08.2021
[22]	Weber, Gregor; Bodemann, Markus (2018): CSR und Nachhaltigkeitssoftware. Softwareanwendungen, Werkzeuge und Tools. Berlin: Springer Gabler (Management-Reihe Corporate Social Responsibility)
[23]	Bundesverband Baustoffe-Steine und Erden e.V., 2021 https://kreislaufwirtschaft-bau.de/Arge/Bericht-12.pdf , Zugriff 10.08.21
[24]	Lindner Group; https://www.lindner-group.com/de_DE/ausbauprodukte/boden/ , letzter Zugriff 21.11.2019
[25]	http://www.creebyrhomburg.com/technologie/ , abgerufen 27.01.17
[26]	http://www.sto.de/de/topnav/presse/pressemitteilungen_163968.html , abgerufen: 24.05.17

weitere Informationen zu F&E-Projekten des IWARU im Forschungskatalog der FH Münster, z. B. :

- **Buatlas**
- **R2Q, ReKoTi**
- **RessProKa**
- **ProGeo...**

