

Stadt-Land-Plus Verbundvorhaben

# WieBauin – Wiederverwendung von Baumaterialien innovativ

Teil II: Eingehende Darstellungen

Projektlaufzeit: 01.10.2018 – 30.09.2023

Förderkennzeichen: 033L209



Fotohinweis: Fachgebiet Landmanagement



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

---

Sachbericht zum Verwendungsnachweis des BMBF-Forschungsprojektes ‚WieBauin – Wiederverwendung von Baumaterialien innovativ‘ – Teil II: Eingehende Darstellung (Kurzversion; Stand: März 2024)

## Verbundpartner

Institution	Ansprechpartner:innen	
Technische Universität Darmstadt		 TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT
Fachgebiet Landmanagement	Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Linke	
Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft	Prof. Dr. rer. nat. Liselotte Schebek	
Fachgebiet Entwerfen und Stadtentwicklung	Prof. Dr.-Ing. Annette Rudolph-Cleff	
Landkreis Darmstadt-Dieburg	Landrat Klaus Peter Schellhaas	
Gemeinde Münster (Hessen)	Bürgermeister Joachim Schledt	
Gemeinde Otzberg	Bürgermeister Matthias Weber	

## Autor:innen

Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Landmanagement

*Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Linke, M.Sc. Raphael Bretscher, Dr.-Ing. Philip Gärtner, M.Sc. Miriam Mayer, M.Sc. Kim Nobis, M.Sc. Luisa Ritter, M.Sc. Jana Stahl*

Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft

*Prof. Dr. rer. nat. Liselotte Schebek, M.Sc. Christian Dierks, M.Sc. Tabea Hagedorn*

Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Entwerfen und Stadtentwicklung

*Prof. Dr.-Ing. Annette Rudolph-Cleff, Dipl.-Ing. M.Sc. Nourdin Labidi*

Gemeinde Münster (Hessen)

*M.Sc. Annette Fedyszyn*

Gemeinde Otzberg

*M.Sc. Christine Laubscheer*

Landkreis Darmstadt-Dieburg

*M.A. Natascha Roth*

## Projektleitung

Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Linke

Technische Universität Darmstadt

Fachbereich Bau- und Umweltingenieurwissenschaften

Institut für Geodäsie

Fachgebiet Landmanagement

Franziska-Braun-Str. 7

64287 Darmstadt

Tel.: 06151 / 16 - 21964

E-Mail: [hans-joachim.linke@tu-darmstadt.de](mailto:hans-joachim.linke@tu-darmstadt.de)

Website: [www.geodesy.tu-darmstadt.de/landmanagement](http://www.geodesy.tu-darmstadt.de/landmanagement)



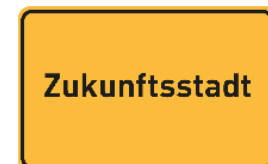
TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



landmanagement



STADT  
LAND  
PLUS



Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 033L209 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

---

---

## Inhaltsverzeichnis

---

<b>1.</b>	<b>Forschungsergebnisse des Projektes WieBauin .....</b>	<b>1</b>
1.1	Einleitung mit Anlass und Projektvorstellung .....	1
1.2	Forschungsdesign .....	2
1.3	Ergebnisse und Verwertbarkeit .....	3
1.3.1	Gebäude- und Materialdatenbank .....	3
1.3.2	Gebäude- und Materialkataster der Gemeinden Münster und Otzberg .....	4
1.3.3	Leitfaden zur Einbindung von Immobilieneigentümern leerstehender Gebäude .....	5
1.3.4	Leitfaden und Tragfähigkeitskalkulator zur Umsetzung des Geschäftsmodells der Bauteilwiederverwendung .....	7
1.3.5	Regionales Stoffstrommodell .....	9
1.3.6	Weiterbildungstool für Bauherren und Architekten .....	11
<b>2.</b>	<b>Wichtige Positionen des zahlenmäßigen Nachweises .....</b>	<b>13</b>
<b>3.</b>	<b>Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeit .....</b>	<b>13</b>
<b>4.</b>	<b>Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere die Verwertbarkeit der Ergebnisse im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans .....</b>	<b>14</b>
<b>5.</b>	<b>Bekannt gewordener Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen .....</b>	<b>15</b>
<b>6.</b>	<b>Veröffentlichungen der Ergebnisse nach Nr. 5 NABF .....</b>	<b>16</b>
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>21</b>

---

## 1. Forschungsergebnisse des Projektes WieBauin

---

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse des Forschungsprojektes ‚Wiederverwendung von Baumaterialien innovativ‘ (WieBauin) – eines von 22 Verbundvorhaben der Förderrichtlinie Stadt-Land-Plus des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) – als Kurzfassung dargestellt. Im ergänzenden Schlussbericht werden die Erkenntnisse ausführlicher beschrieben und erläutert.

### 1.1 Einleitung mit Anlass und Projektvorstellung

Der Bausektor ist einer der ressourcenintensivsten Wirtschaftszweige, insbesondere hinsichtlich der anfallenden Abfallmengen, denn er ist für rund 55 % des gesamten Abfallaufkommens in Deutschland verantwortlich (Destatis 2022). Dies ist u. a. darauf zurückzuführen, dass häufig beim Abriss oder der Sanierung von Gebäuden kein hochwertiges Recycling intakter Materialien stattfindet, obwohl Baustoffe sehr langlebig sind. Ressourcenschonung kann jedoch durch effiziente Planung und somit eine möglichst lange Nutzung von Gebäuden erreicht werden. Lange Nutzungsdauern lassen sich z. B. durch Umnutzung oder Umbau statt Abriss, den Einsatz entsprechend hochwertiger Materialien oder anpassungsfähige Gebäudestrukturen erreichen. Die Bevölkerungswanderung aus ländlichen in städtische Räume gilt als wesentlicher Treiber des Stoffstromsystems von Baumaterialien. Aus der Bevölkerungsabnahme im ländlichen Raum folgt ein Überhang an Wohnfläche, der sich als struktureller Gebäudeleerstand widerspiegelt (Göddecke-Stellmann 2013). Im Kontext des zukunftsfähigen Umbaus der Ortskerne werden u. a. Rückbaumaßnahmen der leerstehenden Gebäude erforderlich, da diese aus Altersgründen oder bedingt durch ihre ursprüngliche, teilweise landwirtschaftliche Nutzung nicht mehr den aktuellen Wohnansprüchen entsprechen. Neben der Möglichkeit der Gestaltung eines attraktiven und zukunftsfähigen Ortsbildes kann dadurch ein bestehender Neubaubedarf innerorts statt im bisher ungenutzten Außenbereich gedeckt werden. Solche Maßnahmen der Innenentwicklung entsprechen der Strategie der Bundesregierung, die eine Reduzierung der Flächeninanspruchnahme für Verkehrs- und Siedlungsflächen bis 2030 auf unter 30 ha pro Tag anstrebt (Bundesregierung 2016).

Im Projekt wird das Ziel verfolgt neue Lösungsansätze für eine nachhaltige Entwicklung von Städten, ihrem Umland und dem ländlichen Raum zu erarbeiten (BMBF 2017). Grundlage der Problemstellung ist die funktionale Verflechtung von Stadt und Land über Stoffströme. Der Bausektor stellt das größte Lager von Materialien der Gesellschaft dar (Schiller et al. 2015). Zum Beispiel können mineralische Rohstoffe als mengenmäßig bedeutendste Materialien des Bausektors mit Blick auf Ökonomie und Ökologie nur im nahen Umfeld gewonnen werden, woraus sich die Bedeutung des ländlichen Raums für die städtischen Ballungszentren ableiten lässt (Hiete et al. 2011). Neben der Funktion als Quelle mineralischer Rohstoffe fungiert der ländliche Raum auch als Deponiestätte für (Abfall-)Materialien des Bausektors. Durch die Mantelverordnung zur Verwertung mineralischer Abfälle (Deutscher Bundestag 2021) wird voraussichtlich die Menge der zu deponierenden mineralischen Abfälle steigen. Um auf die Entwicklung möglicher lokaler und zeitlicher Disparitäten in Nachfrage und Angebot der Materialien zu reagieren, versucht das Forschungsprojekt WieBauin den steigenden Bedarf an Baustoffen zunehmend über Sekundärrohstoffe zu decken und somit die Inanspruchnahme natürlicher Ressourcen im ländlichen Raum zu minimieren. Am Fallbeispiel des Landkreises Darmstadt-Dieburg und der Stadt Darmstadt wurden im Rahmen des Projektes neue Herangehensweisen und Instrumente entwickelt, um die Stadt-Land-Beziehungen und das Stoffstrommanagement zum beiderseitigen ökologischen und ökonomischen Vorteil zu optimieren und Anreize für die regionale Kreislaufwirtschaft schaffen. Die beim Rückbau der Gebäude freiwerdenden Baumaterialien müssen entsprechend des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) einer möglichst hochwertigen Verwertung zugeführt werden (§ 8 KrWG). Durch den geringen Bedarf an Baumaterialien im ländlichen Raum kann dem Ziel der Wiederverwertung nur durch Nutzung der Stoffströme in den Ballungszentren entsprochen werden. Dabei gibt es in der Nachfrage der Art der Baumaterialien jedoch erhebliche Unterschiede. Das Projekt WieBauin strebt an für die benannten Herausforderungen zukünftiger

---

Stoffströme des Bausektors und der Disparitäten zwischen städtischen und ländlichen Regionen ganzheitlich betrachtete, nachhaltige und kreislauffördernde Lösungen zu erarbeiten.

## 1.2 Forschungsdesign

Das Projekt strebt gemäß den Zielen der BMBF-Fördermaßnahme Stadt-Land-Plus durch Stärkung der Stadt-Land-Verflechtungen eine integrierte und nachhaltige Entwicklung der Regionen an. Die Wiederverwendung von Bauteilen und die hochwertige Verwertung von anfallenden Bauabfällen wurde und wird bspw. vom Umweltbundesamt, im Vorhaben EUDSÉ der Technischen Universität Dresden, die Projekte ‚Techno-Ökonomische Potenziale der Rückgewinnung von Rohstoffen aus dem Industrie- und Gewerbegebäude-Bestand‘ (PPRIG) und ‚Aktivierung von Flächenpotenzialen für eine Siedlungsentwicklung nach innen – Beteiligung und Mobilisierung durch Visualisierung‘ (AktVis) der Technischen Universität Darmstadt mit unterschiedlichsten Schwerpunkten beleuchtet. Erkenntnisse verschiedener, bereits abgeschlossener Vorhaben dienten als Impulse und Vorarbeiten für das Projekt WieBauin, das neben der Erfassung von vorhandenen Potenzialen von Baumaterialien auch den Kontakt zwischen Bereitsteller und Nutzer einer Region fokussierte. Die benannten Vorhaben werden im Schlussbericht detaillierter aufgeführt.

Der transdisziplinäre Forschungsansatz beinhaltet einerseits die Untersuchung des Status Quo und der zukünftigen Entwicklung von Leerständen sowie die Ermittlung von Qualitäten und Quantitäten der Baumaterialien, die in leerstehenden Gebäuden im ländlichen Bereich vorzufinden sind. Während in den Gemeinden Otzberg und Münster (Hessen) Informationen bzgl. Gebäudeleerstand und Akteursstrukturen bereits aus dem Forschungsprojekt AktVis bekannt waren, wurde eine Analyse der Akteure und für das Projekt relevanter Infrastrukturen in der Stadt Darmstadt und dem Landkreis Darmstadt-Dieburg mittels Netzwerkanalyse, aufbauend auf durchgeführten Interviews, vorgenommen. Dabei wurden auch die aktuellen Stoffströme von Baumaterialien nach Art und Menge sowie deren Behandlung und Verbleib erfasst, um darauf aufbauend Messgrößen ableiten zu können, mit denen die durch das Forschungsprojekt initiierten Veränderungen erfasst werden können. Andererseits umfasst der Forschungsansatz die Entwicklung von neuen Wertschöpfungsketten zwischen Stadt und Land, die spezifisch auf solche Stoffströme ausgerichtet sind, und die Ermittlung der damit zu erzielenden Wirkungen für Stadt und Land, z. B. im Hinblick auf negative Umweltwirkungen und Flächenbedarf. Demnach liegt ein weiterer Schwerpunkt des Projekts auf der Entwicklung von Wertschöpfungsketten zur Förderung der Wiederverwendung und der hochwertigen Nutzung (Closed-Loop-Recycling) von Baustoffen. Zur Analyse der Wirkungen dieser Wertschöpfungsketten diente eine Szenarioanalyse auf Basis einer Stoffstrommodellierung, die – unter Beachtung der Rückwirkungen auf den Bedarf von Baumaterialien für sonstige Verwendungen – Effekte auf Quantitäten und Qualitäten von Stoffströmen analysierte und ökologische Wirkungen auswies. Damit einhergehend wurden in einer vertieften Untersuchung mögliche positive Folgen für die städtebauliche Innenentwicklung identifiziert und für die kommunalen Partner Umsetzungswege aufgezeigt. Grundsätzlich sollte dabei die Entwicklung einer Wertschöpfungskette entstehen. Diese Wertschöpfungskette integriert Eigentümer, welche im Besitz zum Abbruch vorgesehener Gebäude sind und ebenso die Gruppe der Nutzenden der beim Abbruch gewonnenen Baumaterialien. Zur regionalen Vermarktung in Frage kommender Baumaterialien wurde weiterhin ein Geschäftsmodell entwickelt, das im Rahmen der Umsetzungs- und Verstetigungsphase erprobt werden konnte.

Das Projekt unterteilt sich wesentlich in eine dreijährige Forschungs- und Entwicklungsphase sowie eine daran anknüpfende zweijährige Umsetzungs- und Verstetigungsphase. Zunächst gliedert sich Forschungs- und Entwicklungsphase weiter in Bestandsanalyse, die Strategieentwicklung und die Analyse der erzielbaren Effekte / Wirkungsabschätzung. Die Umsetzungs- und Verstetigungsphase beinhaltet neben der Umsetzung der Vermarktungsstrategie die Implementierung der Beratung von Immobilieneigentümern sowie Bauherren und Architekten.

---

## 1.3 Ergebnisse und Verwertbarkeit

Die im Rahmen von WieBauin in diesem Kapitel aufgeführten Ergebnisse stehen nach Projektende Interessierten zur Verfügung. Die entwickelten Gebäude- und Materialkataster mit GIS-Anbindung und der dazugehörige Erfassungsbogen können bei Übertragung auf andere Gemeinden der Datenerhebung dienen und so den ersten Angriffspunkt für die Wiederverwendung von Baumaterialien bieten. Bei der Umsetzung kann auf die beschriebenen Leitfäden zur Einbindung von Eigentümern leerstehender Immobilien, zur Umsetzung des Geschäftsmodells sowie das Weiterbildungstool für Bauherren und Architekten zurückgegriffen werden (siehe Schlussbericht). Das regionale Stoffstrommodell zeigt Handlungsbedarfe und -möglichkeiten auf.

### 1.3.1 Gebäude- und Materialdatenbank

Um eine Abschätzung der zukünftig aus Gebäudeabbrüchen zur Verfügung stehenden Baumaterialien vornehmen zu können, ist eine Erfassung der aktuell und zukünftig zum Abbruch anstehenden Gebäude hinsichtlich der dort vorhandenen Baumaterialien erforderlich. Ein wichtiger Anhaltspunkt für die Erfassung zum Abbruch anstehender Gebäude liefert ein vorhandener bzw. zu erwartender struktureller Gebäudeleerstand. Ein struktureller Gebäudeleerstand ist anzunehmen, wenn eine Weiter- oder Nachnutzung von Gebäuden aufgrund technischer, rechtlicher oder ökonomischer Faktoren über einen nicht absehbaren Zeitraum nicht erwartet werden kann und damit nur ein Rückbau des leerstehenden Gebäudes eine Nachnutzung des Grundstücks ermöglicht.

Um eine solche Erfassung entweder durch die Gemeinde oder die Immobilieneigentümer:innen vornehmen zu können, bedarf es eines geeigneten Erfassungs- und Dokumentationstools von Gebäuden, die strukturell leer stehen bzw. zu erwarten ist, dass diese zukünftig strukturell leer stehen werden. Für dieses Forschungsprojekt konnte auf ein im Rahmen des vom BMBF finanzierten Forschungsprojektes ‚AktVis‘ (2017–2019, FKZ 033L188) erstelltes qualifiziertes Gebäudeleerstandskataster (einschließlich zukünftig zu erwartender Leerstände) für ausgewählte Ortsteile der Gemeinde Münster (Hessen) und der Gemeinde Otzberg sowie das im Auftrag des Regionalmanagements des Landkreises Darmstadt-Dieburg durch das Amt für Bodenmanagement Heppenheim für alle übrigen Gemeinden im Landkreis Darmstadt-Dieburg erstellte Kataster zur Identifizierung von Innenentwicklungspotenzialen zurückgegriffen werden. Da zu den als strukturell leerstehend identifizierten Gebäuden keine hinreichenden Informationen zur Bauweise und dementsprechend entnehmbaren und verwertbaren Baumaterialien vorlagen, ist eine originäre Erfassung von typischen Gebäuden erforderlich. Für eine solche Erfassung durch die Gemeinde bzw. auch den einzelnen Immobilieneigentümer:innen wurde eine entsprechende WebGIS (Geoinformationssystem)-Applikation und ein Erfassungsbogen entwickelt.

### Konzept und Umsetzung der Gebäude- und Materialdatenbank mit WebGIS-Anbindung

Zur systematischen Erfassung von den in Gebäuden enthaltenen wiederverwendbaren Baumaterialien wurde ein Datenbankmodell zur Erfassung solcher Baumaterialien entwickelt und unter Verwendung von Open-Source-Software (hier PostgreSQL, QGIS) zwei nachfolgend beschriebene Datenbanken mit Webanwendung zur Erfassung der Daten prototypisch entworfen, umgesetzt und erprobt. Mithilfe der entwickelten Anwendung können für beliebige Gebäude dort enthaltene Baumaterialien in den Datenbanken abgespeichert werden. Eine nähere Erläuterung zu den erfassbaren Baumaterialien und der Art ihrer Erfassung wird im Erfassungsbogen beschrieben. Die entworfenen und umgesetzte Gebäude- und Materialdatenbank liegt als Prototyp vor und kann z. B. durch Gemeinden oder einzelne Eigentümer:innen zur Erfassung von Gebäudebeständen, bspw. im Rahmen einer Begehung, eingesetzt werden.

Weiterverwendet wird die Gebäude- und Materialdatenbank mit WebGIS-Anbindung durch das Institut für kommunale Geoinformationssysteme IKGIS e.V. im Bereich der beruflichen Weiterbildung. Das IKGIS bietet seit mehr als 25 Jahren regelmäßig einen KGIS-Workshop an, in dem aktuelle und zukünftig zu erwartende Entwicklungen im Bereich der Nutzung von Geobasis- und Geofachdaten der Praxis vorgestellt und mit dieser

---

diskutiert werden. Ergänzend werden zu neuen Themenfeldern eigenständige, nicht kommerzielle Schulungen angeboten, die es gerade Kommunen ermöglichen, ihre Mitarbeitenden in neuen Anwendungsfeldern zu schulen. So ist seit Jahren der Aufbau und die Nutzung von Gebäudedatenbanken ein verfolgtes Thema, zu dem ein eigenständiges Schulungsangebot aufgebaut und angeboten werden soll.

### **Erfassungsbogen für eine Gebäude- und Materialdatenbank**

Mit dem Erfassungsbogen werden Gemeinden und sonstige Nutzer in die Lage versetzt alle Baumaterialien zu erfassen, die technisch und von einer möglichen Marktnachfrage her wiederverwendbar sind und zu einer Veränderung der bisherigen Stoffströme führen. Der Erfassungsbogen kann dabei sowohl bei einer Ortsbesichtigung als auch bei einer Erfassung anhand von Bauakten genutzt werden. Der Erfassungsbogen bildete die Grundlage für die Analyse der Bauakten in den Gemeinden Münster und Otzberg.

Der Erfassungsbogen gliedert sich in die Tabellenblätter ‚Baumaterialien‘ bzw. ‚Bauteile‘ und ihre ‚Eigenschaften‘, welche über die ID ineinander überführt werden können. Es werden Parameter wie Material und Abmessungen in den entsprechenden Einheiten erfasst. Ergänzende Anmerkungen bzw. Erläuterungen sind möglich. Die Bezeichnung der Baumaterialien orientiert sich an der DIN 267: 2018-12 – Kosten im Bauwesen. Um Synergien in Bezug auf die Erfassung nutzen zu können und einen einfachen Datenaustausch zu ermöglichen, werden zusätzlich die Bezeichnungen auf Grundlage der BKI Baukosten mit aufgenommen.

### **1.3.2 Gebäude- und Materialkataster der Gemeinden Münster und Otzberg**

Die Erhebung der Daten zur weiteren projektbezogenen Verarbeitung erfolgte in zwei Teilschritten. Zu Beginn wurden in den Gemeinden Münster (Hessen) und Otzberg die durch das Projektteam definierten Baualtersklassen (BAK) aller Gebäude erhoben. Im zweiten Schritt erfolgte die Erhebung der wiederverwendbaren Baumaterialien gemäß Erfassungsbogen. In beiden Gemeinden wurden die Daten von jeweils zwölf Gebäuden pro BAK 1 bis 6 erhoben. Auf eine Erfassung der BAK 7 wurde verzichtet, da bei diesen Gebäuden aufgrund ihres Alters nicht mit einem Abriss zu rechnen ist.

Nach der Prüfung wurden die für eine Erhebung geeigneten Bauakten genutzt, um alle relevanten Parameter zu erfassen. Teilweise war es aufgrund fehlender Angaben in den Akten, vorrangig in BAK 1 und 2, notwendig, Annahmen zu Material oder Menge zu treffen. In entsprechenden Fällen wurde dies im Erfassungsbogen dokumentiert. Aus datenschutztechnischen Gründen wurden die Datensätze nach der Erfassung pseudonymisiert und anschließend in digitaler Form an die Technische Universität (TU) Darmstadt zur weiteren projektbezogenen Verarbeitung übermittelt. Im Laufe der Erfassung wurden durch das Fachgebiet Entwerfen und Stadtentwicklung (est) noch zusätzliche Baumaterialien und -teile für eine Erfassung definiert. Diese wurden in einer separaten Excel-Tabelle erfasst und ebenfalls pseudonymisiert an die TU Darmstadt übermittelt.

Der bei der Datenerhebung angewandte Prozess ist Abb. 1 zu entnehmen.



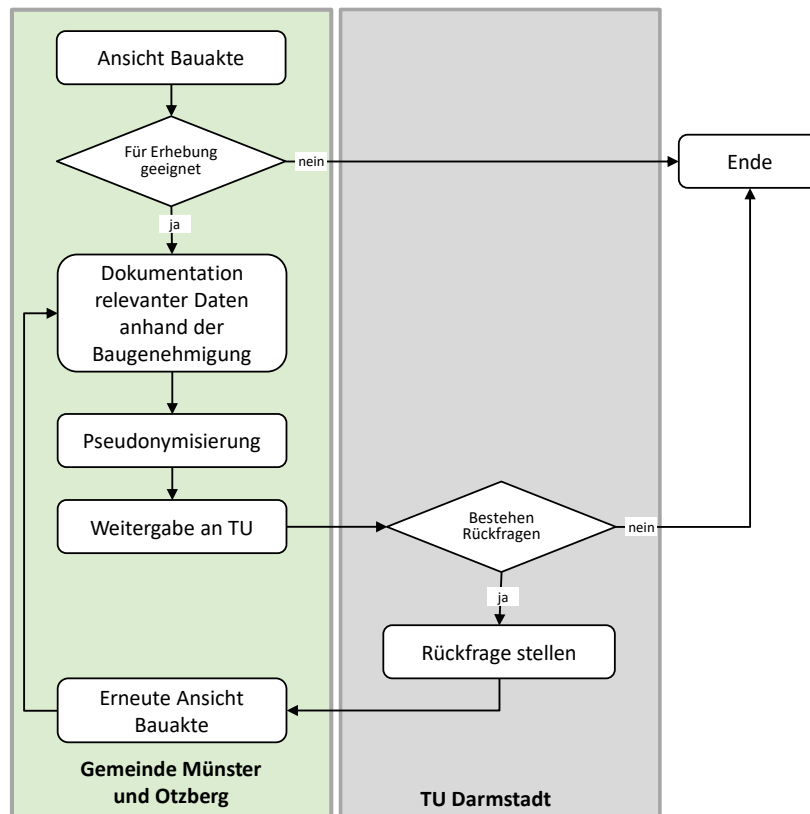


Abb. 1: Prozess der Datenerhebung (eigene Darstellung)

Für diese dynamische Art der Erhebung eignete sich die entworfene Webseite des Gebäudematerialkatasters nur bedingt. Die prototypische Entwicklung dieser Applikation wurde Ende September 2020 abgeschlossen. Nachdem die Erhebung im Anschluss dazu erweitert worden war, konnten entsprechende Änderungen nicht mehr nachgetragen werden.

In der Verstetigungsphase des Projekts wurde angestrebt, das Gebäudematerialkataster bei den beteiligten Partnerkommunen und dem Landkreis Darmstadt-Dieburg zur weiteren Nutzung einzubringen. Ein denkbarer Anwendungsfall für das Gebäude- und Materialkataster wäre in dem im Landkreis Darmstadt-Dieburg genutzten kommunalen Geoinformationssystem KGIS. Die Übertragung der Daten von insgesamt 120 erfassten Gebäuden in sechs Baualtersklassen wurde daher mit dem Landkreis diskutiert und kann bei geeigneter Verwendung veranlasst werden. Zum Zeitpunkt des Projektabschlusses lag für die Einbindung in das KGIS zu wenig Interesse der einzelnen Gemeinden vor. Denkbar wäre eine verpflichtende Verwendung des Tools in Gemeinden, die sich um Dorferneuerung bemühen und eine Förderung in der Dorferneuerung durch den Landkreis erhalten möchten.

Zur Entwicklung der Webanwendung wurde auch die in dem vorhergehenden Projekt AktVis gewonnene Erfahrung in Bezug auf die Erkennung von Innenentwicklungspotenzialen genutzt. Diese Potenziale werden in den Gemeinden im Landkreis aktuell wenig genutzt. Auch unter dem Aspekt der Gewinnung von leerstehenden Gebäuden wird im Landkreis Darmstadt-Dieburg kein größeres Interesse an dem Gebäude- und Materialkataster erwartet. Da der Landkreis zum Einzugsbereich Frankfurt gehört, stehen Eigentümer vor einer großen Nachfrage und die Gemeinden haben eher wenig Leerstand zu befürchten.

### 1.3.3 Leitfaden zur Einbindung von Immobilieneigentümern leerstehender Gebäude

Der Leitfaden zur Einbindung von Immobilieneigentümern leerstehender Gebäude beschreibt strategische Ansätze, wie Bürger:innen, insbesondere Immobilieneigentümer:innen leerstehender Gebäude, über die Wiederverwendung von Baumaterialien informiert werden können. Des Weiteren werden Hilfestellungen

---

formuliert, die Beratungsstellen den Eigentümer:innen mit (Teil-)Rückbauvorhaben anbieten können. Nachfolgend wird auf einige zentrale Aspekte eingegangen.

### **Öffentlichkeitsarbeit**

Die Wiederverwendung von Baumaterialien kann nur einen relevanten Beitrag zur Reduzierung des Abfallaufkommens leisten, wenn sich ein Großteil der Bevölkerung beteiligt. Dafür ist eine intensive, breit und langfristig angelegte Öffentlichkeitsarbeit nötig. Die Öffentlichkeitsarbeit in WieBauin konzentrierte sich zu Beginn des Projekts auf die Einrichtung der projektbezogenen Internetseite, die Entwicklung eines Flyers und eines Logos sowie die Veröffentlichung mehrerer Presseartikel in lokalen Zeitungen und wurde durch die Erstellung diverser Informationsmaterialien sowie die Einbindung lokaler Akteur:innen ergänzt. Neben einem Projektfilm und mehreren Plakaten wurde weiterhin in der Umsetzungs- und Verstetigungsphase die Marke Bauteilkreisel Darmstadt-Dieburg gestaltet. Die dafür erarbeiteten Konzepte stellten einen einheitlichen Auftritt mit Wiedererkennungswert sicher und wurden bei der Erstellung der Internetplattform sowie bei sämtlichen Printmedien und im Online- und Social-Media-Auftritt angewendet. Eine weitere, von WieBauin genutzte Möglichkeit zur Aktivierung der Öffentlichkeit war die Impulsgebung über positive Praxisbeispiele sowie das Bereitstellen eines Handbuchs, das die Hintergründe und den ökologischen Mehrwert der Wiederverwendung von Baumaterialien allgemein verständlich und anschaulich illustriert beleuchtet (vgl. Kapitel 1.3.6).

Neben den privaten Immobilieneigentümer:innen wurden auch öffentliche und privatwirtschaftliche Strukturen, wie die Abfallwirtschaft und die Bürgermeister:innen und Bauamtsleiter:innen der Gemeinden im Landkreis Darmstadt-Dieburg, eingebunden, um eine möglichst große Reichweite zu generieren. Ergänzend konnten in den Fachbereichen Bauen und Umwelt sowie Wirtschaft und Standortentwicklung des Landkreises ebenfalls Multiplikator:innen gefunden werden. Die Vorstellung des Projekts bei teilweise selbst initiierten Konferenzen und anderen Veranstaltungen zum Themenfeld Wiederverwendung erwies sich ebenfalls als gut geeignete Maßnahme, um die Öffentlichkeit und Fachpersonen zu erreichen und sich mit ihnen zu vernetzen.

### **Ansprache der Immobilieneigentümer:innen**

Um die Wiederverwendung Baumaterialien umsetzen zu können, muss neben einer ausreichenden Nachfrage auch das erforderliche Angebot an gebrauchten Materialien vorhanden sein. Da dieses hauptsächlich bei der Umsetzung von Baumaßnahmen generiert werden kann, wurde ein besonderer Fokus auf die Bauherr:innen gelegt. Ihnen müssen die Möglichkeiten und Grenzen einer Wiederverwendung vermittelt werden. Um die Eigentümer:innen leerstehender Gebäude auf die Thematik aufmerksam zu machen, bietet es sich neben der bereits beschriebenen allgemeinen Öffentlichkeitsarbeit an, unterschiedliche kommunale Anlaufstellen – bspw. Städte und Gemeinden, Bauaufsichtsbehörden und Entsorgungsbetriebe – zu nutzen.

### **Unterstützung durch Beratungsangebote**

Immobilieneigentümer:innen benötigten regelmäßig weiterführende Informationen, die in leitfadengestützten Beratungsgesprächen vermittelt werden können. Das Beratungsangebot von WieBauin richtete sich dabei vor allem an private Eigentümer:innen, die sich bereits für den (Teil-)Rückbau oder Umbau ihrer Immobilie entschieden hatten, denen aber die grundlegenden Kenntnisse über das weitere Vorgehen bezüglich der Wiederverwendung von Baumaterialien fehlten.

Da das komplexe Thema der Bauteilwiederverwendung unterschiedliche Sachbereiche beinhaltet, kann nicht davon ausgegangen werden, dass Personen, denen eine beratende Rolle zukommt, zwangsläufig schon vorab mit allen diesen Teilbereichen vertraut sind. Um das Wissen für die Beratenden bereit zu stellen und recherchierte Informationen über die Projektlaufzeit hinaus verfügbar zu machen, bündelt das ergänzende Handbuch verschiedene beratungsrelevante Informationen (siehe Schlussbericht). Für fachliche

---

Fragestellungen – z. B. zur Statik einzelner Bauteile, Denkmalschutz, Artenschutz – wurde an die entsprechenden Behörden bzw. Fachpersonen verwiesen.

Die Beratungen wurden in Zeitungen und bei Veranstaltungen, über die Kanäle von Kommunen und Landkreis sowie auf der Projekthomepage beworben. Da diese Bemühungen wenige Anfragen zur Folge hatten, wurde die Angliederung an bestehende Beratungsangebote öffentlicher Stellen, z. B. bei der Dorf- und Regionalentwicklung des Landkreises Darmstadt-Dieburg und bei dem Fassadenförderprogramm der Gemeinde Münster (Hessen) initiiert. So kamen Termine zustande, in denen die Eigentümer:innen ermutigt wurden, schadstofffreie Baumaterialien, die beschädigungsarm ausgebaut werden können, auf dem entwickelten Onlinemarktplatz zu inserieren (vgl. Kapitel 1.3.4). Die damit verbundene Möglichkeit das eigene Bauvorhaben nachhaltiger zu gestalten, wurde von den Bürger:innen begrüßt. Bei Herausforderungen wie der fehlenden Zwischenlagerung, der Suche nach Dienstleistenden zur Aufarbeitung und möglichen Schadstoffbelastungen konnte ein Verweis auf das Unterstützer:innennetzwerk (Materialprüflabore, Handwerker:innen, private Bauherr:innen mit Erfahrung, Architekt:innen) gegeben werden. Gewährleistungsfragen, die Konkurrenz zu günstigen Neumaterialien sowie der Zeitaufwand für die Vermarktung der gebrauchten Baumaterialien stellten sich dennoch als meistgenannte Hürden heraus.

### **1.3.4 Leitfaden und Tragfähigkeitskalkulator zur Umsetzung des Geschäftsmodells der Bauteilwiederverwendung**

Im Rahmen des Forschungsprojektes WieBauin wurde eine Methodik zur Entwicklung eines Geschäftsmodells zur Vermarktung wiederverwendbarer Bauteile im Landkreis Darmstadt-Dieburg und der Stadt Darmstadt entwickelt. Dessen praktische Umsetzung dient gleichzeitig der Erprobung der entwickelten Methodik zur Ableitung von Geschäftsmodellen zur Vermarktung wiederverwendbarer Bauteile.

#### **Definition des Begriffs Geschäftsmodell und bestehende Geschäftsmodelle**

Konsistent mit der Anwendung des von Osterwalder und Pigneur eingeführten Business Model Canvas wird auf die Definition des gleichen Beitrags zurückgegriffen, die ein Geschäftsmodell definiert als das Grundprinzip dafür, wie ein Unternehmen Werte schafft, liefert und erfasst (Osterwalder und Pigneur 2010).

Auf dem deutschen Markt basieren Geschäftsmodelle für die Vermarktung gebrauchter Bauteile bisher auf unterschiedlichen Vermarktungswegen, teilweise ergänzt durch ein Beratungsangebot sowie Unterstützung bei Ausbau, Aufbereitung und Wiedereinbau der Bauteile. Grundsätzlich kann zwischen physischen und digitalen Marktplätzen unterschieden werden. Darüber hinaus existieren Hybridmodelle, die Bauteilbörsen als Onlineangebot zeitgleich zum Vertrieb in Lagern vor Ort nutzen. Für viele dieser Modelle wird eine finanzielle Unterstützung durch bspw. öffentliche Förderung benötigt, da die Erträge aus dem Bauteilverkauf die Kosten für den Erwerb der Bauteile und den Betrieb der Infrastruktur nicht decken können.

#### **Ermittlung der Randbedingungen im Rahmen des Forschungsprojektes**

Das mengenmäßige Aufkommen und die mengenmäßige Aufnahme wiederverwendbarer Bauteile und anderer Baumaterialien hängt maßgeblich von der Intensität der Neubau- und Rückbautätigkeit ab. Dieses mengenmäßige Aufkommen und die mengenmäßige Aufnahme solcher Baumaterialien können überschlägig abgeschätzt werden. Die Interpretation der Kennzahlen hat immer in Kombination zu erfolgen, da etwa ein relevanter Anteil an Gebäuden in den älteren Baualtersklassen einerseits für ein hohes Bauteilpotential spricht, andererseits aber bei einer negativen Gebäude- und Einwohnerzahlentwicklung wenig relevant ist.

Die Analyse der Gemeinden und des Landkreises Darmstadt-Dieburg hinsichtlich struktureller Unterschiede, die ein unterschiedliches mengenmäßiges Aufkommen und eine mengenmäßige Aufnahme wiederverwendbarer Baumaterialien erwarten lassen, ergab, dass hinsichtlich der Einwohnerentwicklung die einwohnerstärkeren Gemeinden durchschnittlich ein größeres Wachstum als die einwohnerschwächeren Gemeinden aufweisen. Hinsichtlich der Entwicklung der Anzahl der Wohngebäude weisen alle Gemeinden im Landkreis ein Wachstum auf, wobei dieses in den einwohnerstärkeren Gemeinden stärker ausfällt als in

---

den einwohnerschwächeren Gemeinden. Auch hinsichtlich der Anteile der Wohngebäude in den verschiedenen Baualtersklassen weisen die Gemeinden des Landkreises Unterschiede auf, die sich aber nicht bestimmten Gemeindetypen zuordnen lassen, sondern durch die unterschiedliche historische Entwicklung der Gemeinden entstanden sind.

Neben der Bauteilverfügbarkeit sind für die Einführung eines Geschäftsmodells insbesondere die sich daraus ergebenden positiven Externalitäten wie mögliche Flächeneinsparungen für Deponierung und Gewinnung von Baumaterialien relevant. Flächeneinsparungen können dazu beitragen, die Förderung von nicht selbstständig tragfähigen Geschäftsmodellalternativen zu erwägen. Im Rahmen von WieBauin konnten zwei Indikatoren für das Einsparpotenzial der Flächennutzung ermittelt werden. Der Indikator zum Einsparungspotenzial der Flächennutzung durch die Vermeidung des Abbaus mineralischer Rohstoffe (durch die Maßnahme Wiederverwendung von Baumaterialien) sollte eine Einschätzung des eingesparten Flächenverbrauchs für den primären Rohstoffabbau geben und berechnet sich aus dem Verhältnis der Abbaufächen für die Rohstoffe wiederverwendeter zu denen wiederverwendbarer Bauteile. Für die Darstellung des genutzten Einsparpotenzials an Deponieraum durch Reduzierung der Entsorgungsmenge wurde ebenfalls ein Indikator ermittelt. Hierzu wurden die Bauschuttmengen vor und nach den Maßnahmen der Wiederverwendung und des Recyclings/der anderweitigen Verwertung ins Verhältnis gesetzt. Der Indikator zeigt mögliche Handlungsfelder auf, in denen das Potenzial nicht gänzlich ausgeschöpft wurde.

### **Ableitung der Grundbausteine zur Wahl eines Geschäftsmodells**

Die Entwicklung eines Geschäftsmodells wurde an den Business Model Canvas von Osterwalder und Pigneur (2010) angelehnt. Dabei handelt es sich um ein Tool, das durch Kreativtechniken die Grundbausteine eines Geschäftsmodells erarbeitet und mittels zu den Grundbausteinen zugehörigen Fragen überprüft. Bei den Grundbausteinen handelt es sich um Customer Segments (Kundensegmente), Value Propositions (Wertversprechen), Channels (Vertriebskanäle), Customer Relationships (Kundenbeziehung), Revenue Streams (Einnahmequellen), Key Resources (Wichtige Ressourcen), Key Activities (Wichtigste Aktivitäten), Key Partnerships (Wichtigste Partnerschaften) und Cost Structure (Kostenstruktur). Die beantworteten Fragen dienten als Grundlage für die Entwicklung konkreter Geschäftsmodellalternativen mittels des Tools des morphologischen Kastens.

### **Entwicklung und Bewertung von Geschäftsmodellalternativen**

Die ermittelten Randbedingungen und Grundbausteine stellten die Grundlage für die konkrete Entwicklung von Geschäftsmodellalternativen dar. Zur Strukturierung und Fokussierung der vielfältigen Einflüsse wurde dazu die Methode der morphologischen Analyse und der morphologische Kasten nach Zwicky (1969) genutzt.

Eines der primären Ziele des Prozesses der Geschäftsmodellentwicklung war neben der Förderung der Wiederverwendung von Baumaterialien die Verstetigung des Geschäftsmodells über die Projektlaufzeit hinaus. Die beteiligten Projektpartner in Form von Forschungseinrichtungen, Gemeinden und einem Landkreis haben ohne weitere, ergänzende politische Beschlüsse, die innerhalb der Projektlaufzeit nicht zu erwarten sind, stark eingeschränkte Handlungsspielräume, bezogen auf den personellen und sonstigen Aufwand und auf das tragbare Risiko. Da ein zu großer Aufwand oder ein zu hohes Risiko zum Abbruch des Projektes führen würden, wurden die verschiedenen Ausprägungen bezogen auf diese Kriterien bewertet.

Aus der Summe der Bewertungen aller Szenarioelemente bezüglich der Kriterien ‚Risiko für den Betreiber der Plattform‘ und ‚Aufwand für den Betreiber der Plattform‘ und insbesondere unter Berücksichtigung der Interdependenzen der verschiedenen Aspekte untereinander ergaben sich drei Varianten, die von allen Projektbeteiligten als umsetzbare und zielführende Lösungen identifiziert wurden. Der wesentliche Unterschied der Varianten liegt in der Vermittlung der Bauteile. Die Möglichkeit des Rückgriffs auf schon bestehende IT-Infrastruktur und die Erfahrungen im Betrieb von Websites zum Handel von gebrauchten Bauteilen führten zu der Einschätzung, dass eine Variante, die Drittanbieter einbindet, am erfolgversprechendsten ist. Das Geschäftsmodell unter Einbeziehung des Drittanbieters führt im Allgemeinen

---

zu keinen weiteren zwingenden Fixkosten, sofern dieser davon ebenfalls profitieren kann. Somit kann eine Verstetigung gesichert werden.

### **Umsetzung, Evaluation und mögliche Fortführung des Geschäftsmodells**

Basierend auf den zuvor ausgearbeiteten unterschiedlichen Varianten, den Rahmenbedingungen im Kreis-Darmstadt Dieburg sowie der Stadt Darmstadt und den durch das Forschungsprojekt vorgegebenen Randbedingungen wurde die Variante unter Einbeziehung eines Drittanbieters als Vorzugsvariante gewählt. Als Drittanbieter konnte das für den Onlinehandel gebrauchter Baumaterialien führende Unternehmen Concular GmbH gewonnen und die Partnerschaft durch ein Memorandum of Understanding formalisiert werden. Die Erstellung der Struktur und Inhalte der Plattform wurde durch die Partner des Verbundvorhabens vorgenommen, die technische Umsetzung als Website erfolgte durch die Concular GmbH.

Die entwickelte Website gliederte sich thematisch in die Abschnitte Marktplatz, Informationsplattform sowie Unterstützungs- und Beratungsangebote und wurde unter der Bezeichnung Bauteilkreislauf Darmstadt-Dieburg durch begleitende Öffentlichkeitsarbeit vermarktet. Durch das Projekt WieBauin wurde somit eine zentrale Anlaufstelle für Nachfrager und Anbieter von Dienstleistungen in Bezug auf Bauteilwiederverwendung geschaffen, was zu Beginn des Projektes in Experteninterviews als eines der wichtigsten Hemmnisse genannt wurde. Zur Verstetigung über das Projektende hinaus wurden Gespräche mit dem hessischen Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz geführt und für diese Gespräche ein Verstetigungskonzept in Absprache mit der Concular GmbH erarbeitet.

### **1.3.5 Regionales Stoffstrommodell**

In Deutschland stellen mineralische Bau- und Abbruchabfälle den größten Abfallstrom dar. Dieser wird auch in Zukunft in großen Mengen anfallen und ist zum überwiegenden Teil nicht als Baustoff wiederverwendbar. Das Stoffstromsystem der mineralischen Bauabfälle, insbesondere Bauschutt, und die möglichen Verwertungswege wurden daher im Hinblick auf mittelfristige Entwicklungen des Stoffstromsystems im Untersuchungsgebiet und sich daraus ergebende Handlungsansätze untersucht. Die verstärkte Nachfrage nach Recyclingmaterial aus Betonbruch für den Einsatz in ungebundenen Tragschichten im Straßenbau wurde im Rahmen einer Ökobilanz analysiert, um die damit verbundenen Treibhausgasemissionen ermitteln zu können.

### **Ermittlung von Aufkommen und Nachfrage bezüglich mineralischer Recyclingbaustoffe**

Bundesweit betrachtet sind die mengenmäßig bedeutendsten mineralischen Abfallströme für die Bereitstellung von Recyclingbaustoffen u. a. Bau- und Abbruchabfälle, Straßenaufbruch sowie Schlacken aus der Eisen- und Stahlerzeugung. Sie werden als Recyclinggesteinskörnung eingesetzt. Der Schwerpunkt in diesem Abschnitt lag auf der Abfallgruppe Bauschutt mit den hierin enthaltenen Abfallarten Beton, Ziegel, Fliesen, Ziegel und Keramik und Gemischen aus diesen (Steger et al. 2019). Die Produktionsmenge an Recyclingbaustoffen steht in direktem Zusammenhang mit dem Abfallaufkommen und damit dem Umfang der Bau- und Abbruchaktivitäten (Schwarzkoop et al. 2016; Kreislaufwirtschaft Bau 2018). Daher konnte das Aufkommen an mineralischen Bauabfällen nur bedingt prognostiziert werden. Da die Datengrundlage für das Untersuchungsgebiet nicht ausreichend war, um die Entwicklung des Aufkommens an Bauschutt und weiteren Recyclingbaustoffen aus dem Straßenaufbruch quantitativ abzubilden, erfolgte die Abschätzung im Untersuchungsgebiet qualitativ. Es zeigte sich, dass zukünftig grundlegend von einem konstanten bis leicht steigenden Angebot an Recyclingbaustoffen im Untersuchungsgebiet ausgegangen werden kann.

Ergänzend zu der Ermittlung des Aufkommens mineralischer Recyclingbaustoffe sollte auch auf die Nachfrage dieser Materialien aus Bauabfällen eingegangen werden. Bundesweit zeigte die qualitative Untersuchung in den relevanten Verwertungswegen, dass die Verfügbarkeit der gewonnenen Sekundärrohstoffe und deren Nachfrage eng mit der Infrastrukturplanung, den rechtlichen Rahmenbedingungen sowie der zukünftigen industriellen Entwicklung verknüpft sind. Trotz steigender Preise für Primärbaustoffe stagniert die

---

Verwertung von Bauabfällen in Deutschland. Der Anteil von der Verwertung zugeführten Bauabfällen ist zwar hoch, die Verwertungswege aber überwiegend minderwertig, weshalb das Hessische Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUKLV) die Nachfrage nach Recyclingbaustoffen auch als unzureichend beschreibt (HMUKLV 2021). Die Verwertung erfolgt in Deutschland überwiegend als kostengünstiger Recyclingbaustoff für Anwendungen mit geringen bautechnischen Anforderungen. Eine aufwändigere Aufbereitung zu qualifizierten Baustoffen mit definierten Eigenschaften ist noch selten (Knappe et al. 2015). Die Nachfrage nach Recyclingbaustoffen ist sowohl deutschlandweit als auch in Südhessen hauptsächlich der privaten Baubranche zuzuordnen, da die öffentliche Hand diese tendenziell ablehnt (Knappe et al. 2015). Die Prognose der Nachfrageentwicklung nach Recyclingbaustoffen für die Stadt Darmstadt und den Landkreis Darmstadt-Dieburg konnte aufgrund mangelnder Datenverfügbarkeit nur qualitativ erfolgen. Da nicht alle Verwertungswege – Zuschlagstoff in Asphalt und Beton, Schottertragschicht und Frostschutzschicht, Arbeitsraumverfüllung, Erdbau sowie Deponiebau und ungebundener Wegebau, Verfüllung in übertägigen Abbaustätten – für alle Abfallströme in Frage kommen, erfolgte die qualitative Betrachtung der potenziellen Nachfrageentwicklung getrennt. Beispielsweise ist ein Einsatz von Recyclinggesteinskörnungen aus dem Hochbau in Asphalt aufgrund der hohen physikalischen Belastung und den damit verbundenen technischen Anforderungen nicht zu erwarten. Laut Experteninterviews spielt der Einsatz von Recyclinggesteinskörnungen in Beton in Südhessen bisher keine Rolle für die Verwertung mineralischer Abfälle aus dem Hochbau, es bestehe aber aufgrund der starken Nachfrage nach Beton ein beträchtliches Potenzial für ein hochwertiges Recycling von Betonbruch und ggf. Ziegelbruch in R-Beton.

### **Hemmnisse der Verwertung mineralischer Abfälle aus dem Hochbau und Lösungsansätze**

Die Kreislaufwirtschaft von Bauschutt wird durch verschiedene Randbedingungen beeinflusst. Für die Hemmnisse der Kreislaufwirtschaft wurden Lösungsansätze vorgeschlagen. Dazu wurden Experteninterviews durchgeführt. Die wichtigsten Hemmnisse lassen sich in rechtlich-bürokratische Rahmenbedingungen, Wirtschaftlichkeit und Akzeptanz differenzieren. Die rechtliche Situation ist bundesweit uneinheitlich, könnte aber durch die Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung verbessert werden. Die Wirtschaftlichkeit ist noch nicht in allen Einsatzbereichen von Recyclingbaustoffen gegeben. Die öffentliche Hand hat theoretisch die Möglichkeit, im Rahmen von Ausschreibungen Einfluss auf den Einsatz von Recyclingbaustoffen zu nehmen und damit die Akzeptanz zu erhöhen. Für die Wiederverwendung von Bauteilen sind Kenntnisse über mögliche Schadstoffbelastungen und ggf. eine Schadstoffentfrachtung wichtig.

### **Szenarioanalyse**

Im Rahmen der Szenarioanalyse mittels eines auf Schlüsselfaktoren basierenden Szenarioprozesses mit qualitativer Trendbewertung wurden mögliche Entwicklungen des Stoffstromsystems der Baurestmassenverwertung im Untersuchungsgebiet untersucht. Ziel der Szenarioanalyse war die Erstellung von Szenarien zur Entwicklung von Angebot und Nachfrage mineralischer Recyclingbaustoffe aus dem Baubereich über einen Zeithorizont von 10 bis 20 Jahren. Ein wahrscheinlichstes Szenario wurde aufgrund vielfältiger Entwicklungsmöglichkeiten nicht hervorgehoben.

Die möglichen Trends der beschriebenen Parameter wurden zu vier Szenarien verdichtet. Das Szenario ‚Business as Usual‘ beschreibt eine Fortführung des Status Quo, wobei weiterhin große Mengen verfüllt und nur die höchstwertigen Recyclingmaterialien in höherwertigen Verwertungswegen eingesetzt werden. Im Szenario ‚Beschränkte Nachfrage‘ führt ein erhöhtes Aufkommen an Bauschutt bei gleichzeitig verringerter Nachfrage zu einer weniger hochwertigen Verwertung und deutlich mehr Verfüllung im übertägigen Bergbau. Die Szenarien ‚Beschränktes Angebot‘ und ‚Recycling-Boom‘ beschreiben dagegen eine positive Entwicklung für die Kreislaufwirtschaft. Dies kann durch förderliche gesetzliche Rahmenbedingungen wie die Gleichstellung von Primär- und Sekundärbaustoffen, steigende Akzeptanz und Planungssicherheit für die Betreiber von Aufbereitungsanlagen erreicht werden. Eine konsequente Bepreisung von

---

Treibhausgasemissionen im Transportsektor und eine erschwerte Genehmigung neuer Abbaustätten für Primärmaterial würden die Wirtschaftlichkeit der Kreislaufwirtschaft weiter erhöhen.

### **Ökobilanz der Erhöhung der Nachfrage nach Recyclingmaterial in ungebundenen Tragschichten**

Der Effekt, den die aus der gesteigerten Nachfrage nach hochwertigem Recyclingmaterial aus Betonbruch resultierende Stoffstromverschiebung im Untersuchungsgebiet auf die Treibhausgasbilanz hätte, wurde mittels Ökobilanz (engl. Life Cycle Assessment, LCA) abgeschätzt. Dabei wurde exemplarisch die Substitution von Natursteinschotter durch Recyclingmaterial aus Betonbruch in ungebundenen Tragschichten hinsichtlich der Treibhausgasemissionen untersucht.

Zu den Parametern, die einen potenziell signifikanten Einfluss auf die Ergebnisse haben, zählen die Transportdistanzen und die ggf. notwendige Verfüllung des Feinmaterials, die im Rahmen von Sensitivitätsanalysen untersucht wurden. Selbst bei einer Kombination der ungünstigsten Rahmenbedingungen bezüglich beider Parameter würde eine Stoffstromverschiebung vom Betonbruch in den höherwertigen Verwertungsweg der ungebundenen Tragschichten zu einer Reduktion der Treibhausgasemissionen führen. Für das Untersuchungsgebiet wird die Substitution von Natursteinschotter daher ebenso wie eine Berücksichtigung von Recyclingmaterial in Ausschreibungen der öffentlichen Hand empfohlen. Durch die großen anfallenden Mengen an mineralischen Abfällen kann die hochwertige Verwertung von Bauschutt und anderen mineralischen Abfällen und Nebenprodukten (z. B. Stahlwerksschlacken) einen wichtigen Baustein auf dem Weg zur Klimaneutralität darstellen.

### **Treibhausgasbilanz der Substitution von primären Bauteilen durch Wiederverwendung**

Die Bauteilliste der wiederverwendbaren Bauteile und deren Substitutionsmöglichkeiten diente als Grundlage für die Datenerhebung und kann über das Projektende hinaus fortgeführt werden. Die Auswahl der Datensätze erfolgt auf Basis der erstellten Bauteilliste mit den vorgegebenen Substitutionsmöglichkeiten. Dabei wurden überwiegende Substitutionen, d. h. Verwendungen mit gleicher oder ähnlicher Funktion des ursprünglichen Bauteils, und technisch mögliche Substitutionen, d. h. Verwendungen aufgrund der Materialeigenschaften, berücksichtigt. Basierend auf der frei zugänglichen Datenbank ÖKOBAUTDAT des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMUV) wurden die entsprechenden Datensätze, die u. a. Informationen zum Treibhausgaspotential einzelner Bauteile und Materialien enthalten, entnommen.

Mit der vorliegenden Erhebung konnte im Rahmen des Projektes für jedes wiederverwendbare Bauprodukt ein entsprechendes Treibhausgaseinsparpotenzial ermittelt werden, sodass ein erster Überblick über die Treibhausgaseinsparpotenziale und die Erstellung einer ersten Datensammlung aus öffentlich zugänglichen Informationen sowie die Erstellung einer Datenbasis für den Materialertragsrechner erreicht wurde. Eine weitere Handlungsempfehlung im Rahmen der im Projekt untersuchten Bauteile kann in der Priorisierung der Substitution von metallischen und mineralischen Bauteilen liegen, da diese das höchste Einsparpotential aufweisen. Das Einsparpotenzial ist ein wesentliches Argument für die Substitution von neuen Bauprodukten durch wiederverwendbare Bauteile und ein zusätzlicher Treiber für entsprechende Geschäftsmodelle.

### **1.3.6 Weiterbildungstool für Bauherren und Architekten**

Im Arbeitspaket TP 6 wurde ein Weiterbildungspaket für Bauherr:innen und Architekt:innen erstellt, welches auch der breiten Öffentlichkeit digital zur Verfügung stand. Ziel des Weiterbildungspaketes war die Information von Öffentlichkeit und Fachleuten in der Region über die Möglichkeiten und Effekte der Wiederverwendung von Baumaterialien. Durch die im Rahmen des Projektes geführten Gespräche und Anfragen an die Handwerksbetriebe, Architekt:innen und die öffentlichen Verwaltungen konnte zunächst bestätigt werden, dass für potenzielle Bauherr:innen und Handwerker:innen eine Wiederverwendung von Baumaterialien bisher kein maßgebliches Thema darstellte. Im Weiteren musste leider konstatiert werden,

---

dass die Notwendigkeit des persönlichen Engagements bzw. eines Tätigwerdens des eigenen Unternehmens, der eigenen Institution oder der eigenen Person auch bei Kenntnis der ökologischen und ressourcenwirtschaftlichen Zusammenhänge nicht gesehen wurde. Aus dem Handwerk und der Architektur wurde meist geäußert, dass der Zeit- und Lohnaufwand für die Bergung, Vorbereitung und den Einbau von Materialien wirtschaftlich kaum zu vertreten sei. Insbesondere bei den Handwerksbetrieben führten die Abweichungen von der Routine sowie der entgangene Gewinn aus dem Verkauf von Neumaterialien zu einer ablehnenden Haltung, zudem sei vor allem aus Haftungsgründen von Gebrauchtmaterialien Abstand zu nehmen. Es ist daher notwendig, für grundlegende Veränderungen der Wirtschaftsweise und des Stoffflusssystems über eine intensive Aufklärungsarbeit in Sachen Nachhaltigkeit und Ressourcenschutz hinaus nicht allein auf eine freiwillige Mitwirkung zu setzen, sondern auch, dass der Gesetzgeber lenkende Maßnahmen in der Form von Förderungen, Regelungen, Geboten sowie Steuern und Abgaben ergreift.

### **Handbuch ‚Baumaterialien wiederverwenden‘**

Da im Rahmen des Forschungsprojektes lediglich das Instrument der freiwilligen Aufklärungsarbeit zur Verfügung stand, um das Interesse und die intrinsische Motivation der Menschen zu wecken, wurde für die breite Öffentlichkeit das Handbuch ‚Baumaterialien wiederverwenden‘ entwickelt. Das niederschwellig konzipierte Handbuch stellt den Ansatz der Wiederverwendung im Bauwesen dar und beleuchtet Aspekte wie die baukulturelle Dimension, die regionaltypischen Materialien und Konstruktionsweisen und gibt Handlungsempfehlungen für bürgerschaftliches Engagement in Sachen Bauteillager, Bauteilbörsen und Netzwerkbildung vor Ort. Ferner diente das Handbuch dazu, Eigentümer von Abbruchgebäuden darüber aufzuklären, ob Komponenten von Bauteilen ihres Hauses für eine Wiederverwendung in Betracht kommen können. Das Kompendium wurde kostenlos für jedermann zum Herunterladen zur Verfügung gestellt und wurde auch als E-Book auf der Publikationsplattform der TU Darmstadt digital veröffentlicht (vgl. Labidi 2023).

### **Materialertragsrechner**

Damit bereits gebrauchte Materialien in den Wiederverwendungskreislauf zurückgeführt werden, wurde ein im Internet frei zur Verfügung gestelltes kostenloses Software-Tool entwickelt, das Eigentümer:innen von Abbruchgebäuden zur Rettung noch verwendbarer, funktionstüchtiger und/ oder kunsthandwerklich oder historisch wertvoller enthaltener Baumaterialien motivieren soll, indem eine Einschätzung darüber gegeben wird, wie hoch der erzielbare Verkaufspreis der auszubauenden Materialien ist. Ob sich eine Bergung von Materialien finanziell lohnt, wird in Abhängigkeit vom Kenntnisstand mittels der Eingabe möglichst weniger Daten grob überschlagen, indem die Materialmengen in Kubikmetern bzw. Stück errechnet werden und mit den durchschnittlichen Verkaufspreisen von Gebrauchtmaterialbörsen im Internet verknüpft werden. Um ein Bewusstsein dafür zu schaffen, dass der Verkauf von Gebrauchtmaterialien über den monetären Erlös hinaus auch einen ökologischen Nutzen aufweist, wird den Nutzer:innen des Materialertragsrechners die Einsparung des jeweiligen Erderwärmungspotenzials (GWP) über die Angabe des CO<sub>2</sub>-Äquivalents aufgezeigt. Da bei der Herstellung verschiedener Bauprodukte bis in die jüngste Vergangenheit verschiedene Chemikalien eingesetzt wurden, die erst Jahre nach ihrer Markteinführung als gesundheitsschädlich eingestuft wurden, wurde das Risiko einer Schadstoffbelastung von Gebrauchtb Baumaterialien von einigen befragten Akteur:innen als großes Hemmnis für die Wiederverwendung benannt. Eine grobe Einschätzung über das mögliche Vorhandensein von neun ausgewählten Schadstoffen konnte über den Materialertragsrechner und das ebenfalls frei zur Verfügung gestellte Schadstoffverzeichnis geliefert werden.

### **Beratungsleistungen**

Das Forschungsprojekt sah in TP 13 Beratungsangebote an die Bevölkerung sowie Planer:innen und Ausführende vor. Dieses stand an zwei Tagen pro Woche während der Umsetzungsphase von Frühjahr 2022



---

bis Sommer 2023 im Kreishaus Dieburg für jedermann offen und wurde über verschiedene Medien beworben. Die Komponenten des Weiterbildungspakets kamen dabei zum Einsatz. Mit den im Internet frei verfügbaren Materialien standen der Bevölkerung auch außerhalb von Sprechstunden zahlreiche Hilfswerkzeuge bereit. Aufgrund der dennoch geringen Nachfrage nach Beratungsangeboten wurde entschieden, aktiv auf die Gruppe der Architekt:innen als potenzielle Multiplikatoren für Nachhaltigkeitsthemen zuzugehen. Dabei konnte allgemein ein großes Interesse festgestellt werden, auch wenn ein eigener Beitrag und ein Engagement zur Wiederverwendung größtenteils verhalten war. Als Grund hierfür wurde vor allem genannt, dass die hierfür notwendigen Leistungen nicht im klassischen Umfang der HOAI berücksichtigt werden. Gleiches gilt für die Versicherung der Architektenleistungen. Ferner stellten sich viele Fragen zur Wirtschaftlichkeit und Kostensicherheit, zur Produktqualität und der Wertigkeit von Gebrauchtbaustoffen. Es wurde deutlich, dass für Architekt:innen einem hohen Mehraufwand in der Planung ein hohes haftungsbezogenes Risiko gegenübersteht. Um das zirkuläre Bauen angemessen zu fördern, sind daher grundlegende Anpassungen von Leistungen und Leistungsindikatoren im Bereich der Planungs-, Bau- und Beratungsleistungen sowie in der Evaluation nachhaltigen Bauens notwendig. Die befragten Architekt:innen mahnten eine grundlegende Überarbeitung und Neudefinition der Leistungsphasen der HOAI an und eine Veränderung der rechtlichen Bedingungen im Sinne der Kreislaufwirtschaft (Produkt-, Bau-, Werkvertragsrecht) durch den Gesetzgeber. Der öffentlichen Hand komme dabei im Re-Use und Recycling durch ihren großen Immobilienbestand bei der Beschaffung eine besondere Rolle als Impulsgeber und Vorbild zu. Die Bauteilbörsen und -plattformen eigneten sich nach den Erfahrungen befragter Architekt:innen nur bedingt, um Materialien für Bauvorhaben bereitzustellen, zumal Bauprodukte meist nicht zum erforderlichen Zeitpunkt zur Verfügung stehen und eine ausreichende Professionalisierung (z. B. Ausstattung mit Personal) selten gegeben sei. Für eine erfolgreiche Umsetzung von Wiederverwendungsvorhaben wurde das Vorhandensein funktionierender Netzwerke als entscheidend angesehen.

Das Projekt zeigte, dass die kleinteilige Betrachtung von Wohngebäuden im regionalen Maßstab zielführend ist, um die Wiederverwendung von Baumaterialien einer breiten Öffentlichkeit nahezubringen und Akteur:innen zu gewinnen. Um eine funktionierende Kreislaufwirtschaft der Baumaterialien zu realisieren, bedarf es jedoch anderer Ansätze, die das Gesamtsystem der deutschen und europäischen Bauwirtschaft betrachten. Im Vergleich mit erfolgreichen Geschäftsmodellen im Ausland zeigt sich die Bedeutung von Pionierarbeit, politischer Unterstützung für Nachhaltigkeitsprojekte sowie finanzieller Förderungen und Anreize.

---

## **2. Wichtige Positionen des zahlenmäßigen Nachweises**

---

Die einzelnen Positionen des zahlenmäßigen Nachweises des Zuwendungsempfängers TU Darmstadt mit den drei ausführenden Stellen Fachgebiet Landmanagement, Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft sowie Fachgebiet Entwerfen und Stadtentwicklung wurden separat von der TU Darmstadt an den Projektträger übermittelt.

---

## **3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeit**

---

Der Bausektor ist einer der ressourcenintensivsten Wirtschaftszweige, insbesondere hinsichtlich der anfallenden Abfallmengen, denn er ist für rund 55 % des gesamten Abfallaufkommens in Deutschland verantwortlich (Destatis 2022). Dies ist u. a. darauf zurückzuführen, dass häufig beim Abriss oder der Sanierung von Gebäuden kein hochwertiges Recycling intakter Materialien stattfindet, obwohl Baustoffe sehr langlebig sind. Ressourcenschonung kann jedoch durch effiziente Planung und somit eine möglichst lange Nutzung von Gebäuden erreicht werden. Lange Nutzungsdauern lassen sich z. B. durch Umnutzung oder

---

Umbau statt Abriss, den Einsatz entsprechend hochwertiger Materialien oder anpassungsfähige Gebäudestrukturen erreichen. Ist eine Umnutzung des gesamten Gebäudes nicht möglich, sollte zumindest ein möglichst hoher Anteil der Baustoffe wiederverwendet werden. Dies bringt nicht nur finanzielle Vorteile durch die Einsparung von Entsorgungskosten mit sich, sondern trägt auch zum Erhalt traditioneller Bauweisen und Handwerkskunst sowie der Identität des Ortes bei.

Ergänzend kommt hinzu, dass Städte und Gemeinden entsprechend der Vorgaben des Baugesetzbuches (BauGB) zur Deckung von Wohnraum- und Gewerbeflächenbedarf zur Entwicklung von Innenbereichsflächen durch Aktivierung, Umnutzung bzw. Nachverdichtung angehalten sind (Innenentwicklung), ehe sie Flächen im Außenbereich erstmalig für Siedlungszwecke in Anspruch nehmen. Da diese Prozesse im Innenbereich deutlich komplexer und kostspieliger sind als eine erstmalige Flächeninanspruchnahme, können zur Unterstützung der Umstrukturierungsaufwendungen die anfallenden Baumaterialien in den ertüchtigungsbedürftigen und für den Rückbau vorgesehenen Bauten einer Verwertung respektive Wiederverwendung zugeführt werden. So kann neben der Schaffung zusätzlicher Umsetzungsanreize für Projekte der Innenentwicklung auch die Menge neuer Baumaterialien reduziert werden. Durch die Einführung einer Vermarktungsstruktur soll ein effizienter Vertrieb im stadtreionalen Kontext und die Verwendung von Baumaterialien aus Ortserneuerung in Wachstumsbereichen ermöglicht werden.

Im Projekt WieBauin wurde daher das Thema der Wiederverwendung von Baumaterialien mit einem ganzheitlichen Ansatz angegangen, um so die Umweltfreundlichkeit des Bausektors zu verbessern und das Stoffstromsystem zwischen Stadt und Land zum beiderseitigen ökologischen und ökonomischen Vorteil zu gestalten, auch weil wachsende Ballungsräume und Städte extrem energie- und ressourcenhungrig sind, die dafür benötigten Rohstoffe aber meist in ländlichen Regionen gewonnen werden, die unter den Umweltauswirkungen zu leiden haben.

Die Pilotumsetzung im Rahmen von WieBauin liefert somit notwendige Erfahrungen und Best Practices für eine zukünftig breite Umsetzung hinsichtlich der Wiederverwendung von Baumaterialien. Eine solche Entwicklung kann nur mit Hilfe hoher Investitionssummen ermöglicht werden, die weder von den antragstellenden Kommunen noch von den beteiligten Forschungseinrichtungen des Vorhabens getragen werden können. Ohne eine Förderung ist daher ein solches Vorhaben nicht in erforderlichem Umfang und mit entsprechendem Nutzen für die Allgemeinheit möglich. Auch wenn Ressourcenschonung und Innenentwicklung sowie der damit einhergehende Flächen- und Bodenschutz grundsätzlich als globale Aufgaben anzusehen sind, war eine Förderung im Rahmen des von der EU initiierten Forschungsprogramms Horizon 2020 auf Grund der Fokussierung auf die Region Südhessen nicht zielführend. Eine Kooperation mit weiteren europäischen Partnern in etwaigen Folgevorhaben im Rahmen von Horizon 2020 wurde grundsätzlich als Möglichkeit gesehen.

---

#### **4. Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere die Verwertbarkeit der Ergebnisse im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans**

---

Ergebnisse und Erkenntnisse können in verschiedenen Themenbereichen erreicht werden. Nachfolgend werden der Nutzen und die Verwertbarkeit der Ergebnisse aus wissenschaftlicher und wirtschaftlicher Sicht sowie die Anschlussfähigkeit dargelegt.

##### **Wissenschaftliche Erfolge**

Es konnten im Rahmen von WieBauin wertvolle Erkenntnisse aus den Beratungen der Baumaterialien abgebenden Seite gewonnen und ein Leitfaden zur Einbindung von Immobilieneigentümer:innen leerstehender Gebäude (vgl. Kapitel 1.3.3) abgeleitet werden. Die identifizierten Verbesserungspotenziale im Rahmen der Beratungen können bei einer Verstetigung der Beratungsangebote unterstützen.

---

Darüber hinaus wurden Handbücher entwickelt, die Ergebnisse und identifizierte Möglichkeiten bei der Wiederverwendung gebrauchter Baumaterialien der breiten Masse zugänglich machen und so auch einen Beitrag zu verständlicher Aufklärung über die Bedeutung des Themas der Wiederverwendung von Baumaterialien leisten.

Im Rahmen der Analyse des Stoffstromsystems mineralischer Bauabfälle (vgl. Kapitel 1.3.5) konnten Einsparpotenziale hinsichtlich der Treibhausgasemissionen durch die Wiederverwendung von Baumaterialien identifiziert werden.

Der entwickelte Materialertragsrechner (vgl. Kapitel 1.3.6) als internetbasiertes Weiterbildungstool für Eigentümer:innen abbruchträchtiger Gebäude, Architekt:innen und das Abbruchgewerbe überprüft auf Tabellenkalkulation aufbauend überschlüssig, ob ein Verkauf von Baumaterialien finanziell attraktiv ist und kann somit als Entscheidungsgrundlage und Anreiz für die Vermarktung gebrauchter Baumaterialien dienen. Bei Eingabe baumaterialspezifischer Daten wurden neben potenziell erzielbaren Einnahmen beim Verkauf allerdings auch durch das ergänzende Schadstoffverzeichnis Informationen zu möglichen Schadstoffbelastungen gegeben.

### **Wirtschaftliche Erfolge**

Eine unmittelbare wirtschaftliche Verwertung der Projektergebnisse war nicht vorgesehen, sodass im Rahmen des Forschungsprojektes WieBauin keine wirtschaftlichen Erfolge erzielt wurden.

### **Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit**

Die Erstellung der Gebäude- und Materialdatenbank sowie die Gebäude- und Materialkataster können auf andere Kommunen übertragen werden. Das umgesetzte Geschäftsmodell als Marktplatz und Informationsplattform mit dem integrierten Materialertragsrechner kann als übertragbar und anschlussfähig angesehen werden (vgl. Kapitel 1.3.4). An das mit der Concular GmbH erarbeitete Verstetigungskonzept, das verschiedene Verstetigungsvarianten darstellt, kann angeknüpft werden. Die Nutzung bestehender Onlinedienstleister:innen weist dabei einen geringeren finanziellen Aufwand auf und ermöglicht so eine bessere Umsetzbarkeit in interessierten Kommunen.

---

## **5. Bekannt gewordener Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen**

---

Auf dem Gebiet des Vorhabens sind folgende Fortschritte bekannt geworden, die die gewonnenen Erkenntnisse ergänzen:

- Mit den Projektbeteiligten des Forschungsprojektes ‚Integriertes Konzept für mineralische Abfälle und Landmanagement zur nachhaltigen Entwicklung von Stadt-Land-Nutzungsbeziehungen‘ (INTEGRAL) fand während der Projektlaufzeit von WieBauin ein fachlicher Austausch statt, insbesondere um die Ansätze der Wiederverwendung vollständiger Bauteile und die Verwendung von Recycling-Baustoffen ganzheitlich betrachten zu können.
- Im Projekt ‚Techno-Ökonomische Potenziale der Rückgewinnung von Rohstoffen aus dem Industrie- und Gewerbegebäude-Bestand‘ (PRRIG) wurde das in Gewerbe- und Industriegebieten in Südhessen gebundene Rohstoffpotential und dessen Nutzung bei der Siedlungsentwicklung ermittelt. Es wurden Informationen über Rohstoffinventare und Rückflüsse von Sekundärrohstoffen aus dem Sektor der Gewerbe- und Industrieimmobilien bereitgestellt.

Alle während der Laufzeit des Vorhabens den Zuwendungsempfängern bekannt gewordenen Fortschritte wurden in die Bearbeitung des Vorhabens aufgenommen. Thematisch relevante Veröffentlichungen, die im Verlauf des Vorhabens zu grundsätzlich neuen Erkenntnissen geführt hätten, sind den Zuwendungsempfänger:innen nicht bekannt.

---

## 6. Veröffentlichungen der Ergebnisse nach Nr. 5 NABF

---

Im Folgenden werden die Veröffentlichungen der Projektergebnisse getrennt nach Kalenderjahren aufgelistet. Neben Beiträgen in Zeitschriften und anderen Publikationen werden auch Vorträge auf Konferenzen, Veranstaltungen und Präsentationen in kommunalen Gremien sowie die Teilnahme an Workshops chronologisch dargestellt. Auch Veröffentlichungen, die nicht vom Projektteam selbst verfasst wurden, aber durch Material und Informationen des Projektteams maßgeblich unterstützt wurden, sind Bestandteil der Auflistung, Berichte auf Homepages sowie Pressemitteilungen und -berichte jedoch nicht.

### Publikationen

- WieBauin (2019): WieBauin – Wiederverwendung von Baumaterialien innovativ. Flyer.
- Gärtner, Philip; Dierks, Christian; Linke, Hans-Joachim (2020): WieBauin. Reuse of Building Components and related Data Shortage. Poster bei der internationalen Konferenz Urban-Rural Partnerships in Leipzig vom 25.-27.11.2020.
- Herd, Lars (2021): Bauteilkreislauf Darmstadt-Dieburg / Forschungsprojekt der TU Darmstadt. „Wie Parship für Bauteile“. In: Op-Online vom 30.10.2021.
- Welsch, Alexandra (2021): Die Werkbank wird zum Waschtisch. Im Rahmen eines Projektes der TU Darmstadt öffnet im Oktober eine Online-Börse für gebrauchte Baustoffe. In: Darmstädter Echo vom 19. Oktober 2021. Seite 14.
- WieBauin (2021): Baumaterialien wiederverwenden. Flyer. 1. Auflage. November 2021.
- WieBauin (2021): Ressourcen nachhaltig schonen. Flyer. 1. Auflage. Oktober 2021.
- Dekanat FB 13 TU Darmstadt (2022): Fachbereich Bau- und Umweltingenieurwissenschaften an der Technischen Universität Darmstadt. In: Young Professionals Bauingenieurwesen. Das Karrieremagazin für Studenten, Bachelor/Master-Absolventen und Young Professionals. Regional und Bundesweit. November 2022. Seite 94-96.
- Gerules, Hannah; Nourdin, Labidi; Riechardt, Carla (2022): Baumaterialien wiederverwenden. Ein Handbuch für alle zum Entdecken und Nachschlagen. 1. Auflage. März 2022.
- Labidi, Nourdin (2022): Teilt eure Geschichte mit uns. Vorbilder gesucht. Plakat.
- Nobis, Kim; Linke, Hans-Joachim (2022): Handlungsempfehlungen für die Aktivierung der Öffentlichkeit sowie die Ansprache und Unterstützung von Immobilieneigentümer\*innen leerstehender Gebäude zur Wiederverwendung von Bauteilen und anderen Baumaterialien. Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt „Wiederverwendung von Baumaterialien innovativ“ (WieBauin). 1. Auflage. August 2022.
- Nobis, Kim; Linke, Hans-Joachim; Roth, Natascha; Fedyszyn, Annette; Laubscheer, Christine (2022): Handbuch für Beratungen zur Stärkung des Angebots wiederverwendbarer Bauteile und anderer Baumaterialien. Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt „Wiederverwendung von Baumaterialien innovativ“ (WieBauin). 1. Auflage. August 2022.
- Schroeter, Ute (Hg.) (2022): Vom Forschungsprojekt zum Vorzeigeprojekt. In: TALIS Architekten, Bauingenieure: Berufsstart 2022 / 2023 – nochmal von Hausfrauen für Architekten geschrieben. Seite 142-145.
- WieBauin (2022): Bauteilkreislauf Darmstadt Dieburg – Parship für Baumaterialien. Poster bei der Statuskonferenz der BMBF-Fördermaßnahme Stadt-Land-Plus in Leipzig vom 19.-20.09.2022.
- WieBauin (2022): Informieren. Entdecken. Handeln. Flyer. 1. Auflage. August 2022.
- WieBauin (2022): Wiederverwendung von Bauteilen. Bauteilkreislauf der Region Darmstadt-Dieburg. In: ZAW aktuell. Kundeninformation zur kommunalen Abfallentsorgung. Ausgabe 38. Januar 2022. Seite 6-7.
- ZAW (2022): Abfallkalender 2022 für den Landkreis Darmstadt-Dieburg. Mit Informationen zum Bauteilkreislauf der Region Darmstadt-Dieburg.

- Labidi, Nourdin (2023): Bauteilkreislauf Region Darmstadt-Dieburg: Baumaterialien wiederverwenden. Ein Handbuch für alle zum Entdecken und Nachschlagen. Herausgegeben von Annette Rudolph-Cleff, Fachgebiet Entwerfen und Stadtentwicklung der Technischen Universität Darmstadt. 3. Auflage.
- Noltemaier, Martina (2023): Bau Second Hand. Forschungsprojekt über Wiederverwendung von Baumaterialien. In: Häusermagazin – Planen. Designen. Bauen. Wohnen. Februar 2023. Seite 5.
- Roth, Natascha (2023): Wo kommt es her und wo geht es hin? In: Der Holznagel Zeitschrift der Interessensgemeinschaft Bauernhaus. Ausgabe 2/2023. Seite 56-59.
- Rudolph-Cleff, Annette; Labidi, Nourdin (2023): Das Versprechen. In: Die Architekt. Zeitschrift des Bundes Deutscher Architektinnen und Architekten (BDA), 4/2023, S. 24- 29.
- Rudolph-Cleff, Annette; Labidi, Nourdin (2023): Urban Mining – Architektur der Wiederverwendung in der Lehre. In: Architekten- und Stadtplanerkammer Hessen (Hg.): Sustainability Paper 3 Kreislaufwirtschaft. AKH, Wiesbaden.
- WieBauin (2023): Beispielsammlung zur Wiederverwendung. 1. Auflage. Februar 2023.
- ZAW (2023): Abfallkalender 2023 für den Landkreis Darmstadt-Dieburg. Mit Informationen zum Bauteilkreislauf der Region Darmstadt-Dieburg.

### Vorträge

- Linke, Hans-Joachim (2018): WieBauin – Wiederverwendung von Baumaterialien innovativ. Vortrag bei der Kickoff Veranstaltung zum Forschungsprojekt WieBauin in Darmstadt am 09.10.2018.
- Linke, Hans-Joachim (2018): WieBauin – Wiederverwendung von Baumaterialien innovativ. Vortrag bei der Auftaktveranstaltung der BMBF-Fördermaßnahme Stadt-Land-Plus in Berlin vom 12.-13.11.2018.
- WieBauin (2018): WieBauin – Wiederverwendung von Baumaterialien innovativ. Vortrag bei dem 1. Projekttreffen zum Forschungsprojekt WieBauin in Darmstadt am 23.11.2018.
- Linke, Hans-Joachim (2019): Kurzvorstellung WieBauin – Wiederverwendung von Baumaterialien innovativ. Vortrag bei der Statuskonferenz der BMBF-Fördermaßnahme Stadt-Land-Plus in Bensheim vom 29.-30.10.2019.
- Linke, Hans-Joachim (2019): Öffentliche Auftaktveranstaltung WieBauin. Forschungsansätze der TU Darmstadt – Landmanagement. Vortrag bei der öffentlichen Auftaktveranstaltung des Forschungsprojektes WieBauin im Rathaus der Gemeinde Münster (Hessen) am 31.01.2019.
- Linke, Hans-Joachim (2019): Wie kann durch den Aufbau regionaler Wertschöpfungsketten (im Bausektor) ein nachhaltiger Ausgleich zwischen Stadt und Land erzielt werden? Table Session bei der Statuskonferenz der BMBF-Fördermaßnahme Stadt-Land-Plus in Bensheim vom 29.-30.10.2019.
- Linke, Hans-Joachim (2019): WieBauin – Wiederverwendung von Baumaterialien innovativ. Vortrag bei einem Austauschtreffen mit dem RP Darmstadt in Darmstadt am 14.03.2019.
- WieBauin (2019): WieBauin – Wiederverwendung von Baumaterialien innovativ. Vortrag bei dem 2. Projekttreffen zum Forschungsprojekt WieBauin in Darmstadt am 18.03.2019.
- WieBauin (2019): WieBauin – Wiederverwendung von Baumaterialien innovativ. Vortrag beim Synergietreffen mit dem Forschungsprojekt RessStadtQuartier zu Gebäudetypologie und Datenaufnahmen aus Bauakten in Darmstadt am 08.10.2019.
- WieBauin (2019): WieBauin – Wiederverwendung von Baumaterialien innovativ. Aktuelle Arbeiten und Ergebnisse. Vortrag bei dem 3. Projekttreffen zum Forschungsprojekt WieBauin in Darmstadt am 09.10.2019.
- Linke, Hans-Joachim (2020): WieBauin (Wiederverwendung von Baumaterialien innovativ). Vortrag bei der Statuskonferenz der BMBF-Fördermaßnahme Stadt-Land-Plus am 25.11.2020. Online.
- WieBauin (2020): Vorstellung WieBauin – Wiederverwendung von Baumaterialien innovativ. Vortrag beim 1. Vernetzungsworkshop WieBauin – INTEGRAL am 29.05.2020. Online.
- Fedyszyn, Annette (2021): WieBauin – Wiederverwendung von Baumaterialien innovativ. Vortrag zur Vorstellung des Forschungsprojektes im Bau-, Planungs- und Umweltausschuss der Gemeinde Münster in Münster (Hessen) am 30.08.2021.

- Linke, Hans-Joachim (2021): Vortrag bei der Auftaktveranstaltung zum Start der Internetplattform bauteilkreisel-dadi.de am 29.10.2021. Online.
- Linke, Hans-Joachim (2021): WieBauin – Wiederverwendung von Baumaterialien innovativ. Vortrag bei der Versammlung der Bürgermeister des Landkreises Darmstadt-Dieburg in Münster (Hessen) am 07.07.2021.
- WieBauin (2021): Vorstellung WieBauin – Wiederverwendung von Baumaterialien innovativ. Aktuelle Ergebnisse und Entwicklungen. Vortrag beim 2. Vernetzungsworkshop WieBauin – INTEGRAL am 17.03.2021. Online.
- WieBauin (2021): Vorstellung WieBauin – Wiederverwendung von Baumaterialien innovativ. Aktuelle Ergebnisse und Entwicklungen. Vortrag beim 3. Vernetzungsworkshop WieBauin – INTEGRAL am 24.04.2021. Online.
- WieBauin (2021): WieBauin – Wiederverwendung von Baumaterialien innovativ. Vortrag bei einem Treffen mit dem Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Dezernat I4 – Lärm, Erschütterungen, Abfall, Luftreinhaltung: Anlagen am 24.09.2021. Online.
- WieBauin (2021): WieBauin – Wiederverwendung von Baumaterialien innovativ. Aktuelle Arbeiten und Ergebnisse. Vortrag bei dem 4. Projekttreffen zum Forschungsprojekt WieBauin am 07.10.2021. Online.
- WieBauin (2021): WieBauin – Wiederverwendung von Baumaterialien innovativ BMBF-Fördermaßnahme Stadt-Land-Plus. Video-Pitch bei der Statuskonferenz der BMBF-Fördermaßnahme Stadt-Land-Plus in Bensheim vom 14.-15.09.2021. Online.
- Bretscher, Raphael (2022): Marktplatz der Projekte – WieBauin (Wiederverwendung von Baumaterialien innovativ). Vortrag bei der Statuskonferenz der BMBF-Fördermaßnahme Stadt-Land-Plus in Leipzig vom 19.-20.09.2022.
- Bretscher, Raphael (2022): WieBauin – Wiederverwendung von Baumaterialien innovativ. Verbundvorhaben im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme „Stadt-Land-Plus“. Vortrag bei der Online Reihe 2022 „Aus Stadt und Land wird Plus – Themen, die Stadt und Land gemeinsam bewegen“. Teil 4 „Kreisläufe schaffen! Durch regionale Kreislaufwirtschaft die lokale Wertschöpfung steigern“ am 29.11.2023. Online.
- Linke, Hans-Joachim (2022): 1. Hessisches Re-Use Symposium 07.09.2022. Weniger Bauschutt – mehr Wiederverwendung: Bauteilkreisel Region Darmstadt-Dieburg Vortrag beim 1. Hessischen Re-Use Symposium in Frankfurt am Main am 07.09.2022.
- Linke, Hans-Joachim (2022): 1. Konferenz zur innovativen Wiederverwendung von Baumaterialien. Im Rahmen des BMBF-geförderten Projektes WieBauin –Wiederverwendung von Baumaterialien innovativ. Einführung in die 1. Konferenz zur innovativen Wiederverwendung von Baumaterialien in Münster (Hessen) am 08.09.2022.
- Linke, Hans-Joachim (2022): Erfahrungsaustausch der Fachbereichsleiter\*innen der kommunalen Bauämter des Landkreises. WieBauin – Wiederverwendung von Baumaterialien innovativ. Vortrag bei der Bauamtsleiterrunde des Landkreises Darmstadt-Dieburg in Münster (Hessen) am 08.09.2022.
- Linke, Hans-Joachim (2022): Kurzvorstellung WieBauin – Wiederverwendung von Baumaterialien innovativ. Gefördert im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme Stadt-Land-Plus. Vortrag beim 1. Runden Tisch zur innovativen Wiederverwendung von Baumaterialien in Dieburg am 23.11.2022.
- Linke, Hans-Joachim (2022): Staffellauf der Projekte – WieBauin (Wiederverwendung von Baumaterialien innovativ). Vortrag bei der Statuskonferenz der BMBF-Fördermaßnahme Stadt-Land-Plus in Leipzig vom 19.-20.09.2022.
- Linke, Hans-Joachim (2022): Weniger Bauschutt – Mehr Wiederverwertung am Haus. SWR Aktuell Global – das Umweltmagazin. Podcast vom 05.05.2022.
- Linke, Hans-Joachim (2022): WieBauin – Wiederverwendung von Baumaterialien innovativ. Forschungsprojekt im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme Stadt-Land-Plus. Vortrag beim Austausch mit dem Hessischen Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und

- 
- Verbraucherschutz, Referat I 1 – Internationale Zusammenarbeit, Planungsangelegenheiten, fachübergreifende Umweltangelegenheiten am 16.11.2022. Online.
- Nobis, Kim; Roth, Natascha (2022): WieBauin – Wiederverwendung von Baumaterialien innovativ. Vortrag bei einem Austauschtreffen mit Architekten der Denkmalpflege am 26.10.2022. Online.
  - Nourdin, Labidi (2023): Ressourcenschonend Bauen und Wohnen. Vortrag auf der Ausstellung Up-Cycling :: ReUse des Mainzer Zentrums Baukultur Rheinland-Pfalz in Mainz am 07.04.2022.
  - Linke, Hans-Joachim (2023): „Second-Hand-Baumaterialien“ schonen Klima und Geldbeutel. Vortrag bei der Odenwaldakademie am 23.02.2023
  - Linke, Hans-Joachim (2023): Bauwende – Kreislaufwirtschaft in der Bau- und Immobilienwirtschaft – Chancen und Hürden für Unternehmen. Vortrag beim Immobiliendialog der IHK Darmstadt am 14.06.2023.
  - Linke, Hans-Joachim; Schebek, Liselotte (2023): Kreislaufwirtschaft in der Immobilienwirtschaft – Klimapolitische Ziele und Chancen der Wirtschaft. Vortrag beim Immobilien Jour Fixe der IHK Darmstadt am 25.04.2023.
  - Nobis, Kim (2023): Rechtliche Hürden für nachhaltige Stadt-Land-Beziehungen des Forschungsprojektes WieBauin. Vortrag bei der Statuskonferenz der BMBF-Fördermaßnahme Stadt-Land-Plus in Bamberg vom 12.-13.06.2023.
  - Nobis, Kim (2023): Schlaglicht auf die Ergebnisse des Forschungsprojektes WieBauin. Vortrag bei der Statuskonferenz der BMBF-Fördermaßnahme Stadt-Land-Plus in Bamberg vom 12.-13.06.2023.
  - Nobis, Kim (2023): WieBauin – Wiederverwendung von Baumaterialien innovativ. Vortrag beim Wetteraukreis am 18.01.2023. Online.
  - Roth, Natascha; Labidi, Nourdin (2023): Kurzvorstellung des Forschungsprojektes WieBauin (Wiederverwendung von Baumaterialien innovativ). Vortrag bei der Statuskonferenz der BMBF-Fördermaßnahme Stadt-Land-Plus in Bamberg vom 12.-13.06.2023.

### **Teilnahme an Workshops**

- Wissenschaftliches Querschnittsvorhaben der BMBF-Fördermaßnahme Stadt-Land-Plus (2020): Koordinierungstreffen Stadt-Land-Plus am 16.06.2020. Online.
- Wissenschaftliches Querschnittsvorhaben der BMBF-Fördermaßnahme Stadt-Land-Plus (2020): Regionale Nachhaltigkeitsziele verfolgen und Nachhaltigkeitsindikatorik am 17.06.2020. Online.
- Fördermaßnahme RES:Z (2021): Treffen zum Informationsmodul der RES:Z Fördermaßnahme zum Thema "Baustoffkreisläufe im Quartier" am 01.10.2021. Online.
- Wissenschaftliches Querschnittsvorhaben der BMBF-Fördermaßnahme Stadt-Land-Plus (2021): Workshop Zielgruppenkommunikation am 24.03.2021. Online.
- Eigenbetrieb für kommunale Aufgaben und Dienstleistungen (EAD) (2022): Verschiedene Aktionen zum Thema Re Use im Rahmen der europäischen Woche der Abfallvermeidung im Kaufhaus der Gelegenheiten Darmstadt am 24.-26.11.2022.
- Otzberg (2022): Offenes Ober-Klingen im Rahmen der Otzbergwoche in Otzberg am 28.08.2022.
- Stadt Griesheim (2022): Abschlussveranstaltung Ortsbildrahmenplan – Bürgerbeteiligung der Stadt Griesheim mit Vorstellung des Bauteilkreisels Region Darmstadt-Dieburg in Griesheim am 27.-28.04.2022.
- Stadt-Land-Plus (2022): Online Reihe 2022 „Aus Stadt und Land wird Plus – Themen, die Stadt und Land gemeinsam bewegen“. Teil 1 „Stadtregional steuern! Mit stadtreionalen Entwicklungsprozessen Interessensausgleiche erzielen“ am 08.11.2023. Online.
- Stadt-Land-Plus (2022): Online Reihe 2022 „Aus Stadt und Land wird Plus – Themen, die Stadt und Land gemeinsam bewegen“. Teil 2 „Flächen managen! Durch strategisches Flächenmanagement die Nutzungseffizienz der Flächen erhöhen“ am 15.11.2023. Online.
- Stadt-Land-Plus (2022): Online Reihe 2022 „Aus Stadt und Land wird Plus – Themen, die Stadt und Land gemeinsam bewegen“. Teil 3 „Regional produzieren – nachhaltige Landnutzung etablieren“ am 22.11.2023. Online.

- 
- Stadt-Land-Plus (2022): Online Reihe 2022 „Aus Stadt und Land wird Plus – Themen, die Stadt und Land gemeinsam bewegen“. Teil 4 „Kreisläufe schaffen! Durch regionale Kreislaufwirtschaft die lokale Wertschöpfung steigern“ am 29.11.2023. Online.
  - Wissenschaftliches Querschnittsvorhaben der BMBF-Fördermaßnahme Stadt-Land-Plus (2022): Koordinatorentreffen am 06.07.2022. Online.
  - Odenwaldakademie (2023): Austauschtreffen zum Thema der Bauteilwiederverwendung im Odenwaldkreis am 26.04.2023. Erbach.
  - Wissenschaftliches Querschnittsvorhaben der BMBF-Fördermaßnahme Stadt-Land-Plus (2023): Koordinatorentreffen am 26.01.2023. Online.
  - Wissenschaftliches Querschnittsvorhaben der BMBF-Fördermaßnahme Stadt-Land-Plus (2023): Workshop „Transfer ins Rechtssystem – wie Normen und Standards beim Markteintritt helfen können“ am 23.03.2023. Online.
  - Wissenschaftliches Querschnittsvorhaben der BMBF-Fördermaßnahme Stadt-Land-Plus (2023): Workshop „Rechtliche Hürden bei der Umsetzung nachhaltiger Lösungen“ am 17.04.2023. Online.
  - Wissenschaftliches Querschnittsvorhaben der BMBF-Fördermaßnahme Stadt-Land-Plus (2023): Workshop „Nachhaltigkeitsindikatorik – Teil 1: Klimaschutz- und Anpassung als Schlüssel für nachhaltige Kommunen“ am 25.04.2023. Online.
  - Wissenschaftliches Querschnittsvorhaben der BMBF-Fördermaßnahme Stadt-Land-Plus (2023): Workshop „Nachhaltigkeitsindikatorik – Teil 2: Landwirtschaft als Schlüssel für nachhaltige Landnutzung“ am 04.05.2023. Online.



---

## Literaturverzeichnis

---

- BauGB (1960): Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634), das zuletzt durch Artikel 9 des Gesetzes vom 10. September 2021 (BGBl. I S. 4147) geändert worden ist.
- BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) (2017): Bekanntmachung. Förderrichtlinie "Stadt-Land-Plus" zur Förderung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben im Themenbereich "Ressource Land". Bundesanzeiger vom 16.01.2017. Online verfügbar unter <https://www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung-1297.html>, zuletzt geprüft am 27.05.2021.
- Bundesregierung (2016): Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie. Neuauflage 2016. Online verfügbar unter <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/975292/730844/3d30c6c2875a9a08d364620ab7916af6/deutsche-nachhaltigkeitsstrategie-neuauflage-2016-download-bpa-data.pdf?download=1>, zuletzt geprüft am 31.07.2023.
- Destatis (Statistisches Bundesamt) (2022): Abfallbilanz 2020. Online verfügbar unter [https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Abfallwirtschaft/Publikationen/Downloads-Abfallwirtschaft/abfallbilanz-pdf-5321001.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Abfallwirtschaft/Publikationen/Downloads-Abfallwirtschaft/abfallbilanz-pdf-5321001.pdf?__blob=publicationFile), zuletzt aktualisiert am 30.06.2022, zuletzt geprüft am 25.10.2023.
- Deutscher Bundestag (2021): Mantelverordnung zur Verwertung mineralischer Abfälle beschlossen. Online verfügbar unter <https://www.bundestag.de/dokumente/textarchiv/2021/kw23-de-ersatzbaustoff-846324>, zuletzt geprüft am 31.07.2023.
- DIN 267: 2018-12 (2018): Kosten im Bauwesen. Fundstelle: DIN-Normenausschuss NABau.
- Gödecke-Stellmann, Jürgen (2013): Leben in der Stadt. Demografischer Wandel, Haushaltsstrukturen, Wohnzufriedenheit. Bonn (BBSR-Analysen kompakt, 06/2013). Online verfügbar unter [https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/analysen-kompakt/2013/DL\\_6\\_2013.pdf;jsessionid=A57077E4E5EB7806DF15B4389C44F17A.live11291?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/analysen-kompakt/2013/DL_6_2013.pdf;jsessionid=A57077E4E5EB7806DF15B4389C44F17A.live11291?__blob=publicationFile&v=1), zuletzt geprüft am 31.07.2023.
- Hiete, Michael; Stengel, Julian; Ludwig, Jens; Schultmann, Frank (2011): Matching construction and demolition waste supply to recycling demand: a regional management chain model. In: Building Research & Information 39 (4), S. 333-351. DOI: 10.1080/09613218.2011.576849.
- HMUKLV (Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) (2021): Bau- und Abbruchabfälle. Online verfügbar unter <https://umwelt.hessen.de/umwelt-natur/kreislauf-abfallwirtschaft/bau-und-abbruchabfaelle>, zuletzt geprüft am 11.09.2021.
- Knappe, Florian; Reinhardt, Joachim; Bergmann, Thomas (2015): Substitution von Primärrohstoffen im Straßen- und Wegebau durch mineralische Abfälle und Bodenaushub; Stoffströme und Potenziale unter Berücksichtigung von Neu-, Aus- und Rückbau sowie Instandsetzung. Unter Mitarbeit von Ingolf Keck und Susanne Köstlin. Hg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau.
- Kreislaufwirtschaft Bau (2018): Mineralische Bauabfälle Monitoring 2016. Bericht zum Aufkommen und zum Verbleib mineralischer Bauabfälle im Jahr 2016. Hg. v. Bundesverband Baustoffe – Steine und Erden e.V. Berlin.
- KrWG (2012): Kreislaufwirtschaftsgesetz. Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz). Vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212), das zuletzt durch Artikel 20 des Gesetzes vom 10. August 2021 (BGBl. I S. 3436) geändert worden ist.

- 
- Labidi, Nourdin (2023): Baumaterialien wiederverwenden. Ein Handbuch für alle zum Entdecken und Nachschlagen. 3. Aufl. Hg. v. Technische Universität Darmstadt (Forschungsprojekt WieBauin). Darmstadt.
- Osterwalder, A.; Pigneur, Y. (2010): Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.
- Schiller, Georg; Ortlepp, Regine; Krauß, Norbert; Steger, Sören; Schütz, Helmut; Acosta Fenández, José; Reichenbach, Jan; Wagner, Jörg; Baumann, Janett (2015): Kartierung des anthropogenen Lagers in Deutschland zur Optimierung der Sekundärrohstoffwirtschaft. Hg. v. Umweltbundesamt (UBA Texte, 83/2015). Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/kartierung-des-anthropogenen-lagers-in-deutschland>, zuletzt geprüft am 31.07.2023.
- Schwarzkopf, Fritz; Drescher, Jochen; Gornig, Martin; Blazejczak, Jürgen (2016): Die Nachfrage nach Primär- und Sekundärrohstoffen der Steine-und-Erden-Industrie bis 2035 in Deutschland. Hg. v. Bundesverband Baustoffe – Steine und Erden e. V. Berlin.
- Steger, Sören; Ritthoff, Michael; Bulach, Winfried; Schüler, Doris; Kosinska, Izabela; Degreif, Stefanie; Dehoust, Günter; Bergmann, Thomas; Krause, Peter; Oetjen-Dehne, Rüdiger (2019): Stoffstromorientierte Ermittlung des Beitrags der Sekundärrohstoffwirtschaft zur Schonung von Primärrohstoffen und Steigerung der Ressourcenproduktivität. Hg. v. Umweltbundesamt (UBA Texte, 34/2019).
- Zwicky, F. (1969): Discovery, invention, research through the morphological approach. New York: Macmilan.