

5 Zusammenfassung und Ausblick

Das abschließende Kapitel widmet sich der Zusammenfassung der wichtigsten Forschungsergebnisse und der Beantwortung der zentralen Forschungsfragen. Oberstes Ziel der gegenständlichen wissenschaftlichen Forschungsarbeit ist die Gewinnung neuer Erkenntnisse zur Entsorgungssituation von Bauschutt und Erdaushub in Deutschland sowie die Bereitstellung von validen Informationen für bauwirtschaftliche und politische Entscheidungsträger.

Die Hauptmotivation für die Durchführung dieser wissenschaftlichen Untersuchung ergab sich aus den neuesten Erkenntnissen einer Studie zur Entsorgungssituation in Hessen. Die Ergebnisse dieser hessischen Studie lieferten den Impuls, den Blickwinkel auf weitere Bundesländer Deutschlands auszuweiten und stellten die zentrale Forschungsfrage in den Raum: Besteht auch in den anderen Bundesländern, insbesondere in den fünf bauwirtschaftlich bedeutendsten Bundesländern Deutschlands, die potenzielle Gefahr eines akuten Entsorgungsnotstandes für Bauschutt und Erdaushub?

5.1 Droht der Entsorgungsnotstand für Bauschutt und Erdaushub in Deutschland?

Bereits jetzt führt das lückenhafte Entsorgungssystem in vielen Regionen Deutschlands zu enormen ökologischen und ökonomischen Problemen. Darüber hinaus hat sich gezeigt, dass eine angespannte Entsorgungslage für Bauabfälle, die den mit Abstand größten Abfallstrom des Landes darstellen, Auswirkungen auf soziale und funktionale Aspekte der Gesellschaft hat. Angesichts des aktuellen Status quo des Entsorgungsmanagements in Deutschland stellt nachhaltiges Bauen nicht nur eine erhebliche Herausforderung dar, sondern ist praktisch kaum umsetzbar.

Ein nachhaltiges Entsorgungsmanagement, das den gegenwärtigen gesellschaftlichen Anforderungen gerecht wird und gleichzeitig die Potenziale kommender Generationen berücksichtigt, sollte gleichermaßen auf die geordnete und flächendeckende Entwicklung von Deponiekapazitäten sowie auf die Förderung von Ressourcenschutz, Kreislaufwirtschaft, Recycling und Wiederverwendung von Abfällen ausgerichtet sein. Die Handlungsweise der vergangenen Jahre „wenig regionale Deponien = bessere Kreislaufwirtschaft“ in Verbindung mit der Abfallhierarchie des Kreislaufwirtschaftsgesetzes, welches die Deponierung von Abfällen an unterste Stelle setzt, resultiert in einer bundesweiten Mangellage an Ablagerungskapazitäten für Bau- und Abbruchabfälle.³³⁰

Die sich immer weiter zuspitzende Entsorgungslage deutet mit hoher Wahrscheinlichkeit darauf hin, dass in nahezu allen analysierten Bundesländern die Deponien der

³³⁰ Vgl. Tabelle 12 & (Hitzel, 2023), S. 24.

Entsorgungsnotstand für Bauschutt und Erdaushub

Klasse DK0 und DK1 bereits vor den dreißiger Jahren des 21. Jahrhunderts ihre Kapazitätsgrenze erreichen werden. Ab diesem Zeitpunkt ist es nicht mehr möglich, Bau- und Abbruchabfälle nach ihrer Schadstoffklassifikation zu entsorgen. Die entscheidenden Ergebnisse bezüglich der Restkapazitäten wurden in Tabelle 12 zusammengeführt.

Tabelle 12 *Zusammenfassende Darstellung der Entsorgungssituation in Deutschland*
[Eigene Tabelle, in Anlehnung an Kapitel 3-4, 20.03.2024]

Bundes- land	Abfall- aufkommen		Deponie- kapazitäten		Restlaufzeit		Ent- sorgungs- notstand erwartet ab dem Jahr ...	
	Gesamt [t]		Restvolumen [m3]		Mittlere Restlauf- zeit [Jahre]			
	Verwer- tung [Mio t.]	Beseiti- gung [Mio t.]	DK0 [Stück]	DK1 [Stück]	„Best- Case“ [Jahre]	„Worst- Case“ [Jahre]		
Bayern (ab 2018)	50.016.000 t		43.196.000 m3		10 Jahre		2028	
	44,05	5,97	275	19	11,96	7,96		
Nord- rhein- Westfalen (ab 2020)	35.711.498 t		69.530.000 m3		17 Jahre		2037 Kein Notstand !	
	29,12	6,59	77	25	17,99	17,26		
Baden- Württem- berg (ab 2018)	40.100.000 t		33.929.000 m3		9 Jahre		2027	
	34,30	5,80	275	14	10,26	7,12		
Nieder- sachsen (ab 2018)	19.019.017 t		12.088.300 m3		11 Jahre		2029	
	17,57	1,45	2	8	12,92	8,41		
Sachsen (ab 2018)	11.326.418 t		4.347.000 m3		11 Jahre		2029	
	10,80	0,53	2	1	12,75	8,33		
Hessen (ab 2022)	13.942.077 t		2.570.000 m3		6 Jahre		2028	
	13,43	0,51	3	3	8,21	4,05		

Die Modellrechnung der vorliegenden wissenschaftlichen Untersuchung offenbart eine beunruhigende Situation für das Bundesland Baden-Württemberg, das die kürzeste durchschnittliche Restlaufzeit von 9 Jahren ab dem Berichtsjahr 2018 aufweist. Unter den analysierten Bundesländern droht hier bereits im Jahr 2027 ein akuter Entsorgungsnotstand, wie aus den Daten in Tabelle 12 hervorgeht. Die vorhandenen Deponiekapazitäten in Bayern und Hessen bieten jedoch nur einen knappen Aufschub bis zum Jahr 2028. Diese alarmierenden Befunde verdeutlichen die prekäre Lage, insbesondere im Süden Deutschlands, der nicht nur über mehr als 35 Prozent der Landesfläche verfügt, sondern auch die aktivste Bautätigkeit aufweist und somit am stärksten von einer herannahenden Entsorgungskrise bedroht ist.

Der grenzüberschreitende Transport von Bauabfällen zwischen den Bundesländern Bayern, Baden-Württemberg und Hessen ist nahezu gleichzeitig nicht mehr realisierbar. Infolgedessen bleibt lediglich die Option, diese Abfälle in den nördlichen Teil Deutschlands oder ins Ausland zu transportieren, als alternative Entsorgungsmöglichkeit übrig. Ab diesem Zeitpunkt kann nicht mehr von einer nachhaltigen, ordnungsgemäßen, schadlosen und umweltverträglichen Entsorgung gesprochen werden. Zudem weist der südliche Teil Deutschlands im Verhältnis zur Landesfläche eine auffallend geringe Anzahl an Deponien der Klasse DK1 auf, was bereits vor dem Eintritt des Entsorgungsnotstands zu einer weiteren Verschärfung der Bauabfallentsorgung führt und mit negativen ökologischen, ökonomischen und sozialen Auswirkungen einhergeht.

Es ist dringend erforderlich, dass im Süden Deutschlands unverzüglich Maßnahmen zur Erweiterung der Deponiekapazitäten eingeleitet werden. Zudem wird eine enge Zusammenarbeit zwischen den drei Bundesländern, bestehend aus Vertretern der Baubranche und der Politik, dringend empfohlen. Angesichts des nahezu gleichzeitigen Erreichens der Kapazitätsgrenzen von DK0- und DK1-Deponien muss der Fokus dringend von einer rein regionalen Betrachtung auf das gesamte Bundesland, insbesondere jedoch auf die Kooperation zwischen den drei Bundesländern, ausgeweitet werden.

Sowohl im Norden als auch im Osten der Bundesrepublik Deutschland zeigt sich, dass die langfristige Entsorgungssicherheit für Bauabfälle nicht gewährleistet ist. Die mittlere Restlaufzeit der Deponien des zweitgrößten Bundeslandes Deutschlands, Niedersachsen, beträgt elf Jahre. Gemäß den Berechnungen dieser wissenschaftlichen Studie werden die verfügbaren Kapazitäten der DK0- und DK1-Deponien im Jahr 2029 erschöpft sein. Bis zu diesem Zeitpunkt kann jedoch in Niedersachsen keineswegs von einem nachhaltigen Entsorgungsmanagement gesprochen werden. Trotz einer Landesfläche von knapp 50.000 Quadratkilometern existieren lediglich zwei DK0-Deponien und acht DK1-Deponien. Das Einzugsgebiet der beiden DK0-Deponien erstreckt sich daher auf knapp 24.000 Quadratkilometer, während für die DK1-Deponien ein Ein-

zugsgebiet von fast 6.000 Quadratkilometern besteht. Im Rahmen der ökologischen Nachhaltigkeitsbewertung wurde die durchschnittliche Transportentfernung zu den DK0-Deponien in Niedersachsen auf 98 Kilometer bestimmt. Diese Entfernung stellt den höchsten Durchschnittswert dar, der bei der Berechnung der Transportentfernungen zu Deponien im Zuge dieser Studie ermittelt wurde.

Die Prognose für das Kapazitätsende von Deponien im Jahr 2029 trifft ebenfalls auf das Bundesland Sachsen zu. Unter der Annahme einer konstanten Abfallmenge und der vollständigen Umsetzung aller geplanten Erweiterungsprojekte im Jahr 2018 ergibt sich eine mittlere Restlaufzeit von elf Jahren. Die bereits bestehende angespannte Entsorgungslage in Sachsen wird somit ebenfalls vor dem Beginn der dreißiger Jahre zu einem ernsthaften Problem. Die Entsorgungssituation in Sachsen ähnelt dabei stark der Situation in Niedersachsen. Beide Bundesländer verfügen über eine begrenzte Anzahl von Deponien mit vergleichsweise großen Kapazitäten. In Sachsen gibt es zwei Standorte für die Beseitigung von DK0-Abfällen und lediglich eine Deponie für DK1-Abfälle. Diese begrenzte Anzahl von Deponiestandorten führt zu einer mittleren Transportentfernung zu den DK1-Deponien von knapp 87 Kilometern, die die zweithöchste Entfernung darstellt.

Nordrhein-Westfalen ist das einzige Bundesland, das sich positiv in Bezug auf die Gewährleistung der Entsorgungssicherheit abhebt. Gemäß den Berechnungen dieser Studie wurde kein dringender Handlungsbedarf identifiziert. Die Kapazitäten für die Entsorgung von Bau- und Abbruchabfällen reichen im Durchschnitt bis zum Jahr 2037 aus. Ein unmittelbarer Entsorgungsnotstand für Bauschutt und Erdaushub ist vorerst unwahrscheinlich. Es ist jedoch wichtig zu betonen, dass Nordrhein-Westfalen aufgrund seiner riesigen Tagebaue eine Sonderstellung in Bezug auf Deponiekapazitäten und Abfallaufkommen in den Deponieklassen DK0 und DK1 einnimmt. Nordrhein-Westfalen beherbergt die größten Tagebaue Deutschlands. Der Braunkohleabbau führt zur Schaffung zusätzlichen Deponieraums, der zur Entsorgung von Abfällen der Deponiekategorie DK1 genutzt wird, bekannt als „Braunkohlekraftwerksreststoffdeponien“.

Die Analyse der Deponiekapazitäten in den fünf bauwirtschaftlich stärksten Bundesländern Deutschlands, unter Berücksichtigung der Erfassung ökologischer, ökonomischer und sozialer Aspekte des gegenwärtigen Entsorgungsmanagements zur Beantwortung der Forschungsfragen, ergab zusammenfassend folgende Ergebnisse:

Bei Einbeziehung der Studie zur Entsorgungssituation im Bundesland Hessen ergibt sich, dass in fünf von sechs analysierten deutschen Bundesländern ein erhebliches Problem mit der Entsorgung von Bau- und Abbruchabfällen besteht. Diese Herausforderung wird voraussichtlich in Bayern, Baden-Württemberg, Niedersachsen, Sachsen und Hessen vor dem Beginn der dreißiger Jahre zu einem Notstand in der Entsorgung

führen, wodurch eine ordnungsgemäße und umweltverträgliche Beseitigung gemäß den Bestimmungen des Kreislaufwirtschaftsgesetzes nicht mehr gewährleistet sein wird.

Es wird eine Verschwendug technisch anspruchsvoller Deponiekapazitäten für unbedenkliche Materialien erwartet, während dessen die Transportwege, Kosten und Treibhausgasemissionen kontinuierlich ansteigen. Die illegale Entsorgung von Aushub- und Bauschuttmaterial wird aufgrund fehlender Alternativen zur Gewohnheit. Die Entsorgung von Bau- und Abbruchabfällen über lange Strecken quer durch das Land führt derzeit zu einem Treibhausgasausstoß von 2,68 Millionen Tonnen. Dieser Wert quantifiziert ausschließlich die Emissionen, die durch den Transport der Abfälle entstehen, und platziert sich dennoch auf dem achten Rang unter den größten industriellen Treibhausgasemittenten der Bundesrepublik Deutschland. Die Anstiege der Entsorgungskosten spiegeln ebenfalls den Mangel an Deponiekapazitäten wider. Die Forderung nach bezahlbarem Wohnraum wird durch die aktuellen Kostensteigerungen im Entsorgungsbereich um bis zu 55,90 Prozent seit dem Jahr 2015 nicht erfüllbar sein.

Die vorliegende Problematik des Entsorgungsnotstands wird weiter verstärkt durch einen bedeutenden rechtlichen Faktor: die Einführung der Mantelverordnung im August 2023. Experten aus der Bau- und Entsorgungswirtschaft prognostizieren, dass die strengen Vorgaben der Ersatzbaustoffverordnung zu einem erheblichen Rückgang der Recyclingquote führen werden.³³¹ Eine Studie zur aktuellen und zukünftigen Entsorgung von mineralischen Abfällen in Sachsen-Anhalt prognostiziert einen Rückgang der Recyclingquote für mineralische Bauabfälle wie Bauschutt und Straßenaufbruch auf 30 bis 35 Prozent.³³² Mit dem Rückgang des Recyclings wird eine deutliche Zunahme der Abfallmenge erwartet, die auf Deponien entsorgt werden muss.

Des Weiteren weisen Fachleute auf eine weitere Wirkung der Mantelverordnung hin, die ebenfalls erhebliche Auswirkungen auf die Sicherheit der Entsorgung haben wird.³³³ Aufgrund einer achtjährigen Übergangsfrist dürfen bergbaurechtliche Anlagen wie Tagebaue oder Verfüllungsstätten bis zum Jahr 2031 gemäß den aktuellen Bestimmungen der LAGA M20 verfüllt werden. Ab dem Jahr 2031 unterliegen sie nicht mehr den Einbauklassen der LAGA M20, sondern den Vorschriften der Ersatzbaustoffverordnung.³³⁴ Die verschärften Regelungen dieser Verordnung könnten ab 2031 dazu führen, dass Abfallmengen von Verfüllungsstätten und Gruben vermehrt auf Deponien gelangen, was wiederum zu einer drastischen Verkürzung der Betriebszeiten für Deponien der Klasse DK0 und DK1 führen wird.

³³¹ Vgl. (Burmeier & Rüpke, 2020), S. 84.

³³² Vgl. (Oetjen-Dehne, et al., 2013), S. 17, Tabelle 8-1, Zeile 4-7, Spalte 2 & 3.

³³³ Vgl. (Becker, et al., 2018), S. 99.

³³⁴ Vgl. Kapitel 2.5.2.

5.2 Schlusswort

In Anbetracht der unbekannt langen Genehmigungszeiten für die Erschließung neuer Deponiekapazitäten wächst die Herausforderung eines nachhaltigen Entsorgungsmanagements in den kommenden Jahren gravierend. Bei Genehmigungszeiten durch das Planfeststellungsverfahren von bis zu zehn Jahren ist selbst bei sofortigem Handeln ein Entsorgungsnotstand in mehreren Regionen Deutschlands unausweichlich.

Die politische Ausrichtung der vergangenen Jahre, welche eine geringere Priorität für die Schaffung neuer Deponien zugunsten einer Förderung der Kreislaufwirtschaft setzte, hat einen bedeutenden Einfluss auf die gegenwärtige Problematik der Entsorgung. Obwohl die Förderung der Kreislaufwirtschaft zweifellos von großer Bedeutung ist, um Ressourcen zu schonen und Abfallmengen zu reduzieren, führte die Vernachlässigung der Bereitstellung angemessener Entsorgungskapazitäten zu Engpässen und steigenden Kosten bei der Entsorgung von nicht recycelbaren Materialien.

Die Notwendigkeit eines ausgewogenen Entsorgungsmanagements, das sowohl die Förderung der Kreislaufwirtschaft als auch die Bereitstellung angemessener Deponierungsmöglichkeiten für nicht recycelbare Abfälle umfasst, muss im Kontext einer nachhaltigen Entwicklung der Bauwirtschaft vorangetrieben werden. Es ist daher von entscheidender Bedeutung, dass zukünftige politische Entscheidungsträger einen holistischen Ansatz verfolgen, der die Förderung der Kreislaufwirtschaft mit der Sicherstellung einer regionalen Entsorgungsinfrastruktur in Einklang bringt.

Abschließend bleibt festzuhalten, dass eine ganzheitliche Herangehensweise sowie die Zusammenarbeit verschiedener Interessengruppen und Akteure bundesländerübergreifend unerlässlich sind, um die Herausforderungen im Bereich der Entsorgung von Bauabfällen zu bewältigen, einen drohenden Entsorgungsnotstand in seiner Stärke einzudämmen und einen nachhaltigen Umgang mit Ressourcen zu fördern.

5.3 Ausblick

Zukünftige Forschungsbemühungen sollten sich auf zwei zentrale Bereiche im Kontext der Entsorgung von Bauabfällen konzentrieren. Einerseits ist die Entwicklung innovativer und praktischer Lösungsansätze erforderlich, die eine effiziente und umweltverträgliche Verwertung von Bauabfällen ermöglichen. Hierbei ist sowohl die Erweiterung der Recycling- und Wiederverwendungsmöglichkeiten von Bedeutung als auch die Anpassung der rechtlichen und bürokratischen Rahmenbedingungen.

Andererseits ergibt sich aus dem Verständnis der bestehenden Herausforderungen und Probleme im Zusammenhang mit der Entsorgung von Bau- und Abbruchabfällen eine bisher wissenschaftlich unerforschte Überlegung:

Angesichts der unbekannt langen Genehmigungszeiten durch das Planfeststellungsverfahren kann die Errichtung neuer Deponien nicht als probate Lösung betrachtet werden. Das Kernproblem liegt somit darin, sich nicht auf die Schaffung neuer Deponeievolumina stützen zu können, sondern vielmehr einen Ansatz zu generieren, um mit den bestehenden Deponiekapazitäten effektiver umzugehen und eine verbesserte Be- wirtschaftung von Abfällen zu erreichen.

Neben dem Ausbau der Kreislaufwirtschaft und des Urban Minings steht vor allem ein effizientes Deponieraummanagement für die verbleibenden Kapazitäten an oberster Stelle. Hierbei stellt sich die Frage, ob es möglich ist, den ausgebauten und vorhandenen Deponieraum besser nutzen zu können.

Deponiebetreiber erklären, dass je nach Alter, Aufbau und Schütt Höhe einer Deponie deren Verdichtungsgrad sehr unterschiedlich sein kann.³³⁵ Folglich ist die Nutzung des zur Verfügung stehenden Deponieraumes unterschiedlich. Selbst bei planmäßiger permanenter Verdichtung des Schütt horizontes entstehen mit wachsender Deponie- höhe Hohlräume im Deponiekörper. Die Entstehung von Hohlräumen wird verstärkt durch den Effekt der Konsolidation und des Abbaus organischer Substanzen im Abfall.³³⁶

Das Spezialtiefbauunternehmen Keller Grundbau GmbH hat ein Verfahren zur Gewinnung von Deponieraum durch „Müllstopfverdichtung“ patentieren lassen. Bei diesem Verfahren geht es um das bereichsweise Nachverdichten des Deponeievolumens mit einem Tiefenverdichter, insbesondere auf dynamische Weise mittels Schwingungs- oder Schlagenergie.³³⁷ Dabei werden mit einem Tiefenstopfgerät Stopfsäulen im Deponiekörper gebildet. Der Tiefenrüttler wird zu Beginn des Verfahrens von der Deponieoberfläche bis zur geplanten Tiefe in den Deponiekörper eingeführt. Während dieses Vorgangs erfolgt die Verdrängung des vorhandenen Abfalls, der gleichzeitig seitlich vorverdichtet wird. Nach Erreichen der gewünschten Tiefe erfolgt eine sequenzielle Abfolge von Zieh- und Stopfbewegungen des Rüttlers, begleitet von der kontinuierlichen Zugabe des Verdichtungsmaterials. Hierdurch entsteht ein verdichteter Körper in Form einer Stopfsäule.³³⁸ Das Verfahren von den Erfindern Herrn Dipl.-Ing. Klaus Esters und Herrn Dr.-Ing. Ernst-Werner Raabe gilt insbesondere für Hausmüll.³³⁹

Im Kontext des Entsorgungsproblems für ungefährliche Bauabfälle stellt sich nun die Frage, ob sich dieses Verfahren auch auf Bauschutt und Erdaushub anwenden lässt und somit einen Beitrag zur Prävention eines potenziellen Entsorgungsnotstandes leistet?

³³⁵ Vgl. (Esters & Raabe, 1993), S. 2.

³³⁶ Vgl. (Esters & Raabe, 1993), S. 2.

³³⁷ Vgl. (Esters & Raabe, 1993), S. 1.

³³⁸ Vgl. (Esters & Raabe, 1993), S. 3.

³³⁹ Vgl. (Esters & Raabe, 1993), S. 4.