

4 Entsorgung und Nachhaltigkeit in der Bauwirtschaft

Die Bauindustrie steht vor der Herausforderung, vermehrt die ökologischen Konsequenzen ihres Handelns zu verantworten, während die Rufe nach einer nachhaltigen Entwicklung dieser Branche zunehmen. Angesichts der Umweltauswirkungen, die durch Bauprojekte verursacht werden, gewinnt die Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten an Bedeutung (s. Kapitel 2). Deutschland sieht sich einem akuten Entsorgungsproblem gegenüber, insbesondere im Hinblick auf Bodenaushub, Bauschutt und Straßenaufbruch, was die Wichtigkeit der Nachnutzungsphase von Bauwerken erheblich steigert. Die steigenden Restriktionen bezüglich Deponierungsmöglichkeiten unterstreichen die dringende Notwendigkeit von alternativen Entsorgungsmethoden und einer effektiven Verwertung von Baumaterialien. In diesem Zusammenhang wird die Förderung der Kreislaufwirtschaft als unvermeidliche Maßnahme betrachtet, um Ressourcen zu schützen und zu bewahren.

Das Konzept der Nachhaltigkeit basiert auf dem dreisäuligen Modell, welches betont, dass nachhaltiges Handeln gleichermaßen aus den Bereichen Ökologie, Ökonomie und Sozialem bestehen muss (s. Kapitel 2.3). Im kommenden Kapitel wird analysiert, inwiefern das derzeitige Entsorgungsverhalten von Bauabfällen in Deutschland den Anforderungen dieser drei Dimensionen gerecht wird und welche Auswirkungen der Mangel an Deponiekapazitäten mit sich bringt.

4.1 Ökologische Nachhaltigkeit

Für die Bewertung und Analyse der ökologischen Auswirkungen des Entsorgungsverhaltens können verschiedene Kriterien herangezogen werden. Oftmals ist es notwendig, eine Kombination mehrerer Faktoren zur Messung heranzuziehen. Zu den gängigen Kriterien zählen die Erfassung der Treibhausgasemissionen, die Bewertung der Auswirkungen auf natürliche Ökosysteme sowie die Lebensdauer, die Rückbau- und Recyclingfähigkeit von Materialien.²⁷²

Die ökologischen Auswirkungen des Entsorgungsproblems manifestieren sich grundlegend in einem erhöhten CO₂-Ausstoß aufgrund steigender Transportentfernungen, der ineffizienten Nutzung wertvoller Deponievolumina durch die Einlagerung unbedenklicher Bauabfälle, der Begünstigung illegaler Lagerstätten und einer zusätzlichen Lärmbelastung der Umwelt.²⁷³ Die Erfassung der letzten beiden Effekte gestaltet sich im Rahmen dieser Studie als quantitativ zu komplex. Daher wird sich speziell auf die Quantifizierung der Treibhausgasemissionen, insbesondere des CO₂-Ausstoßes, der sich aus dem Transport der Abfälle zu den Deponien ergibt, konzentriert.

²⁷² Vgl. (Friedrichsen, 2018), S. 153 ff.

²⁷³ Vgl. (Siekemeyer, 2022), S. 56.

Hierbei dienen die Daten der statistischen Auswertung aus vorangegangenen Kapiteln als Grundlage.

Mithilfe einer CO₂-Bilanz wird die Menge an Treibhausgasemissionen für eine spezifische Aktivität quantifiziert.²⁷⁴ Diese Bilanz ermöglicht die Evaluation und idealerweise Optimierung wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Prozesse im Hinblick auf den Klimaschutz.²⁷⁵ Die Ergebnisse werden dabei in Form von CO₂-Äquivalenten (CO₂e) pro Zeiteinheit angegeben. Dies bedeutet, dass die unterschiedliche Wirkung verschiedener Treibhausgase mit der Klimawirkung von CO₂ verglichen, umgerechnet und summiert wird. Das CO₂-Äquivalent repräsentiert somit die Gesamtmenge aller Treibhausgase, ausgedrückt in Bezug auf die Klimawirkung von CO₂.²⁷⁶

Für die Berechnung der Treibhausgasemissionen, die durch die Entsorgung von Bauabfällen verursacht werden, sind gewisse Grundlagen von wesentlicher Bedeutung und müssen definiert und erläutert werden. Dazu gehören unter anderem die Angabe der Treibhausgasemissionen eines Lastkraftwagens pro Kilometer und Tonne, die durchschnittliche Entfernung zur Entsorgungsstelle sowie das Ladegewicht eines Lastkraftwagens.

Die Emissionsdaten des Güterkraftverkehrs werden zunächst aus den Tabellen des Umweltbundesamtes erhoben. Diese Daten werden vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz herausgegeben. Die aktuellsten verfügbaren Daten für das Bezugsjahr 2022 sind in der nachfolgenden Tabelle 6 dargestellt. In Bezug auf Lastkraftwagen, das primäre Transportmittel für Bauabfälle ab der Baustelle, liegen die gemessenen Treibhausgasemissionen in Form des CO₂-Äquivalents bei einem Wert von 121 Gramm pro Tonne und Kilometer.²⁷⁷

Tabelle 6 Emissionsdaten im Güterverkehr – Bezugsjahr 2022
 [(Redaktion Umweltbundesamt, 2024), Tabelle Vergleich der Emissionen]

Transportmittel	Treibhausgase ²⁷⁸	Stickoxide	Partikel
	[g/tkm] Gramm pro Tonnenkilometer		
LKW ²⁷⁹	121	0,198	0,010
Güterbahn	16	0,032	0,001
Binnenschiff	36	0,415	0,011

²⁷⁴ Vgl. (Siekemeyer, 2022), S. 57.

²⁷⁵ Vgl. (Siekemeyer, 2022), S. 57.

²⁷⁶ Vgl. (Redaktion Umweltbundesamt, 2024), Glossar „CO₂-Äquivalent“.

²⁷⁷ Vgl. (Redaktion Umweltbundesamt, 2024), Emissionen im Güterverkehr.

²⁷⁸ CO₂, CH₄ und N₂O angegeben in CO₂-Äquivalenten

²⁷⁹ LKW ab 3,5 Tonnen, Sattelzüge, Lastenzüge

Die in der Tabelle dargestellten Daten repräsentieren rechnerische Durchschnittsemissionswerte, die auf einer Vielzahl theoretischer Faktoren und wissenschaftlicher Annahmen basieren und für die verschiedenen Transportmittel ermittelt wurden. Es ist jedoch zu beachten, dass die tatsächlichen Emissionen im realen Fahrbetrieb von den in der Tabelle angegebenen Daten minimal abweichen können.²⁸⁰

Nach der Erhebung der relevanten Emissionsdaten ist es erforderlich, die Transportentfernung zum Entsorgungsort zu bestimmen. Es sei darauf hingewiesen, dass in diesem Zusammenhang zunächst nur die Transportrouten für die Beseitigung von Abfällen auf Deponien der Klassen DK0 und DK1 berücksichtigt werden. Transporte zu Verfüllungsstätten, Baustoffaufbereitungsanlagen oder Recyclinganlagen werden erst zu einem späteren Zeitpunkt berücksichtigt. Die Transportentfernung zu den Deponien wird durch die Division der Gesamtfläche des jeweiligen Bundeslandes durch die Anzahl der Deponiestandorte ermittelt. Dabei repräsentiert das Ergebnis der Division das Einzugsgebiet für jeden Deponiestandort. Diese Berechnung basiert auf der Annahme einer gleichmäßigen Verteilung der Deponiestandorte über die Landesfläche und der Annahme eines kreisförmigen Einzugsgebiets. Somit entspricht die mittlere Transportentfernung dem Radius des angenommenen Kreises. Aufgrund der realen ungleichmäßigen Verteilung der Deponiestandorte auf die Landesfläche wird ein Korrekturfaktor von 10 km für jedes Bundesland berücksichtigt. Die nachfolgende Abbildung 36 veranschaulicht den Berechnungsweg, der für jedes der fünf Bundesländer durchgeführt wurde. Die Ergebnisse dieser Berechnungen sind in der Tabelle 7 aufgeführt.

Beispielrechnung „Mittlere Transportentfernung“ – Bayern (DK0 Deponien):

- Landesfläche Bayern: 70.542 km²
- Deponiestandorte DK0: 275 Stück

1. Einzugsgebiet DK0 – Deponien:

$$\frac{70.542 \text{ km}^2}{275 \text{ Deponien}} = 257 \frac{\text{km}^2}{\text{Deponie}}$$

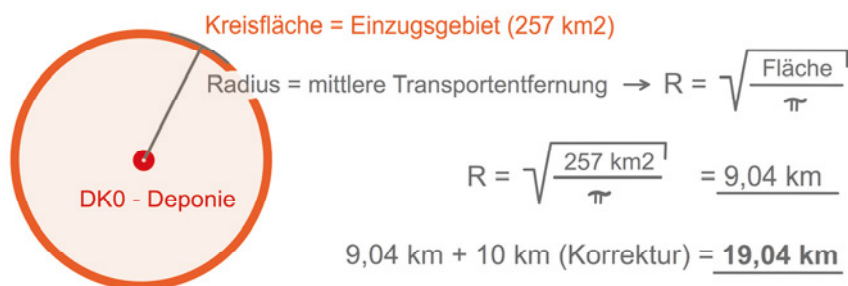


Abbildung 36 Beispielrechnung „Mittlere Transportentfernung“ [Eigene Darstellung, 01.05.2024]

²⁸⁰ Vgl. (Redaktion Umweltbundesamt, 2024), Emissionen im Güterverkehr.

Tabelle 7 Mittlere Transportentfernung [Eigene Berechnung, 01.03.2024]²⁸¹

Bundes- land	Anzahl Deponien [Stück]		Landes- fläche [km ²]	Einzugsgebiet [km ² /Dep.]		Mittlere Trans- portentfernung + 10 km Korrektur- faktor [km]	
	DK 0	DK I		DK0	DK1	DK0	DK1
Bayern	275	19	70.542	257	3.713	19	45
Nordrhein- Westfalen	77	25	34.115	443	1.365	22	31
Baden- Württem- berg	275	14	35.748	130	2.553	17	39
Nieder- sachsen	2	8	47.709	23.855	5.964	98	54
Sachsen	2	1	18.450	9.225	18.450	65	87
Durchschnittliche Transportentfernung:						44,2	51,2

Basierend auf den Daten in Tabelle 7 beträgt die durchschnittliche Transportentfernung zur Entsorgung von Abfällen der Deponieklasse DK0 in den fünf bewirtschaftlich führenden Bundesländern 44,2 Kilometer. Für die Deponieklasse DK1 liegt die mittlere Transportentfernung bei 51,2 Kilometern. Besonders bemerkenswert sind die deutlich längeren Transportwege zu den Deponien der Klasse DK1, die in nahezu allen Bundesländern über 40 Kilometer liegen. Von besonderer Signifikanz ist auch die außerordentlich hohe mittlere Transportentfernung im Bundesland Sachsen für den Bereich der DK1-Abfälle. Jedoch entstehen auch für die Entsorgung von DK0 Abfällen in den Bundesländern Niedersachsen und Sachsen beträchtliche Transportdistanzen. Aufgrund der Tatsache, dass Niedersachsen nur über zwei DK0-Standorte verfügt, ergibt sich eine durchschnittliche einfache Transportstrecke von knapp 100 Kilometern. Es ist zu beachten, dass diese Berechnung auf der Annahme einer gleichmäßigen Verteilung der Deponiestandorte über die Landesfläche basiert, weshalb die realen Transportentfernungen für bestimmte Regionen erheblich höher ausfallen können.

²⁸¹ Vgl. Kapitel 3.2, Erhebung der Deponiedaten.

Nachdem die durchschnittlichen Transportdistanzen pro Bundesland ermittelt wurden, folgt die Darstellung der entsorgten beziehungsweise der abtransportierten Abfallmenge. Es wird angenommen, dass 60 Prozent der Abfälle auf DK0-Deponien und 40 Prozent auf DK1-Deponien entsorgt werden. Tabelle 8 gibt eine Übersicht über die beseitigte Menge an Abfällen.

Tabelle 8 Abtransportierte Abfallmenge zu Deponien [Eigene Darstellung, 01.03.2024]²⁸²

Bundesland	Deponierte Abfallmenge Bauschutt, Straßenaufbruch, Bodenaushub	Beseitigung auf DK 0-Deponien	Beseitigung auf DK 1-Deponien
Bayern	5.966.000 t	3.579.600 t	2.386.400 t
Nordrhein- Westfalen	6.591.498 t	3.954.899 t	2.636.599 t
Baden- Württemberg	5.800.000 t	3.480.000 t	2.320.000 t
Niedersachsen	1.449.017 t	869.410 t	570.607 t
Sachsen	526.418 t	315.851 t	210.567 t
Summe:	20.332.933 t	12.199.760 t	8.133.173 t

In den bauwirtschaftlich stärksten Bundesländern Deutschlands wurde eine Abfallmenge von 20,33 Millionen Tonnen auf Deponien der Klasse DK0 und DK1 transportiert.

Für die Berechnung wird davon ausgegangen, dass diese Abfallmenge ausschließlich von Lastkraftwagen transportiert wird, die aus einer Zugmaschine mit zwei Achsen und einem Kippauflieger mit drei Achsen bestehen. Die zulässige Gesamtmasse eines solchen Fahrzeugs beträgt 40,00 Tonnen, wobei das Leergewicht, je nach Fahrzeugtyp und Ausstattung, auf 13,20 Tonnen geschätzt wird. Somit ergibt sich eine Nutzlast beziehungsweise ein Ladegewicht von 26,80 Tonnen.²⁸³ Die Treibhausgasemissionen pro Kilometer im beladenen Zustand berechnen sich demnach wie folgt:

$$121,00 \frac{g}{t \cdot km} \cdot 40 t (\text{Gesamtgewicht}) = 4.840 \frac{g}{km} \cdot \frac{1 kg}{1000 g} = 4,84 \frac{kg}{km}$$

²⁸² Vgl. Kapitel 3.2, Erhebung der Abfalldaten.

²⁸³ Vgl. (Siekemeyer, 2022), S. 57.

Die Emissionen im leeren Transportzustand liegen bei 1,59 Kilogramm pro Kilometer.

$$121,00 \frac{g}{t \cdot km} \cdot 13,20 t \text{ (Leergewicht)} = 1.597 \frac{g}{km} \cdot \frac{1 kg}{1000 g} = 1,59 \frac{kg}{km}$$

Bei der Berechnung der Treibhausgasemissionen wird außerdem die Einschätzung von Bau- und Transportunternehmen berücksichtigt, die den Beladungszustand auf der Rückfahrt von den Deponien in 75 Prozent der Fälle als „voll“ angeben. Diese Einschätzung basiert darauf, dass auf dem Rückweg andere Baumaterialien geladen und zur Baustelle transportiert werden können.²⁸⁴

Basierend auf den bisherigen Erklärungen und der Zusammenstellung wichtiger Daten können die Treibhausgasemissionen, gemessen anhand des CO₂-Äquivalents, die bei der Deponierung von Bauabfällen in den fünf bauwirtschaftlich stärksten Bundesländern entstehen, berechnet werden.

Berechnung der jährlichen CO₂e – Emissionen durch die Beseitigung von Bau- und Abbruchabfällen auf Deponien:

- Mittlere Transportentfernung DK0: 44,20 Kilometer
- Mittlere Transportentfernung DK1: 51,20 Kilometer

- Beseitigungsmenge DK0: 12.199.760 Tonnen
- Beseitigungsmenge DK1: 8.133.173 Tonnen

- Lademenge pro LKW-Tour: 26,80 Tonnen

- CO₂e-Emissionen (beladen): 4,84 kg/km
- CO₂e-Emissionen (nicht beladen): 1,59 kg/km

1. Zurückgelegte Strecke zu DK0-Deponien:

$$\frac{12.199.760 t}{26,80 \frac{t}{LKW}} = 455.215 LKW \approx 500.000 LKW \text{ (da LKW nicht immer volle Ausladung)}$$

$$500.000 LKW \cdot 44,20 \frac{km}{LKW} = 22.100.000 km$$

²⁸⁴ Vgl. (Siekemeyer, 2022), S. 58.

2. Zurückgelegte Strecke zu DK1-Deponien:

$$\frac{8.133.173 \text{ t}}{26,80 \frac{\text{t}}{\text{LKW}}} = 303.476 \text{ LKW} \approx 340.000 \text{ LKW (da LKW nicht immer volle Ausladung)}$$

$$340.000 \text{ LKW} \cdot 51,20 \frac{\text{km}}{\text{LKW}} = \mathbf{17.408.000 \text{ km}}$$

3. Darstellung der Zwischenergebnisse:

Hinweg DK0 (beladen):	22.100.000 km
Rückweg DK0 (beladen):	16.575.000 km ($\cong 75,00 \%$)
Rückweg DK0 (nicht beladen):	5.525.000 km ($\cong 25,00 \%$)
Gesamte zurückgelegte Strecke DK0:	44.200.000 km

Hinweg DK1 (beladen):	17.408.000 km
Rückweg DK1 (beladen):	13.056.000 km ($\cong 75,00 \%$)
Rückweg DK1 (nicht beladen):	4.352.000 km ($\cong 25,00 \%$)
Gesamte zurückgelegte Strecke DK1:	34.816.000 km

Zurückgelegte Strecke DK0 und DK1: **79.016.000 km**

4. Berechnung der Treibhausgasemissionen durch den Transport zu DK0-Deponien:

$$22.100.000 \text{ km} \cdot 4,84 \frac{\text{kg}}{\text{km}} = 106.964.000 \text{ kg CO}_2\text{e} \quad (\text{Hinweg})$$

$$16.575.000 \text{ km} \cdot 4,84 \frac{\text{kg}}{\text{km}} = 80.223.000 \text{ kg CO}_2\text{e} \quad (\text{Rückweg beladen})$$

$$5.525.000 \text{ km} \cdot 1,59 \frac{\text{kg}}{\text{km}} = 8.784.750 \text{ kg CO}_2\text{e} \quad (\text{Rückweg nicht beladen})$$

Gesamt: **195.971.750 kg CO₂e**

5. Berechnung der Treibhausgasemissionen durch den Transport zu DK1-Deponien:

$$17.408.000 \text{ km} \cdot 4,84 \frac{\text{kg}}{\text{km}} = 84.254.720 \text{ kg CO}_2\text{e} \quad (\text{Hinweg})$$

$$13.056.000 \text{ km} \cdot 4,84 \frac{\text{kg}}{\text{km}} = 63.191.040 \text{ kg CO}_2\text{e} \quad (\text{Rückweg beladen})$$

$$4.352.000 \text{ km} \cdot 1,59 \frac{\text{kg}}{\text{km}} = 6.919.680 \text{ kg CO}_2\text{e} \quad (\text{Rückweg nicht beladen})$$

Gesamt: **154.365.440 kg CO₂e**

Gesamt DK0 und DK1: **350.337.190 kg CO₂e**

Bei einer durchschnittlichen Transportentfernung zu den DK0-Deponien von 44,2 Kilometern und zu den DK1-Deponien von 51,2 Kilometern sowie einem jährlichen Aufkommen an zu beseitigenden Abfällen von 20,33 Millionen Tonnen legen etwa 840.000 Lastkraftwagen eine Strecke von insgesamt 79.016.000 Kilometern zurück. Die daraus resultierenden CO₂e-Emissionen belaufen sich auf über 350.000 Tonnen. Gemäß der Faustformel beträgt die jährliche Kohlenstoffdioxid Speicherleistung eines Mischwaldes etwa sechs Tonnen pro Hektar und Jahr.²⁸⁵ Der Emissionseintrag an CO₂ durch den Transport von Bauabfällen zu DK0- und DK1-Deponien, der über 350.000 Tonnen erreicht, entspricht in seiner Größenordnung der CO₂-Speicherleistung von circa 58.390 Hektar Mischwald pro Jahr.

Zur Einordnung des Ergebnisses ist es von Bedeutung anzumerken, dass es sich ausschließlich um die Treibhausgasemissionen handelt, die durch den Transport von Abfällen zu Deponien verursacht werden. Diese Menge stellt jedoch lediglich 5 bis 10 Prozent der Gesamtmenge an Bau- und Abbruchabfällen in den jeweiligen Bundesländern dar. Die tatsächlichen Treibhausgasemissionen, die durch den Transport mit Lastkraftwagen zu Verfüllungsstätten, Baustoffaufbereitungsanlagen oder thermischen Abfallbehandlungsanlagen entstehen, sind beträchtlich höher.

Aufgrund unvollständiger Informationen zur genauen Berechnung des „Carbon Footprints“²⁸⁶, wie beispielsweise die Anzahl der Verfüllungsstätten pro Bundesland oder die durchschnittliche Transportentfernung zu Verwertungsanlagen, kann lediglich eine grobe Abschätzung der Gesamtemissionen basierend auf verschiedenen Annahmen vorgenommen werden. Dennoch wird diese Annäherung als bedeutend für die Bewertung der ökologischen Nachhaltigkeit des aktuellen Entsorgungssystems erachtet.

²⁸⁵ Vgl. (Muntendorf, 2024), „Wie viel Kohlendioxid (CO₂) speichert der Baum bzw. der Wald?“.

²⁸⁶ „Carbon Footprint“: CO₂-Fußabdruck.

Die erste Annahme geht davon aus, dass die durchschnittlichen Transportdistanzen zu Verwertungsanlagen denen zu DK0 und DK1 Deponien entsprechen. Dies ergibt eine einfache Transportentfernung von 47,7 Kilometern. Besonders erwähnenswert ist, dass dieser Wert dem Ergebnis einer repräsentativen Umfrage des Verbandes Baugewerblicher Unternehmer Hessen entspricht. Eine Umfrage unter den Mitgliedsunternehmen des Verbandes ergab, dass im Jahr 2018 die durchschnittliche Transportentfernung von Bauabfällen bei 47 Kilometern lag.²⁸⁷ Somit kann der Ansatz von 47,7 Kilometern für die Wege zu den Verwertungsstätten von Bauabfällen in den fünf Bundesländern als ein valider Näherungswert betrachtet werden.

Als nächstes erfolgt die Quantifizierung der Abfallmenge, die zu Verfüllungsstätten, ehemaligen Tagebauen, Bodenbehandlungsanlagen, Bauschutt- und Asphaltmischanlagen transportiert wurde. Hierbei wurden die relevanten Daten aus Kapitel 3.2 extrahiert und in die nachfolgende Tabelle 9 eingefügt. Die präsentierten Daten beziehen sich jeweils auf das aktuellste Jahr der Untersuchung.

Tabelle 9 Abtransportierte Abfallmenge zur Verwertung [Eigene Darstellung, 01.03.2024]²⁸⁸

Bundesland	Verwertete Abfallmenge
	in Verfüllungsstätten, in Tagebauen, zum Deponiebau, in Bodenbehandlungsanlagen in Bauschuttaufbereitungs- und Asphaltmischanlagen
Bayern	44,05 Mio. t
Nordrhein-Westfalen	29,12 Mio. t
Baden-Württemberg	34,30 Mio. t
Niedersachsen	17,57 Mio. t
Sachsen	10,80 Mio. t
Summe:	135,84 Mio. t

Unter Berücksichtigung der festgelegten Annahmen und Näherungswerte ist es nun möglich, die Treibhausgasemissionen, gemessen anhand des CO₂-Äquivalentes, für die Verwertung von Bauabfällen in den fünf bauwirtschaftlich stärksten Bundesländern auf der Grundlage des gleichen Berechnungsmusters wie für die deponierten Abfälle zu ermitteln.²⁸⁹

²⁸⁷ Vgl. (Brucato, 2018), „Menge der Bauabfälle steigt weiter – Erdaushub ist das größte Problem“.

²⁸⁸ Vgl. Kapitel 3.2, Erhebung der Abfalldaten.

²⁸⁹ Vgl. Berechnung S. 114.

Berechnung der jährlichen CO₂e – Emissionen durch die Verwertung von Bau- und Abbruchabfällen:

- Mittlere Transportentfernung: 47,70 Kilometer
- Verwertungsmenge: 135,84 Mio. Tonnen
- Lademenge pro LKW-Tour: 26,80 Tonnen
- CO₂e-Emissionen (beladen): 4,84 kg/km
- CO₂e-Emissionen (nicht beladen): 1,59 kg/km

1. Zurückgelegte Strecke zu den Verwertungsstätten:

$$\frac{135.840.000 \text{ t}}{26,80 \frac{\text{t}}{\text{LKW}}} = 5.068.657 \text{ LKW} \approx 5,5 \text{ Mio. LKW (da LKW nicht immer volle Ausladung)}$$

$$5,5 \text{ Mio. LKW} \cdot 47,70 \frac{\text{km}}{\text{LKW}} = \mathbf{262.350.000 \text{ km}}$$

2. Darstellung der Zwischenergebnisse:

Hinweg (beladen):	262.350.000 km
Rückweg DK0 (beladen):	196.762.500 km (≅ 75,00 %)
Rückweg DK0 (nicht beladen):	65.587.500 km (≅ 25,00 %)
Gesamte zurückgelegte Strecke:	524.700.000 km

3. Treibhausgasemissionen durch den Transport zu Verwertungsstätten:

$$262.350.000 \text{ km} \cdot 4,84 \frac{\text{kg}}{\text{km}} = 1.269.774.000 \text{ kg CO}_2\text{e} \quad (\text{Hinweg})$$

$$196.762.500 \text{ km} \cdot 4,84 \frac{\text{kg}}{\text{km}} = 952.330.500 \text{ kg CO}_2\text{e} \quad (\text{Rückweg beladen})$$

$$65.587.500 \text{ km} \cdot 1,59 \frac{\text{kg}}{\text{km}} = 104.284.125 \text{ kg CO}_2\text{e} \quad (\text{Rückweg nicht beladen})$$

Gesamt: **2.326.388.625 kg CO₂e**

Die Näherungsbetrachtung ergibt, dass die Treibhausgasemissionen durch den Transport von Bau- und Abbruchabfällen zu den Verwertungsstätten bei etwa 2,33 Millionen Tonnen liegen. Bei einer durchschnittlichen Transportentfernung von 47,7 Kilometern werden die Abfälle von rund 5,5 Millionen Lastkraftwagen über eine Gesamtstrecke von 524.700.000 Kilometern befördert.

Die Zusammenführung der Ergebnisse beider Berechnungen zeigt, dass jährlich bei der Entsorgung von Bau- und Abbruchabfällen etwa 2,68 Millionen Tonnen Treibhausgase emittiert werden. Diese Emissionsmenge entspricht der jährlichen CO₂-Speicherleistung von rund 447.000 Hektar Mischwald. Deutschland verfügt über eine Waldfläche von etwa 11,4 Millionen Hektar, was ungefähr einem Drittel der gesamten Landoberfläche entspricht.²⁹⁰ Basierend auf diesen Daten lässt sich ableiten, dass knapp vier Prozent der deutschen Waldfläche für die Bindung der durch die Entsorgung von Bauabfällen entstehenden Treibhausgasemissionen benötigt werden.

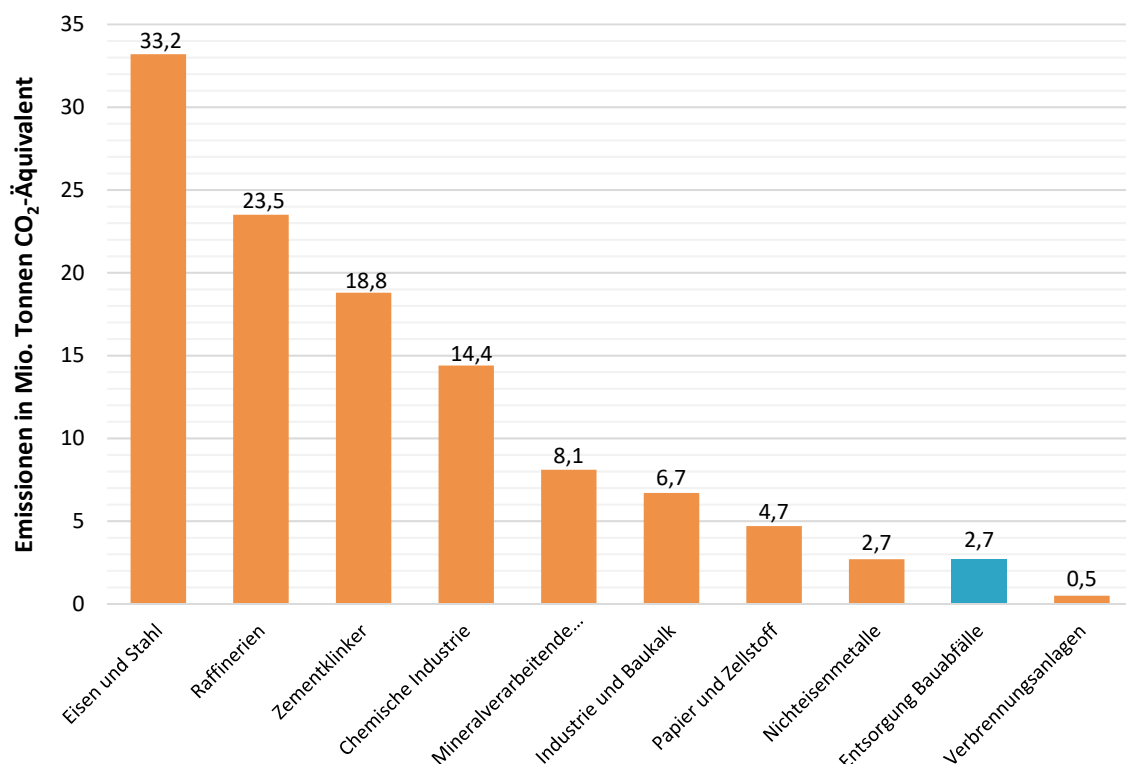


Abbildung 37 Treibhausgasemissionen der deutschen Industrie nach Branchen im Jahr 2022
[Eigene Darstellung, in Anlehnung an (Redaktion Statista, 2023), 02.05.2024]

Zur weiteren Einordnung und zum Vergleich der emittierten Treibhausgasmenge durch den Transport von Bauabfällen wurde das in Abbildung 37 dargestellte Diagramm ausgewählt. Diese Grafik veranschaulicht die Treibhausgasemissionen der deutschen Industrie nach Branchen im Jahr 2022, gemessen in Millionen Tonnen CO₂-Äquivalent.

²⁹⁰ Vgl. (Van R  th, et al., 2019), S. 111.

Im Jahr 2022 verzeichnete der Industriesektor über 110 Millionen Tonnen CO₂-äquivalente Treibhausgasemissionen. Die Branche „Eisen und Stahl“ trug mit etwa 29,5 Prozent den größten Anteil zu den gesamten Industrieemissionen bei, was rund 33,2 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalent entspricht. An dritter Stelle der größten Industrieemittenten befindet sich die Herstellung von Zementklinker, der für die Bauindustrie unerlässlich ist.²⁹¹

Wenn die rund 2,7 Millionen Tonnen Transportemissionen in diese Chronologie integriert würden, ergäbe sich, dass sie den achten Platz unter den größten Treibhausgasemittenten einnehmen würden. Dabei ist erwähnenswert, dass diese 2,7 Millionen Tonnen Treibhausgase lediglich von den fünf wirtschaftlich stärksten Bundesländern im Baubereich ausgestoßen werden. Die Menge an emittierten Treibhausgasen für den Transport von Bauabfällen zu Verwertungs- oder Deponierungsstätten in den elf weiteren Bundesländern wurde nicht berechnet, weshalb der reale CO₂-Fußabdruck für das gesamte Bundesgebiet im Bereich der Bauabfallentsorgung erheblich höher liegen würde.

Die Analyse der ökologischen Nachhaltigkeit im Umgang mit Bauabfällen offenbart signifikante Ergebnisse. Jährlich verursachen die Transportaktivitäten der fünf wirtschaftlich führenden Bundesländer zur Entsorgung von Bauabfällen erhebliche Treibhausgasemissionen. Rund 5,84 Millionen Lastkraftwagen fahren dabei eine Strecke von insgesamt 603,72 Millionen Kilometern und emittieren 2,7 Millionen Tonnen Treibhausgase.

Im Vergleich zu anderen Industriesektoren zeigt sich, dass die aktuelle Praxis der Bauabfallentsorgung erhebliche ökologische Auswirkungen mit sich bringt. Insbesondere lange Transportwege mit Lastkraftwagen führen zu einem massiven Anstieg der Treibhausgasemissionen, obwohl diese durch ein dichteres Netzwerk an Deponiemöglichkeiten vermieden werden könnten. Es ist dringend geboten, die Transportwege mit beladenen Lastkraftwagen zu reduzieren. Ein normaler PKW emittiert im Durchschnitt lediglich 166 Gramm Treibhausgase pro Kilometer, während ein beladener Lastkraftwagen das 29,15-fache ausstößt.²⁹² Die Entsorgung von Bauabfällen erweist sich daher als bedeutender Treibhausgasemittent, jedoch birgt dieser Bereich auch erhebliches Potenzial zur Verbesserung des ökologischen Fußabdrucks. Vor allem der Ausbau eines flächendeckenden Netzes an Entsorgungsmöglichkeiten ist von höchster Priorität. Langstreckentransporte müssen durch ein engmaschiges Deponienetz so schnell wie möglich vermieden werden, da andernfalls die ökologischen Ziele der Bauindustrie nicht erreicht und das Konzept des nachhaltigen Bauens nicht vorangebracht werden kann.

²⁹¹ Vgl. (Redaktion Statista, 2023), „Treibhausgasemissionen der deutschen Industrie nach Branchen“.

²⁹² Vgl. (Redaktion Umweltbundesamt, 2024), „Emissionen im Personeverkehr“.

4.2 Ökonomische Nachhaltigkeit

Das nachfolgende Kapitel widmet sich der Analyse der ökonomischen Auswirkungen, die mit dem Management und der Behandlung von Bauabfällen einhergehen. Angesichts der Herausforderungen des nachhaltigen Bauens im Bereich der Bauabfallentsorgung ist es von essentieller Bedeutung, sowohl ökologische Faktoren als auch die wirtschaftliche Rentabilität zu gewährleisten. Das Hauptziel dieses Kapitels besteht darin, die ökonomischen Auswirkungen des Deponieraummangels anhand validierter Zahlen und Darstellungen der Entwicklungen der Entsorgungspreise zu beleuchten. Die zugrunde gelegten Preise und Kostenstrukturen weisen zum Zeitpunkt der Erhebung im Rahmen der Masterarbeit höchste Aktualität auf und sind repräsentativ für die jeweilige Region.

Experten der Bauindustrie, Bauunternehmen und Entsorgungsbetriebe verzeichnen einen signifikanten Anstieg der Entsorgungspreise für Bau- und Abbruchabfälle in den vergangenen Jahren.²⁹³ Dieser Preisanstieg resultiert hauptsächlich aus einem Mangel an regionalen Entsorgungsmöglichkeiten. Das Ungleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage nach Deponieraum verschärft sich kontinuierlich, da der in der Fläche benötigte Deponieraum nicht vorhanden ist.²⁹⁴

„Diese Knappheit führt zwangsläufig zu einer Preissteigerung. Die ineffiziente Verteilung der Entsorgungsanlagen verlängert die Transportwege und erhöht somit auch die Transportkosten.“²⁹⁵

Zusätzlich zu den Kostensteigerungen aufgrund langer Transportwege werden weitere Faktoren identifiziert, die die Entsorgungskosten antreiben. Eine primäre Ursache liegt in den bestehenden Herausforderungen beim Management der Bauabfallentsorgung. Die Vielzahl an Regelwerken und Verordnungen wie beispielsweise die LAGA M20, die Deponieverordnung, die Ersatzbaustoffverordnung, die Verfüllrichtlinie und die Bundesbodenschutzverordnung führen zu erheblicher Unklarheit unter den Beteiligten.²⁹⁶ Darüber hinaus resultieren aus den unterschiedlichen Regelwerken unterschiedliche Analyseverfahren. Diese Diversität führt zu abweichenden Bewertungskriterien und zu Doppel- und Mehrfachprobennahmen, da das Entsorgungsunternehmen möglicherweise eine andere Analytik fordert als diejenige, die am Entstehungsort durchgeführt wurde.²⁹⁷ Diese Mehrfachprobennahmen erhöhen die Kosten, verursachen zeitliche Verzögerungen und führen zu Wartezeiten.

²⁹³ Vgl. (Redaktion Verband baugewerblicher Unternehmer, 2017), S. 3.

²⁹⁴ Vgl. (Redaktion Verband baugewerblicher Unternehmer, 2017), S. 3.

²⁹⁵ Vgl. (Redaktion Verband baugewerblicher Unternehmer, 2017), S. 3, Absatz 3, Zeile 8 - 12.

²⁹⁶ Vgl. (Redaktion Verband baugewerblicher Unternehmer, 2017), S. 2.

²⁹⁷ Vgl. (Redaktion Verband baugewerblicher Unternehmer, 2017), S. 2.

Diese Unklarheiten im Entsorgungsprozess werden durch das Fehlen von Übersichten über Entsorgungs- oder Verwertungsmöglichkeiten verstärkt.²⁹⁸ In einigen Regionen Deutschlands erschwert das Fehlen eines öffentlich zugänglichen Katasters nicht nur die Suche nach geeigneten Entsorgungsmöglichkeiten, sondern führt auch häufig dazu, dass die wesentlich kostenintensivere Beseitigung von Materialien der Verwertung vorgezogen wird.²⁹⁹

Vor dem Hintergrund zunehmend knapper werdender Deponiekapazitäten würde ein solches Entsorgungsmanagement aus ökonomischer Sicht nicht mit den Prinzipien des nachhaltigen Bauens vereinbar sein. In Anbetracht einer wissenschaftlichen Arbeitsweise sollen die qualitativen Beschreibungen in den folgenden Kapiteln mit validen Daten untermauert werden.

4.2.1 Entsorgung als Preistreiber auf Baustellen

Branchenkenner erklären, dass die Entsorgungsleistungen in den vergangenen Jahren durch fehlende regionale Kapazitäten zu einem der größten Preistreiber auf den Baustellen Deutschlands geworden sind.³⁰⁰ Infolgedessen wird nachfolgend anhand diverser praktischer Beispiele der prozentuale Anteil der Entsorgungskosten an einer Bauleistung untersucht.

Der Zentralverband des deutschen Baugewerbes betont, dass die Entsorgungskosten für Bodenaushub in Relation zu den Gesamtkosten eines Bauvorhabens, wie beispielsweise dem Bau eines Einfamilienhauses mit Keller, bis zu 14 Prozent der Gesamtbaukosten einnehmen können.³⁰¹ In einer Pressekonferenz des Bauverbandes wird erläutert, dass die abfalltechnische Zuordnung des Bodenaushubs maßgeblich für die Gesamtkosten der Bodenentsorgung ist. Im bundesweiten Durchschnitt erstreckt sich die Preisspanne der Bruttopreise für die Entsorgung von Bodenaushubmaterial von der niedrigsten Einbauklasse bis zur Deponieklasse DK1 von 20 bis 120 Euro pro Tonne.³⁰² Hinzu kommen die Transportkosten, die aufgrund der zunehmenden Knappheit von Entsorgungsstätten in den vergangenen Jahren auf einen bundesweiten Durchschnittswert von 20 Euro pro Tonne angestiegen sind.³⁰³

Basierend auf den durchschnittlichen Werten des Zentralverbands des Deutschen Baugewerbes kann die folgende Beispielrechnung durchgeführt werden. Angenommen wird, dass beim Bau eines Einfamilienhauses mit Keller und einer Wohnfläche von 150

²⁹⁸ Vgl. (Siekemeyer, 2022), S. 65.

²⁹⁹ Vgl. (Siekemeyer, 2022), S. 65.

³⁰⁰ Vgl. (Klein, 2021), S. 1.

³⁰¹ Vgl. (Klein, 2021), S. 2.

³⁰² Vgl. (Klein, 2021), S. 2.

³⁰³ Vgl. (Klein, 2021), S. 2.

Quadratmetern ein Aushub von etwa 500 Kubikmetern beziehungsweise 900 Tonnen mit einer geringen Schadstoffbelastung anfällt. Die Entsorgungskosten setzen sich wie folgt zusammen:

Unter der Annahme einer geringen Schadstoffbelastung werden Entsorgungskosten von 20 bis 30 Euro pro Tonne veranschlagt. Nach Addition der Transportkosten (20 Euro pro Tonne) für die Entsorgung des Bodenmaterials ergibt sich eine Preisspanne von 40 bis 50 Euro pro Tonne im bundesdeutschen Durchschnitt. Demnach belaufen sich die Kosten für die Entsorgung des Bodens in diesem Beispiel auf 36.000 bis 45.000 Euro. Der prozentuale Anteil der Entsorgungskosten an den Gesamtbaukosten des Einfamilienhauses beträgt 9,6 bis 12 Prozent, wenn die Gesamtbaukosten mit 2.500 Euro pro Quadratmeter angenommen werden.³⁰⁴ Nachfolgende Abbildung liefert eine Übersicht der Beispielrechnung.

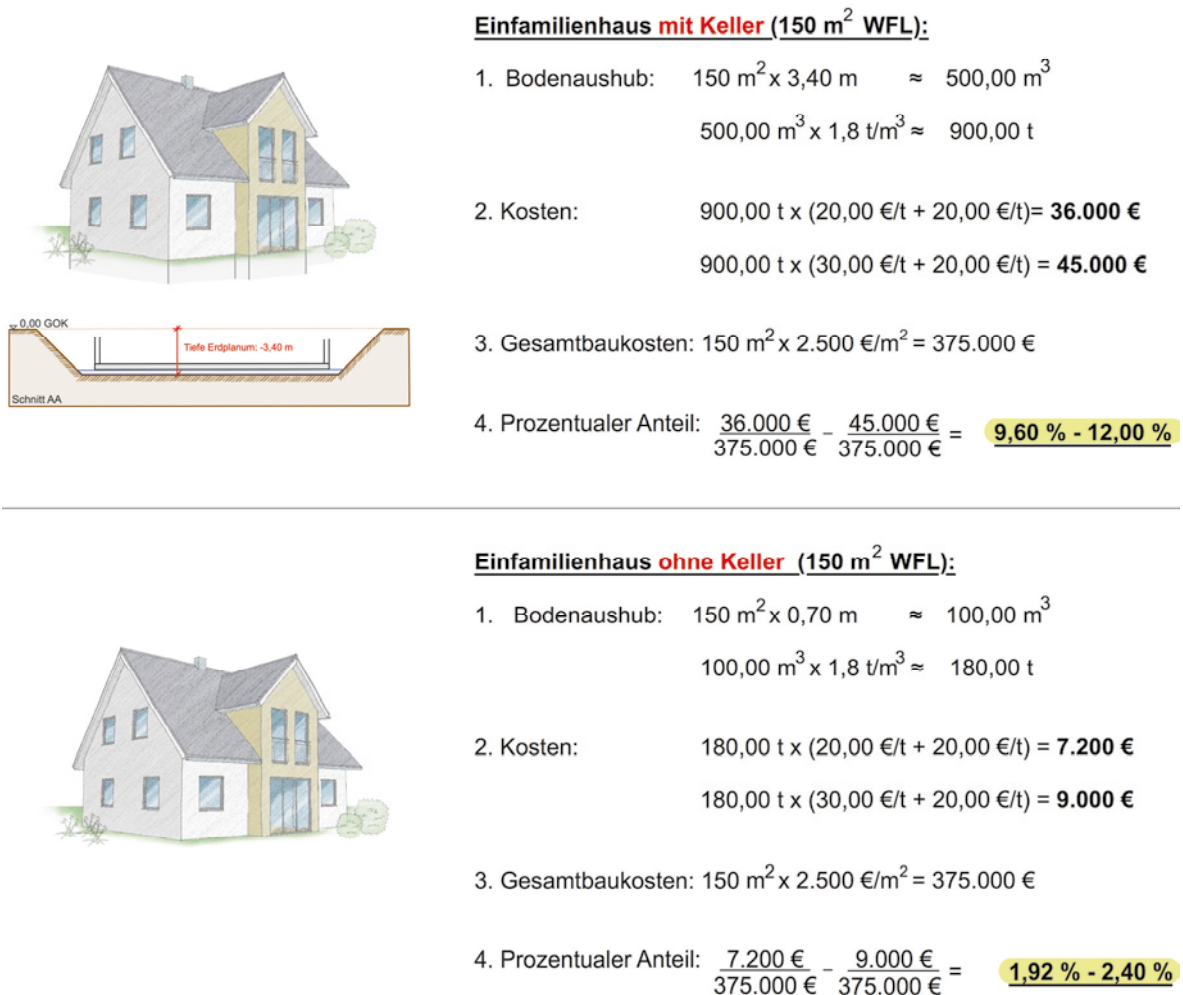


Abbildung 38 Beispielrechnung Entsorgungskosten für Bodenaushub [Eigene Darstellung, in Anlehnung an (Klein, 2021), S. 3, 10.05.2024]

³⁰⁴ Vgl. (Klein, 2021), S. 2.

Eine beträchtliche Kosteneinsparung ergibt sich, wenn das Einfamilienhaus ohne Keller geplant und errichtet wird. Da auf die Herstellung einer tiefen Baugrube für das Kellergeschoss verzichtet wird, kann angenommen werden, dass lediglich 100 Kubikmeter Bodenaushub für den Bau der Fundamente und Grundleitungen anfallen. Basierend auf den erhobenen Durchschnittswerten des Bauverbandes belaufen sich die Entsorgungskosten für etwa 180 Tonnen Bodenaushub rechnerisch auf 7.200 bis 9.000 Euro. Dies unterstreicht das signifikante Potenzial zur Kosteneinsparung, wenn die Entsorgungsleistungen reduziert oder größtenteils vermieden werden können.

Neben den vorherigen Berechnungen im Kontext privater Bauvorhaben veröffentlicht der Zentralverband des deutschen Baugewerbes die ökonomischen Auswirkungen der Entsorgungsleistungen anhand eines Infrastrukturprojekts in Bayern.³⁰⁵ Bei einem Brückenbauprojekt der Deutschen Bahn AG fielen insgesamt 12.330 Tonnen Bodenaushub an. Aufgrund der Klassifizierung des Abfalls in die Einbauklasse Z2 entstanden Entsorgungskosten von rund 53 Euro pro Tonne.³⁰⁶ Demnach belaufen sich die Gesamtkosten für die Entsorgung und den Transport des Aushubs bei diesem Infrastrukturprojekt auf 654.000 Euro. Der Anteil der Entsorgungsleistung bezogen auf die Gesamtbaukosten lag bei über 20 Prozent.³⁰⁷

Die durchgeführten Berechnungsbeispiele verdeutlichen den erheblichen Anteil der Entsorgungskosten an den Gesamtbaukosten. Expertenmeinungen zufolge ist dieser Anteil an den Gesamtbaukosten in den vergangenen Jahren gestiegen.³⁰⁸ Um diesen Trend genauer zu erfassen und die Preisentwicklungen im Entsorgungsbereich zu analysieren, widmet sich der folgende Abschnitt der Untersuchung der Preisindizes für Bauarbeiten in Deutschland.

³⁰⁵ Vgl. (Klein, 2021), S. 3.

³⁰⁶ Vgl. (Klein, 2021), S. 3.

³⁰⁷ Vgl. (Klein, 2021), S. 3.

³⁰⁸ Vgl. (Siekemeyer, 2022), S. 73.

4.2.2 Analyse der Preisindizes für die Bauwirtschaft

Die quartalsweise ermittelten Indizes für Bauleistungspreise werden vom statistischen Bundesamt erfasst und veranschaulichen die Preisentwicklung für konventionell gefertigte Neubauten ausgewählter Bauwerksarten im Hoch- und Ingenieurbau.³⁰⁹ Diese Indizes beziehen sich auf den Preisstand eines bestimmten Basisjahres und zeigen die prozentuale Veränderung im Vergleich zu diesem Basisjahr auf. Zur Analyse der Preisentwicklung im Bereich der Entsorgung werden Berichte aus den Basisjahren 2005, 2010 und 2015 herangezogen. Mithilfe dieser Berichte lässt sich die Entwicklung der Entsorgungspreise von 2005 bis 2023 nachvollziehen. Es sei jedoch angemerkt, dass die Preise für die Entsorgung von Bodenaushub oder Bauschutt nicht unmittelbar durch die Preisindizes erfasst werden. Die Entwicklung der Entsorgungspreise wird vielmehr im Rahmen des Bereichs „Erdarbeiten“ betrachtet, da dieser Bereich sehr stark mit der Entsorgung von beispielsweise Bodenaushub in Verbindung steht.

Zur transparenten Gestaltung der Analyse und zum besseren Verständnis des Vorgehens wird in nachfolgender Abbildung 39 ein Auszug der Tabelle der Preisindizes dargestellt. Die in der rot markierten Zeile „Erdarbeiten“ aufgelisteten Werte wurden im Zuge der Forschungsarbeit entsprechend des jeweiligen Jahres herausgefiltert und in Tabelle 10 der Studie zusammengefasst. Die Zusammenfassung der erhobenen Preisindizes in Tabelle 10 dient im Anschluss dazu, die Entwicklung der Preise für den Bereich Erdarbeiten grafisch darzustellen (s. Abbildung 40).

**1 Preisindizes für Neubau in konventioneller Bauart einschl. Umsatzsteuer
(aktuelle und mittelfristige Ergebnisse)**

1.1 Wohngebäude - Bauleistungen am Bauwerk

2015 = 100

Angabe des Basisjahres	Wägungs- anteil am Gesamt- index in ‰					2021	2022				
		2019	2020	2021	2022	Nov.	Feb.	Mai	Aug.	Nov.	
		Wohngebäude									
Bauleistungen am Bauwerk.....	1 000	114,6	116,4	127,0	147,8	132,3	138,1	147,2	151,0	154,7	
Rohbauarbeiten.....	444,69	115,6	117,1	129,0	149,8	134,5	139,5	150,8	153,1	155,7	
Erdarbeiten.....	37,56	121,2	123,7	131,2	149,6	134,8	140,7	149,3	152,5	155,9	
Verbauarbeiten.....	0,36	119,6	121,1	129,5	147,8	133,8	139,1	147,7	150,8	153,5	
Ramm-, Rüttel- u. Pressarbeiten.....	2,12	112,9	113,3	123,3	145,0	129,9	133,3	146,0	149,3	151,4	

Abbildung 39 Auszug der Preisindizes für Bauarbeiten

[(Redaktion Statistisches Bundesamt, 2023), S. 12, Tabelle 1.1, 09.05.2024]

³⁰⁹ Vgl. (Redaktion Statistisches Bundesamt, 2023), S. 5.

Tabelle 10 *Preissteigerung in [%] seit 2005 gemessen anhand der Preisindizes [Eigene Tabelle, in Anlehnung an (Redaktion Statistisches Bundesamt, 2023), 09.05.2024]*

Jahr	Preisindizes für Erdarbeiten Wohngebäude Preissteigerung in [%] seit 2005	Preisindizes für Erdarbeiten Straßenbau Preissteigerung in [%] seit 2005
2005	0,00 %	0,00 %
2006	5,20 %	4,00 %
2007	9,40 %	8,00 %
2008	13,10 %	11,20 %
2009	14,30 %	13,00 %
2010	14,90 %	12,90 %
2011	17,30 %	14,60 %
2012	20,40 %	17,00 %
2013	22,70 %	19,20 %
2014	25,20 %	20,80 %
2015	27,40 %	23,10 %
2016	29,80 %	25,70 %
2017	34,20 %	30,00 %
2018	41,30 %	37,50 %
2019	48,60 %	44,20 %
2020	51,10 %	45,50 %
2021	58,60 %	51,20 %
2022	77,00 %	69,30 %
2023	83,30 %	75,60 %

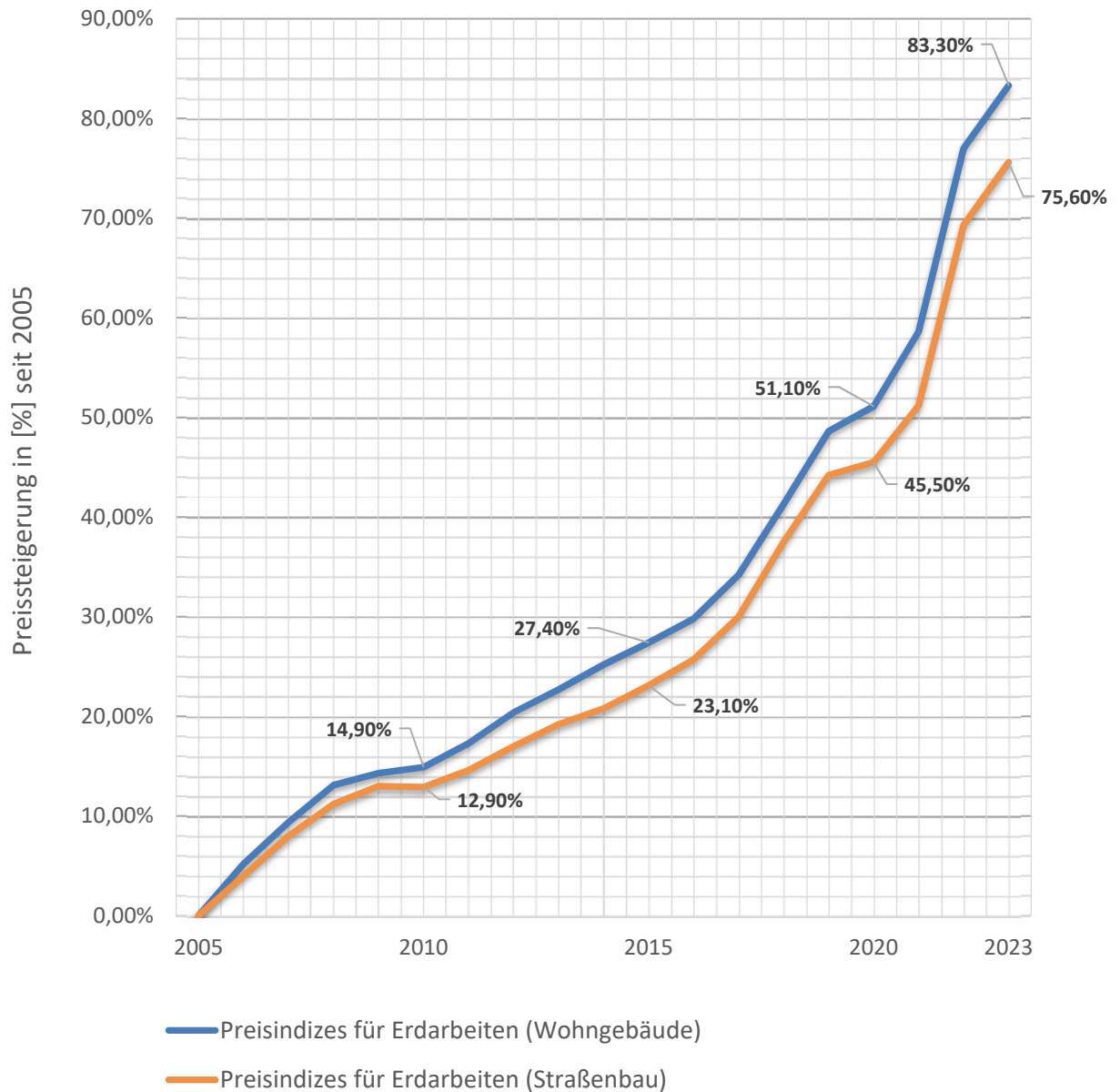


Abbildung 40 Entwicklung der Preisindizes für Erdarbeiten seit 2005 [Eigene Darstellung, in Anlehnung an (Redaktion Statistisches Bundesamt, 2023), 10.05.2024]

Die Auswertung der vorliegenden Grafik (s. Abbildung 40) bezüglich der Entwicklung der Preisindizes für Erdarbeiten von 2005 bis 2023 offenbart eine deutliche zeitliche Strukturierung in zwei Hauptphasen.

Die erste Phase, welche den Zeitraum von 2005 bis 2015 umfasst, ist durch einen moderaten Anstieg der Preisindizes gekennzeichnet. Sowohl im Bereich der Wohngebäude als auch im Straßenbau ist ein kontinuierlicher Anstieg zu verzeichnen, wobei die jährliche Zunahme sich im Bereich von zwei bis drei Prozent bewegt. Diese Entwicklung verläuft größtenteils linear, jedoch sind geringfügige Abweichungen in den Jahren 2008 bis 2010 zu beobachten, in denen die Preisindizes nahezu stagnieren.

Ab dem Jahr 2015 tritt eine markante Veränderung im Preisanstieg auf, gekennzeichnet durch eine deutliche Zunahme der Funktionssteigung. Diese Änderung deutet auf eine beschleunigte Kostenentwicklung im Bereich der Erdarbeiten hin. Während der Zeit von 2015 bis 2023 stiegen die Preise sowohl im Wohngebäude- als auch im Straßenbaubereich erheblich an, wobei die jährlichen Kostensteigerungen bei über sieben Prozent lag. Zusammenfassend ergibt sich ein Kostenanstieg innerhalb von acht Jahren ab dem Jahr 2015 von 55,90 Prozent für Wohngebäude respektive 52,50 Prozent für den Straßenbau.

Besonders bemerkenswert sind die drastischen prozentualen Kostensprünge ab dem Jahr 2020, die eine Verschärfung der Kostenentwicklung verdeutlichen. Ein interessanter Zusammenhang zeigt sich bei der Betrachtung der Entsorgungskapazitäten und deren Auswirkungen auf die Preisindizes für Bauleistungen. Es ist feststellbar, dass sich die Entsorgungslage in den untersuchten Regionen Deutschlands von 2015 bis 2020 zunehmend verschärft hat. Diese Verschärfung korreliert deutlich mit den massiven Kostenanstiegen im Bereich der Erdarbeiten, was darauf hindeutet, dass die Entsorgungsproblematik einen signifikanten Einfluss auf die Kostenentwicklung im Baugewerbe ausübt. Experten der Ingenieurgesellschaft Prof. Burmeier aus Niedersachsen sehen das Aufkommen an nicht oder mäßig belasteten mineralischen Bauabfällen und die knappen Verwertungskapazitäten und Deponievolumen als bestimmend für die Preisentwicklung in den kommenden Jahre.³¹⁰

4.2.3 Vergleich der aktuellen Entsorgungskosten

Nachdem die Bedeutung der Entsorgungsleistungen im Verhältnis zu den Gesamtbaukosten eines Bauwerks betrachtet wurde und die Entwicklung der Preise im Bereich des Erdbaus festgestellt wurde, liegt der Fokus nun darauf, die gegenwärtige Situation und Kostenstruktur für Entsorgungsleistungen in den fünf bauwirtschaftlich führenden Bundesländern Deutschlands zu analysieren. Wie bereits in Kapitel 4.2.2 aufgezeigt wurde, besteht eine Korrelation zwischen dem Anstieg der Kosten und der verschärften Entsorgungssituation. Der folgende Abschnitt der Studie untersucht mittels eines Vergleichs von Entsorgungspreisen aus verschiedenen Regionen Deutschlands, ob ein Zusammenhang zwischen regionalen Engpässen an Deponievolumina und den Preisen für Entsorgungsleistungen valide belegt werden kann.

Die Erfassung der Entsorgungspreise erwies sich aufgrund verschiedener Umstände als anspruchsvoll. Während der Anfrage bei Entsorgungsbetrieben stellte sich heraus, dass diese häufig nur tagesaktuelle und projektbezogene Preise bereitstellen können, was eine umfassende Bepreisung aller Entsorgungsklassen erschwert. Ursprünglich

³¹⁰ Vgl. (Burmeier & Rüpke, 2020), S. 61.

sollte eine Preisanfrage für alle Materialklassen in den fünf bauwirtschaftlich bedeutendsten Bundesländern mittels einer Umfrage durch Herrn Sascha Wiehager vom Institut der Deutschen Bauwirtschaft und Herrn Dirk Stern vom Hauptverband der Deutschen Bauindustrie erfolgen. Jedoch wurde aufgrund der Komplexität und des zeitlichen Aufwands von einer Durchführung im Rahmen dieser Studie abgesehen und ein alternativer Ansatz angestoßen. In diesem alternativen Ansatz wurden anhand objektiver Kriterien wie Reputation, Referenzen, Qualifikationen und Branchenerfahrung je ein Entsorgungsfachbetrieb in den fünf wirtschaftlich stärksten Bundesländern ausgewählt und nach aktuellen Entsorgungspreisen befragt. Die daraus gewonnenen Ergebnisse wurden anschließend in einer Tabelle zusammengefasst.

*Tabelle 11 Preise für die Anlieferung von Bau- und Abbruchabfällen in Deutschland [€/t]
[Eigene Darstellung, 10.05.2024]*

Bundes- land	Preise für die Anlieferung von Bau- und Abbruchabfällen [€/t]					
	Stand: Mai 2024					
	Abfallart AVV 17	Verwertung / Beseitigung				
Bayern 311	Bauschutt AVV 17 01	<u>Klasse 1:</u> 18,10 €/t	<u>Klasse 2:</u> 75,00 €/t	<u>Klasse 3:</u> 135,00 €/t	<u>Klasse 4:</u> 315,00 €/t	
	Straßenaufbruch AVV 17 03	<u>teerfrei:</u> 48,00 €/t		<u>teerhaltig:</u> Auf Anfrage		
	Bodenaushub AVV 17 05	<u>Z0:</u> 11,40 €/t	<u>Z1:</u> Auf Anfrage	<u>Z2:</u> Auf Anfrage	<u>DK0:</u> Auf Anfrage	<u>DK1:</u> Auf Anfrage
Nord- rhein- Westfalen 312	Bauschutt AVV 17 01	<u>Klasse 1:</u> 15,00 €/t	<u>Klasse 2:</u> 40,50 €/t	<u>Klasse 3:</u> 85,00 €/t	<u>Klasse 4:</u> Auf Anfrage	
	Straßenaufbruch AVV 17 03	<u>teerfrei:</u> 15,00 €/t		<u>teerhaltig:</u> 58,00 €/t		
	Bodenaushub AVV 17 05	<u>bis Z2:</u> 17,00 €/t			<u>DK0:</u> Auf Anfrage	<u>DK1:</u> Auf Anfrage

³¹¹ Vgl. (Redaktion Brutscher GmbH & Co. KG, 2024).

³¹² Vgl. (Redaktion B+R Baustoff-Handel und Recycling, 2023).

Baden- Württem- berg 313	Bauschutt AVV 17 01	<u>Klasse 1:</u> 43,00 €/t	<u>Klasse 2:</u> 53,00 €/t	<u>Klasse 3:</u> 80,00 €/t	<u>Klasse 4:</u> Auf Anfrage	
	Straßenaufbruch AVV 17 03	<u>teerfrei:</u> 37,50 €/t		<u>teerhaltig:</u> 95,00 €/t		
	Bodenaushub AVV 17 05	<u>Z0:</u> 26,20 €/t	<u>Z1:</u> 35,00 €/t	<u>Z2:</u> 46,00 €/t	<u>DK0:</u> 65,00 €/t	<u>DK1:</u> 100,00 €/t
Nieder- sachsen 314 & 315	Bauschutt AVV 17 01	<u>Klasse 1:</u> 13,30 €/t	<u>Klasse 2:</u> 18,63 €/t	<u>Klasse 3:</u> Auf Anfrage	<u>Klasse 4:</u> Auf Anfrage	
	Straßenaufbruch AVV 17 03	<u>teerfrei:</u> Auf Anfrage		<u>teerhaltig:</u> 104,00 €/t		
	Bodenaushub AVV 17 05	<u>Z0:</u> 13,70 €/t	<u>Z1:</u> 20,48 €/t	<u>Z2:</u> 27,47 €/t	<u>DK1:</u> 45,38 €/t	<u>DK2:</u> 60,81 €/t
Sachsen 316	Bauschutt AVV 17 01	<u>Klasse 1:</u> 24,00 €/t	<u>Klasse 2:</u> 38,00 €/t	<u>Klasse 3:</u> 48,00 €/t	<u>Klasse 4:</u> Auf Anfrage	
	Straßenaufbruch AVV 17 03	<u>teerfrei:</u> 15,00 €/t		<u>teerhaltig:</u> Auf Anfrage		
	Bodenaushub AVV 17 05	<u>bis Z2:</u> 28,00 €/t			<u>DK0:</u> Auf Anfrage	<u>DK1:</u> Auf Anfrage

Die Auswertung der erhobenen Preise aus der Tabelle 11 erfolgt getrennt nach den jeweiligen Abfallarten. Bei der Analyse des Bauschutts zeigt sich, dass die Preise der untersten Klasse 1 relativ gleichmäßig im Bereich von 15 bis 24 Euro pro Tonne liegen, wobei Baden-Württemberg mit einem Entsorgungspreis von 43 Euro pro Tonne eine Ausnahme darstellt. Im Bereich der restlichen Bauschuttklassen sind deutlich unterschiedliche Preise erkennbar. Es ist jedoch auffällig, dass sich die Preisspanne in einem Bereich von 40 bis 75 Euro pro Tonne bewegt. Diese großen Preisdifferenzen werden auf die unterschiedlichen Annahmekriterien der Entsorgungsbetriebe zurückgeführt.

³¹³ Vgl. (Redaktion Recycling-Center Stein, 2022).

³¹⁴ Vgl. (Burmeier & Rüpke, 2020), S. 63.

³¹⁵ Vgl. (Redaktion Recycling Park Harz GmbH, 2024).

³¹⁶ Vgl. (Redaktion Sieber Recycling & Containerdienst, 2024).

Im Bereich des Straßenaufbruchs fällt auf, dass teerfreies Material in Sachsen und Nordrhein-Westfalen zu einem Preis von 15 Euro pro Tonne entsorgt werden kann, während in Bayern und Baden-Württemberg bis zu 48 Euro pro Tonne anfallen. Die Entsorgungskosten für teerhaltigen Straßenaufbruch sind in Baden-Württemberg und Niedersachsen mit knapp 100 Euro pro Tonne am höchsten, während Nordrhein-Westfalen mit 58 Euro pro Tonne deutlich günstiger ist.

Bei alleiniger Betrachtung der Entsorgungspreise der zwei Abfallarten Bauschutt und Straßenaufbruch ist erkennbar, dass diese Abfälle in dem Bundesland Nordrhein-Westfalen am günstigsten zu entsorgen sind. Gleichzeitig ist Nordrhein-Westfalen auch das Bundesland mit den größten Kapazitäten zur Verwertung und Deponierung von Abfällen. Dieser Trend bestätigt sich auch bei der Analyse der Abfallart Bodenaushub.

Im Bundesland Bayern gestaltete sich die Recherche nach Entsorgungspreisen sehr schwierig. Die ausgewählten Entsorgungsfachbetriebe konnten lediglich den Preis zur Entsorgung von Z0 Material bekannt geben. Aufgrund großer Preisschwankungen höherer Einbauklassen wurden keine weiteren Preise angeboten. Die Entsorgungspreise in den Bundesländern Sachsen und Niedersachsen sind mit bis zu knapp 30 Euro pro Tonne für die Entsorgung von Bodenaushub bis zu der Einbauklasse Z2 auf einem gleichen Niveau. Wesentlich höhere Entsorgungspreise zeigen sich in Baden-Württemberg. Hier beginnt die unterste Einbauklasse bereits bei über 26 Euro pro Tonne. Bodenmaterial der Einbauklasse Z2 kann zu 46 Euro pro Tonne entsorgt werden. Der Spitzenwert dieser Betrachtung wurde jedoch für den Aushub der Deponieklasse DK1 in Baden-Württemberg ermittelt. Die reinen Entsorgungskosten werden hier mit bis zu 100 Euro pro Tonne angegeben.

In Baden-Württemberg fallen gemäß dieser Untersuchung die höchsten Entsorgungskosten an. Die Bundesländer Niedersachsen und Sachsen hingegen liegen auf einem sehr ähnlichen, aber im Vergleich mit Nordrhein-Westfalen hohen Preisniveau. Bayern hat nur begrenzte Informationen zu den Kosten für die Bodenaushubentsorgung bereitgestellt, was ebenfalls auf Unsicherheiten im Entsorgungsbereich hindeutet. Nordrhein-Westfalen hingegen präsentiert sich als das günstigste Bundesland für die Entsorgung von Bau- und Abbruchabfällen.

Der Vergleich der aktuellen Entsorgungspreise als Kriterium zur Beurteilung der ökonomischen Auswirkungen des Deponieraummangels hat die bestehenden Vermutungen bestätigt. Seit dem Jahr 2015 findet eine Veränderung aus ökonomischer Sicht im Entsorgungsbereich statt, welche sich in einem Anstieg der Entsorgungspreise zeigt. Des Weiteren sind die Regionen und Bundesländer Deutschlands mit den geringsten Kapazitäten an Entsorgungsstätten gleichzeitig auch die Regionen mit den höchsten Preisen zur Entsorgung von Bau- und Abbruchabfällen.

4.3 Soziale Nachhaltigkeit

Im abschließenden Kapitel der Betrachtung zur Nachhaltigkeit wird die Erfassung der sozialen Auswirkungen des Entsorgungsproblems behandelt. Im Gegensatz zur Analyse ökologischer und ökonomischer Nachhaltigkeitsaspekte erlauben es die sozialen Faktoren lediglich, objektiv vom Autor beschrieben zu werden. Die Informationsgrundlage für die sozialen Auswirkungen wurde mittels Interviews mit Bauunternehmen, Deponiebetreibern und Fachexperten erlangt und im Vergleich zu den allgemeinen Kriterien für nachhaltiges Bauen ausgewertet.

Im Kontext der sozialen Nachhaltigkeit werden die sozialen sowie funktionalen Dimensionen der Wechselwirkung zwischen der Entsorgung von Bauabfällen und der Gesellschaft als Ganzes betrachtet. Diese umfassen Aspekte wie das Sicherheitsempfinden, Schallschutz, Emissionsschutz, Lebensraumqualität und Arbeitsbedingungen, die aus der Entsorgung von Bauabfällen resultieren.³¹⁷

Zu Beginn der Analyse der sozialen Nachhaltigkeitsaspekte ist es von grundlegender Bedeutung anzumerken, dass Abfall und Deponien in der breiten gesellschaftlichen Wahrnehmung stark negativ konnotiert sind, da sie unmittelbar mit Gefahren assoziiert werden.³¹⁸ Eine zentrale Herausforderung besteht daher in der Verbesserung des Sicherheitsempfindens im Kontext der Entsorgung von Bauschutt und Erdaushub. Insbesondere besteht Besorgnis hinsichtlich der Anreicherung von Schadstoffen im Grundwasser und im umliegenden Boden.³¹⁹ Der mit dem Transport von Abfällen verbundene Schwerlastverkehr verschärft diese Problematik durch Straßenschäden, Staubemissionen und Lärmbelastungen.

Die sozialen Auswirkungen dieser Problematik manifestieren sich in einem erheblichen Widerstand der Bevölkerung gegen die Genehmigung neuer Deponiestandorte. Diese ablehnende Haltung führt zu erheblichen Verzögerungen bei den Genehmigungsverfahren.³²⁰ Jedoch in dem Fall, dass keine neuen Deponien errichtet werden, führt dies zu einer deutlichen Zunahme des Schwerlastverkehrs an wenigen noch bestehenden Standorten. Diese Konzentration intensiviert die Umwelt- und Lärmbelastung für die dortigen Anwohner erheblich.

Elisa Korb, Forscherin an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg, identifiziert eine herausfordernde Problematik bezüglich der unzureichenden Würdigung des Themas Abfallmanagement und Deponieunterhaltung.³²¹ Die angemessene Unterhaltung und Bewirtschaftung einer Deponie erfordere ein hohes

³¹⁷ Vgl. (Friedrichsen, 2018), S. 237 ff.

³¹⁸ Vgl. (Redaktion Bauindustrieverband Niedersachsen-Bremen, 2021), S. 6.

³¹⁹ Vgl. (Siekemeyer, 2022), S. 14.

³²⁰ Vgl. (Redaktion Bauindustrieverband Niedersachsen-Bremen, 2021), S. 6.

³²¹ Vgl. (Korb, 2023), S. 8.

Maß an Wissen und an Verantwortung seitens der handelnden Akteure. Dennoch bestünde in der Gesellschaft eine weitverbreitete Abneigung gegenüber Deponien.³²²

„Häufig wird unterstellt, dass es sich bei Deponien um einfache Ablagerorte für Abfall handelt. Gerade in bevölkerungsreichen Gebieten, wo viel Abfall entsteht, stößt das Errichten einer Deponie auf Ablehnung, da das Landschaftsbild vermeintlich destruiert wird. Deutschland ist ein dicht bevölkertes Land, der Platz für Deponien ist hier beschränkt. Trotzdem möchte jeder eine sichere Abfallentsorgung haben, aber niemand möchte eine Deponie in seiner Umgebung.“³²³

Eine homogenere Verteilung von Deponien würde jedoch nicht nur zu einer Entlastung der betroffenen Gebiete führen, sondern auch zu einer Entzerrung der Schall- und Schadstoffemissionen beitragen. Eine ausgewogene Erweiterung des Deponienetzes, welche sowohl die Sicherheitsaspekte als auch den Schall- und Emissionsschutz berücksichtigt, ist folglich von herausragender Bedeutung für die soziale Nachhaltigkeit.

Neben den Themen Sicherheit, Schall- und Emissionsschutz stellt die aktuelle Situation auch für die Arbeitsbedingungen der Bau- und Transportunternehmen eine erhebliche Belastung dar. Wartezeiten sowohl auf Baustellen als auch an Deponien sind keine Seltenheit, sondern eher die Regel und können sich auf mehrere Stunden erstrecken.³²⁴

Petra Würtemberger, Geschäftsführerin eines mittelständischen Transportunternehmens in Hessen, berichtet von Transport- und Wartezeiten von insgesamt bis zu fünf Stunden:

„In den letzten Jahren hat sich die Dauer des gesamten Entsorgungsprozesses signifikant erhöht, was nicht nur bei den Beschäftigten Unmut hervorruft, sondern auch bei den Bauherren Frustration verursacht, da sich die Bauzeiten erhöhen.“³²⁵

Besonders problematisch ist, dass die Knappheit an Deponiekapazitäten in der Gesellschaft oft nicht ausreichend bekannt ist. Daher stoßen hohe Entsorgungspreise, lange Transportwege und verlängerte Bauzeiten auf Unverständnis. Die Abbildung 41 veranschaulicht die Warteschlangen, denen hessische Transportunternehmen bei der Anfahrt einer Deponie häufig ausgesetzt sind.

³²² Vgl. (Korb, 2023), S. 8.

³²³ (Korb, 2023), S. 8, Absatz 2, Zeile 12 – 17.

³²⁴ Vgl. (Würtemberger, 2024)

³²⁵ (Würtemberger, 2024), Interview vom 24. März 2024



Abbildung 41 Warteschlangen in hessischen Entsorgungsstätten (Würtemberger, 2024)

Eine weitere Konsequenz des Entsorgungsproblems liegt in der Beeinträchtigung des Wohnungsbaus. Die Schwierigkeiten der Bauunternehmen bei der ordnungsgemäßen Entsorgung von Bauschutt und Erdaushub führen zu längeren Bauzeiten und höheren Baukosten. Dies wird wiederum die Verfügbarkeit von Wohnraum einschränken und zu steigenden Mieten führen, was insbesondere einkommensschwache Bevölkerungsgruppen negativ beeinflussen könnte. Die Forderung der Bundesregierung nach der Schaffung bezahlbaren Wohnraums wird dadurch ebenfalls negativ beeinflusst.³²⁶

Darüber hinaus lässt sich bereits eine Veränderung in der Baustruktur von Einfamilienhäusern erkennen. Aufgrund der enormen Kosten für die Entsorgung von Bodenaushub entscheiden sich Familien häufig gegen den Bau eines Kellers.³²⁷

Abschließend ist festzustellen, dass im Bereich der sozialen Nachhaltigkeit eine Einschränkung der Lebensraumqualität aufgrund mangelnder Deponiekapazitäten auftreten kann. Fachleute erläutern, dass insbesondere in ländlichen Gebieten das Fehlen lokaler Entsorgungsmöglichkeiten oft zu illegalen Müllentsorgungspraktiken führt.³²⁸ Das Abladen von Bauschutt und Erdaushub an Waldrändern oder Feldern ist die Konsequenz daraus, dass es an einer angemessenen Feinstrukturierung der Entsorgungseinrichtungen mangelt und die ungenehmigte Beseitigung von Abfällen für viele als einfache und kostengünstige Alternative scheint. Allerdings erfolgt diese oft unter unkontrollierten Bedingungen, was zu einer Verschlechterung der Lebensraumqualität und zu erhöhten Umweltbelastungen führen kann.³²⁹ Die Erweiterung von kontrollierten und regional zugänglichen Entsorgungsanlagen trägt daher dazu bei, die landschaftliche Ästhetik zu erhalten und illegale Müllablagerungen zu reduzieren.

Die Erweiterung der Nachhaltigkeitsbetrachtung um die objektive Beschreibung sozialer Aspekte der Entsorgungssituation verdeutlicht die direkte Verbindung des Entsorgungsproblems mit der Gesellschaft und zeigt, dass die Notwendigkeit einer Lösungsfindung von allgemeinem gesellschaftlichem Interesse sein müsste.

³²⁶ (Siekemeyer, 2022), S. 73.

³²⁷ (Siekemeyer, 2022), S. 69 ff.

³²⁸ Vgl. (Siekemeyer, 2022), S. 63.

³²⁹ Vgl. (Siekemeyer, 2022), S. 63.

Die Analyse der Entsorgungssituation aus ökologischer, ökonomischer und sozialer Perspektive schält die erheblichen negativen Auswirkungen der gegenwärtigen Entsorgungspraxis hervor. Das Prinzip der Nachhaltigkeit, welches darauf abzielt, den aktuellen Anforderungen einer Gesellschaft gerecht zu werden, ohne die Potenziale kommender Generationen zu beeinträchtigen, wird in keiner der drei Dimensionen erfüllt. Die aktuelle Entsorgungssituation ist gekennzeichnet durch hohe Treibhausgasemissionen, massive Kostensteigerungen und sozial schwerwiegende Folgen. Wirtschaftliche, umweltbezogene und soziale Ziele können bei Fortbestehen des aktuellen Entsorgungsverhaltens weder vorangetrieben noch eingehalten werden.