

2 Nachhaltigkeit im Bauwesen

In Anbetracht der ökologischen Auswirkungen, die durch die Bauindustrie verursacht werden, wird zunehmend die Forderung nach einer nachhaltigen Entwicklung dieser Branche laut. Schlüsselbegriffe wie nachhaltiges Bauen, „Green Buildings“, Kreislaufwirtschaft und Ressourcenschutz prägen sämtliche Ebenen des bauwirtschaftlichen Handelns. In den Frühphasen des Bauens bestimmten Natur und Standort die Auswahl der Baumaterialien. Dort, wo reichlich Wald vorhanden war, entstanden Holzhäuser, in felsigen Gebieten wurden Steinbauten errichtet und in kalten Regionen nutzte man Eisblöcke zum Bau von Iglus. Zu jener Zeit entstanden viele kleine Häuser, während im 21. Jahrhundert Menschen in Hochhäusern mit 40 bis 50 Stockwerken übereinander leben. Liegt nicht in diesem früheren Baustil eine wesentlich umweltfreundlichere Praxis im Vergleich zu unserer gegenwärtigen Vorgehensweise? Steht Nachhaltigkeit respektive die nachhaltige Entwicklung des Bausektors möglicherweise für eine Rückbesinnung auf die Ursprünge des Bauens? Die Beantwortung dieser Fragen erfordert eine eingehende Analyse des Begriffs Nachhaltigkeit und seiner historischen Entwicklung.

2.1 Der Begriff Nachhaltigkeit

In der Literatur finden sich mehrere Definitionen für das Wort Nachhaltigkeit.

„Nachhaltigkeit – eine längere Zeit anhaltende Wirkung“³²

„forstwirtschaftliches Prinzip, nach dem nicht mehr Holz gefällt werden darf, als jeweils nachwachsen kann.“³³

„Bei allem, was man tut, das Ende zu bedenken, das ist Nachhaltigkeit.“³⁴

Die Weltkommission für Umwelt und Entwicklung (Brudtland-Kommission) erklärt das Wort Nachhaltigkeit im Jahr 1987 wie folgt:

„Sustainable development meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs“.³⁵

Der Begriff „Nachhaltigkeit“ oder „nachhaltige Entwicklung“ repräsentiert die geläufige Übersetzung des englischen Ausdrucks „sustainable development“ oder auch „sustainability“ und beschreibt eine Entwicklung, welche den gegenwärtigen Anforderungen gerecht wird, ohne dabei die Potenziale kommender Generationen zu beeinträchtigen.³⁶

³² (Dudenredaktion, 2023), Suchwort: „Nachhaltigkeit“.

³³ (Dudenredaktion, 2023), Suchwort: „Nachhaltigkeit“.

³⁴ (Schweitzer, 2010)

³⁵ (World Commission on Environment and Development, 1987), S. 1.

³⁶ Vgl. (Friedrichsen, 2018), S. 9.

Es lässt sich folglich konkludieren, dass der Begriff Nachhaltigkeit im Wesentlichen zwei bedeutende Aspekte umfasst. Zum einen verweist er auf eine anhaltende Wirkung und zum anderen bezieht er sich auf einen bewussten Umgang mit begrenzten Ressourcen.

Nach der UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung im Jahr 1992 in Rio de Janeiro wandelte sich das Konzept der Nachhaltigkeit im allgemeinen Sprachgebrauch erneut. Nachhaltigkeit umfasst nunmehr nicht nur den langfristigen Schutz von Umwelt und Ressourcen, sondern erstreckt sich auch über die Verwirklichung sozialer und ökonomischer Ziele. Eine nachhaltige Entwicklung gründet demnach stets auf drei Dimensionen: der Ökologischen, der Ökonomischen und der Sozialen.³⁷

2.2 Geschichte der Nachhaltigkeit

Erstmals wurde der Begriff respektive das Verhaltensprinzip im deutschen Sprachgebrauch im 18. Jahrhundert von einem sächsischen Berghauptmann aufgegriffen. Hans-Karl von Carlowitz manifestierte 1713 in seinem Werk „Silvicultura oeconomica – hauswirtschaftliche Nachricht und Naturmäßige Anweisung zur wilden Baumzucht“ aufgrund der zunehmenden Abholzung von Wäldern eine Regel der Nachhaltigkeit. Gemäß dieser Regel darf nur so viel Holz geschlagen werden, wie nachwachsen kann. Carlowitz erkannte die Endlichkeit der Ressourcen und legte den Grundstein für ein sich selbst erhaltendes Wirtschaftssystem. Das Ziel bestand darin, durch planmäßige Nutzung und Aufforstung die Waldflächen konstant zu halten. Der Verwaltungsbeamte beschäftigte sich eingehend mit der Frage der Holzversorgung des Bergbaus und hegte ernste Besorgnis vor einem drohenden Holzmangel. Das Nachhaltigkeitsdenken von Carlowitz zeichnete sich durch die Optimierung der Ressourcennutzung, einen vernunftgeleiteten Waldanbau und eine verstärkte Wechselwirkung zwischen Menschen und Natur aus. Bereits im 18. Jahrhundert unterbreitete Hans-Karl von Carlowitz Vorschläge für effiziente Maßnahmen im Umgang mit dem Holzbestand. Hierzu gehörte beispielsweise die Entwicklung energiesparender Schmelzöfen sowie die Herstellung von wärmeisolierten Außenwänden von Gebäuden. In den darauffolgenden Jahren wurde das Konzept der Nachhaltigkeit von den Forstakademien aufgegriffen und kontinuierlich verfeinert.³⁸

Aus der forstwirtschaftlichen Wiege geboren, ging das Verhaltensprinzip in den darauffolgenden Jahren scheinbar komplett verloren. Erst Anfang der siebziger Jahre des 20. Jahrhunderts wurde das Thema neu aufgegriffen und global zur Sprache gebracht.

³⁷ Vgl. (Friedrichsen, 2018), S. 10.

³⁸ Vgl. (Müller, 2014), S. 4.

Die Industrialisierung, die verheerenden Zerstörungen des zweiten Weltkrieges und der enorme wirtschaftliche Aufschwung in den Nachkriegsjahren brachte als negative Folgeerscheinung starke Umwelt- und Naturprobleme mit sich. Infolgedessen entstand ein Umdenken in der Koexistenz von Menschen und Natur. Im Jahre 1972 wurde die Thematik neu aufgegriffen und der Beginn einer globalen Umweltschutzpolitik proklamiert. Startpunkt für diese länderübergreifende Politik war die Gründung des „UNEP – U.N. Environment Programme“. ³⁹

Parallel dazu veröffentlichte der Club of Rome im gleichen Jahr den Bericht „Die Grenzen des Wachstums“, der das Erreichen der Wachstumsgrenze der Weltwirtschaft innerhalb der nächsten 100 Jahre prognostizierte, sofern das Verhältnis zwischen Mensch und Natur unverändert bliebe.

Im Jahr 1983 gründeten die Vereinten Nationen die „Weltkommission für Umwelt und Entwicklung“ (engl. „WCED – World Commission on Environment and Development“) und sorgten für ein weiteres Umdenken im Verständnis von Umwelt und Nachhaltigkeit. Die Kommission veröffentlichte in den Folgejahren einen Bericht mit dem Titel „Our Common Future“, ebenfalls bekannt als „Brudtland-Report“ und stellte damit die Weichen für die 1992 stattfindende UNO-Konferenz in Rio de Janeiro. An dieser Begegnung nahmen rund 10.000 Delegierte aus 178 Ländern teil. Erstmals in der Geschichte der Menschheit konferierten Vertreter nahezu aller bedeutender Staaten über das Thema Umwelt und Entwicklung. Nennenswerte Ergebnisse der Versammlung waren zwei internationale Abkommen, zwei Grundsatzserklärungen und das Aktionsprogramm Agenda 21. Die Agenda 21 ist ein umweltpolitisches Entwicklungsprogramm mit exakten Handlungsempfehlungen für eine weltweite, nachhaltige Entwicklung im 21. Jahrhundert. Armutsbekämpfung, nachhaltige Bewirtschaftung der natürlichen Ressourcen oder die Reduzierung des Treibhauseffektes sind Ziele, die in der Tagesordnung betont wurden. ⁴⁰

Weitere historische Meilensteine waren die Klimakonferenz in Kyoto 1997, der Millennium-Gipfel 2000 in New York und der Weltgipfel für Nachhaltige Entwicklung 2002 in Johannesburg. Letzterer diente vor allem dazu, die Ergebnisse der Agenda 21 zu bilanzieren und neue Ziele zu definieren. Im Jahr 2015 wurde auf der UN-Klimakonferenz in Paris das Pariser Klimaschutzabkommen verabschiedet. Die Mitgliedsstaaten verpflichteten sich völkerrechtlich dazu, die Erderwärmung im Vergleich zum vorindustriellen Niveau auf 2,0 °C bis 1,5 °C zu begrenzen. Zusätzlich einigten sich die 193 Mitglieder im Rahmen der Agenda 2030 auf 17 globale Nachhaltigkeitsziele.

³⁹ Vgl. (Friedrichsen, 2018), S. 10.

⁴⁰ Vgl. (Friedrichsen, 2018), S. 11

le mit 169 Unterzielen, bekannt als die „17 Sustainable Development Goals (SDGs)\", die bis 2030 umgesetzt werden sollen.⁴¹

Analog zu der erläuterten politischen Entwicklung der Nachhaltigkeit verhält sich auch die Entstehung der nationalen Gesetzgebung in den Bereichen Abfallentsorgung und Kreislaufwirtschaft. Die erste bundeseinheitliche Regelung wurde durch die Verabschiedung des Abfallbeseitigungsgesetzes (AbfG) im Jahre 1972 geschaffen. Vorrangiges Ziel war die schadlose Beseitigung von Abfällen, der Schutz von Natur und Grundwasser, die Schließung einer Vielzahl kleiner Müllkippen sowie die Einführung geordneter Entsorgungsanlagen.⁴² Es wird deutlich, dass die internationalen Bestrebungen für einen nachhaltigen Umgang mit der Umwelt zeitgleich auch in Deutschland Anwendung fanden.

Von entscheidender Bedeutung für das nationale Recht ist zudem die im Jahr 1975 erlassene Abfallrahmenrichtlinie der Europäischen Union. Diese verpflichtet die Mitgliedsstaaten durch geeignete Maßnahmen zur Reduzierung der Abfallerzeugung sowie zur fortschreitenden Verwertung und Wiederverwendung.⁴³

In den siebziger und achtziger Jahren unterzog sich das Abfallbeseitigungsgesetz zahlreichen Änderungen, darunter die Regelung der grenzüberschreitenden Abfallverbringung. In der vierten Novelle des Abfallbeseitigungsgesetzes von 1986 wurden neue Ziele zur Verwertung und Abfallvermeidung definiert, woraus ein neues Abfallgesetz hervorging. Dieses überarbeitete Abfallgesetz bildete in den darauffolgenden Jahren die Grundlage für die Entstehung des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes (KrW-/AbfG).⁴⁴

Grundlage für diese jüngste Novellierung bildete das Bestreben der Bundesregierung, die Kreislaufwirtschaft als bedeutendes Instrument zur nachhaltigen Nutzung endlicher Ressourcen in Industrie, Gewerbe und Handel zu etablieren. Das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz, das im Wesentlichen am 01.06.1996 in Kraft trat, integrierte darüber hinaus europarechtliche Ergänzungen aus der Abfallrahmenrichtlinie.

Im Bestreben, den Schutz von Umwelt und menschlicher Gesundheit weiter zu intensivieren, erfolgte im Jahr 2008 die Überarbeitung der Abfallrahmenrichtlinie (Richtlinie 2008/98/EG über Abfälle), die erstmals 1975 eingeführt wurde. Dabei wurden bestimmte Leitlinien aufgehoben und neue Vorgaben zur Umstellung auf eine Kreislaufwirtschaft festgelegt. Das Inkrafttreten dieser Richtlinie markierte den Beginn des zentralen Gesetzes im deutschen Abfallrecht, dem Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG).⁴⁵

⁴¹ Vgl. (Friedrichsen, 2018), S. 11.

⁴² Vgl. (Kranert, 2017), S. 14.

⁴³ Vgl. (Kranert, 2017), S. 14.

⁴⁴ Vgl. (Kranert, 2017), S. 15.

⁴⁵ Vgl. (Kranert, 2017), S. 23.

Das Kreislaufwirtschaftsgesetz repräsentiert eine weitere Aktualisierung des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes von 1996 und trat am 01.06.2012 in Kraft. Dabei stand die Nachschärfung der Abfallhierarchie im Fokus dieser Neugestaltung. Das oberste Ziel des Kreislaufwirtschaftsgesetzes besteht darin, die Deponierung von Abfällen zu minimieren. An zweiter Stelle rangiert die Wiederverwendung, gefolgt von der stofflichen Verwertung beziehungsweise dem Recycling und zuletzt die Beseitigung.⁴⁶

Von hoher Aktualität ist die Einführung der Ersatzbaustoffverordnung (EBV). Diese Verordnung wurde am 09.07.2021 erlassen und trat am 01.08.2023 in Kraft. Mit ihrer Implementierung wurden bundeseinheitliche und rechtsverbindliche Standards für die Herstellung und den Einbau mineralischer Ersatzbaustoffe etabliert. Die Auswirkungen dieser Verordnung erstrecken sich maßgeblich auf die Entsorgung von Bauschutt und Erdaushub.⁴⁷

Die Analyse der historischen Entwicklung der Nachhaltigkeit verdeutlicht, dass das deutsche Abfallrecht zeitgleich mit den internationalen Bemühungen für mehr Klima- und Umweltschutz entstanden ist. Bedeutende internationale Beschlüsse und Konferenzen dienten als Auslöser für die Anpassung oder Neugestaltung des geltenden Abfallrechts. Diese Zusammenhänge werden durch die Gegenüberstellung in Abbildung 2 untermauert.

⁴⁶ Vgl. (Kranert, 2017), S. 23.

⁴⁷ Vgl. (Dihlmann & Susset, 2022), Vorwort S. V.

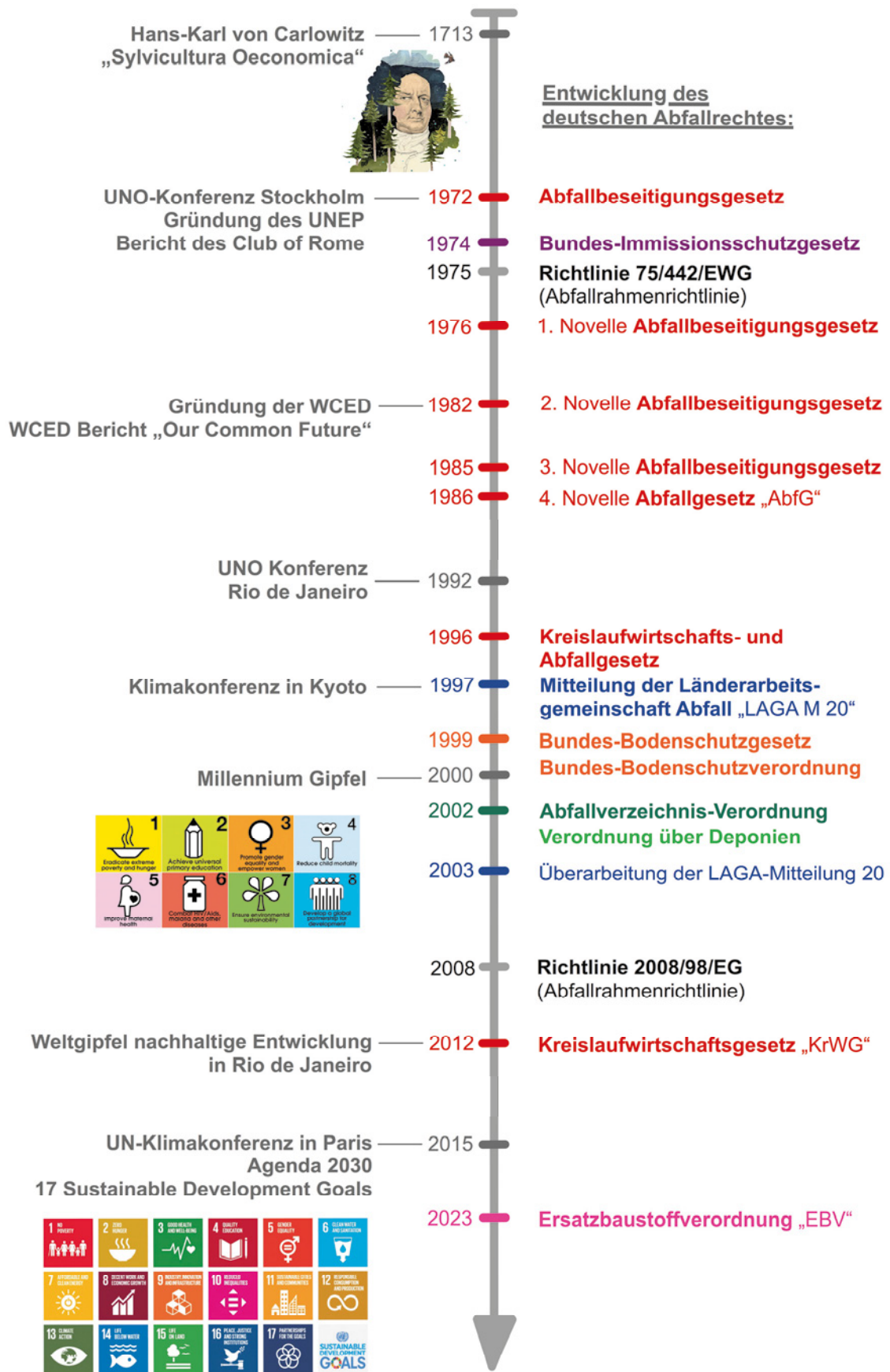


Abbildung 2 Historie der Nachhaltigkeit im Vergleich zur Entwicklung des deutschen Abfallrechtes [Eigene Darstellung, 14.03.2024]

2.3 Die drei Säulen der Nachhaltigkeit

Das Drei-Säulen-Modell der Nachhaltigkeit ist konstituiert auf der Ansicht, dass sich nachhaltiges Handeln immer gleichberechtigt und gleichermaßen aus den Bereichen Ökologie, Ökonomie und Sozialem zusammensetzen muss. Die drei Dimensionen Umweltschutz, soziale Verantwortung und wirtschaftliche Stabilität bilden das Rahmenwerk, um eine ausgewogene und zukunftsfähige Entwicklung zu gewährleisten. Die Idee von diesem Nachhaltigkeitsverständnis wurde in den 1990er Jahren entwickelt und erstmals als Modell auf dem Weltgipfel in Johannesburg im Jahr 2002 präsentiert. Die drei Säulen dienen als Grundlage für Unternehmen und Staaten, an derer sie Leitlinien für nachhaltiges Handeln und Politik formulieren können.⁴⁸ Im weiteren Verlauf der Studienarbeit werden diese drei Säulen genauer betrachtet, um ihre individuellen Bedeutungen und ihre Wechselwirkungen im Kontext nachhaltiger Entwicklung zu erklären. Zudem bildet die Analyse ökologischer, ökonomischer und sozialer Auswirkungen den Kern der empirischen Untersuchung. Anhand dieser Kriterien wird die Entsorgungssituation von Bauschutt und Erdaushub in verschiedenen Bundesländern bewertet und analysiert.

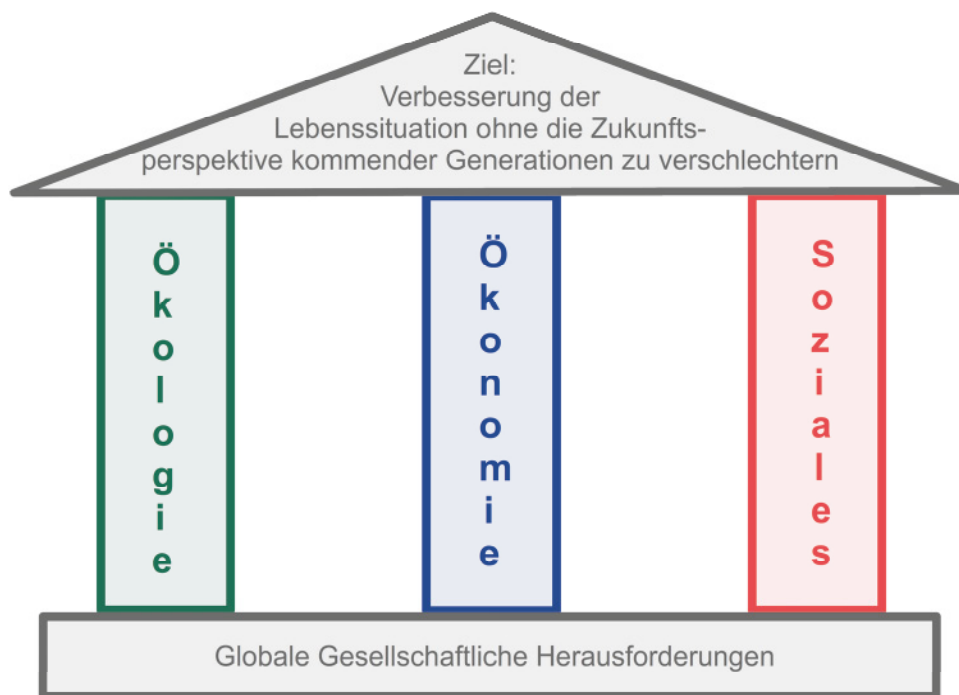


Abbildung 3 Das Drei-Säulen-Modell der Nachhaltigkeit [Eigene Darstellung, 14.03.2024]

Grundlegend gilt für das Verständnis des Modells, dass die drei Bereiche als gleichrangige Dimensionen angesehen werden. Das Ziel besteht darin, die Lebenssituation der heutigen Generationen zu verbessern ohne die Zukunftsperspektive der kommenden Generationen zu verschlechtern. Globale gesellschaftliche Herausforderungen müssen gleichwertig aus den drei Perspektiven Ökologie, Ökonomie und Soziales be-

⁴⁸ Vgl. (Friedrichsen, 2018), S. 10.

trachtet und analysiert werden. Nur, wenn wirtschaftliche, umweltbezogene und soziale Ziele parallel vorangetrieben, sichergestellt und verbessert werden, steigert sich die Leistungsfähigkeit einer Gesellschaft.⁴⁹

Im Folgenden sollen die genannten Säulen respektive Dimensionen kurz erörtert werden:

1. Ökologische Nachhaltigkeit:

Über einen langen Zeitraum hinweg fokussierten sich die Diskussionen über Nachhaltigkeit in erster Linie auf die ökologische Säule. Der Ursprung dieser Debatten reicht zurück in die Zeit, als erkannt wurde, dass die wachsende Industrialisierung eine übermäßige Beanspruchung der Wälder zur Folge hatte. Die dringende Notwendigkeit eines nachhaltigen Waldbaus wurde evident, um einer Ausnutzung der Wälder entgegenzuwirken. Die ökologische Nachhaltigkeit unterstreicht vor allem die grundlegende Idee, die Natur nicht rücksichtslos auszubeuten. Eine nachhaltige Lebensweise im ökologischen Kontext bedeutet somit, natürliche Ressourcen lediglich in einem Maße zu nutzen, wie sie sich eigenständig regenerieren können. Diese Säule steht folglich für einen bewussten Umgang mit Wasser, Energie und begrenzten Ressourcen. Darüber hinaus symbolisiert sie den Schutz der Artenvielfalt sowie die Pflege von Kultur- und Landschaftsräumen. Die bis weit ins 20. Jahrhundert anhaltende, rein ressourcenorientierte Auslegung der Nachhaltigkeit, die mit dieser Säule verbunden ist, offenbarte sich jedoch nach und nach als unzureichende Betrachtungsweise umweltpolitischer Herausforderungen. Folglich entstanden zwei weitere Dimensionen zur Auslegung der Nachhaltigkeit.⁵⁰

Zu den zentralen ökologischen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts zählen die Klimaerwärmung, der Verlust an Arten- und Landschaftsvielfalt sowie der Konsum nicht erneuerbarer Ressourcen. Insbesondere das Bauwesen übt einen erheblichen Einfluss auf die ökologische Säule aus. Über Themenfelder wie die Baustoffauswahl, die Implementierung von Kreislaufwirtschaftsprinzipien, die Wasserversorgung, die Bodenentsiegelung oder die Inanspruchnahme von Flächen tritt die Bauindustrie maßgeblich in diesen Bereich.

2. Ökonomische Nachhaltigkeit:

Wie bereits erörtert, hat die ökonomische Säule erst vor wenigen Jahren Eingang in das Verständnis von Nachhaltigkeit gefunden. Nach der Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro im Jahr 1992 wurde ein Ausgleich zwischen wirtschaftlichen Interessen und umweltpolitischen Zielen gefordert. Die ökonomische Nachhaltigkeit verlangt seitdem nach einem „guten“ Wirtschaften, das eine

⁴⁹ Vgl. (Meffert, et al., 2014), S. 7.

⁵⁰ Vgl. (Meffert, et al., 2014), S. 8.

langfristige Grundlage für Gewinn und Wohlstand schafft. Eine Gesellschaft sollte keinesfalls über ihre Verhältnisse leben, da dies zwangsläufig zu Beeinträchtigungen für die nachfolgenden Generationen führt. Wenn eine Wirtschaftsweise dauerhaft betrieben werden kann, ist sie aus ökonomischer Sicht nachhaltig.⁵¹

Die jüngsten globalen Entwicklungen im Verlauf der 20er Jahre des 21. Jahrhunderts werfen jedoch zahlreiche ökonomische Herausforderungen auf. Die Instabilität des Geldwerts und der Finanzmärkte, das Ungleichgewicht in der Außenwirtschaft, Staatsverschuldungen, globale Abhängigkeiten und die rückläufige Entwicklung auf dem Arbeitsmarkt sind Aspekte, die nachhaltiges Wirtschaften erschweren. Maßnahmen zur Förderung der Wirtschaftlichkeit im Bauwesen könnten beispielsweise die Optimierung der Planung, die Reduzierung der Lebenszykluskosten oder die Senkung der Baukosten sein.⁵²

3. Soziale Nachhaltigkeit:

In der Folge der „Rio-Konferenz“ hat sich der Begriff der Nachhaltigkeit nicht nur in die ökonomische Dimension ausgedehnt, sondern auch im Kontext des sozialen Miteinanders Fuß gefasst. Die Konzeption der sozialen Nachhaltigkeit berücksichtigt dabei die Organisation eines Staates oder einer Gesellschaft in einer Weise, die soziale Spannungen auf ein Minimum beschränkt. Es geht um die geordnete Koexistenz der Menschen in einem Staat und in der Gesellschaft. Ein Beispiel für die Förderung sozialer Nachhaltigkeit im Bauwesen ist die Integration einer Immobilie in ihre Umgebung oder die Verknüpfung von Wohnen, Arbeit und Freizeit. Die Säule der sozialen Nachhaltigkeit wird im 21. Jahrhundert vorrangig von Faktoren wie dem demografischen Wandel, sozialer Unsicherheit, Chancenungleichheit und dem Anstieg innerer und äußerer Konflikte beeinflusst.⁵³

Die Analyse des Drei-Säulen-Modells der Nachhaltigkeit verdeutlicht, dass der Begriff der Nachhaltigkeit in verschiedenen Bereichen eine weitreichende Bedeutung besitzt. Der Begriff hat im Laufe der Jahre einen Bedeutungswandel und damit einhergehend auch eine enorme Erweiterung erfahren. Beginnend als forstwirtschaftliches Verhaltensprinzip erstreckt sich seine Bedeutung heute auf sämtliche Bereiche der Umwelt-, Wirtschafts- und Gesellschaftspolitik. Im Hinblick auf das Themenfeld der vorliegenden Studienarbeit wird nach dieser allgemeinen theoretischen Grundlage der Blick auf das Bauwesen respektive auf das nachhaltige Bauen gerichtet. Der Fokus liegt hierbei speziell auf der Betrachtung des gesamten Lebenszyklus eines Bauwerkes. Besondere Aufmerksamkeit wird dabei einer oft vernachlässigten Phase gewidmet: der Nutzungsphase beziehungsweise der Entsorgung der Baumaterialien.

⁵¹ Vgl. (Meffert, et al., 2014), S. 8.

⁵² Vgl. (Meffert, et al., 2014), S. 8.

⁵³ Vgl. (Meffert, et al., 2014), S. 9.

2.4 Nachhaltiges Bauen

Vor dem Hintergrund der kontinuierlich wachsenden Dimensionen von Bauprojekten und dem voranschreitenden Ausbau der globalen Infrastruktur gewinnt die Notwendigkeit einer ressourcenbewussten Bauweise zunehmend an Bedeutung. Nachhaltigkeit betrifft im Bauwesen, wie auch in anderen Sektoren, nicht ausschließlich die ökologische Dimension, sondern berührt ebenso ökonomische und soziokulturelle Faktoren. Hierbei basiert das Konzept des nachhaltigen Bauens auf einer ganzheitlichen Betrachtung der ökologischen, ökonomischen und sozialen Auswirkungen auf Menschen und Natur.⁵⁴

Nachhaltiges Bauen erstreckt sich über sämtliche Lebensphasen eines Bauwerks, von der Planung über die Herstellung bis zur Nutzung und schließlich bis zur Demontage. Um ein Gebäude tatsächlich nachhaltig zu gestalten, zu bauen und zu nutzen, bedarf es einer umfassenden und durchdachten Planung, die von Anfang an alle relevanten Bereiche einbezieht. Eine erfolgreiche Umsetzung ressourceneffizienten Bauens erfordert das Verständnis des Lebenszyklus und somit auch der Wiederverwendbarkeit eines Bau- und Werkstoffes. Mineralische Baustoffe durchlaufen ähnliche Lebensphasen wie das gesamte Bauwerk. Ausgangspunkt ist die Gewinnung als natürlicher Rohstoff, gefolgt von der entsprechenden Aufbereitung für die Verwendung. Während der Nutzungsphase sind sie im Bauwerk gebunden, bevor sie entweder als Rezyklat wiederverwendet oder als Abfall entsorgt werden.⁵⁵

Die Nachhaltigkeit eines Bauwerks kann am effizientesten und kostengünstigsten in der Planungsphase beeinflusst werden. Aspekte wie die Wahl der Konstruktionsart, die Auswahl der Baumaterialien, die Ausgestaltung der Gebäudehülle, die Analyse des Standortes und des Klimas sowie die Betrachtung der Rückbaubarkeit eines Bauwerkes tragen maßgeblich dazu bei, die Planungsphase nachhaltig zu realisieren.⁵⁶

Durch die Optimierung des Planungsprozesses und -inhalts kann simultan eine kosteneffizientere und qualitativ hochwertigere Herstellung gewährleistet werden. Neben der Planung und Fertigung spielt auch der Betrieb des Gebäudes eine entscheidende Rolle im Kontext nachhaltigen Bauens. Hierbei sind Aspekte wie der Energie- oder Wasserverbrauch während des Gebäudebetriebs zu berücksichtigen.⁵⁷ Nach der Nutzungsphase tritt die Nachnutzungsphase des Bauwerks ein. Analog zum Lebenszyklus eines Baustoffs stehen in der Nachnutzungsphase zwei alternative Szenarien zur Verfügung. Einerseits kann ein Bauwerk durch Umbau oder Sanierung

⁵⁴ Vgl. (Bauer, et al., 2011), S. 1.

⁵⁵ Vgl. (Bauer, et al., 2011), S. 1.

⁵⁶ Vgl. (Bauer, et al., 2011), S. 1.

⁵⁷ Vgl. (Bauer, et al., 2011), S. 2.

weiter genutzt werden. Andererseits besteht die Option des Abrisses und somit der vollständigen Stilllegung.⁵⁸

Werner Sobek betont, dass die „End of Life“ - Phase respektive die Rückbaufähigkeit eines Bauobjektes in den meisten Fällen bei der Planung und dem Bau nicht ausreichend Beachtung findet:

„Das sogenannte „End of Life Management“ muss aber integraler Bestandteil der Planung sein, um tatsächlich nachhaltig bauen zu können. Die Kosten für Abbruch und Entsorgung eines Gebäudes werden aufgrund des stetig steigenden Ressourcenverbrauchs in Zukunft wesentlich höher sein als heute. Das intelligente Management von Stoffströmen und die rechtzeitige Entwicklung von Konzepten für die Verwertung oder Verwendung von rückzubauenden Gebäudebestandteilen ist essenziell.“⁵⁹

Angesichts des festgestellten Entsorgungsproblems in Hessen gewinnt die Nachnutzungsphase von Bauwerken an erheblicher Bedeutung. Wie bereits erwähnt, ergeben sich grundsätzlich zwei Möglichkeiten für die „End of Life“ - Phase: die Beseitigung auf einer Deponie oder die Verwertung durch Recycling oder Wiederverwendung. Aufgrund der zunehmenden Beschränkungen für die Deponierung gewinnt die Thematik der Verwertung in naher Zukunft eine wichtige Rolle. Der Ausbau der Kreislaufwirtschaft wird als eine notwendige Maßnahme betrachtet, um Ressourcen zu schützen und zu schonen. Allerdings gestaltet sich dies oftmals problematisch, da das Konzept der Nachhaltigkeit und damit auch das Verständnis für nachhaltiges Bauen vergleichsweise jung sind. Wie Kapitel 2.2 verdeutlicht, kann erst seit Beginn des 21. Jahrhunderts von einer verstärkten Ausrichtung auf Nachhaltigkeit gesprochen werden.

In Bauwerken, die abgebrochen oder Böden, die ausgehoben werden, sind daher häufig Altlasten aus den industriellen Phasen und dem wirtschaftlichen Aufschwung der Nachkriegsjahre zu finden. In diesen Jahren war das Thema des nachhaltigen Bauens nicht von Bedeutung und führt dazu, dass die Anwendung der Kreislaufwirtschaft in der Gegenwart erheblich erschwert wird, da Materialien aufgrund ihrer Schadstoffbelastung nicht wiederverwendet werden können. Um den Herausforderungen der Endphase eines Bauwerkes effektiver begegnen zu können, ist die frühzeitige Integration nachhaltiger Bauprinzipien und ein Kreislaufdenken ab der Planungsphase sehr wichtig. Dabei erhalten die Kriterien „niedriger Rohstoff- und Energieverbrauch“, „hohe Lebensdauer“ und „Rückführbarkeit“ den gleichen Stellenwert wie die Aspekte „Zweckerfüllung“, „Optik“ oder „Preis“. Baustoffe sollen den Zyklus aus Herstellung, Nutzung und Wiederverwendung mehrmals durchlaufen.⁶⁰

⁵⁸ Vgl. (Bauer, et al., 2011), S. 2.

⁵⁹ (Bauer, et al., 2011), S. 2.

⁶⁰ Vgl. (Kranert, 2017), S. 56.

Um Materialien möglichst lange im Verwendungskreislauf zu halten und somit einen nachhaltigen Umgang mit Ressourcen zu fördern, ist die Implementierung einer sogenannten Kaskadennutzung von entscheidender Bedeutung. Dieser Ansatz beinhaltet eine gezielte und effiziente Nutzung von primär gewonnenen Rohstoffen. In einem ersten Schritt werden diese Materialien jener Nutzung zugeführt, die die höchsten Anforderungen an ihren Reinheitsgrad stellt. Dies könnte beispielsweise die Verwendung in hochwertigen Bauprodukten oder technologischen Anwendungen sein, bei denen die Qualität und Reinheit der Rohstoffe von größter Bedeutung sind. Mit abnehmender Qualität im Verlauf der Nutzungsdauer erfolgt eine gezielte Zuordnung zu den nächsthöheren Stufen innerhalb der Nutzungshierarchie. Dadurch wird gewährleistet, dass die Materialien in verschiedenen Anwendungen genutzt werden, bevor sie durch ihre Qualitätseigenschaften für bestimmte Verwendungen nicht mehr geeignet sind. Diese Strategie trägt dazu bei, den Gesamtnutzen der Ressourcen zu maximieren und den Einsatz neuer Rohstoffe zu minimieren.⁶¹

Bei der Beurteilung der Funktionalität der Kreislaufwirtschaft spielt nicht allein die Anzahl der in den Aufbereitungsprozess eingespeisten Materialien eine entscheidende Rolle. Es bedarf vielmehr einer differenzierten Betrachtung, die einerseits den Anteil an Materialien berücksichtigt, welche nach dem Aufbereitungsprozess für den erneuten Einsatz zur Verfügung stehen. Dieser Aspekt ermöglicht eine Einschätzung der Effizienz und Wirksamkeit des Kreislaufsystems, indem er aufzeigt, wie erfolgreich Materialien nach ihrer Verwendung wiederaufbereitet werden können. Andererseits ist es bedeutsam, in welchem Umfang die Kreislaufwirtschaft dazu beiträgt, Primärmaterial zu substituieren. Eine effektive Reduzierung des Einsatzes neuer Rohstoffe in Verbindung mit der Verwertung von wiederaufbereiteten Materialien stellt die zentrale Zielsetzung der Kreislaufwirtschaft und der Nachhaltigkeit im Bauwesen dar.⁶²

Das maßgebliche Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und somit auch zur Unterstützung einer nachhaltigeren Bauweise ist das Kreislaufwirtschaftsgesetz. Dieses Gesetz bildet das rechtliche Rückgrat für die Implementierung und Weiterentwicklung von Kreislaufwirtschaftsprinzipien in Deutschland. Es legt klare Richtlinien und Maßnahmen fest, die darauf abzielen, die Effizienz im Umgang mit Ressourcen zu steigern und Abfälle so weit wie möglich zu vermeiden.

Ein weiteres bedeutendes Regelwerk, das zur Umsetzung einer nachhaltigeren Bauweise beiträgt, ist die am 01.08.2023 in Kraft getretene Ersatzbaustoffverordnung. Diese Verordnung hat das Ziel, die Verwendung von Ersatzbaustoffen zu regulieren und zu fördern. Ersatzbaustoffe sind Materialien, die aus Recycling- oder Aufberei-

⁶¹ Vgl. (Kranert, 2017), S. 56.

⁶² Vgl. (Kranert, 2017), S. 60.

tungsprozessen stammen und als Ersatz für Primärrohstoffe in Bauprojekten eingesetzt werden können.

Neben dem Kreislaufwirtschaftsgesetz und der Ersatzbaustoffverordnung spielt auch die Deponieverordnung eine entscheidende Rolle bei der Entsorgung von Bauschutt und Erdaushub. Im folgenden Abschnitt der Studienarbeit werden diese Regelwerke näher erläutert, um ihre Auswirkungen auf die Entsorgung von ungefährlichen Bau- und Abbruchabfällen sowie ihre Bedeutung für eine nachhaltige und ressourcenschonende Praxis zu ermitteln.

2.5 Gesetze und Verordnungen

Die ordnungsgemäße Handhabung und Entsorgung von Bauabfällen, zu denen Bauschutt und Erdaushub gehören, manifestiert sich als unentbehrlicher Bestandteil jedes Bauprojekts. Um eine nachhaltige Bauwirtschaft zu gewährleisten, sind nicht nur umweltverträgliche Praktiken von höchster Relevanz, sondern auch die strikte Einhaltung gesetzlicher Vorgaben. Neben dem Kreislaufwirtschaftsgesetz und der Ersatzbaustoffverordnung sind zahlreiche weitere Gesetze und Verordnungen von Bedeutung, die beim Umgang mit Bauabfällen zu berücksichtigen sind. Die beigefügte Abbildung 4 verschafft einen Überblick über die gegenwärtigen rechtlichen Rahmenbedingungen und ihre spezifischen Anwendungsbereiche. Ziel dieser Abbildung ist es zu verdeutlichen, dass neben den in dieser Studienarbeit präsentierten Gesetzen und Verordnungen zusätzliche rechtliche Rahmenvorgaben existieren.

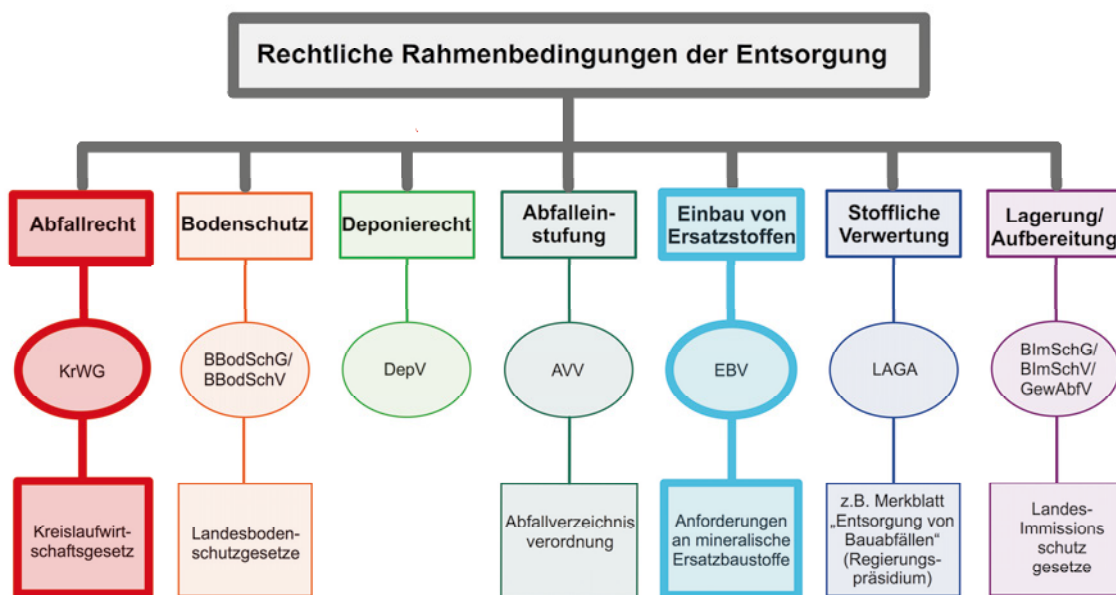


Abbildung 4 Rechtliche Rahmenbedingungen bei der Entsorgung [Eigene Darstellung, in Anlehnung an (Braun, 2019), 17.03.2024]

2.5.1 Kreislaufwirtschaftsgesetz

Das Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) bildet das zentrale rechtliche Instrument in Deutschland zur Förderung einer nachhaltigen und ressourceneffizienten Bewirtschaftung von Abfällen. In seiner heutigen Form in Kraft getreten im Jahr 2012, löste das Kreislaufwirtschaftsgesetz das Abfallwirtschaftsgesetz ab und setzte einen klaren Fokus auf die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft. Ziel des Gesetzes ist es, den Verbrauch von Rohstoffen zu reduzieren, Abfälle zu vermeiden und eine umweltschonende Verwertung zu fördern. Seine Wurzeln hat das Gesetz in der Europäischen Union, genauer gesagt in der Abfallrahmenrichtlinie (2008/98/EG).⁶³ Die Abfallrahmenrichtlinie von 2008 legte die Grundlage für eine stärkere Betonung der Prinzipien der Kreislaufwirtschaft. Sie forderte die Mitgliedstaaten auf nationale Strategien zu entwickeln, um die Vermeidung von Abfällen zu fördern, die Verwertung zu steigern und die Deponierung von Abfällen zu reduzieren. Dieser EU-Richtlinienrahmen diente als Impulsgeber für die Weiterentwicklung des nationalen Rechts. Durch diese Anpassung an die europäische Gesetzgebung leistete Deutschland einen Beitrag zur Harmonisierung der Abfallwirtschaftsregelungen innerhalb der Europäischen Union. Das Kreislaufwirtschaftsgesetz ist somit nicht nur eine nationale Reaktion auf die Herausforderungen der Abfallwirtschaft, sondern auch ein Beitrag zur Umsetzung gemeinsamer Ziele auf europäischer Ebene.⁶⁴

Zur Einführung und zum Verständnis der gesetzlichen Bestimmungen des Kreislaufwirtschaftsgesetzes sind zu Beginn wichtige Begriffe erklärungsbedürftig. Zunächst gilt zu erläutern, weshalb Bauschutt oder auch Erdaushub unter den Geltungsbereich dieses Gesetzes fallen und als Abfall bezeichnet werden. Gemäß § 3 Absatz 1 Satz 1 KrWG sind Abfälle „alle Stoffe oder Gegenstände, derer sich ihr Besitzer entledigt, entledigen will oder entledigen muss. [...]“. Im gesetzlichen Kontext wird ein Stoff oder Gegenstand immer dann zu Abfall, wenn ein Entledigungswille anzunehmen ist. Wichtig ist hierbei, dass dies unabhängig vom Zustand oder auch von dem Belastungsgrad eines Stoffes gilt. Ein Entledigungswille ist immer dann anzunehmen, „wenn der Besitzer den Stoff oder Gegenstand einer Verwertung oder einer Beseitigung im Sinne des KrWG zuführt oder deren ursprüngliche Zweckbestimmung entfällt beziehungsweise aufgegeben wird.“⁶⁵

In diesem Zusammenhang sind insbesondere die nachfolgenden Ausnahmeregelungen für Bauabfälle von Relevanz. Gemäß § 2 Absatz 2 Satz 11 KrWG wird „nicht kontaminiertes Bodenmaterial, das im Rahmen von Bauarbeiten ausgehoben wurde und in seinem natürlichen Zustand am Ort seiner Entstehung für Bauzwecke wiederverwendet

⁶³ Vgl. (Kranert, 2017), S. 23.

⁶⁴ Vgl. (Kranert, 2017), S. 24

⁶⁵ (§ 3 Absatz 2 Satz 1 KrWG)

wird" von den Bestimmungen des Kreislaufwirtschaftsgesetzes ausgenommen. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass der Begriff „Abfall" und somit auch das dazugehörige Abfallrecht auf belasteten Bauschutt, kontaminiertes Bodenmaterial sowie sämtliche Materialien, die an einen anderen Ort transportiert werden, Anwendung finden. Sofern beispielsweise Bodenmaterial nicht kontaminiert ist und für die Geländemodellierung auf der Baustelle verwendet werden kann, erlangt es nicht den Status eines Abfalls. Erst durch den Entledigungswillen und das Verlassen der Baustelle wird das Material zu Abfall. Gemäß § 5 Absatz 1 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes findet die Beendigung der Abfalleigenschaft eines Stoffes oder Gegenstandes statt, sobald dieser erfolgreich einem Verwertungsverfahren unterzogen wurde und in einer Weise beschaffen ist, die folgende Kriterien erfüllt:

1. *Gewährleistung, dass der Stoff oder Gegenstand für spezifische Zwecke eingesetzt werden kann,*
2. *Vorhandensein eines Marktes für ihn oder eine entsprechende Nachfrage nach ihm,*
3. *Erfüllung sämtlicher technischer Anforderungen, die für seine jeweilige Zweckbestimmung gelten, sowie*
4. *Gewährleistung, dass seine Verwendung keinerlei schädliche Auswirkungen auf Mensch oder Umwelt hat.*⁶⁶

Sofern ein Abfall nicht verwertet, sondern beseitigt wird, gilt der Grundsatz: „einmal Abfall – immer Abfall“.⁶⁷

Im Rahmen dieses Gesetzes lässt sich der Begriff „Entsorgung" unterteilen in Verwertung und Beseitigung. Verwertung ist nach § 3 Absatz 23 Satz 1 KrWG „jedes Verfahren, als dessen Hauptergebnis die Abfälle innerhalb der Anlage oder in der weiteren Wirtschaft einem sinnvollen Zweck zugeführt werden, indem sie entweder andere Materialien ersetzen, die sonst zur Erfüllung einer bestimmten Funktion verwendet worden wären oder indem die Abfälle so vorbereitet werden, dass sie diese Funktion erfüllen.“ Exemplarische Verwertungsmaßnahmen umfassen die Verfüllung von über-tägigen Abbaustätten, den Bau von Deponien, Rekultivierungsmaßnahmen, diverse Recyclingverfahren sowie die Aufbereitung von Bauschutt. Eine Beseitigung im Sinne des Gesetzes ist nach § 3 Absatz 26 Satz 1 KrWG „jedes Verfahren, das keine Verwertung ist, auch wenn das Verfahren zur Nebenfolge hat, dass Stoffe oder Energie zurückgewonnen werden.“ Der Schwerpunkt einer Beseitigung liegt vor allem in der Entledigung von Abfällen auf einer Deponie.

Als Grundpflicht im Umgang mit Abfällen gilt die ordnungsgemäße und schadlose Entsorgung. Eine Entsorgung gilt als ordnungsgemäß, wenn sie in Übereinstimmung

⁶⁶ (§ 5 Absatz 1 KrWG)

⁶⁷ Vgl. (Freund, et al., 2012), S. 11

mit den Bestimmungen des Kreislaufwirtschaftsgesetzes und anderer öffentlich-rechtlicher Vorschriften erfolgt. Eine schadlose Entsorgung liegt vor, wenn unter Berücksichtigung der Beschaffenheit der Abfälle, dem Grad der Verunreinigung sowie der Art der Verwertung keine Beeinträchtigung des Gemeinwohls zu erwarten ist. Diese Grundpflichten der Kreislaufwirtschaft werden in § 7 Absatz 3 Satz 1-3 KrWG geregelt.

§ 7 Absatz 2 Satz 1 KrWG definiert außerdem, dass die Einhaltung dieser Grundpflichten den Besitzern und Erzeugern von Abfällen obliegt. Ein Besitzer von Abfällen ist gemäß § 3 Absatz 9 Satz 1 KrWG jede natürliche oder juristische Person, die die tatsächliche Sachherrschaft über die Abfälle ausübt. Der Erzeuger von Abfällen ist nach § 3 Absatz 9 Satz 1 KrWG jede natürliche oder juristische Person, durch deren Tätigkeit Abfälle entstehen. Dies umfasst auch den sogenannten Ersterzeuger. In Bezug auf die Thematik der Bau- und Abbruchabfälle lässt sich die abfallrechtliche Verantwortung unterschiedlicher Akteure auf Baustellen wie folgt darlegen: Der Eigentümer des Grundstücks beziehungsweise der Bauherr äußert den Wunsch nach der Durchführung einer Baumaßnahme, beispielsweise dem Abriss eines Einfamilienhauses. Durch seinen Wunsch und die Beauftragung eines spezialisierten Abrissunternehmens entstehen dementsprechend Abfälle in Form von Bauschutt. Der Bauherr fungiert somit als Ersterzeuger der anfallenden Abbruchabfälle. Da das Abrissunternehmen mittels der eingesetzten Maschinen die Materialien abbricht und bewegt, obliegt ihm die Sachherrschaft beziehungsweise die tatsächliche Verfügungsgewalt, wodurch es als Besitzer des Bauschutts fungiert.

Verlädt das Abrissunternehmen die Abbruchabfälle auf die Lastkraftwagen eines externen Transportunternehmens, so ändert sich damit auch die rechtliche Verantwortlichkeit. Ab diesem Zeitpunkt verliert das Abrissunternehmen nämlich die Verfügungsgewalt über den Bauschutt und ist folglich auch abfallrechtlich nicht länger verantwortlich. Das Transportunternehmen wird nun gemäß dem Kreislaufwirtschaftsgesetz der Abfallbesitzer. Bis die Abfälle ihr Abfallende erreichen, bleibt jedoch der Grundstückseigentümer oder der Bauherr weiterhin als Abfallerzeuger verantwortlich. Die Übertragung des Abfallbesitzes erfolgt durch entsprechende Entsorgungsverträge, wobei die Haftung des ursprünglichen Abfallerzeugers fortbesteht.

Im zweiten Abschnitt des Kreislaufwirtschaftsgesetzes werden die Prinzipien und Verpflichtungen von Abfallerzeugern und -besitzern dargelegt. Ein zentraler Fokus liegt hierbei auf der in § 6 Absatz 1 definierten fünfstufigen Abfallhierarchie, die erst seit dem Jahr 2012 in Kraft ist. Diese neu eingeführte Abfallhierarchie hat die bereits bestehende Zielhierarchie „Vermeidung – Verwertung – Beseitigung“ weiter abgestuft. Gemäß dieser neuen Regelung gilt nun die folgende Reihenfolge im Umgang mit Abfällen.

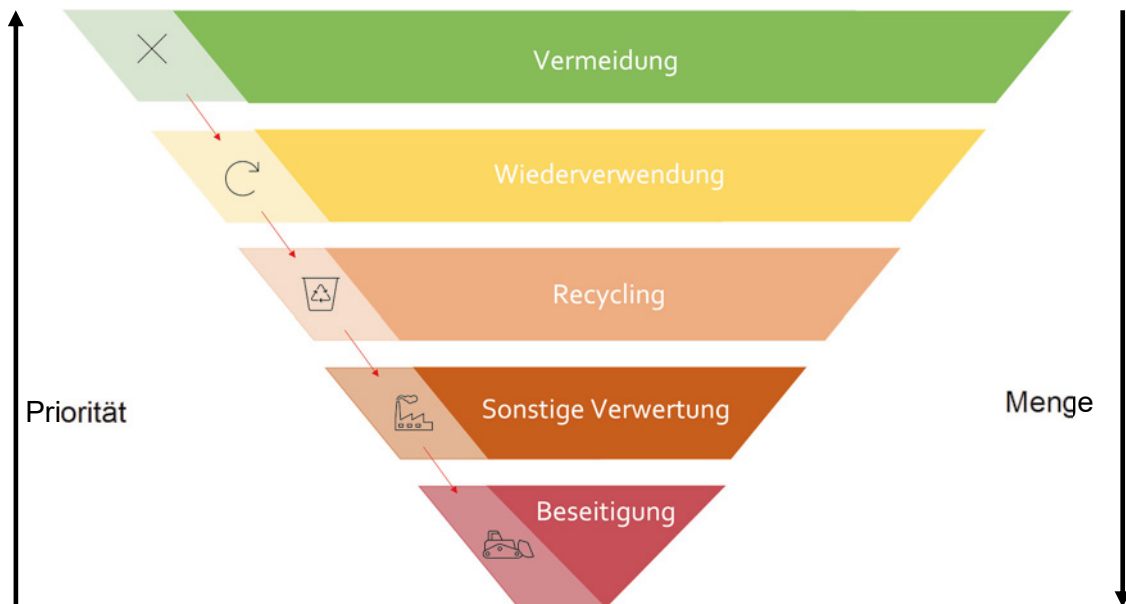


Abbildung 5 Abfallhierarchie gemäß § 6 Absatz 1 KrWG (Hammerl, 2023)

Die im Kreislaufwirtschaftsgesetz festgeschriebene Abfallhierarchie kann gleichzeitig als Form der Kaskadennutzung interpretiert werden. Unter Kaskadennutzung oder Mehrfachnutzung versteht sich die schrittweise Wiederverwendung eines Rohstoffs über mehrere Ebenen. Ziel der Kaskaden ist es, eine besonders nachhaltige und effiziente Nutzung zu ermöglichen sowie den Einsatz von Rohstoffen zu minimieren. Dabei sollen Rohstoffe oder daraus hergestellte Produkte in aufeinanderfolgenden Phasen so lange, so häufig und so effizient wie möglich stofflich genutzt werden, bevor sie am Ende des Produktlebenszyklus verwertet werden.⁶⁸

Das übergeordnete Ziel der Abfallhierarchie besteht folglich darin, den Einsatz von Rohstoffen durch eine hochwertige Verwertung zu optimieren. Daher hat die Vermeidung von Abfällen höchste Priorität, gefolgt von der Vorbereitung zur Wiederverwendung, bei der Produkte oder Komponenten so aufbereitet werden, dass sie erneut genutzt werden können. Falls dies nicht möglich ist, folgt das Recycling, dann die Verwertung, wobei die Entsorgung durch Deponierung den Schlusspunkt der Abfallhierarchie bildet.⁶⁹

Aufbauend auf der definierten Rangfolge für den Umgang mit Abfällen ergänzt das Kreislaufwirtschaftsgesetz in § 6 Absatz 2 Satz 1 weiterhin, dass jene Maßnahmen der Abfallbewirtschaftung Vorrang haben, die den Schutz von Menschen und Umwelt am besten gewährleisten. Für die Betrachtung der Auswirkungen auf Menschen und Umwelt sind Aspekte wie die zu erwartenden Emissionen, das Maß der Schonung natürlicher Ressourcen, die einzusetzende Energie oder die Anreicherung von Schadstoffen in anderen Materialien beachtenswert.

⁶⁸ Vgl. (Kranert, 2017), S. 56.

⁶⁹ Vgl. (Kranert, 2017), S. 56.

In einer Beschlussempfehlung des Ausschusses für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit zum Gesetzesentwurf zur Neuordnung des Kreislaufwirtschaftsgesetzes am 26. Oktober 2011 wird erläutert, dass das vom deutschen Bundestag beschlossene Gesetz einen zentralen Bereich des Umweltrechtes neugestalten wird. Die Abfallwirtschaft soll ökologisch fortentwickelt und letztlich zu einer Rohstoffwirtschaft werden. Vor dem Hintergrund der globalen Rohstoffknappheit komme der Abfallwirtschaft eine immer stärkere Bedeutung als Lieferant von Rohstoffen zu.⁷⁰

Die Autoren erklären zum Erlass des Kreislaufwirtschaftsgesetzes, dass „mit dem Ausbau der Kreislaufwirtschaft ein entsprechender Rückgang der zu beseitigenden Abfallmenge einher geht. Das Idealziel besteht letztendlich darin, Verbrennungskapazitäten verringern zu können und Deponien weitestgehend entbehrlich zu machen.“⁷¹

Basierend auf dieser Aussage wird deutlich, dass die Einführung des Kreislaufwirtschaftsgesetzes in seiner aktuellen Form und die darin verankerte Abfallhierarchie den Ausgangspunkt für die Verringerung von Deponien bildet. Gleichzeitig wird in der Beschlussempfehlung zum Kreislaufwirtschaftsgesetz aus dem Jahr 2012 darauf hingewiesen, dass zusätzliche Verordnungen erlassen werden sollen. Diese sollen durch ökologisch hochwertige, ökonomisch tragfähige, rechtssichere und zugleich möglichst unbürokratische Vorgaben den flächendeckenden und einheitlichen Ausbau des Recyclings von Abfällen nachhaltig fördern.⁷² Genau diesem Ziel dient die am 01.08.2023 in Kraft getretene Ersatzbaustoffverordnung für Bau- und Abbruchabfälle, die elf Jahre nach der genannten Empfehlung realisiert wurde.

2.5.2 Ersatzbaustoffverordnung

„Die Ersatzbaustoffverordnung und die novellierte Bundesbodenschutzverordnung werden das Recycling von Bau- und Abbruchmaterialien und die Verwertung von Bodenmaterial prägen.“ (Dihlmann & Susset, 2022)

Die Ersatzbaustoffverordnung ist eine rechtliche Regelung, die am 1. August 2023 in Kraft getreten ist und Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technischen Bauwerken festlegt. Ihr Ursprung liegt in einer Protokollklärung während der Umweltministerkonferenz 2004, in der mehrere Bundesländer den Bund aufforderten, eine Verordnung zur stofflichen Verwertung mineralischer Abfälle zu entwickeln.⁷³ Die Bauindustrie forderte eine bundeseinheitliche Regelung, welche auf den Baustellen praktisch und einfach umzusetzen ist. Im Jahr 2017 wurde die Einführung

⁷⁰ Vgl. (Bulling-Schröter, et al., 2011), S. 11.

⁷¹ (Bulling-Schröter, et al., 2011), S. 14.

⁷² Vgl. (Bulling-Schröter, et al., 2011), S. 14.

⁷³ Vgl. (Freise, 2021), S. 4.

dieser Verordnung als Teil der Mantelverordnung erstmals vom Bundeskabinett beschlossen. Die endgültige Zustimmung zur Mantelverordnung erfolgte am 10. Juni 2021 und wurde am 25. Juni 2021 vom Bundesrat verabschiedet. Neben der Ersatzbaustoffverordnung umfasst die Mantelverordnung eine Neufassung der Bundesbodenschutzverordnung sowie Änderungen an der Gewerbeabfallverordnung und der Deponieverordnung.⁷⁴ Nach dem Inkrafttreten der Ersatzbaustoffverordnung sind in der Bauindustrie bereits kritische Stimmen laut geworden. Insbesondere wird bemängelt, dass die Verordnung als zu komplex empfunden werde und mehr Bürokratie schaffe, anstatt sie abzubauen: „Die ursprüngliche Forderung nach praktischen Regelungen wurde in der beschlossenen Form nicht erfüllt.“⁷⁵

Die Ersatzbaustoffverordnung verfolgt das Ziel, die nachhaltige Nutzung mineralischer Ersatzbaustoffe in Bauprojekten zu fördern, die Kreislaufwirtschaft anzukurbeln und dabei die entsprechenden Qualitäts- und Umweltstandards sicherzustellen. Im Unterschied zu Verwaltungsvorschriften gilt diese Verordnung unmittelbar für jeden. Bestehende Landesregelungen bezüglich Bauschuttrecycling und Bodenverwertung, wie etwa die Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft „LAGA M20“ oder die hessische Verfüllrichtlinie, wurden durch die Ersatzbaustoffverordnung und die überarbeitete Bundesbodenschutzverordnung auf bundeseinheitliche, rechtsübergreifende (Abfall-, Wasser- und Bodenschutzrecht) und rechtsverbindliche Weise abgelöst.⁷⁶

Zur Einführung in die Bestimmungen der Verordnungen gilt es zunächst, wesentliche Begriffe und den Anwendungsbereich zu präzisieren. Die Ersatzbaustoffverordnung trägt den Titel „Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke“. Ausgehend von dieser Bezeichnung sind die Begriffe „mineralischer Ersatzbaustoff“ und „technisches Bauwerk“ gemäß dem Verständnis der Verordnung zunächst zu konkretisieren.

Gemäß § 2 Absatz 1 Satz 1 ErsatzbaustoffV ist ein Ersatzbaustoff, ein mineralischer Baustoff, der

a) als Abfall oder als Nebenprodukt

aa) in Aufbereitungsanlagen hergestellt wird oder

bb) bei Baumaßnahmen, beispielsweise Rückbau, Abriss, Umbau, Ausbau, Neubau und Erhaltung anfällt,

b) unmittelbar oder nach Aufbereitung für den Einbau in ein technisches Bauwerk geeignet und bestimmt ist und

⁷⁴ Vgl. (Freise, 2021), S. 4.

⁷⁵ (Dihlmann & Susset, 2022), Vorwort S. V, Absatz 2.

⁷⁶ Vgl. (Dihlmann & Susset, 2022), Vorwort S. V.

*c) unmittelbar oder nach Aufbereitung unter die in den Nummern 18 bis 33 bezeichneten Stoffe fällt;*⁷⁷

Nach der Definition des Abfallbegriffs gemäß Kapitel 2.5.1 gilt Bauschutt und Erdaushub unter den genannten Bedingungen als Abfall und kann im Kontext der Ersatzbaustoffverordnung als mineralischer Ersatzbaustoff fungieren.⁷⁸ Des Weiteren erfolgt in § 2 Absatz 33 der Ersatzbaustoffverordnung eine ausdrückliche Erwähnung des Erdaushubs als Bodenmaterial im Sinne der Bundes-Bodenschutz-Verordnung. Zusammenfassend lässt sich somit sagen, dass Bauschutt oder Erdaushub unmittelbar oder erst nach Aufbereitung als mineralischer Ersatzbaustoff bezeichnet und verwendet werden darf und unter bestimmten Bedingungen für den Einbau in ein technisches Bauwerk geeignet ist.

Der Begriff des technischen Bauwerkes wird in der Verordnung unter § 2 Absatz 3 Satz 1 definiert als „jede mit dem Boden verbundene Anlage oder Einrichtung, die nach einer Einbauweise der Anlage 2 oder 3 errichtet wird.“ Hierzu gehören beispielsweise Straßen, Wege, Parkplätze, Baustraßen, Leitungsgräben, Baugruben, Hinterfüllungen von Erdbaumaßnahmen, Lärm- und Schutzwälle oder auch Schienenverkehrswege. Auf den Kern reduziert zielt die Ersatzbaustoffverordnung darauf ab, Materialien wie Bauschutt oder Erdaushub, die rechtlich als Abfall klassifiziert werden, in mineralische Ersatzbaustoffe umzuwandeln und diese an anderer Stelle in einem technischen Bauwerk, beispielsweise in einer Baugrube, zur Wiederverwendung einzusetzen. Ihre Funktion als rechtliches Regelwerk erstreckt sich dabei über den gesamten Zyklus der Bauabfallbewältigung. Angefangen beim Anfall der Bauabfälle, umfasst ihr Anwendungsbereich die Beprobung und die systematische Kategorisierung in unterschiedliche Materialklassen. Diese Klassifizierung bildet die Grundlage für die Aufbereitung und Herstellung eines mineralischen Ersatzbaustoffs. Dieser aufbereitete Ersatzbaustoff findet anschließend seine Verwendung beim Einbau in ein technisches Bauwerk.

§ 1 Absatz 1 Satz 1 der Ersatzbaustoffverordnung definiert den Anwendungsbereich der Verordnung auf die folgenden vier Felder:

1. *Anforderungen an die Probenahme und Untersuchung von nicht aufbereitetem Bodenmaterial, das ausgehoben oder abgeschoben werden soll,*
2. *Anforderungen an die Herstellung mineralischer Ersatzbaustoffe in mobilen und stationären Anlagen,*
3. *das Inverkehrbringen von mineralischen Ersatzbaustoffen,*
4. *Anforderungen an den Einbau mineralischer Ersatzbaustoffe in technische Bauwerke.*⁷⁹

⁷⁷ (§ 2 Absatz 1 Satz 1 ErsatzbaustoffV)

⁷⁸ Vgl. (§ 2 Absatz 1 Satz 1 ErsatzbaustoffV), a), aa), bb).

⁷⁹ (§ 1 Absatz 1 Satz 1 ErsatzbaustoffV)

Um ein besseres Verständnis zu ermöglichen, erfolgt im anschließenden Abschnitt dieses Kapitels eine tiefere Erläuterung der Verordnung anhand der zuvor beschriebenen Anwendungsbereiche. Der Fokus dieser Erläuterung liegt auf der detaillierten Beschreibung der Verordnung im Umgang mit Bauschutt und Erdaushub. Stoffe wie Hüttensand, Hausmüllverbrennungssasche, Braunkohleflugasche und andere, die in der Ersatzbaustoffverordnung Erwähnung finden, werden in dieser Masterarbeit, welche sich auf Bauschutt und Erdaushub konzentriert, nicht weiter vertieft.

Im folgenden Abschnitt dieses Kapitels werden die Zusammenhänge im Hinblick auf die Untersuchung und Kategorisierung von Bodenmaterial und Bauschutt erläutert. Um die Kohärenz und Verständlichkeit des Kapitels zu verbessern, wird ausschließlich das Verfahren für den Aushub von Bodenmaterial beschrieben. Die Anwendung der Ersatzbaustoffverordnung auf Bauschutt oder andere Abbruchabfälle erfolgt analog.

Grundlegend ist festzustellen, dass die Erzeuger und Besitzer unmittelbar nach dem Aushub von Bodenmaterial dazu verpflichtet sind, die Materialien auf die Parameter zu untersuchen, die zur Bestimmung einer in der Ersatzbaustoffverordnung festgelegten Materialklasse erforderlich sind.⁸⁰ Zu diesem Zweck wird eine Probe des ausgehobenen Bodens in einem Untersuchungslabor analysiert. Diese Analyse erfolgt sowohl in Form einer Feststoffuntersuchung als auch in einer Untersuchung des Eluats.⁸¹ Das Eluat stellt hierbei eine wässrige Lösung dar, die durch eine im Labor durchgeführte Auslaugung gewonnen wird. Im Unterschied zu den bisherigen Untersuchungsmethoden gemäß LAGA M20 legt die Ersatzbaustoffverordnung ein Wasser-zu-Feststoffverhältnis von zwei zu eins für die Untersuchung des Elutionsverhaltens zugrunde.⁸² Bisherige Verfahren gemäß LAGA M20 untersuchten das Elutionsverhalten hingegen bei einem Verhältnis von zehn zu eins.⁸³

Die zu analysierenden Parameter des Bodenaushubs lassen sich in zwei Hauptgruppen einteilen. Die erste Gruppe umfasst die Schwermetalle, die natürliche Bestandteile von Böden und Gesteinen sind und daher in variablen Konzentrationen je nach geographischer Region und geogener Vorbelastung auftreten. Zu diesen Schwermetallen gehören unter anderem Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber und Thallium.⁸⁴ Die zweite Kategorie umfasst organische Verbindungen wie polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), organische Chlorverbindungen (PCB), extrahierbare organisch gebundene Halogene (EOX), organischer Kohlenstoff (TOC) sowie allgemein Kohlenwasserstoffe.⁸⁵

⁸⁰ Vgl. (§ 14 Absatz 1 Satz 1 ErsatzbaustoffV).

⁸¹ Vgl. (§ 8 Absatz 4 Satz 1 ErsatzbaustoffV).

⁸² Vgl. (§ 9 Absatz 2 Satz 1 ErsatzbaustoffV).

⁸³ Vgl. (Dihlmann & Susset, 2022), S. 21.

⁸⁴ Vgl. (Siekemeyer, 2022), S. 15.

⁸⁵ Vgl. (Siekemeyer, 2022), S. 15.

Nach der Untersuchung der Bodenprobe auf die beschriebenen Parameter im Eluat und im Feststoff können die Materialien anhand festgelegter Grenzwerte für einzelne Materialklassen kategorisiert werden. Die folgende Abbildung 6 veranschaulicht die Parameter sowie die entsprechenden Grenzwerte zur Klassifizierung von Bodenmaterialien gemäß der Ersatzbaustoffverordnung.

Parameter	Dim.	BM-0 BG-0 Sand ²	BM-0 BG-0 Lehm, Schluff ²	BM-0 BG-0 Ton ²	BM-0* BG-0* BG-0* ³
Mineralische Fremdbestandteile	Vol.-%	bis 10	bis 10	bis 10	bis 10
pH-Wert ⁴					
Elektrische Leitfähigkeit ⁴	µS/cm				350
Sulfat	mg/l	250 ⁵	250 ⁵	250 ⁵	250 ⁵
Arsen	mg/kg	10	20	20	20
Arsen	µg/l				8 (13)
Blei	mg/kg	40	70	100	140
Blei	µg/l				23 (43)
Cadmium	mg/kg	0,4	1	1,5	1 ⁶
Cadmium	µg/l				2 (4)
Chrom, gesamt	mg/kg	30	60	100	120
Chrom, gesamt	µg/l				10 (19)
Kupfer	mg/kg	20	40	60	80
Kupfer	µg/l				20 (41)
Nickel	mg/kg	15	50	70	100
Nickel	µg/l				20 (31)
Quecksilber	mg/kg	0,2	0,3	0,3	0,6
Quecksilber ¹²	µg/l				0,1
Thallium	mg/kg	0,5	1,0	1,0	1,0
Thallium ¹²	µg/l				0,2 (0,3)
Zink	mg/kg	60	150	200	300
Zink	µg/l				100 (210)
Gesamter organischer Kohlenstoff	TOC	M%	1 ⁷	1 ⁷	1 ⁷
	Kohlenwasserstoffe ⁸	mg/kg			300 (600)
	Benzo(a)pyren	mg/kg	0,3	0,3	0,3
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	PAK ₁₅ ⁹	µg/l			0,2
	PAK ₁₆ ¹⁰	mg/kg	3	3	6
	Naphthalin und Methylnaphthaline, gesamt	µg/l			2
Organische Chlorverbindungen	PCB ₆ und PCB-118	mg/kg	0,05	0,05	0,05
	PCB ₆ und PCB-118	µg/l			0,01
Extrahierbare organisch gebundene Halogene	EOX ¹¹	mg/kg	1	1	1

Schwermetalle

Organische Verbindungen

Abbildung 6 Materialwerte für Bodenmaterial und Baggergut

[Eigene Darstellung, in Anlehnung an Anlage 1 Tabelle 3 ErsatzbaustoffV, 04.04.2024]

Die Ersatzbaustoffverordnung definiert für Bodenmaterial und Baggergut sechs Materialklassen: BM-0, BM-0*, BM-F0*, BM-F1, BM-F2 und BM-F3.⁸⁶ Die niedrigste Materialklasse BM-0 wird zudem nach der Bodenart Sand, Lehm-Schluff und Ton weiter unterteilt. Die Zuweisung zu den Materialklassen erfolgt einerseits gemäß den Laborergebnissen und andererseits basierend auf dem Gehalt an mineralischen Fremdbestandteilen.⁸⁷ Die Kennzeichnung des Fremdanteils in der Materialklasse erfolgt durch den Buchstaben „F“. Nachfolgende Abbildung 7 und die anschließende Legende erläutern die Abkürzungen sowie die zugehörigen Materialklassen von Bodenmaterial.

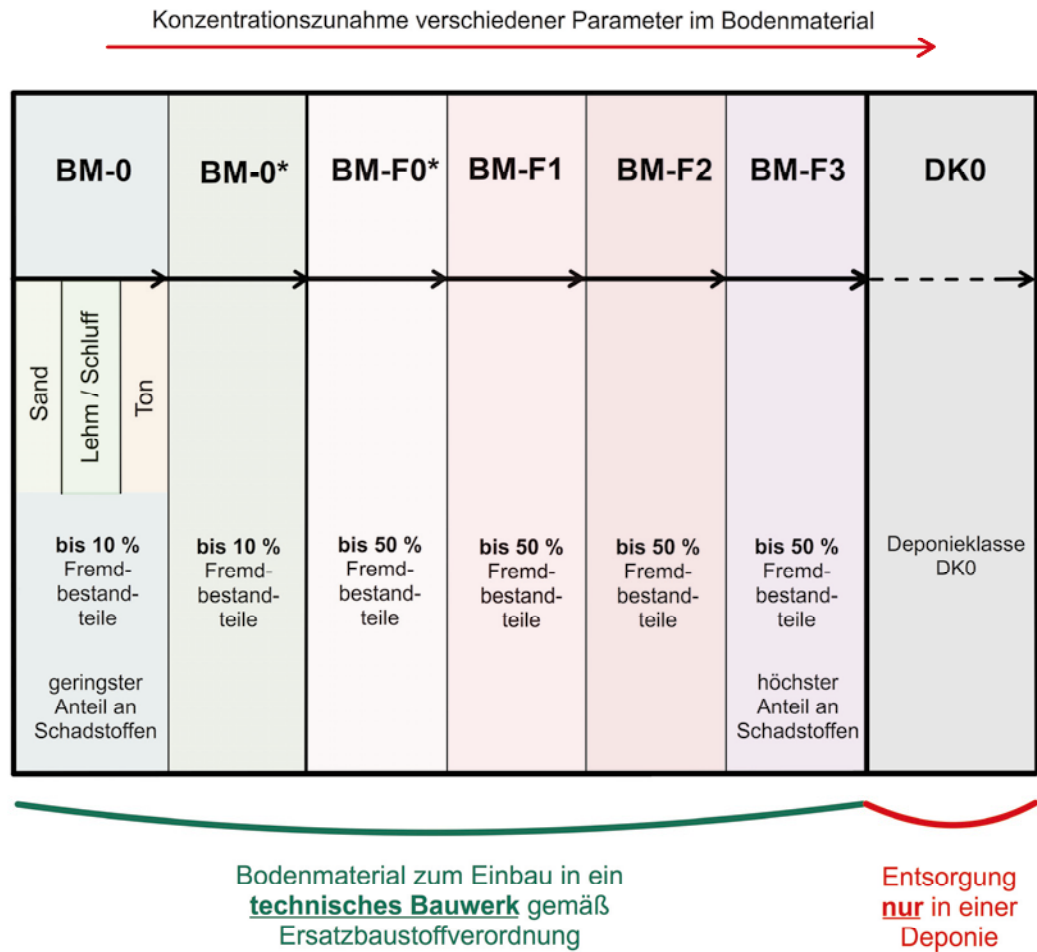


Abbildung 7 Materialklassen für Bodenmaterial BM [Eigene Darstellung, in Anlehnung an (Dihlmann & Susset, 2022), S. 87, Tabelle 3.1 & Anlage 1 Tabelle 3 ErsatzbaustoffV, 04.04.2024]

BM	=	Bodenmaterial
0	}	Einteilung nach der Höhe der Schadstoffkonzentration
0*		
1		
2		
3		
	=	0 = geringste Schadstoffkonzentration
		3 = höchste Schadstoffkonzentration

⁸⁶ Vgl. (§ 16 Absatz 1 Satz 1 ErsatzbaustoffV & Anlage 1 Tabelle 3 ErsatzbaustoffV).

⁸⁷ Vgl. (Dihlmann & Susset, 2022), S. 84.

Kein F	=	Anteil mineralischer Fremdbestandteile bis 10 Vol.-%
F	=	Anteil mineralischer Fremdbestandteile bis 50 Vol.-% (Fremdbestandteile wie Beton, Ziegel, Keramik, Bauschutt, Straßenaufbruch, Aschen und Schlacken) ⁸⁸

Rückblickend auf die in Abbildung 7 dargestellten Informationen wird deutlich, dass Bodenmaterial für den Einsatz in technischen Bauwerken geeignet ist, sofern die Grenzwerte der Materialklassen BM-0 bis BM-F3 eingehalten werden. Sollten diese Grenzwerte überschritten werden, ist eine Verwertung des Materials nicht mehr möglich und es muss auf einer Deponie beseitigt werden.

Gemäß den ersten Erkenntnissen von Fachleuten sind die Grenzwerte, die in der Ersatzbaustoffverordnung für die Materialklassen festgelegt sind, strenger als diejenigen in vorherigen Verordnungen oder Richtlinien.⁸⁹ Professor Dr. rer. nat. Frank Bär von der Agentur für Bodenaushub in Zwickau erläuterte diese Angelegenheit in einem Vortrag zur Ersatzbaustoffverordnung wie folgt:

„Der Grundsatz zur Verhältnismäßigkeit ist bei den definierten Grenzwerten der einzelnen Materialklassen nicht eingehalten worden.“⁹⁰

Anhand des Grenzwertes für den Parameter Sulfat wird deutlich, dass die Eluatwerte für Bodenmaterial der Materialklasse BM-0 strenger sein müssen als diejenigen für Trinkwasser. Gemäß der Ersatzbaustoffverordnung beträgt die maximale Sulfatkonzentration für die Materialklasse BM-0 250 Milligramm pro Liter. Ein Vergleich dieses Wertes mit typischen Trinkwässern zeigt, dass letztere oft Sulfatkonzentrationen von bis zu 1000 Milligramm pro Liter aufweisen.⁹¹ Im Kontext der Verwendung von Bodenmaterial bedeutet dies, dass das Material für den Einsatz in technischen Bauwerken eine niedrigere Mineralienkonzentration aufweisen muss als Trinkwasser.

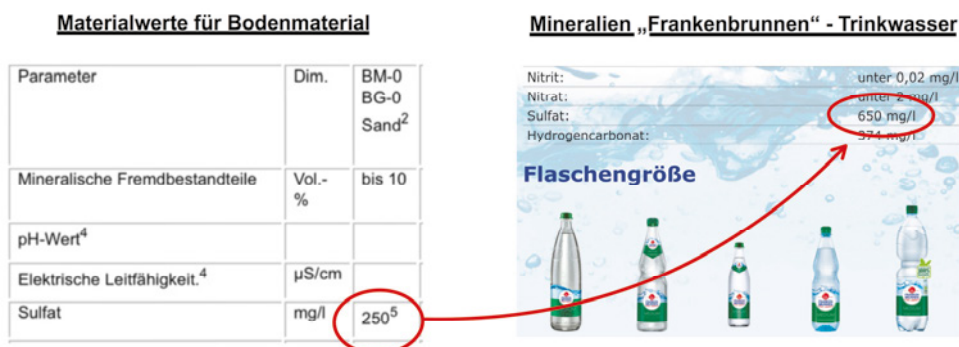


Abbildung 8 Vergleich der Sulfatkonzentrationen

[Eigene Darstellung, in Anlehnung an Anlage 1 Tabelle 3 ErsatzbaustoffV, 15.04.2024]

⁸⁸ Vgl. (Dihlmann & Susset, 2022), S. 84.

⁸⁹ Vgl. (Bär, 2024), S. 200.

⁹⁰ (Bär, 2024), Vortrag „Die Ersatzbaustoffverordnung aus Sicht eines Praktikers“, S. 200.

⁹¹ Vgl. (Bär, 2024), S. 200.

Nach der Analyse des Bodens und seiner Klassifizierung in eine Materialklasse kann das beprobte Material nun in einem technischen Bauwerk verwendet werden. Die genauen Modalitäten bezüglich des Einbaus des Materials in einem technischen Bauwerk werden ebenfalls durch die Ersatzbaustoffverordnung vorgegeben und im Folgenden näher erläutert.

Gemäß Abschnitt 4 der Ersatzbaustoffverordnung wird grundsätzlich festgelegt, dass der Einbau mineralischer Ersatzbaustoffe oder ihrer Mischungen in technische Bauwerke durch den Bauherrn oder den Anwender nur gestattet ist, sofern keine nachteiligen Auswirkungen auf die Qualität des Grundwassers oder schädliche Veränderungen des Bodens zu befürchten sind.⁹² Dabei geht der Gesetzgeber davon aus, dass diese zentralen Anforderungen zum Schutz des Grundwassers und der umliegenden Bodenstrukturen erfüllt werden, sofern die Einbringung des Materials gemäß den jeweils vorgesehenen Einbauverfahren erfolgt.⁹³

Die Ersatzbaustoffverordnung beinhaltet in ihrer Anlage 2 insgesamt 17 unterschiedliche Einbauweisen für den Straßen-, Wege- und Erdbau. Die Variationen der Einbauweisen manifestieren sich primär in der Beschaffenheit der Deckschicht sowie deren Durchlässigkeit beziehungsweise der Sickerwasserrate. Grundlegend gilt, dass eine geringe Durchlässigkeit der Deckschicht mit einer entsprechend niedrigeren Sickerwasserrate einhergeht, was wiederum das Risiko einer potenziellen Grundwasserverunreinigung mindert. In simpleren Worten bedeutet dies, dass das Bodenmaterial in einem technischen Bauwerk, beispielsweise einem Leitungsgraben, das mit einer bitumenhaltigen Deckschicht versehen ist, eine höhere Schadstoffkonzentration aufweisen darf als in einem Bauwerk ohne eine solche gebundene Deckschicht.

Zur Veranschaulichung des Umgangs mit den Einbauweisen der Ersatzbaustoffverordnung dient ein Beispiel: Angenommen, es liegt eine Beprobung von ausgehobenem Bodenmaterial der Materialklasse BM-0 vor. Dieses Material könnte demnach in einem technischen Bauwerk verwertet werden. Sollte der Bauherr oder Betreiber zeitgleich an einem anderen Standort ein technisches Bauwerk betreuen, welches einer Einbauweise der Ersatzbaustoffverordnung entspricht, könnten die Möglichkeiten zur Verwertung des Bodenmaterials der Materialklasse BM-0 näher untersucht werden. In diesem Szenario soll eine Baugrube verfüllt und anschließend mit einer bitumenhaltigen Deckschicht versehen werden. Diese Vorgehensweise entspricht der Einbauweise vier der Ersatzbaustoffverordnung (s. Abbildung 9). Abhängig von Merkmalen wie der Beschaffenheit der Bodenschicht über dem Grundwasser, dem Abstand zum Grundwasser, der Position innerhalb oder außerhalb von Wasserschutzgebieten sowie der Position

⁹² Vgl. (§ 19 Absatz 1 Satz 1 ErsatzbaustoffV).

⁹³ Vgl. (§ 19 Absatz 2 Satz 1 ErsatzbaustoffV).

innerhalb oder außerhalb von Heilquellenschutzgebieten wird mittels einer Tabelle angegeben, ob die Einbringung des Materials zulässig (+) oder nicht zulässig (-) ist.

Einbauweise 4

Verwendung des mineralischen Ersatzbaustoffes ...

zur Verfüllung von Baugruben unter bitumen- oder hydraulisch gebundener Deckschicht

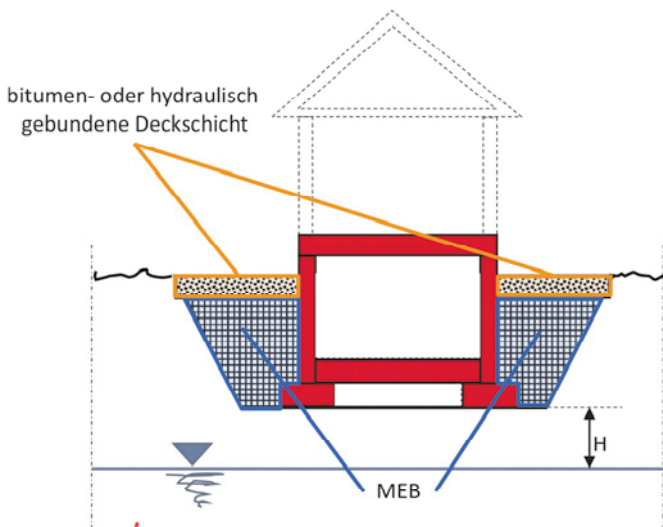


Tabelle 5: Bodenmaterial der Klassen 0* (BM-0*), F0* (BM-F0*) Baggergut der Klassen 0* (BG-0*), F0* (BG-F0*)

Bodenmaterial der Klassen 0* (BM-0*), F0* (BM-F0*) Baggergut der Klassen 0* (BG-0*), F0* (BG-F0*)										
Einbauweise		Eigenschaft der Grundwasserdeckschicht								
		außerhalb von Wasserschutzbereichen			innerhalb von Wasserschutzbereichen					
		ungünstig	günstig		günstig					
			Sand	Lehm, Schluff, Ton	WSG III A		WSG III B		Wasser- vorranggebiete	
					HSG III		HSG IV			
					Sand	Lehm, Schluff, Ton	Sand	Lehm, Schluff, Ton	Sand	Lehm, Schluff, Ton
1	2	3	4		5		6			
1	Decke bitumen- oder hydraulisch gebunden, Tragschicht bitumengebunden	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	Unterbau unter Fundament- oder Bodenplatten, Bodenverfestigung unter gebundener Deckschicht	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	Tragschicht mit hydraulischen Bindemitteln unter gebundener Deckschicht	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4	Verfüllung von Baugruben und Leitungsgräben unter gebundener Deckschicht	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Bodenmaterial BM-0* zur Verfüllung von Baugruben zulässig !

Abbildung 9 Anwendungsbeispiel Einbauweise 4 - BM-0* [Eigene Darstellung, in Anlehnung an (Dihlmann & Susset, 2022), S. 134 & Anlage 2 Tabelle 5 ErsatzbaustoffV, 04.04.2024]

Zusätzlich zur Abbildung 9 ist anzumerken, dass die beschriebenen Schritte mit umfangreichen Untersuchungs- und Dokumentationspflichten einhergehen. Des Weiteren hat sich herausgestellt, dass die praktische Umsetzung der Ersatzbaustoffverordnung zwei grundlegende Bedingungen erfordert. Zum einen muss Material respektive Abfall vorliegen, welcher die vorgeschriebenen Schadstoffkonzentrationen einhält und als mineralischer Ersatzbaustoff verwendet werden kann. Zum anderen muss eine Baustelle existieren, die den Anforderungen einer spezifischen Einbauweise der Ersatzbaustoffverordnung entspricht und der Einsatz des vorhandenen Abfalls dort zulässig ist. Wie bereits erläutert, gibt es 17 unterschiedliche Einbauweisen. In Kombination mit 27 Einbautabellen, die für die Verwendung mineralischer Ersatzbaustoffe zu prüfen sind, ergeben sich insgesamt 459 verschiedene Einbauszenarien.⁹⁴ Im Vergleich zu den Regelungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall LAGA M20, die lediglich fünf zu unterscheidende Einbauklassen vorsahen, stellt dies eine signifikante Erweiterung dar.⁹⁵

Im Falle, dass mineralische Ersatzbaustoffe trotz Einhaltung einer spezifischen Materialklasse nicht verwertet werden können, ermöglicht die geänderte Fassung von Artikel 3 der Deponieverordnung deren Beseitigung auf Deponien ohne zusätzliche Untersuchungen.⁹⁶ Dies kann beispielsweise dann eintreten, wenn für das untersuchte Material keine Einbaumöglichkeit nach der Ersatzbaustoffverordnung auf dem Markt gefunden wird. Bezogen auf Bodenmaterial dürfen beprobte Abfälle bis zur Materialklasse BM-F3 ohne weitere Prüfung auf Deponien der Klasse DK0 und DK1 abgelagert werden. Erst bei einer Überschreitung der Schadstoffkonzentrationen der Materialklasse BM-F3 ist eine labortechnische Untersuchung erforderlich.⁹⁷ Angesichts der Vielzahl an Einbausituationen, der strengen Grenzwerte und der Voraussetzungen, die mit der praktischen Umsetzung der Ersatzbaustoffverordnung einhergehen, besteht die Vermutung, dass die Beseitigung zukünftig von den Baubeteiligten im Vergleich zur Verwertung in technischen Bauwerken bevorzugt werden könnte.

Zum Abschluss des Kapitels zur Ersatzbaustoffverordnung wird ein kurzer Blick auf die im Zuge der Mantelverordnung novellierte Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV) geworfen. Die Einführung der Ersatzbaustoffverordnung und die Überarbeitung der Bundesbodenschutzverordnung haben bestehende landesrechtliche Regelungen bezüglich der Verwertung von mineralischen Bauabfällen, wie sie beispielsweise in der Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft „LAGA M20“ festgelegt waren, auf bundesweit einheitliche, übergreifende und rechtsverbindliche Weise ersetzt.⁹⁸

⁹⁴ Vgl. (Bär, 2024), S. 240.

⁹⁵ Vgl. (Siekemeyer, 2022), S. 17 ff.

⁹⁶ Vgl. (Dihlmann & Susset, 2022), S. 72.

⁹⁷ Vgl. (Dihlmann & Susset, 2022), S. 72.

⁹⁸ Vgl. (Dihlmann & Susset, 2022), Vorwort S. V.

Seitdem unterliegen mineralische Abfälle den Vorschriften der Ersatzbaustoffverordnung für die Probenahme und Verwertung in einem technischen Bauwerk. Bisher wurden erhebliche Mengen Bauschutt und Erdaushub gemäß den Vorgaben der LAGA M20 in ehemaligen Tagebauen, Steinbrüchen oder Verfüllungsstätten landesweit verwertet.⁹⁹ Gemäß der neuen Ersatzbaustoffverordnung werden solche bergbaulichen Anlagen jedoch nicht mehr als technische Bauwerke betrachtet, wodurch sie in den Geltungsbereich der Bundesbodenschutzverordnung für die Verfüllung von Abgrabungen fallen.¹⁰⁰ Tagebaue, die vor dem 16.07.2021 genehmigt wurden, dürfen bis zum 31.07.2031 gemäß den Bestimmungen der LAGA M20 weiterbetrieben werden.¹⁰¹ Nach Ablauf dieser achtjährigen Übergangsfrist am 01.08.2031 gelten die Anforderungen der Bundesbodenschutzverordnung für die Verfüllung von Gruben unterhalb oder außerhalb einer durchwurzelbaren Bodenschicht.¹⁰²

Basierend auf dem aktuellen Entwurf der Bundesbodenschutzverordnung sind lediglich Bodenmaterialien oder Baggergut mit einem mineralischen Fremdanteil von weniger als 10 Volumenprozent für die Einbringung in ehemalige Abbaustätten, Steinbrüche oder Gruben zulässig.¹⁰³ Bezüglich der Materialklassen gemäß der Ersatzbaustoffverordnung bedeutet dies, dass ab dem 01.08.2031 ausschließlich die Materialklassen BM-0 und BM-0* (BG-0 und BG-0* für Baggergut) für die Verwendung in ehemaligen Abbaustätten zugelassen sind. Materialien mit erhöhtem Gehalt an Schwermetallen und organischen Verbindungen müssen hingegen auf Deponien beseitigt werden. Angesichts dieser stark begrenzten Optionen für die Verfüllung prognostizieren Experten eine deutliche Zunahme des Bedarfs an Deponiekapazitäten.¹⁰⁴

⁹⁹ Vgl. Kapitel 3.2.1 bis 3.2.5.

¹⁰⁰ Vgl. (Dihlmann & Susset, 2022), S. 97.

¹⁰¹ Vgl. (Dihlmann & Susset, 2022), S. 127.

¹⁰² Vgl. (Dihlmann & Susset, 2022), S. 127.

¹⁰³ Vgl. (Dihlmann & Susset, 2022), S. 103.

¹⁰⁴ Vgl. (Becker, et al., 2018), S. 99.

2.5.3 Deponieverordnung

Nachdem die Regelungen bezüglich der Verwertung von Abfällen als mineralischer Ersatzbaustoff gemäß der Ersatzbaustoffverordnung dargelegt wurden, wird die Aufmerksamkeit nun kurz auf die Bestimmungen zur Beseitigung von Abfällen auf Deponien gelenkt. Die Deponieverordnung (DepV) definiert die Richtlinien für die Entsorgung von Materialien, die nicht für eine Verwertung geeignet sind und folglich auf Deponien abgelagert werden müssen. Im Anschluss wird näher auf die Anforderungen und Klassifizierungen von Abfällen gemäß der Deponieverordnung eingegangen, um die theoretischen und rechtlichen Grundlagen für die Bewertung der Entsorgungssicherheit und eine präzise Beantwortung der Forschungsfrage in den folgenden Kapiteln zu legen.

Die Verordnung über Deponien und Langzeitlager regelt die Errichtung, den Betrieb, die Stilllegung und die Nachsorge von Deponien.¹⁰⁵ Im Rahmen dieser Studie liegt der Schwerpunkt vorrangig auf dem Aspekt der Abfallablagerung auf Deponien.

Deponien sind Einrichtungen respektive Bauwerke, die über definierte Ablagerungsbereiche verfügen, in denen Abfälle über einen unbegrenzten Zeitraum abgelagert werden können.¹⁰⁶ Je nach Schadstoffgehalt der abgelagerten Materialien sind unterschiedliche umweltgefährdende Emissionen zu erwarten. Diese Emissionen können beispielsweise die Bildung von schadstoffangereichertem Sickerwasser oder die Freisetzung von Deponiegasen umfassen.¹⁰⁷ Um diese Emissionen zu kontrollieren, werden Barrieren wie Basis- und Oberflächenabdichtungssysteme eingesetzt. Die Qualität und Durchlässigkeit dieser Abdichtungssysteme sind charakteristisch für die Klassifizierung der Deponie sowie für ihre Fähigkeit, Schadstoffe zurückzuhalten.¹⁰⁸ Wie bereits im vorherigen Kapitel erwähnt, gilt auch hier der Grundsatz, je höher die Undurchlässigkeit der Abdichtungssysteme, desto höher die mögliche Schadstoffkonzentration im Abfall der beseitigt wird.¹⁰⁹

Von technischer Perspektive aus unterliegen Deponien in Deutschland gemäß den Vorschriften der Deponieverordnung stets einer strukturierten Ausgestaltung, die sowohl eine Basisabdichtung als auch eine Oberflächenabdichtung einschließt.¹¹⁰ Diese Konstruktion zielt darauf ab, den Abfall vollständig von seiner Umgebung und potenziellen Umwelteinflüssen zu isolieren. Weitere technische Komponenten einer Deponie umfassen Systeme zur Gas- und Sickerwasserabführung.¹¹¹

¹⁰⁵ Vgl. (§ 1 Absatz 1 Satz 1 DepV).

¹⁰⁶ Vgl. (Kranert, 2017), S. 472.

¹⁰⁷ Vgl. (Kranert, 2017), S. 472.

¹⁰⁸ Vgl. (Kranert, 2017), S. 472.

¹⁰⁹ Vgl. Kapitel 2.5.2.

¹¹⁰ Vgl. (Korb, 2023), S. 7.

¹¹¹ Vgl. (Korb, 2023), S. 7.

Die Deponieverordnung klassifiziert Deponien anhand dieser technischen Ausstattungen in fünf Kategorien.¹¹² In Abbildung 10 wird die unterschiedliche Absicherung der verschiedenen Deponieklassen sowohl nach oben als auch nach unten veranschaulicht. Es ist ersichtlich, dass die unterste Deponiekategorie die geringste technische Komplexität aufweist.

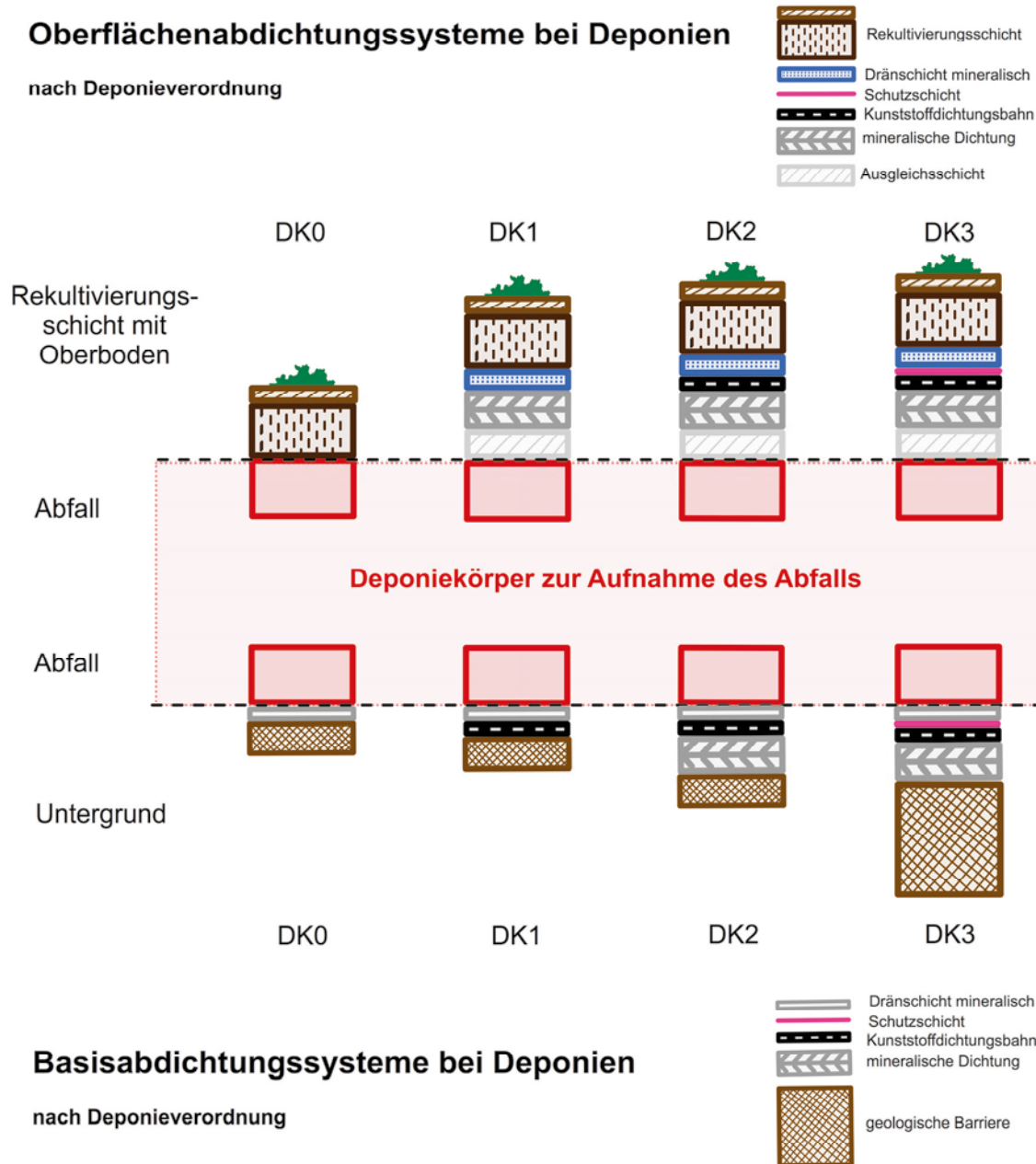


Abbildung 10 Aufbau einer Deponie nach Deponieverordnung

[Eigene Darstellung, in Anlehnung an Anhang 1 Tabelle 1 DepV, 15.04.2024]

¹¹² Vgl. (§ 2 Absatz 6 Satz 1 – Absatz 10 Satz 1 DepV).

Deponien der Klasse 0 (DK0) enthalten Abfälle, die entweder nicht reaktiv sind oder eine äußerst geringe Reaktionsfähigkeit aufweisen.¹¹³ Deponien der Klasse 1 (DK1) enthalten nur einen minimalen Anteil an organischen Materialien und sind daher nicht in der Lage, bedeutende Schadstoffmengen freizusetzen. Typischerweise handelt es sich bei diesen Deponien um Lagerstätten für Erdmaterialien, Bauschutt und ähnliche Reststoffe. Deponien der Klasse 2 (DK2) lagern Abfälle mit einem niedrigen Anteil an organischen Materialien, wobei diese Kategorie hauptsächlich für Siedlungsabfälle und Hausmüll reserviert ist. Deponien der Klasse 3 (DK3) beherbergen Sonderabfälle und unterliegen aufgrund ihrer hohen Anforderungen an den Deponieaufbau einer intensiven Reglementierung. Die Deponien der Klassen 0, I, II und III werden oberirdisch errichtet, während die Klassen IV und V (DK IV) unterirdische Deponien sind, die dazu dienen, Abfälle sicher zu lagern, die an der Oberfläche nicht angemessen verwahrt werden können.¹¹⁴

Die Untersuchungen zu den verbleibenden Kapazitäten der Deponien in Deutschland konzentrieren sich vorrangig auf die Entsorgung von Bau- und Abbruchabfällen wie Bodenaushub, Bauschutt und Straßenaufbruch. Wie zuvor erläutert, erfolgt die Entsorgung dieser Materialien hauptsächlich auf Deponien der Klassen DK0 und DK1. Um den Untersuchungsrahmen zu schärfen, wird zu Beginn der Entsorgungsanalyse erneut auf die relevanten Deponieklassen eingegangen. An dieser Stelle wird eine tiefergehende Beschreibung weiterer Elemente der Deponieverordnung im Kontext der Studienarbeit als irrelevant angesehen.

¹¹³ Vgl. (Korb, 2023), S. 7.

¹¹⁴ Vgl. (Korb, 2023), S. 7.