





Recyclingbaustoffe in Baden-Württemberg

 Aktueller Stand und mögliche Auswirkungen der geplanten Ersatzbaustoffverordnung



Baden-Württemberg

Recyclingbaustoffe in Baden-Württemberg

 Aktueller Stand und mögliche Auswirkungen der geplanten Ersatzbaustoffverordnung

HERAUSGEBER LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
Postfach 10 01 63, 76231 Karlsruhe, www.lubw.baden-wuerttemberg.de

BEARBEITUNG Günter Dehoust, Daniel Bleher, Thomas Bergmann
Öko-Institut e.V. Freiburg/Darmstadt/Berlin, www.oeko.de

REDAKTION LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
Referat 35, Abfallwirtschaft, Chemikaliensicherheit, Dr. Gabriel Striegel, Dr. Rolf Hahn

BEZUG Kostenloser Download unter: www.lubw.baden-wuerttemberg.de

ISBN 978-3-88251-380-6

STAND 08/2014

Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur mit Zustimmung des Herausgebers unter Quellangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet.

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	6
TABELLENVERZEICHNIS	8
ABKÜRZUNGEN	9
ZUSAMMENFASSUNG	11
1. EINLEITUNG	13
2. AUFKOMMEN UND VERBLEIB VON RECYCLINGBAUSTOFFEN	14
2.1. Aufkommen und Verwendungspfade	14
2.2. Zusammensetzung anfallender Materialien	16
2.3. Verbleib von behandelten Materialien	18
2.4. Rechenbeispiel theoretische Straßenlängen	20
2.5. Zusammenfassung Aufkommen und Verbleib von Recyclingbaustoffen	22
3. AUSWIRKUNGEN DER ERSATZBAUSTOFFV AUF DIE ABSATZMÖGLICHKEITEN VON RC-BAUSTOFFEN	23
3.1. Datengrundlage und Analyseverfahren	23
3.2. Analyse IST-Zustand	25
3.3. Ergebnis IST-Zustand	27
3.4. Wirkungsabschätzung ErsatzbaustoffV (Analyse)	28
3.5. Wirkungsabschätzung ErsatzbaustoffV (Ergebnis)	31
3.6. Zusammenfassung IST-Zustand und Wirkungsabschätzung EBV	33
3.7. Empfehlungen zum weiteren Vorgehen	34
4. VEREINFACHTE SYSTEMATIK DER ZULÄSSIGEN EINBAUWEISEN	35
5. BEWERTUNG ZUKÜNFTIG MÖGLICHER BAUWEISEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG	37
5.1. Wasser- und Heilquellenschutzgebiete	37
5.2. Detailbetrachtung Heilquellenschutzgebiet Stuttgart	38
5.3. Grundwasser / Flurabstand	42
5.4. Bodenarten	46
5.5. Zusammenfassung naturräumliche Gegebenheiten für den Einsatz von MEB in Baden-Württemberg	48
6. LITERATUR	50
I. ANHANG	52
I.1. Ergänzung zu Kapitel 2	52
I.2. Ergänzung zu Kapitel 3	53
I.2.1. Recyclingbaustoffe – Vergleich DIN 19528 „nicht-QRB /QRB“	53
I.3. Ergänzung zu Kapitel 4	55

Abbildungsverzeichnis¹

Abb. 2-1:	Aufkommen und Verwendung von Bau- und Abbruchabfällen in Baden-Württemberg 2012	14
Abb. 2-2:	Bau- und Abbruchabfälle: Regionale Verteilung des Inputstroms in Behandlungsanlagen	15
Abb. 2 3:	Zusammensetzung und Verwendung von Bau- und Abbruchabfällen in Baden-Württemberg 2012	17
Abb. 2 4:	Aufkommen und Erzeugnisse in Bauschuttrecycling- und Asphaltmischanlagen in Baden-Württemberg 2012	19
Abb. 2-5:	Materialmenge pro Straßenbauklasse	20
Abb. 3-1:	Summenlinie Sulfat für die Messverfahren DEV S4 mit WF 10:1 und DIN 19528 mit WF 2:1	31
Abb. 3-2:	Summenlinie Feststoff-PAK	32
Abb. 3-3:	Veränderung der Zuordnungsklassen untereinander (absolut und anteilig) bei Umstellung von UM BW 2004 auf EBV 2012	33
Abb. 4-1:	Grundstruktur vereinfachte Einbautabelle	35
Abb. 4-2:	Detailausschnitte vereinfachte Einbautabelle	36
Abb. 5-1:	Wasser- und Heilquellenschutzgebiete sowie Moor und Torfböden in Baden-Württemberg 2012	39
Abb. 5-2:	Siedlungs- und Gewerbeflächen im Bereich des Heilquellenschutzgebiets Stuttgart	41
Abb. 5-3:	Verfügbare Daten zum mittleren Grundwasserflurabstand in Baden-Württemberg 2012	43
Abb. 5-4:	Detailausschnitt mittlerer Flurabstand Oberrheingraben und Siedlungs- und Gewerbeflächen	45
Abb. 5-5:	Bodenarten in Baden-Württemberg (aggregiert gemäß Systematik ErsatzBV)	47
Abb. I-1:	Vereinfachten Systematik der zulässigen Einbauweisen Teil 1 Erdbau	55
Abb. I-2:	Vereinfachten Systematik der zulässigen Einbauweisen Teil 2 Straßen- und Wegebau	55

¹ Titelabkürzung möglich

Tabellenverzeichnis²

Tab. 2-1:	Verwendungspfade für Bauschutt und Straßenaufbruch 2012 und 2008	15
Tab. 2-2:	Zusammensetzung von Bauschutt in Baden-Württemberg 2012	16
Tab. 2-3:	Zusammensetzung des in Recyclinganlagen behandelten Materials Baden-Württemberg 2012	18
Tab. 2-4:	Materialzusammensetzung eines RC-Betriebs (QRB Mitglied)	19
Tab. 2-5:	Theoretisch errichtbare Straßenlängen mit in 2012 im Straßen- und Wegebau eingesetzten RC-Material	21
Tab. 3-1:	Kurzbeschreibung der ausgewerteten Literaturquellen und enthaltenen Proben	24
Tab. 3-2:	Parameter und Zuordnungswerte für RC-Materialien nach derzeit gültiger Regelung	25
Tab. 3-3:	Probenauswertung für das Messverfahren DEV S4 mit WF 10:1 (n = 199), ohne Parameter elektrische Leitfähigkeit	26
Tab. 3-4:	Ergebnis IST-Zustand: Klassifizierung gemäß Zuordnungsklassen „Vorläufige Hinweise“ UM BW 2004	27
Tab. 3-5:	Massenbilanz gemäß Klassierung RC-Materialien im IST-Zustand	27
Tab. 3-6:	Materialzusammensetzung (in %) der LUBW Proben 2007-2008	28
Tab. 3-7:	Angepasste Klassierung DEV S4 für Vergleich mit DIN 19528	28
Tab. 3-8:	Vergleich Parameter und Zuordnungs- bzw. Materialwerte für RC-Materialien nach derzeit gültiger Regelung mit 2. Arbeitsentwurf ErsatzbaustoffV 2012	29
Tab. 3-9:	Analyseauswertung DEV S4 mit WF 10:1 und DIN 19528 mit WF 2:1	30
Tab. 3-10:	Wirkungsabschätzung ErsatzbaustoffV (inkl. Massenbilanz)	31
Tab. 3-11:	Wirkungsabschätzung Vorschlag Bund-Länder AG mit Feststoff PAK 5 mg/kg	33
Tab. 5-1:	Flächenstatistik nicht genehmigungsfreier Flächen in Baden-Württemberg	38
Tab. 5-2:	Flächenstatistik nicht genehmigungsfreie Flächen nach Regionen	40
Tab. 5-3:	Flächenstatistik Siedlungs- und Gewerbeflächen im Bereich des Heilquellenschutzgebiets Stuttgart	40
Tab. 5-4:	Flächenstatistik Grundwasser-Flurabstand in Baden-Württemberg	40
Tab. 5-5:	Struktur GW-Flurabstand in Baden-Württemberg (auswertbare Landesteile)	42
Tab. 5-6:	Siedlungs- und Gewerbeflächen und GW-Flurabstand im Bereich des Oberrheingrabens	44
Tab. 5-7:	Bodenarten in Baden-Württemberg gemäß EBV Systematik	46
Tab. I-1:	Regionale Verteilung des Inputstroms in Bauschuttrecycling- und Asphaltmischanlagen	52
Tab. I-2:	Probenauswertung für das Messverfahren DEV S4 mit WF 10:1 (n = 199) nur für den Parameter elektrische Leitfähigkeit	52
Tab. I-3:	Ergebnis IST-Zustand: Klassifizierung gemäß Zuordnungsklassen „Vorläufige Hinweise“ UM BW 2004 unter Einbeziehung des Parameters elektrische Leitfähigkeit	52
Tab. I-4:	Probenauswertung für das Messverfahren DIN 19528 mit WF 2:1 nur für den Parameter elektrische Leitfähigkeit	53
Tab. I-5:	Ergebnis Wirkungsabschätzung EBV: Klassifizierung gemäß Materialwerte EBV 2012 unter Einbeziehung des Parameters elektrische Leitfähigkeit	53
Tab. I-6:	Probenauswertung von QRB Daten nach DIN 19528 mit WF 2:1	54
Tab. I-7:	Analyseauswertung QRB Betriebe vs. Nicht-QRB Betriebe	54

² Titellabkürzung möglich

Abkürzungen

BW	Baden-Württemberg
EAV	Europäisches Abfallverzeichnis
EBV	Ersatzbaustoffverordnung / ErsatzbaustoffV
EPA	Environmental Protection Agency, US-Behörde zum Schutz der Umwelt
FSS	Frostschutzschicht
GW	Grundwasser
HSG	Heilquellenschutzgebiet
kt	Kilotonne (1.000 Tonnen)
LGL	Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg
MEB	Mineralische Ersatzbaustoffe
OSM	OpenStreetMap
QRB	Qualitätssicherungssystem Recyclingbaustoffe Baden-Württemberg e. V.
StaLa	Statistisches Landesamt Baden-Württemberg
STS	Schottertragschicht
WF	Wasser-Feststoff-Verhältnis
WSG	Wasserschutzgebiet
ZAG	Zentrum für Angewandte Geowissenschaften an der Eberhard Karls Universität Tübingen

Zusammenfassung

Die vorliegende Studie beschreibt die Ergebnisse einer Untersuchung der Auswirkungen der geplanten Ersatzbaustoffverordnung (EBV, 2. Arbeitsentwurf, Stand 31.10.2012) auf die Verwertung von mineralischen Ersatzbaustoffen (MEB) in Baden-Württemberg. Der Fokus liegt dabei auf Recyclingbaustoffen (RC), also den aufgearbeiteten Bau- und Abbruchabfällen, die im Wesentlichen in die Kategorien „Boden und Steine“, „Bauschutt“ sowie „Straßenaufbruch“ eingeteilt werden.

Aufkommen und Verbleib von RC-Baustoffen

Von den RC-Baustoffen werden insgesamt nur 26% in Behandlungsanlagen aufgearbeitet. Die Kategorie „Bauschutt und Straßenaufbruch“ gelangt dagegen zu 87% in Behandlungsanlagen. Dieser Anteil ist 2012 gegenüber 2008 um 11 Prozentpunkte angestiegen.

Jährlich stehen in Baden-Württemberg etwa 10 Millionen Tonnen Bau- und Abbruchabfälle zur Verfügung. Betonbruch wird fast zu 100%, gemischte Bauabfälle zu 70% recycelt.

Die behandelten MEBs, inkl. der Erzeugnisse aus Asphaltmischanlagen, werden zu etwa 71% im Straßen- und Wegebau verwendet. Weitere rund 20% der Erzeugnisse kommen im (sonstigen) Erdbau zum Einsatz. Die Frage, in welchen technischen Einbauweisen MEB in der Praxis am häufigsten eingesetzt werden, konnte anhand von statistischen Daten nicht bestimmt werden. Nach Aussagen von befragten Recyclingunternehmen ist davon auszugehen, dass rund 80% der eingesetzten MEB in Frostschutz- und Schottertragschichten des Straßenbaus eingesetzt werden.

Anhand dieser Annahme und in der Kenntnis der MEB Volumenströme in den Straßenbau wurden theoretisch errichtbare Straßenlängen für verschiedene Straßenkategorien berechnet. Im Abgleich mit den in Baden-Württemberg real existierenden sowie den jährlich sanierten Straßenlängen zeigt sich, dass die ermittelten Mengen in den tatsächlich sanierten Straßenlängen nicht untergebracht werden können.

Auswirkungen der geplanten ErsatzbaustoffV auf die Absatzmöglichkeiten von RC-Baustoffen

Die Auswertung aller verfügbaren Analyseergebnisse von beprobten RC-Baustoffen zeigt, dass nach der aktuellen Regelung mehr als die Hälfte aller Proben der höchsten Zuordnungsklasse Z 1.1. entsprechen und damit günstige Voraussetzungen für die Verwendung als RC-Baustoff aufweisen. Die restlichen Proben verteilen sich nahezu gleichmäßig auf die weiteren Zuordnungsklassen Z 1.2 und Z 2. Rund 18% der Proben scheidern aufgrund der gemessenen Schadstoffkonzentration für eine Nutzung als RC-Baustoffe aus. Rückschlüsse von der in den Proben erhobenen Materialzusammensetzung auf die Schadstoffbelastung lassen sich nicht ziehen.

Die Verwertungssituation für MEB würde sich bei Einführung der geplanten EBV nach der Fassung des Entwurfs vom 31.10.2012 gegenüber der aktuellen Situation nicht verschlechtern, sondern im Gegenteil leicht verbessern. Zum einen steigt die Anzahl an Proben, die überhaupt in die Klassifizierung als RC-Baustoff gelangen, um rund 7% an. Damit würden durch die EBV nur rund 9% der Proben nicht für eine Verwendung als RC-Baustoff in Frage kommen. Zum anderen verschieben sich die Probenanteile pro Materialklasse dahingehend, dass geringfügig mehr Proben in die höchste Materialklasse RC-1 fallen und damit eine gute Vermarktungsmöglichkeit als RC-Baustoff erhalten.

Zusammenfassend lässt sich auf der Basis der vorliegenden Daten keine wesentliche Beeinflussung der Verwertungssituation für Ersatzbaustoffe in Baden-Württemberg durch die geplante EBV, in der Fassung des Entwurfs vom 31.10.2012 erkennen. Insgesamt überwiegen etwas die Vorteile, wenn auch in geringem Umfang.

Die getroffenen Aussagen basieren auf einem Datensatz aus 227 Proben. Unterschiede bezüglich der Analyseverfahren und der untersuchten Schadstoffparameter reduzieren die für einzelne Vergleichsbetrachtungen verfügbare Probenzahl. Insbesondere bezüglich der beteiligten Recyclingunternehmen und dem Konzentrationsniveau des

besonders relevanten Schadstoffparameters Sulfat sind die verfügbaren Proben für das Spektrum der RC-Baustoffe in Baden-Württemberg nicht repräsentativ. Da es im Rahmen der Projekts nicht möglich war, die Datenbasis zu erweitern, muss die sich ergebende Unsicherheit in Kauf genommen werden. Die damit verbundenen Einschränkungen bezüglich der Aussagekraft gelten in jedem Fall, auch wenn das nicht ausdrücklich erwähnt wird.

Bewertung zukünftig möglicher Bauweisen in Baden-Württemberg

Die Vorgaben der EBV berücksichtigen neben der Schadstoffkonzentration auch die naturräumliche Ausgangssituation am geplanten Einbauort. Die resultierenden Einschränkungen für die Verwendung von MEB werden für Baden-Württemberg dargestellt. Einbaubeschränkungen innerhalb von Wasser- oder Heilquellenschutzgebieten machen für die Verwendung von MEB auf rund 6% der Landesfläche Einzelfallprüfungen erforderlich. Besonders betroffen ist die Landeshauptstadt Stuttgart, die zu großen Teilen in einem Heilquellenschutzgebiet liegt.

Der Abstand des Grundwasserstands zum geplanten Einbauhorizont stellt eine weitere mögliche Einschränkung für die Verwendung von MEB dar. Bei der Auswertung zeigt sich, dass mehr als 70% der kartierten Flächen einen mittleren Grundwasserabstand von mehr als 2 Metern zur Geländeoberkante aufweisen und damit für den Einbau von MEB gut geeignet sind. Flächen mit weniger als 1 Meter mittleren Grundwasserabstand zur Geländeoberfläche machen knapp 10% der kartierten Bereiche aus. Hier ist der Einbau von MEB nur für bestimmte Einbauweisen und besonders hochwertige Materialien möglich. Ferner wurde ein Sensitivitätsbereich des Grundwasserabstands zur Geländeoberfläche von $>1\text{ m} < 2\text{ m}$ definiert. Damit sollen Unsicherheiten in der Datengrundlage, wie unter der Geländeoberfläche liegende Einbauhorizonte, berücksichtigt werden. Rund 18% der kartierten Bereiche fallen in diesen Sensitivitätsbereich und können damit unter Einbaubeschränkungen fallen. Insgesamt liegen für nur rund 9,5% der Landesfläche Daten zu den Grundwasserflurabständen vor.

Da sich die kartierten Bereiche aber auf die für niedrige Grundwasserflurabstände kritischen Flußtäler fokkuszieren, kann davon ausgegangen werden, dass die Flächenanteile mit geringem Grundwasserabstand für gesamt Baden-Württemberg insgesamt kleiner ausfallen.

Die in Baden-Württemberg anzutreffenden Bodenarten sind gemäß Entwurf EBV als günstig für den Einbau von MEB zu bewerten. Knapp 90% der Böden werden als Lehm/Schluff/Ton-Böden angesprochen.

1. Einleitung

Mineralische Ersatzbaustoffe (MEB) werden vor allem im Straßen- und Wegebau sowie im Erdbau eingesetzt, um primäre Rohstoffe zu ersetzen. Bislang existiert keine bundesweit einheitliche Regelung zur Bewertung der Schadlosigkeit und davon abhängigen Verwendung von mineralischen Ersatzbaustoffen. Die meisten Bundesländer haben eigene Vorschriften erlassen, die auf einem technischen Regelwerk der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA M20 und LAGA 2003) basieren. Die vorgesehene Einführung der bundesweit geltenden Ersatzbaustoffverordnung (ErsatzbaustoffV, kurz EBV, 2. Arbeitsentwurf, Stand 31.10.2012) bringt grundlegende Änderungen der Regelungen zur Verwertung mineralischer Abfälle und Materialien mit sich, die auch die Verwertungspraxis von MEB in Baden-Württemberg beeinflussen wird. Mit dem Ziel, nachteilige Auswirkungen auf Boden und Grundwasser mit hinreichender Sicherheit auszuschließen, sollen die Analysemethoden zur Bewertung des Schadstoffgehalts von MEB und die Einteilung in Baustoffklassen durch die ErsatzbaustoffV neu geregelt werden. Darüber hinaus soll in Abhängigkeit der naturräumlichen Gegebenheiten am vorgesehenen Einbauort geregelt werden, ob ein Material genehmigungsfrei verwendet werden kann.

Aus diesem Grund hat die LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg das Öko-Institut e.V. damit beauftragt, die aktuelle Verwertungssituation und die durch die ErsatzbaustoffV zu erwartenden Änderungen darzustellen. Der vorliegende Bericht beschreibt die Arbeiten des Öko-Institut e.V. im Rahmen des beauftragten Projekts.

In der Analyse zum IST-Zustand und der zu erwartenden Änderungen durch die ErsatzbaustoffV fokussiert die Studie auf Recyclingbaustoffe (RC-Materialien), als die in Baden-Württemberg relevantesten mineralischen Ersatzbaustoffe (Kapitel 2 u. 3).

Die ErsatzbaustoffV beschreibt in einer komplexen Systematik die Zulässigkeit des MEB Einsatzes in verschiedenen Bauweisen in Abhängigkeit der Eigenschaften der Grundwasserdeckschichten und der Lage zu Wasserschutzgebieten. Im Rahmen des Projekts wurde für die betrachteten MEB eine vereinfachte Systematik erarbeitet, die es dem Verwender von MEB erleichtern soll, für die vorgesehene Einbauweise und vor-Ort-Bedingungen die notwendige Materialklasse zu identifizieren. Die Ergebnisse aus diesem Arbeitspaket sind in Kapitel 4 dargestellt.

Planungs- und naturräumliche Gegebenheiten wie z.B. das Vorhandensein von Wasser- oder Heilquellenschutzgebieten, Grundwasserstand und Bodenart beeinflussen gemäß ErsatzbaustoffV die Möglichkeiten einer Verwendung von mineralischen Ersatzbaustoffen. Im Rahmen des Projekts wurde anhand vorhandener Geodaten die IST-Situation in Baden-Württemberg quantitativ ausgewertet. Die Ergebnisse dazu finden sich in Kapitel 5.

2. Aufkommen und Verbleib von Recyclingbaustoffen

Von den im Rahmen der Studie untersuchten mineralischen Ersatzbaustoffen kommt den RC-Materialien aufgrund der jährlich anfallenden Tonnagen eine besondere Bedeutung zu.

RC-Materialien werden in erster Linie durch die Wiederaufbereitung von Bauabfällen, Abbruchmaterialien und Straßenaufbruch gewonnen. Durch die Wiederverwendung können natürliche Rohstoffressourcen geschont und somit für die Zukunft länger verfügbar gemacht werden. Weiterhin werden RC-Baustoffe auch aus Materialien des Bodenaushubs gewonnen. Diese RC-Baustoffe bestehen also aus Primärmaterial, das allerdings ohne Wiederverwertung entsorgt bzw. deponiert worden wäre.

2.1. Aufkommen und Verwendungspfade

Daten zum Aufkommen und Verbleib von RC-Baustoffen werden vom Statistischen Landesamt bei den Unternehmen der Branche abgefragt und wurden für diese Studie aufgearbeitet. Abb. 2-1 zeigt das gesamte Aufkommen mineralischer Abfälle, die für RC-Baustoffe in Frage kommen. Diese werden statistisch erfasst in den Kategorien „Boden und Steine“, „Bauschutt“, „Straßenaufbruch“ sowie „Andere“ und bilden zusammen die Klasse „Bau- und Abbruchabfälle“. Insgesamt fiel im Jahr 2012 aus der Klasse „Bau- und Abbruchabfälle“ rund 35,5 Mio. Tonnen Material an. Der mengenmäßig größte Anteil mit 23,5 Mio. Tonnen entfällt auf die Kategorie „Boden und Steine“

(66%). Materialien der Kategorien „Bauschutt“ (7,7 Mio. Tonnen) und „Straßenaufbruch“ (2,8 Mio. Tonnen) machen gemeinsam rund 29% des Gesamtaufkommens aus.

Abb. 2-1 zeigt neben dem Aufkommen auch die Verwendungspfade der anfallenden Materialien. Die Abbildung basiert sowohl auf öffentlichen Daten des statistischen Landesamts Baden-Württemberg (StaLa 2013) als auch auf Daten, die eigens vom StaLa für diese Studie zusammengestellt wurden.

Es gilt zwei ergänzende Hinweise zu beachten, die erläutern, warum die Massenbilanz der linken und rechten Seite in Abb. 2-1 nicht identisch ist: In der Abbildung links ist das Aufkommen von Primärabfällen dargestellt. Auf der rechten Seite sind die möglichen Verwendungspfade dargestellt. Zu beachten ist, dass auch Sekundärabfälle mit erfasst und dargestellt sind. Das heißt, Abfälle aus anderen statistischen Kategorien, die aufgearbeitet wurden und z.B. deponiert werden, gehen als Sekundärabfälle in die Massenbilanz mit ein. Eine separate Auswertung dieser Sekundärabfälle wurde nicht erstellt. Weiterhin ist zu beachten, dass in Abb. 2-1 die Angaben von in Baden-Württemberg gemeldeten Anlagenbesitzern dargestellt sind. Wird z.B. eine mobile Bauschuttanlage in einem anderen Bundesland eingesetzt, so wird deren Materialumsatz dennoch in der Bilanz für Baden-Württemberg erfasst und dargestellt.

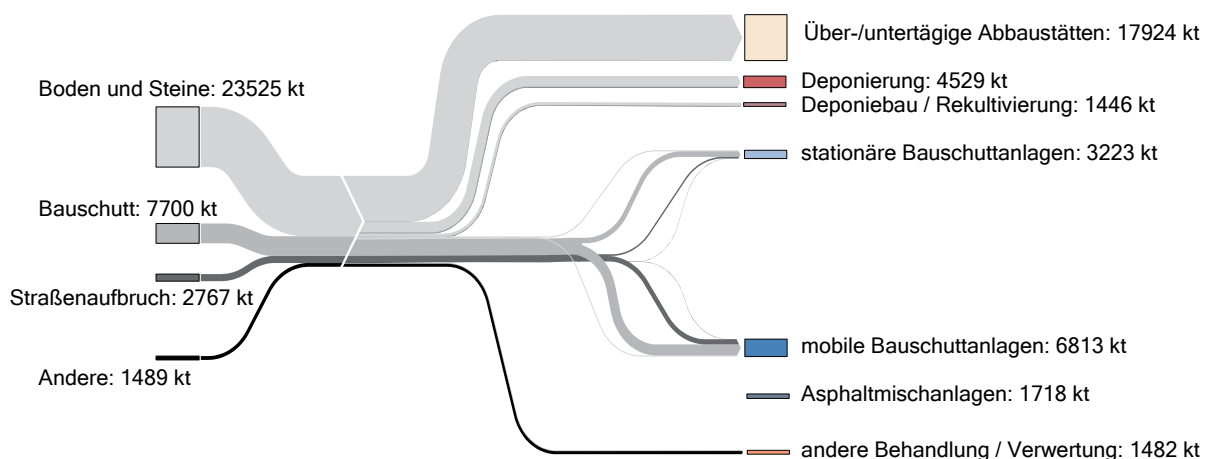


Abb. 2-1: Aufkommen und Verwendung von Bau- und Abbruchabfällen in Baden-Württemberg 2012; Quelle: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg

Tab. 2-1: Verwendungspfade für Bauschutt und Straßenaufbruch 2008 und 2012

Verwendungspfad	2008	2012
	[%]	[%]
Bauschuttrecycling und Asphaltmischanlagen*	76	87
Abbaustätten, Deponiebau, sonstiges	17	8
Deponierung	7	5

Quelle: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg; Analytische Untersuchung von Bauschuttrecyclingmaterial in Baden-Württemberg 2009 und Kontakt Sascha Binder; * in 2008 wurden Asphaltmischanlagen noch nicht separat ausgewiesen

Materialien der Kategorie „Boden und Steine“ werden größtenteils in Abbaustätten, Deponierung oder Deponiebau verbraucht. Lediglich 787.000 Tonnen (3%) des „Boden und Steine“ Materials wird Bauschuttrecycling- und Asphaltmischanlagen zugeführt und stehen so einer Verwendung in technischen Einbauweisen zur Verfügung.

Für die weiteren Betrachtungen in dieser Studie ist insbesondere die Aufarbeitung von Bau- und Abbruchabfällen zu RC-Baustoffen von Interesse. Die Statistik unterscheidet dabei in stationäre und mobile Bauschuttanlagen, in

denen im Jahr 2012 in Baden-Württemberg rund 10 Mio. Tonnen Material behandelt wurde. Hinzu kommen Asphaltmischanlagen, die mit rund 1,7 Mio. Tonnen Materialdurchsatz separat ausgewiesen werden. Das Inputmaterial für Asphaltmischanlagen ist nicht eindeutig zugewiesen und wird daher in Abb. 2-1 nicht dargestellt.

Im Vergleich dazu werden 87% aller anfallenden Materialien der Kategorien „Bauschutt“ und „Straßenaufbruch“ in Behandlungsanlagen verbraucht. Tabelle 2-1 zeigt die Verwendungspfade und deren Anteile am Gesamtaufkommen von Bauschutt- und Straßenaufbruch für die Jahre 2008 und 2012. Demnach wurden 2012 87% der insgesamt angefallenen Bauschutt- und Straßenaufbruchmaterialien in Bauschuttrecycling und Asphaltmischanlagen verbraucht. Dieser Anteil ist gegenüber 2008 um 11 Prozentpunkte angestiegen.

Bezogen auf die Gesamtmenge der Klasse „Bau- und Abbruchabfälle“, wurden in 2012 nur rund 28% in Behandlungsanlagen einer Wiederverwendung zugeführt (rund 10 Mio. Tonnen).

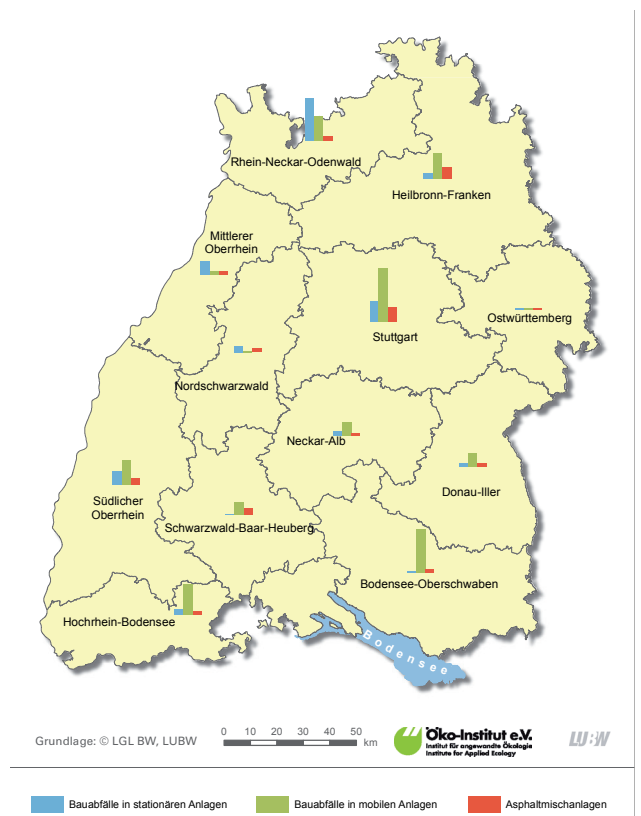


Abb. 2-2: Bau- und Abbruchabfälle: Regionale Verteilung des Inputstroms in Behandlungsanlagen; Quelle: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, eigene Darstellung, Einteilung der Klassen für Inputmaterial ist frei gewählt

Die Daten des Statistischen Landesamtes ermöglichen neben der Gesamtbetrachtung auch eine regionale Aufschlüsselung der in Behandlungsanlagen verbrachten Mengen aus der Klasse „Bau- und Abbruchabfälle“ (= Inputstrom). Wie Abb. 2-2 zeigt, fallen in der Region Stuttgart 20% (2,35 Mio. Tonnen) des gesamten Inputstroms an. Weitere 17% (1,9 Mio. Tonnen) fallen in der Region Rhein-Neckar an.

Die rechte Grafik von Abb. 2-2 zeigt die Aufteilung des Inputstroms nach der Art der Behandlungsanlage. Unterschieden wird in stationäre und mobile Anlagen sowie in Asphaltmischanlagen.

Es zeigt sich, dass die regionale Verteilung des Inputstroms in die verschiedenen Anlagentypen sehr unterschiedlich ausfällt. Die Regionen mit den höchsten Mengen an Bau- und Abbruchabfällen in stationäre Anlagen sind Rhein-Neckar, Stuttgart sowie der Mittlere und Südliche Oberrhein. Die Regionen mit den höchsten Mengen von Bau- und Abbruchabfällen in mobilen Anlagen sind Stuttgart, Bodensee-Oberschwaben, Hochrhein-Bodensee sowie Heilbronn-Franken. Die Regionen mit den höchsten Mengen in Asphaltmischanlagen sind Stuttgart und Heilbronn-Franken. Eine detaillierte Auflistung der für die linke Grafik von Abb. 2-2 zugrundeliegenden Daten findet sich im Anhang.

2.2. Zusammensetzung anfallender Materialien

Das Statistische Landesamt erfasst von den Abbruchunternehmen und Betreibern von Behandlungsanlagen neben den Gesamtmengen auch die Zusammensetzung der anfallenden Materialien auf Basis des Europäischen Abfallverzeichnisses (EAV). Diese Aufteilung ist vor allem im Hinblick auf die Qualität und stoffliche Zusammensetzung der Recyclingprodukte von hoher Relevanz. Abb. 2-3 und Tabelle 2-2 zeigen die Zusammensetzung der Kategorie Bauschutt sowie die Verteilung auf die Verwertungspfade. Es zeigt sich, dass der anfallende Bauschutt zu 52% aus Beton (rund 4 Mio. Tonnen EAV 17 01 01) besteht. Betonabfälle sind attraktive Materialien für die Aufarbeitung als RC-Baustoff, weshalb 99% des anfallenden Materials Behandlungsanlagen zugeführt wird.

Weitere 41% des ankommenden Bauschutts werden als Gemisch aus den Einzelfractionen Beton, Fliesen, Ziegel und Keramik angegeben. Im Gegensatz zum Betonbruch, bei dem fast das gesamte ankommende Material in Recyclinganlagen geht, ist bei gemischten Materialien zwischen Aufkommen und Verwertung ein relevanter Schwund feststellbar. Nur 70% der insgesamt 3,1 Mio. Tonnen anfallenden Materialgemische werden in Behandlungsanlagen verbracht. Die verbleibenden 911.000 Tonnen gemischten Materials werden zu 53% deponiert, zu weiteren 25% im Deponiebau eingesetzt und zu 22% in über-/untertägigen Abbaustätten verbracht.

Tab. 2-2: Zusammensetzung von Bauschutt in Baden-Württemberg 2012

	Zusammensetzung Bauschutt insgesamt		In Bauschuttrecyclinganlagen verwerteter Bauschutt	
	Menge [1.000 Tonnen]	Anteil [%]	Menge [1.000 Tonnen]	Anteil [%]
Beton (EAV 17 01 01)	3.993	52	3.953	61
Ziegel (EAV 17 01 02)	229	3	197	3
Fliesen, Ziegel und Keramik (EAV 17 01 03)	68	1	63	1
Gemische aus 01-03 ohne gef. Stoffe (EAV 17 01 07)	3.121	41	2.210	34
gemischte Bau- und Abbruchabfälle ohne Quecksilber, PCB und sonst. gef. Stoffe (EAV 17 09 04)	288	4	45	1

Quelle: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg; Mengen ohne gefährliche Abfälle (EAV 17 05 03*).

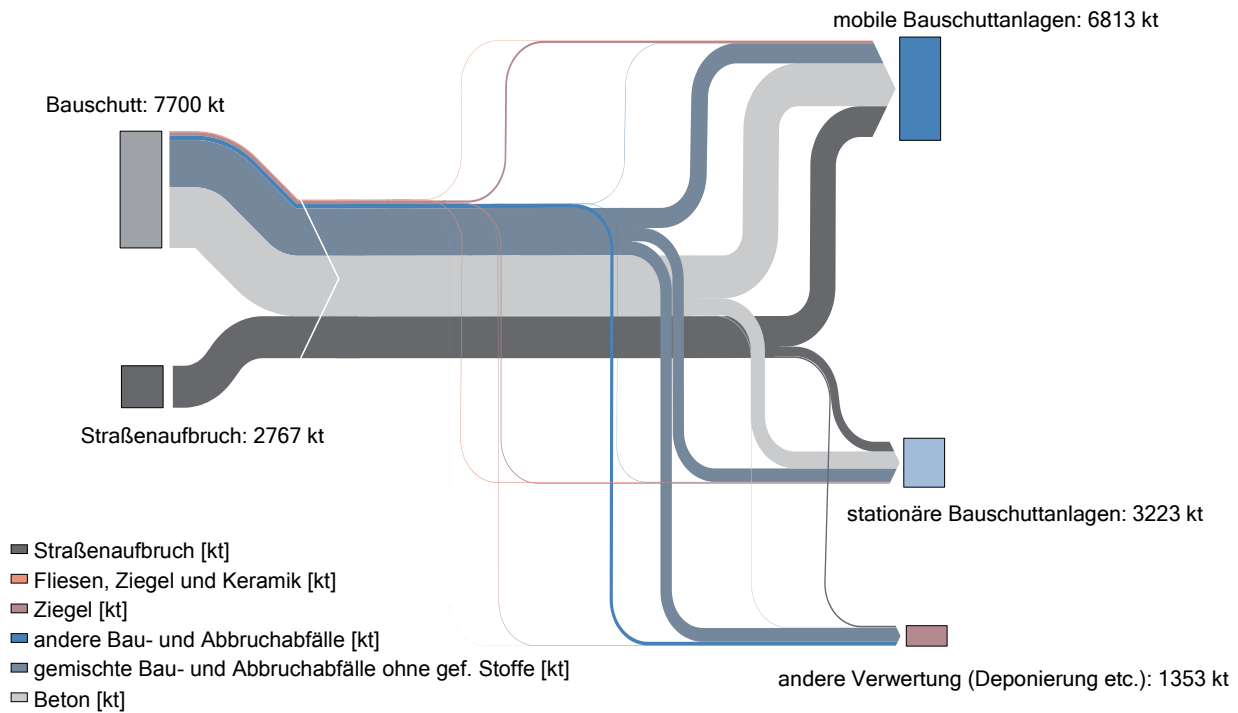


Abb. 2 3: Zusammensetzung und Verwendung von Bau- und Abbruchabfällen in Baden-Württemberg 2012;
Quelle: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg

Reine Stofffraktionen aus Ziegeln bzw. Fliesen/Ziegel/Keramik (EAV 17 01 02 oder 17 01 03) kommen nur selten vor. Gemischte Materialien sind aus Sicht eines Recyclinganlagenbetreibers weniger attraktiv als reine Betonfraktionen. Hier besteht die Gefahr, dass Verunreinigungen die Qualität der Charge mindern und die Absatzmöglichkeiten einschränken. Daher werden von diesem Abfallstrom nur 71 % in Recyclinganlagen verwertet. Von den verbleibenden 29 % gehen 15 % in die Deponierung, 6 % in die Verwertung in über-/untertägigen Abbaustätten und 7 % in Deponiebaumaßnahmen/Rekultivierung.

Die Tabelle 2-2 zeigt die Zusammensetzung des anfallenden Bauschutts insgesamt sowie die Zusammensetzung der in Recyclinganlagen behandelten Materialien. In Tabelle 2-2 nicht dargestellt sind weitere Bauschutt-Verwendungspfade wie Deponierung, Deponiebau etc.

Zieht man also die sonstigen Verwendungspfade ab und betrachtet nur den Bauschutt, der in Behandlungsanlagen bearbeitet wird, so setzt sich dieser zu 61 % aus Beton und zu 34 % aus Gemischen zusammen. Reine Fraktionen aus Ziegel, Fliesen und Keramik machen lediglich rund 5 % des behandelten Materials aus.

Die folgende Tabelle 2-3 zeigt die Materialzusammensetzung des gesamten Inputstroms in Behandlungsanlagen. Neben dem oben beschriebenen Bauschutt sind nun auch die Anteile von Straßenaufbruch, Bodenaushub und weiteren Abfällen berücksichtigt.

Bezogen auf alle Recyclinganlagen besteht das Inputmaterial aus den Hauptfraktionen Beton (40%), EAV 17 01 07- Gemische (22%) sowie Straßenaufbruch (24%). Es ist weiterhin festzuhalten, dass die durchschnittliche Materialzusammensetzung zwischen den einzelnen Anlagentypen (stationär/mobil) variiert. Mobile Anlagen verarbeiten insgesamt und anteilig einen deutlich höheren Anteil an Straßenaufbruch als stationäre Anlagen. Eine Erklärung hierfür ist, dass mobile Anlagen – wie der Begriff es nahe legt – flexibel einsetzbar sind und somit vor Ort z.B. bei Straßenbaumaßnahmen eingesetzt werden. Gleichzeitig beziehen stationäre Anlagen insgesamt und anteilig höhere Mengen an Bauschutt-Gemischen und Bodenaushub als mobile Recyclinganlagen. Auffällig ist weiterhin, dass stationäre Anlagen einen geringeren Anteil an Beton im Inputstrom aufweisen als mobile Anlagen. Diese Tatsache dürfte ebenfalls auf den flexiblen Charakter der Anlagen zurück zu führen sein.

Tab. 2-3: Zusammensetzung des in Recyclinganlagen behandelten Materials Baden-Württemberg 2012

		Zusammensetzung Bauschutt insgesamt		In stationären Anlagen		In mobilen Anlagen	
		Menge	Anteil	Menge	Anteil	Menge	Anteil
		[1.000 Tonnen]	[%]	[1.000 Tonnen]	[%]	[1.000 Tonnen]	[%]
Bauschutt	Beton (EAV 17 01 01)	3.949	40	1.122	35	2.827	43
Bauschutt	Ziegel (EAV 17 01 02)	197	2	58	2	139	2
Bauschutt	Fliesen, Ziegel und Keramik (EAV 17 01 03)	63	1	37	1	27	0
Bauschutt	Gemische aus 01-03 ohne gef. Stoffe (EAV 17 01 07)	2.210	22	887	28	1.323	20
Bauschutt	gemischte Bau- und Abbruchabfälle ohne Quecksilber, PCB und sonst. gef. Stoffe (EAV 17 09 04)	45	0	23	1	22	0
Straßenaufbruch	Bitumengemische	2.330	24	557	17	1.774	27
Bodenaushub		787	8	406	13	380	6
Andere/sonstige Bau- und Abbruchabfälle		269	3	125	4	144	2

Quelle: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg; Mengen ohne gefährliche Abfälle (EAV 17 05 03*).

Ergänzend zu den allgemeinen statistischen Angaben der Materialzusammensetzung des Inputstroms wurde von einem Recyclingbetrieb die spezifische Materialzusammensetzung für die Untersuchung zur Verfügung gestellt. Die über drei Jahre gemittelte Materialzusammensetzung zeigt deutliche Abweichungen zum statistischen Mittel aller Anlagen in Baden-Württemberg. Auch wenn die Beschreibung der Materialzusammensetzung nicht identisch zur Einteilung des StaLa ist, so ist den Angaben aus Tabelle 2-4 zu entnehmen, dass der betreffende RC-Betrieb deutlich mehr Felsgestein/Kies/Beton verarbeitet hat, als der Durchschnitt vorgibt. Dagegen sind gemischte Materialien („Klinker/Ziegel/Steinzeug“) und Asphalt im Vergleich zum statistischen Mittel deutlich unterrepräsentiert.

Die Auswertung bestätigt die beim projektbegleitenden Expertengespräch gemachten Aussagen, dass in der Eingangskontrolle von RC-Betrieben auf gemischte Bauschuttmaterialien geachtet wird, da diese Fraktion hohe Schadstoffbelastungen aufweisen kann und somit die Qualität des Outputs reduzieren kann.

Die statistische Auswertung zur Zusammensetzung des Aufkommens an Bau- und Abbruchabfällen wird in Kapitel 3.2 weiterführend diskutiert.

2.3. Verbleib von behandelten Materialien

Nachdem im vorangegangenen Kapitel die statistische Datenlage zum Aufkommen von Bau- und Abbruchabfällen dargestellt wurde, wird nun die Frage des Verbleibs des Materials nach der Behandlung in Recyclinganlagen geklärt.

Die in den Behandlungsanlagen gewonnenen Erzeugnisse werden gemäß Statistischem Landesamt in sechs Kategorien differenziert. Abb. 2-4 zeigt die Mengenströme der Erzeugnisse pro Kategorie für das Jahr 2012.

Zunächst fällt auf, dass die Inputmenge in Behandlungsanlagen nicht mit der Outputmenge, die die Anlagen verlässt identisch ist. In Abb. 2-4 dargestellt ist die Inputmenge durch die unterschiedlich starken Pfeile, die von links in die Kästchen-Symbole „stationäre Anlage Bauschuttrecycling“, „mobile Anlage Bauschuttrecycling“ und „Asphaltmischanlage“ einfließen. Der Output ist dargestellt durch die rechts aus den Behandlungsanlagen ausfließenden Mengenströme. Eine deutliche Diskrepanz zwischen Input und Output ist vor allem für mobile Anlagen gut zu erkennen. Mehrere Erklärungsansätze hierfür sind zu nennen. Es können sowohl Stichtagseffekte auftreten, als auch der Umstand, dass in Recyclinganlagen Materialien zwischengelagert werden. Zudem beruhen die An-

Tab. 2-4: Materialzusammensetzung eines RC-Betriebs (QRB Mitglied)

Zusammensetzung insgesamt	
Verwendungspfad	Anteil [%]
Felsgestein/Kies/Beton	85,8
Klinker/Ziegel/Steinzeug	4,8
Asphalt	9,2

Quelle: Baustoff-Recycling-Betrieb, Mitglied der QRB; n=75, Durchschnitt der Jahre 2010-2013

gaben zu den gewonnenen Erzeugnissen auf regelmäßigen Befragungen der Anlagenbetreiber durch das Statistische Landesamt. Angegeben werden neben den Inputmengen (siehe Kap. 2.1) auch die für bestimmte Erzeugnisse vorgesehene Mengen. In der Folge bedeutet dies allerdings, dass die tatsächlich hergestellten Erzeugnisse von den ursprünglich gemachten Angaben abweichen können (Öko-Institut 2014). Zudem werden durch die Statistik alle in Baden-Württemberg gemeldeten Anlagenbetreiber abgefragt. Es kann daher auch zu ungenauen Massenbilanzen kommen, wenn in BW gemeldete Anlagenbesitzer in einem anderen Bundesland ihre Anlagen einsetzen.

Für mobile und stationäre Anlagen zusammen wird im Jahr 2012 ein Input in Höhe von 9,85 Mio. Tonnen verzeichnet, bei einem Output von rund 8,28 Mio. Tonnen. Der Verbleib von 1,56 Mio. Tonnen bzw. 14% des gesamten Inputs in alle Anlagen (inkl. Asphaltmischanlagen) kann mit den vorliegenden Statistikdaten nicht eindeutig geklärt werden.

Bezogen auf den gesamten Output werden 71% aller behandelten mineralischen Abfälle für Einsatzbereiche des Straßen- und Wegebbaus (inkl. Erzeugnisse aus Asphaltmischanlagen) verwendet. Weitere rund 20% der Erzeugnisse kommen im (sonstigen) Erdbau zum Einsatz. Aus etwa 5% der behandelten Materialien werden Erzeugnisse für eine „sonstige Verwertung“ gewonnen. Dazu gehören laut Statistik Verwertungszwecke im Deponiebau und für Lärmschutzwände. Nur 0,4% werden als Betonzuschlag verwendet. Die Kategorie „sonstige Abfälle und Rückstände“ umfasst im Jahr 2012 etwa 300.000 Tonnen. Damit können nur 3% des gesamten Outputs keiner Verwertung zugeführt werden und müssen beseitigt werden. Im Umkehrschluss bedeutet dies - gemäß der Datenlage des Statistischen Landesamts - es wird nahezu der gesamte Output einer Nutzung im baulichen Bereich zugeführt. Neben dieser Output-bezogenen Betrachtung der Verwertungssituation muss auch die oben genannte Diskrepanz

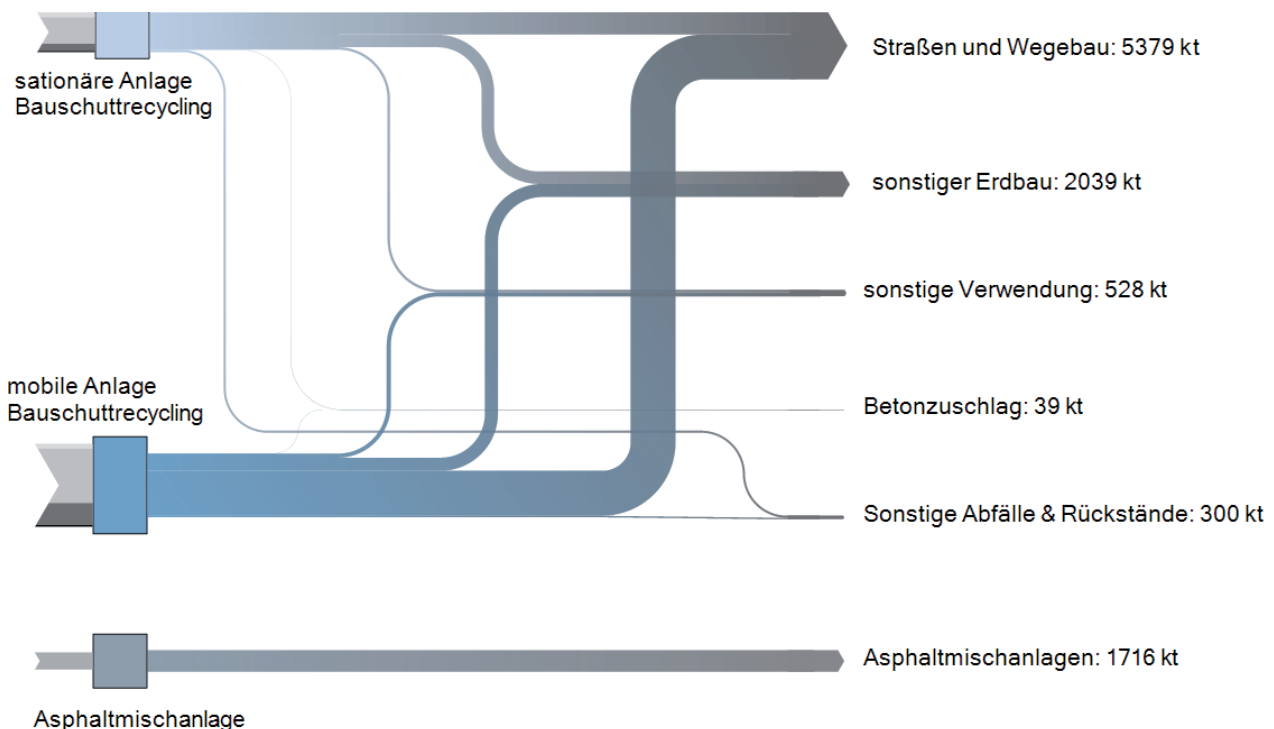


Abb. 2 4: Aufkommen und Erzeugnisse in Bauschuttrecycling- und Asphaltmischanlagen in Baden-Württemberg 2012; Quelle: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, eigene Darstellung

zwischen Input und Output berücksichtigt werden. Zum Verbleib dieser Differenzmenge kann keine Aussage gemacht werden.

Die dargestellte Betrachtung zum Verbleib von Recyclingbaustoffen bezieht sich rein auf statistische Daten und beinhaltet die oben genannten Unsicherheiten aufgrund der Vorgehensweise bei der Unternehmensbefragung. Für die Statistik werden alle Outputmaterialien von Behandlungsanlagen als RC-Baustoff definiert. Aus Sicht von Recyclingbetrieben gibt es aber „den einen RC-Baustoff“ nicht. Angelieferte Materialien/Fraktionen werden im Recyclingvorgang getrennt behandelt und zu verschiedenen Erzeugnissen verarbeitet. Für die Positionierung der Erzeugnisse am Markt sind aus Sicht der Anlagenbetreiber daher vor allem die Verfügbarkeit und Qualität des Inputmaterials die relevanten Größen (Öko-Institut 2014).

2.4. Rechenbeispiel theoretische Straßenlängen

Um die vorgestellten Daten besser zu verdeutlichen, wird berechnet, welche Straßenlängen sich theoretisch mit den Outputmengen für den Straßen- und Wegebau errichten lassen. Nicht berücksichtigt werden die Erzeugnisse für Asphaltmischanlagen, sondern ausschließlich die Kategorie „Erzeugnisse für Straßen- und Wegebau“. Weiterhin wird die Annahme getroffen, dass 80% der Outputmengen dieser Kategorie in Schottertragschichten (STS) und Frostschuttschichten (FSS) eingebaut werden. Diese „80% Annahme“ geht auf die Aussage einiger befragter Unternehmen zurück. Auf Basis dieser Annahme geht das Rechenbeispiel davon aus, dass im Beispieljahr 2012 4,3 Mio. Tonnen RC-Material für STS und FFS Schichten des Straßenbaus zur Verfügung standen.

Weiterhin muss erläutert werden, welche Baustoffmengen pro Straße standardmäßig verbaut werden. Im Straßenbau wird anhand von Bauklassen die technische Ausführung einer Straße beschrieben. Diese orientiert sich an der verkehrsbedingten Belastung, der eine Straße standhalten muss. Für höchste Belastungen ausgelegt ist die Bauklasse Schwerverkehr (SV), für die der Einbau der höchsten Baustoffmengen vorgesehen ist. Abb. 2-5 zeigt, dass für Straßen der Bauklasse „Schwerverkehr“ mehr als 1,2 Ton-

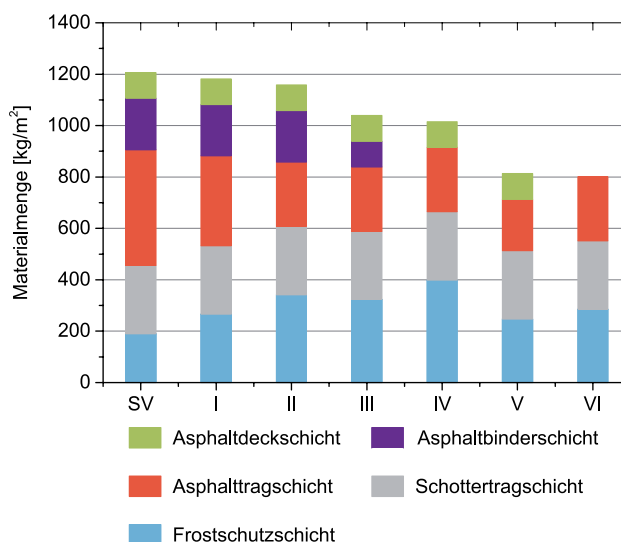


Abb. 2-5: Materialmenge pro Straßenbauklasse; Quelle: RStO 2001; eigene Berechnung und Darstellung

nen Baumaterial pro m² Straße vorgesehen sind. Es folgen sechs weitere Bauklassen (I-VI), wobei der pro Klasse abnehmende Gesamtbaustoffeinsatz die unterschiedliche Verkehrsbelastung widerspiegelt. Abb. 2-5 zeigt außerdem, dass der Baustoffeinsatz pro Straßenschicht und Bauklasse variiert. So ist die Asphaltbinderschicht nur für die Bauklassen SV sowie I-III vorgesehen. Die Bauklasse VI sieht keine Asphaltdeckschicht vor. Für STS und FSS sind die vorgesehene Mengen relativ konstant.

Neben der Einteilung in Bauklassen findet sich auch eine Straßeneinteilung in **Straßenkategorien**, die sich an der verwaltungspolitischen Einteilungen orientiert. Die Einteilung in Straßenkategorien erfolgt nach Bundesautobahn, Bundes-, Landes-, Kreis- und Gemeindestraße. In der Praxis bedeutet dies, dass für ein Straßenbauvorhaben eine Verkehrsprognose erstellt wird, anhand derer die Zuordnung einer Bauklasse erfolgt und die entsprechenden baulichen Vorgaben umgesetzt werden. So kann eine kommunal errichtete Gemeindestraße aufgrund eines erwarteten hohen Verkehrsaufkommens in einer anderen Bauklasse errichtet werden als eine andere Gemeindestraße, die nur wenig frequentiert wird und daher geringeren Belastungen standhalten muss. Die Zuordnung von Bauklasse und Straßenkategorie ist also nicht statisch, sondern erfolgt immer bedarfsgerecht.

Tab. 2-5: Theoretisch errichtbare Straßenlängen mit in 2012 im Straßen- und Wegebau eingesetzten RC-Material. Annahme: 80 % (4,3 Mio. Tonnen) des Gesamtaufkommens werden in ungebundenen Schichten (STS und FFS) eingebaut. Vergleich zu in BW existierenden Straßenlängen und 2013 tatsächlich sanierten Straßenlängen

Straßenkategorie	Mit 30 % RC-Anteil	Mit 50 % RC-Anteil	Mit 80 % RC-Anteil	existierende Straßenlänge	in 2013 saniert
Autobahnen	1.545	927	580	1.067	k.A.
oder Bundesstraßen	3.437	2.062	1.289	4.390	330
oder Landesstraßen	4.032	2.419	1.512	9.909	130
oder Kreisstraßen	4.024	2.414	1.509	12.087	k.A.
oder Gemeindestraßen	4.314	2.588	1.618	k.A.	k.A.

Quelle: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 2012, MVI 2014; Eigene Berechnung auf Basis Öko-Institut 2013; Straßenbestand: Stand: 01. Januar 2013 - Quelle: Verkehr in Baden-Württemberg 2012

Da diese Einteilung in Straßenkategorien in der Statistik aber üblich und allgemein leichter verständlich ist, musste für dieses Rechenbeispiel eine Zuordnung von Bauklassen und Straßenkategorien durchgeführt werden³.

Für die Betrachtung, welche Straßenlängen sich mit 4,3 Mio. Tonnen RC-Material und der 80 % Annahme errichten lassen, wurde ferner unterschieden, ob FFS und STS zu 30, 50 oder 80 % durch RC-Material ersetzt werden. Die restlichen Baustoffmengen pro Straßenschicht werden jeweils mit Primärmaterial hergestellt. Weiterhin muss beachtet werden, dass in der Beispielrechnung nur RC-Material für die Verwendung im Straßenoberbau ausgewiesen ist. Der Unterbau und Straßendämme sind hier nicht berücksichtigt. Für diese Bereiche wird die Verwendung von Primärmaterialien angenommen.

Tabelle 2-5 zeigt die theoretisch errichtbaren Straßenlängen für verschiedenen Straßenkategorien. Die angegebenen Straßenlängen pro Straßenkategorie sind alternativ! Die Tabelle zeigt gleichzeitig für einige Straßenkategorien die real in Baden-Württemberg existierenden Straßenlängen sowie Angaben zu in 2013 sanierten Straßenlängen.

Konkret am Beispiel der Straßenkategorie Landstraße bedeutet das Rechenbeispiel, dass wenn die Gesamtmenge der zur Verfügung stehenden RC-Materialien in die FFS

und STS Schichten von Landstraßen eingebaut und dort zu 80 % Primärmaterial ersetzen würden, eine Gesamtstrecke von 1.512 km Landstraße errichtet bzw. saniert werden könnte.

Im Verhältnis zu den existierenden 9.909 km Landstraßen in Baden-Württemberg bedeutet dies, dass in 2012 15 % der Gesamtlänge an Landstraßen hätte neu gebaut oder saniert werden können. Konkret wurden allerdings lediglich 130 km saniert⁴.

Auch wenn das Rechenbeispiel nur statisch die Verwendung von RC-Material für einzelne Straßenkategorien berechnet, in der Realität RC-Material in unterschiedliche Straßenkategorien zu unterschiedlichen Anteilen eingebaut werden dürfte, so wird doch deutlich, dass mit den statistisch angegebenen RC-Materialien im Straßen- und Wegebau erhebliche Straßenlängen erzielt werden können und diese sich durch die tatsächlich umgesetzten Sanierungskilometer nur schwerlich abbilden lassen.

Mögliche Erklärungen wurden im Rahmen des projektbegleitenden Expertenkreises diskutiert (Öko-Institut 2014). Dabei wurde die Annahme in Frage gestellt, dass 80 % des RC-Materials im Straßen- und Wegebau in STS und FFS eingebaut werden. Die Annahme beruht sowohl auf mündlichen Aussagen von Straßenbauunternehmen, als auch auf konkreten Angaben eines Recyclingunternehmens, das Daten zum Verwendungszweck der vertrie-

³ Folgende Zuordnung wurde getroffen:
Bundesautobahn: 50 % SV & 50 % Kl. I;
Bundesstraße: 50 % Kl. I & 50 %
Kl. II; Landstraße: 50 % Kl. II & 50 %
Kl. III; Kreisstraße: 50 % Kl. III & 50 %
Kl. IV; Gemeindestraße: 50 % & 50 % Kl. V

⁴ Bei diesem Vergleich ist jedoch zu beachten, dass jede Straßensanierung selbst eine Quelle für Straßenabfälle darstellt, die z.T. wieder lokal verwendet wird.

benen RC-Baustoffe gemacht hat. Die Aussagen wurden unter dem Vorbehalt der Vertraulichkeit gemacht und können daher nicht zitiert werden. Belastbare Zahlen zur Verifikation der Annahme existieren demnach nicht. Es war auch nicht möglich, diese durch eine selektive Unternehmensbefragung zu erheben.

Weiterhin wurde angemerkt, dass aus Erfahrung eines Teilnehmers RC-Materialien vorwiegend in Gemeindestraßen eingebaut werden. Demzufolge handeln die für Kreis-, Landes- und Bundesstraßen zuständigen Stellen meist im Sinne eines vorbeugenden Grundwasserschutzes und schließen den Einsatz von RC-Materialien bereits bei der Leistungsbeschreibung eines Straßenbauvorhabens aus. Kommunale Bauherren, die den Bau von Gemeindestraßen verantworten, sind zum Teil aufgeschlossener. Dieser Argumentation folgend werden RC-Materialien vornehmlich in diese Gemeindestraßen eingebaut. Da zu Gemeindestraßen weder die existierende Straßenlänge noch die jährlich sanierten Straßenkilometer bekannt sind, kann angenommen werden, dass relevante Mengen hier verwendet werden, sich dies aber nicht in Tabelle 2-5 widerspiegelt. Diese Aussage kann nicht verifiziert werden.

Das Beispiel der theoretisch errichtbaren Straßenlängen zeigt auf, dass die laut Statistik für den Straßen- und Wegebau zur Verfügung stehenden RC-Baustoffe eine wichtige Rolle einnehmen und die Verwendung von Primärmaterial stark reduzieren können. Es bleiben aber Zweifel bezüglich der Annahmen (80% STS und FFS), die im Rahmen des Projekts nicht erfolgreich verifiziert werden konnten. So wurden sowohl Unternehmen, die RC-Baustoffe verwenden, schriftlich und telefonisch befragt, als auch versucht, über den Industrieverband ISTE eine breite Unternehmensbefragung zu erreichen. Die Rückmeldungen aus den Ansätzen reichen allerdings nicht für eine belastbare Überprüfung der Annahmen.

Trotz unvollständiger Datenlage (jährlichen Sanierungstätigkeiten Gemeindestraßen) wirft die Auswertung die Frage auf, ob und in welchem Maße ein Export von RC-Material über die Landesgrenzen stattfindet. Da durch die Statistik bei den Anlagenbetreibern die „geplanten“ Erzeugnisse (und damit Verwendungszwecke) abgefragt

werden, würde ein Export - aufgrund z.B. schlechter Eignung oder mangelnder Nachfrage - statistisch nicht erfasst werden.

2.5. Zusammenfassung Aufkommen und Verbleib von Recyclingbaustoffen

Mithilfe der Daten des Statistischen Landesamts lässt sich ein differenziertes Bild über Aufkommen und Verbleib von RC-Baustoffen in Baden-Württemberg darstellen. Der Anteil an Bauschutt und Straßenaufbruch, der in Recyclinganlagen verbracht und für die Herstellung von RC-Baustoffen zur Verfügung steht, ist in den letzten Jahren angestiegen und lag im Jahr 2012 bei rund 87%. Die Verteilung des Inputstroms in Behandlungsanlagen fällt regional sehr unterschiedlich aus. Die höchsten Durchsatzmengen sind in den Regionen Stuttgart und Rhein-Neckar zu verzeichnen.

Die Zusammensetzung der Bau- und Abbruchabfälle wird von den Fraktionen Beton und Gemischten Materialien bestimmt. Beton wird zu hohen Anteilen in Behandlungsanlagen verbracht und ist demnach für Anlagenbetreiber von großem Interesse. Gemischte Bau- und Abbruchabfälle werden dagegen häufiger aussortiert und nicht behandelt. Hier besteht die Gefahr von Verunreinigungen und verminderten Absatzmöglichkeiten.

Recyclinganlagen produzieren vor allem Erzeugnisse für den Straßen- und Wegebau, insgesamt rund 7 Mio. Tonnen. In einer Beispielrechnung wurde unter Zuhilfenahme von Annahmen die mit den für den Straßen- und Wegebau produzierten RC-Materialien theoretisch errichtbaren Straßenlängen berechnet. Es zeigt sich, dass mit RC-Baustoffen die Errichtung relevanter Straßenlängen unterstützt werden kann und damit ein großes Potenzial zur Substitution von Primärbaustoffen besteht. Eine abschließende Verifikation der Beispielrechnung gelingt aufgrund von Datenlücken und nicht empirisch belegbarer Annahmen allerdings nur unzureichend. Gleichzeitig stellt sich auch die Frage, inwieweit die durch die Statistik erhobenen Angaben zur Verwendung von RC-Baustoffen im Straßen- und Wegebau der Realität entsprechen.

3. Auswirkungen der ErsatzbaustoffV auf die Absatzmöglichkeiten von RC-Baustoffen

In diesem Kapitel werden die Auswirkungen der ErsatzbaustoffV auf die Absatzmöglichkeiten von RC-Baustoffen beurteilt. Dazu wurde ein zweistufiges Verfahren gewählt, indem zunächst der IST-Zustand in Bezug zu den aktuellen Vorgaben gestellt wird (Kapitel 3.2). In einem weiteren Schritt werden die zu erwartenden Auswirkungen durch Inkrafttreten der ErsatzbaustoffV auf die Absatzmöglichkeiten von RC-Baustoffen bewertet (Kapitel 3.3).

3.1. Datengrundlage und Analyseverfahren

Zunächst wird die Datengrundlage, auf der die Auswertungen und abgeleiteten Aussagen basieren, vorgestellt. Es wurden für die Studie keine eigenen Proben genommen, sondern ausschließlich auf Literaturquellen und Auswertungen Dritter zurück gegriffen.

Datengrundlage ist ein Datensatz bestehend aus insgesamt 227 Proben. Die Grundgesamtheit setzt sich zusammen aus Proben, die im Rahmen des umweltpolitischen Schwerpunktes „Recycling von Bauabfällen – ein Beitrag zur Ressourcenschonung in Baden-Württemberg“ in verschiedenen Messkampagnen von der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg LUBW gesammelt wurden und dem Öko-Institut zur Verfügung gestellt wurden. (LUBW; 2007/2008; 2009). Darüber hinaus wurden dem Öko-Institut von der LUBW weitere 8 Probenauswertungen übermittelt, die in keiner der genannten Literaturquellen enthalten sind. Hinzu kommen 28 Probenauswertungen, die von der Güteüberwachungsgemeinschaft für Recyclingbaustoffe QRB im Rahmen einer eigenen Untersuchungskampagne im Jahr 2010 erhoben wurden.

Bei den Messkampagnen des umweltpolitischen Schwerpunkts der LUBW wurden die Proben jeweils durch Mitarbeiter der LUBW gesammelt, die Probenaufarbeitung und -analyse wurde anschließend von gewerblichen Prüflaboren durchgeführt. Seit Oktober 2004 besteht in Baden-Württemberg die Güteüberwachungsgemeinschaft für Recyclingbaustoffe QRB, in der sich Baustoffrecycling-

betriebe und Fremdüberwachungsfirmen zur Güteüberwachung von Recyclingbaustoffen gemäß den aktuell gültigen Vorgaben für Baden-Württemberg (UM BW 2004) verpflichtet haben. Ziel der QRB ist es, die Mitgliedsunternehmen darin zu unterstützen, hochwertige Recyclingbaustoffe am Markt anzubieten. Die Mitgliedsbetriebe des QRB nutzen externe Prüflabore (Fremdüberwachung), um die Schadstoffgehalte in Recyclingbaustoffen zu bestimmen und nachzuweisen. Schadstoffarme RC-Baustoffe werden vom QRB ausgezeichnet und erhalten so einen Produktstatus. Durch die Fremdüberwachung im Rahmen der QRB liegen Untersuchungen zu den Schadstoffgehalten vor. Daher wurden bei den Untersuchungskampagnen der LUBW nur Betriebe beprobt, die zum Zeitpunkt der Probenahme nicht Mitglied des QRB waren.

Für die Betrachtungen sind drei verschiedene Analyseverfahren relevant. Das aktuell gültige Verfahren nach den „Vorläufigen Hinweisen zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial“ des damaligen Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden Württemberg ist das **DEV S4 Elutionsverfahren** basierend auf der DIN 38414 Teil 4 mit einem Wasser zu Feststoffverhältnis von 10:1 ((LAGA M20) und (UM BW 2004)). Für die Analytik nach EBV ist derzeit das **Elutionsverfahren nach DIN 19258** vorgesehen, alternativ kann auch das **Schüttelverfahren** nach DIN 19529 verwendet werden (Stand EBV 2012). Das Schüttelverfahren zeigte in den Auswertungen eine hohe Streuung und tendenziell höhere Messwerte. Das Schüttelverfahren nach DIN 19529 wird in der Wirkungsabschätzung in Kapitel 3.4 nicht berücksichtigt. Prinzipiell wird bei der Vorgehensweise nach DIN 19529 davon ausgegangen, dass die zu bestimmenden Stoffe in Wasser löslich sind. Gedacht ist hierbei z.B. an Salze, lösliche Schwermetalle und andere lösliche Verbindungen.

In Ermangelung anderer genormter und damit vergleichbar zu handhabender Verfahren wurde das Eluat nach DEV S4 zunehmend zur Beurteilung der Auslaugbarkeit anderer Materialien z.B. im Altlastenbereich zur Beurteilung kontaminierter Böden oder Altmüll eingesetzt. Da-

Tab. 3-1: Kurzbeschreibung der ausgewerteten Literaturquellen und enthaltenen Proben

Datenquelle	Erläuterung
LUBW 2007/2008	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 157 Proben von nicht-QRB Betrieben. ▪ Darin enthalten sind 8 Proben für die der Parameter Σ PAK 16 nach EPA mit „NN“ gekennzeichnet ist. Das Kürzel „NN“ steht für „nicht nachweisbar“, der Wert wurde daher faktisch als Null gesetzt. Dies gilt für beide Analyseverfahren DEV S4 Elutionsverfahren als auch Elutionsverfahren nach DIN 19258 ▪ 60 Datensätze sind unvollständig bzgl. der Auswertung nach Elutionsverfahren DIN 19258. Diese konnten nur für die Betrachtung des IST-Zustands Kapitel 3.2 & 3.3., nicht aber für die Wirkungsabschätzung EBV Kapitel 3.4 und 3.5 verwendet werden. ▪ Zusätzlich wurde von der LUBW die Auswertung von acht weiteren Proben übermittelt und in die Auswertung aufgenommen (Wizgall 2013). Diese acht Proben sind nicht Teil der 157 Proben aus der Literaturquelle.
LUBW 2009	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alle 34 ausgewerteten Proben stammen aus Betrieben, die bereits in der Messkampagne 2007/2008 beprobt und bei denen zulässige Schadstoffkonzentrationen überschritten wurden. Da es sich um eine erneute Probennahme handelt, können diese Proben zur Grundgesamtheit der verfügbaren Probenauswertungen addiert werden.
QRB 2010	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 28 von der QRB bereit gestellte Proben. Auswertungen liegen nur für das Elutionsverfahren nach DIN 19258 vor, allerdings keine Parametereauswertung für Feststoff-PAK (Σ PAK 16 nach EPA). Im Datensatz enthalten sind nicht nur Proben der von der QRB ausgezeichneten Materialklasse Z 1.1., sondern auch Proben der Materialklassen Z 1.2 und Z 2, die keinen QRB Produktstatus haben.

Quelle: eigene Darstellung

bei wurde das zu untersuchende Schadstoffspektrum auf sowohl anorganische Stoffe - insbesondere Schwermetalle- wie auch auf organische Stoffe wie Mineralöl, polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) oder polychlorierte Biphenyle (PCB) ausgeweitet.

Das bisher verwendete DEV S4 Schütteleluatverfahren mit einem Wasser/Feststoffverhältnis von 10:1 (nach DIN EN 12457 – 4, 2003 oder DIN 38414, 1984) bildet Konzentrationen im Sickerwasser ab, welche sich sehr langfristig einstellen (Susset & Leuchs 2008). Da langfristige Konzentrationen (je nach Bauweise lagern Stoffe mehrere hundert Jahre) beim Einbau mineralischer Ersatzbaustoffe in technische Bauwerke nicht von größter Relevanz sind, sondern hier eher mittelfristige Zeiträume für den Gesetzgeber eine Rolle spielen, bietet die kumulierte Konzentration bis WF 2 nach DIN 19528 im Säulenkurzeluat eine Möglichkeit, um zwischen anfänglich hohen Konzentrationen und langfristig niedrigen Konzentrationen zu mitteln. Weiterhin kann ein hohes Wasser/Feststoff Verhältnis bei gut löslichen Substanzen, welche aber in ihrer mobilen Masse begrenzt sind, zu Konzentrationen unterhalb

der Bestimmungsgrenze führen, was zu Fehlinterpretationen oder Unterschätzung des Grundwassergefährdungspotentials führen kann (van der Sloot et al. 2008).

Da in dem zur Verfügung stehenden Datensatz einerseits nicht alle Analyseverfahren für jede Probe ausgeführt wurden und andererseits die untersuchten Parameter nicht bei allen Proben identisch sind, wurden **zwei Ansätze** gewählt, die Daten auszuwerten. Für die Betrachtungen des **IST-Zustandes** (Kapitel 3.2 u. 3.3) wurden alle Proben zu denen Analysewerte des DEV S4 Verfahrens vorliegen in der Auswertung benutzt (199 Proben). Für die **Wirkungsabschätzung der Veränderung mit Einführung der EBV** wurden diejenigen Proben ausgewertet, für die sowohl das Elutionsverfahren nach DEV S4 als auch nach DIN 19528 durchgeführt wurden (139 Proben).

Zusätzlich wurde ein dritter Vergleich durchgeführt, um die Recyclingbaustoffqualitäten von QRB-Betrieben und Betrieben, die nicht dem QRB angehören, gegenüber zu stellen. Der Vergleich von QRB zu nicht-QRB Proben wurde auf Basis des Elutionsverfahren nach DIN 19528

Tab. 3-2: Parameter und Zuordnungswerte für RC-Materialien nach derzeit gültiger Regelung

Parameter	Einheit	Zuordnungswerte		
		Z 1.1	Z 1.2	Z 2
pH-Wert	E	12,5	12,5	12,5
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	2500	3000	5000
Chlorid	mg/L	100	200	300
Sulfat	mg/L	250	400	600
Arsen	µg/L	15	30	60
Blei	µg/L	40	100	200
Cadmium	µg/L	2	5	6
Chrom (gesamt)	µg/L	30	75	100
Kupfer	µg/L	50	150	200
Nickel	µg/L	50	100	100
Quecksilber	µg/L	0,5	1	2
Zink	µg/L	150	300	400
Phenolindex	µg/L	20	50	100
Kohlenwasserstoffe	mg/kg	300	300	1000
Σ PAK 16 nach EPA	mg/kg	10	15	35
Σ PCB 6	mg/kg	0,15	0,5	1
EOX	mg/kg	3	5	10

Quelle: UM Baden-Württemberg 2004

durchgeführt. Allerdings enthält der von der QRB zur Verfügung gestellte Datensatz keine Auswertung des Parameters Feststoff-PAK (Σ PAK 16 nach EPA). Aufgrund des Fehlens dieses (relevanten) Parameters ist die Aussagekraft des Vergleichs deutlich eingeschränkt. Aus diesem Grund werden die Ergebnisse des Vergleichs im Anhang dargestellt (I.2.1)

Eine Übersicht der verwendeten Datensätze mit Kurzbeschreibung ist in Tabelle 3-1 dargestellt.

3.2. Analyse IST-Zustand

Da die Anforderungen an die Qualität der Recyclingbaustoffe im Hinblick auf die Umweltverträglichkeit nicht bundesweit einheitlich geregelt sind, hat das Land Baden-Württemberg eigenständige Anforderungen an die Qualität festgelegt. Diese sind in den „Vorläufige Hinweisen zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial“ (UM BW 2004) niedergelegt. Tabelle 3-2 listet die Zuordnungswerte für Z 1.1, Z 1.2 und Z 2 Einbaukonfigurationen, wobei

die Werte jeweils die Obergrenzen für den entsprechenden Parameter der Konfigurationen darstellen. Weiterhin wird auch festgehalten, dass die Zuordnungswerte als Orientierungswerte und nicht als strikte Grenzwerte zu verstehen sind, wenn im Einzelfall nachgewiesen werden kann, dass keine schädliche Umweltbeeinträchtigung durch die Überschreitung zu besorgen sind. Für Kohlenwasserstoffe, PAK nach EPA, PCB 6 und EOX sind hier Feststoffgehalte zu ermitteln, bei den übrigen Parametern die Eluatwerte nach DEV S4. Der pH-Wert stellt allein kein Ausschlusskriterium dar.

Weiterhin gilt ein Zuordnungswert nicht grundsätzlich als überschritten, wenn ein Messwert höher liegt als der Zuordnungswert. Im Sinne der anzulegenden Zeitreihe aus der Fremdüberwachung gelten Zuordnungswerte nur dann als überschritten, wenn aus einer Zeitreihe hervorgeht, dass bei zwei der letzten fünf Messungen derselbe Zuordnungswert überschritten wurde, oder ein Zuordnungswert einmal um mehr als 50% überschritten wurde. Letzteres gilt wiederum nur, wenn auch mindestens eine

Tab. 3-3: Probenauswertung für das Messverfahren DEV S4 mit WF 10:1 (n = 199), ohne Parameter elektrische Leitfähigkeit

Parameter	Einheit	Min	Schnitt	Max	Median	80 Perz.	90 Perz.	Zuordnungswerte			
								< Z 1.1 [%]	> Z 1.1 [%]	> Z 1.2 [%]	> Z 2 [%]
pH-Wert	E	8	11	13	11	12	12	98	1	1	1
Chlorid	mg/L	0	6	128	5	7	10	99	1	0	0
Sulfat	mg/L	1	214	2.287	59	283	657	48	22	18	13
Arsen	µg/L	0	1	10	1	1	2	100	0	0	0
Blei	µg/L	1	2	6	1	2	2	100	0	0	0
Cadmium	µg/L	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0
Chrom (gesamt)	µg/L	1	12	210	9	17	22	94	5	1	1
Kupfer	µg/L	1	8	92	6	10	14	99	1	0	0
Nickel	µg/L	2	2	12	2	2	3	100	0	0	0
Quecksilber	µg/L	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0
Zink	µg/L	10	48	590	50	50	50	98	1	1	1
EOX	mg/kg	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0
Kohlenwasserstoffe	mg/kg	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0
Σ PAK 16 nach EPA	mg/kg	0	9	149	3	11	24	59	21	15	4
Σ PCB 6	mg/kg	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0
Phenolindex	µg/L	10	15	30	10	20	20	93	7	0	0

Quelle: LUBW 2008, eigene Darstellung

von zwei weiteren repräsentativen Probenahmen des gleichen Haufwerks diese Überschreitung bestätigt.

Die elektrische Leitfähigkeit wird in der aktuellen Fassung der Ersatzbaustoffverordnung als Orientierungswert angesehen. Daher wird dieser Parameter bei der in Kapitel 3.4 vorgestellten Wirkungsabschätzung EBV als nicht relevant betrachtet und aus der Auswertung genommen. In der Konsequenz wurde beschlossen, den Parameter elektrische Leitfähigkeit auch für die Betrachtung der IST-Zustands auszuklammern. Im Anhang I.2.1 findet sich eine ergänzende Auswertung in der die elektrische Leitfähigkeit als Ausschlusskriterium berücksichtigt wurde.

Bei der Auswertung der 199 Proben mit DEV S4 Eluatwerten konnten die oben genannten Anforderungen (bzgl. Zeitreihen) jedoch nicht umgesetzt werden, da hier größtenteils keine Zeitreihendaten einzelner Betriebe vorliegen, sondern eher eine Beprobung vieler Betriebe stattgefunden hat. Daher wurde die Zuordnung rein auf den Zuordnungswerten basiert, indem diese als

strikte Obergrenzen betrachtet sind. In Tabelle 3-3 sind für jeden Parameter Mindest-, Durchschnitts- und Maximalwert der untersuchten Probenmenge aufgeführt. Weiterhin sind der Median, sowie 80% und 90% Perzentile berechnet. Abschließend sind die Überschreitungen der Zuordnungswerte nach Einbaukategorien in Prozent der Gesamtprobenmenge aufgezeigt. Die 5% bei Chrom (gesamt) für Z 1.1 zum Beispiel bedeutet also, dass 5% der Gesamtproben den Zuordnungswert von 30 µg/L überschreiten. Die Auswertung zeigt, dass Sulfat und PAK mit jeweils mehr als 20% Überschreitungen bei Z 1.1 die kritischen Parameter sind. Dies gibt aber noch keine Informationen über die tatsächliche Klassierung der einzelnen Proben, da über die parameterbasierte Darstellung nicht nachvollzogen werden kann, ob Überschreitungen mehrerer Parameter gleichzeitig in einer Probe auftreten. Daher befasst sich Kapitel 3.3 mit der Auswertung nicht auf Basis der Parameter, sondern prüft die Probenanzahl auf Überschreitungen, wodurch Doppelzählungen von Überschreitungen mehrerer Parameter in einer Probe vermieden werden.

3.3. Ergebnis IST-Zustand

Aufbauend auf der vorangegangenen parameterbasierten Betrachtung erfolgt nun eine Klassierung der vorliegenden Probenreihen rein nach den Zuordnungswerten. Dadurch werden Doppelzählungen - z.B. wenn eine Probe Überschreitungen mehrerer Parameter zeigt - ausgeschlossen. Danach fallen für die Vorgaben (UM BW 2004) rund 53,3% der Proben in die Zuordnungskategorie Z 1.1, 15,6% in Z 1.2 und 13,6% in Z 2. 17,6% der Proben fallen weder unter Z 1.1, Z 1.2 noch Z 2 Zuordnung und sind somit nicht als RC-Baustoff verwendbar (siehe Tabelle 3-4). Auffällig ist, dass Überschreitungen von PAK 16 nach EPA im Feststoff und Sulfat nur bei 4% der Proben zugleich auftreten.

Für die DEV S4 Analysewerte lagen nur Proben aus nicht-QRB Betrieben vor.

Im Folgenden wird auf Basis der Klassifizierungen des IST-Zustands eine Massenbilanz der statistisch erfassten RC-Materialien erstellt (siehe Kapitel 2.3). Dabei wurde zunächst angenommen, dass abgefräster Straßenbelag in der Regel vor Ort durch Asphaltmischanlagen wieder zur Herstellung von neuem Straßenbelag verwendet wird. Dieses Material wird nicht abtransportiert und daher nicht durch Beprobungen erfasst. Demnach wurden die laut Statistik anfallenden Mengen von Straßenaufbruch, die in mobilen Asphaltmischanlagen verwendet werden, nicht in der folgenden Massenbilanz berücksichtigt (rund 1,7 Mio. Tonnen; siehe Abb. 2-4). Dadurch ergibt sich eine Gesamtmenge von rund 9,8 Mio. Tonnen Bau- und Abbruchabfällen, die in Recyclinganlagen erfasst und behandelt werden. Auf diesen Materialstrom bezieht sich die in folgender Tabelle 3-5 dargestellte Massenbilanz der zu erwartenden Klassierung in Z 1.1; Z. 1.2 und Z. 2 Materialien.

Tab. 3-4: Ergebnis IST-Zustand: Klassifizierung gemäß Zuordnungsklassen „Vorläufige Hinweise“ UM BW 2004

n _{ges}	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Nicht als RC-Baustoff klassifiziert	
Anzahl Proben	199	106	31	27	35
Anteil an gesamt	100	53,3	15,6	13,6	17,6

Quelle: LUBW Probenkampagne 2004-2009; n=199; ohne Parameter elektrische Leitfähigkeit; eigene Berechnung Öko-Institut

Rein rechnerisch ergibt sich damit eine Menge von 5,2 Mio. Tonnen, die in die Zuordnungsklasse Z 1.1 fallen. Gleichzeitig werden 1,7 Mio. Tonnen nicht klassiert und stehen damit nicht als RC-Baustoffe zur Verfügung. Diese Zahl deckt sich nicht mit den laut Statistik anfallenden 0,3 Mio. Tonnen Material, das aus Behandlungsanlagen kommend in die Kategorien „sonst. Abfälle“ und „Aufbereitungsrückstände und Sortierreste“ fällt (siehe Abb. 2-4).

Als mögliche Erklärung dafür ist zu nennen, dass die Zeitreihenkriterien der UM BW 2004 nicht berücksichtigt werden können. Es ist nicht klar, wieviel Proben mit Berücksichtigung der Zeitreihenkriterien schlechter (oder ggf. besser) klassifiziert würden. Daher kann auch nicht festgestellt werden, ob dieser Effekt allein für die Verschiebung verantwortlich ist. Hinzu kommt, dass die von der LUBW beprobten Betriebe allesamt nicht-QRB geprüfte Betriebe sind. Viele der am Markt befindlichen Betriebe gehören aber dem Qualitätssicherungssystem Recycling-Baustoffe Baden-Württemberg e.V. QRB an und produzieren Recyclingbaustoffe mit Produktstatus Z 1.1. Der Anteil der am Markt befindlichen RC-Baustoffe mit QRB-Produktstatus Z 1.1 ist nicht feststellbar (Öko-Institut 2014). Da die ausgewerteten Proben ausschließlich von nicht-QRB Betrieben stammen, kann angenommen werden, dass es, bezogen auf den Gesamtmarkt (inkl. RC-Baustoffen von QRB Betrieben), zu Verschiebungen in bessere Materialklassen kommt. In der Folge würde der Anteil nicht-klassifizierter Materialien abnehmen.

Tab. 3-5: Massenbilanz gemäß Klassierung RC-Materialien im IST-Zustand

	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Nicht als RC-Baustoff klassifiziert
RC-Material [Mio Tonnen]	5,2	1,5	1,3	1,7

Quelle: LUBW Probenkampagne 2004-2009; n=199; ohne Parameter elektrische Leitfähigkeit; StaLa 2013; eigene Berechnung Öko-Institut

Tab. 3-6: Materialzusammensetzung (in %) der LUBW Proben 2007-2008

		Beton	natürl. Mineralstoffe	Schlacke	Asphalt, -granulat	Ziegel, Steinzeug, Klinker	Kalksandstein, Putze	Leichtbaustoffe	Fremdstoffe (Holz, Gummi etc.)	Sonstiges (Glas, Keramik)	nicht definiert
Alle = 157	Mittelwert	21,9	8,2	9,2	6,0	4,5	0,8	0,2	0,3	0,5	60,0
	Standard-Abw.	16,7	8,1	14,4	9,3	8,8	1,4	0,4	0,6	0,8	20,3
Sulfat > 1500 µg/l (90 %-Perz)	Mittelwert	11,7	2,6	1,0	5,8	4,0	0,2	0,1	0,5	0,5	77,2
	Standard-Abw.	11,6	1,3	0,6	4,3	2,6	0,2	0,1	1,0	1,0	13,2
PAK > 23,6 mg/kg (90 %-Perz)	Mittelwert	19,6	9,5	17,4	11,2	1,4	0,8	0,1	0,0	0,0	54,4
	Standard-Abw.	14,5	7,3	19,1	13,5	1,6	0,6	0,1	0,0	0,0	16,2

Quelle: LUBW 2008, Berechnung Öko-Institut

Für die Untersuchung des IST-Zustands wurde auch die Materialzusammensetzung der Proben ausgewertet, um einen möglichen Zusammenhang zwischen schadstoffbelasteten Proben und Materialzusammensetzung zu identifizieren. Die Materialzusammensetzung der Proben der LUBW Untersuchungskampagne 2007-2008 sind in Tabelle 3-6 abgebildet. Hier ist einerseits die Materialzusammensetzung aller Proben der Untersuchungskampagne abgebildet, aber auch die durchschnittliche Materialzusammensetzung der Proben ab dem 90% Perzentil von Sulfat und PAK Feststoff Überschreitungen. Da die nicht definierten Materialkomponenten einen sehr hohen Anteil haben, ist die Aussagekraft der Komponentenauswertung jedoch als gering zu betrachten. Es lässt sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Materialzusammensetzung und Proben mit hohen PAK- bzw. Sulfatbelastungen erkennen. Ein möglicher Zusammenhang besteht allerdings zwischen hohen PAK Werten und verhältnismäßig hohem Schlackeanteil sowie hohem Asphaltanteil: Die 10% aller Proben mit den höchsten PAK-Belastungen haben einen Schlackeanteil von 17,4% (Vergleich zum Mittel aller Proben: 9,2%) und einen Asphaltanteil von 11,2% (Vergleich zum Mittel aller Proben: 6,0%) Für die Proben mit besonders auffälliger Sulfatbelastung kann ein äußerst geringer Schlackeanteil mit 1,0% festgestellt werden, weiterhin ist der Anteil an nicht identifiziertem Material hier mit 77,2% im Vergleich zu 60,0% aller Proben besonders hoch.

3.4. Wirkungsabschätzung ErsatzbaustoffV (Analyse)

Wie schon am Anfang des Kapitels erläutert, werden für die Wirkungsabschätzung der Veränderung mit Einführung der EBV diejenigen Proben ausgewertet, für die sowohl das DEV S4 Elutionsverfahren als auch das neue Elutionsverfahren nach DIN 19528 durchgeführt wurden. Dies ergibt eine Probengesamtheit von 139 Proben. Damit ergeben sich auch andere Klassierungen für das DEV S4 Verfahren, da hier weniger Proben betrachtet werden. Die neue Klassierung fällt insbesondere für den Zuordnungswert Z 1.1. günstiger aus, als bei der Betrachtung der 199 Proben. Die sich ergebende neue Klassifizierung ist in Tabelle 3-7 abgebildet.

Tab. 3-7: Angepasste Klassierung DEV S4 für Vergleich mit DIN 19528

		n _{ges}	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Nicht als RC-Baustoff klassifiziert
Vergleich S4/DIN	Proben pro Zuordnungs-kategorie	139	80	15	21	23
	Anteil [%]	100	57,6	10,8	15,1	16,5
nur S4	Proben pro Zuordnungs-kategorie	199	106	31	27	35
	Anteil [%]	100	53,3	15,6	13,6	17,6

Quelle: LUBW Probenkampagne 2004-2009; n=139; ohne Parameter elektrische Leitfähigkeit; eigene Berechnung Öko-Institut

Tab. 3-8: Vergleich Parameter und Zuordnungs- bzw. Materialwerte für RC-Materialien nach derzeit gültiger Regelung (Messverfahren DEV S4 mit WF 10:1) mit 2. Arbeitsentwurf ErsatzbaustoffV 2012 (Messverfahren DIN 19528 mit WF 2:1)

Parameter	Einheit	Zuordnungswerte / Materialwert EBV					
		Z 1.1	RC-1	Z 1.2	RC-2	Z 2	RC-3
pH-Wert	E	12,5	6-13	12,5	6-13	12,5	6-13
Chlorid	mg/L	100		200		300	
Sulfat	mg/L	250	450	400	800	600	3500
Arsen	µg/L	15		30		60	
Blei	µg/L	40		100		200	
Cadmium	µg/L	2		5		6	
Chrom (gesamt)	µg/L	30	150	75	440	100	900
Kupfer	µg/L	50	110	150	180	200	500
Nickel	µg/L	50		100		100	
Quecksilber	µg/L	0,5		1		2	
Zink	µg/L	150		300		400	
EOX	mg/kg	3		5		10	
Kohlenwasserstoffe	mg/kg	300		300		1000	
Σ PAK 16 nach EPA	mg/kg	10	10	15	15	35	20
Vanadium	µg/L		140		700		1400
Σ PCB 6	mg/kg	0,15		0,5		1	
Phenolindex	µg/L	20		50		100	
Σ PAK 15 nach EPA	µg/L		6		12		25

Quelle: UM BW 2004, EBV 2012, ohne Parameter elektrische Leitfähigkeit, eigene Darstellung

Die Unterschiede zwischen den betrachteten Parametern und den zulässigen Schadstoffkonzentrationen für das noch gültige DEV S4 Verfahren (Zuordnungswerte) und dem neuen DIN 19528 Verfahren mit den zulässigen Schadstoffkonzentrationen des aktuellen Vorschlags der Ersatzbaustoffverordnung (Materialkennwerte) sind in Tabelle 3-8 abgebildet. Nach den neuen, geplanten Regelungen werden eine Reihe von Parametern für die Klassifizierung des RC-Materials nicht mehr berücksichtigt. Dies sind Chlorid, Arsen, Blei, Cadmium, Nickel, Quecksilber, Zink, EOX, Kohlenwasserstoffe, PCB 6 und der Phenolindex. Zu den relevanten Parametern hinzu kommen Vanadium und PAK 15 nach EPA im Eluat. Die elektrische Leitfähigkeit wird in der aktuellen Fassung der Ersatzbaustoffverordnung als Orientierungswert angesehen und ist bei Abweichungen um nicht mehr als 30 Prozent bei der elektrischen Leitfähigkeit bzw. mehr als 5 Prozent⁵ beim pH-Wert als „unauffällig“ einzustufen. Bei größeren Ab-

weichungen verlangt die EBV die Ursachen für die starken Überschreitungen zu ermitteln und geeignete Maßnahmen zu treffen, um dem zu entgegen (EBV; Stand Okt. 2012). Wie bereits bei der Analyse des IST-Zustands wird der Parameter elektrische Leitfähigkeit daher auch hier von der Betrachtung ausgenommen.

Ein Abgleich der Zuordnungswerte (UM BW 2004) und EBV für die Parameter im Eluat ist nicht zweckgemäß, da sich das Elutionsverfahren ändert und dieses einen starken Einfluss auf die gemessenen Parameterwerte hat. So ließe sich aus dem Abgleich der Zuordnungswerte alleine keine Information über eine Verschärfung oder Lockerung bezüglich des Einsatzes von Ersatzbaustoffen ableiten.

Die Auswertung der Probenanalysen in Tabelle 3-9 zeigt, dass die Zuordnungen in die Kategorien nach den einzelnen Parametern für die beiden Messverfahren ähnlich ausfällt. Auffällige Unterschiede treten allerdings bei den Parametern Sulfat und Feststoff-PAK bei der Überschrei-

⁵ Gemeint ist vermutlich eine Änderung um eine halbe pH-Wert Stufe

Tab. 3-9: Analyseauswertung DEV S4 mit WF 10:1 und DIN 19528 mit WF 2:1

Parameter	Einheit	Min	Schnitt	Max	Median	80 Perz.	90 Perz.	< Z 1.1 [%]	> Z 1.1 [%]	> Z 1.2 [%]	> Z 2 [%]
Auswertung nach DEV S4 mit WF 10:1								Einstufung Zuordnungswerte			
pH-Wert	E	8	11	12	11	12	12	100	0	0	0
Chlorid	mg/L	0	6	128	5	7	10	99	1	0	0
Sulfat	mg/L	1	239	2287	59	406	772	40	26	20	14
Arsen	µg/L	0	1	10	1	1	2	100	0	0	0
Blei	µg/L	1	2	6	1	2	3	100	0	0	0
Chrom (gesamt)	µg/L	1	13	210	10	18	25	93	6	1	1
Kupfer	µg/L	1	9	92	6	11	16	99	1	0	0
Nickel	µg/L	2	2	12	2	2	3	100	0	0	0
Zink	µg/L	10	46	590	50	50	50	98	1	1	1
Σ PAK 16 nach EPA	mg/kg	0	8	149	3	9	23	64	19	15	2
Phenolindex	µg/L	10	15	30	10	20	20	100	0	0	0
Auswertung nach DIN 19528 mit WF 2:1								Einstufung Zuordnungswerte			
Parameter	Einheit	Min	Schnitt	Max	Median	80 Perz.	90 Perz.	< RC 1 [%]	> RC-1 [%]	> RC-2 [%]	> RC-3 [%]
pH-Wert	E	7	10	12	10	12	12	100	0	0	0
Sulfat	mg/L	2	411	3255	70	744	1481	55	25	20	0
Chrom (gesamt)	µg/L	1	23	124	16	36	51	100	0	0	0
Kupfer	µg/L	2	18	100	12	27	42	100	0	0	0
Σ PAK 16 nach EPA	µg/L	0	8	149	3	9	23	56	19	15	11
Vanadium	mg/kg	3	30	653	13	36	58	98	2	0	0
Σ PAK 16 nach EPA	µg/L	0	0	1	0	1	1	100	0	0	0

Quelle: LUBW 2008, 2009, ohne Parameter elektrische Leitfähigkeit, eigene Darstellung

tung der Zuordnungsklassen Z 2 gegenüber RC-3 auf. Während für DEV S4 mit WF 10:1 noch 14% der Proben schlechter als Z 2 klassiert werden, treten für DIN 19528 mit WF 2:1 keine Überschreitungen des RC-3 Materialwerts mehr auf (siehe Änderung der zulässigen Sulfatkonzentration Tabelle 3-8).

In Ergänzung zur parameterbasierten Auswertung in Tabelle 3-9, ist in Abb. 3-1 die Summenlinie für den Parameter Sulfat dargestellt. Es sind jeweils die Messwerte in Abhängigkeit des Anteils an der Probenanzahl dargestellt. Ferner sind die Zuordnungswerte des derzeit gültigen Regelwerks (UM BW 2004) und die Materialwerte nach dem aktuellen Stand der EBV markiert. In der Darstellung Abb. 3-1 ist deutlich zu erkennen, dass einerseits das Analyseverfahren nach DIN 19528 empfindlicher ist und die Summenlinie nach DEV S4 zwischen 200 und 1400 mg/l um

gut 10% höhere Anteile vorweist. Andererseits lässt sich aber auch erkennen, dass die jeweiligen Zuordnungswerte, nimmt man den Vergleich von Z1.1 zu RC-1 und Z1.2 zu RC-2 (durch gestrichelte Linien dargestellt), zu einer sehr ähnlichen bzw. sogar gleichen Anzahl an zugeordneten Proben führen (74% Z 1.1 / 75% RC-1; 80% Z 1.2 u. RC-2). Lediglich die RC-3 Zuordnung umschließt deutlich mehr (in der Probengesamtheit 100%) Proben als die Zuordnungsklasse Z 2 (86%).

Auf den Zusammenhang, dass sich bzgl. Sulfat keine großen Änderungen zwischen DEV S4 und DIN 19528 ergeben, wurde auch im Rahmen der projektbegleitenden Expertenkreise hingewiesen (insb. Herr Susset, QRB Geschäftsführer und Wiss. Mitarbeiter ZAG Tübingen). Dies wurde darauf zurück geführt, dass die betrachteten LUBW Proben in der Mehrheit in einem niedrigen Sulfat-

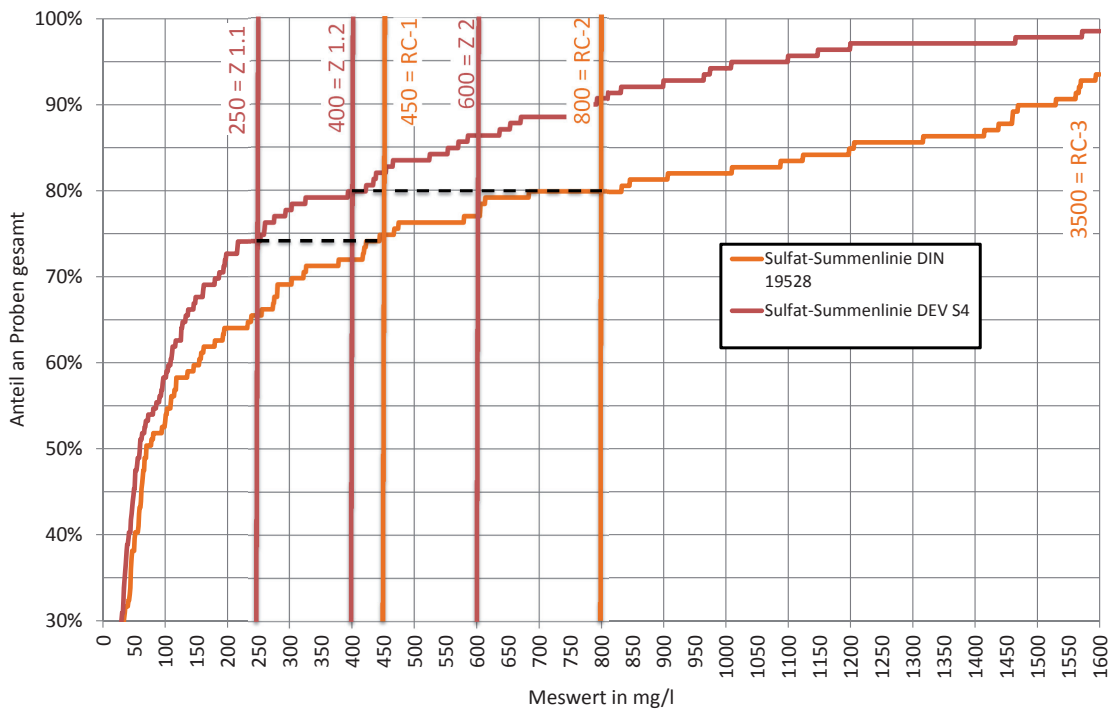


Abb. 3-1: Summenlinie Sulfat für die Messverfahren DEV S4 mit WF 10:1 und DIN 19528 mit WF 2:1
Quelle: LUBW 2008; 2009, eigene Darstellung

Konzentrationsbereich von 0 bis ca. 400 mg/L oder sehr hohen Konzentrationsbereich > 1000 mg/L liegen. Für diese Konzentrationsbereiche ergeben sich Umrechnungsfaktoren zwischen DEV S4 und DIN 19528, die grob den Faktoren zwischen den Konzentrationswerten von (UM BW 2004) und (EBV 2012) entsprechen. Es wurde darauf hingewiesen, dass für den untersuchten LUBW Datensatz nur 14% der Proben im bewertungsrelevanten Konzentrationsbereich fallen, was die Frage aufwirft, in wie weit der durchschnittliche Materialstrom von RC-Baustoffen in Baden-Württemberg mit der Sulfat-Konzentrationsverteilung der LUBW Proben vergleichbar ist.

Analog zur Sulfat-Summenlinie (Abb. 3-1) ist in Abb. 3-2 die Summenlinie für Feststoff-PAK dargestellt. Die Methode zur Ermittlung der Feststoff-PAK Werte hat sich zwischen (UM BW 2004) und (EBV 2012) nicht geändert, daher ist in Abb. 3-2 nur eine Summenlinie für beide Regelwerke dargestellt. Während die zulässigen PAK-Konzentrationen der ersten beiden RC-Klassen Z 1.1./RC-1 und Z 1.2./RC-2 identisch bleiben, veranschaulicht die PAK-Summenlinie deutlich den Einfluss der Verschiebung des RC-3 Zuordnungswertes auf 20 mg/kg im Vergleich zu dem Z 2 Zuordnungswert bei 35 mg/kg. Durch diese Verschiebung stehen rund 17% der Proben nicht mehr für eine Verwertung zur Verfügung.

3.5. Wirkungsabschätzung ErsatzbaustoffV (Ergebnis)

Ausgehend von der parameterbasierten Betrachtung im vorangegangenen Kapitel erfolgt nun die Klassierung der vorliegenden Probenreihen rein nach den Zuordnungswerten (UM BW 2004) bzw. Materialwerten (EBV 2012). Weiterhin wird der rechnerische Massenstrom je RC-Klasse ausgewiesen. Dieser Berechnung zugrunde liegt die in

Tab. 3-10: Wirkungsabschätzung ErsatzbaustoffV (inkl. Massenbilanz)

Alte Klassierung nach UM BW 2004 (angepasst)	n_{ges}	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Nicht als RC-Baustoff klassifiziert
Proben pro Zuordnungs-kategorie	139	80	15	21	23
Anteil [%]	100,0	57,6	10,8	15,1	16,5
RC-Material in Mio. Tonnen	9,8	5,6	1,1	1,5	1,6
neue Klassierung nach EBV 2012	n_{ges}	RC-1	RC-2	RC-3	Nicht als RC-Baustoff klassifiziert
Proben pro Zuordnungs-kategorie	139	84	12	30	13
Anteil [%]	100,0	60,4	8,6	21,6	9,4
RC-Material in Mio. Tonnen	9,8	5,9	0,8	2,1	0,9

Quelle: LUBW Probenkampagne 2004-2009; n=139; ohne Parameter elektrische Leitfähigkeit, eigene Berechnung Öko-Institut

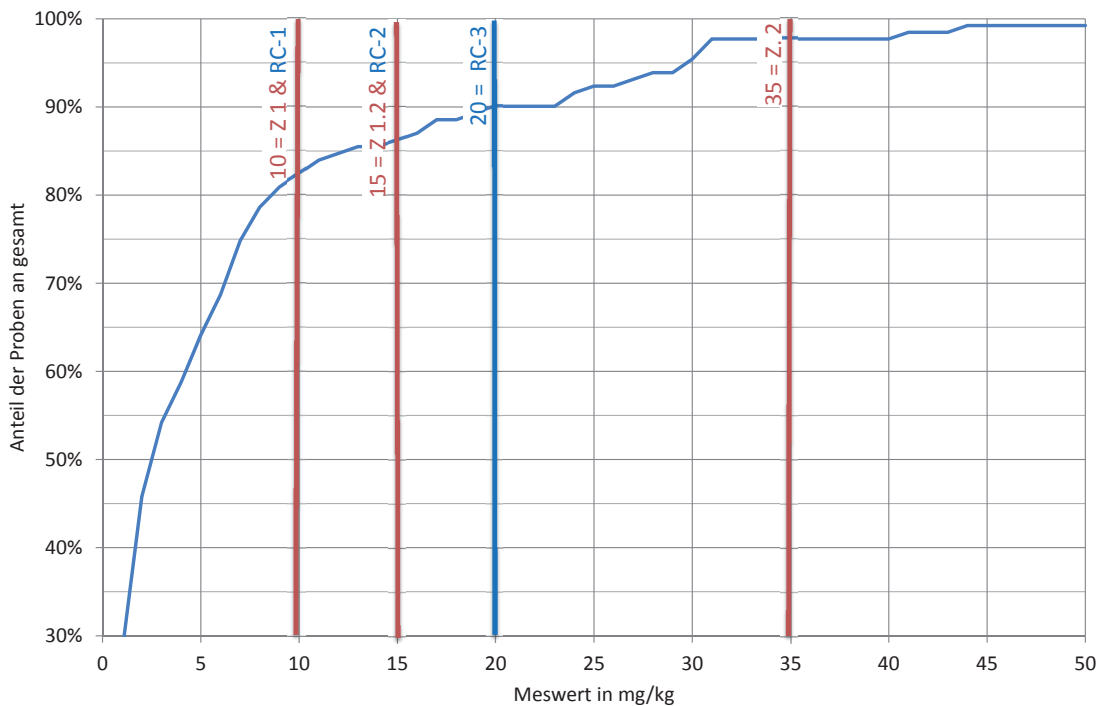


Abb. 3-2: Summenlinie Feststoff-PAK; Quelle: LUBW 2008; 2009, eigene Darstellung

der Statistik ausgewiesene Gesamtmenge von rund 9,8 Mio. Tonnen Bau- und Abbruchabfällen, die in Recyclinganlagen erfasst und behandelt werden (vgl. Tabelle 3-5).

Wie aus Tabelle 3-10 zu ersehen ist, steigt der Anteil der Proben der ersten Güteklasse Z 1.1 von 57,6% auf 60,4% RC-1 mit der Klassierung nach aktuellen Stand der Ersatzbaustoffverordnung. Damit steigt auch der Massenstrom der günstigsten RC-Baustoffklasse um 300 000 Tonnen von 5,6 Mio. Tonnen Z 1.1. auf 5,9 Mio. Tonnen RC-1.

Neben den eher geringfügigen Änderungen zwischen den Zuordnungsklassen Z 1.2/RC-2 und Z 2/RC-3 steigt der Anteil des überhaupt klassierten Materials um 7,2% auf knapp 91% des Gesamtmaterials. Im Fall einer Umsetzung der ErsatzbaustoffV würden noch 9,4% des gesamten Materialstroms nicht als RC-Baustoff klassiert und müssten anderweitig verwendet/deponiert werden. Entsprechend würde die Menge der nicht als RC-Baustoff klassierten Materialien von 1,6 Mio. Tonnen auf 0,9 Mio. Tonnen sinken.

Durch die Einführung der ErsatzbaustoffV in der Fassung des Entwurfs vom 31.10.2012 würde sich eine schwach positive Verschiebung der Zuordnung der RC-Baustoffe und damit der Massenbilanz ergeben.

Neben den absoluten Verschiebungen der Probenzuordnungen zwischen UM BW 2004 und EBV 2012 wurde weiterhin untersucht, wie sich die einzelnen Zuordnungsklassen im Fall der Umstellung auf die EBV verhalten würden. Abb. 3-3 zeigt als gestapeltes Balkendiagramm die nach EBV zugeordneten Proben je Materialwert RC-1, -2, -3 sowie nicht klassierte Proben. Innerhalb jedes Materialwert-Balkens ist die Probenzuordnung nach UM BW 2004 dargestellt.

Betrachtet man die gem. EBV als RC-1 zugeordneten Proben, so werden diese zu 90% nach UM BW 2004 als Z 1.1 klassiert. Es findet also nur eine marginale Verschiebung zwischen den günstigsten RC-Baustoffklassen Z 1.1. und RC-1 statt. Wesentlich deutlicher sind die Verschiebungen bei der ungünstigsten RC-Baustoffklasse RC-3. Diese setzt sich zu 57% aus vormals nicht klassierten Proben, zu 13% vormals Z 1.2 und 3% vormals Z 1.1 Proben zusammen. Lediglich 27% der Proben fallen auch gem. UM BW 2004 in die ungünstigste RC-Baustoffklasse Z 2.

Die Bund-Länder Arbeitsgruppe „ErsatzbaustoffV“ hat im September 2013 ihre Beratungsergebnisse zum aktuellen Entwurf der EBV bekannt gegeben (BMU 2013). An dieser Stelle soll kurz auf einen darin gemachten Vorschlag

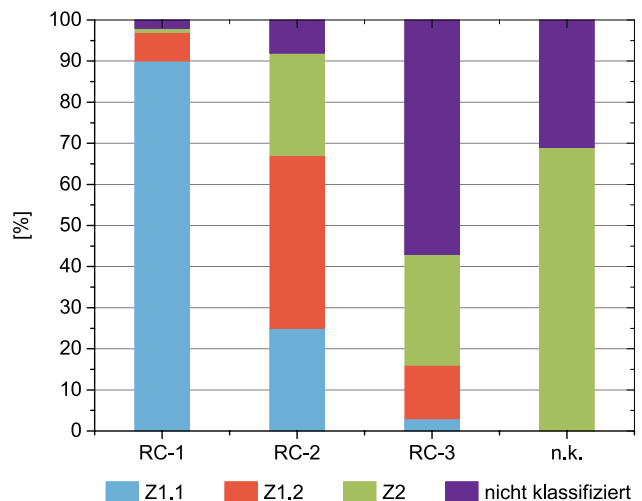
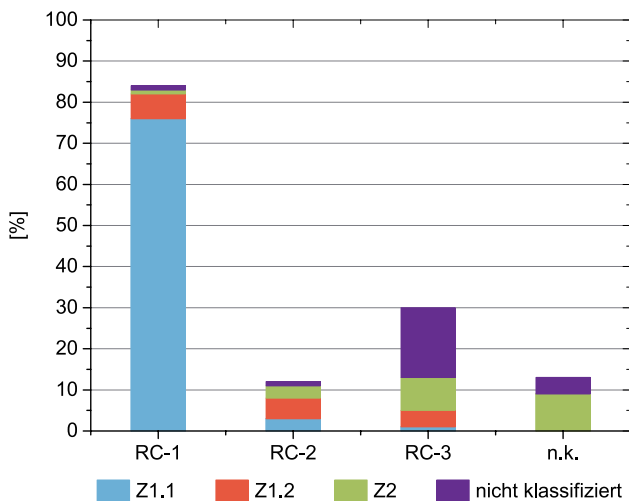


Abb. 3-3: Veränderung der Zuordnungsklassen untereinander (absolut und anteilig) bei Umstellung von UM BW 2004 auf EBV 2012

und dessen Auswirkungen auf die Zuordnung der Güteklassen eingegangen werden.

Die Bund-Länder AG schlug vor, den RC-1 Zuordnungswert für die PAK 16 im Feststoff von 10 mg/kg auf 5 mg/kg zu senken. Da das Messverfahren zur Ermittlung der Feststoff PAK mit dem neuen Vorschlag aber nicht geändert wurde, bedeutet dies deutliche Veränderungen auf die Klassierung der Materialwerte. Ändert man den Zuordnungswert bei der vorgenommenen Probenauswertung entsprechend, so fallen deutlich weniger Proben in die 1. Materialklasse RC-1 und werden der Materialklasse RC-2 zugeordnet. Bezogen auf die Massenbilanz bedeutet dies, dass bei einer Absenkung der zulässigen Feststoff PAK Konzentration auf 5 mg/kg gegenüber der aktuellen Fassung der EBV, rund 1,3 Mio. Tonnen Material weniger als RC-1 zugeordnet werden. Die der Klasse RC-3 oder nicht als RC-Baustoff klassieren Mengen bleiben dagegen unverändert.

Tab. 3-11: Wirkungsabschätzung Vorschlag Bund-Länder AG mit Feststoff PAK 5 mg/kg

Klassierung nach EBV 2012	n _{ges}	RC-1	RC-2	RC-3	Nicht als RC-Baustoff klassifiziert
Proben pro Zuordnungs-klasse	139	65	31	30	13
Anteil [%]	100,0	46,8	22,3	21,6	9,4
RC-Material [Mio Tonnen]	9,8	4,6	2,2	2,1	0,9
Δ vgl. Tab. 3-10 [Mio Tonnen]	0	-1,3	1,3	0,0	0,0

Quelle: LUBW Probenkampagne 2004-2009; n=139; ohne Parameter elektrische Leitfähigkeit, eigene Berechnung Öko-Institut

Durch den Vorschlag zur Absenkung der zulässigen Feststoff PAK Konzentration würden sich die in Tabelle 3-11 dargestellten neuen Zuordnungen und Massenströme ergeben.

3.6. Zusammenfassung IST-Zustand und Wirkungsabschätzung EBV

Die im Kapitel 3 getroffenen Aussagen basieren auf einer Datenbasis von in Summe 227 Materialproben. Da die Proben sowohl hinsichtlich der verschiedenen Analysemethoden DEV S4 und DIN 19528 als auch der untersuchten Schadstoffparameter Lücken aufweisen, musste die zugrunde gelegte Probenanzahl je nach Auswertungsansatz zusätzlich reduziert werden. Zudem stammt die überwiegende Probenanzahl von Recyclingbetrieben, die (zum Zeitpunkt der Probenahme) nicht Mitglied im QRB waren. Es stellt sich damit die grundsätzliche Frage, ob die verwendeten Daten repräsentativ für die Materialströme in Baden-Württemberg sind. Im Rahmen des Projekts wurde dies kontrovers diskutiert und angezweifelt (siehe Kapitel 3.4 und (Öko-Institut 2014)). Gleichzeitig wurde (vergeblich) versucht, durch eine Unternehmensbefragung, die Probenanzahl zu vergrößern. Weiterhin ist nicht belegt, wie sich die Massenströme von RC-Baustoffen in Baden-Württemberg auf QRB Mitgliedsbetriebe und nicht-QRB Betriebe aufteilen.

Unter der Annahme, die zugrundeliegenden Proben sind für gesamt Baden-Württemberg repräsentativ, ergibt sich für den IST-Zustand, dass etwas mehr als die Hälfte der in

Recyclinganlagen hergestellten RC-Baustoffe in die höchste Zuordnungsklasse Z 1.1 fällt. Der Anteil der Proben, die in die Zuordnungsklassen Z 1.2 und Z 2 fallen liegt bei 16% bzw. 14%. Knapp 18% der Proben sind aufgrund hoher Schadstoffkonzentrationen nicht für die Verwendung als RC-Baustoffe geeignet. Unter Anwendung des in der ErsatzbaustoffV vorgegebenen Analyseverfahrens (und Materialwerte) ergibt sich ein leicht positiveres Gesamtbild. In diesem Fall werden etwa 60% aller Proben der höchsten Materialklasse RC-1 zugeordnet und können als hochwertige RC-Baustoffe eingesetzt werden. Nicht nur die Anzahl der Proben, die der höchsten Materialklasse zugeordnet werden, steigt, auch die Anzahl an Proben, die überhaupt als RC-Baustoff klassiert werden, steigt im Vergleich zur IST-Situation an und läge bei Einführung der EBV (Stand 2012) bei knapp 91%. Damit werden lediglich 9% aller Proben aufgrund der Schadstoffbelastung nicht als RC-Baustoff klassiert.

Deutliche Auswirkungen auf die Zuordnung als RC-Baustoffe hätte allerdings eine weitere Absenkung zulässiger Schadstoffkonzentrationen für einzelne Parameter, wie in der Bund-Länder AG vorgeschlagen. Bei einer Absenkung der zulässigen Schadstoffkonzentration für Feststoff-PAK für RC-1 von aktuell 10 mg/kg (EBV, Stand 2012) auf 5 mg/kg (BMU 2013), würden noch rund 47% der untersuchten Proben der Materialklasse RC 1 zugeordnet werden.

In der vorliegenden Studie wurden nur die Auswirkungen der EBV bezüglich der sich ändernden Analysemethoden und Materialwerte betrachtet. Auswirkungen auf die Marktbedingungen von RC-Baustoffen durch in der EBV vorgesehene Aspekte wie eine flächendeckende Güteüberwachung oder Dokumentations- und Anzeigepflicht wurden dagegen nicht betrachtet.

3.7. Empfehlungen zum weiteren Vorgehen

Die dargestellten Einschränkungen der verfügbaren Daten haben gezeigt, dass die Fortführung von Messkampagnen unbedingt erforderlich ist, um die Datenbasis zu erweitern. Die Messkampagnen sollten auch QRB Betriebe beinhalten, um eine konsistente Parameterauswertung zu ermöglichen.

Weiterhin wird vorgeschlagen, eine Beprobung einzelner Fraktionen im Massenstrom Bau- und Abbruchabfälle vorzunehmen, um so die unterschiedlichen Schadstoffkonzentrationen v.a. der wichtigsten Fraktionen Betonbruch und gemischte Bauabfälle besser aufzuzeigen.

Ebenfalls in Betracht gezogen werden sollte eine outputbezogene bzw. produktbezogene Beprobung der unterschiedlichen RC-Erzeugnisse. In diesem Zusammenhang empfiehlt sich eine Datenerhebung der gebräuchlichsten Einbauweisen der unterschiedlichen Erzeugnisse.

Sowohl von den Autoren der Studie als auch von einzelnen Teilnehmern des projektbegleitenden Expertenkreises wird die Einführung der EBV (Stand 2012) in einer Testphase in Baden-Württemberg vorgeschlagen. In der Testphase sollen Proben nach WF 2:1 und WF 10:1 erfasst werden und so die Datengrundlage für eine Wirkungsabschätzung verbessert werden. Eine Messung ausschließlich nach DIN 19528 (EBV) wird nicht für zweckmäßig erachtet.

Von den einzelnen Teilnehmern des Expertenkreises wurde dabei betont, dass mit der probeweisen Einführung an den Inhalten der 2. Arbeitsfassung EBV festgehalten werden soll und keine weiteren Änderungen angestrebt werden sollten. Einzige Ausnahme bildet der Parameter Sulfat, für den ein erhöhter Materialwert für die Dauer der Testphase gelten sollte. Der erhöhte Materialwert ergibt sich durch einen Umrechnungsfaktor von 3,8 bzgl. des aktuellen DEV S4 Zuordnungswertes. Für RC-1 würde damit ein Sulfat-Materialwert von rund 950 mg/l resultieren. Ferner soll in der Testphase intensiv über Aufbereitungsmaßnahmen zur Sulfatminderung berichtet werden.

Für den Fall, dass die vorgeschlagene testweise Einführung der EBV in Baden-Württemberg nicht umgesetzt werden kann, wird von den Autoren der Studie die Einführung einer Verpflichtung zur allgemeinen Gütesicherung nach Vorbild der EBV Vorgaben empfohlen. Weiterhin wird ein runder Tisch zur Steigerung der Akzeptanz für RC Material vorgeschlagen. Ein prioritäres Thema des Runden Tisches sollte der verpflichtende Einsatz von Recyclingbaustoffen in den Vorgaben zur öffentlichen Vergabe sein.

4. Vereinfachte Systematik der zulässigen Einbauweisen

Die Einbauregelung je spezifischem Materialwert (z.B. RC-Material mit dem Materialwert RC-1) wird in der aktuellen Entwurfsfassung der ErsatzbaustoffV mittels einer jeweils einseitigen Einbautabelle dargestellt. Darin aufgelistet sind 26 verschiedene Einbauweisen und die jeweilige Zulässigkeit eines Einbaus bei unterschiedlichen naturräumlichen Ausgangssituationen. Ob für eine Konstellation aus Materialwert, Einbauweise und naturräumlicher Gegebenheit der Einbau zulässig ist, wird mittels „+“ oder „-“ Zeichen angegeben. Anhand von Fußnoten und gesonderten Buchstabenkombinationen werden für etliche Konstellationen zudem Sonderregeln definiert.

Die Liste der technischen Einbauweisen ist nicht weiter gegliedert, Einbauweisen aus dem Straßen- und Wegebau werden nicht von Einbauweisen des Erdbaus getrennt dargestellt. Ebenfalls wird keine Trennung von gebundenen und ungebundenen Einbauweisen vorgenommen. Die Intention der Darstellung ist also, für einen spezifischen Materialwert alle möglichen Einbausituationen darzustellen. Die Praxis aus Anwendersicht dürfte dagegen anders aussehen. Ein Bauherr sucht für eine geplante Einbauweise einen zulässigen mineralischen Ersatzbaustoff.

Entsprechend der vor Ort befindlichen planungs- und naturräumlichen Gegebenheiten muss schnell ersichtlich werden, welcher Materialklasse der benötigte MEB entsprechen muss.

Die Bund-Länder Arbeitsgruppe „ErsatzbaustoffV“ unter dem Vorsitz des Umweltministeriums hat im September 2013 eine Weiterentwicklung der Einbautabellen vorgelegt (BMU 2013). Darin enthalten sind noch 17 verschiedene Einbauweisen. Die vom Öko-Institut e.V. hier vorgelegte vereinfachte Systematik basiert auf dem Vorschlag der Bund-Länder Arbeitsgruppe. Der Vorschlag des Öko-Instituts e.V. wurde in Microsoft Excel angelegt. Das Modell liegt dem Auftraggeber vor und wird an dieser Stelle anhand von Ausschnitten erläutert.

Das Modell setzt auf der Grundstruktur der Einbautabelle auf, dabei wurden aber die unterschiedlichen Einbauweisen in die Hauptgruppen „Straßen- und Wegebau – gebunden“; „Straßen- und Wegebau – ungebunden“ sowie „Erdbau“ sortiert. Anschließend erfolgte eine weitere Untergliederung in die bautechnisch sinnvollen Untergruppen „Straßen- und Wegebau – gebunden“; „Straßen- und

		A	B	C	E	F	G	H	I	J	
1		Ersatzbaustoff: Recycling-Baustoff RC-1 / RC-2 / RC-3				Eigenschaft der Grundwasserdeckschicht					
2						außerhalb von Wasserschutzbereichen			innerhalb von Wasserschutzbereichen		
3						ungünstig	günstig		günstig		
4							Sand	Lehm/Schluff /Ton	WSG III A HSG III	WSG III B HSG IV	Wasservorranggebiete
5											
6	Erdbau										
7		Verfüllung	Verfüllung von Baugruben und Leitungsgräben unter gebundener Deckschicht			+	+	+	+ / - / -	+	+
8		Hinterfüllung	Hinterfüllung von Bauwerken und Dämme im Böschungsbereich unter kulturfähigem Boden sowie Hinterfüllung in analoger Bauweise zu MTSE E			-	+	+	+	+	+
9		Damm/Wall	Dämme oder Wälle gemäß Bauweisen A-D nach MTSE sowie Hinterfüllung von Bauwerken im Böschungsbereich in analoger Bauweise zu MTSE E			+	+	+	+ / + / -	+	+
10			Damm oder Wall gemäß Bauweise E nach MTSE			-	+	+	+ / + / -	+	+
11			Schutzwälle unter kulturfähigem Boden			-	+ / + / -	+	+ / + / -	+ / + / -	+
12	Straßen- und Wegebau	ungebunden									
13			Unterbau unter Fundament- oder Bodenplatten,			+	+	+	+	+	+
14			Bettung, Frost- oder Tragschicht unter Pflaster oder Platten			+	+	+	+	+	+
15			Schottertragschicht (ToB) unter geb. Deckschicht			-	+	+	+	+	+
16			Frostschuttschicht (ToB), Bodenverbesserung und Unterbau bis			-	+	+	+	+	+
17			Bettungssand unter Pflaster oder unter Plattenbelägen			-	+	+	+ / + / -	+	+
18			Deckschicht ohne Bindemittel			-	+ / + / -	+	+ / + / -	+ / + / -	+
19			ToB, Bodenverbesserung, Bodenverfestigung, Unterbau bis 1m Dicke ab Planum sowie Verfüllung von Baugruben unter Deckschicht ohne Bindemittel			-	+ / - / -	+ / + / -	+ / - / -	+ / - / -	+ / + / -
20			Bauweisen 13 unter Plattenbelägen			-	+ / - / -	+ / + / -	+ / - / -	+ / - / -	+ / + / -
21			Bauweisen 13 unter Pflaster			-	+ / + / -	+ / + / -	+ / + / -	+ / + / -	+ / + / -
22	Straßen- und Wegebau	gebunden									
23			Decke bitumen- oder hydraulisch gebunden, Tragschicht			+	+	+	+	+	+
24			Tragschicht mit hydraulischen Bindemitteln unter gebundener Deckschicht			+	+	+	+	+	+
25			Asphalttragschicht (teilwasserdurchlässig) unter Pflasterdecken und Plattenbelägen, Tragschicht hydraulisch gebunden (Dränbeton) unter Pflaster und Platten			+	+	+	+	+	+

Abb. 4-1: Grundstruktur vereinfachte Einbautabelle

		B	C	E	F	G	H	I	J
Recycling-Baustoff RC-1 / RC-2 / RC-3		Eigenschaft der Grundwasserdeckschicht							
		außerhalb von Wasserschutzbereichen				innerhalb von Wasserschutzbereichen			
		ungünstig	günstig	günstig	günstig	günstig	günstig	günstig	günstig
	Schottertragschicht (ToB) unter geb. Deckschicht	-	+	+	+	+	+	+	+
	Frostschuttschicht (ToB), Bodenverbesserung und Unterbau bis	-	+	+	+	+	+	+	+
	Bettungssand unter Pflaster oder unter Plattenbelägen	-	+	+	+	+ / + / -	+	+	+
	Deckschicht ohne Bindemittel	-	+ / + / -	+	RC-1 & RC-2 nur zulässig, wenn: - Abstand mind. 1 Kilometer von Fassungsanlage - Schluff/Lehm/Ton Boden				
	ToB, Bodenverbesserung, Bodenverfestigung, Unterbau bis 1m	-	+ / - / -						
	Dicke ab Planum sowie Verfüllung von Baugruben unter	-	+ / - / -						
	Deckschicht ohne Bindemittel	-	+ / - / -						
	Bauweisen 13 unter Plattenbelägen	-	+ / - / -	+	+	+	+	+	+

Abb. 4-2: Detailausschnitte vereinfachte Einbautabelle; Quelle: Öko-Institut e.V.

Wegebau –ungebunden“ sowie „Erdbau –Verfüllung“; „-Hinterfüllung“ sowie „-Damm/Wall“ (siehe Abb. 4-1). In den Untergruppen sind die dazugehörigen technischen Einbauweisen einsortiert. Ein Planer oder Bauherr findet so zielgerichtet die Informationen zur beabsichtigten Einbauweise.

Der wesentliche Schritt zur Vereinfachung besteht darin, alle Informationen je Materialwert zusammen in einer Zelle darzustellen (siehe Abb. 4-2). Ist die Zulässigkeit für alle MEB Materialwerte einer Konstellation identisch, so wird dies mit nur einem einzelnen Zeichen „+“ oder „-“ dargestellt. Liegen unterschiedliche Zulässigkeiten vor, so wird für jeden MEB Materialwert ein eigenes Zeichen verwendet (durch einen Schrägstrich getrennt).

Ausnahmefälle werden in der derzeitigen Fassung der Einbautabellen über Fußnoten oder Buchstabenkonstellationen definiert. Um die Anzahl der Fußnoten gering zu halten, werden innerhalb einer Fußnote bestimmte Fallkonstellationen geregelt. Dadurch steigt die Komplexität der Fußnotentexte und gleichzeitig leidet die Lesbarkeit der Tabellen.

Im Entwurf des Öko-Instituts werden über die Excel Kommentar-Funktion alle spezifischen Ausnahmen direkt in der jeweiligen Zelle integriert. Dadurch verringert sich die Komplexität der Ausnahmeregelung und der Nutzer muss nicht mehr die Fußnoteninhalte zur jeweiligen Konstellation zuordnen.

Anhand der Abb. 4-2 wird beispielhaft die Zulässigkeit der Einbauweise „Bettungssand unter Pflaster oder unter Plattenbelägen“ vorgestellt. Der Einbau aller RC-Materialwerte RC-1; RC-2; RC-3 ist außerhalb von Wasserschutzgebieten bei ungünstigem Flurabstand (< 1 m) nicht zulässig (ein gemeinsames „-“ Zeichen für alle Materialwerte).

Im Fall günstiger Flurabstandsbedingungen ist der Einbau für alle Materialwerte zulässig, unabhängig von der Bodenart (ein gemeinsames „+“ Zeichen für alle Materialwerte). Für die Konstellation innerhalb von Wasserschutzbereichen, bei günstiger Flurabstandsbedingung und innerhalb WSG III A oder HSH III Gebieten gelten unterschiedliche Zulässigkeiten pro Materialwert (blau hinterlegte Zelle in Abb. 4-2). Konkret ist für diese Ausgangssituation der Einbau von RC-1 und RC-2 zulässig, der Einbau von RC-3 dagegen nicht. Für die Materialwerte RC-1 und RC-2 gelten Sonderregelungen, die als Kommentarfeld eingeblendet werden.

5. Bewertung zukünftig möglicher Bauweisen in Baden-Württemberg

Im aktuellen Entwurf der Ersatzbaustoffverordnung wird der genehmigungsfreie Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen sowohl an naturräumliche Voraussetzungen (Grundwasserstand und Bodenart) als auch an Rechtsverordnungen im Rahmen des Wasserhaushaltsgesetzes (Wasser- und Heilquellenschutzgebiete) am geplanten Einbauort gekoppelt. Die Vorgabe lautet, dass der Verwender/Bauherr beim Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen oder Gemischen in technische Bauwerke gewährleisten muss, dass keine nachteilige Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit und schädliche Bodenveränderungen verursacht werden (§ 20, Abs. 1 ErsatzBV). Am geplanten Einbauort von MEB muss das mögliche Vorhandensein von Wasser- und Heilquellenschutzgebieten, der Abstand der Grundwasseroberfläche zum unteren MEB-Einbauhorizont sowie die angetroffene Bodenart berücksichtigt werden. In Abhängigkeit des konkreten MEB, der geplanten technischen Einbauweise und den genannten naturräumlichen und planungstechnischen Kriterien ergeben sich mögliche Einschränkungen für den Einbau von MEB. Diese sind in der Anlage 2 der EBV (Stand 2012) genau spezifiziert.

In diesem Kapitel wird die konkrete naturräumliche und -planerische Situation in Baden-Württemberg mit den Anforderungen der EBV verglichen und so Aussagen zu den allgemeinen Einbauvoraussetzungen abgeleitet.

5.1. Wasser- und Heilquellenschutzgebiete

Gemäß § 20 Abs. 2 ErsatzBV ist der Einsatz von mineralischen Ersatzbaustoffen oder Gemischen in Wasserschutzgebieten (WSG) der Zonen I und II sowie in Heilquellenschutzgebieten (HSG) der Zonen I und II unzulässig. Die EBV erlaubt allerdings behördliche Ausnahmeregelungen, so dass auch von einem „genehmigungsfreien Einbau“ außerhalb von Wasser- und Heilquellenschutzgebieten der entsprechenden Kategorien gesprochen werden kann.

Um eine Flächenstatistik der genannten Schutzgebiete in Baden-Württemberg zu berechnen, wurden offizielle Geo-

daten des Landesamts für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (LGL) ausgewertet.

Die ErsatzBV berücksichtigt für Heilquellenschutzgebiete (HSG) die Gliederung in Zonen I-IV gemäß der Richtlinien für Heilquellenschutzgebiete der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA 1998). Diese Systematik unterschiedlicher Schutzzonen spiegelt sich nicht in den verfügbaren Geodaten für Baden-Württemberg wider. Nicht abschließend geklärt werden konnte, ob dies an der Qualität der Geodaten liegt oder die LAGA Systematik grundsätzlich nicht in Baden-Württemberg umgesetzt wurde. Es wurde daher konservativ angenommen, dass alle kartierten HSG in Baden-Württemberg der Zone I oder II gemäß (LAWA 1998) zugehören und damit Einbaubeschränkungen gemäß ErsatzBV bestehen. Aus dieser Annahme heraus ergibt sich auch, dass in Baden-Württemberg keine HSG III oder IV Bereiche ausgewiesen wurden.

Die Schutzgebietskategorie WSG gliedert sich in die Klassen I-III. Klasse I bezeichnet den unmittelbaren Fassungsbereich eines Brunnens, Klasse II den näheren Fassungsbereich und Klasse III das weitere Einzugsgebiet eines Brunnens. Während der Einbau von MEB in WSG I-II unzulässig ist, kann in WSG III Bereichen MEB verwendet werden, sofern die sickerfreie Grundwasserstrecke eine bestimmte Mächtigkeit vorweist (siehe Kapitel 5.3)

Aufgrund der spezifischen Situation in Baden-Württemberg wurde in der Flächenstatistik neben der geforderten WSG und HSG auch Moore und Torfböden mit berücksichtigt. Moore und Torfböden sind vor allem im Bereich Oberschwaben und Allgäu anzutreffen. Aufgrund des hohen Grundwassereinflusses in diesen Bereichen erscheint die Mitberücksichtigung im Sinne eines vorbeugenden Grundwasserschutzes erforderlich. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass Moore und Torfböden von einer Nutzung für Siedlungs- und Verkehrsflächen weitgehend ausgenommen sind und daher kaum Bautätigkeit stattfindet.

Tab. 5-1: Flächenstatistik nicht genehmigungsfreier Flächen in Baden-Württemberg

	Fläche ¹ [km ²]	Anteil BW- gesamt ²
Heilquellenschutzgebiete (HSG Klasse I & II)	583	1,6
Wasserschutzgebiete (WSG Klasse I & II)	873	2,5
Moore/Torfböden	633	1,8
Summe nicht genehmigungsfreie Flächen	2.089	5,9

1 = Dopplungen durch Überlagerung versch. Flächenkategorien wurden abgezogen

2 = Bezieht sich auf die Netto-Fläche, d. h. ohne stehende Gewässer

Quelle: Eigene Berechnung basierend auf LGL und LGRB Daten

Abb. 5-1 zeigt die kartografische Darstellung der beschriebenen WSG und HSG sowie Moor/Torfbereiche. In Tabelle 5-1 ist die dazugehörige Flächenstatistik dargestellt. Daraus geht hervor, dass in Baden-Württemberg 2.089 km² (5,9% der Landesfläche) einer Nutzungsbeschränkung für mineralische Ersatzbaustoffe unterliegen.

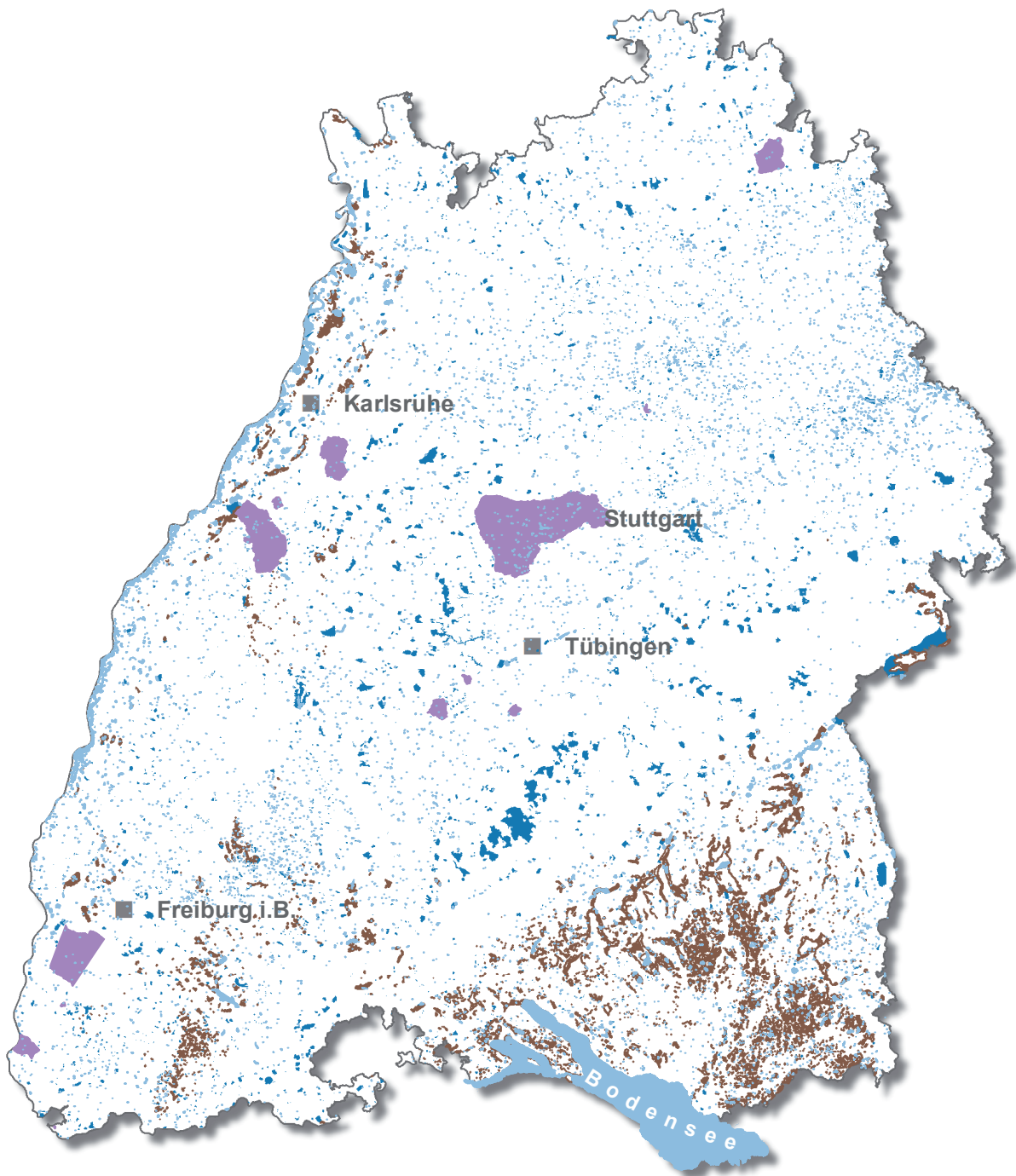
Bei den in Tabelle 5-1 dargestellten Flächenangaben handelt es sich um Netto-Flächen, d. h. Dopplungen durch die Überlagerungen von mehreren Schutzgebietskategorien wurden ausgeschlossen. Weiterhin wurden stehende Gewässer von der Gesamtfläche des Landes abgezogen. Alle Flächenberechnung beziehen sich auf eine zweidimensionale Oberfläche, d. h. die Einwirkung des Reliefs auf die Berechnung der Landoberfläche wurden vernachlässigt.

Einbaubeschränkungen aufgrund von WSG Klasse II haben mit den 873 km² den flächenmäßig größten Einfluss auf die Nutzung von MEB. HSG in Baden-Württemberg haben eine Ausdehnung von 583 km², was 1,6% der Landesfläche bedeutet. Moore und Torfböden sind auf einer Fläche von 633 km² anzutreffen (1,8% der Landesfläche).

Die Verteilung der Flächen mit Einbaubeschränkungen zeigt für einzelne Regionen deutliche Abweichungen vom Landesdurchschnitt (siehe Tabelle 5-2). Vor allem in den Regionen Stuttgart und Mittlerer Oberrhein bestehen aufgrund hoher Flächenanteile für HSG überdurchschnittlich hohe Restriktionen für den Einbau von MEB.

5.2. Detailbetrachtung Heilquellenschutzgebiet Stuttgart

Das größte Heilquellenschutzgebiet in Baden-Württemberg liegt zu großen Teilen unter der Landeshauptstadt Stuttgart. Aufgrund der Größe des Stuttgarter HSG und der Lage unter dicht besiedelter Fläche ergeben sich Einbaubeschränkungen, die im Rahmen dieser Detailbetrachtung näher dargestellt sind. Dazu wurden neben den LGL Daten zu HSG auch frei verfügbare Geodaten aus dem OpenStreetMap (OSM) Projekt verwendet. Für das OSM Projekt sammeln private Nutzer eigenständig Geoinformationen und stellen diese auf der OSM Webseite der Allgemeinheit zur Verfügung. Aus dem Datensatz für Baden-Württemberg wurden die Siedlungs- und Gewerbeflächen extrahiert und zur Analyse hinzu gezogen. Diesem Vorgehen liegt die Annahme zugrunde, dass auf diesen Flächen vermehrt Bauaktivität stattfindet und damit der Einbau von MEB relevant wird. Leider ist bei OSM die Erfassung von Straßen und Wegen nicht klar von den Siedlungs- und Gewerbeflächen abzugrenzen. Im innerörtlichen Bereich ist damit zu rechnen, dass Straßen und Wege Teil der kartierten Siedlungs- und Gewerbeflächen sind, im außerörtlichen Bereich sind Straßen und Wege häufig nur als Liniensignatur oder gar nicht erfasst. Daher basiert die in Tabelle 5-3 dargestellte Auswertung nicht auf amtlichen Daten zu Siedlungs- und Gewerbeflächen und ist mit entsprechenden Unsicherheiten verbunden. Aus Tabelle 5-3 und Abb. 5-1 geht hervor, dass sich rund 81 km² Siedlungs- und Gewerbeflächen im Bereich des HSG Stuttgart befinden. Das entspricht einem Anteil von 27% an der Gesamtfläche. Folglich ist besonders hier mit umfangreichen Einbaubeschränkungen zu rechnen. Für diese Auswertung wurde angenommen, dass das HSG Stuttgart der Schutzgebietzone I oder II gemäß (LAWA 1998) zuzuordnen ist. Der tatsächliche Status des HSG Stuttgart konnte im Rahmen der Studie nicht geklärt werden. Es bleibt damit den zuständigen Stellen überlassen, wie das HSG Stuttgart in Bezug auf die Systematik der LAWA einzustufen ist.



Grundlage: © LGL BW, LUBW



Öko-Institut e.V.
 Institut für angewandte Ökologie
 Institute for Applied Ecology

LUBW



Abb. 5-1: Wasser- und Heilquellenschutzgebiete sowie Moore und Torfböden in Baden-Württemberg 2012;
 Quelle: eigene Darstellung basierend auf Daten des Landesamtes für Geoinformation und Landesentwicklung
 Baden-Württemberg (LGL) und des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB)

Tab. 5-2: Flächenstatistik nicht genehmigungsfreie Flächen nach Regionen

Parameter	HSG [km ²]	WSG II ¹ [km ²]	Moore/Torfböden ¹ [km ²]	Summenanteil an Gesamtfläche ² [%]
Mittlerer Oberrhein	133	40	42	10,2
Ostwürttemberg	0	92	9	4,8
Nordschwarzwald	12	92	2	4,5
Rhein-Neckar	0	61	8	2,8
Neckar-Alb	6	95	0	4,0
Schwarzwald-Baar-Heuberg	0	96	28	4,9
Hochrhein-Bodensee	14	67	79	5,8
Donau-Iller	0	49	137	6,5
Bodensee-Oberschwaben	0	24	303	9,4
Stuttgart	301	122	0	11,6
Südlicher Oberrhein	84	63	26	4,3
Heilbronn-Franken	32	72	0	2,2

1 = Dopplungen durch Überlagerung verschiedener Flächenkategorien wurden abgezogen

2 = Bezieht sich auf die Netto-Fläche, d. h. ohne stehende Gewässer

Quelle: Eigene Berechnung basierend auf LGL und LGRB Daten

Tab. 5-3: Flächenstatistik Siedlungs- und Gewerbeflächen im Bereich des Heilquellenschutzgebiets Stuttgart

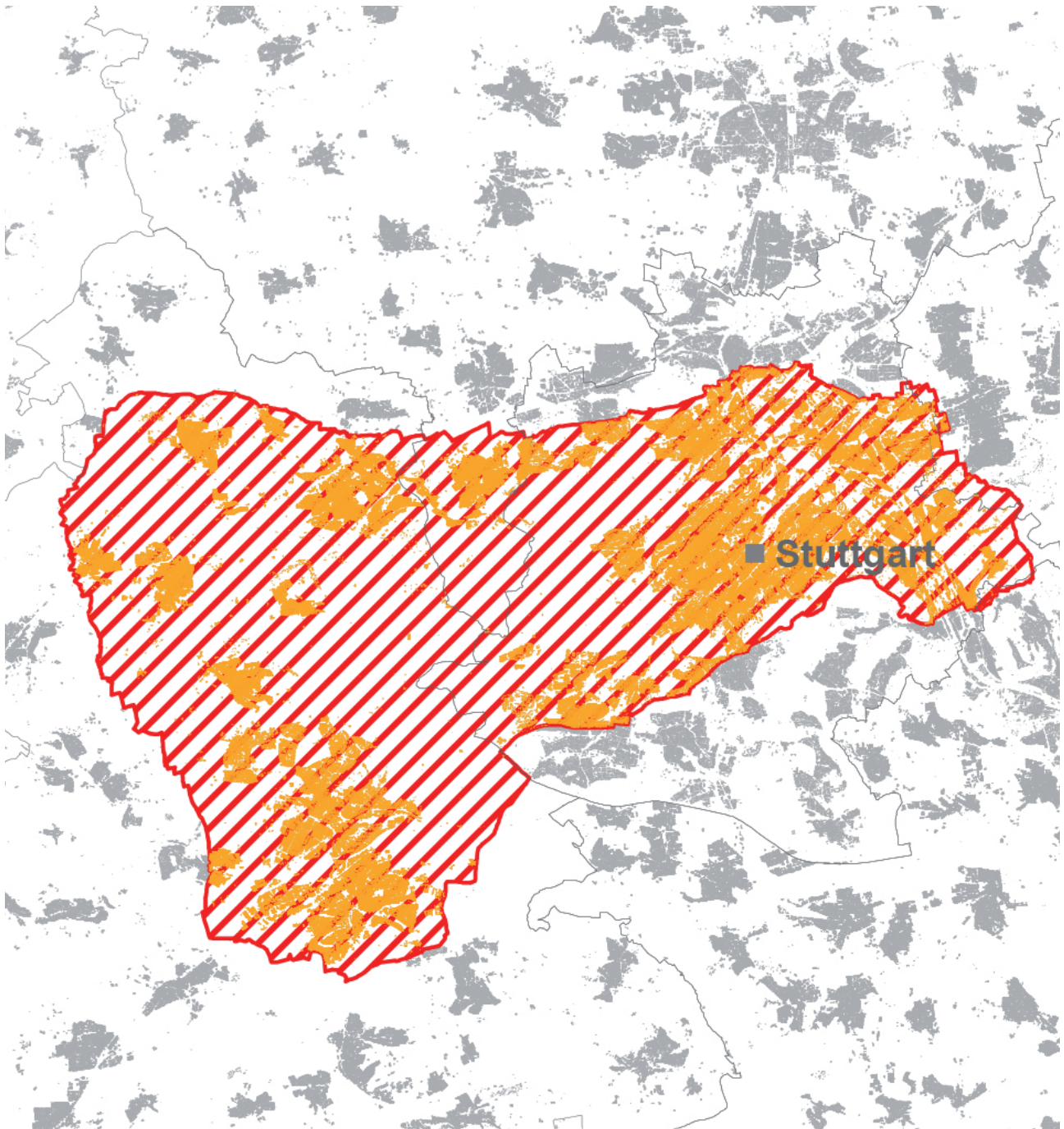
Parameter	Fläche [km ²]	Anteil an HSG Stuttgart [%]
Heilquellenschutzgebiet (HSG) Stuttgart	301	-
Siedlungs- und Gewerbefläche im Bereich HSG Stuttgart	81	27

Quelle: Eigene Berechnung basierend auf LGL und OpenStreetMap Daten

Tab. 5-4: Flächenstatistik Grundwasser-Flurabstand in Baden-Württemberg

Parameter	Fläche [km ²]	Anteil an Fläche Baden-Württemberg [%]
LUBW Messwerte zum GW-Flurabstand	3.280	9,2
Abgeleitete Werte über Bodenart „vorwiegende Gleye“	121	0,3
Flächen mit verfügbaren Daten	3.401	9,5

Quelle: Eigene Berechnung basierend auf LGL Daten



Grundlage: © LGL BW, LUBW

0 1,2 2,4 3,6 4,8 6 km

Öko-Institut e.V.
 Institut für angewandte Ökologie
 Institute for Applied Ecology

LU:W




-  Heilquellenschutzgebiet (HSG) Stuttgart
-  Siedlungs- und Gewerbeflächen innerhalb des HSG Stuttgart
-  Siedlungs- und Gewerbeflächen außerhalb des HSG Stuttgart

Abb. 5-2: Siedlungs- und Gewerbeflächen im Bereich des Heilquellenschutzgebiets Stuttgart;
 Quelle: eigene Darstellung basierend auf LGL Daten (aktualisierte Darstellung mit Daten zu Siedlungs- und Gewerbeflächen auf Basis des RIPS Datenpools der LUBW anstelle von OpenStreetMaps, die Daten stimmen in diesem Zusammenhang hinreichend gut überein)

5.3. Grundwasser / Flurabstand

Eine bedeutende Rolle beim Schutz von Boden- und Grundwasser vor einem Schadstoffeintrag durch den Einbau von MEB kommt der Eigenschaft der Grundwasserdeckschicht zu. Diese setzt sich zusammen aus der „grundwasserfreien Sickerstrecke“ und der Bodenart (siehe folgendes Kapitel). Die grundwasserfreie Sickerstrecke bezeichnet den Abstand zwischen dem unteren Einbauhorizont des mineralischen Ersatzbaustoffs und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand. Die Schutzfunktion leitet sich aus der Mächtigkeit der grundwasserfreien Sickerstrecke ab: je größer die Mächtigkeit/Strecke, desto länger benötigen Schadstoffe, um aus dem Einbauhorizont durch Sickerwässer ausgewaschen zu werden und in Grundwasser führende Schichten zu gelangen. Als relevante Schwelle für den Einbau von MEB wurde eine grundwasserfreie Sickerstrecke **von 1 Meter** zwischen der Unterkante des MEB Einbauhorizonts und dem maximal zu erwartenden Grundwasserstand definiert. Einbauorte mit einer grundwasserfreien Sickerstrecke von mehr als 1 Meter eignen sich daher besser für die Verwendung von mineralischen Ersatzbaustoffen als Einbauorte mit einer grundwasserfreien Sickerstrecke von weniger als 1 Meter.

Um den Einfluss des Grundwasserstands auf den Einbau von MEB nach EBV zu prüfen, wurden die bei der LUBW verfügbaren Rasterkarten zum Grundwasserflurabstand ausgewertet. Die Berechnungen basieren auf Mess-

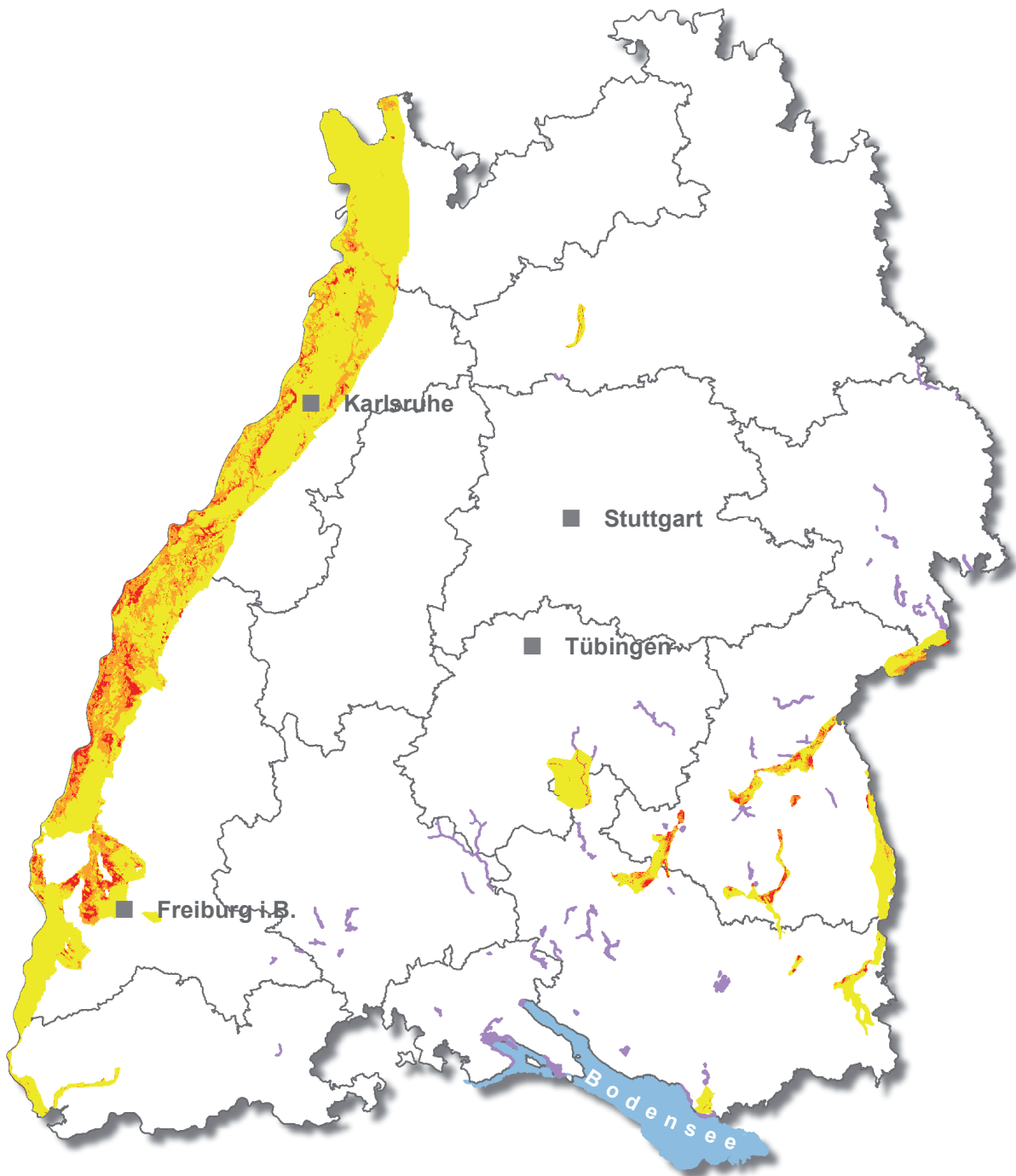
werten von Grundwasserständen und repräsentieren überwiegend einen mittleren Grundwasserstand. Die Daten sind nicht flächendeckend für ganz Baden-Württemberg verfügbar, sondern beziehen sich vor allem auf die großen Flußtäler, insbesondere den Oberrheingraben, der vollständig erfasst ist. Insgesamt decken die LUBW Daten eine Fläche von rund 3.280 km² ab. Das sind 9,2% der Landesfläche von Baden-Württemberg (siehe Abb. 5-3 und Tabelle 5-4). In Flusstälern ist der Grundwasserspiegel oberflächennaher anzutreffen als an Hang- oder Kuppenlagen. Auch wenn nicht alle Talbereiche der größeren Fließgewässer in Baden-Württemberg erfasst sind, so ist für die Aussagekraft von Vorteil, dass der Bereich Oberrheingraben vollständig abgedeckt ist. Im Vergleich zu anderen (kleineren) Flußtälern in Baden-Württemberg zirkulieren hier deutlich größere Grundwassermengen, und mit niedrigen Flurabständen ist vor allem im Bereich des Oberrheingrabens zu rechnen.

Um die Flächenabdeckung für die Auswertung weiter zu erhöhen, wurden zudem Kartierungen zu den Bodenarten in Baden-Württemberg heran gezogen (siehe Kapitel 5.4). Speziell wurde die als „verbreitet Gleye“ angesprochene Bodenart berücksichtigt, da dieser Boden unter dem permanenten Einfluss von Grundwasser gebildet wird. Konkret wurde in Rücksprache mit der zuständigen Stelle beim Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) angenommen, dass auf den als „verbreitet Gleye“ kartierten

Tab. 5-5: Struktur GW-Flurabstand in Baden-Württemberg (auswertbare Landesteile)

LUBW und Bodenarten getrennt		Fläche [km ²]	Anteil an Datensatz [%]
LUBW-Rasterdaten	GW-Flurabstand 0 - 1 m	200	6,1
	GW-Flurabstand >1- <2 m	616	18,8
	GW-Flurabstand > 2 m	2.464	75,1
Abgeleitete Werte über Bodenart	GW-Flurabstand 0 - 1 m	121	100,0
	GW-Flurabstand > 1 m	0	0,0
LUBW und Bodenarten zusammen	Fläche [km ²]	Anteil an Datensatz [%]	Anteil an Fläche BW [%]
GW-Flurabstand 0 - 1 m	321	9,4	0,9
GW-Flurabstand >1- <2 m	616	18,1	1,7
GW-Flurabstand > 2 m	2.464	72,4	9,5

Quelle: Eigene Berechnung basierend auf LUBW und LGL Daten



Grundlage: © LGL BW, LUBW



Öko-Institut e.V.
 Institut für angewandte Ökologie
 Institute for Applied Ecology

LUBW

Grundwasserflurabstand



Abb. 5-3: Verfügbare Daten zum mittleren Grundwasserflurabstand in Baden-Württemberg 2012;
 Quelle: eigene Darstellung basierend auf LUBW, LGL und LGRB Daten

Tab. 5-6: Siedlungs- und Gewerbeflächen und GW-Flurabstand im Bereich des Oberrheingrabens

	Fläche [km ²]	Anteil an Bereich [%]
Fläche Oberrheingrabens mit Flurabstandsdaten	2.679	
Siedlungs- und Gewerbeflächen im Bereich kartierter GW-Flurabstände des Oberrheingrabens	380	
davon Flächen mit GW-Flurabstände 0 - 1 m	11,4	3,0
davon Flächen mit GW-Flurabstand 1 – 2 m	48,0	12,7

Quelle: Eigene Berechnung basierend auf LUBW und LGL Daten

Bereichen (ÜK 200 = Maßstab 1:200.000) ein mittlerer Flurabstand von 1 Meter anzutreffen ist. Diese Bodenart ist auf rund 121 km² anzutreffen (0,3 % der Landesfläche)⁶.

Die beiden verwendeten Datenquellen haben eine Ausdehnung von 3.401 km², was rund 9,5% der Landesfläche Baden-Württembergs ausmacht.

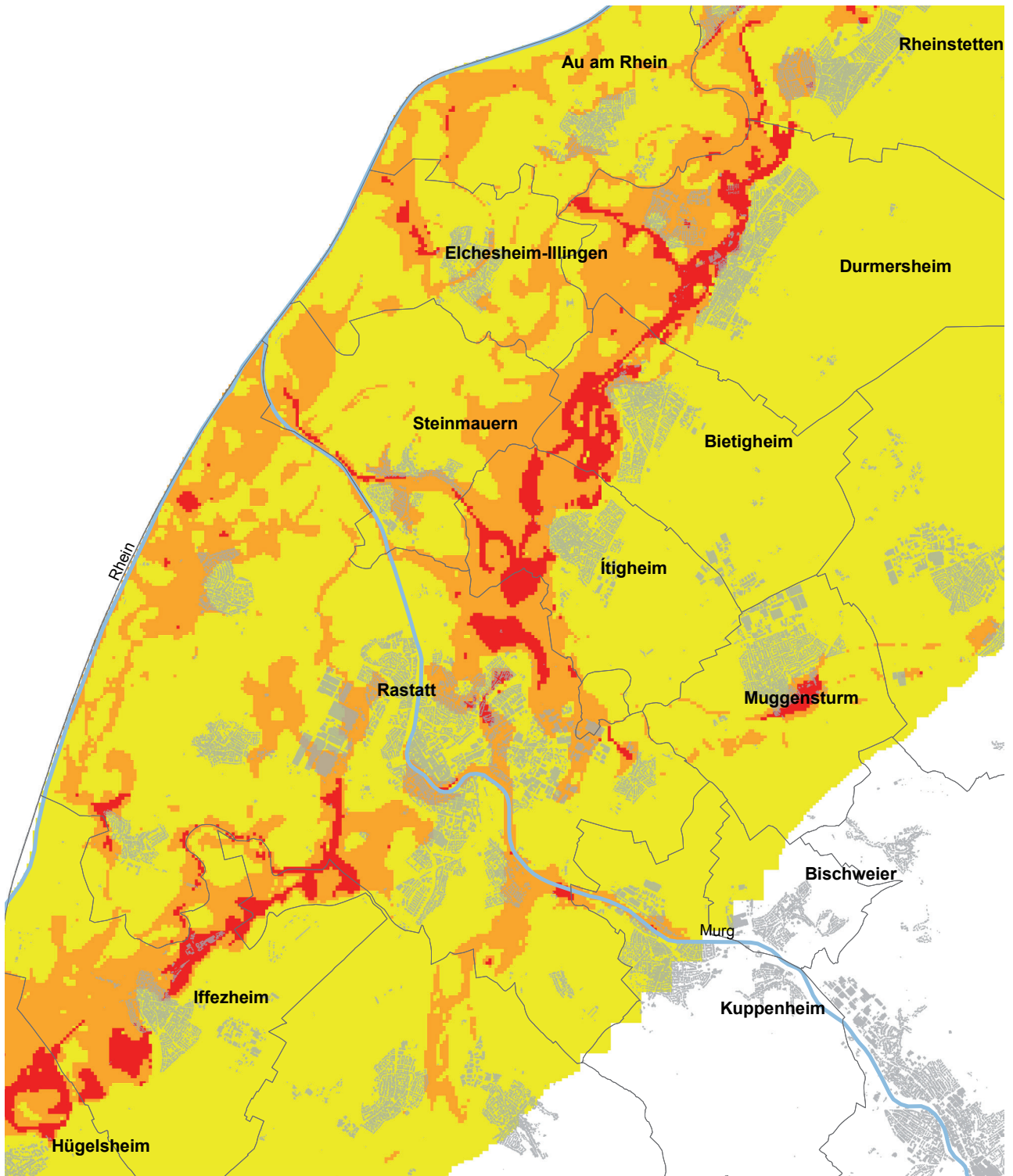
Wie bereits erläutert, fordert die EBV, dass die grundwasserfreie Sickerstrecke auf den unteren Einbauhorizont des MEB bezogen werden muss. Im Straßen- und Wegebau wie allgemein im Tiefbau liegt der untere Einbauhorizont in der Praxis oft unter der Geländeoberfläche. Daher ergibt sich eine gewisse Unschärfe bei den vorliegenden Grundwasserflurabstandsdaten, die sich auf die Geländeoberfläche beziehen. Um diese Ungenauigkeit einzugrenzen, wurden nicht nur Flächen mit niedrigem Flurabstand < 1 m ausgewertet, sondern auch die Bereiche mit Flurabstand > 1 – < 2 m berücksichtigt. Der Sensitivitätsbereich Flurabstand > 1 – < 2 m kennzeichnet also Bereiche, die für gewisse MEB Einbauvorhaben kritisch bzgl. der grundwasserfreien Sickerstrecke werden können.

Einschränkend muss erwähnt werden, dass gemäß EBV die grundwasserfreie Sickerstrecke auf den höchst zu erwartenden Grundwasserstand am Einbauort bezogen werden muss. Dagegen beziehen sich die von der LUBW bereitgestellten Grundwasserflurabstandsdaten auf den mittleren Grundwasserstand. Daraus ergeben sich Unsicherheiten bei der Aussagekraft der folgenden Auswertung.

Die Flächenstatistik der ausgewerteten und in Abb. 5-3 dargestellten Daten (Tabelle 5-5) zeigt, dass für die LUBW Daten ein mittlerer Flurabstand von mehr als 2 Metern dominiert (75% der Fläche). In diesen Bereichen bestehen damit günstige Voraussetzungen für den Einbau von MEB. Bereiche mit sehr geringem Flurabstand von unter einem Meter machen lediglich 6,1% der erfassten Flächen aus. Durchaus relevant sind dagegen die als Sensitivitätsbereich erfassten Bereiche mit einem Flurabstand von > 1 m – < 2 m. Diese haben einen Anteil von 18,8% an der Gesamtfläche der LUBW Daten. In diesen Bereichen kommt es damit auf die geplante Einbauweise an, ob sich Beschränkungen ergeben oder nicht. Sollen MEB hier z.B. als Aufschüttung unter Straßen oder Fundamente eingesetzt werden, so liegt der Einbauhorizont unter der Geländeoberkante, und es kann sich eine grundwasserfreie Sickerstrecke von weniger als 1 Meter ergeben. Für die drei Flurabstandskategorien ergibt sich damit eine Verteilung von 6 %, 19% und 75%.

Wie Abb. 5-3 zeigt, liegt für den Bereich Oberrheingrabens als einziges der großen Flußtäler Baden-Württembergs eine vollständige Grundwasserflurabstandsrechnung vor. Aufgrund der flächenmäßigen Größe dieses Bereichs bestimmen die Anteile der Flurabstandskategorien des Oberrheingrabens auch die durchschnittlichen Anteile des gesamten LUBW Datensatzes.

⁶ Es handelt sich um Netto-Flächen, d. h. Überlappungen zu LUBW Grundwasserdaten wurden abgezogen. Für diesen Bereich gelten die berechneten Werte der LUBW.



Grundlage: © LGL BW, LUBW



Öko-Institut e.V.
 Institut für angewandte Ökologie
 Institute for Applied Ecology

LUBW

Grundwasserflurabstand

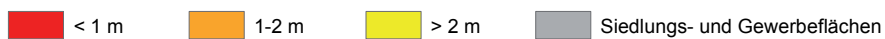


Abb. 5-4: Detailausschnitt mittlerer Flurabstand Oberrheingraben und Siedlungs- und Gewerbeflächen;
 Quelle: eigene Darstellung basierend auf LUBW (aktualisierte Darstellung mit Daten zu Siedlungs- und Gewerbeflächen auf Basis des RIPS Datenpools der LUBW anstelle von OpenStreetMaps, die Daten stimmen in diesem Zusammenhang hinreichend gut überein)

Tab. 5-7: Bodenarten in Baden-Württemberg gemäß EBV Systematik

	Fläche [km ²]	Anteil an Gesamt [%]
Lehm/Schluff/Ton	31.717	89
Sand	2.505	7
Torf	485	1
Ortslage	1.044	3

Quelle: Eigene Berechnung basierend auf LGRB und LUBW Daten

Deutliche Abweichungen zu den mittleren Flurabstandskategorien ergeben sich für die ausgewerteten Bereiche des Donautals. Der als „Donau-West“ bezeichnete Abschnitt hat eine Verteilung der Flurabstandskategorien von 16%, 23% und 61% und der als „Donau-Ost“ bezeichnete Abschnitt eine Verteilung von 14%, 26% und 60%. Folglich ist im Bereich des Donautals mit geringeren Flurabständen und damit mit höheren MEB-Einbaubeschränkungen zu rechnen.

Da der Einbau von MEB vor allem in Bereichen bestehender Siedlungs- und Verkehrsflächen (SuV) stattfindet, wurde das Verhältnis von SuV und Flurabständen im Bereich Oberrheingraben näher betrachtet. Dazu wurde zu den bestehenden LUBW Flurabstandsmodellierungen auch Kartierungen zu Siedlungsflächen heran gezogen. Konkret wurde – wie in Kapitel 5.2 - auf die Daten der Opensource-Plattform OpenStreetMap (OSM) zurück gegriffen. Die OSM Daten sind frei nutzbar, allerdings nicht so genau wie amtliche Geodaten. Weiterhin beziehen sich die OSM Daten vor allem auf Siedlungs- und Gewerbeflächen (SuG). Verkehrsflächen sind häufig nicht separat erfasst oder als solche gekennzeichnet. Es kann bei der folgenden Detailauswertung nur von Siedlungs- und Gewerbeflächen (SuG) und nicht von Siedlungs- und Verkehrsflächen (SuV) gesprochen werden. Während Straßen im innerörtlichen Bereich vermutlich Teil der OSM Daten sind, muss damit gerechnet werden, dass potenzielle MEB Einbaubereiche wie Straßen- und Wegebau im außerörtlichen Bereich nicht in der Detailbetrachtung erfasst werden.

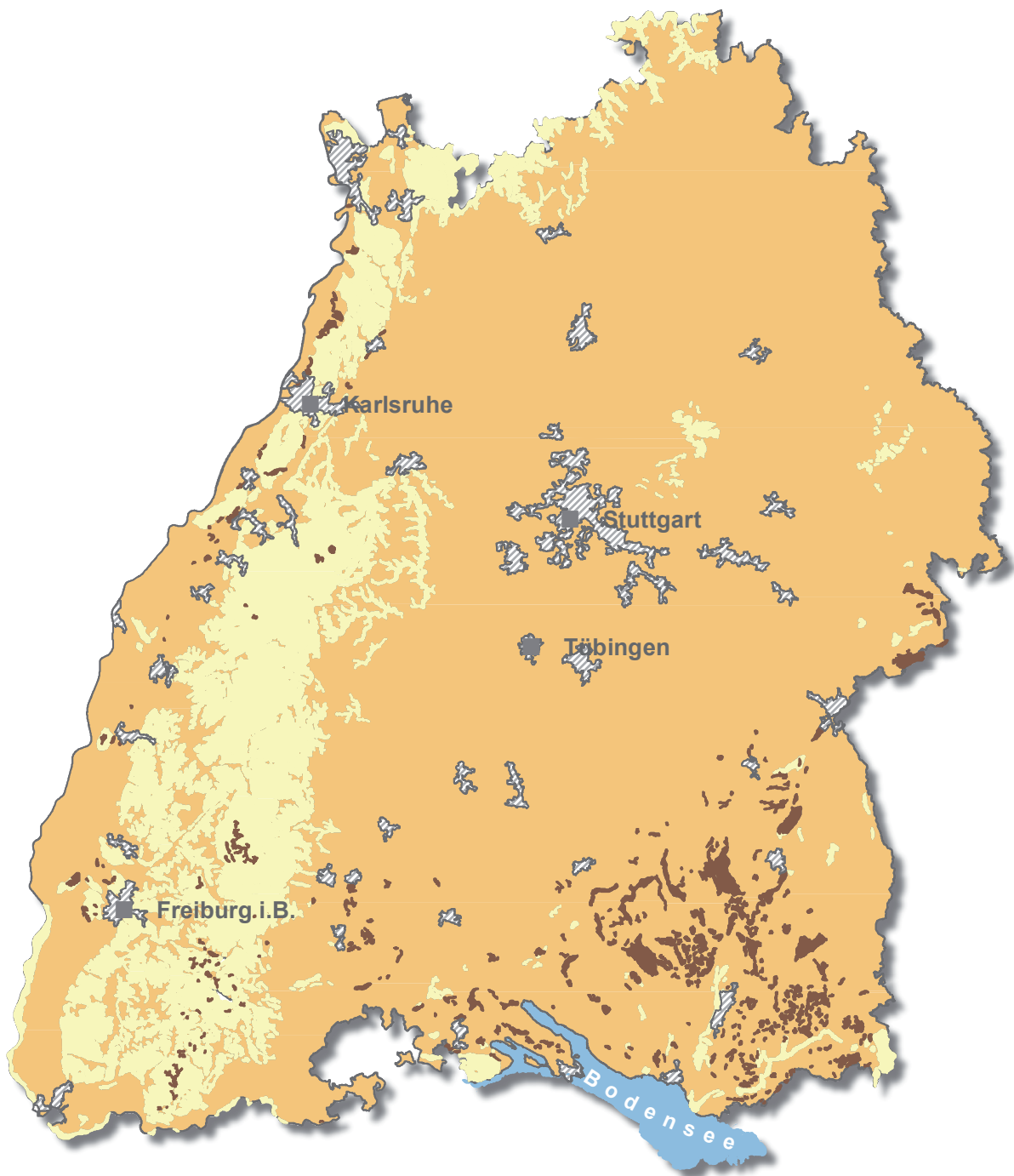
Die in Tabelle 5-6 dargestellte Auswertung zeigt, dass im Bereich des 2.679 km² großen Oberrheingrabens rund 380

km² SuG anzutreffen sind. Davon liegen lediglich 3% der Flächen in Bereichen mit einem Flurabstand von <1m und sind damit von MEB-Einbaubeschränkungen betroffen. SuG im Sensitivitätsbereich Flurabstand >1m - <2m umfassen 48 km² bzw. rund 13% der gesamten SuG im Oberrheingraben.

Abb. 5-4 zeigt einen Detailausschnitt der SuG im Oberrheingraben. Es wird ersichtlich, dass aufgrund praktischer Erfahrungen oder planungsrechtlicher Vorgaben, Siedlungs- und Verkehrsflächen sich häufig an Bereichen mit niedrigen Flurabständen orientieren bzw. diese meiden. Daher ergeben sich weniger MEB Einbaubeschränkungen in bestehenden Siedlungs- und Gewerbestrukturen, als dies die allgemeine Auswertung aller Flurabstände (ohne Berücksichtigung SuG) erwarten lässt.

5.4. Bodenarten

Wie bereits dargestellt, entscheidet neben der Schadstoffkonzentration, dem Vorhandensein von Wasser- und Heilquellenschutzgebieten auch die Eigenschaft der Grundwasserdeckschicht über die Einbaumöglichkeit von mineralischen Ersatzbaustoffen. Die sickerfreie Grundwasserstrecke als eine Eigenschaft der Grundwasserdeckschicht wurde bereits im vorangegangenen Kapitel dargestellt. Die Durchlässigkeit des Bodens aufgrund der Korngrößenzusammensetzung bildet eine weitere Eigenschaft, die in diesem Kapitel dargestellt wird. Die Zusammensetzung des Bodens hinsichtlich der vorhandenen Korngrößen wird in der Bodenkunde als Bodenart bezeichnet. Im Entwurf der Ersatzbaustoffverordnung werden die in der Bodenkunde üblichen Bodenarten zu den zwei Hauptgruppen „Sand“ und „Lehm/Schluff/Ton“ zusammenge-





Grundlage: © LGL BW, LUBW



Öko-Institut e.V.
 Institut für angewandte Ökologie
 Institute for Applied Ecology

LUBW

 Lehm/Schluff/Ton

 Sand

 Ortstagen

 Torf

Abb. 5-5: Bodenarten in Baden-Württemberg (aggregiert gemäß Systematik ErsatzBV);
 Quelle: eigene Darstellung basierend auf LGL, LUBW und LGRB Daten

fasst. Beim Einbau von MEB innerhalb von WSG III Gebieten ist die Bodenart nicht relevant. Hier ist der Einbau genehmigungsfrei möglich, wenn der Flurabstand mehr als 1 Meter zum geplanten Einbauhorizont beträgt. Außerhalb von WSG III Gebieten beeinflussen neben dem Flurabstand auch die genannten Hauptgruppen „Sand“ und „Lehm/Schluff/Ton“ die Zulässigkeit beim Einbau von MEB. Dabei sind die Bodenarten „Lehm/Schluff/Ton“ für den Einbau von MEB geeigneter als die Bodenart „Sand“.

Im Rahmen des Projekts wurden daher verfügbare Bodenkartierungen hinsichtlich des flächenmäßigen Auftretens der beiden Bodenartgruppen ausgewertet. Datengrundlage ist die Bodenübersichtskarte Baden-Württemberg im Maßstab 1 : 200 000 (BÜK 200), die vom Regierungspräsidium Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) herausgegeben wird. Die Bezeichnung „Übersichtskarte“ macht deutlich, die hier ausgewertete Datenbasis hat einen allgemeinen Charakter und kann nicht für ortsgenaue Aussagen herangezogen werden.

Die in der BÜK 200 kartierten Bodenarten wurden entsprechend EBV Systematik in die Hauptgruppen „Sand“ und „Lehm/Schluff/Ton“ gruppiert und deren flächenhaftes Auftreten in Baden-Württemberg berechnet. Dabei wurden zwei Abweichungen zur EBV Systematik vorgenommen. So kommt in der BÜK 200 die Kategorie „Ortslage“ vor. Darunter werden anthropogen geprägte Böden unter Siedlungs- und Verkehrsflächen verstanden. Ortslagen sind Böden, deren Bodenstruktur aufgrund menschlicher Eingriffe weitgehend durchmischt wurden. Charakteristische Korngrößenzusammensetzungen wie bei natürlichen Böden sind nicht mehr anzutreffen. Die EBV berücksichtigt solche Bereiche nicht. Weiterhin separat ausgewiesen wurden die in Mooren auftretende Torfböden. Moore sind in Baden-Württemberg vor allem im Bereich Oberschwaben anzutreffen. Hierfür wurden die über die LUBW abrufbare Moor-Kartierung verwendet. Die EBV berücksichtigt Torfböden nicht, aufgrund der spezifischen Relevanz für Baden-Württemberg werden sie aber getrennt ausgewiesen.

Tabelle 5-7 zeigt die Flächenstatistik der in Baden-Württemberg anzutreffenden Bodenarten gemäß EBV Systematik. Es wird deutlich, dass die Gruppe Lehm/Schluff/Ton

mit 89 % der Landesfläche die überwiegend vorherrschende Bodenart in Baden-Württemberg darstellt. Sandböden haben einen Anteil von 7 %, Ortslagen 3 % und Torfböden 1 %. Die in Tabelle 5-7 dargestellte Flächenstatistik ergibt sich durch Auswertung der BÜK 200 Daten. Demgegenüber stehen Aussagen, dass in Baden-Württemberg bereits rund ein Drittel des Bodens als Ortslage anzusprechen ist (Nöltner 2014). Diese Aussagen können auf Basis der vorhandenen Geodaten nicht überprüft werden.

Bezüglich des Einbaus von EBV ergibt sich damit für Baden-Württemberg eine günstige Ausgangssituation, da Lehm/Schluff/Ton vorherrschen. Diese Böden sind weniger durchlässig für Sickerwässer als Sandböden. Die MEB (Stand 2012) sieht für Lehm/Schluff/Ton Böden gegenüber Sandböden weniger Einbaubeschränkungen vor. Grundlage für diese Aussage ist allerdings die Auswertung einer kleinmaßstäbigen Karte mit grobem Detaillierungsgrad. Die Kartendarstellung von Abb. 5-5 ersetzt daher keine detaillierte Vor-Ort Prüfung.

5.5. Zusammenfassung naturräumliche Gegebenheiten für den Einsatz von MEB in Baden-Württemberg

In Kapitel 5 wurden sowohl bestehende Wasser- und Heilquellenschutzgebiete als auch die naturräumlichen Gegebenheiten in Baden-Württemberg dahingehend untersucht, in welchem Umfang mit Einschränkungen für den Einsatz von MEB gemäß der EBV Stand 2012 zu rechnen ist.

Hinsichtlich der bestehenden Wasser- und Heilquellenschutzgebiete ergeben sich lokal Einschränkungen für einen genehmigungsfreien Einbau von MEB. Dieser ist, bezogen auf die gesamte Landesfläche von Baden-Württemberg, mit knapp 6 % vernachlässigbar. Eine Ausnahme bildet das Heilquellenschutzgebiet Stuttgart, da es sich über große Teile der Landeshauptstadt und damit umfangreiche Siedlungs- und Gewerbeflächen erstreckt. Im Fall des Inkrafttretens der EBV ist eine Klärung des rechtlichen Status der Schutzzone hinsichtlich Regelungen der EBV erforderlich.

Aussagen zu möglichen Einbaubeschränkungen aufgrund niedriger Grundwasserflurabstände können nur für Teilbereiche (Flusstäler) Baden-Württembergs getroffen werden. Die Auswertung der verfügbaren Daten zeigt, dass in etwas mehr als einem Viertel der betrachteten Flusstälern mit einem Flurabstand von 0 – 2 m und damit Einschränkungen für den Einbau von MEB zu rechnen ist. Davon sind Bereiche mit einem sehr geringen Flurabstand von 0 – 1 m in der Minderheit und machen insgesamt nur rund 9% der untersuchten Bereiche aus. Die Tiefe des MEB Einbauhorizonts unter der Geländeoberkante ist eine entscheidende Größe, ob in einem Viertel oder einem Zehntel der Fälle mit Einbaubeschränkungen zu rechnen ist. Die Lage der Siedlungs- und Gewerbefläche orientiert sich häufig an den Bereichen mit höherem Grundwasserflurabstand. In der Folge ist im Bereich des Siedlungsbestandes mit geringerer Wahrscheinlichkeit mit einem niedrigen Grundwasserflurabstand zu rechnen als im Durchschnitt des betrachteten Gesamttraums.

Die in Baden-Württemberg am häufigsten angetroffenen Bodenarten sind gemäß EBV Klassifizierung Lehm/Schluff/Ton Böden. Diese zeigen gegenüber Sandböden ein höheres Rückhaltevermögen für aus MEB ausgewaschene Schadstoffen.

6. Literatur

- BMU 2013: Ergebnisse der Beratung der Bund-Länder Arbeitsgruppe „ErsatzbaustoffV“, 02.09.2013
- IFEU 2010: Knappe, F.; Lansche, J. (beide Institut für Energie- und Umweltforschung GmbH, Heidelberg): Optimierung der Verwertung mineralischer Bauabfälle in Baden-Württemberg. Im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, Baden-Württemberg, 2010
- IFEU 2011: Knappe, F.; Diebel, A. (beide Institut für Energie- und Umweltforschung GmbH, Heidelberg): Optimierung des Stoffstrommanagements für gemischten Bauschutt (Bauschutt mit Anteilen an Mauerwerksbruch). Im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, Baden-Württemberg, 2011
- ITAD 2014: Interessengemeinschaft der Thermischen Abfallbehandlungsanlagen Deutschland e.V.: <https://www.itad.de/ITAD/reststoffe> (abgerufen am 26.02.2014)
- LAGA 2004: Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): Eckpunkte (EP) der LAGA für eine „Verordnung über die Verwertung von mineralischen Abfällen in technischen Bauwerken“. 2004
- LAGA M20: Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen – Technische Regeln. 2003
- LAWA 1998: Länderarbeitsgemeinschaft Wasser: Richtlinien für Heilquellenschutzgebiete. Online abrufbar: <http://de.scribd.com/doc/40910311/RL-HQS>
- LfU 2003: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU): Analytische Untersuchung von Bauschuttrecyclingmaterial auf Sulfat und PAK - Untersuchung von Stichproben bei Bauschuttrecycling-Anlagen in Baden-Württemberg. 2003
- LfU 2004: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU): Schlacken aus Hausmüllverbrennungsanlagen in Baden-Württemberg Erhebung über die Entsorgungswege und die Qualitäten von Schlacken aus Hausmüllverbrennungsanlagen in Baden-Württemberg. 2004
- LUBW 2006: Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW): Analytische Untersuchung von Bauschuttrecyclingmaterial in Baden-Württemberg Untersuchungskampagne 2006
- LUBW 2008: Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW): Analytische Untersuchung von Bauschuttrecyclingmaterial in Baden-Württemberg 2007/2008
- LUBW 2009: Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW): Analytische Untersuchung von Bauschuttrecyclingmaterial in Baden-Württemberg 2009
- Meinfelder/Richers 2008: Entsorgung der Schlacke aus der thermischen Restabfallbehandlung. Forschungszentrum Karlsruhe in der Helmholtz-Gemeinschaft – FZKA, Institut für Technikfolgenabschätzung; Wissenschaftliche Berichte FZKA 7422. 2008
- MVI 2014: Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg. Persönliche Mitteilung Fr. Baur-Fewson
- NABU 2013: Naturschutzbund Deutschland e.V.: Mehr Müllimporte – weniger Recycling. <http://www.nabu.de/themen/konsumressourcenmuell/muell/abfallundrecycling/10651.html> (abgerufen am 26.02.2014)
- NÖLTNER 2014: Nöltner, T.; LUBW: persönliche Kommunikation, 13.05.2014

- ÖKO-INSTITUT 2013: Motschall, M.; Bergmann, T. (beide Öko-Institut): Treibhausgas-Emissionen durch Infrastruktur und Fahrzeuge des Straßen-, Schienen- und Luftverkehrs sowie der Binnenschifffahrt in Deutschland. UBA Texte 96/2013
- ÖKO-INSTITUT 2014: Öko-Institut: Ergebnisprotokoll zum Abschlussworkshop des Projekts am 19.05.2014 in Karlsruhe. Unveröffentlichtes Dokument
- QRB 2010: Qualitätssicherungssystem Recycling-Baustoffe Baden-Württemberg e. V. (QRB): Probenauswertung von einer Untersuchungskampagne des QRB aus dem Jahr 2010. Übermittelt per Mail am 29. August 2013
- RSto 2001: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen. FGSV Verlag GmbH 2001
- SUSSET 2011: Susset, B.: Begutachtung der Auswirkungen der geplanten ErsatzbaustoffV auf den Einsatz von Elektrofenschlacken und deren Gemische mit Gießhallen- bzw. Pfannenschlacken der Badischen Stahlwerke GmbH. Auftraggeber: Badische Stahlwerke GmbH.
- SUSSET & LEUCHS 2008: Stofffreisetzung aus mineralischen Ersatzbaustoffen und Böden – Ermittlung der Quellstärke-Entwicklung und des Rückhalte- und/oder Abbaupotentials mittels Freilandlysimetern und Laborelutionsmethoden (Förderkennzeichen 02WP0286). (Contaminant release of mineral waste materials – Evaluation of release dynamics and the natural attenuation potential based on field lysimeters and laboratory leaching tests (Grant 02WP0286); in German) Final Report, North Rhine Westphalian State Office for Nature, Environment and Consumer Protection (LANUV NRW), Recklinghausen, Germany.
- StaLa 2013: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (StaLa): Die Abfallwirtschaft in Baden-Württemberg. CD-ROM aus der Reihe Statistische Daten, 07/2013
- UM BW 2004: Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg (UM BW): Vorläufige Hinweise zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial. 2004
- Van der Sloot et al. 2008 Van der Sloot, H.A., Dijkstra, J., Hjelmar, O., Spanka, G., Bluysen, P., Giselsson, S., 2008. Evaluation of a horizontal approach to assess the possible release of dangerous substances from construction products in support of requirements from the construction products directive. Report Nr. ECN-E--08-089 of the Energy Research Centre of the Netherlands. <http://www.ecn.nl/docs/library/report/2008/e08089.pdf>
- WIZGALL 2013: Wizgall, R. Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft. E-Mail vom 28.3.2013
- ZAG 2010: Susset, B. Zentrum für Angewandte Geowissenschaften (ZAG): Beurteilung des schadlosen und ordnungsgemäßen Einsatzes mineralischer Ersatzbaustoffe. Im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. FKZ: 3707 74 301

I. Anhang

I.1. Ergänzung zu Kapitel 2

Die in Abb. 2-2 dargestellte regionale Verteilung des Inputstroms ergibt sich aus folgenden Werten

Tab. I-1: Regionale Verteilung des Inputstroms in Bauschuttrecycling- und Asphaltmischanlagen

Region	Input gesamt [1.000Tonnen]	Anteil an BW gesamt [%]	davon in stationären Anlagen [1.000Tonnen]	davon in mobilen Anlagen [1.000Tonnen]	davon in Asphalt- mischanlagen [1.000Tonnen]
Stuttgart	2.351	20	544	1.431	377
Heilbronn-Franken	1.146	10	152	687	307
Ostwürttemberg	115	1	40	40	35
Mittlerer Oberrhein	523	5	354	83	86
Rhein-Neckar	1.916	17	1.134	653	129
Nordschwarzwald	304	3	165	37	101
Südlicher Oberrhein	1.189	10	364	653	172
Schwarzwald-Baar-Heuberg	537	5	29	331	177
Hochrhein-Bodensee	1.078	9	158	829	91
Neckar-Alb	538	5	129	349	60
Donau-Iller	563	5	89	377	97
Bodensee-Oberschwaben	1.310	11	58	1.166	87
BW-Gesamt	11.570		3.216	6.636	1.718

Quelle: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg

I.2. Ergänzung zu Kapitel 3

Die parameterbasierte Auswertung (Tabelle I-2) zeigt, die Berücksichtigung der elektrischen Leitfähigkeit und der in (UM BW 2004) genannten Zuordnungswerten führt zu Überschreitungen in geringem Umfang. Dieses wirkt sich auch auf die Klassierung aller Proben gemäß der Zuordnungsklassen aus. Bei Berücksichtigung des Parameters elektrische Leitfähigkeit fallen rund 3,5% weniger Proben in die Zuordnungsklasse Z 1.1. (verglichen mit Zuordnung in Tabelle 3-4).

Zu deutlich höheren Überschreitungen der zulässigen Schadstoffkonzentrationen würde es kommen, betrachtet man den Parameter elektrische Leitfähigkeit nach dem Elutionsverfahren der DIN 19528 und den Materialwerten gemäß EBV. 17% der Proben (n=139) würden den Materialwert für RC-1 überschreiten und weitere 6% den Materialwert für RC-2 (Tabelle 6 4). Bezogen auf die Gesamtklassifizierung aller Proben würde die Berücksichtigung des Parameters elektrische Leitfähigkeit zu deutlich geringeren Zuordnungswerten der Materialklasse RC-1 (51,1% - Tabelle I-5) gegenüber der Klassifizierung RC-1 ohne elektrische Leitfähigkeit führen (60,4% - Tabelle 3-10).

I.2.1. Recyclingbaustoffe – Vergleich DIN 19528 „nicht-QRB /QRB“

Wie eingangs zum Vergleich zwischen QRB und nicht-QRB Proben angemerkt wurde, liegen für die vom QRB übermittelten Analysenwerten keine Auswertung für die PAK 16 im Feststoff vor. Dieser Parameter kann daher beim Vergleich nicht mit berücksichtigt werden.

Tab. I-2: Probenauswertung für das Messverfahren DEV S4 mit WF 10:1 (n = 199) nur für den Parameter elektrische Leitfähigkeit

Parameter	Einheit	Min	Schnitt	Max	Median	80% Perz.	90% Perz.	< Z 1.1 [%]	> Z 1.1 [%]	> Z 1.2 [%]	> Z 2 [%]
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	23	1.074	4.000	1.021	1.571	1.924	94	4	2	0

Quelle: LUBW 2008 und 2009; eigene Darstellung

Tab. I-3: Ergebnis IST-Zustand: Klassifizierung gemäß Zuordnungsklassen „Vorläufige Hinweise“ UM BW 2004 unter Einbeziehung des Parameters elektrische Leitfähigkeit

	n _{ges}	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Nicht als RC-Baustoff klassifiziert
Anzahl Proben	199	99	35	30	35
Anteil an gesamt	100	49,7	17,6	15,1	17,6

Quelle: LUBW Probenkampagne 2004-2009; n=199; eigene Berechnung Öko-Institut

Tab. I-4: Probenauswertung für das Messverfahren DIN 19528 mit WF 2:1 nur für den Parameter elektrische Leitfähigkeit

Parameter	Einheit	Min	Schnitt	Max	Median	80% Perz.	90% Perz.	< RC-1	> RC-1	> RC-2	> RC-3
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	23	1.382	4.510	1.179	2.347	2.940	76	18	6	0

Quelle: LUBW 2008 und 2009; eigene Darstellung

Tab. I-5: Ergebnis Wirkungsabschätzung EBV: Klassifizierung gemäß Materialwerte EBV 2012 unter Einbeziehung des Parameters elektrische Leitfähigkeit

	n _{ges}	RC-1	RC-2	RC-3	Nicht als RC-Baustoff klassifiziert
Anzahl Proben	139	71	17	38	13
Anteil an gesamt	100	51,1	12,2	27,3	9,4

Quelle: LUBW Probenkampagne 2004-2009; n=139; eigene Berechnung Öko-Institut

Die Auswertung der QRB Proben ist in Tabelle 6 6 dargestellt. Die Proben aus QRB-Betrieben weisen im Schnitt eine geringere Sulfatbelastung auf, so dass die Überschreitungen für diesen Parameter geringer ausfallen als für nicht-QRB-Betriebe (vgl. Tabelle 3-3). Im Vergleich gibt es 8,1 % weniger Überschreitungen für die RC-1 Güteklasse und 10,3 % weniger Überschreitungen für die RC-2 Güteklasse. Bezüglich der elektrischen Leitfähigkeit allerdings, werden die Materialwerte deutlich stärker überschritten. Die RC-1 Materialwerte e werden um 18,7 % häufiger überschritten als bei den Proben aus nicht QRB-Betrieben. Weitere 19 % mehr Überschreitungen lagen bei den RC-2 Materialwerte vor.

Tab. I-6: Probenauswertung von QRB Daten nach DIN 19528 mit WF 2:1

Parameter	Einheit	Min	Schnitt	Max	Median	80% Perz.	90% Perz.	Einstufung Zuordnungswerte			
								< RC-1 [%]	> RC-1 [%]	> RC-2 [%]	> RC-3 [%]
pH-Wert	E	9	11	13	12	12	12	100	0	0	0
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	101	2514	8730	2044	3764	5127	39	36	25	0
Sulfat	mg/L	2	211	1465	31	182	848	71	18	11	0
Chrom (gesamt)	µg/L	0	24	90	18	38	45	100	0	0	0
Kupfer	µg/L	2	28	149	26	37	50	96	4	0	0
Vanadium	µg/L	3	12	33	8	22	27	100	0	0	0
Σ PAK 16 nach EPA	mg/kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ PAK 15 nach EPA	mg/kg	0	2	9	1	2	5	93	7	0	0

Quelle: QRB 2010, eigene Berechnung

Tab. I-7: Analyseauswertung QRB Betriebe vs. Nicht-QRB Betriebe

Eluat nach DIN 19528	Einheit	n _{ges} [%]	RC-1 [%]	RC-2 [%]	RC-3 [%]
Nicht QRB mit Leitf. 30% Toleranz	Anzahl	142	97	15	30
	Prozent	100	68	11	21
QRB mit Leitf. 30% Toleranz	Anzahl	28	14	7	7
	Prozent	100	50	25	25
Nicht QRB ohne Leitfähigkeit	Anzahl	142	105	9	28
	Prozent	100	74	6	20
QRB ohne Leitfähigkeit	Anzahl	28	20	5	3
	Prozent	100	71	18	11

Quelle: eigene Berechnung

Die elektrische Leitfähigkeit wird in der aktuellen Fassung der Ersatzbaustoffverordnung allerdings, ebenso wie der pH-Wert als Orientierungswert angesehen und ist bei Abweichungen um nicht mehr als 30 Prozent bei der elektrischen Leitfähigkeit bzw. mehr als 5 Prozent beim pH-Wert als „unauffällig“ einzustufen. Bei größeren Abweichungen verlangt die EBV die Ursachen für die starken Überschreitungen zu ermitteln und geeignete Maßnahmen zu treffen, um dem zu entgegen (EBV; Stand Okt 2012).

Für den Vergleich mit den nicht-QRB-Proben werden daher zwei unterschiedliche Betrachtungsweisen vorgenommen. Einerseits wird für elektrische Leitfähigkeit erst ab 130% der Materialwerte als überschritten eingestuft. Für den zweiten Fall wird die elektrische Leitfähigkeit nicht als Ausschlusskriterium gezählt.

Für die erste Betrachtungsweise zeigt sich, dass 68% der ausgewerteten Proben aus nicht-QRB Betrieben in die RC-1 Güteklassierung fallen, wobei nur 50% der Proben aus QRB Betrieben in die Klassierung RC-1 fallen. In die Klassierung RC-2 fallen wesentlich mehr Proben der QRB Auswertung. Alle Proben haben mindestens RC-3 Qualität, da die PAK im Feststoff nicht berücksichtigt werden und dieser Parameter der einzige bei den nicht-QRB Proben ist, welcher

