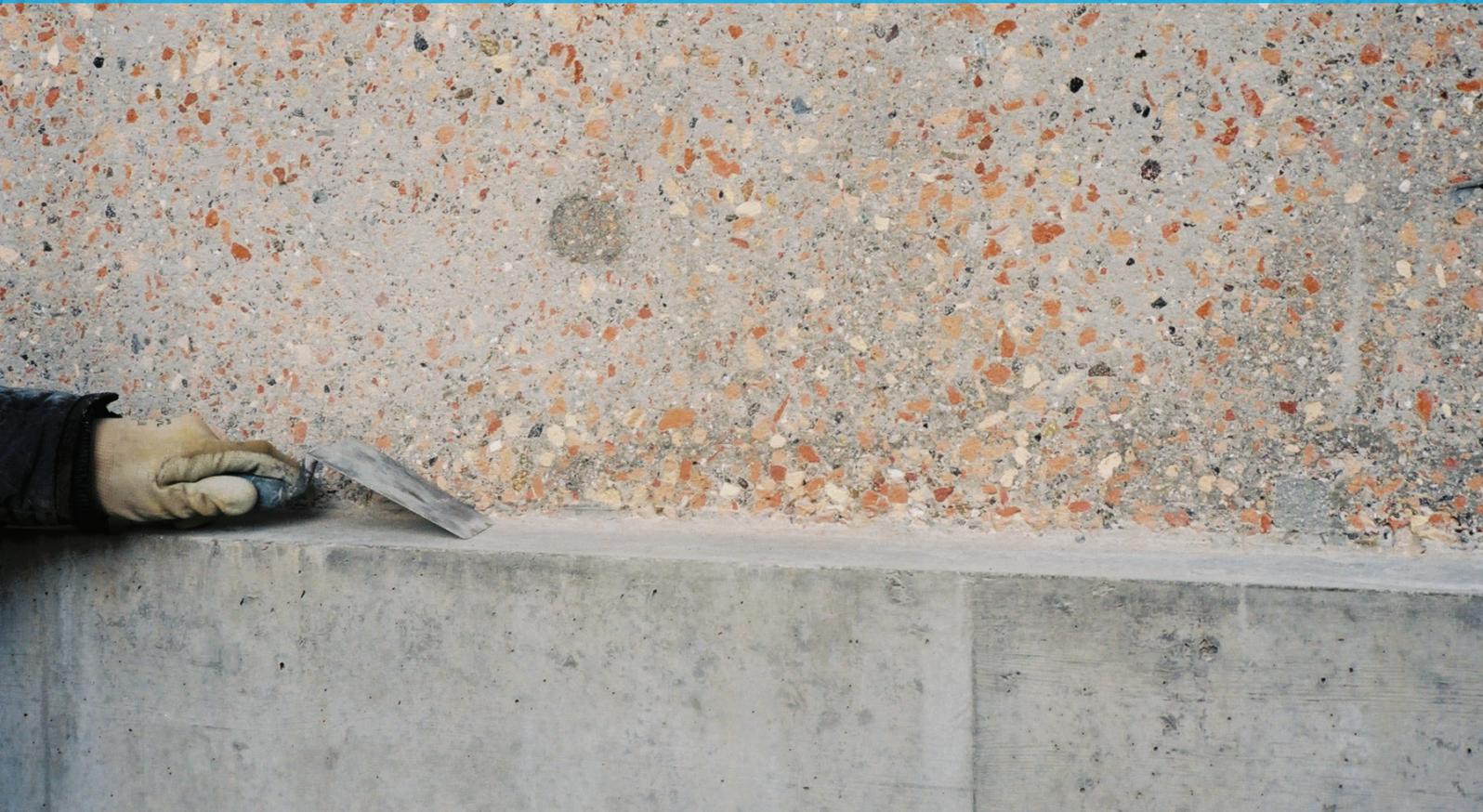


Konzept für den Einsatz von Recyclingmaterial im Hoch- und Tiefbau (2019 bis 2023)



Impressum

Herausgeber

Departement für Bau und Umwelt

Bezug

Amt für Umwelt des Kanton Thurgau, Bahnhofstrasse 55, 8510 Frauenfeld, umwelt.afu@tg.ch

Lenkungsausschuss

- Dr. Beat Baumgartner, Amt für Umwelt (Vorsitz)
- Andy Heller, Tiefbauamt
- Erol Doguoglu, Hochbauamt
- lic. iur. Marco Sacchetti, Departement für Bau und Umwelt

Mitglieder der Projektgruppe

- Thomas Imhof, Präsident Verband Thurgauer Kieswerke
- Florian Mascherin, Verband Thurgauer Kieswerke
- Christian Trachsel, Präsident Vereinigung Thurgauischer Strassenbau-Unternehmungen
- Dirk Fenner, Thurgauischer Baumeister-Verband
- Eric Gerber, Thurgauischer Baumeister-Verband
- Laurent Audergon, Verband arv Baustoffrecycling Schweiz
- Daniel Brüscheiler, Schweizerischer Ingenieur-und Architektenverein, Sektion Thurgau
- Christoph Oechslin, Hochbauamt
- Marc Rudolf, Tiefbauamt
- Christoph Peter, Amt für Umwelt
- Martin Eugster, Amt für Umwelt (Leitung)

Bildnachweis Titelblatt

Objekt	Neubau Fernwärmezentrale Waldau mit Salzlager, St. Gallen
Inhalt	Aussenwand in Mischabbruch-Recyclingbeton, gestockt
Bauträger	St.Galler Stadtwerke, Stadt St. Gallen
Baujahr	2016–2017
Architektur	Thomas K. Keller Architekten
Fotografie	Katalin Déer, Sittertalstrasse 34, 9014 St.Gallen

Inhaltsverzeichnis

1.	Ausgangslage	6
1.1.	Auftrag	6
1.2.	Zielsetzung	6
1.3.	Grundlagenberichte zum Konzept	6
1.4.	Gesetzliche Grundlagen, Richtlinien und Normen	6
2.	Ergebnisse Grundlagenbericht	8
2.1.	Aktuelles Mengengerüst und Entwicklung der Bauabfallmengen	8
2.2.	Szenarienanalyse als Grundlage zur strategischen Planung	9
2.3.	Fazit Szenarioanalyse und Leitsätze	10
3.	Technologiepotenziale	11
4.	Hemmnisse	12
5.	Strategische Ansätze und Handlungsfelder	13
6.	Massnahmen	16
6.1.	Massnahmenpaket 1 - Vorzeigeprojekte	16
6.2.	Massnahmenpaket 2 - Information/Kommunikation	17
6.3.	Massnahmenpaket 3 - Qualitätssicherung/Vermarktung	17
6.4.	Massnahmenpaket 4 - Rahmenbedingungen und Steuerung	18
Anhang	Übersicht der Massnahmen im "Konzept für den Einsatz von Recyclingmaterial im Hoch- und Tiefbau (2019 bis 2023)"	19

Abkürzungsverzeichnis

AfU	Amt für Umwelt Kanton Thurgau
ARV	Verband arv Baustoffrecycling Schweiz
ARVIS	Informationssystem (Datenbank) des ARV
BBL	Bundesamt für Bauten und Logistik
DBU	Departement für Bau und Umwelt
BAFU	Bundesamt für Umwelt (vormals BUWAL)
BAV	Bundesamt für Verkehr
BSA	Bauschuttzubereitungsanlage
BUWAL	Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
FSKB	Fachverband der Schweizerischen Kies- und Betonindustrie
HBA	Hochbauamt Kanton Thurgau
HMF	Heissmischfundationen
KAR-Modell	Kies-, Aushub- und Rückbaumaterialfluss-Modell
KVTG	Kantonale Verwaltung Thurgau
PAK	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe
RC	Recycling
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
TBA	Tiefbauamt Kanton Thurgau
TBV	Thurgauischer Baumeister-Verband
VTK	Verband Thurgauer Kieswerke
V.T.S.	Vereinigung Thurgauischer Strassenbau-Unternehmungen
VVEA	Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen

Definitionen

Rückbaumaterial	Der Begriff "Rückbaumaterial" umfasst sämtliches, während einer Sanierung bzw. eines Rückbaus anfallendes mineralisches Material (z. B. Misch- und Betonabbruch, Ausbauasphalt usw.), welches <u>noch nicht</u> aufbereitet wurde.
Rückbaustoffe	Der Begriff "Rückbaustoffe" umfasst sämtliche mineralische Rückbaumaterialien, welche <u>aus Aufbereitungsanlagen</u> stammen und als rezyklierte Gesteinskörnung dem Baustoffkreislauf zugeführt werden.
Ausbauasphalt	Ausbauasphalt ist Ausbruch- und Fräsmaterial von ausgebauten Altbelägen. Produktbezeichnungen: <ul style="list-style-type: none">– Asphaltgranulat (gemäss Bauabfallrichtlinie)– Recycling (RC)-Asphaltgranulatgemisch (gemäss Normen)
Strassenaufbruch	Strassenaufbruch ist ungebundenes mineralisches Strassenbaumaterial, welches bituminös bzw. hydraulisch gebundene, mineralische Gesteinskörnungen ohne Fremdstoffe enthalten kann. Produktbezeichnungen: <ul style="list-style-type: none">– Recycling-Kiessand A, B, P (gemäss Bauabfallrichtlinie)– RC-Kiesgemisch A, B, P (gemäss Normen)
Betonabbruch	Ausgebrochener Beton aus dem Rückbau und der Sanierung. Produktbezeichnung: <ul style="list-style-type: none">– Betongranulat (gemäss Bauabfallrichtlinie)– RC-Betongranulatgemisch (gemäss Normen)
Mischabbruch	Ausgebrochenes Gemisch aus Beton, Mörtel und Mauerwerk, welches während des Rückbaus oder der Sanierung anfällt.
Materialinput	Summe der Bauabfälle aus Betonabbruch, Mischabbruch, Strassenaufbruch, Ausbauasphalt PAK, welche einer Bauschutttaufbereitungsanlage zugeführt wird.

1. Ausgangslage

1.1. Auftrag

Die Regierungsrichtlinien 2016–2020 sehen unter "Schwerpunkt 3: Ressourcen erhalten und entwickeln" folgenden Auftrag an das Departement für Bau und Umwelt (DBU) vor: "Erstellt ein Konzept für den Einsatz von Recyclingmaterial im Hoch- und Tiefbau" (vgl. Ziff. 4.3.3.5 RRL, S. 36).

Das DBU hat den entsprechenden Projektauftrag am 4. Juli 2017 erteilt.

Das Konzept behandelt zudem die Fragestellungen, welche sich aus dem Antrag gemäss § 52 GOG von Josef Gemperle "Konzept Bauabfälle / Konzept zur Vermeidung von unnötigen langen Transportwegen bei Bauabfällen" vom 19. April 2017 ergeben. Der Vorstoss zielt darauf ab, die Verwertung von Rückbaumaterial zu optimieren und die Verfügbarkeit von Deponieraum für unverschmutztes Aushubmaterial zu erhöhen. Letzteres wird im Rahmen der ordentlichen Deponieplanung behandelt und ist daher nicht Teil des vorliegenden Konzeptes.

1.2. Zielsetzung

Mit dem "Konzept für den Einsatz von Recyclingmaterial im Hoch- und Tiefbau (2019 bis 2023)" soll die Verwertung von mineralischen Baustoffen, soweit sinnvoll und technisch möglich, durch geeignete Massnahmen gefördert werden.

Insbesondere sollen die beiden Fraktionen Ausbauasphalt und Mischabbruch weniger deponiert und vermehrt der Verwertung zugeführt werden. Durch das Schliessen von Stoffkreisläufen wird der Verbrauch von natürlichen Ressourcen verringert und gleichzeitig knapper Deponieraum geschont.

1.3. Grundlagenberichte zum Konzept

Folgende Grundlagenberichte wurden im Zusammenhang mit dem vorliegenden Konzept erarbeitet:

- Bericht der Projektgruppe "Recyclingbaustoffe im Kanton Thurgau - Grundlagenbericht" aus Dezember 2017
- "Bericht der Projektgruppe an den Lenkungsausschuss zum Konzept für den Einsatz von Recyclingmaterial im Hoch- und Tiefbau (2019 bis 2023)" vom März 2018

1.4. Gesetzliche Grundlagen, Richtlinien und Normen

Folgende Bestimmungen sind im Zusammenhang mit der Entsorgung und Verwertung von mineralischen Bauabfällen relevant:

Gesetzliche Grundlagen Bundesebene

- Bundesgesetz vom 7. Oktober 1983 über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG, SR 814.01)
- Verordnung vom 4. Dezember 2015 über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA, SR 814.600)
- Bundesgesetz vom 21. März 2014 über Bauprodukte (Bauproduktegesetz, BauPG, SR 933.0)

- Verordnung vom 27. August 2014 über Bauprodukte (Bauprodukteverordnung, BauPV, SR 933.01)
- Verordnung des BBL vom 10. September 2014 über die Bezeichnung von europäischen Durchführungsrechtsakten und delegierten Rechtsakten betreffend Bauprodukte (SR 933.011.3)

Vollzugshilfen Bundesebene

- BAFU-Vollzugshilfe Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle. Ausbauasphalt, Strassenaufbruch, Betonabbruch, Mischabbruch. 2. aktualisierte Auflage. 2006
- Gleisaushubrichtlinie vom September 2002. Planung von Gleisaushubarbeiten, Beurteilung und Entsorgung von Gleisaushub. BAV in Zusammenarbeit mit dem BUWAL

Gesetzliche Grundlagen Kanton Thurgau

- Gesetz über die Abfallbewirtschaftung vom 4. Juli 2007 (AbfallG, RB 814.04)
- Verordnung des Regierungsrates zum Gesetz über die Abfallbewirtschaftung vom 18. Dezember 2007 (AbfallV, RB 814.041)

Richtlinien, Merkblätter, Normen

- Departement für Bau und Umwelt des Kantons Thurgau: Richtlinie des Departements für Bau und Umwelt betreffend den Einbau von Recyclingbaustoffen bei Flur- und Waldstrassen sowie Wanderwegen vom 21. Februar 2013
- "Deklarationsblatt für Recyclingbaustoffe" gemäss Anhang 1 des Faktenblattes BAU 5: Recyclingbaustoffe (Qualitätsanforderungen, Deklaration) der Konferenz der Vorsteher der Umweltschutzämter der Schweiz (KVU) vom 8. November 2012
- Schweizer Norm SN 670 050 (2010). Gesteinskörnungen für ungebundene Gemische: SN 670 119-NA (EN 13242:2002/A1:2007, EN 13285:2010)
- Schweizer Norm SN 670 119a – NA (EN 13242 / EN 13285): Gesteinskörnungen für ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische für Ingenieur- und Strassenbau. Ungebundene Gemische, Anforderungen
- SIA 262 "Betonbau", gültig seit 1. Januar 2013
- SIA-Merkblatt 2030: Recyclingbeton, Ausgabe 2010

2. Ergebnisse Grundlagenbericht

2.1. Aktuelles Mengengerüst und Entwicklung der Bauabfallmengen

Die im Rahmen der Grundlagenstudie durchgeführten Analysen und Modellierungen ergaben das untenstehende Mengengerüst für das Bezugsjahr 2016. Die zeitliche Entwicklung des Materialinputs in die Bauschutttaufbereitungsanlagen ist in der Abbildung 1 in grafischer Form zusammengefasst.

Materialinput in Bauschuttufbereitungsanlagen

- Der Materialinput in die Bauschuttufbereitungsanlagen (BSA) stieg zwischen 2010 und 2016 von 268'000 auf 460'000 Tonnen an.
- Insbesondere der Beton- und Mischabbruchinput hat in den vergangenen drei Jahren relativ stark zugenommen.
- PAK-belasteter Ausbauasphalt fällt nur in geringen Mengen an. So lag die durchschnittliche, jährliche Menge von Ausbauasphalt mit PAK-Gehalten von 5'000 bis 20'000 ppm, welche in den Bauschuttufbereitungsanlagen angenommen wurde, in den vergangenen sechs Jahren bei rund 500 Tonnen. Ausbauasphalt mit PAK-Gehalten von >20'000 ppm fallen in noch deutlich geringeren Mengen an und werden in Deponien abgelagert oder ins Ausland exportiert.

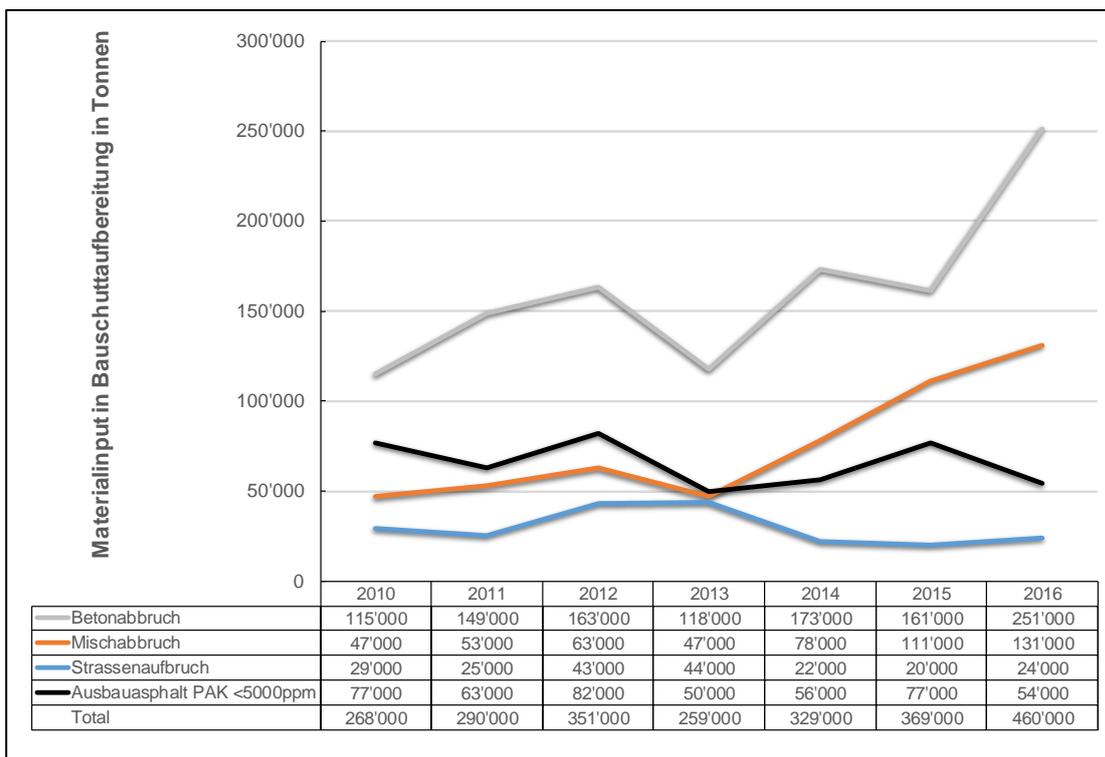


Abbildung 1: Materialinput in die Bauschuttufbereitungsanlagen des Kantons Thurgau im Zeitraum 2010 bis 2016. Angaben in Tonnen, jeweils auf Tausend Tonnen gerundet.

Mineralische Recycling (RC)-Baustoffe aus Bauschuttzubereitungsanlagen

- Im Jahr 2016 wurden rund 635'000 Tonnen mineralische RC-Baustoffe produziert, wovon knapp 23 % der rezyklierten Gesteinskörnungen gebunden (z. B. im Beton oder Asphaltbelag) und 77 % lose eingesetzt wurden.
- Um die Qualitätsanforderungen der Richtlinie für die Verwertung von mineralischen Bauabfällen zu erfüllen, wurden rund 175'000 Tonnen Primärkies zur Produktion von Kiessand A und B verwendet.
- Rund 80 % der Asphaltgranulatgemische wurden im Jahr 2016 der Mischgutproduktion zugeführt. Die restlichen 20 % gelangten in den losen Einsatz.
- Seit 2014 steigt auch die Menge von RC-Kiessand B stark an (von 101'000 auf 227'000 Tonnen).
- Der Ausstoss von Asphaltgranulaten bewegte sich bis zum Jahr 2015 im Bereich von 22'000 bis 35'000 Tonnen auf relativ konstantem Niveau und stieg im Jahr 2016 auf 41'000 Tonnen an.
- Der Ausstoss von RC-Kiessand A nimmt seit 2012 relativ kontinuierlich von 120'000 auf 60'000 Tonnen ab.

Im Grundlagenbericht findet sich eine vollständige Aufstellung der aktuellen Verwertungswege der verschiedenen RC-Baustoffe (Tabelle 3, Seite 13). Ebenso kann dort die modellierte Entwicklung des Materialinputs in die Bauschuttzubereitungsanlagen für den Zeitraum 2010 bis 2030 entnommen werden (Abbildung 6, Seite 17).

Gemäss der modellierten Entwicklung steigt der Materialinput in die Bauschuttzubereitungsanlagen bis zum Jahr 2030 weiter auf 530'000 Tonnen pro Jahr an. Die Zunahme ist dabei hauptsächlich auf das Wachstum der Betonabbruchmenge zurückzuführen.

2.2. Szenarienanalyse als Grundlage zur strategischen Planung

Um Handlungsoptionen aufzuzeigen, sind Kenntnisse zur künftigen Entwicklung der verschiedenen Rückbaustoffe in Abhängigkeit von möglichen Recyclingstrategien notwendig. Hierzu wurde ein Modell zur Berechnung und Darstellung der szenarioabhängigen Entwicklung des gesamten Gesteinskörnungsbedarfs und der Rückbaustoffflüsse erstellt. Dabei wurden die beiden Szenarien REFERENZ¹ und GEBUNDEN² definiert und gerechnet.

Die Ergebnisse der Szenarienanalyse zeigen, dass künftig deutlich mehr RC-Granulate in den gebundenen Einsatz geführt werden müssen, um den Materialkreislauf auch auf längere Sicht aufrechterhalten zu können. Sollten die Kiessande A und B künftig weiterhin mittels primärer Gesteinskörnung hergestellt werden, dann wird die maximale Aufnahmekapazität für die mögliche Anwendung gemäss Modell in rund sieben Jahren erreicht. Spätestens dann lassen sich diese Produkte nicht mehr vollständig absetzen. Die Konsequenz daraus ist jedoch schon heute spürbar. Die Absatzschwierigkeiten beim Kiessand A und beim Mischabbruchgranulat sind teilweise auf diese Umstände

¹ Szenario REFERENZ: In diesem Szenario wird davon ausgegangen, dass bis zum Jahr 2030 keine Veränderung bei den Anwendungen stattfindet → Einsatz von RC-Baustoffen wie bisher.

² Szenario GEBUNDEN: In diesem Szenario wird davon ausgegangen, dass diese Granulate bis zum Jahr 2030 vermehrt in die gebundenen Anwendungen gehen. Beim Betongranulat wird beispielsweise angenommen, dass der Anteil in die gebundene Anwendung "Konstruktionsbeton" von 15 % auf 50 % ansteigt. Dies bedeutet, im Jahr 2030 gelangen 50 % der anfallenden Betongranulate in den Konstruktionsbeton.

zurückzuführen. Um dieser Entwicklung entgegenzuwirken, sind folgende Ansätze weiterzuverfolgen:

- Auf die Beimengung von primärer Gesteinskörnung zur Herstellung von Kiessand A und Kiessand B ist möglichst zu verzichten. Sie entspricht nicht den kantonalen und nationalen Richtlinien und führt zu Überkapazitäten und Absatzschwierigkeiten der RC-Baustoffe. Die Beton- und Asphaltgranulate sollten deshalb in möglichst konzentrierter Form eingesetzt und vermehrt in gebundene Anwendungen geführt werden.
- Mischabbruchgranulate sollten in möglichst konzentrierter Form im Magerbeton eingesetzt werden.

2.3. Fazit Szenarioanalyse und Leitsätze

Die Szenarioanalyse zur künftigen Entwicklung der Materialflüsse und der potenziellen Anwendungsmöglichkeiten führt zum Schluss, dass das mengenmässig grösste Potenzial beim Einsatz von Betongranulaten im Konstruktionsbeton liegt. Auch wenn sämtliches Betongranulat in den Konstruktionsbeton gelangen würde, läge der Betongranulatanteil im Beton bei knapp 30 %. Mittel- bis langfristig sind nur auf diese Weise Engpässe beim losen Einsatz der verschiedenen RC-Granulatgemische zu vermeiden.

Aus strategischer Sicht resultieren somit in Bezug auf die Materialkreisläufe die folgenden Leitsätze zum künftigen Einsatz von RC-Granulaten und -Granulatgemischen:

- Betongranulate werden möglichst im Konstruktionsbeton eingesetzt.
- Betongranulate können in loser Form dort eingesetzt werden, wo es aus ökologischer Sicht sinnvoll ist (z. B. geringe Transportdistanz zwischen Aufbereitungsanlage und Einsatzort).
- Mischabbruchgranulate werden zu möglichst hohen Anteilen im Magerbeton eingesetzt.
- Die Feinfraktion aus der Mischabbruchaufbereitung wird einer geeigneten Verwertung (z. B. in Zement- und Betonwerken) zugeführt.
- Die Asphaltgranulate werden, wenn immer möglich, in gebundener Form, d. h. vor allem als Zuschlagstoff im Mischgut eingesetzt.
- Mischabbruchgranulate und RC-Kiessand A sollen nicht in loser Form im Werkleitungsbau eingesetzt werden.
- RC-Kiessand A wird ausschliesslich aus Strassenaufbruch hergestellt. Auf die Beimischung von primärer Gesteinskörnung zur Herstellung von Kiessand A ist zu verzichten.

Werden die aufgeführten Punkte bis zum Jahr 2030 umgesetzt, sind keine wesentlichen Engpässe beim Absatz der Recyclingbaustoffe zu erwarten. Wichtig ist, dass alle beteiligten Akteure diese Strategie mittragen und Rahmenbedingungen geschaffen werden, welche eine Umsetzung ermöglichen bzw. erleichtern.

3. Technologiepotenziale

In den Leitsätzen nicht berücksichtigt sind technologische Fortschritte im Bereich der Aufbereitung und Produktion von mineralischen Recyclingbaustoffen. Diese können einen starken und unmittelbaren Einfluss auf das ganze System haben. Insbesondere im Bereich der Asphaltaufbereitung und Mischgutproduktion sind in den kommenden Jahren positive Entwicklungen zu erwarten, welche die Entsorgungssituation deutlich verbessern können. Nachfolgend sind die Technologiepotenziale kurz beschrieben.

Aufbereitung von Ausbau- und Fräsasphalt

Neben der mechanischen Aufbereitung von Ausbau- und Fräsasphalt zu Asphaltgranulaten, kann diese Fraktion auch mittels thermischer oder nass-chemischer Verfahren aufbereitet werden. Während bei den thermischen Verfahren der Bitumenanteil vernichtet wird, kann bei den nass-chemischen Verfahren mittels geeigneter Lösungsmittel das Bitumen zurückgewonnen und wieder eingesetzt werden, was die Wirtschaftlichkeit des Prozesses deutlich verbessert. Die Gesteinskörnung kann zudem auch in andere Anwendungen, wie in die Betonproduktion, gelangen. Ob sich solche Verfahren auf dem Markt durchsetzen werden, wird sich zeigen.

Modernisierung der Mischgutwerke

Die zwei bestehenden Mischgutwerke im Kanton Thurgau können maximal 20 % bzw. 50 % Asphaltgranulatanteile verarbeiten. Neuere Werke (z. B. Werke in den Kantonen St. Gallen und Zürich) können bereits heute bis 80 % und für bestimmte Anwendungen sogar bis zu 95 % Asphaltgranulatanteile verarbeiten. Sollten die bestehenden Werke im Kanton Thurgau dem Stand der Technik angepasst werden, könnten sämtliche anfallenden Asphaltgranulate in die Mischgutproduktion geführt werden.

→ Das geschätzte Investitionsvolumen für die Modernisierung der Anlagen liegt dabei im Bereich von 10 bis 15 Mio. Franken pro Mischgutwerk.

Idealerweise müssten unter diesen Bedingungen höhere RC-Anteile von den Bauherrschaften in ausgewählten Projekten zugelassen werden. Zudem müssen die in der Norm SN 640431-8a-NA definierten RC-Anteile schneller der technischen Entwicklung angepasst werden.

Mischabbruchaufbereitung

Die Aufbereitung von Mischabbruch hat sich in den vergangenen Jahren stark weiterentwickelt. So gehen immer mehr Werke zu einer nassen Aufbereitung über, womit die Qualität der Mischabbruchgranulate deutlich verbessert werden kann. Die modernste Anlage steht im Kanton Thurgau. Diese ist in der Lage, Ziegel- bzw. Backsteine und Betongranulate mittels optischer Erkennung zu selektieren.

In anderen Kantonen sind Unternehmen dabei, die Feinfraktion aus der Mischabbruchaufbereitung in die Zementwerke als Rohmaterialersatz zu liefern. Auch die Produktion von Brechsand aus Mischabbruch stellt eine Option dar.

4. Hemmnisse

Die Befragung der verschiedenen Stakeholder aus der Baustoffindustrie und Verwaltung zur Thematik des Baustoffrecyclings im Kanton Thurgau zeigt auf, vor welchen Problemen und Herausforderungen die verschiedenen Akteure im täglichen Umgang mit den Recyclingbaustoffen stehen und welche Hemmnisse gegenwärtig beim Baustoffrecycling im Kanton Thurgau bestehen.

Die Hauptgründe für die Hemmnisse, welche sich negativ auf den Einsatz von Recyclingbaustoffen auswirken, können wie folgt zusammengefasst werden (eine detaillierte Analyse findet sich im Grundlagenbericht):

- Mangelnde Akzeptanz und schlechtes Image von mineralischen Rückbaustoffen
- Mangelhaftes Wissen der Akteure und beschränkter Wissenstransfer
- Fehlende Qualitätsnachweise/unpräzise Ausschreibung von RC-Baustoffen
- Geringe Vermarktungsaktivität/teilweise mangelhafte Wirtschaftlichkeit
- Die Norm betreffend Herstellung von Asphaltmischgut (SN 640431-8a-NA) lässt bei der Warmzugabe von RC-Asphaltgranulaten maximale RC-Anteile von 70 % in der Fundationsschicht, 60 % in der Tragschicht, 30 % in der Binderschicht und 0 % in der Deckschicht zu. Aus technischer Sicht wären höhere Anteile möglich. Bei der Kaltzugabe liegen die entsprechenden Anteile deutlich tiefer.
- Die Risikobereitschaft der Produzenten, die Recyclingbaustoffe in neue Anwendungen zu führen, ist, aufgrund potenzieller Garantieforderungen seitens der Bauherrschaften, begrenzt. Dies obwohl die Vorgaben in den Normen und Merkblättern diese Produktsicherheit grundsätzlich gewährleisten, falls die RC-Baustoffe korrekt hergestellt und eingesetzt werden.
- Die bestehenden Mischgutwerke im Kanton Thurgau entsprechen nicht dem heutigen Standard moderner Werke.

Auf Basis der nun bekannten Hemmnisse und der bereits weiter oben aufgeführten Leitsätze, lassen sich nachfolgend verschiedene Handlungsfelder identifizieren und Handlungsoptionen ableiten.

5. Strategische Ansätze und Handlungsfelder

Mit einer klar formulierten Strategie bzw. Zielsetzung und einer Zusammenarbeit der verschiedenen Akteure können die bestehenden Systemmängel behoben werden, so dass eine langfristige Bewirtschaftung der mineralischen Recyclingbaustoffe ohne schwerwiegende Absatzschwierigkeiten bei den einzelnen RC-Baustoffkategorien grundsätzlich möglich sein wird. Folgende strategische Ansätze und Handlungsfelder bieten sich an:

1. Strategische Ansätze

Die strategischen Ansätze ergeben sich aus den im Kapitel 2.3 aufgeführten Leitsätzen. In Bezug auf die einzelnen Recyclinggranulate sind die folgenden Ziele anzustreben:

- Betongranulat: Der lose Einsatz von Betongranulat wird stark reduziert und durch den Einsatz im Konstruktionsbeton kompensiert.
- Mischgranulat: Die Verwendung in loser Form ist zu vermeiden. Dafür werden die Mischgranulate vermehrt als Zuschlagstoff im Mager- und Konstruktionsbeton eingesetzt.
- Asphaltgranulat: Die Verwendung in loser Form ist zu vermeiden. Eine vollständige Verwendung in bituminös gebundener Form wird angestrebt.

Diese Ziele bilden die Grundlage zur Definition der anzustrebenden Anteile für die verschiedenen Anwendungen der RC-Granulate bis zum Jahr 2030. Dabei handelt es sich um eine langfristig orientierte Strategie, was bedeutet, dass den beteiligten Akteuren genügend Zeit zur Erreichung der Zielvorgaben zur Verfügung stehen wird.

In der nachfolgenden Tabelle 1 sind die konkreten Zielvorgaben definiert und näher beschrieben. Die angegebenen Anteile für das Jahr 2030 entsprechen jenen des oben erwähnten Szenarios GEBUNDEN. Diese dienen als Anhaltspunkte oder Hilfestellung und können von den Akteuren bei Bedarf entsprechend angepasst werden.

In der Tabelle 1 nicht aufgeführt ist der Umgang mit Strassenaufbruch. Dieser spielt mengenmässig bei einem jährlichen Aufkommen von 20'000–25'000 Tonnen eine untergeordnete Rolle. Der Strassenaufbruch kann weiterhin zur Produktion von Kiessand A eingesetzt werden.

RC-Granulat	Anwendung	Heute: Anteil 2016	Ziel: Anteil 2030	Umsetzung bis zum Jahr 2030
Betongranulat (BG)	BG lose Kiessand B Konstruktionsbeton Magerbeton	62 % 20 % 15 % 3 %	25 % 20 % 50 % 5 %	Die Betongranulate lassen sich relativ einfach als Zuschlagstoff im Konstruktionsbeton einsetzen. Aus diesem Grund ist das BG künftig verstärkt in diese Anwendung zu führen. Wird der BG-Anteil im Konstruktionsbeton unter 20 % gehalten, ist keine Deklaration als RC-Beton notwendig. In Regionen, in denen keine Betonwerke stehen, sind die dort produzierten Betongranulate lose vor Ort zu 100 % wieder einzusetzen, d. h. ohne Vermischung mit Primärmaterial.
Mischabbruchgranulat (MG)	MG lose Konstruktionsbeton Magerbeton	20 % 19 % 61 %	0 % 30 % 70 %	Der Einsatz von MG im Magerbeton ist einfach zu realisieren und kostengünstig. Es ist zu empfehlen, dass nur gewaschenes MG in den Konstruktionsbeton geführt wird, weil nur so die hohen Qualitätsanforderungen an den Beton permanent eingehalten werden können. In Zukunft ist die Feinfraktion aus dem Mischabbruch in Zement- und Betonwerken zu verwerten. Damit lässt sich die Qualität der Grobfraktion verbessern.
Asphaltgranulat (AG)	AG in Kiessand A AG in Mischgut	26 % 74 %	0 % 100 %	Der Anteil des AG, welcher in die Mischgutproduktion geht, ist bereits heute relativ hoch. Noch höhere Anteile lassen sich durch die Modernisierung der zwei bestehenden Mischgutwerke im Kanton Thurgau erreichen. Die Normen bezüglich der maximalen RC-Anteile im Mischgut sind gemäss der technologischen Entwicklung anzupassen. Wo geeignet, kann das AG in Heissmischfundationen (HMF) eingebaut werden. Eine weitere Möglichkeit zur Erhöhung des gebundenen Einsatzes ist das Kaltrecycling mit Schaumbi-tumen zur Herstellung von hochwertigen Tragschichten aus Kaltmischgut.

Tabelle 1: Definition der anzustrebenden Anteile für die verschiedenen Anwendungen der einzelnen RC-Granulate bis zum Jahr 2030.

II. Wissenstransfer verstärken

Der Wissenstransfer zwischen den Akteuren muss verbessert werden. Einerseits kann dies über eine entsprechende Plattform, welche öffentlich zugänglich ist, erfolgen und/oder durch Informationsveranstaltungen und Workshops. Wichtig ist, dass der Wissenstransfer sowohl vertikal als auch horizontal, das heisst zwischen den Stakeholdergruppen sowie innerhalb der verschiedenen Stakeholdergruppen, stattfindet. Diese Aktivitäten sollen helfen, Vorurteile abzubauen und Nicht- bzw. Falschwissen zu beseitigen.

III. Qualitätsnachweise

Qualitätsnachweise wie Sieblinien, stoffliche Zusammensetzung, Frostsicherheit, ME-Werte, Konformitätserklärungen und Zertifikate sind insbesondere auch beim losen Einsatz wichtige Voraussetzungen, um Vertrauen bei den Auftraggebern zu schaffen. Die Unternehmen müssen in diesen Bereich noch mehr investieren bzw. sich noch stärker engagieren.

IV. Ausschreibung der RC-Baustoffe bei öffentlichen Projekten

Die öffentlichen Bauherren nehmen ihre Vorbildrolle wahr und fordern deshalb den Einsatz von RC-Baustoffen in ihren Ausschreibungsunterlagen aktiv. Bei der Ausschreibung von Konstruktionsbeton ist beispielsweise wichtig, dass der Anteil an Recyclingmaterial und der E-Modulwert in den Ausschreibungsunterlagen definiert ist. Die Ausschreibungsunterlagen der öffentlichen Hand werden später oft bei privaten Bauprojekten übernommen.

V. Aktivere Vermarktung

Unternehmen, welche RC-Baustoffe anbieten, müssen ihre Produkte noch aktiver vermarkten und den potenziellen Kunden aufzeigen, welche Vorzüge bzw. Vorteile ihre RC-Baustoffe besitzen. Entscheidend bei der Vermarktung sind jedoch vor allem gute Referenzen. Denn dies schafft Vertrauen bei den Kunden.

6. Massnahmen

In diesem Kapitel werden die Massnahmen zur Umsetzung des Konzeptes für den Einsatz von Recyclingmaterial im Hoch- und Tiefbau (2019 bis 2023) beschrieben. Die acht Massnahmen sind dabei in vier Massnahmenpakete gegliedert:

6.1. Massnahmenpaket 1 - Vorzeigeprojekte

M1 Definition und Umsetzung von Vorzeigeprojekten

Das DBU definiert in Zusammenarbeit mit dem Hoch- und Tiefbauamt erstmals ab dem Jahr 2019 je ein bis zwei Vorzeigeprojekte pro Jahr. Im Rahmen dieser werden Baustoffe/Bauteile mit möglichst hohen RC-Anteilen ausgeschrieben. Die Projekte werden zusammen mit interessierten Akteuren aus der Branche (Bauingenieure, Baustofflieferanten, Baufirmen usw.) bearbeitet, damit ein möglichst breiter Knowhow-Transfer stattfinden kann.

- Ziele**
- Wahrnehmung der Vorbildfunktion
 - Knowhow-Aufbau und Wissenstransfer
 - Erarbeiten von Musterdevis bzw. Mustertextblöcken
 - Mediale Begleitung

M2 Projektgruppe zur Begleitung der Vorzeigeprojekte

Die Vorzeigeprojekte werden durch eine Projektgruppe (z. B. ähnlich derjenigen bei der Begleitung des Grundlagenberichts) bearbeitet und begleitet. Damit sind die wichtigsten Akteurengruppen bei der Projektentwicklung miteingebunden. Diese leiten die Erkenntnisse und Informationen innerhalb der jeweiligen Akteurengruppe weiter. Eventuell werden ausgewählte Projekte von einer Hochschule wissenschaftlich begleitet, um weitere Erkenntnisse aus den Projekten zu gewinnen.

- Ziele**
- Einbindung aller relevanten Akteurengruppen in die Projektentwicklung
 - Der Austausch zwischen den Beteiligten vor und während des Projektes hilft, Fehler zu vermeiden und Rahmenbedingungen festzulegen, welche eine Umsetzbarkeit des Vorzeigeprojekts ermöglichen
 - Wissenstransfer fördern
 - Die Erkenntnisse aus dem Projekt helfen den Beteiligten, entsprechende Produkte bzw. Produktqualitäten zu vermarkten (Die RC-Branche weiss, welche Nachweise erbracht werden müssen und welche qualitativen Anforderungen die RC-Baustoffe zu erfüllen haben)

M3 Schulung/Weiterbildung/Erfahrungsaustausch

Die Projektresultate werden in Form von verwaltungsinternen Workshops (Erfahrungsaustausch), von öffentlichen Informationsveranstaltungen, von Broschüren usw. veröffentlicht. Eine Zusammenarbeit mit dem Verein eco-bau oder anderen Organisationen ist in diesem Zusammenhang zu prüfen.

- Ziele**
- Vertikaler und horizontaler Wissenstransfer
 - Fachwissen aufbauen und etablieren

6.2. Massnahmenpaket 2 - Information/Kommunikation

M4 Information/Kommunikation

Das DBU oder AfU erstellt eine Informationsplattform, in der die wichtigsten Informationen zum Einsatz von RC-Baustoffen enthalten sind.

- Inhalte**
- Allgemeine Information zum Baustoffrecycling (z. B. Grundlagenbericht)
 - Beispiele mit Ausschreibungstexten bzw. Mustertextblöcken
 - Vorzeigeprojekt werden an geeigneter Stelle medial begleitet
 - ...

M5 Ausschreibungsempfehlungen

Das Hoch- und das Tiefbauamt erstellen oder ergänzen ihre Ausschreibungsempfehlungen. Diese sind möglichst konkret formuliert, können intern angewendet und von den Bauingenieuren verwendet werden.

- TBA**
- Den Einsatz von RC-Baustoffen vorwiegend verpflichtend und nicht nur "als erwünscht" ausschreiben
 - Teilweises Zulassen von nicht normierten Asphalten mit höherem RC-Anteil bei untergeordneten Strassen und Wegen
 - Leitfaden für Belagwahl auf Kantonsstrassen anpassen (Alternativen mit KMF, ACF, evtl. mit Schaumbitumen)
- HBA**
- Vorgaben an die Ingenieure: Diese müssen begründen und belegen, weshalb kein RC-Beton eingesetzt werden kann
 - Definition des Anteils an Recyclingmaterial im Beton und Vorgabe der E-Modulwerte in den Ausschreibungsunterlagen
 - usw.

6.3. Massnahmenpaket 3 - Qualitätssicherung/Vermarktung

M6 Qualitätssicherung und -verbesserung im Umgang mit mineralischen RC-Baustoffen

Die Verbände erarbeiten ein Konzept, in dem verschiedene Qualitätssicherungsmassnahmen zur Produktion und Anwendung von RC-Baustoffen definiert und beschrieben sind. Im Konzept ist zudem aufgeführt, in welcher Form, Umfang und Häufigkeit brancheninterne Kontrollen zur Überprüfung der Umsetzung der Qualitätssicherungsmassnahmen durchgeführt werden und wie diese dokumentiert werden.

- Ziele**
- Vertrauen bei den Auftraggebern schaffen
 - Fachwissen aufbauen und fördern
 - Produktion hochwertiger RC-Baustoffe

M7 Monitoring

Um den Erfolg der Massnahmen aufzeigen zu können, wird die Entwicklung der RC-Baustoffmengen und -anwendungen jährlich erhoben und in Form von Zeitreihen abgebildet. Beispiele von möglichen Darstellungen befinden sich im Grundlagenbericht. Zudem werden die Betonwerke zur RC-Betonproduktion befragt. Hierbei geht es darum, zu eruieren, welche Mengen an RC-Granulaten in die Konstruktions- und Magerbetonproduktion gelangt sind.

Die Erkenntnisse aus den Auswertungen und die Erfahrungen zur Umsetzung der Vorzeigeprojekte werden im Geschäftsbericht des Kantons dokumentiert.

Ziele

- Erfolgskontrolle bezüglich der Umsetzung und Wirkung der Massnahmen
- Information der Öffentlichkeit

6.4. Massnahmenpaket 4 - Rahmenbedingungen und Steuerung

M8 Änderung von rechtlichen Rahmenbedingungen

M8.1 Anpassung oder Aufhebung der Richtlinie Einbau von Recyclingbaustoffen bei Flur- und Waldstrassen sowie Wanderwegen

Bereits heute werden schon 80 % der anfallenden Asphaltgranulate gebunden in der Mischgutproduktion eingesetzt. Sollten die Mischgutwerke im Kanton Thurgau modernisiert oder neue Verfahren bei der Aufbereitung von Ausbauasphalt realisiert werden, so kann auf den losen Einsatz von Asphaltgranulaten beinahe vollumfänglich verzichtet werden. Unter dieser Voraussetzung könnte die Richtlinie betreffend den Einbau von Recyclingbaustoffen bei Flur- und Waldstrassen sowie Wanderwegen in der Weise angepasst werden, dass der lose Einsatz von Asphaltgranulaten nur noch zur Erstellung von Plätzen zugelassen wird. Der Einsatz bei Flurstrassen ist nur noch in Ausnahmefällen möglich und ist melde- oder bewilligungspflichtig.

→ Die Anpassung oder Aufhebung erfolgt jedoch erst nach Inkrafttreten der noch zu überarbeitenden Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle des BAFU.

Bei Bedarf

M8.2 Prüfung von Einschränkungen bei der Deponierung von Ausbau-/Fräsasphalt und Mischabbruch

Der Kanton könnte in einer Richtlinie/Weisung die Deponierung von Ausbau-/Fräsasphalt und Mischabbruch neu regeln, so dass diese Entsorgungsoption von den Behörden "gesteuert" werden kann.

Anhang Übersicht der Massnahmen im "Konzept für den Einsatz von Recyclingmaterial im Hoch- und Tiefbau (2019 bis 2023)"

Massnahmenpaket	Nr.	Kurzbezeichnung Massnahme	Kurzbeschreibung Massnahme	Zuständigkeit	Beteiligte Akteure zu bestimmen)	Umsetzung	Kosten	Ziele bei der Umsetzung
Vorzeigeprojekte	M1	Definition und Umsetzung von Vorzeigeprojekten	Das Hoch- und Tiefbauamt definiert je 1–2 Vorzeigeprojekte pro Jahr bei denen mit möglichst hohen RC-Anteilen eingesetzt werden.	DBU	- HBA - TBA - AfU	kurzfristig (ab 2019)	Interner Aufwand KVTG: 6 Tage pro Jahr	- Wahrnehmung der Vorbildfunktion - Knowhow-Aufbau und Wissenstransfer
	M2	Begleitung der Vorzeigeprojekte	Die Vorzeigeprojekte werden durch eine Projektgruppe bearbeitet und begleitet. Auf diese Weise fliesst das Knowhow aller Akteure in diese Projekte ein.	AfU	Projektgruppe: - AfU - HBA - TBA - TBV, VTK, V.T.S. - SIA	kurzfristig (ab 2019)	Interner Aufwand KVTG: 10 Tage pro Jahr	- Einbindung relevanter Akteurengruppen - Austausch zwischen den Beteiligten vor und während des Projekts - Streuung des Knowhows
	M3	Schulung, Weiterbildung, Erfahrungsaustausch	Die Projektergebnisse werden in Form von Workshops, von öffentlichen Informationsveranstaltungen usw. präsentiert und an geeigneter Stelle medial begleitet.	AfU	Projektgruppe: - AfU - HBA - TBA - TBV, VTK, V.T.S. - SIA	mittelfristig (2–5 Jahre)	Interner Aufwand KVTG: 2 x 8 Tage 2 x Fr. 15'000 für Organisation von Tagungen und Workshops	- vertikaler und horizontaler Wissenstransfer - Fachwissen aufbauen und etablieren
Information und Kommunikation	M4	Information/Kommunikation	Das DBU oder AfU erstellt eine Informationsplattform in der die wichtigsten Informationen zum Einsatz von RC-Baustoffe enthalten sind.	AfU	- HBA - TBA	mittelfristig (2–5 Jahre)	Interner Aufwand KVTG: 4 x 4 Tage 4 x Fr. 10'000 für Bereitstellung der Informationen	- Sammeln und Verknüpfen von Wissen auf den Websites des DBU
	M5	Ausschreibungsempfehlungen	Das Hoch- und Tiefbauamt erstellt oder ergänzt ihre Ausschreibungsempfehlungen.	TBA HBA	- AfU - TBV, VTK, V.T.S. - SIA	kurzfristig (1–2 Jahre)	Interner Aufwand KVTG: 10 Tage	- Vorbildfunktion des Kantons für Gemeinden und private Bauherren

Anhang Übersicht der Massnahmen im "Konzept für den Einsatz von Recyclingmaterial im Hoch- und Tiefbau (2019 bis 2023)"

Massnahmenpaket	Nr.	Kurzbezeichnung Massnahme	Kurzbeschreibung Massnahme	Zuständigkeit	Beteiligte Akteure (zu bestimmen)	Umsetzung	Kosten	Ziele bei der Umsetzung
Qualitätssicherung / Vermarktung	M6	Qualitätssicherung/-verbesserung und Vermarktung	Konzept mit Massnahmen zur Qualitätssicherung bei der Produktion und beim Einsatz von RC-Baustoffen	TBV VTK	- HBA - TBA - AfU - V.T.S. - SIA	mittelfristig (2–5 Jahre)	Interner Aufwand KVTG: 10 Tage (Kosten für Erstellung Konzept werden von TBV und VTK getragen)	- Vertrauen bei Auftraggebern schaffen - Fachwissen aufbauen und fördern - Produktion von hochwertigen RC-Baustoffen
	M7	Monitoring	Die RC-Materialflüsse werden erhoben und ausgewertet. Die Erkenntnisse und Erfahrungen aus den Vorzeigeprojekten werden im Geschäftsbericht des Kantons dokumentiert.	AfU	ARV- und FSKB-Inspektoren	kurzfristig (ab 2019)	Interner Aufwand KVTG: 3 Tage pro Jahr Fr. 7'000 pro Jahr (= Fr. 35'000) für zusätzliche Erhebungen bei Betonwerken inkl. Datenauswertung.	- Erfolgskontrolle - Information der Öffentlichkeit
Rahmenbedingungen und Steuerung	M8	Änderung von rechtlichen Rahmenbedingungen	Der Kanton kann die rechtlichen Rahmenbedingungen ändern, um die Verwertung von RC-Baustoffen zu fördern. Mögliche Beispiele sind:	AfU	Projektgruppe: - DBU - HBA - TBA - TBV, VTK, V.T.S.		Interner Aufwand KVTG:	- Steuerung der Materialflüsse in Richtung einer nachhaltigen Nutzung
	M8.1		Anpassung der Richtlinie Einbau von Recyclingbaustoffen bei Flur- und Waldstrassen sowie Wanderwegen			mittelfristig (2–5 Jahre)	10 Tage	
	M8.2		<i>Bei Bedarf</i> <i>Prüfen von Einschränkungen bei der Deponierung von Ausbau-/Fräsasphalt und Mischabbruch</i>			langfristig (4–10 Jahre)	10 Tage	