

# **Ersatzbaustoffe:** **Grundlagen für den Einsatz von RC-Baustoffen und HMV-Asche im Straßen- und Erdbau**

Dipl.-Ing. Astrid Onkelbach MSc, Dr. rer.nat. Jürgen Schulz

August 2012

## **1 Ausgangssituation**

Im Rahmen industrieller Prozesse oder beim Rückbau von Gebäuden entstehen mineralische Stoffe, die nach entsprechender Aufbereitung als Baumaterialien wiederverwendet werden können. Man nennt diese Materialien Ersatzbaustoffe. Sie können einen Teil der Primärrohstoffe wie Kies, Sand, Basalt oder Kalkstein ersetzen und reduzieren damit anteilig den Verbrauch an Naturmaterial. Unter dem Begriff Ersatzbaustoffe fallen u.a. aufbereitete Bauschuttmassen (RC-Baustoffe), industrielle Nebenprodukte wie z. B. Schlacken aus der Stahlproduktion oder Aschen aus der Verbrennung von Siedlungsabfällen (HMV-Asche). Schwerpunkt der folgenden Ausführungen sind RC-Baustoffe und HMV-Aschen.

Eines der Hauptprobleme der Ersatzbaustoffe ist die mangelnde Akzeptanz sowohl bei Behörden, Planern, Bauunternehmen als auch bei Bürgern. Ein Grund ist die Komplexität des Regelwerkes – sowohl bezogen auf den bautechnischen als auch auf den umwelttechnischen Hintergrund. Diese Komplexität führt zu einer Unsicherheit bezüglich der Aussage, was mit den entsprechenden Baustoffen möglich und zulässig ist – und was eben nicht. Dieser Unsicherheit kann durch sachgerechte Hintergrundinformation und offene Diskussion begegnet werden.

In diesem Aufsatz werden die wichtigsten Literaturquellen zur Ökologie und Technologie der ausgewählten Ersatzbaustoffe „Recycling-Baustoff“ und „Hausmüllverbrennungsasche“ zusammengeführt und in Hinsicht auf die resultierenden Anwendungsmöglichkeiten erläutert. Auf die Ausführungsmöglichkeiten mit den entsprechenden Konstruktionsdetails wird ebenfalls eingegangen. Abschließend werden die geeigneten Anwendungsgebiete zusammenfassend dargestellt.

## **2 Begrifflichkeiten**

### **Recyclingmaterial/-baustoffe**

Bei der Sanierung und Renovierung, beim Umbau, Neubau oder Abbruch von Gebäuden und anderen Bauwerken bleiben mineralische Stoffe in Form von Bauschutt zurück. Nach der Aufbereitung – durch u. a. Sortieren, Sieben, Brechen, Entfernen von Metallen und organischen Anteilen – wird von Recycling-Baustoffen gesprochen. Es werden unterschiedliche Gesteinskörnungen angeboten, und die Baustoffe werden durch entsprechende Prüfung in entsprechende Stoffklassen und Korngruppen eingeordnet.

Unter dem Begriff Recycling-Baustoffe werden im Allgemeinen folgende aufbereitete Materialien zusammengefasst<sup>1 2</sup>:

- Bauschutt mit geringem Anteil von Fremdbestandteilen
- Straßenaufbruch
- Mineralische Anteile von Bauabfällen
- Bauschutt
- Bei der Produktion von Baustoffen entstandener Bruch sowie Fehlchargen
- Bodenaushub mit mineralischen Stoffanteilen von mehr als 10 Vol.-%

Explizit nicht als Bauschutt bezeichnet werden folgende Stoffe:

- Asbesthaltige Abfälle
- Mineralische Dämmstoffe
- Ausgebauter Gleisschotter

Straßenaufbruch, der Pech oder Teer enthält, ist laut Gem.RdErlaß NRW ebenfalls kein Bauschutt.

### Hausmüllverbrennungsasche

Bei der Verbrennung von Siedlungsabfällen entstehen feste Rückstände, sogenannte HMV-Rohaschen. Nach der Aufbereitung dieser Rohasche spricht man von HMV-Asche.

Die Aufbereitung erfolgt mechanisch, im Wesentlichen durch Klassierung der mineralischen Fraktion und Separierung von Eisen- und Nichteisenmetallen sowie der organischen Fremdbestandteile. Nach dreimonatiger Lagerung erfüllt HMV-Asche aufgrund der Mineralumbildung/-neubildungsprozesse die wasserwirtschaftlichen Anforderungen an Ersatzbaustoffe. Aufgrund ihrer stofflichen, chemischen und geometrisch-physikalischen Zusammensetzung wird HMV-Asche unterschiedlichen Güteklassen zugeordnet und in unterschiedlichen Lieferkörnungen angeboten.

## **3 Umweltvorschriften**

Beim Einsatz von Ersatzbaustoffen wie Recyclingmaterial oder HMV-Aschen sind neben den technischen Vorgaben die entsprechenden Umweltvorschriften zu beachten. Dabei haben bei der Verwertung dieser Stoffe die Schutzgüter Grundwasser und Boden Priorität – so wie es auch im Wasserhaushaltsgesetz (WHG), im Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) und in der Bundes-Bodenschutzverordnung (BBodSchV) verankert ist.

Zurzeit gibt es keine bundeseinheitliche Regelung an die Umweltverträglichkeit von Ersatzbaustoffen. Eine solche Regelung ist mit der so genannten Ersatzbaustoffverordnung in Arbeit. Bis diese eingeführt wird, gelten die länderspezifischen Regelungen. Viele Bundesländer arbeiten in Anlehnung an die Mitteilung M20 der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA M20) mit der Ausgabe von 1997 [4] und der Überarbeitung von 2003 [5]. Einige Bundesländer haben eigene Regelungen, zum Beispiel hat NRW eine Reihe von Erlassen zu diesem Thema als rechtliche Grundlage geschaffen.

Im Rahmen der Anwendung von Ersatzbaustoffen in den einzelnen Bundesländern müssen die dort geltenden rechtlichen Vorgaben eingehalten werden. Dies wird im Rahmen der Güteüberwachung der entsprechenden Ersatzbaustoffe kontrolliert. Neben der technischen Eignung müssen zusätzlich die stofflichen und wasserwirtschaftlichen Eigenschaften nachgewiesen werden.

Im Folgenden werden die umweltrelevanten Regelungen der TL Gestein-StB 04 [14], die des Landes NRW und die der LAGA M20 [4, 5] kurz erläutert.

### **3.1 TL Gestein-StB 04**

In den „Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau TL Gestein-StB 04“ [14] der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswegebau (FGSV) finden sich Angaben über die umweltrelevanten Merkmale für eine Reihe von unterschiedlichen, industriell hergestellten Gesteinskörnungen sowie für Recycling-Baustoffe. Dabei werden Richtwerte für die Schadstoffe im Feststoff und für das gelöste Material – dem Eluat – unterschieden. Allerdings sind länderspezifische Vorgaben maßgeblich: „Die angegebenen Richt- und Grenzwerte gelten vorbehaltlich der Regelungen der zuständigen Landesbehörden“.<sup>3</sup>

### 3.2 Mitteilung M20 der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA M20)

Die meisten Bundesländer orientieren sich bezüglich der umweltrelevanten Anforderungen von Ersatzbaustoffen an der Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) M20: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen [4, 5]

Es werden in der LAGA M20 eine Vielzahl von mineralischen Reststoffen unterschieden, darunter u. a. Boden, Straßenaufbruch, Bauschutt, Schlacken oder Aschen aus Verbrennungsanlagen für Siedlungsabfälle (HMV).

Die LAGA M20 differenziert so genannte Zuordnungswerte und Einbauklassen. Für jedes Material werden die entsprechend einzuhaltenden Grenzwerte für das Eluat und den Feststoff genannt. Die Tabelle 1 gibt eine Übersicht mit Beispielen von Anwendungsgebieten und entsprechenden Sicherungsmaßnahmen in Abhängigkeit von den zwei Einbauklassen, die für RC-Baustoffe und HMV-Aschen relevant sind.

**Tabelle 1:** Übersicht der Einbauklassen und Zuordnungswerte in Bezug auf HMV-Asche und RC-Baustoffe – auf Basis der LAGA M20 [4, 5]

| Zuordnungswert         | Einbauklasse   | Vorgeschriebene Maßnahmen   | Beispiele genannter Anwendungsgebiete  |
|------------------------|--|---|--|
| Z 1<br>Z 1.1.<br>Z 1.2 | Eingeschränkter offener Einbau   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Kein Einbau in Trinkwasserschutzgebieten (Zone I–III) und Heilquellenschutzgebieten (Zone I–III)</li> <li>– Kein Einbau in Überschwemmungsgebieten</li> <li>– Bei der Verwertung bis zur Obergrenze Z 1.2 ist ein zusätzlicher Erosionsschutz notwendig</li> <li>– Mindestabstand zwischen Schüttkörperbasis und höchstem zu erwartendem Grundwasserstand 1 m bis zur Klasse Z 1.1 und 2 m für die Klasse Z 1.2</li> <li>– Keine Anwendung bei sensibler Nutzung wie Klein- und Hausgärten, Spielplätze etc.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Nutzungsunempfindliche Flächen wie: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Straßen- und Wegebau</li> <li>· Industrie-, Gewerbe-, Lagerflächen</li> </ul> </li> <li>– Bautechnische Anforderungen sind zusätzlich zu beachten</li> </ul>   |
| Z 2                    | Eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Einsatz bevorzugt in hydrogeologisch günstigen Gebieten (d. h. Grundwasserleiter nach oben durch ausreichend mächtige Deckschicht mit hohem Rückhaltevermögen ggb. Schadstoffen überdeckt)</li> <li>– Einbau bei Großmaßnahmen bevorzugt</li> <li>– Mindestabstand zwischen Schüttkörperbasis und höchstem zu erwartendem Grundwasserstand 1 m</li> <li>– Kein Einbau in Trinkwasserschutzgebieten (Zone I–IIIB), Heilquellenschutzgebieten (Zone I–IV), Wasservorranggebieten</li> <li>– Kein Einbau in Überschwemmungsgebieten</li> <li>– Kein Einbau in Karstgebieten ohne ausreichende Deckschichten</li> <li>– Keine Anwendung bei sensibler Nutzung wie Klein- und Hausgärten, Spielplätze etc.</li> <li>– Kein Einbau als Dränschicht oder als Verfüllung von Leitungsgräben</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Im Straßen- und Wegebau: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Tragschicht unter wasserundurchlässiger Deckschicht (Beton, Asphalt, Pflaster)</li> <li>· Gebundene Tragschicht unter wenig durchlässiger Deckschicht (Pflaster, Platten)</li> </ul> </li> <li>– Im Erdbau: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Lärmschutzwall</li> <li>· Straßendamm / Unterbau</li> </ul> </li> <li>– Bautechnische Anforderungen sind zusätzlich zu beachten</li> </ul> |

Abhängig von der Herkunft, Aufbereitung und der resultierenden Zusammensetzung bzw. Schadstoffgehalte kann Recycling-Baustoff unterschiedliche Zuordnungswerte einhalten. Hausmüllverbrennungsasche weist in der Regel den Zuordnungswert Z 2 auf. <sup>4</sup>

Der Tabelle 1 ist auch zu entnehmen, dass die Einsatzmöglichkeiten stärker eingeschränkt werden je höher die Zuordnungswerte sind. Die entsprechenden Schadstoffwerte, die eingehalten werden müssen, um die jeweiligen Zuordnungswerte zu erreichen, sind in der LAGA M20 ebenfalls definiert. Für Details hierzu sei auch auf das „Handbuch Ersatzbaustoffe“ [9] verwiesen.

Es ist erkennbar, dass auch beim ungünstigsten Zuordnungswert Z2 der Einbau im Straßen- und Erdbau bei Einhaltung der vorgeschriebenen Maßnahmen ohne Gefährdung der Umwelt möglich ist.

### 3.3 Runderlasse NRW (Gem.RdErlasse NRW)

Zurzeit gelten bezüglich der wasserwirtschaftlichen Merkmale und der Einbaubedingungen von Recycling-Baustoffen und Hausmüllverbrennungsaschen in NRW die folgenden Gem.RdErlasse des Ministeriums für Wirtschaft und Mittelstand, Energie und Verkehr und des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz vom 9.10.2001:

- Güteüberwachung von mineralischen Stoffen im Straßen- und Erdbau [2]
- Anforderungen an den Einsatz von mineralischen Stoffen aus Bautätigkeiten (Recycling-Baustoffe) im Straßen- und Erdbau [1]
- Anforderungen an die Güteüberwachung und den Einsatz von Hausmüllverbrennungsaschen im Straßen- und Erdbau [3]

Die Runderlasse NRW nennen auf die Materialien RC und HMVA und die Stoffklassen I und II bezogene Anwendungsmöglichkeiten. Neben der Unterscheidung in Straßen- und Erdbaumaßnahmen wird dabei genauer festgelegt, ob es sich um Anwendungen innerhalb oder außerhalb wasserwirtschaftlich bedeutender sowie hydrogeologisch sensibler Gebiete handelt.

Der Tabelle 2 können die Einsatzmöglichkeiten von RC-Baustoffen und HMV-Aschen nach den Gem.Rd.Erlassen NRW für Anwendungsgebiete außerhalb von Wasserschutzgebieten entnommen werden. Sowohl RC-Baustoffe als auch HMV-Asche können hier unabhängig der Stoffklasse angewendet werden als:

- Tragschicht (gebunden / ungebunden)
- Straßenunterbau
- Lärmschutzwall
- Damm

**Tabelle 2:** Verwertungsmöglichkeiten außerhalb wasserwirtschaftlich bedeutender u. empfindlicher sowie hydrogeologisch sensibler Gebiete auf Basis der Gem.RdErlasse NRW [1, 2, 3]

| Einsatzgebiet  | RCL I   |                | RCL II             |        | HMVA I             |                | HMVA II            |                |
|----------------|---|----------------|--------------------|--------|--------------------|----------------|--------------------|----------------|
|                | GW ≤ 1<br>GW > 0,1  | GW > 1         | GW ≤ 1<br>GW > 0,1 | GW > 1 | GW ≤ 1<br>GW > 0,1 | GW > 1         | GW ≤ 1<br>GW > 0,1 | GW > 1         |
| Straßenoberbau | 1 ToB unter wasserundurchlässiger Deckschicht (Asphalt, Beton, Pflaster m. abgedicht. Fugen)  | ■              | ■                  | ■      | ■                  | ■              | ■                  | ■              |
|                | 2 ToB unter teildurchlässiger Deckschicht (Pflaster, Platten)                                 | ■              | ■                  | ■      | ■ <sup>H</sup>     | ■              | ■                  | ■ <sup>H</sup> |
|                | 3 ToB unter wasserdurchlässiger Deckschicht (Rasengittersteine, Deckschicht ohne Bindemittel) | ■              | ■                  | ■      | ■                  | ■              | ■                  | ■              |
|                | 4 Tragschicht bitumengebunden   | ■              | ■                  | ■      | ■                  | ■              | ■                  | ■              |
|                | 5 Tragschicht hydraulisch gebunden  | ■              | ■                  | ■      | ■                  | ■              | ■                  | ■              |
|                | 6 Decke bitumen- oder hydraulisch gebunden  | ■              | ■                  | ■      | ■                  | ■ <sup>I</sup> | ■ <sup>I</sup>     | ■ <sup>I</sup> |
|                | 7 Deckschicht ohne Bindemittel  | ■ <sup>K</sup> | ■ <sup>K</sup>     | ■      | ■                  | ■ <sup>K</sup> | ■ <sup>K</sup>     | ■              |
|                | 8 Einsatz lfd. Nr. 1, 4, 5, 6 in Straßen mit Entwässerungsrinnen                              | ■              | ■                  | ■      | ■                  | ■              | ■                  | ■ <sup>D</sup> |
| Erdbau         | 9 Unterbau unter Asphalt oder Beton (inkl. Fundament-/Bodenplatten)                           | ■              | ■                  | ■      | ■                  | ■              | ■                  | ■              |
|                | 10 Unterbau bis 1 m mit kulturfähigem Boden   | ■              | ■                  | ■      | ■                  | ■              | ■                  | ■              |
|                | 11 Damm gem. Bild 1 <sup>1)</sup>   | ■              | ■                  | ■      | ■                  | ■              | ■                  | ■              |
|                | 12 Damm gem. Bild 2 <sup>2)</sup>   | ■              | ■                  | ■      | ■                  | ■              | ■                  | ■              |
|                | 13 Damm gem. Bild 3 <sup>3)</sup>   | ■              | ■                  | ■      | ■                  | ■              | ■                  | ■              |
|                | 14 Lärmschutzwall mit kulturfähigem Boden   | ■ <sup>A</sup> | ■                  | ■      | ■                  | ■ <sup>A</sup> | ■                  | ■              |
|                | 15 Lärmschutzwall gem. Bild 4 oder 5 <sup>4)</sup>  | ■              | ■                  | ■      | ■                  | ■              | ■                  | ■              |

GW > 0,1 ≤ 1 Abstand zwischen höchstem zu erwartendem Grundwasserstand und Schüttkörperbasis größer 0,1 m und geringer 1 m, wobei der Stoff dauerhaft oberhalb des höchsten Grundwasserstandes liegt

GW > 1 Abstand zwischen höchstem zu erwartendem Grundwasserstand und Schüttkörperbasis von mehr als 1 m

ToB Tragschicht ohne Bindemittel

■ zulässig ■ nicht zulässig ■ bedingt zulässig

<sup>A</sup> Zugelassen auf Porengrundwasserleitern und wenig wasserdurchlässigen Klufgrundwasserleitern

<sup>D</sup> Zugelassen wie in lfd. Nr. 1, 4, 5, 6 aufgeführt

<sup>H</sup> Verdichtungsgrad der ToB ≥ 103 %, Gefälle (Quer- oder Längsgefälle) der Pflasterdecke oder des Plattenbelags ≥ 3,5 %, Fugenbreite ≤ 5 mm

<sup>K</sup> Außerhalb von Wohngebieten zugelassen

<sup>I</sup> Bautechnisch nicht relevant

Die Anwendungsgebiete innerhalb wasserwirtschaftlich bedeutender und hydrogeologisch sensibler Gebiete werden demgegenüber laut Regelwerk in sechs weitere Kategorien differenziert:

- Porengrundwasserleiter und wenig wasserdurchlässige Kluftgrundwasserleiter ohne ausreichende Deckschichten
- Gut wasserdurchlässige Kluftgrundwasserleiter einschließlich Karstgrundwasserleiter ohne ausreichende Deckschichten
- 20 m breite Randstreifen an kleinen Gewässern; Hochwasser-Retentionsräume
- Wasserschutzgebiet III B, Hochwasserschutzgebiet IV
- Wasserschutzzone III A, Hochwasserschutzgebiet III
- Bereich zum Schutz der Gewässer nach Landesplanungsrecht

Von oben nach unten gelesen werden die Einschränkungen für den Einsatz jedoch immer größer, d. h. je sensibler ein Gebiet ist, desto weniger Anwendungsmöglichkeiten gibt es für Ersatzbaustoffe.

Das bedeutet, dass der Einsatz von Ersatzbaustoffen innerhalb dieser sensiblen Gebiete stark eingeschränkt ist und damit einer besonderen Untersuchung unterliegen muss. Es bedeutet auch, dass die Potentiale für den Einsatz von Ersatzbaustoffen außerhalb dieser Gebiete liegen.

### 3.4 Schlussfolgerung

Sowohl nach TL Gestein-StB 04 [14], nach LAGA M20 [4, 5] als auch nach den Gem.RdErlassen NRW [1, 2, 3] ist ein Einsatz von Recycling-Baustoffen und von Hausmüllverbrennungsrückständen im Straßen- und Erdbau prinzipiell erlaubt.

Die LAGA M20 [4, 5] als auch die Gem.RdErlasse NRW [1, 2, 3] definieren die Verwertungsgebiete aufgrund ihrer Schadstoffbelastung und damit ihrer Bedeutung für den Grundwasser- und Bodenschutz. Die Unterscheidung für die möglichen Anwendungsbereiche innerhalb von Wasserschutzgebieten ist sehr umfangreich, da hier eine weitergehende Differenzierung, z. B. in Wasserschutzzonen, notwendig wird. Sie könnte ein Grund für die Unsicherheit und Skepsis gegenüber Ersatzbaustoffen sein.

Demgegenüber sind die Anwendungsgebiete außerhalb von Wasserschutzgebieten, Heilquellenschutzgebieten und außerhalb hydrogeologisch sensibler Gebiete sowie außerhalb von Überschwemmungsgebieten klar definiert. Sowohl nach LAGA M20 [4, 5] als auch nach Gem.RdErlassen NRW [1, 2, 3] gibt es folgende Einsatzmöglichkeiten:

- Einsatz unter wasserundurchlässiger Deckschicht wie Asphalt, Beton oder Bitumenanspritzung
- als ungebundene Tragschicht wie Frostschutzschicht oder Schottertragschicht
- als gebundene Tragschicht (hydraulisch oder bituminös)
- als Straßendamm / Unterbau (auch unter Fundament-/Bodenplatten)
- als Lärmschutzwall
- als Damm oder Anschüttung

Bei allen Anwendungen ist beim Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen ein Mindestabstand zwischen Schüttkörperbasis und höchstem zu erwartendem Grundwasserstand von 1 m einzuhalten. Außerdem sollte ein Abstand zu korrosionsanfälligen Bauten von mindestens 0,5 m eingehalten werden. Der Einsatz in Großbaumaßnahmen ist zu bevorzugen.

## 4 Technische Regelwerke im Erd- und Straßenbau

### 4.1 Allgemeines

Die nationalen technischen Regelwerke des Straßen- und Verkehrswesens werden durch die Gremien der **Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV)** verantwortet. Das Regelwerk befasst sich mit den Bereichen Verkehrsplanung, Verkehrsmanagement, Verkehrstechnik, Straßenentwurf, Straßenbau, Straßenbetrieb und Straßenerhaltung.

Die Veröffentlichungen der FGSV werden von den Bundesländern in der Regel übernommen. Bundesländer können im Rahmen der Übernahme Änderungen vornehmen, so dass voneinander abweichende Anforderungen bundeslandspezifisch möglich sind.

Bezüglich der Anforderungen an Ersatzbaustoffe als Gesteinskörnungen im Straßen- und Erdbau sind die in Abbildung 1 aufgeführten Regelwerke relevant.

**Abbildung 1:** Ersatzbaustoffe im Straßen- und Erdbau – Relevante Regelwerke der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV)

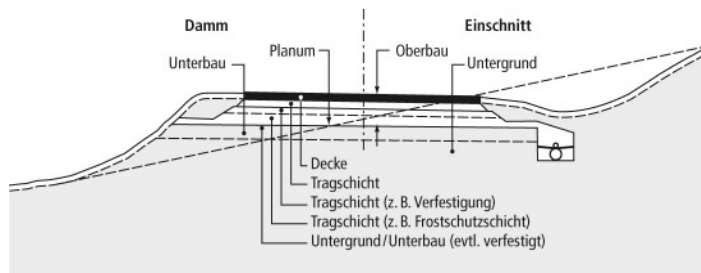
| Technische Lieferbedingungen | Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen  | Technische Prüfvorschriften |
|------------------------------|---|-----------------------------|
| TL Gestein-StB 04            |   | TP Gestein-StB              |
| TL Pflaster-StB 06           | ZTV Pflaster-StB 06   |                             |
| TL SoB-StB 04                | ZTV SoB-StB 04  |                             |
| TL G SoB 04                  |   |                             |
| TL BuB E-StB 09              | ZTV E-StB 09  |                             |
| TL Asphalt-StB 07            | ZTV Asphalt-StB 07  | TP Asphalt-StB              |
| TL Beton-StB 07              | ZTV Beton-StB 07  | TP Beton-StB                |
| <b>Merkblätter</b>           |   |                             |
| M R C                        | Merkblatt über die Wiederverwertung von mineralischen Baustoffen als Recycling-Baustoffe im Straßenbau                                      |                             |
| M HMVA                       | Merkblatt über die Verwendung von Hausmüllverbrennungssasche im Straßenbau  |                             |
| M T S E                      | Merkblatt über Bauweisen für techn. Sicherungsmaßnahmen beim Einsatz von Böden und Baustoffen mit umweltrelevanten Inhaltsstoffen im Erdbau |                             |
|                              | Merkblatt über Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln   |                             |
|                              | Merkblatt für die Verdichtung des Untergrundes und Unterbaus im Straßenbau  |                             |
| <b>Richtlinien</b>           |   |                             |
| RStO 01                      | Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen   |                             |
| RuA-StB 01                   | Richtlinie für die umweltverträgliche Anwendung von ind. Nebenprodukten und Recycling-Baustoffen im Straßenbau                              |                             |

Bezüglich der Ausbildung des Straßenoberbaus sind die „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen RStO 01“ [10] zu beachten.

Abbildung 2 zeigt den prinzipiellen Aufbau einer Straße. Man unterscheidet den natürlich anstehenden Untergrund, den Unterbau und den Oberbau. Letzterer setzt sich aus 2 bis 3 Tragschichten zusammen, i. d. R. jedoch mindestens aus einer Frostschuttschicht und einer Schotter- oder Kiestragschicht, welche gebunden oder ungebunden sein kann.

Der Unterbau wird auf dem natürlich anstehenden Untergrund erstellt. Die Oberkante des Unterbaus wird als Planum bezeichnet. Häufig sind vor Ort nicht genug Bodenmassen aus Abtrag vorhanden, so dass zusätzliche Baustoffe für Schüttungen und Dämme des Unterbaus benötigt werden. Teilweise sind auch die lokal vorhandenen Stoffe technisch nicht ausreichend, so dass entweder Bodenverbesserungen, z. B. durch hydraulische Zusätze wie Zement oder Kalk, durchgeführt werden oder ein Bodenaustausch erfolgt.

**Abbildung 2: Straßenaufbau – Begrifflichkeiten nach RStO 01<sup>5</sup>**



Weiterhin unterscheidet man nach RStO 01 [10] so genannte Bauklassen. Jede Straße wird in Abhängigkeit der Verkehrsbelastung einer dieser Bauklassen zugeordnet. Es werden sieben Kategorien mit abnehmender Belastung unterschieden, beginnend mit SV (höchste Belastung wie z. B. Bundesautobahnen oder Landstraßen), gefolgt von den Klassen I bis VI, wobei VI die geringste Verkehrsbelastung – wie z.B. bei einer Anliegerstraße – aufweist.

Die Bauklasse hat unter anderem Auswirkungen auf die Art der Ausführung und den Aufbau des Straßenoberbaus. Die Bauweise mit Beton- oder Asphaltdecke kann prinzipiell alle Bauklassen abdecken. Der Einsatz von Pflasterdecken ist erst ab der Bauklasse III zulässig.

#### **4.2 Ersatzbaustoffe im nationalen Regelwerk des Straßen- und Erdbaus**

Tabelle 3 gibt einen zusammenfassenden Überblick über die technische Eignung von RC-Baustoffen und HMV-Aschen im Straßenoberbau und im Erdbau. Dabei sind RC-Baustoffe und HMV-Aschen definiert als die Materialien mit stofflicher Zusammensetzung nach Anhang B der TL Gestein-StB 04 [14] (siehe auch Abschnitt 4.3).

Der Tabelle ist zu entnehmen, dass sich die beiden Ersatzbaustoffe RC-Baustoff und HMV-Asche im Straßenbau ergänzen. RC-Material kann unabhängig von der Bauklasse als Frostschutz- oder Schottertragschicht eingesetzt werden, HMV-Asche ist laut Tabelle 3 der M HMVA [8] hier nur eingeschränkt einsatzfähig. Im Erdbau ist HMV-Asche für Straßen aller Bauklassen geeignet und auch im Lärmschutzwall einsetzbar.

Für andere Stoffgruppen von RC-Baustoffen wie z. B. reinen Betonbruch oder aufbereiteten Naturstein sei auf das „Merkblatt über die Wiederverwertung von mineralischen Baustoffen als Recycling-Baustoffe im Straßenbau M RC“ [6] verwiesen. Dort werden für bestimmte Stoffgruppen zusätzliche Verwertungsbereiche differenziert.

**Tabelle 3: Technische Anwendungsmöglichkeiten von RC-Baustoffen und HMV-Asche**

|                            |  | RC-Baustoff *   | HMV-ASCHE                     |
|----------------------------|--|-----------------|-------------------------------|
| Schichten ohne Bindemittel | Schottertragschicht (STS)                    | ■               | ■ <sup>2</sup>                |
|                            | Frostschuttschicht (FSS)                     | ■               | ■ <sup>3</sup>                |
|                            | Deckschicht ohne Bindemittel                 | ■ <sup>7</sup>  | ■ <sup>7</sup>                |
| Schichten mit Bindemittel  | Deckschichten (Asphalt oder Beton)           | ■ <sup>13</sup> | ■ <sup>8</sup> ■ <sup>1</sup> |
|                            | Asphalttragschicht                           | ■ <sup>13</sup> | ■ <sup>8</sup>                |
|                            | Hydraulisch gebundene Tragschicht (HGT)      | ■               | ■                             |
|                            | Verfestigung mit hydraulischem Bindemittel   | ■               | ■ <sup>12</sup>               |
|                            | Betontragschicht                             | ■ <sup>6</sup>  | ■ <sup>1</sup>                |
| Pflaster/Plattenbeläge     | Fugenmaterial (ab BK III)                    | ■ <sup>4</sup>  | ■ <sup>5</sup>                |
|                            | Bettungsmaterial (ab BK III)                 | ■ <sup>4</sup>  | ■ <sup>5</sup>                |
| Straßenunterbau/ Erdbau    | Unterbau – ungebunden                        | ■               | ■                             |
|                            | Hydraulische Bodenverfestigung               | ■               | ■ <sup>14</sup>               |
|                            | Schutzwall                                   | ■               | ■                             |
|                            | Damm, Anschüttungen                          | ■               | ■                             |
|                            | Hinterfüllen/ Überschütten von Bauwerken     | ■ <sup>9</sup>  | ■ <sup>9</sup>                |
|                            | Verfüllen von Baugruben und Leitungssträngen | ■ <sup>10</sup> | ■ <sup>11</sup>               |
|                            | Sickeranlagen und Filterschichten            | ■ <sup>10</sup> | ■ <sup>11</sup>               |

\* RC-Baustoff mit stofflicher Zusammensetzung nach TL Gestein-StB 04

■ zulässig ■ nicht zulässig ■ bedingt zulässig

- <sup>1</sup> Laut Anhang B der TL Beton-StB 07 nicht zulässig
- <sup>2</sup> Laut Anhang B der TL Gestein-StB 04 und Abschnitt 1.4.2 der TL SoB-StB 04 nur bei leicht beanspruchten Flächen und Rad-/Gehwegen
- <sup>3</sup> Laut Anhang B, der TL Gestein-StB 04 und Abschnitt 1.4.2 der TL SoB-StB 04 nur in den Bauklassen III-VI
- <sup>4</sup> Für ausgewählte Stoffgruppen möglich, siehe auch Anhang 6 dieses Handbuchs
- <sup>5</sup> Laut TL Pflaster-StB 06, Kap. 2, ist HMV-Asche nicht zulässig
- <sup>6</sup> Laut TL Beton-StB 07 für RC-Baustoffe bei Aus- u. Einbau an gleicher Baustelle ohne weitere Nachweise möglich unter Beachtung des „Merkblatts zur Wiederverwendung von Beton aus Fahrbahndecken“; Einbau ausgewählter Stoffgruppen ebenfalls möglich (siehe Anhang 6)
- <sup>7</sup> Laut M HMVA nicht zulässig, da nicht genannt; lt. Anhang 1 M RC nur bei Einhaltung best. stoffl. Zusammensetzung (siehe auch Anh. 6)
- <sup>8</sup> Laut TL Asphalt-StB 07, Kap. 2.1, ist HMV-Asche nicht erlaubt
- <sup>9</sup> Laut ZTV E-StB 09, Kap. 10, werden RC-Baustoffe und HMV-Asche nicht ausgeschlossen, sind aber nur in ausgewählten Arten von Hinterfüllungen einsetzbar
- <sup>10</sup> Laut ZTV E-StB 09 ist RC-Material nicht ausgeschlossen; allerdings gelten die Einschränkungen nach M RC für ausgewählte Stoffgemische
- <sup>11</sup> Laut ZTV E-StB 09, Kap. 9.3, ist HMV-Asche explizit von dieser Anwendung ausgeschlossen; das Gleiche gilt für Sickeranlagen und Filterschichten nach Kap 8.1 der ZTV E-StB 09
- <sup>12</sup> Laut TL Beton, Anhang B, eingeschränkt in den Bauklassen IV bis VI möglich
- <sup>13</sup> Laut TL Asphalt-StB 07, Kap. 2.1, ist RC-Baustoff nicht zulässig; allerdings sind ausgewählte Stoffgruppen hiervon ausgenommen, siehe auch Anhang 6
- <sup>14</sup> Laut M HMVA, Kap. 6, sowie nach Kap. 4.1.5.2 des „Merkblatts über Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln“ in allen Bauklassen möglich

### 4.3 Bautechnische Anforderungen

Aufgrund der hohen Belastungen durch Verkehr und Klima sind die Anforderungen an Gesteinskörnungen im Straßen- und Erdbau detailliert geregelt. Man unterscheidet die stofflichen Eigenschaften sowie die geometrischen und physikalischen Eigenschaften.

#### 4.3.1 Stoffliche Eigenschaften

Die Anforderungen an die stofflichen Eigenschaften für RC-Baustoffe und HMV-Asche für die Verwendung im Straßen- und Erdbau sind in den Tabellen 4 und 5 aufgeführt.



**Tabelle 4:** Erforderliche stoffliche Eigenschaften von HMVA nach TL Gestein-StB 04<sup>6</sup>

| Bestandteil      | M.-%  |
|------------------|-------|
| Asche / Schlacke | –     |
| Glas / Keramik   | –     |
| Metalle          | ≤ 5,0 |
| Sonstiges        | –     |
| Unverbranntes    | ≤ 0,5 |

Zusätzlich dürfen aus der Abgasreinigung keine Kesselaschen, Filterstäube und Reaktions- und Sorptionsprodukte enthalten sein.<sup>7</sup>

**Tabelle 5:** Anforderungen an die stofflichen Eigenschaften von RC-Baustoffen<sup>8</sup>

| Bestandteil   | M.-%  |
|---|-------|
| Asphaltgranulat im Anteil > 4 mm  | ≤ 30  |
| Klinker, Ziegel und Steinzeug im Anteil > 4 mm                                    | ≤ 30  |
| Kalksandstein, Putze und ähnliche Stoffe im Anteil > 4 mm                         | ≤ 5   |
| Mineralische Leicht- und Dämmstoffe,<br>wie Poren- und Bimsbeton im Anteil > 4 mm | ≤ 1   |
| Fremdstoffe wie Holz, Gummi, Kunststoffe und Textilien im Gemisch                 | ≤ 0,2 |

Zusätzlich gilt für RC-Baustoffe, dass mit Straßenpech und pechhaltigen Bindemitteln gebundene Stoffe auszuschließen sind.<sup>9</sup>

#### 4.3.2 Geometrische und physikalische Eigenschaften

Die Anforderungen an die geometrischen bzw. physikalischen Eigenschaften von Ersatzbaustoffen sind analog den Primärbaustoffen zu prüfen. Dabei werden für die Verwendung als Gesteinskörnung für ungebundene Schichten des Straßenoberbaus neben den stofflichen Eigenschaften nach TL SoB-StB 04 [12] und TL G SoB-StB 04 [13] die folgenden Werte untersucht:

- Korngrößenverteilung
- Gehalt und Qualität des Feinanteils
- Anteil Überkorn / Unterkorn
- Kornform
- Anteil gebrochener Oberflächen
- Wassergehalt
- Rohdichte
- Schüttdichte
- Proctordichte
- Widerstand gegen Zertrümmerung
- Widerstand gegen Frostbeanspruchung
- Raumbeständigkeit (nur für HMV-Asche)
- CBR-Wert

Für die Verwendung im Erdbau werden nach Anhang 1 der „Technischen Lieferbedingungen für Böden und Baustoffe TL BuB E-StB 09“ [11] die bautechnischen Angaben nach Tabelle 6 gefordert.

**Tabelle 6:** Erforderliche bautechnische Angaben im Erdbau

|                                  | RC-Baustoff | HMV-Asche |
|----------------------------------|-------------|-----------|
| Stoffliche Zusammensetzung       | ■           | ■         |
| Korngrößenverteilung (DIN 18123) | ■           | ■         |
| Plastizität (DIN 18122)          | ■           | –         |
| Wassergehalt (DIN 18121)         | ■           | ■         |
| Raumbeständigkeit (M HMVA)       | –           | ■         |

#### 4.4 Güteüberwachung

Das bewährte Gütesicherungssystem für natürliche Mineralstoffe ist auch die Basis für die Verwendung von Ersatzbaustoffen im Straßen- und Erdbau. Neben der technischen Eignung werden zusätzlich die stofflichen und wasserwirtschaftlichen Eigenschaften nachgewiesen.

Vor Aufnahme der Güteüberwachung muss der Produzent einen Eignungsnachweis in Form eines Prüfungszeugnisses vorlegen. Dieser Eignungsnachweis setzt sich aus einer Erstprüfung sowie eine Erstinspektion des Betriebes zusammen.

Die Eigenüberwachung WPK (werkseigene Produktionskontrolle) und die Fremdüberwachung bilden zusammen das Güteüberwachungssystem. Es gibt klare Vorgaben für die Prüfungen und Prüfhäufigkeiten, die im Rahmen der Güteüberwachung durchzuführen sind. Die Vorgaben unterscheiden sich nach der geplanten Verwendung des Materials.

Der Eignungsnachweis sowie die Prüfungen der regelmäßigen Fremdüberwachung dürfen ausschließlich von anerkannten Prüfstellen durchgeführt werden. Die Anerkennung erfolgt durch die oberste Straßenbaubehörde des jeweiligen Bundeslandes oder durch eine von dieser als zuständig benannten Straßenbaubehörde.

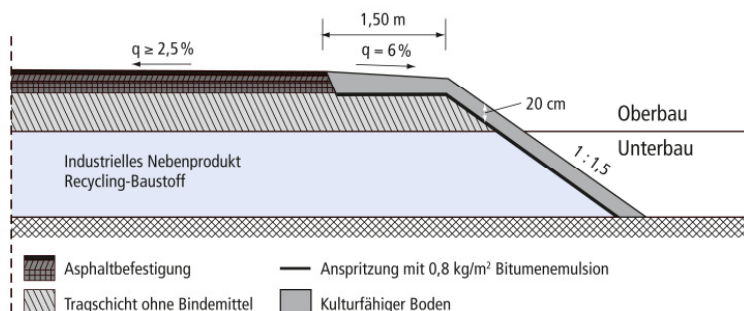
#### 4.5 Ausführung von Straßen- und Erdbaumaßnahmen mit Ersatzbaustoffen

Beim Einsatz von RC-Baustoffen oder HMV-Aschen sind im Rahmen der Ausführung definierte sicherungstechnische Maßnahmen einzuhalten. Die notwendigen Sicherungsmaßnahmen werden am Beispiel der Gem.Rd.Erlasse NRW dargestellt. Für weitere Ausführungsmöglichkeiten wird auf das „Merkblatt über Bauweisen für technische Sicherungsmaßnahmen beim Einsatz von Böden und Baustoffen mit umweltrelevanten Inhaltsstoffen im Erdbau M TS E“ [7] verwiesen.

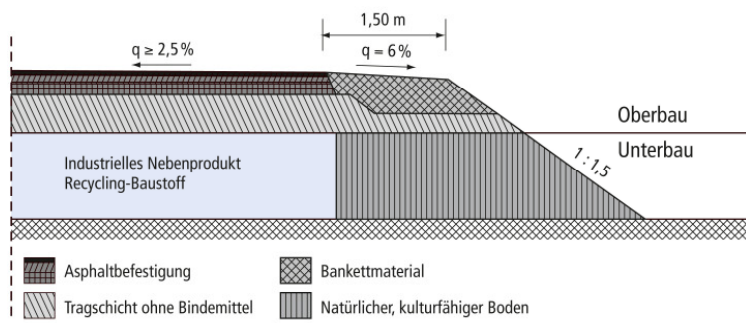
Folgende prinzipielle Bauweisen für die Erstellung eines Straßenunterbaus kommen i. d. R. zur Ausführung:

- die Bauweise mit Bitumenemulsion im Bankettbereich (2 Varianten, siehe Abbildungen 3 und 5)
- die Kernbauweise (siehe Abbildung 4)

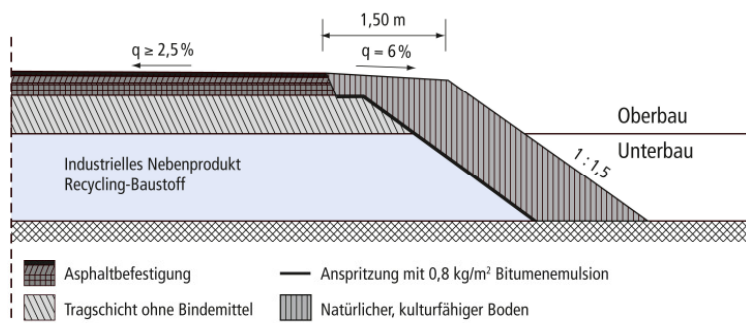
**Abbildung 3:** Damm, Anspritzung mit Bitumenemulsion und Abdeckung mit kulturfähigem Boden <sup>10,11</sup>



**Abbildung 4:** Damm, Abdeckung mit natürlichem/kulturfähigem Boden <sup>10,11</sup>

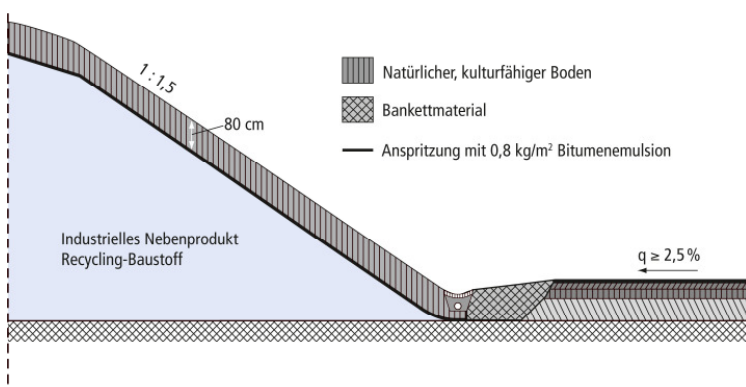


**Abbildung 5:** Damm, Anspritzung mit Bitumenemulsion und Abdeckung mit natürlichem/kulturfähigem Boden <sup>10,11</sup>

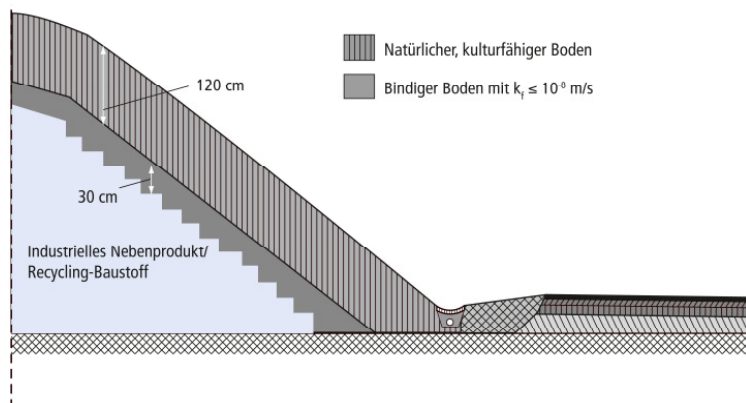


Für den Einsatz als Material beim Lärmschutzbau sind die Konstruktionsvorgaben / das Konstruktionsprinzip in den nachfolgenden zwei Abbildungen 6 und 7 ebenfalls am Beispiel der Vorgaben der Gem.Rd.Erlasse NRW dargestellt.

**Abbildung 6:** Lärmschutzwall, Anspritzung mit Bitumenemulsion und Abdeckung mit natürlichem/kulturfähigem Boden <sup>11,12</sup>



**Abbildung 7:** Lärmschutzwall, Abdeckung mit bindigem Boden und natürlichem/kulturfähigem Boden <sup>11,12</sup>



## 5 Zusammenfassung und Fazit

Für Recycling-Baustoffe und HMV-Aschen gibt es analog den Primärrohstoffen exakte Vorgaben bezüglich der bautechnischen Anforderungen. Zusätzlich müssen Baustoffe, die der Wiederverwertung unterliegen, auf ihre Umweltverträglichkeit geprüft werden. Hierzu gibt es bundeslandspezifische Regelungen, die beachtet werden müssen. Sowohl die bautechnischen als auch die wasserwirtschaftlichen Merkmale werden im Rahmen der Güteprüfung überwacht.

Bei der Festlegung der möglichen Anwendungsgebiete wird in den Regelwerken zwischen Verwertung innerhalb und außerhalb von Wasserschutz- und Heilquellenschutzgebieten und hydrogeologisch sensitiven Gebieten unterschieden. Je sensibler ein Gebiet bezüglich des Grundwasser- und Bodenschutzes ist desto stärker ist der Einsatz von Ersatzbaustoffen eingeschränkt.

Der Einsatz innerhalb sensibler Gebiete wie z. B. Wasserschutzgebiete erfordert eine tiefer gehende Untersuchung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse vor Ort und bedeutet damit auch eine entsprechende Verantwortung der Entscheider.

Demgegenüber ist der Einsatz außerhalb von Wasserschutz-, Heilquellenschutzgebieten und hydrogeologisch sensitiven Gebieten klar definiert, was eine transparente und eindeutige Entscheidung ermöglicht.

Es folgt daraus in Übereinstimmung mit den ökologischen und bautechnischen Vorgaben die Empfehlung für die tägliche Baupraxis, RC-Baustoffe und Hausmüllverbrennungsaschen nur außerhalb von Wasserschutz-, Heilquellenschutz- und Überschwemmungsgebieten sowie außerhalb hydrogeologisch sensibler Gebiete einzusetzen.

Ein Mindestabstand vom höchsten zu erwartenden Grundwasserstand von mindestens 1 m sowie ein Abstand zu korrosionsfähigen Bauten von mindestens 0,5 m muss bei allen Bauvorhaben eingehalten werden. Die Konstruktion sollte nach einer der im Abschnitt 4 genannten sicherungstechnischen Bauweisen nur unter wasserundurchlässiger Deckschicht wie z. B. Asphalt oder Beton erfolgen.

Bei nicht-öffentlichen Bauvorhaben wie z. B. Gewerbebauten in Industriegebieten ist aufgrund kommunaler Vorgaben vor Baubeginn zusätzlich eine wasserrechtliche Einbaugenehmigung zu erwirken.

Die Tabellen 7 und 8 fassen die Haupteinsatzgebiete für RC-Baustoffe und HMV-Asche im Straßen- und Erdbau zusammen.

**Tabelle 7:** Resultierende Anwendungsgebiete von HMV-Asche

| Bau-klasse | Straßenoberbau  |                    |                     |     |                | Erdbau          |                |                                |                   |
|------------|---|--------------------|---------------------|-----|----------------|-----------------|----------------|--------------------------------|-------------------|
|            | Straßenart  | Frostschutzschicht | Schottertragschicht | HGT | Verfestigung   | Straßenunterbau | Lärmschutzwall | Anschüttung/Damm/Hinterfüllung | Bodenverfestigung |
| SV, I, II  | Schnellverkehrsstraße (Bundesautobahnen, -fernstraßen), Industriesammelstraße | ■                  | ■                   | ■   | ■              |                 |                |                                |                   |
| II, III    | Hauptverkehrsstraße, Industriestraße, Straße in Gewerbegebieten               | ■                  | ■                   | ■   | ■              |                 |                |                                |                   |
| III, IV    | Wohnsammelstraßen, Fußgängerzone mit Ladeverkehr                              | ■                  | ■                   | ■   | ■ <sup>2</sup> |                 |                |                                |                   |
| V, VI      | Anliegerstraße, befahrbarer Wohnweg, Fußgängerzone (ohne Busverkehr)          | ■                  | ■                   | ■   | ■              | ■               | ■              | ■                              | ■                 |
| –          | Rad- und Gehwege  | ■                  | ■                   | ■   | ■              |                 |                |                                |                   |
| –          | Parkplätze, Autohöfe  | ■ <sup>1</sup>     | ■                   | ■   | ■ <sup>2</sup> |                 |                |                                |                   |
| –          | Verkehrsflächen von Industrie-/Logistik- und Sanierungsvorhaben               | ■ <sup>1</sup>     | ■                   | ■   | ■ <sup>2</sup> |                 |                |                                |                   |
| –          | Unterbau unter Fundamenten  | ■                  | ■                   | ■   | ■              |                 |                |                                |                   |

■ zulässig ■ nicht zulässig ■ ab BK III ■<sup>2</sup> ab BK IV

- Bauabschnitte **außerhalb** von Wasserschutzgebieten, Heilquellenschutzgebieten und Überschwemmungsgebieten und Maßnahmen **außerhalb** hydrogeologisch sensibler Gebiete
- Abstand Planum und höchster Grundwasserabstand mindestens 1 m
- Mindestabstand zu korrosionsanfälligen Bauten von mindestens 0,5 m
- Bauweise unter wasserundurchlässiger Deckschicht (wie z. B. Beton, Asphalt oder Bitumenanspritzung)

**Tabelle 8:** Resultierende Anwendungsgebiete von RC-Baustoffen mit Zusammensetzung nach TL Gestein-StB 04<sup>12</sup>

| Bau-klasse | Straßenoberbau  |                    |                     |     |              | Erdbau          |                |                                |                   |
|------------|---|--------------------|---------------------|-----|--------------|-----------------|----------------|--------------------------------|-------------------|
|            | Straßenart  | Frostschutzschicht | Schottertragschicht | HGT | Verfestigung | Straßenunterbau | Lärmschutzwall | Anschüttung/Damm/Hinterfüllung | Bodenverfestigung |
| SV, I, II  | Schnellverkehrsstraße (Bundesautobahnen, -fernstraßen), Industriesammelstraße | ■                  | ■                   | ■   | ■            |                 |                |                                |                   |
| II, III    | Hauptverkehrsstraße, Industriestraße, Straße in Gewerbegebieten               | ■                  | ■                   | ■   | ■            |                 |                |                                |                   |
| III, IV    | Wohnsammelstraßen, Fußgängerzone mit Ladeverkehr                              | ■                  | ■                   | ■   | ■            |                 |                |                                |                   |
| V, VI      | Anliegerstraße, befahrbarer Wohnweg, Fußgängerzone (ohne Busverkehr)          | ■                  | ■                   | ■   | ■            | ■               | ■              | ■                              | ■                 |
| –          | Rad- und Gehwege  | ■                  | ■                   | ■   | ■            |                 |                |                                |                   |
| –          | Parkplätze, Autohöfe  | ■                  | ■                   | ■   | ■            |                 |                |                                |                   |
| –          | Verkehrsflächen von Industrie-/Logistik- und Sanierungsvorhaben               | ■                  | ■                   | ■   | ■            |                 |                |                                |                   |
| –          | Unterbau unter Fundamenten  | ■                  | ■                   | ■   | ■            |                 |                |                                |                   |

■ zulässig ■ nicht zulässig

- Bauabschnitte **außerhalb** von Wasserschutzgebieten, Heilquellenschutzgebieten und Überschwemmungsgebieten und Maßnahmen **außerhalb** hydrogeologisch sensibler Gebiete
- Abstand Planum und höchster Grundwasserabstand mindestens 1 m
- Mindestabstand zu korrosionsanfälligen Bauten von mindestens 0,5 m
- Bauweise unter wasserundurchlässiger Deckschicht (wie z. B. Beton, Asphalt oder Bitumenanspritzung)

---

**Autoren:**

Dipl.-Ing. Astrid Onkelbach MSc  
Produktmanagement und Marketing granova  
REMEX Mineralstoff GmbH  
Hamburger Straße 6  
40221 Düsseldorf  
Email: astrid.onkelbach@remex.de

Dr. Jürgen Schulz  
Vertriebsleiter  
MAV Mineralstoff –Aufbereitung und –Verwertung GmbH  
Bataverstraße 9  
47809 Krefeld  
Email: juergen.schulz@mav-gmbh.de

**Endnoten:**

<sup>1</sup> LAGA M20, 1997, S. 36-38

<sup>2</sup> Gem.Rd.Erlass NRW: Güteüberwachung von mineralischen Stoffen im Straßen- und Erdbau, 2001, Kap. 1.2

<sup>3</sup> TL Gestein-StB 04, Ausgabe 2004/Fassung 2007, Anhang D, S. 45

<sup>4</sup> LAGA M 20, Stand 6. November 1997, S.55

<sup>5</sup> Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen RStO 01, Ausgabe 2001, Bild 1

<sup>6</sup> TL Gestein-StB 04, Ausgabe 2004 / Fassung 2007, Tabelle B.2

<sup>7</sup> TL BuB E-StB 09, 2009, Kap. 2.7.2

<sup>8</sup> TL Gestein-StB 04, Ausgabe 2004 / Fassung 2007, Tabelle B.1

<sup>9</sup> TL Gestein-StB 04, Ausgabe 2004 / Fassung 2007, Anhang B, S. 31

<sup>10</sup> Gem.RdErlass NRW: Anforderungen an die Güteüberwachung und den Einsatz von Hausmüllverbrennungsaschen im Straßen- und Erdbau, Bilder 1 bis 5

<sup>11</sup> Gem.RdErlass NRW: Anforderungen an den Einsatz von mineralischen Stoffen aus Bautätigkeiten (Recycling-Baustoffe) im Straßen- und Erdbau, Bilder 1 bis 5

<sup>12</sup> Weitere Anwendungsmöglichkeiten für RC-Baustoffe, die besonderen Stoffgruppen entsprechen, finden sich in [6]

---

## **Literatur:**

- [1] Gem.RdErl. d. Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz IV – 3 – 953 – 26308 – IV – 8 – 1573 – 30052 –und des Ministeriums für Wirtschaft und Mittelstand, Energie und Verkehr – VI A 3 – 32-40/45 – v. 09.10.2001: Anforderungen an den Einsatz von mineralischen Stoffen aus Bautätigkeiten (Recycling-Baustoffe) im Straßen- und Erdbau. Ministerialblatt (MBI. NRW.) Ausgabe 2001 Nr. 76 vom 3.12.2001, Seite 1493 bis 1506
- [2] Gem.RdErl. d. Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz – VI A 3 –32 – 40/45 –und des Ministeriums für Wirtschaft und Mittelstand, Energie und Verkehr IV – 3 – 953-26308 – IV – 8 – 1573-30052 – v. 09.10.2001: Güteüberwachung von mineralischen Stoffen im Straßen- und Erdbau. Ministerialblatt (MBI. NRW.) Ausgabe 2001 Nr. 78 vom 13.12.2001, Seite 1525 bis 1534
- [3] Gem.RdErl. d. Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz IV – 3 – 953- 26308 – IV – 8 – 1573-30052 – und des Ministeriums für Wirtschaft und Mittelstand, Energie und Verkehr – VI A 3 – 32-40/45 – v. 09.10.2001: Anforderungen an die Güteüberwachung und den Einsatz von Hausmüllverbrennungsaschen im Straßen- und Erdbau. Ministerialblatt (MBI. NRW.) Ausgabe 2001 Nr. 77 vom 4.12.2001, Seite 1507 bis 1524
- [4] Länderarbeitsgemeinschaft Abfall [Hrsg], Mitteilung M20 (LAGA M20): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen – Technische Regeln – Stand: 6. November 1997. Erich Schmidt Verlag, Neuburg, 1998
- [5] Länderarbeitsgemeinschaft Abfall [Hrsg], Mitteilung M20 (LAGA M20): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen – Technische Regeln – Allgemeiner Teil, Überarbeitung vom 6.11.2003, [www.laga-online.de](http://www.laga-online.de), Mainz, November 2003 [10]
- [6] Merkblatt über die Wiederverwertung von mineralischen Baustoffen als Recycling-Baustoffe im Straßenbau M RC. Ausgabe 2002, Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen, FGSV Verlag, Köln, Dezember 2002
- [7] Merkblatt über Bauweisen für technische Sicherungsmaßnahmen beim Einsatz von Böden und Baustoffen mit umweltrelevanten Inhaltsstoffen im Erdbau M TS E. Ausgabe 2009, Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen, FGSV Verlag, Köln, Februar 2009
- [8] Merkblatt über die Verwendung von Hausmüllverbrennungsasche im Straßenbau M HMVA. Ausgabe 2005, Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen, FGSV Verlag, Köln, Juli 2005
- [9] Onkelbach, A.: Handbuch Ersatzbaustoffe – Grundlagen für den Einsatz von RC-Baustoffen und HMV-Aschen. REMEX Mineralstoff GmbH [Hrsg.], Düsseldorf, 2012
- [10] Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen RStO 01. Ausgabe 2001, Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen, FGSV Verlag, Köln, November 2001
- [11] Technische Lieferbedingungen für Böden und Baustoffe im Erdbau des Straßenbaus TL BuB E-StB 09. Ausgabe 2009, Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen, FGSV Verlag, Köln, Juni 2009
- [12] Technische Lieferbedingungen für Baustoffe und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau TL SoB-StB 04. Ausgabe 2004/Fassung 2007, Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen, FGSV Verlag, Köln, November 2007
- [13] Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau Teil: Güteüberwachung TL G SoB-StB 04. Ausgabe 2004/Fassung 2007, Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen, FGSV Verlag, Köln, November 2007
- [14] Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau TL Gestein-StB 04. Ausgabe 2004/Fassung 2007, Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen, FGSV Verlag, Köln, August 2008