

## **Einsatz von Recycling-Baustoffen im Garten- und Landschaftsbau**

### **Einleitung**

Die Einsatzmöglichkeiten von Recycling-Baustoffen in Verkehrsflächen (Straßen-, Platz- und Wegebau, Erdbau) sind innerhalb der letzten 20 Jahre intensiv beschrieben und erarbeitet worden [z.B. 5,6,7]. Das ist auch keine Überraschung, stellt der Verkehrsflächenbau doch innerhalb dieser Zeit das mengenmäßig stärkste Absatzgebiet für produzierte Recycling-Baustoffe dar.

Laut letztem Monitoring-Bericht „Bauabfälle“ [1], in dem die Erhebungen des Statistischen Bundesamtes ausgewertet werden, fielen 2000 in Deutschland 54,5 Mio. t mineralischer Bauschutt, 22,3 Mio. t Straßenaufbruch und 11,8 Mio. t Baustellenabfälle an. Die Recycling-Quote lag für Bauschutt bei 76,0 %, für Straßenaufbruch bei 87,2 % und für Baustellenabfälle bei 18,1 %. Damit wurde aus den mengenintensiven Bauabfällen Bauschutt und Straßenaufbruch sowie aus den Baustellenabfällen (ohne die Betrachtung der Bodenmassen) insgesamt eine Menge von 61,4 Mio. t (aus Bauschutt 40,6 Mio. t, aus Straßenaufbruch 19,1 Mio. t und aus Baustellenabfällen 1,7 Mio. t) mineralische Recycling-Baustoffe produziert und verwertet.

Die produzierten RC-Baustoffe von 61,4 Mio. t wurden zu 69,2 % im Straßenbau und zu 19,4 % im Erdbau eingesetzt. Das entspricht einer fast 90prozentigen Quote im Erd- und Straßenbau. Der Straßenbau ist heute wie in der Vergangenheit der „Absatzmarkt“ für Recycling-Baustoffe. Im Bereich des Straßenbaus werden Recycling-Baustoffe vorwiegend als Tragschichten ohne Bindemittel (ToB), also als Schotter- oder Frostschuttschicht eingesetzt. Weitere Absatzgebiete für RC-Baustoffe, wie z.B. die Gesteinkörnung für Beton, spielen bei den Verwertungsraten bisher nur eine untergeordnete Rolle.

Recycling-Baustoffe werden durch Zerkleinerung mit Backen- und/oder Prallbrecher, Sortierung und Klassierung in korngößenabgestufte Mineralstoffgemische aufbereitet, meist bis zu einem Größtkorn von 45 mm [5,7]. Für ToB des Straßenbaus werden hauptsächlich Mineralstoffgemische 0/45 mm benötigt. Für den Wegebau und den Garten und Landschaftsbau werden aufgrund geringerer Schichtdicken Mineralgemische geringeren Größtkorns (0/32 mm) bevorzugt.

Je nach Herkunft, technischen Anforderungen für die Verwendung und der eingesetzten Verfahrenstechnik unterscheiden sich Recycling-Baustoffe in ihrer stofflichen Zusammensetzung. Die stofflichen Hauptbestandteile der mineralischen Recycling-Baustoffe können Naturstein, Beton und Mauerwerksbaustoffe (meist Ziegel oder Kalksandstein) sein. Die zugelassenen Mengenanteile der stofflichen Komponenten werden für straßenbautechnische Anwendungen durch die Technischen Lieferbedingungen für Mineralstoffe im Straßenbau (TL Min-StB [11], zukünftig TL Gestein [17]) begrenzt. Hier werden oft stofflich gemischte RC-Baustoffe verwendet.

Seit 1985 wurde ein geschlossenes Regelwerk für Anwendungen im Straßenbau in den Gremien der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen erarbeitet. Für

den Straßenoberbau bilden die RStO [10] in Verbindung mit den TL Min-StB [11], den RG Min-StB [12] und der RuA-StB [13] heute die wesentlichen Voraussetzungen für den Einsatz als güteüberwachter rezyklierter Mineralstoff. Auch die ZTV T-StB [14], die ZTV Asphalt-StB [15] und die ZTV E-StB [16] enthalten beispielsweise seit längeren die Möglichkeiten für den Einsatz von RC-Baustoffen. Zukünftig werden ein Teil dieser Regelwerke durch die europäische Harmonisierung von Normen für Gesteinskörnungen durch die TL Gestein [17], und weitere (z.B. [18,19,20]), die zurzeit in Vorbereitung / Druck sind, ersetzt.

Damit ergeben sich im Verkehrsflächenbau vielfältige geregelte Anwendungsmöglichkeiten für Recycling-Baustoffe im Erd- und Straßenbau. Im Straßenbau ist die Entwicklung für den Einsatz von Recycling-Baustoffen am weitesten fortgeschritten, Beispiele hierfür sind:

- Asphaltmischgut (Deckschicht, Binder, Tragschicht) unter Mitverwendung von Asphaltgranulat und Asphaltfräsgut
- Schottertragschicht (ToB)
- Frostschutzschicht (ToB)
- Pflasterbettungsmaterial
- Hydraulisch gebundene Tragschicht
- Mechanische Bodenverbesserung
- Schutzwall oder Damm

Im Rahmen der geforderten Kreislaufwirtschaft sind die Verwendungsmöglichkeiten für mineralische RC-Baustoffe konsequent erschlossen worden. In allen Bereichen des Straßenquerschnitts können heute rezyklierte Baustoffe vollständig oder zum Teil konventionelle natürliche oder künstliche Mineralstoffe ersetzen.

Der Einsatz von Recycling-Baustoffen im Garten- und Landschaftsbau (GaLaBau) hat sich analog zu den Verwendungsmöglichkeiten des Erd- und Straßenbaus entwickelt. Die Anwendungsmöglichkeiten aus dem Verkehrsflächenbau sind auch im GaLaBau-Bereich umgesetzt worden. Recycling-Baustoffe werden vielfach bei privaten Baumaßnahmen angewendet – zum Teil wegen des geringeren Beanspruchungsniveaus, auch mit geringeren Qualitätsansprüchen an den Baustoff.

Die vorgenannten erhobenen statistischen Zahlen erfassen die Verwendungsgebiete für RC-Baustoffe in einer Summe, nicht jedoch zusätzlich nach Sparten, wie z.B. dem Verkehrswegebau oder GaLaBau. Es kann davon ausgegangen werden, dass aufgrund der vergleichbaren technischen Einsatzgebiete die entsprechenden Mengenangaben des Garten- und Landschaftsbaus hierin enthalten sind.

Die Anwendung von RC-Baustoffen im „grünen Umfeld“, das in etwa dem Tätigkeitsfeld des Landschaftsbaus entspricht, ist daher ebenfalls seit langem bekannt. Nicht nur ökonomische Vorteile, sondern vielmehr die spezifischen Stoffeigenschaften sind es hier, die bei speziellen vegetationstechnischen Anwendungen bei der Wahl der Baustoffe eine übergeordnete Rolle spielen.

Seit vielen Jahren besteht ein großes Interesse an offenporigen Gesteinen und Gesteinskörnungen in der Vegetationstechnik. Diese kommen z.B. bei der Anwendung als Pflanzsubstrat für Dachbegrünungen [21] zum Einsatz. Nahezu sortenreine Ziegel-Recycling-Baustoffe haben sich in diesem Markt auf hohem Qualitätsniveau einen festen Platz erobert und ersetzen hier z.B. Lava oder Bims.

Im Straßenbau sehen dagegen viele immer noch „rot“ wenn es um die Verwendung des Ziegels in größerer Menge geht.

### **Straßenbau- und vegetationstechnische Problematik**

Beim Versuch einer Erklärung wird man feststellen, dass für Straßenbaustoffe ein bestimmtes Anforderungsprofil in der Vergangenheit definiert wurde, in dem der Ziegel aufgrund seiner Eigenschaften nicht vorkommen kann. Es kommen nur Gesteine zum Einsatz, deren Qualitäten in der Hauptsache durch hohe Kornfestigkeit und Frostbeständigkeit beschrieben werden. Mineralstoffe für den Straßenbau müssen daher ein dichtes und festes mineralisches Gefüge aufweisen. Je fester und dichter, wird mit grundsätzlich besser eingeschätzt. Die Materialbeschaffenheit wird durch die Messlatte der TL-Min [11], zukünftig durch die TL Gestein [17], für die verschiedenen Mineralstoffe für den Straßenbaustoff vorgegeben.

Für Gesteine, die eine innere Porenstruktur wie Ziegel aufweisen und dadurch erhöhte wasserspeichernde Eigenschaften besitzen, besteht aus bautechnischer Sicht im Straßenbau nur ein untergeordneter Verwendungszweck.

Nicht nur die Straße selbst, d.h. die eigentliche Fahrbahn, sondern darüber hinaus der gesamte Verkehrsraum muss daher in die Betrachtung mit einbezogen werden. Neben den Flächen für den Rad- und Fußgängerverkehr betrifft das z. B. den Seitenstreifen (Bankette) und die Flächen für das Verkehrsbegleitgrün.

Abgesehen von den Rad- und Fußwegen handelt es sich dabei hauptsächlich um begrünbare Verkehrsflächen. Selbst die Baumscheiben von Straßenbäumen können gemäß ihrer Funktion mit zu den begrünbaren Deckenbefestigungen gezählt werden. Man spricht in diesem Zusammenhang von „offenen“ Bauweisen – denn nur solche sind für eine Begrünung geeignet. Sie grenzen sich von den nicht offenen Bauweisen dadurch ab, dass das Niederschlagwasser nicht wie im Straßenbau üblich seitlich abfließt, sondern durch die vorgesehenen Öffnungen und Fugen in das Bauwerk eindringt und dort den Pflanzen zur Verfügung steht. Es handelt sich um wasserdurchlässige „Verkehrsflächenbefestigungen“ [ 2].

Bautechnisch betrachtet, führt eindringendes Sickerwasser immer zu Problemen. Nämlich dann, wenn die Tragfähigkeit des Bauwerks oder der Unterlage, auf dem das Bauwerk ruht, nicht mehr gegeben ist oder wenn mit einer Frostgefährdung durch eindringendes Niederschlagwasser zu rechnen ist. Die Funktion des Bauwerks wird dadurch eingeschränkt, oder sogar vollständig aufgehoben. Aus der Tatsache, dass die Tragfähigkeit und Frostbeständigkeit eines Bauwerks mit den Gehalten an Bodenwasser in

den Schichten korreliert, ist ein störungsfreier Wasserabfluss oberstes Gebot im Straßenbau.

Ein weiterer Punkt ist die Verdichtung. Zum Erreichen einer ausreichenden Tragfähigkeit sind der Untergrund und alle darüber liegenden Schichten solange zu verdichten, bis die jeweilige Tragfähigkeitsanforderung erfüllt wird. Die Standfestigkeitsanforderungen sind bauklassenabhängig im Regelwerk der RStO [10] und der ZTV T-StB [14] bez. ZTV E-StB [16] vorgegeben.

Bei der Verdichtung bleibt das Feststoffvolumen immer konstant, es verringert sich je nach Stärke der Verdichtung jedoch das Porenvolumen. Damit ändert sich:

- die Lagerungsdichte, mit zunehmender Verdichtung nimmt die Lagerungsdichte zu und
- die Wasserdurchlässigkeit, mit zunehmender Verdichtung nimmt die Wasserdurchlässigkeit ab.

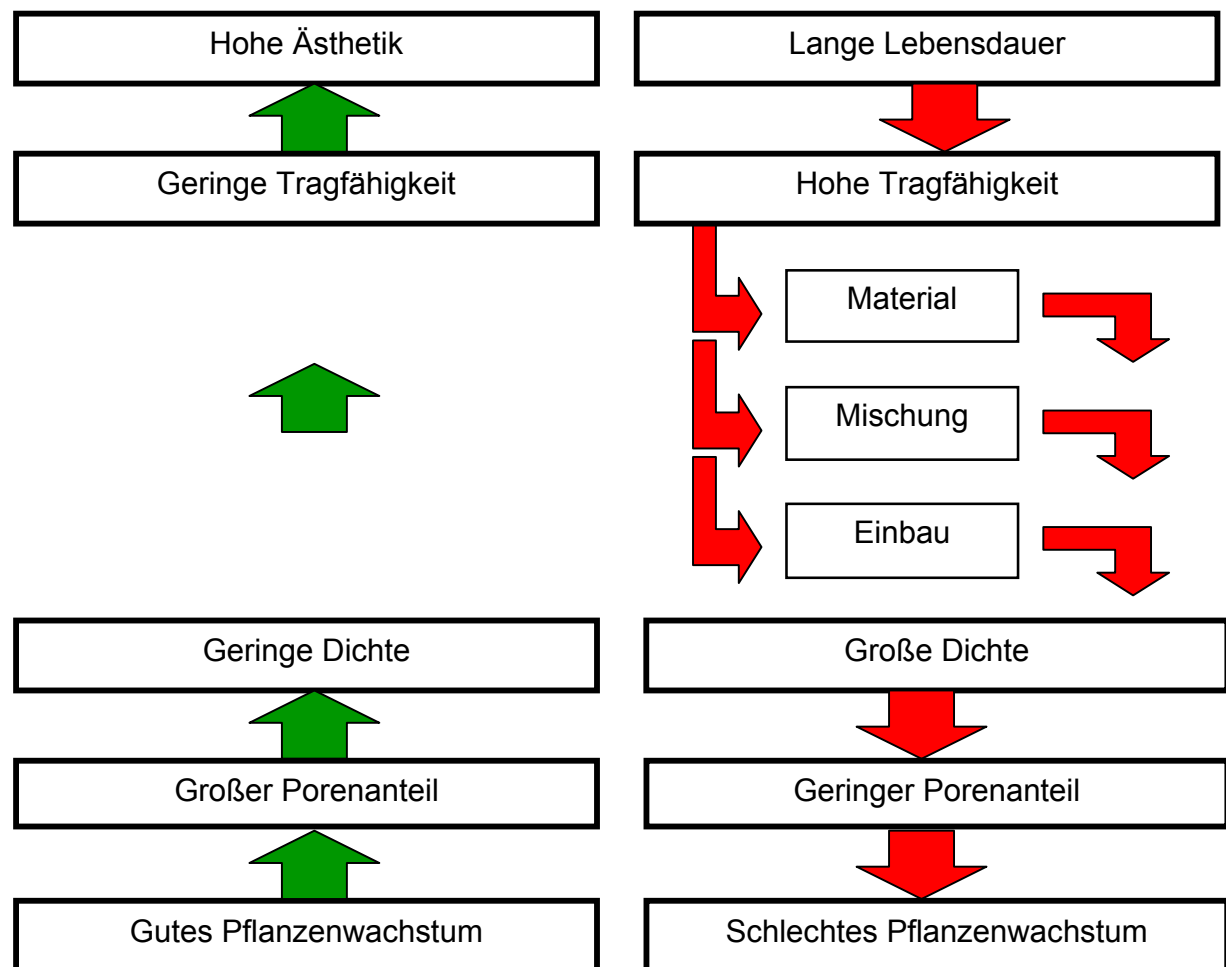
Eine hohe Tragfähigkeit erfordert eine hohe Dichte und damit eine hohe Verdichtungsleistung. Hohe Verdichtungsleistungen verringern immer das Porenvolumen und die Wasserdurchlässigkeit.

Im Ergebnis existieren bereits bei der Betrachtung der bautechnischen Anforderungen konkurrierende Vorgaben:

- eindringendes Sickerwasser soll störungsfrei abfließen
- es kann aber nicht problemlos abfließen, da mit der Verdichtung eine Reduzierung des Porenraumes in Abhängigkeit von den Boden- oder Baustoffeigenschaften stattgefunden hat.

Hinzu kommen die vegetationstechnischen Eigenschaften. In der folgenden Gegenüberstellung der bautechnischen und der vegetationstechnischen Anforderungen wird die Problematik deutlich. Es handelt es sich um zwei Fachrichtungen mit gegensätzlichen Anforderungen. Vegetationstechnische Anforderungen für ein gutes Pflanzenwachstum erfordern einen großen Porenanteil, der in Verbindung mit einer geringen Dichte und Tragfähigkeit steht.

Die aus gestalterischen und ökologischen Gründen geforderte offenen Bauweisen als begrünbare Deckenbefestigungen, in die das Niederschlagwasser eindringen und versickern kann und unter Umständen die Tragfähigkeit der Schichten beeinflusst, werden gleichzeitig aber auch von den Pflanzen benötigt. Um das versickernde Wasser für die Pflanzen verfügbar zu machen, muss die Wasserdurchlässigkeit zu Gunsten einer höheren Wasserspeicherfähigkeit in den Schichten vermindert werden, davon wird aber die Tragfähigkeit gegebenenfalls nachteilig beeinflusst.



Darstellung 1: Vegetations- und bautechnische Anforderungen an Baustoffe (*Heidger*)

Als Lösung kommt nur die Optimierung der bau- und vegetationstechnischen Anforderungen in Betracht, welche alle Ziele in verträglichem Maße berücksichtigt. Der Kompromiss beider Disziplinen vermeidet ein schlechtes Pflanzenwachstum und ein defektes Bauwerk.

Als wesentliche Einflussfaktoren sind daher für Vegetationsbaustoffe für den Landschaftsbau folgende Randbedingungen zu definieren:

- die Baustoffeigenschaften (Festigkeit und Porigkeit),
- die Korngrößenzusammensetzung und
- die Verdichtung / Standfestigkeit.

## FLL-Regelwerke

Dieser grundsätzlichen Prämisse hat sich die Forschungsgemeinschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL) in letzter Zeit vermehrt gestellt und eine Reihe von Regelwerken erarbeitet. Die FLL hat in Deutschland für den Garten- und Landschaftsbau eine gleichbedeutende Funktion im direkten Vergleich zur Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV). So sind ab 2001 Empfehlungen für den Bau und die Pflege von Schotterrasen [22], die Planung, Ausführung und Unterhaltung von Flächen aus begrünbaren Pflasterdecken und Plattenbelägen 2003 [23] und für Standortvorbereitungen von Baumpflanzungen 2004 [24] veröffentlicht worden.

Neben den bis dahin bekannten Anwendungsmöglichkeiten als Dachsubstrat [21] sind damit auch Anwendungsbereiche für porige rezyklierte Mineralstoffe geregelt worden. Gesteinskörnungen aus Ziegel können z.B. in oder als:

- Schotterrasen [22]
- Tragschicht mit vegetationstechnischen Eigenschaften [4,23]
- Substrat für begrünte Fugen und Öffnungen in Pflaster- oder Plattenbelägen [4,23]
- Baumsustrat [3,24]

verwendet werden.

Der bau- und vegetationstechnische Kompromiss bei diesen begrünbaren Baustoffen, die im Gegensatz zu den Dachgartensubstraten mit Bodenanschluss und im bautechnisch verdichteten Zustand eingesetzt werden, besteht z.B. beim Schotterrasen, der für eine gelegentliche Verkehrsbelastung zugelassen ist (u.a. für PKW-Parkflächen, Notfahrbereiche an Straßen: Bankette oder Feuerwehzufahrten) in der verringerten Anforderung an die Standfestigkeit der einzelnen Schichten der begrünten und versickerungsfähigen Flächenbefestigung.

Die Tatsache, dass die RStO [ 3] die begrünbaren Deckenbefestigungen den Einfachbauweisen und damit den Bauklassen V und VI zuordnet - das heißt den Zulassungsbereich auf die wenig befahrenen Verkehrsflächen beschränkt - ermöglicht bei Anpassung der Bauweise eine Änderung der zu erbringenden Verdichtungsleistung bzw. Tragfähigkeit auf dem Baugrund von 45 MN/m<sup>2</sup> auf mind. 25 MN/m<sup>2</sup> zu Gunsten verbesserter vegetationstechnischer Eigenschaften. Mit der Erschließungsmöglichkeit des Baugrundes bieten sich für die Vegetation eine Vergrößerung des durchwurzelbaren Bodenraumes und damit eine Steigerung der dauerhaften ästhetischen Qualität des Schotterrasens.

Vegetationstragschichten bzw. Tragschichten, die über optimierte vegetationstechnische Eigenschaften verfügen, sind in Anlehnung an die ZTV T-StB [14] aus korngroßenabgestuften Gesteinskörnungen herzustellen. Diese Stoffgemische müssen sowohl tragfähig als auch wasserdurchlässig und gleichzeitig noch wasserspeicherfähig sein. Die Wasserspeicherfähigkeit der Tragschicht mit Vegetationseigenschaften muss z.B. 30 Vol.-% betragen und darf 40 Vol.-% nicht überschreiten.

Um den vegetationstechnischen Anforderungen zu genügen, müssen Vegetationstragschichten für Baumpflanzungen (Baumsubstrate) im verdichteten Zustand z.B. über ein Gesamtporenvolumen (GPV) von  $\geq 35$  Vol.-% verfügen, damit auch ein ausreichender Lufthaushalt gewährleistet werden kann. Fehlende Luft (zu geringer Grobporenanteil) stellt insbesondere bei Bäumen vielfach den wachstumsbegrenzenden Faktor dar. Diese Vorgabe ist neben der Standfestigkeitsanforderung für unterbaufähige / überbaubare Baumsubstrate von  $45 \text{ MN/m}^2$  eine weitere Grundanforderung. Eine derartige Vorgabe ist nur durch ausreichend feste Mineralstoffe mit offener Struktur wie dem Ziegel zu erbringen.

Aufgrund der stofflichen Eigenschaften bestimmter Rezyklate, wie beispielsweise dem hochwertig aufbereiteten Ziegel-RC-Baustoff, steht dem Straßen- und Garten und Landschaftsbau für Anwendungen im grünen Umfeld ein multifunktionaler Baustoff zur Verfügung, der sowohl den bautechnischen als auch den vegetationstechnischen Anforderungen in hohem Maße gerecht wird und dessen vermehrte Anwendung z.B. als unterbaufähige Tragschicht mit sehr guten vegetationstechnischen Eigenschaften im Straßenbau für vielfältige Anwendungen zu fordern ist.

Aber auch in Tragschichten ohne Bindemittel des Verkehrsstraßenbaus können zukünftig höhere Ziegelanteile verwendet werden, wenn durch eine gezielte Aufbereitung Mörtel- und Putzanteile weitgehend minimiert werden. Neue Forschungsergebnisse [8] und die Umsetzung in das neue Regelwerk [17] belegen, dass der Ziegel auch für hochbelastete Straßen seine Eignung als ToB in Anteilen bis zu 30 M.-% bewiesen hat. Damit ist die ausreichende Festigkeit und Frostbeständigkeit des Ziegels – unabhängig von seiner Art – nunmehr auch wissenschaftlich für den Straßenoberbau belegt worden.

## **Resümee**

Für güteüberwachte, rezyklierte Mineralstoffe - mit besonderen spezifischen Eigenschaften, die i. d. R. sortenrein aufbereitet werden - sind die Möglichkeiten der Anwendung in der Praxis noch immer ausbaufähig. Das beweisen auch die vielfältigen Forschungsarbeiten und Anregungen, die hier an der Bauhaus-Universität Weimar insbesondere für die Wiederverwendung des Ziegels erarbeitet wurden [9]. Aufgrund der verfügbaren Mengen sind hochwertige Anwendungen mit einer hohen Wertschöpfung grundsätzlich zu begrüßen, bei denen die Produkteigenschaften optimal genutzt werden. Der Garten- und Landschaftsbau stellt mit seinen vegetationstechnischen und vermehrt auch bautechnischen Anforderungen an die Baustoffe solche Verwendungen dar – im Sinne der Bauwerke und der Pflanzen

## Literaturverzeichnis

- [ 1] *Kreislaufwirtschaftsträger Bau KWTB*: 3. Monitoring-Bericht Bauabfälle an den Bundesumweltminister, (Erhebung: 2000), Berlin/ Düsseldorf/ Duisburg, 31.Oktober 2003
- [ 2] *Heidger, C.; Kurkowski, H.*: Multifunktionaler recyclinggerechter und ökologischer Straßenbau, Straßen- und Tiefbau 6/2002, S. 18 - 21
- [ 3] *Heidger, C.; Kurkowski, H.*: Neue Bauweisen bei der Pflanzung von Bäumen an Straßen, Straßen- und Tiefbau 1/2004, S. 3 - 8
- [ 4] *Heidger, C.; Kurkowski, H.*: Tragschichten mit vegetationstechnischen Eigenschaften, Begriffsdefinitionen, Bauweisen und technische Voraussetzungen, Baustoff Recycling + Deponietechnik, 8/2003, S. 38 - 42
- [ 5] *Kohler, G.*: Recyclingpraxis Baustoffe, Verlag TÜV Rheinland, 3. Auflage, Köln, 1997
- [ 6] *Kohler, G.; Kurkowski, H.*: Recycling-Produkte und neue Einsatzgebiete, Straßen- und Tiefbau, Heft 7-8/2001 S. 6 - 16
- [ 7] *Kurkowski, H.; Kohler, G.*: remex Recycling-Informationen, Handbuch für Planer und Entscheider, Einsatz von Recycling-Baustoffen, remex Baustoffrecycling AG (Hrsg.), Duisburg, 1999
- [ 8] *Krass, K.; Kollar, J.*: Eignung von ziegelreichen Recycling-Baustoffen für Tragschichten ohne Bindemittel, BMVBW-Forschungsvorhaben FE-Nr. 06.073/2000/ FGB, Ruhr-Universität Bochum, Institut für Straßen- und Eisenbahnwesen, Bochum, 2003
- [ 9] *Müller, A.*: Verwertung von Recyclingbaustoffen aus Mauerwerkbruch - Eigene Entwicklungen (Teil 3). ZI 56 (2003) 10, S. 2 – 10
- *Regelwerke der Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen (FGSV), Köln:*
- [10] Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen - RStO 01, Ausgabe 2001
- [11] Technischen Lieferbedingungen für Mineralstoffe im Straßenbau - TL Min-StB 2000, Ausgabe 2000

- [12] Richtlinien für die Güteüberwachung von Mineralstoffen im Straßenbau - RG Min-StB 93, Ausgabe 1993 / 1996 mit Ergänzungen 2000
- [13] Richtlinie für die umweltverträgliche Anwendung von industriellen Nebenprodukten und Recycling-Baustoffen im Straßenbau - RuA-StB 2001, Ausgabe 2001
- [14] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Tragschichten im Straßenbau – ZTV T-StB 95, Ausgabe 1995 / Fassung 2002
- [15] Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Fahrbahndecken aus Asphalt - ZTV Asphalt-StB 01, Ausgabe 2001
- [16] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau" – ZTV E-StB 94, Ausgabe 1994 / Fassung 1997
- [17] Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau - TL Gestein-StB, derzeit in Vorbereitung / Druck
- [18] Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau - TL SoB-StB, derzeit in Vorbereitung / Druck
- [19] Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Teil: Güteüberwachung - TLG SoB-StB, derzeit in Vorbereitung / Druck
- [20] Zusätzliche Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau - ZTV SoB-StB, derzeit in Vorbereitung / Druck
  
- *Regelwerke der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau (FLL), Bonn:*
- [21] Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen – Dachbegrünungsrichtlinie - Ausgabe 2002
- [22] Empfehlungen für Bau und Pflege von Flächen als Schotterrasen, Ausgabe 2000
- [23] Empfehlungen für die Planung, Ausführung und Unterhaltung von Flächen aus begrünbaren Pflasterdecken und Plattenbelägen, Ausgabe 2003
- [24] Empfehlungen für Baumpflanzungen, Teil 2: Standortvorbereitungen für Neupflanzungen, Pflanzgruben und Wurzelraumerweiterung, Bauweisen und Substrate, Ausgabe 2004

Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. (FH) Harald Kurkowski  
TerraTextura Baustoff- und Vegetations-Technologie GmbH

---

**Verfasser:**

Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. (FH) Harald Kurkowski  
Geschäftsführer der  
TerraTextura Baustoff- und Vegetations-Technologie GmbH  
Am Kuhfuß 21, 59494 Soest  
E-mail: [h.kurkowski@t-online.de](mailto:h.kurkowski@t-online.de)  
Tel.: 02921 / 9810300, FAX: 02921 / 9810306