

Ersatz von Primärrohstoffen in Geokunststoff – Bewehrte – Erde – Konstruktionen durch Ersatzbaustoffe

Mirschel, D.¹, Schwerdt, S.¹, Schneider, P.¹, Schulz, K.¹, Fiebig, S.¹

¹ Hochschule Magdeburg-Stendal, Magdeburg, Deutschland

dominik.mirschel@h2.de

KURZFASSUNG

Mineralische Abfälle, einschließlich nicht gefährlicher Bauabfälle sind der größte Abfallstrom nach Erreichen eines gewissen Urbanisierungsgrades eines Landes. Dieser Abfallstrom besitzt ein signifikantes Rohstoffpotential zum Ersatz von Primärrohstoffen. Obwohl ein Großteil der Bauabfälle wiederverwendet wird, dienen andere mineralische Materialien wie Aschen oder Schlacken bisher nur zur Verfüllung oder werden auf Deponien abgelagert. Ziel der Untersuchungen ist es, die Nutzbarkeit von Ersatzbaustoffen in höherwertigen Anwendungen, wie z.B. KBE-Konstruktionen zu eruieren. Ferner sollen Einsatzmöglichkeiten von Ersatzbaustoffen in Grüner Infrastruktur erprobt werden. Neben technischen und Umweltaforderungen ist die Materialbegrenzbarkeit relevant. Das Untersuchungskonzept beinhaltet bodenmechanische Labortests sowie Begrünungsversuche an Ersatzbaustoffen. Im nächsten Schritt ist die Errichtung einer KBE-Konstruktion unter vollständiger Substitution der Primärbaustoffe geplant.

Schlagworte: Kunststoff-bewehrte-Erde-Konstruktionen, Urbane grüne Infrastruktur

1 EINLEITUNG

Nach aktuellen Prognosen werden täglich 58 ha Flächen neu versiegelt, hauptsächlich durch Verkehrsinfrastruktur [1]. Hierfür wurden im Jahr 2016 247 Mio. Tonnen Kies und Sand als Primärrohstoffe verbraucht [2]. Die Verfügbarkeit dieser Materialien ist begrenzt. Seit Inkrafttreten der Deponieverordnung ist auch Deponieraum begrenzt. Jährlich entstehen 350 Mio. Tonnen Abfall, davon 250 Mio. Tonnen mineralische Abfälle und Reststoffe, wovon ein Teil deponiert und ein anderer Teil weiterverarbeitet wird. Darunter zählen Bauabfälle, Schlacken, Aschen, Steine und andere. Alle benannten Ersatzbaustoffe besitzen die Qualität bau- und ingenieurtechnische Konstruktionen zu erschaffen. Aus diesem Grund beschäftigt sich die Hochschule Magdeburg-Stendal, Fachbereich WUBS mit diesem Themengebiet. Es wurden bereits einige Abschlussarbeiten verfasst und aktuell läuft das Forschungsprojekt „Recycle - KBE“.

2 EINLEITUNG

2.1 Was sind Ersatzbaustoffe

Mineralische Ersatzbaustoffe (MEB) sind „anstelle von Primärrohstoffen verwendete Baustoffe aus industriellen Herstellungsprozessen oder aus Aufbereitungs- / Behandlungsanlagen (Abfälle, Produkte) wie z.B. Recyclingbaustoffe (Bauschutt), Bodenmaterial, Schlacken, Aschen, Gleisschotter.“ [3].

2.2 Verwertung von Ersatzbaustoffe

In Sachsen-Anhalt fielen im Jahr 2013 8,4 Mio. Tonnen mineralische Abfälle an. Die Industriebranchen waren Bauwirtschaft, Energieerzeugung, Abfallverbrennung, sowie Abfallaufbereitung. Die nachfolgende Abbildung verdeutlicht, die einzelnen Sektoren der Wiederverwertung.

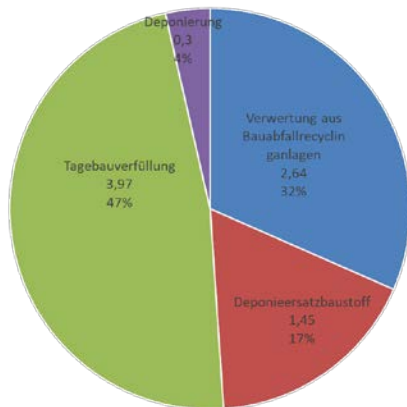


Abbildung 1: Wiederverwertung von mineralischen Abfällen in Mio. t

Ein Großteil der erzeugten Abfälle werden entweder verfüllt oder deponiert und verlieren somit an Bedeutung/Wiederverwendung. Der Kreislauf schließt sich [4].

2.3 Zukunft der Ersatzbaustoffe

Für eine weitere Verarbeitung von mineralischen Abfällen, wird ein erweiterter regulatorischer Rahmen benötigt, der mit der geplanten ErsatzbaustoffVO im Rahmen der MantelVO geschaffen werden soll. Der Inhalt besteht aus allgemeinen Bestimmungen, Herstellung und Inverkehrbringen von mineralischen Ersatzbaustoffen, Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen und Gemeinsame Bestimmungen. Mit einer möglichen Umsetzung der Verordnung können Recyclingbaustoffe besser in technische Bauwerke eingebaut werden. Durch die Nutzung in ingenieurtechnischen Bauwerken, werden die begrenzten Primärrohstoffe geschont.

3 KUNSTSTOFF – BEWEHRTE – ERDE (KBE) - KONSTRUKTIONEN

3.1 Einsatzbereich

Jährlich werden in Deutschland 1,5 – 2,0 Mio. qm verbaut. Die Masse des Füllbodens beträgt 1,6 Mio. Tonnen. Beliebte sind KBE-Konstruktionen im Straßen- und Ingenieurbau, um Geländesprünge, Steilböschungen oder Fahrbahnrampen abzusichern.

3.2 Grüne Infrastruktur

Durch die unterschiedlichen Einsatzbereiche, besteht die Möglichkeit der Begrünung.

Verbunden mit einer Grünfläche entstehen weite und neue Aspekte der Grünen Infrastruktur. Grüne Infrastruktur ist ein strategisch geplantes Netzwerk von qualitativ hochwertigen natürlichen und naturnahen Gebieten [5]. Ziel ist es, dass die Grüne Infrastruktur eine breite Palette der bekannten Ökosystemleistungen bereitstellt. Beispiele sind Schaffung von Erholungsmöglichkeiten, wie zum Beispiel Parkanlagen. Aber auch die Anlage von Wildwiesen fördert die Population der Bienen sowie den Rückhalt von Regenwasser.

3.3 Anforderungen an die Errichtung von KBE – Konstruktionen

Das Regelwerk EBGEO gibt die Anforderungen vor, die eine KBE-Konstruktion erfüllen muss. Darunter fällt das der Verdichtungsgrad von mindestens $D_{Pr} = 97\%$ sein muss und eine Wasserunempfindlichkeit garantiert ist. Bedingungen an die Begrünung ist, dass der Boden 20 cm dick ist und eine naturnahe Bepflanzung ausgesät wird, die sich selbst erhält.

4 UNTERSUCHUNGEN AN HOCHSCHULE MAGDEBURG-STENDAL

Um KBE-Konstruktionen zukunftstauglich zu gestalten, im Sinne der Nachhaltigkeit, werden Forschungen, Untersuchungen und Projekte angestoßen, welche die Befüllung mit Ersatzbaustoffen beinhalten

4.1 Vorarbeiten

Im Rahmen zweier Bachelorarbeiten, wurde die Begrünungsfähigkeit von Ersatzbaustoffen getestet, sowie die Eignung als Oberflächenabdichtung für Deponien.

4.1.1 Praktische Anwendungsmöglichkeiten für mineralische Ersatzbaustoffe

Die Beprobung von Ziegelabbruchmaterialien (ZBA) ist in Lysimetern unternommen wurden. Es wurden zwei Testfelder aufgebaut.



Abbildung 2 Lysimeter 1 (ZBA) und Lysimeter 2 (ZBA mit Lavamulch versetzt)

Die wissenschaftlichen Bedingungen waren eine manuelle Bewässerung, welche über 4 bis 8 Wochen angepasst wurde und die Wasserzufuhr erfolgte alle 2 bis 3 Tage mit 4-8 l/m².

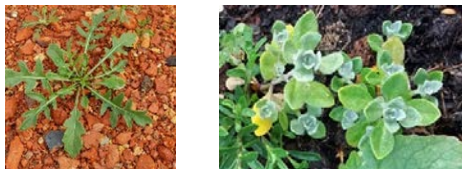


Abbildung 3 Begrünungserfolge Lysimeter 1 und Lysimeter 2

Das Resultat der Untersuchung war, dass reiner Ziegelbruch schwer begrünbar ist, aber in Verbindung mit organischen Bestandteilen und Lavagestein ein optimales Milieu ausbilden kann [6]

4.1.2 Untersuchung zu Einsatzmöglichkeiten von Ersatzbaustoffen in Bewehrter Erde als Grüne Infrastruktur

Eine weitere Untersuchung befasste sich mit Braunkohlefilterasche (BFA), Gießereirestsand (GRS), Hochofenschlacke (HOS) und Elektroofenschlacke (EOS). In diesem Falle wurde neben der Begrünungsfähigkeit, ebenso die bodenmechanische Beanspruchung getestet.

Dabei stellte sich heraus, dass alle Materialien für eine Geokunststoffbewehrung geeignet sind, auch falls es sich um ein basisches Milieu handelt, was bei einer Reihe von Ersatzbaustoffen der Fall ist. Durch den hohen pH-Wert der Ersatzbaustoffe ist eine Verwendung in Stahlbewehrungen ausgeschlossen. Für den Einsatz in Bewehrte Erde Konstruktionen eignen sich die Schlacken

am besten, weil ihre grob- bis gemischtkörnige Zusammensetzung optimal ist zur Errichtung. Der Gießereisand besitzt eine homogene Korngrößenverteilung und die zugeordnete Bodengruppe SU*. Somit ist ein Einbau in Bewehrte Erde nicht möglich. Die Braunkohlefilterasche ist recht homogen aber witterungsfähig. In Kombination mit einem anderen homogenen grobkörnigen Material würde das die Eigenschaften verbessern und einen Bau ermöglichen. Die Begrünung der Materialien ist ebenso geeignet, durch das Beimischen von Nährstoffen und die Auflockerung des homogenen Korngefüges. [7].

4.2 Projekt Recycle-KBE

Ziel des Projektes ist eine Verbesserung der Nachhaltigkeit sowie einer Stärkung der urbanen grünen Infrastruktur. Eingesetzt werden Ersatzbaustoffe (Hochofenschlacken, Elektroofenschlacken, Betonrecycling und Gleisschotter sowie als Begrünungsboden Ziegelbruch und Porenbeton) um eine Kunststoff-Bewehrte-Erde-Konstruktion zu bauen. Untersucht werden die bodenmechanischen Eigenschaften und die Begrünungsfähigkeit der Materialien. Des Weiteren kommt ein biologisch abbaubarer Vliesstoff als Trennlage zum Einsatz. Das Verhalten von Geogittern im basischen Milieu soll erforscht werden. Ferner erfolgt die Untersuchung von umweltschädlichen Inhaltsstoffen in Wasserproben und der Vergleich zu den Ergebnissen von Feststoff- und Eluatanalysen.

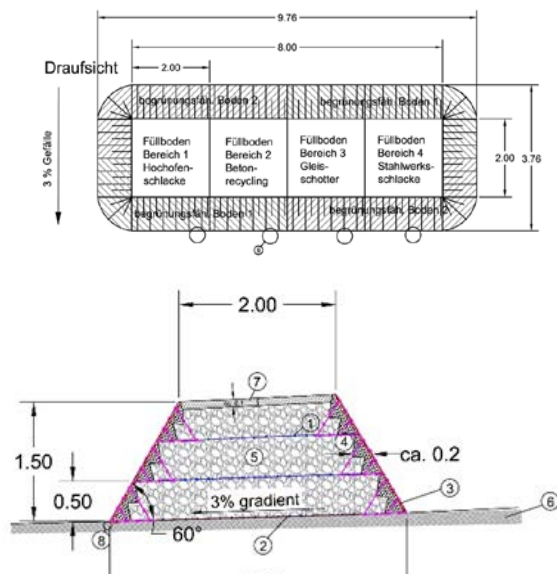


Abbildung 4 Draufsicht und Querschnitt

- Legende: 1-Geogitter,
 2-Kunststoffdichtungsbahn,
 3-Erosionsschutz mit Begrünung,
 4-begrünungsfähiger Boden, 5-Füllboden,
 6-Untergrund, 7-begrünungsfähiger Boden,
 8-Dränrohr, 9-Sickerwasserschacht

Die Fertigstellung des Objektes erfolgte Ende Februar. Es war wichtig, dass die Bewehrte Erde vor der ersten Vegetationsperiode fertig wird, um einen langen Untersuchungszeitraum sicherstellen zu können.

Um die Begrünungsfähigkeit vorab zu testen, wurde ein Schnelltest über vier Wochen vorgenommen. Der Test hatte das Ziel, die Wirkung verschiedener Zugabematerialien auf die Begrünungsfähigkeit von Ziegelbruch und Porenbeton zu untersuchen.



Abbildung 5 Schnelltest am Beispiel Porenbeton

Die Abbildung 5 zeigt, dass alle Proben begrünbar sind. Ein ähnliches Bild zeigte sich auch beim Ziegelbruch. Für die Bewehrte Erde

wurde sich zum Schluss entschieden, dass Material zu mischen mit Mutterboden im Verhältnis 2 Teile Ersatzbaustoffe und 1 Teil Mutterboden.

5 ZUSAMMENFASSUNG

Die Nutzung von Ersatzbaustoffen ist im Bauwesen schon angekommen. Jedoch bestehen in vielen Fällen beim offenen Einbau Unsicherheiten, so dass der Einbau in der Praxis dann doch nicht erfolgt. Aus diesem Grund wurde das Projekt Recycle-KBE ins Leben gerufen. Es soll zeigen, dass auch ingenieurtechnische Bauwerke mit Ersatzbaustoffen errichtet werden können. Daher werden im Projekt alle wichtigen Aspekte bzgl. Bodenmechanik und Umweltrelevanz thematisiert. Auch in der heutigen Gesellschaft wird die Wiederverwendung von Materialien immer wichtiger, um die Umwelt zu schützen.

LITERATUR

- [1] Umweltbundesamt, Siedlungs- und Verkehrsfläche (2019). Verfügbar: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/flaeche-boden-land-oekosysteme/flaeche/siedlungs-verkehrsflaeche#anhaltender-flachenverbrauch-fur-siedlungs-und-verkehrszwecke>. abgerufen am 10.03.2020
- [2] Kreislaufwirtschaft Bau. „Kreislaufwirtschaft-Bau.de. Verfügbar: <http://kreislaufwirtschaft-bau.de/#aktuelleDaten>. abgerufen am 10.03.2020
- [3] Schwerdt, Sven. Schneider, Petra (2019). *Möglichkeiten des Einsatzes von Ersatzbaustoffen bei der Errichtung von Kunststoff-Bewehrte-Erde-Konstruktionen*.
- [4] MULE Sachsen-Anhalt (2018). *Leitfaden zur Wiederverwendung und Verwertung von mineralischen Abfällen in Sachsen-Anhalt*. Magdeburg. Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie
- [5] Europäische Kommission. *Eine grüne Infrastruktur für Europa* (2014). Europäische Union.
- [6] Feibig, Sebastian (2017). *Anwendungsmöglichkeiten für mineralische Ersatzbaustoffe* (Bachelorarbeit HS Magdeburg-Stendal).
- [7] Schulz, Katja (2019). *Untersuchung zu Einsatzmöglichkeiten von Ersatzbaustoffen in Bewehrter Erde als Grüne Infrastruktur* (Bachelorarbeit HS Magdeburg-Stendal).