

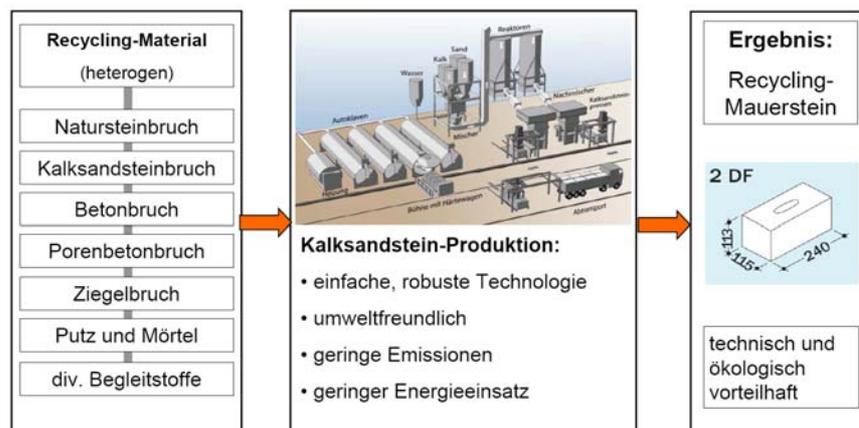
FORSCHUNGSVEREINIGUNG KALK-SAND EV

Kurzbericht

Entwicklung eines Recycling-Mauersteins unter Verwendung von Abbruchmaterial und Baurestmassen und Anwendung der Kalksandstein-Technologie

Projekt: Az: Z6-10.08.18.7-6.30 II2-F2006-26

Dieses Forschungsvorhaben wurde mit Mitteln des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung gefördert.



Dipl.-Ing. Wolfgang Eden

Forschungsvereinigung Kalk-Sand eV, Hannover

Prof. Dr. rer. nat. Bernhard Middendorf

Technische Universität Dortmund - Fakultät Bauwesen

Lehrstuhl Werkstoffe des Bauwesens

FORSCHUNGSINITIATIVE
ZukunftBAU

Mit Unterstützung durch:

TerraTextura Baustoff- und Vegetationstechnologie GmbH, Soest
Brockmann Recycling GmbH, Nützen



Zusammenfassung

Mit dieser Arbeit wurde ein neuer Recycling-Mauerstein entwickelt, dessen Herstellung unter Verwendung von Original-Mauerwerk-Abbruchmaterial und unter Einsatz der Kalksandstein-Technologie erfolgt. Bei den auf diese Weise hergestellten Mauersteinen handelt es sich nicht um Kalksandsteine, sondern um sogenannte Recycling-Mauersteine. Die wichtigsten Ergebnisse sind im Folgenden zusammengestellt:

- Die Herstellung von Recycling-Mauersteinen unter Anwendung der Kalksandstein-Technologie ist grundsätzlich möglich.
- Jedes der im Rahmen der hier durchgeführten Versuche verwendete RC-Material verhält sich gemäß seinen spezifischen Eigenschaften (Korngrößenverteilung, Wasseranspruch, chemisch-mineralische Zusammensetzung,...) unterschiedlich bei der Herstellung von Recycling-Mauersteinen und ebenfalls hinsichtlich seines Einflusses auf deren Eigenschaftswerte.
- Bei Zugabe von Recycling-Sanden aus Mauerwerk-Abbruchmaterial treten in den meisten Fällen gegenüber den Nullserien (ohne Recycling-Material) Einbußen bei den Qualitätskennwerten auf. So werden beispielsweise in den allermeisten Fällen geringere Steinrohdichten und geringere Steindruckfestigkeiten erzielt.
- Holz, Tapetenreste und andere organische Materialien sind vorher auszusortieren.
- Die Qualitätseinbußen steigen im Allgemeinen mit zunehmender Zugabemenge von RC-Material an. Die Zugabemengen sind daher zu begrenzen.
- Bei Verwendung der gröberen Fraktion von RC-Materialien (2/4 mm) sind größere Einbußen als bei den feineren RC-Materialien (0/2 mm) zu verzeichnen. In der Folge ist eine Einschränkung auf die feine Fraktion und geringe Mengen zu empfehlen.
- Die Verwendung von Kalksandstein-, Ziegel-, Beton- und Naturstein-Recycling-Material ist grundsätzlich möglich. Die Zugabe von Porenbeton-Recycling-Material kann nicht empfohlen werden.
- Mit verschiedenen produktionstechnischen Maßnahmen kann den Qualitätseinbußen in den meisten Fällen entgegengewirkt werden: z.B. Steigerung des Verdichtungsdrucks, Erhöhung der CaO-Dosis bzw. Verlängerung der Härtezeiten.
- Diese unter Verwendung von dem o.g. üblichen Mauerwerk-Recycling-Material hergestellten Mauersteine sind - ebenso wie handelsübliche Kalksandstein-Produkte - hinsichtlich ihrer Umweltverträglichkeit erwartungsgemäß als ungefährlich einzustufen. Eine gesundheitliche Gefährdung durch die auf diese Weise hergestellten Recycling-Mauersteine ist aus Sicht der Autoren ausgeschlossen. Weitergehende Umweltanalysen sind nicht erforderlich.

Die Anwendung der im Rahmen dieser Untersuchungen ermittelten Grundlagenerkenntnisse auf die Produktionsbedingungen in Kalksandsteinwerken ist in jedem Einzelfall unter Berücksichtigung werkspezifischer Gegebenheiten durch eingehende Voruntersuchungen im Kalksandsteinwerk und im Labor zu überprüfen. Das Prüf- und Forschungsinstitut der Kalksandstein-Dienstleistung GmbH unterstützt bei dieser Arbeit.

Ziele des Forschungsvorhabens

Die Forschungsaufgabe besteht in der Entwicklung eines Recycling-Mauersteins, der unter Einsatz von mineralischem Abbruchmaterial und Baurestmassen und unter Anwendung der Kalksandstein-Technologie hergestellt wird. Die übergeordneten Ziele dieses Forschungsvorhabens sind nachfolgend zusammengestellt:

1. Weiterverwendung von Abbruchmaterial und Baurestmassen auf einem höherwertigem Verwertungsniveau
2. Reduzierung der Deponierung von Bauabfällen
3. Schließung von Materialkreisläufen im Baubereich
4. Nachhaltige, das heißt ökologische und wirtschaftliche Verwendung von Recycling-Materialien

Aus diesen übergeordneten Zielen ergeben sich für die gestellte Forschungsaufgabe folgende Einzelziele:

- a. Entwicklung eines neuen Recycling-Materials für Mauersteine
- b. Anwendung der Kalksandstein-Technologie
- c. Einsatz eines hohen Anteils an Sekundärrohstoffen
- d. Einfache Herstelltechnologie bei geringem Energieeinsatz
- e. Verwendung des Recycling-Mauersteins insbesondere auch im Do-It-Yourself-Bereich

Die Untersuchungsergebnisse zeigen Ansätze zur Auslegung von optimalen Herstellparametern für die Erzeugung von Recycling-Mauersteinen auf und sind direkt in der betrieblichen Praxis der Kalksandsteinwerke anwendbar.

Untersuchungen

Ablauf der Untersuchungen:

Die Entwicklung des Recycling-Mauersteins besteht in einer stufenweisen Vorgehensweise, das heißt einem schrittweisen, iterativen Herantasten an die Optimalrezepturen.

1. Den Kalksand-Rohmischungen werden Abbruchmaterialien unterschiedlicher Menge und Beschaffenheit zugegeben.
2. Aus diesen Mischungen werden unter Anwendung der Kalksandstein-Technologie Prüfkörper erzeugt und nach baustofftechnischen Gesichtspunkten untersucht.
3. Nach Vorliegen der qualitätskennzeichnenden Eigenschaftskennwerte werden die Herstellparameter schrittweise in Richtung der erwarteten Verbesserung der Steineigenschaften verändert.

Folgende Herstellparameter haben einen wesentlichen Einfluss auf die Steinqualität, sind in der betrieblichen Praxis der Kalksandstein-Produktion veränderbar und wurden deshalb stufenweise variiert:

- | | |
|---|---|
| a. Kalkdosis: | CaO = 5 / 7 / 9 M.-% |
| b. Zugabemenge an Abbruchmaterial: | 25 / 50 / 75 M.-% |
| c. Kornfraktion des Abbruchmaterials: | 0/2 mm und 2/4 mm |
| d. Pressdruck beim Verdichten der Rohlinge: | $\sigma_p = 10 / 15 \text{ N/mm}^2$ |
| e. Härtedauer bei Autoklavieren: | $t_h = 1-4-1 \text{ h}$ und $1-6-1 \text{ h}$ |
| f. Härtetemperatur bzw. -druck: | $T_h = 194/203 \text{ }^\circ\text{C}$ bzw. $p_e = 14 / 16 \text{ bar}$ |

Baustofftechnische Untersuchungen:

Die im Labor und in einem Kalksandsteinwerk erzeugten optimierten Prüfkörperserien werden schließlich folgenden Untersuchungen unterzogen:

- Festigkeit (Druck-, Biegezug-, Zug-, und Verbundfestigkeit Stein-Mörtel)
- Gefügeeigenschaften (Rohdichte, Porosität, Wasseraufnahme)
- Verformungseigenschaften (E-Modul, Temperatureausdehnung,...)
- Chemisch-mineralogische Eigenschaften (röntgenographische Phasenanalyse, Licht- und Rasterelektronenmikroskopie)

Bestimmung von Umweltparametern:

- VOC-Emissionen nach dem AgBB-Schema, Eurofins A/S, Hamburg
- Auslaugung nach dem DEV-S4-Verfahren, Chemisches Labor Dr. E. Wessling

Recycling-Material:

Folgende sortenreine Abbruch-Materialien wurden bei den Versuchen berücksichtigt:

- Kalksandsteine
- Mauerziegel
- Porenbetonsteine
- Beton
- Naturstein



Bilder 1 bis 3: Ausgangsmaterial: sortenreines Mauerwerk-Abbruchmaterial (Beispiel)
Brockmann Recycling GmbH, Nützen, Foto: TerraTextura GmbH, Soest



Bild 4 bis 6: Recycling-Bruchmaterial der Fraktion 0/5 mm
Kalksandstein-, Ziegel- und Beton-Material
Brockmann Recycling GmbH, Nützen, Foto: TerraTextura GmbH, Soest



Bilder 7 und 8: Zerkleinertes Kalksandstein-Recycling-Material (Beispiel)

Die nachfolgenden 2 Diagramme zeigen exemplarisch für ein Kalksandstein-Recycling-Material dessen Wirkung auf die Steineigenschaftswerte. Mit produktionstechnischen Maßnahmen können die Steineigenschaftswerte gezielt verändert werden.

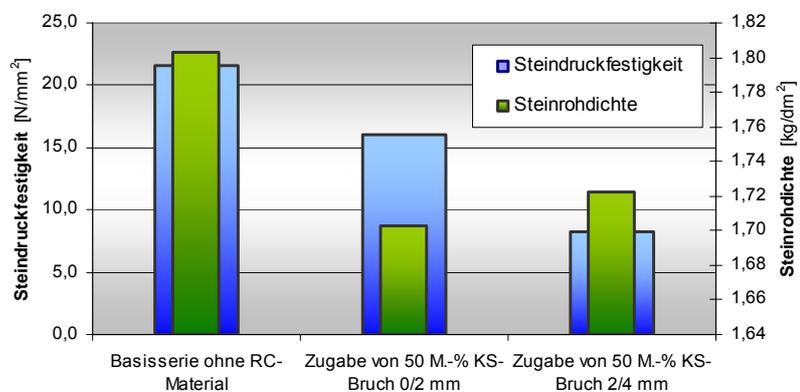


Bild 9: Einfluss der Zugabe von sortenreinem Kalksandstein-Recycling-Material auf die Steindruckfestigkeit und die Steinrohichte

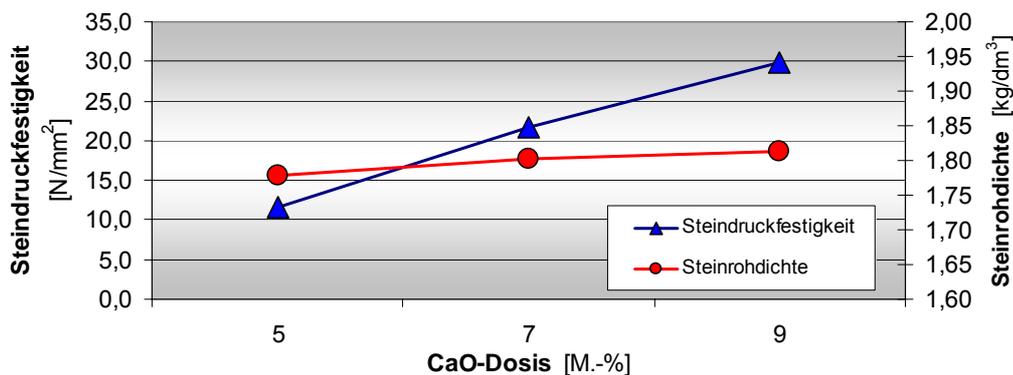


Bild 10: Mit einer Anhebung der Kalkdosis kann die Steindruckfestigkeit und die Steinrohddichte angehoben werden.



Bild 11: Prüfkörper der Serie 9 - Zugabe von 50 M.-% Kalksandstein-Recycling-Material der feinen Fraktion 0/2 mm (Beispiel)

Umweltanalyse der Recycling-Mauersteine

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass sämtliche gemessenen Konzentrationen entweder unterhalb der derzeitigen, sehr niedrigen Messgrenzen liegen oder derart gering sind, dass keinerlei Gefährdung für den Nutzer zu erwarten ist. Schadstoffe wurden nicht nachgewiesen und sind auch nicht zu erwarten. Die exemplarisch untersuchten 4 Produkte sind in der Konsequenz gemäß der "Vorgehensweise bei der gesundheitlichen Bewertung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC und SVOC) aus Bauprodukten" des AgBB in der Fassung vom September 2005 für die Verwendung in Innenräumen geeignet. Diese Produkte sind erwartungsgemäß - ebenso wie handelsübliche Kalksandstein-Produkte - als ungefährlich einzustufen. Eine gesundheitliche Gefährdung durch die auf diese Weise hergestellten Recycling-Mauersteine ist aus Sicht der Autoren ausgeschlossen. Weitergehende Umweltanalysen sind nicht erforderlich.