

INNOVATIVES RECYCLING-VERFAHREN FÜR ALTBETON MITTELS ELEKTRISCHEN HOCHSPANNUNGS-IMPULSEN

Dr. Volker Thome, Abteilungsleiter »Mineralische Werkstoffe und Baustoffrecycling«
Fraunhofer Institut für Bauphysik IBP, 83626 Valley

Auf Wissen bauen

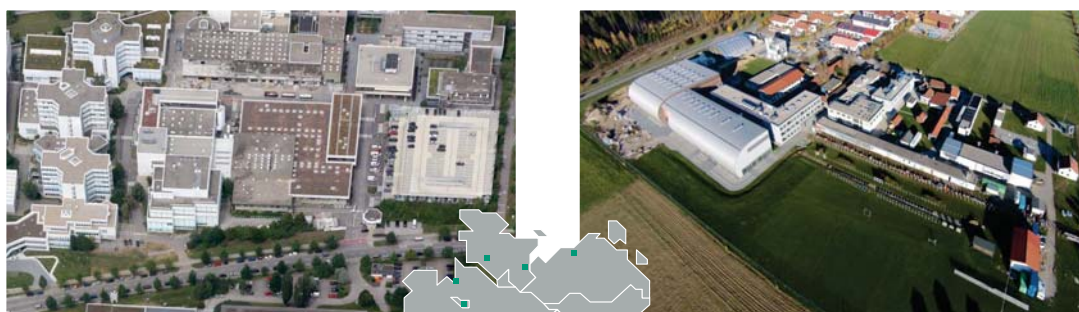


© Fraunhofer IBP

Fraunhofer
IBP

Fraunhofer Institut für Bauphysik

Überblick



Zentrale Stuttgart

- Gegründet in 1929
- Fraunhofer 1959
- 67 FhG Institute

Holzkirchen Außenstelle

- Budget 27,6 Mio. €
- Industrieforschung 34 %
- 460 Mitarbeiter

© Fraunhofer IBP

Abt.: »Mineralische Werkstoffe und Baustoffrecycling«

Fraunhofer
IBP

Fakten zu Beton als Massenbaustoff

- Beton ist weltweit nach Wasser die **meist verwendete Substanz der Erde !!**
- Jährlich fallen weltweit **ca. 2 Mrd.t Altbeton** an
- Stoffkreislauf für Altbeton ist nicht geschlossen, es findet überwiegend ein »Downcycling« statt
- Ca. 70 % des Altbetons wird als Straßenunterbau weiterverwendet



Stahlbeton nach der Vorzerkleinerung

Die tatsächliche Recyclingquote für Beton liegt unter 4% !

Abfallstoffe sind die Rohstoffe der Zukunft



2014 fielen in Deutschland **54,6 Mio. Tonnen** Altbeton an



2013 wurden in Deutschland **45,6 Mio. m³** Transportbeton produziert



Sand ist bereits ein kritischer Rohstoff geworden



Jährlich werden weltweit über **40 Mrd. Tonnen** Sand und Kies verbraucht

Bildquellen:
MEV-Verlag (www.mev.de)
iStock (www.istockphoto.com)

Aufbereitung von Verbundwerkstoffen am Beispiel »Altbeton«

- Mechanische Aufbereitung von Altbeton erzeugt nur Altbeton-Schotter aber keine hochwertigen Zuschläge (Sand und Kies) oder neue Rohstoffe für die Zementherstellung



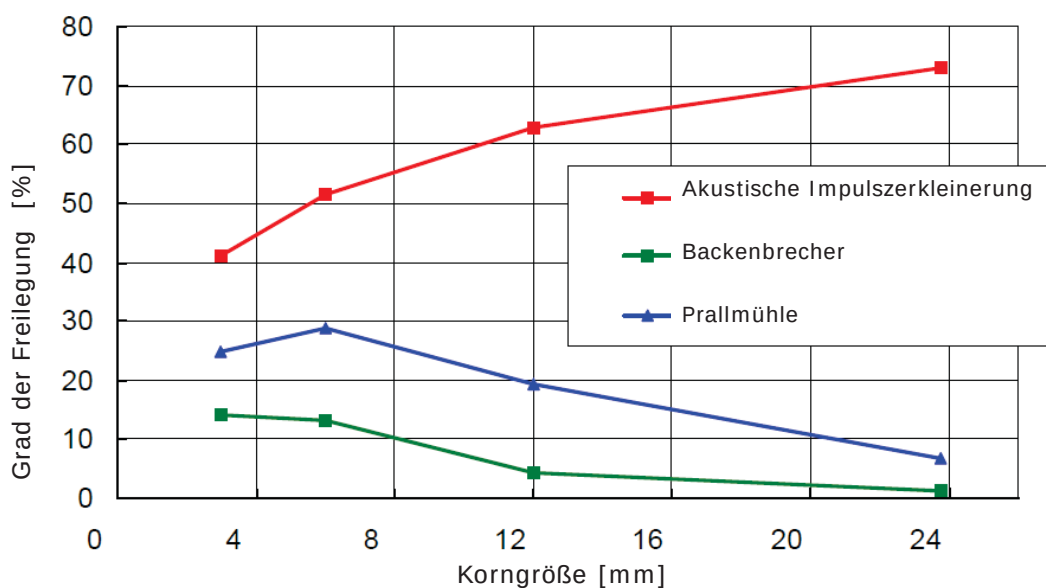
Altbeton-Bruch



Altbeton-Schotter

Für ein »echtes« **Recycling von Altbeton** müssen Sand und Kies aus der Zementsteinmatrix **selektiv** freigelegt werden

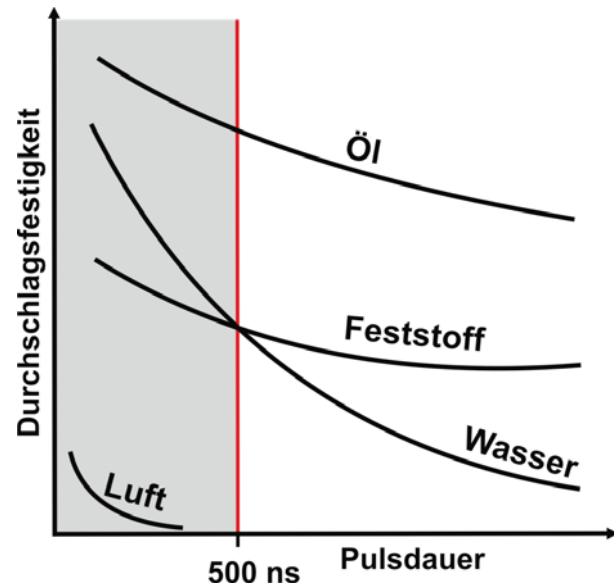
Vergleich von unterschiedlichen Aufbereitungsmethoden



Aus: A. Müller (Uni Weimar): »Aufbereiten und Verwerten von Bauabfällen – Angebote aus der Forschung für die Praxis«

Prinzip der Elektrodynamischen Fragmentierung

- Der Widerstand eines Materials gegenüber einer elektrischen Entladung ist keine physikalische Konstante
- Die Materialien weisen in Abhängigkeit von der Pulsdauer des elektrischen Impulses eine unterschiedliche Durchschlagsfestigkeit auf



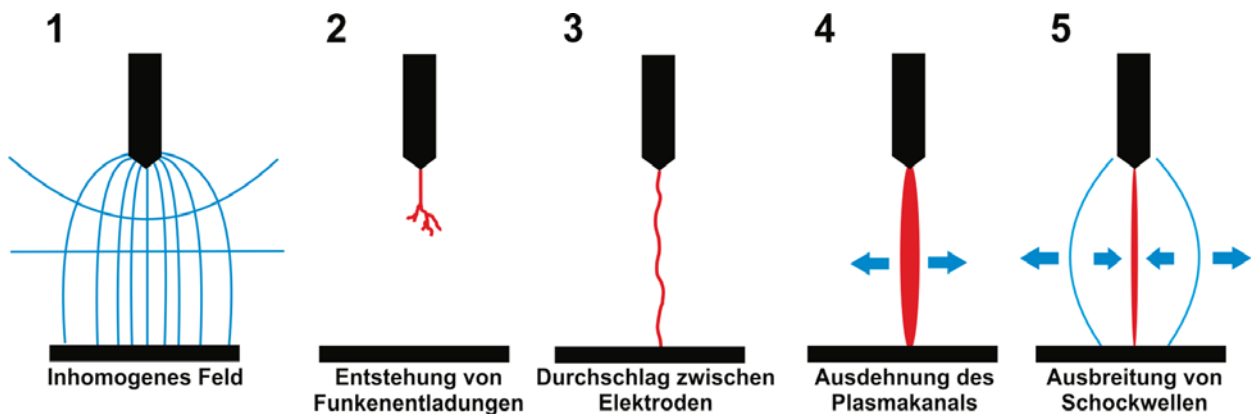
Prinzip der Elektrodynamischen Fragmentierung

- Das Verfahren wurde in den 50er Jahren an der Uni Tomsk (RUS) entwickelt
- Weiterentwicklungen und Patentierung am Forschungszentrum Karlsruhe (FZK) heute KIT
- Marx-Generator erzeugt Spannungen zwischen 90 – 500 kV



Labor-Fragmentierungsanlage um 1985

Prinzip der Elektrodynamischen Fragmentierung



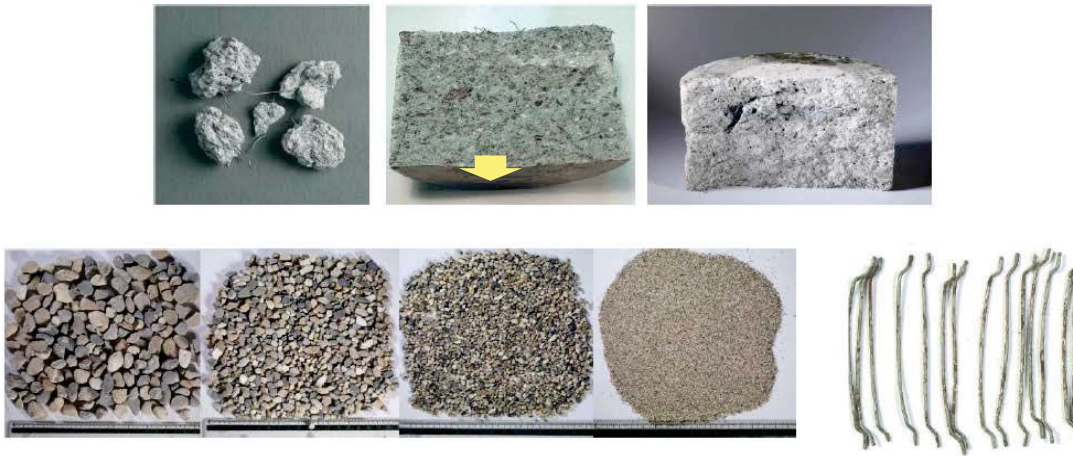
- Eine Impulsentladung durchläuft den Festkörper entlang von Korngrenzen
- Beim Durchschlag entsteht ein Plasmakanal, welcher sich schlagartig ausdehnt
- Die Druckwelle wird von der Gefäßwand reflektiert und generiert zusätzlich eine Kompressionswelle

Recycling von Altbeton mittels elektrodynamischer Fragmentierung

- Elektrodynamische Fragmentierung von Altbeton auf IBP-Laboranlage
- Dauer: **20 sec**
- Durchsatz: **ca. 1 t / h**
- Energieverbrauch: **ca. 2,3 kWh / t**
- Das **Filtrat** besteht größtenteils aus Kalk (Rohstoff für die Zementherstellung !)



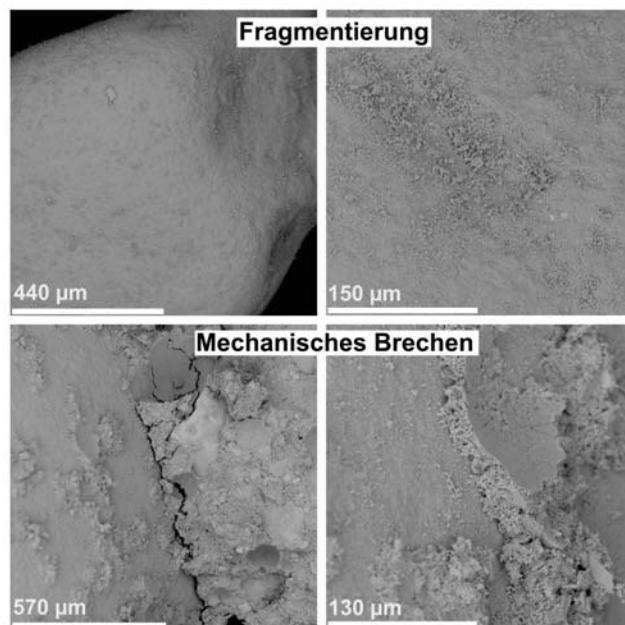
Fragmentierung von Stahlfaser-Beton



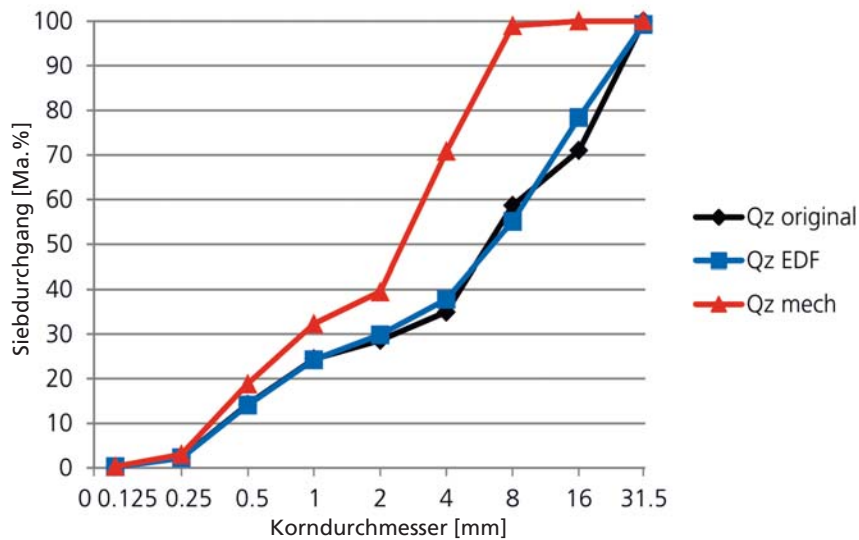
Durch eine elektrodynamische Fragmentierung können auch Stahlfasern aus Altbeton freigelegt werden

Recycling von Altbeton - Zuschlagsmaterial

- Nach Fragmentierung nur Anhaftungen von $\text{Ca}(\text{OH})_2$ auf den Oberflächen des Zuschlages
- Nach dem Brechen Anhaftungen von Zementstein auf den Oberflächen des Zuschlages
- Kies > 2mm besitzt **gleiche mechanische Eigenschaften** wie der Original-Kies !

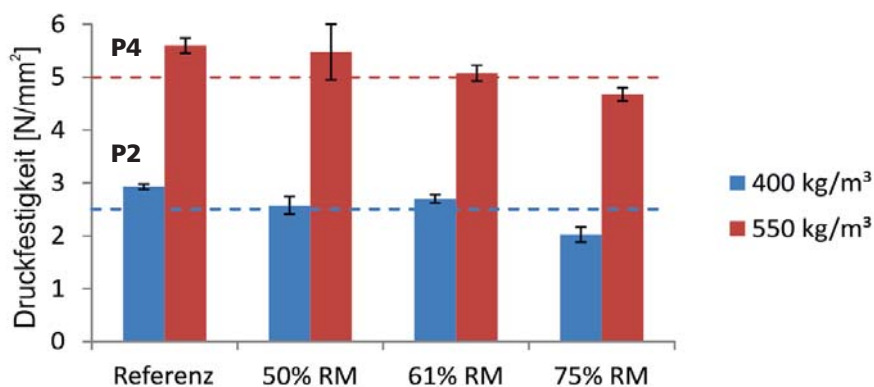


Recycling von Altbeton: Fraktion > 2 mm als Zuschlagsmaterial



elektrodynamische Aufbereitung führt zu identischer Sieblinie wie in der originalen Probe!

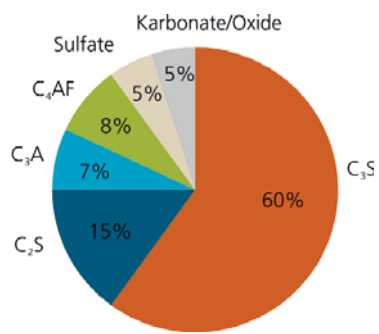
Recycling von Altbeton: Mischfraktion < 2 mm als Ersatzrohstoff für Porenbeton



Um die Druckfestigkeitsklassen P2 und P4 einzuhalten, können ca. **60 % an recyceltem Material als Ersatz für reinen Quarzsand** eingesetzt werden!

Masterarbeit A.-L. Höhn „Verwendung von aufbereitetem Altbeton zur Porenbetonherstellung“
Preis des Vereins für Aufbereitung und Wiederverwertung ABW e.V. in 2016

Recycling von Altbeton: Feinstfraktion als Rohstoff für die Herstellung von Zement



Typische Zement-Zusammensetzung

- Die Verwendung von fragmentiertem Altbeton als Zement-Ersatzrohstoff schafft einen **neuen Material- und CO₂-Kreislauf!**
- Das Filtrat aus dem Prozesswasser der Altbeton-Aufbereitung entzieht der Atmosphäre das CO₂ und gibt es beim Zement-Brennvorgang wieder ab. Es wird aber kein zusätzliches CO₂ freigesetzt, da ein sekundärer und kein primärer Kalk verwendet wird !
- Damit können bei der Verwendung von Altbeton-Fractionen für die Zementherstellung effektiv die CO₂ Emissionen der Zementherstellung gesenkt werden

Zusammenfassung

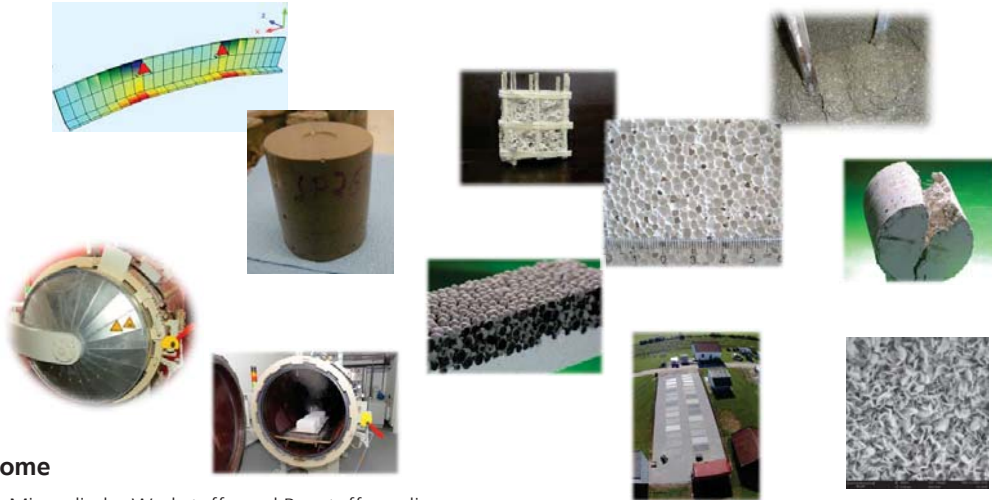
Vorteile einer elektrodynamischen Fragmentierung gegenüber Stand der Technik:

- **Selektive Freilegung** der Betonkomponenten Zementstein und Zuschläge
- **Energieverbrauch** im Bereich einer mechanischen Aufbereitung **2-3 kWh/t**
- Kies Grobfraktion > 2 mm besitzt mind. **gleiche oder höhere Festigkeiten** als der Original Zuschlag
- **Staubfreies Verfahren**, da Unterwasser-Prozess
- **Keine Kontamination** des Mahlgutes durch Abrieb der Mahlwerkzeuge
- **Vielseitig einsetzbar**, allg. für alle Nichtleiter, speziell für Verbundwerkstoffe, Komposite, Schlacken, Erze oder sehr harte Materialien
- Schaffung **neuer Material- und CO₂-Kreisläufe**



Hervorragend für »echtes Recycling« von Beton geeignet

Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit!



Dr. Volker Thome

Abteilungsleiter »Mineralische Werkstoffe und Baustoffrecycling«

Fraunhoferstr. 10, 83626 Valley

Tel.: +49 8024 643623

E-Mail: volker.thome@ibp.fraunhofer.de