

Verbunde trennen

Verbunde spielen bei Materialien eine immer größere Rolle – aber nicht nur als Verpackungsmaterial. Neue gesetzliche Anforderungen erfordern auch eine zunehmende Trennung von Bau- und Abbruchabfällen. Dazu stehen zwei Verfahren zur Verfügung, die ihre Tauglichkeit bereits unter Beweis gestellt haben.



Selfrac-Verfahren

Elektrodynamische Fragmentierung

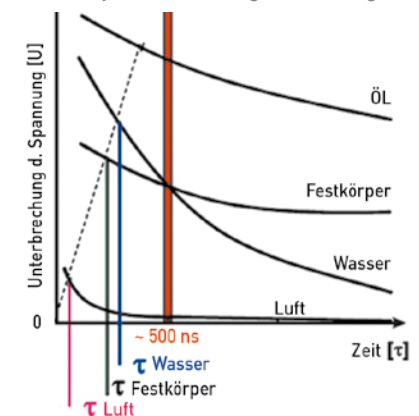


Foto: Dr. Spoo Umwelt-Consulting

Quelle: Selfrac AG

Verbunde kommen in der Natur häufig vor, beispielsweise in Erzen oder Gesteinen in Form von Verwachsungen verschiedener Metallverbindungen/Mineralien. In vielen Bereichen unseres täglichen Lebens stellen wir aber auch künstliche Verbunde her. Beispiele sind elektronische Geräte, die aufgrund der zunehmenden Miniaturisierung sehr innige Verbunde aufweisen, außerdem Beton sowie Mauerwerk und Putz.

In der Primärrohstoffgewinnung, beispielsweise in der Erzaufbereitung, ist die Trennung von Verbunden und die Zerkleinerung des Roherzes mittels Brecher und Mühlen seit Langem gängige Praxis. Durch den

Eintrag mechanischer Energie erfolgt hier ein Aufschluss der Nutzminerale als erste Stufe einer Aufbereitungskaskade.

An Bedeutung gewinnt, unter anderem aufgrund der novellierten Gewerbeabfallverordnung und der geplanten Ersatzbaustoffverordnung, zunehmend die Rückgewinnung von Sekundärrohstoffen aus Bauabfällen. Für den Bereich der Bauabfallaufbereitung wie beispielsweise Beton oder Mauerwerksbruch ist die Zerkleinerung mittels Brecher und die anschließende Klassierung zwar grundsätzlich geeignet, eine wirklich hochwertige Verwertung dieser Materialien und Rückgewinnung der enthaltenen Rohstoffe in hoher

Qualität ist dies aber nicht. Vielmehr erfolgt im Falle des Betons die Trennung des Verbundes innerhalb des Zementsteins, sodass ein zementummantelter Zuschlag erzeugt wird, dessen Einsatzmöglichkeiten begrenzt sind. Auch wenn dieser „Zuschlag“ in gewissen Grenzen für die Herstellung von Recyclingbeton (R-Beton) verwendet werden kann, wird der größte Anteil an Betonbruch nach wie vor auf niedrigem Niveau verwertet und vorwiegend im Straßen- und Wegebau oder als Füllmaterial eingesetzt.

Um hochwertiges Recycling und wirkliche Kreislaufwirtschaft zu erreichen, müssen die Rohstoffe freigelegt werden, damit sie anschließend durch entsprechende Sortierverfahren getrennt werden können. Diese Verbundtrennung der Rohstoffe kann mit zwei innovativen Verfahren, dem Selfrac-Verfahren und dem Impulstec-Verfahren (elektrodynamische Fragmentierung) erfolgen.

Beim Betonrecycling geht es darum, die Bestandteile Zement und Kies sortenrein



Von Dr. Helmut Spoo

Dr.-Ing. Helmut Spoo studierte Bergbau an der RWTH Aachen und der TU Clausthal und promovierte im Bereich Abfallwirtschaft/Recycling. Er ist Inhaber der Dr. Spoo Umwelt-Consulting und seit vielen Jahren in den Bereichen Kreislaufwirtschaft/Rohstoffe, Arbeitsschutz/Gefahrstoffe, Energie sowie Qualitäts-, Arbeitsschutz- und Umweltmanagement tätig.

zurückzugewinnen. Ziel ist es, den Zuschlag wieder zur Herstellung von neuem Beton zu verwenden, natürlich unter Einhaltung aller bautechnischen Anforderungen. Beim Recycling von Mauerwerksbruch muss der Putz vom Mauerwerk abgetrennt werden.

Das Grundprinzip der elektrodynamischen Fragmentierung wurde ursprünglich in Russland in den 40er Jahren entdeckt und im Karlsruher Institut für Technologie in Zusammenarbeit mit der Schweizer Selfrag AG (Ammann-Gruppe) weiterentwickelt. Die elektrohydraulische Fragmentierung arbeitet grundsätzlich nach dem gleichen Prinzip, allerdings mit niedrigeren Spannungen und wurde von der Firma Impulstec entwickelt.

Bei beiden Verfahren werden mithilfe von ultrakurzen Hochspannungsimpulsen Verbunde getrennt und in ihre Einzelbestandteile zerlegt. Die Durchschlagsfestigkeit eines Materials gegenüber elektrischen Impulsen ist keine Konstante, sondern hängt von der Entladungszeit des Pulses ab. Die elektrische Durchschlagsfestigkeit ist umgekehrt proportional zur elektrischen Leitfähigkeit. Üblicherweise ist die elektrische Durchschlagsfestigkeit in Festkörpern wie Isolatoren höher als in Flüssigkeiten.

Technisch wird dieser Effekt bei beiden Verfahren zur Verbundtrennung genutzt, indem man das zu trennende Material unter Wasser zwischen zwei Elektroden platziert und einen Hochspannungsimpuls mit einer sehr kurzen Entladungszeit (unterhalb 500 ns) auf das Material einwirken lässt. Die elektrodynamische Fragmentierung arbeitet mit Spannungen von etwa 200 kV, die elektrohydraulische Fragmentierung mit etwa 50 kV.

Bei der elektrodynamischen Fragmentierung ist der Spannungsanstieg, das heißt die Steilheit des Impulses, höher als bei der elektrohydraulischen Fragmentierung. Bei der sehr kurzen Pulszeit wirkt das Wasser wie ein Isolator und der Blitz verläuft entlang des Weges des geringsten Widerstandes durch das zu trennende Material (zum Beispiel Beton) entlang von Korngrenzen und nicht durch das Wasser. Durch den Aufbau eines hohen Druckes wird das Gefüge auseinandergesprengt.

Bei der elektrohydraulischen Fragmentierung sind der Spannungsanstieg und die Steil-

heit des Impulses geringer. Dadurch wird die Energie nicht durch die Probe direkt, sondern in das Wasser eingeleitet. Es kommt zur Ausbildung von Stoßwellen, die dann das Gefüge im Probenmaterial aufbrechen. Beide Verfahren sind für die Verbundtrennung geeignet. Die Eigenschaften des zu trennenden Materials entscheiden darüber, welches Verfahren im Einzelfall besser geeignet ist.

Erfolgreiche Versuche an Beton wurden mit dem Selfrag-Verfahren durchgeführt. Zement und Kieszuschlag konnten sortenrein zurückgewonnen werden. Der Kies ist frei von Zementanhaftungen und eignet sich grundsätzlich zur Herstellung von neuem Transportbeton. Im Rahmen der Qualitätssicherung ist die Einhaltung der bautechnischen Anforderungen zu überprüfen und sicherzustellen. Zu klären ist beispielsweise auch, ob der zurückgewonnene Kies Alkali-Kiesel-Reaktionen (AKR) hervorrufen kann oder nicht. Bei positivem Befund käme eine Verwendung für Betonaußenteile, die der Feuchtigkeit ausgesetzt sind (wie zum Beispiel Bahnschwellen), nicht in Betracht. Die Klärung dieser Frage ist Gegenstand weiterer Untersuchungen, bei denen ein neuartiges Analysenverfahren sehr hilfreich sein könnte.

Zur Abtrennung der Putzschicht von Ziegel-, Bims- und Kalksandsteinproben wurden Versuche mit dem Impulstec-Verfahren durchgeführt. Die Ergebnisse haben gezeigt, dass das Verfahren sehr gut geeignet ist und bereits mit wenigen Pulsen eine Abtrennung des Putzes vom Mauerwerk erfolgt. Die Abbildung unten zeigt eine vom Putz befreite Ziegelprobe. Durch anschließende Sortierung (zum Beispiel durch Sensorsortierung) – möglicherweise reicht auch eine einfache

Klassierung schon aus – können Ziegel und Gipsputz aus dem Gemisch getrennt werden.

Durch die Abtrennung des Gipsputzes vom Ziegel kann dieser zum Beispiel als Substrat verwertet werden. Der Gips dient als wichtiger Rohstoff für das Recycling. Dadurch ist eine Auslastung bereits vorhandener Recyclingkapazitäten und ein Ausgleich zum künftigen Wegfall von Gipsmengen gegeben. Die in den nächsten Jahren erfolgende Außerbetriebnahme von Kohlekraftwerken führt dazu, dass allein im Rheinischen Braunkohlenrevier etwa 400.000 Tonnen an REA-Gipsen aus der Rauchgasentschwefelung wegfallen.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass die Trennung der Verbunde Beton und Mauerwerk/Putz und die Rückgewinnung der enthaltenen Rohstoffe beziehungsweise die Abtrennung von Gipsputz aus Gründen der Ressourcenschonung notwendig ist und nach den bislang gewonnenen Erkenntnissen auch wirtschaftlich zu sein scheint. Darüber hinaus ist die Abtrennung sulfathaltiger Komponenten aber auch aus umwelstrategischen Gründen sinnvoll. Der Entwurf der Ersatzbaustoffverordnung sieht in Anlage 1 Sulfatgrenzwerte im Eluat unter anderem für Recyclingbaustoffe der Klassen 1 bis 3 (RC1 bis RC3) in Höhe von 600 bis 3.500 mg/l vor. Aufgrund der Löslichkeit von Gips in Wasser dürften diese Grenzwerte für gipsputzhaltiges Mauerwerk kaum einzuhalten sein, sodass eine Verwertung schwierig werden dürfte. Die Entfernung des Putzes vom Mauerwerk ist daher zwingend, um eine Verwertung zu ermöglichen.

Beim Beton wird durch Entfernen des sulfathaltigen Zementsteins ein Sekundärrohstoff generiert, der die Anforderungen der künftigen Ersatzbaustoffverordnung erfüllt und nach entsprechender bautechnischer Prüfung wieder als Zuschlag für neuen Beton verwendet werden kann. Für den abgetrennten Zementstein ergeben sich verschiedene Verwertungsmöglichkeiten, die Gegenstand weiterer Untersuchungen sind. Es hat sich ferner gezeigt, dass sowohl die elektrodynamische als auch die elektrohydraulische Fragmentierung geeignet sind, auch andere Verbunde in Abfällen zu trennen und damit eine hochwertige Verwertung zu ermöglichen.

Helmut Spoo, Dr. Spoo Umwelt-Consulting

