

## **Einbindung mineralbegleitender Schwermetalle in Ziegeln unter energetischen Gesichtspunkten durch brenntechnische Maßnahmen im Tunnelofen**

### **Einleitung und Zielsetzung**

Bislang fehlen bundeseinheitliche Regelungen zum Wiedereinsatz industrieller Nebenprodukte oder von Recyclingbaustoffen. Mit der geplanten Ersatzbaustoffverordnung soll diese Gesetzeslücke geschlossen werden, um zukünftig bundeseinheitliche Regelungen zum Recycling zu schaffen. Derzeit gelten uneinheitliche Regelungen in den einzelnen Bundesländern oder Genehmigungsbehörden. Im 1. Arbeitsentwurf der Ersatzbaustoffverordnung wurden Anforderungen festgelegt, die nicht auf dem bisherigen Standardauslaugverfahren (Wasser-/Feststoffverhältnis  $W/F=10:1$ ) beruhen, vielmehr wurde ein neues Auslaugverfahren, das Säulenverfahren gemäß DIN E 19528, mit einem Wasser-/Feststoffverhältnis  $W/F=2:1$  eingeführt. Für Recycling-Baustoffe wurden entsprechende Anforderungen an einzuhaltende Material-(Eluat-)werte gestellt.

Die zur Ziegelherstellung verwendeten Tone bringen eine gewisse Fracht von Carbonaten, Sulfaten und Metallen mit sich, die meist als Begleitelemente den verschiedenen Mineralien zuzuordnen sind. Die Einführung der neuen Ersatzbaustoffverordnung mit den geplanten Grenzwerten zur Recyclingfähigkeit birgt hier gewisse Risiken, da auch aufgrund geänderter Analyseverfahren keine Vergleichswerte und belastbare Daten vorliegen.

Das Ziel dieses Vorhabens war es, brenntechnische Möglichkeiten oder rohstoffseitige Maßnahmen zu erarbeiten, welche die Mobilität der zunächst als kritisch einzustufenden Schwermetalle sowie der Sulfate in den Eluaten einschränken bzw. sogar unterbinden, um somit die Recyclingfähigkeit von Ziegelmaterialien sicherzustellen.

### **Versuchsdurchführung und Ergebnisse**

Um das Auslaugverhalten der Metalle aus Ziegelmaterial zu bestimmen, wurde zunächst eine Vielzahl von Proben unterschiedlichster Ziegelmaterialien eluiert und deren Eluate analysiert. Dabei stellte sich heraus, dass die relevanten auslaugbaren Stoffe die Metalle Vanadium und Chrom sowie Sulfat-Anionen sind. Aufgrund dieser Vorversuche beschränkten sich die Hauptversuche daher auf diese drei Stoffe. Sulfate stellen für viele metallische Elemente die wichtigsten mineralischen Verbindungen dar. Die Metalle sind als Spuren in der Erdkruste vorhanden und somit als Begleitelemente in den Rohstoffen.

In den nächsten Versuchsreihen wurde versucht, das Auslaugverhalten bereits während der Aufbereitung der Rohstoffe mit Additiven, bzw. reduzierenden Zuschlagstoffen zu beeinflussen. Es stellte sich jedoch heraus, dass sämtliche Reaktionen, die während der Aufbereitung erreicht werden, durch eine oxidierende Ofenatmosphäre während des Brandes wieder aufgehoben werden. Der Einsatz von reduzierenden Additiven nach dem Brand veränderte die Optik des fertigen Produktes und schied damit aus.

Einheitliche Aussagen zum Auslaugverhalten von Ziegeln können kaum getroffen werden, da die unterschiedlichen Rohstoffe, die zur Herstellung der unterschiedlichen Ziegelprodukte verwendet werden, ein Vielstoffgemisch darstellen, in dem derart unzählige Reaktionen ablaufen können, die sich gegenseitig beeinflussen und auch Auswirkungen auf den pH-Wertes des Eluats ausüben. Der pH-Wert wiederum ist eine entscheidende Einflussgröße für die Mobilität, d.h. das Auslaugverhalten der verschiedenen Metalle. Durch die zahlreichen Versuche konnten jedoch eine Vielzahl neuer Erkenntnisse über das Auslaugverhalten der Metalle aus Ziegelrohstoffen gewonnen werden.

Der einzige gangbare Weg zur positiven Beeinflussung des Auslaugverhaltens ist die Reduktion des Sauerstoffs in der Ofenatmosphäre. Hierzu ist es nicht notwendig den kompletten Brennprozess in reduzierender Atmosphäre oder mit niedrigem Sauerstoffgehalt durchzuführen. Eine kontrollierte Brennzone oberhalb von ca. 650°C mit Sauerstoffgehalten von weniger als 10 Vol.-% sollte dazu ausreichen, wie die Versuche gezeigt haben.

**Es handelt sich um ein Forschungsprojekt der Forschungsgemeinschaft der Ziegelindustrie e.V. (FGZ). Es wurde vom Institut für Ziegelforschung Essen e.V. (IZF) unter der Projektleitung von Dipl.-Ing. Eckhard Rimpel durchgeführt. Das IGF-Vorhaben 16329 N der Forschungsvereinigung Ziegelindustrie wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.**

**Das Ziel des Forschungsvorhabens wurde erreicht.**

Der 51 Seiten lange Schlussbericht kann bei der Forschungsgemeinschaft der Ziegelindustrie e.V. in Berlin angefordert werden.