

Automatisierte hyperspektrale Bildgebung und Bildanalyse für die Sortierung von Ziegel- und Mauerwerksbruch unter Verwendung von Verfahren des maschinellen Lernens

Forschungsprojekt der Forschungsgemeinschaft der Ziegelindustrie e.V. (FGZ)

Projektnummer	IGF 01IF22068
Projektförderer	BMWK über die Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF)
Durchführung	Institut für Ziegelforschung Essen e.V. (IZF) Materialforschungs- und prüfanstalt an der Bauhaus-Universität Weimar (MFPA)

Hintergrund und Zielsetzung

Aktuelle Leitstrategien und umweltpolitische Zielsetzungen fordern von den Herstellern mineralischer Bauprodukte zunehmend die Einführung von Stoffkreisläufen. Aus baustofftechnologischer Sicht stellt die zunehmende Heterogenität der mineralischen Bau- und Abbruchabfälle, die weit mehr als ein Drittel aller in Deutschland und Europa anfallenden Abfallarten ausmachen, ein großes Problem dar. Als Voraussetzung für eine hochwertige Verwertung ist eine ausreichende Sortenreinheit der mineralischen Bau- und Abbruchabfälle erforderlich. Nur dann ist eine Rückführung in das Ausgangsprodukt möglich. Die zerkleinerten und klassierten Produkte weisen jedoch noch eine relativ hohe Heterogenität auf, weshalb versucht wird, durch manuelle, mechanische und/oder optische Sortierung eine höhere Homogenität zu erreichen. Mechanische Sortierverfahren sind jedoch hinsichtlich der Trennung in verschiedene Rohdichteklassen sehr begrenzt. Daher wird seit einigen Jahren verstärkt an der Entwicklung sensorgestützter optischer Einzelkornsortierverfahren geforscht. Hauptziel des Projektes war die Entwicklung einer Erkennungsroutine für unterschiedliche Ziegelarten im Ziegel- und Mauerwerkbruch. Dabei sollten mit Hilfe von maschinellen Lernverfahren verschiedene Ziegelsorten mit hoher Erkennungsrate detektiert werden.

Durchführung und Ergebnisse

In diesem Projekt wurde ein Demonstrator für die Sortierung von Mauerwerkbruch im Größenbereich von 2-8 mm aufgebaut, der mit einer Erkennungsalgorithmik in Verbindung mit bildgebenden Verfahren ausgestattet ist und zur Unterscheidung und Trennung verschiedener Ziegelarten (Hochlochziegel, Vormauerziegel und Dachziegel) auf Basis optischer Merkmale eingesetzt werden kann. Auch Störstoffe werden zuverlässig erkannt und können aussortiert werden. Für das Training verschiedener Klassifikatoren aus dem Bereich des maschinellen Lernens wurden insgesamt 59 Proben (recycelt und ungebraucht) in einer Datenbank inklusive der baustofftechnischen, bildanalytischen und spektralen Kennwerte erfasst. Weitere zehn Proben dienten der Evaluierung der Erkennungsalgorithmen. Sortenreine Ziegelrezyklate können somit aussortiert und der Ziegelproduktion, sowie anderen Einsatzbereichen in der Mörtel-, Zement- und Betonindustrie wieder zugeführt werden. Voraussetzung dafür ist jedoch der Ausschluss von Mörtelanhaftungen oder anderen Störstoffen. Je sortenreiner ein RC-Material ist, desto größer kann die spezifische Zugabemenge gewählt werden, was jedoch abhängig von erforderlichen Materialkennwerten ist, wie z.B. Festigkeitswerte oder mögliche Ausblühungen am Sichtmauerwerk. Sensorik in Kombination mit künstlicher Intelligenz und Digitalisierung hat das Potenzial, den Energie- und Ressourceneinsatz zu optimieren und Informationen bereitzustellen, die kreislauforientierte Geschäftsmodelle und verantwortungsvolle Konsumententscheidungen unterstützen. Das Ziel des Vorhabens wurde erreicht.

Es handelt sich um ein Forschungsprojekt der Forschungsgemeinschaft der Ziegelindustrie e.V. (FGZ), das vom Institut für Ziegelforschung Essen e.V. (IZF) und der Materialforschungs- und prüfanstalt an der Bauhaus-Universität Weimar (MFPA) durchgeführt wurde. Das vorwettbewerbliche IGF-Projekt 01IF22068 wurde vom [Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz](#) mit den Mitteln der [IGF](#) gefördert.

Das Ziel des Forschungsvorhabens wurde erreicht.

Der 65 Seiten lange Schlussbericht kann bei der Forschungsgemeinschaft der Ziegelindustrie e.V. in Berlin angefordert werden.