

Autopetrographie – Automatisierte Analyse von Lockergestein mittels Bildverarbeitung und maschinellem Lernen

Ausgangssituation

Mineralische Baurohstoffe bestehen aus einer Vielzahl an Gemischen verschiedener Gesteinsarten und stellen die Grundstoffe der Bauindustrie dar. Zur qualitativen Beurteilung der Gesteinsgemische sind petrographische Untersuchungen notwendig. Bei größeren Körnungen (Bsp.: Kiese bzw. Splitte) wird die herkömmliche Klassifikation manuell mit bloßem Auge und einfachen Hilfsmitteln wie Lupe und Auflichtmikroskop durchgeführt. Diese Prüfung ist zeit- und kostenaufwändig und liefert z.T. sehr subjektive Ergebnisse.

Von besonderer Bedeutung für die Betonqualität und Langzeitstabilität von Bauwerken und Straßen ist die Erkennung von kritischen Zuschlagstoffen, welche zu einer Betonzerstörung durch Treibreaktionen aufgrund chemisch reaktiver Gesteine im mineralischen Gemisch, wie Flinte, Opale, präkambrische Grauwacke und z.T. gesplittete Kiese, führen können. Diese Betonzerstörung wird chemisch auch als Alkali-Kieselsäure-Reaktion (AKR) bezeichnet.

Zielstellung

Ausgehend von der manuellen Analyse und dem zugrundeliegenden Standard [1] war das Ziel des vorliegenden Forschungsprojektes zwischen

der TU Ilmenau als Forschungseinrichtung und der GFE Präzisionstechnik Schmalkalden GmbH sowie dem Praxispartner PST - Prüfgesellschaft für Straßen- und Tiefbau mbH & Co. KG, die Untersuchung der

Umsetzbarkeit einer automatischen petrographischen Analyse mittels Bildverarbeitung und maschinellen Lernverfahren. Die entwickelten Erkennungsalgorithmen sollten in einen Demonstrator eingebunden und getestet werden. Die Umsetzung orientierte sich an dem nachfolgend beschriebenen Messprinzip:

- Vollautomatische Vereinzelung und Bildaufnahme der Bestandteile einer Gesteinsprobe mit anschließender Klassifikation umgesetzt in einem Demonstrator
- Lösung eines komplexen Erkennungsproblems bedingt durch sehr hohe Streuung von Form-, Farb- und Textureigenschaften innerhalb der einzelnen Objektklassen

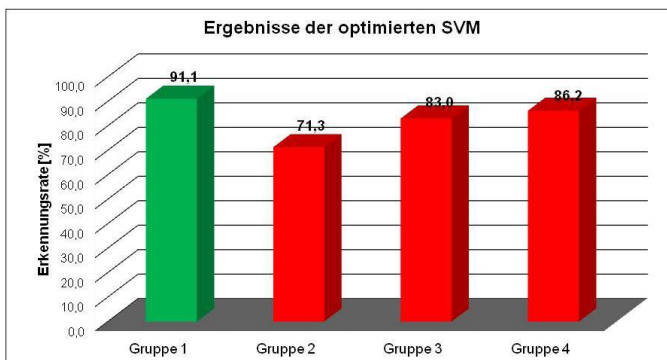


Bild 2: Ergebnisse des optimierten Klassifikatormodells

jedes einzelne Objekt als Basis für die Klassifikation aus dem Farbbild in Echtzeit berechnet. Ein Klassifikator des überwachten maschinellen Lernens auf dem neusten Stand der Technik, eine sogenannte Support-Vektor-Maschine (SVM), kommt zum Einsatz, um 16 verschiedene Gesteinsklassen mit dem automatisierten Verfahren in 4 Obergruppen in Abhängigkeit von ihrem AKR-Potential klassifizieren zu können. Für dieses komplexe Erkennungsproblem zeigten Tests eine sehr gute Erkennungsperformance von rund 88%. Damit können durch die automatisierte Analyse ähnliche Ergebnisse hinsichtlich Präzision und Wiederholbarkeit wie in einem unter [2] veröffentlichten Ringversuch zur manuellen petrographischen Analyse erzielt werden.

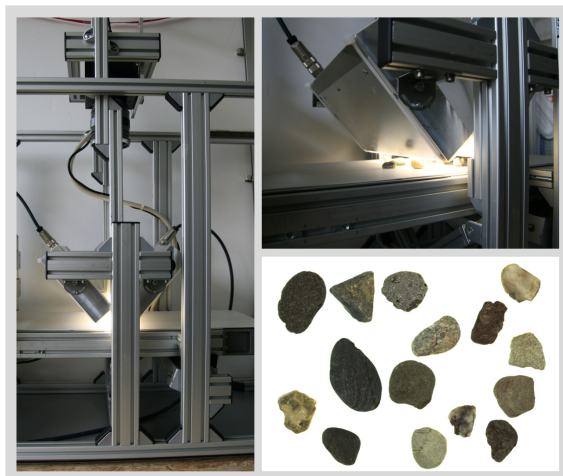


Bild 1: Versuchsaufbau zur Probenvereinzelung und Bildaufnahme

- Einhaltung des in Sachsen-Anhalt und Thüringen gültigen Standards [1] der Kurzpetrographie zur Überwachung von Lagerstätten

Ergebnisse

Der entwickelte Demonstrator erlaubt die Vereinzelung der Bestandteile einer Gesteinsprobe mit einer Masse von ca. einem Kilogramm sowie die Zuführung der Einzelobjekte zur Bildaufnahme-einrichtung. Weit über 200 Merkmalswerte werden für

Quellen

[1] ZTV-StB LBB LSA 09/10 - Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Straßenbauarbeiten für den Geschäftsbereich des Landesbetriebes Bau Sachsen-Anhalt. 2009

[2] P. Karpe, K. Stedingk: „Petrographische Zusammensetzung von ausgewählten Kiessandlagerstätten u. Gesteinskörnungen in Sachsen-Anhalt“ aus Mitteilungen zur Geologie von Sachsen-Anhalt, Beiheft 5, Rohstoffbericht 2002

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



GFE - Präzisionstechnik Schmalkalden GmbH

Näherstiller Str. 10 • 98574 Schmalkalden

Tel.: +49 3683 6900-55 • Fax: +49 3683 6900-16 • e-mail: u.moeller@gfe-net.de

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Uwe Möller

Dr.-Ing. Daniel Garten