

## Mikro- und makroskopische Kornformanalyse rezyklierter Gesteinskörnung und automatisierte Auswertung mit python

Betreuerin: Mareike Thiedeitz  
Mail: mareike.thiedeitz@tum.de

### Hintergrund und Aufgabenstellung

Die granulometrischen Eigenschaften von Gesteinskörnung und Feinstoffen in Beton, also Kornform, Kornoberfläche und Zusammensetzung der Korngrößenverteilung, beeinflussen dessen Verarbeitungseigenschaften [1]. Viele theoretische Partikelpackungsmodelle versuchen daher, die Zusammensetzung von Gesteinskörnung zu optimieren. Obwohl der Einfluss der Kornform und der Kornoberfläche bekannt ist, vereinfachen die meisten Modelle jedoch die Berechnung zu kugelförmigen, glatten Gesteinskörnung, und verfälschen damit das Ergebnis. Genauere Modelle benötigen jedoch granulometrische Eingangsparameter, die nur mit aufwendigen experimentellen Methoden zu bestimmen sind. [2] Mit der Nutzung von rezyklierter Gesteinskörnung in Beton wird die Bestimmung der granulometrischen Eigenschaften noch bedeutsamer, denn sie besteht aus natürlicher Gesteinskörnung und Altbeton und weist je nach Aufbereitungsmethode vollständig unterschiedliche granulometrische Eigenschaften auf. Häufig wird rezyklierte Gesteinskörnung jedoch nur oberflächlich charakterisiert.

Aufgabe der Seminararbeit ist die Entwicklung eines kombinierten Versuchsaufbaus zur Analyse charakteristischer Kenngrößen rezyklierter Sande <2mm. Die Sande sollen vergleichend mit einem Laserscanner und einem einfachen Mikroskop aufgenommen werden.



Abb. 1: Verschiedene Korngrößen rezyklierter Gesteinskörnung

Die Charakterisierung der Gesteinskörnung soll mit Methoden der Bildanalyse in python erfolgen. Es sollen die Kornform mit dem Kornformfaktor und der Konvexität, Aspect ratio, Sphärizität und idealerweise die Textur bestimmt werden. Ziel der Seminararbeit ist eine sinnvolle Einschätzung darüber, ob die experimentellen Methoden in Kombination mit informatischer Bildanalyse hilfreiche Erkenntnisse zur zukünftigen Gesteinskörnungscharakterisierung liefern, und ein funktionierender Versuchsaufbau hierfür. Ergebnisse der Seminararbeit sollen verständlich zusammengefasst und in Kontext mit vorhandenen aktuellen Forschungsergebnissen gesetzt werden.

Bitte beachten: Neben Freude an experimentellen Methoden und Mikroskopie sind erste Programmierkenntnisse mit der Programmiersprache python sowie Lernwilligkeit im Bereich der Programmierung sinnvoll.

Datum und Unterschrift des/der Betreuers / Betreuerin

Literaturverzeichnis

- [1] GEISENHANSLÜKE, Carsten: *Einfluss der Granulometrie von Feinstoffen auf die Rheologie von Feinstoffleimen*. Kassel, Kassel University Press. Zugl.: Kassel, Univ., Dissertation. 2008
- [2] FENNIS-HUIJBEN, Sebastiana Antonia Adriana Maria: *Design of ecological concrete by particle packing optimization*. Delft, Technische Universität Delft. Dissertation. 2010

## Versuchsprogramm

### 1. Ausgangsstoffe:

- Rezyklierte Gesteinskörnung 0-2mm (RC-GK), natürliche Gesteinskörnung (N-GK) 0-2mm als Referenz
  - i. Siebung auf unterschiedliche Korngrößen

### 2. Arbeitspakete

- Literatursichtung: Charakterisierung von Gesteinskörnung in unterschiedlichen Korngrößen
  - i. Ausgehend von zur Verfügung gestellter Literatur
  - ii. Gezielte Literaturrecherche zur Ergänzung des Themas, mit dem Schwerpunkt der modernen Bildanalyse zur Charakterisierung von Gesteinskörnung im Bereich der Betontechnologie
- Einarbeitung in die Methoden der Bildanalyse (image processing) in python, zum Beispiel
  - i. OpenCV (Open Source Computer Vision Library)
  - ii. Scikit-image (especially for image for texture and shape)
  - iii. etc
- Vorüberlegungen für das experimentelle Versuchsprogramm: Wie kann ein sinnvoller Versuchsstand für die geplanten Bildaufnahmen aussehen, um sinnvolle Inputdaten für die automatische Bildanalyse zu liefern?
  - i. Welche Rohdaten generiert das System?
  - ii. Welche Rohdaten kann ich einlesen?
  - iii. Welche Informationen benötigen
- Aufnahme der Gesteinskörnung:
  - i. Fotografie
  - ii. Laserscanner
  - iii. Digitalmikroskop
  - iv. Rasterelektronenmikroskopie für das Mehlkorn
- Erstellung von python-codes zur Charakterisierung der Gesteinskörnung
  - i. Kornform
    - 1. Aspect ratio
    - 2. Sphärizität
    - 3. Kornformfaktor
    - 4. Konvexität
  - ii. Oberflächenstruktur
- Interpretation der Daten, Verbesserung des Versuchsaufbaus, Einschätzung der Sinnhaftigkeit der Messmethoden und der Auswertung

**WICHTIG:** Es ist nicht das Ziel der Arbeit, perfekte Analysen zu den Charakteristika der Gesteinskörnung zu präsentieren. Vielmehr wird die Entwicklung eines sinnvollen Versuchsaufbaus und Auswertemethoden verlangt, die anhand der Erkenntnisse oder Literatur während der Arbeit auch geändert und angepasst werden können. Die Untersuchungen, der Code und die Interpretation dienen als Voruntersuchungen für weitergehende Arbeiten. Daher sollen die Ergebnisse transparent dargelegt und der Auswerte-Code verständlich und adaptierbar erzeugt werden.