

Entwicklung eines Materialmodells für die Gasentstehung bei anorganischen Formstoffen

Abschluss

Motivation

Für verlorene Formen und Kerne wird in der Regel gebundener Sand verwendet. Im Hinblick auf eine zunehmende Bedeutung der Umweltfreundlichkeit von Fertigungsprozessen kommen dabei vermehrt anorganisch gebundene Formstoffe zum Einsatz. Während unter Verwendung von organischen Bindern im Gießvorgang toxische Abgase freigesetzt werden, entsteht beim Gießen mit anorganischem Wasserglasbinder größtenteils Wasserdampf. Zwar sind die anorganischen Binder dadurch deutlich umweltverträglicher als deren organische Pendanten, allerdings unterscheiden sich die beiden Binderarten auch in den physikalischen Grundlagen der Gasentstehung. Dabei ist es von Bedeutung, in welchem zeitlichen Verlauf die Gase aus dem Formstoff freigesetzt werden beziehungsweise wieviel Gas zu welchem Zeitpunkt im Kern vorhanden ist. Übersteigt der Druck im Kern den Gegendruck der Schmelze, entweicht das Gas nicht nur über die Kernlager oder über eventuell vorgesehene Entlüftungen, sondern auch durch die Schmelze, was zu Porosität im fertigen Gussteil führt.

Vorgehen

Zunächst wurden verschiedene Materialkennwerte anorganischer Formstoffe mit sowohl kommerziellen als auch selbst entwickelten Messmethoden ermittelt. Mithilfe der so ermittelten Daten wurde ein Modell entwickelt, mit dem der Gasstoßzeitpunkt abgeschätzt werden kann, ohne die Konvektion explizit abbilden zu müssen.

Ergebnisse

Der Einfluss des Bindemittelgehalts und der Lagerungsbedingungen auf die Gasdurchlässigkeit ist gering. Allerdings zeigten die Proben mit höherem Bindemittelgehalt tendenziell eine geringere Gasdurchlässigkeit. Die Messungen der Wasserabgabe in dem im Rahmen des Projekts entwickelten Analyseofen zeigen ein ähnliches Verhalten wie die Messungen auf

einer kommerziellen Feuchtigkeitswaage. Der Gesamtwassergehalt steigt exponentiell mit der relativen Luftfeuchtigkeit während der Lagerung. Auch die Differenz zwischen 2,0 und 3,0 Gewichtsprozent Binder nimmt mit zunehmender Luftfeuchtigkeit zu. Bei der Bewertung der Zeit des Gasstoßes ist eine geringere Verzögerung mit zunehmender relativer Luftfeuchtigkeit bei der Lagerung zu erkennen. Auch ein höherer Bindemittelgehalt und damit ein höherer Wasseranteil im Probekörper verringert tendenziell die Verzögerungszeit der Gasfreisetzung.

Mit den ermittelten Daten wurde ein Modell kalibriert, das die Bewegung der Feuchtigkeit im Inneren eines Formstoffkörpers anhand einer Temperatursimulation annähert. Steigt die Temperatur in den letzten Bereichen des Formstoffkörpers auf die Verdampfungstemperatur des Wassers, tritt der Gasstoß auf. Durch die vereinfachte Berechnung der Wasseranreicherung in den kalten Stellen des Kerns und des daraus folgenden Gasstoßes sinkt die Rechenzeit signifikant. So wird es möglich, die Simulation in die Konstruktions-schleifen einzubinden und auf kritische Konfigurationen zu einem entsprechend frühen Zeitpunkt zu reagieren.

Publikationen

- [1] <https://doi.org/10.1007/s40962-023-01090-x>
- [2] <https://doi.org/10.1007/s40962-023-01180-w>

Laufzeit

09/2020 bis 03/2023

Finanzierung

DFG, Projektnummer: 445163571

Bearbeitet von

Simon Kammerloher, Benedikt Kirchebner