



## ZUSAMMENFASSUNG

Metallschäume stellen eine neuartige Klasse von Materialien mit einzigartigen mechanischen und physikalischen Eigenschaften dar. Sie verfügen über hohe spezifische Stabilität, hohe Energieabsorption bei plastischer Verformung sowie hohe Duktilität. Das macht sie für Leichtbau- und Fahrzeuganwendungen sehr interessant. Dennoch werden Metallschäume noch immer nur sehr selten verwendet. Ein Grund dafür ist die Schwierigkeit, den Produktionsprozess zu kontrollieren und reproduzierbar zu gestalten. Aufgrund der Schwerkraft sickert flüssiges Metall im Schaum nach unten. Dadurch verfügt der resultierende Schaum über inhomogene Eigenschaften. Zusätzlich kann fortschreitende Drainage die Stabilität des flüssigen Schaumes beeinflussen, es kommt zu Blasenvereinigung und damit zur Vergrößerung des Schaums, bis hin zur Entstehung von Lunkern.

Ziel meiner Promotion ist die numerische Untersuchung des Herstellungsprozesses von Metallschaum. Dabei wird insbesondere erforscht, ob sich im Prozess durch die Applikation von magnetischen und elektromagnetischen Feldern die bestehenden Probleme bei der Produktion verringern oder beheben lassen.

In meiner Arbeit setzte ich den hauseigenen Mehrphasencode PRIME ein. Mit diesem ist es möglich, die Bewegung und Agglomeration von leichten, kugelförmigen Blasen in flüssigem Metall phasen- und geometrieaufgelöst zu berechnen. Auch magnetohydrodynamische Strömungen können berechnet werden.

In meinen Simulationen konnte ich zeigen, dass ein magnetisches Feld die Drainage verringern kann und somit zu einem homogeneren und feinporigen Metallschaum führt. Kombiniert man das magnetische Feld mit einem zusätzlichen elektrischen Strom, so entstehen Lorentzkräfte, welche die Schwerkraft kompensieren. Die Blasen beginnen zu schweben. In diesem Zustand erhält man einen äußerst homogenen Schaum. Es ist sogar möglich, Schäume mit beliebigen Gasgehalten zu produzieren. Durch inhomogene elektromagnetische Felder kann man unter bestimmten Einschränkungen auch beliebige, inhomogene Blasenverteilungen im Schaum direkt produzieren. Die benötigte elektrische Leistung ist zwar hoch, aber industriell realisierbar.

Bei der Untersuchung der Agglomeration monodisperser, kugelförmiger Blasen habe ich die Bildung kristalliner Strukturen beobachtet. Diese Strukturen wurden experimentell in mehreren Kugelsystemen beobachtet. Die Kugeln bilden dichteste Kugelpackungen und zwar mehr kubisch flächenzentrierte als hexagonal dichteste Packung. Die Ursache für diese Präferenz war bisher unbekannt. In meinen Simulationen konnte ich zeigen, dass mechanische Instabilität der hexagonalen Packung die Ursache für diese Präferenz ist.

Mithilfe von Finite-Elemente Simulationen wurden zusätzlich die mechanischen Eigenschaften von kristallin geordneten Schäumen bestimmt. Hier ergaben sich jedoch keine praxisrelevanten Vorteile bestimmter geordneter Strukturen.

Insgesamt zeigen die Resultate meiner Dissertation, dass die Applikation von elektromagnetischen Feldern die Produktion von Metallschäumen positiv beeinflusst und zum Teil völlig neuartige poröse Strukturen hervorbringen kann. Die Erprobung in der Praxis soll in naher Zukunft bei Kooperationspartnern erfolgen.