

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichenverzeichnis	v
1 Einleitung	1
1.1 Granulare Stoffe	1
1.2 Der Jamming-Übergang	2
1.3 Struktur der Arbeit	3
2 Diskrete-Element-Simulationen granularer Stoffe	5
3 Membranen in DEM Simulationen	9
3.1 Einleitung	9
3.2 Modellbeschreibung	10
3.2.1 Dehnung	11
3.2.2 Biegeeigenschaften	12
3.2.3 Granulat-Membran-Interaktion	14
3.2.4 Externe Kräfte	16
3.3 Anwendungen	16
3.3.1 Triaxialversuch	17
3.3.2 Reibungstest	20
3.4 Zusammenfassung	21
4 Granulare Greifer für Soft Robotics	23
4.1 Einleitung	23
4.2 Granulare Greifer mit weichen Partikeln	24
4.3 Hohlkugelsimulation	27
4.4 Vergleich zur Kontinuumstheorie	30
4.5 Zusammenfassung	30
5 Granulares Metamaterial: Ein granularer Balken	31
5.1 Einleitung	31
5.2 Elastischer Biegeversuch	32
5.2.1 Timoshenko-Balkentheorie	35
5.2.2 Ergebnis des Biegeversuchs	35
5.3 Strukturelle Eigenschaften	39
5.3.1 Packungseigenschaften	41
5.3.2 Elastizitätsmodul und Bruchfestigkeit	43
5.3.3 Einfluss von Partikelreibung und Packungseigenschaften	45
5.3.4 Analyse des Kraftnetzwerks	49

5.3.5	Position der neutralen Achse	51
5.3.6	Deformationsmechanismen	52
5.3.7	Lokale Dichteveränderungen	54
5.3.8	Räumliche und zeitliche Verteilung der lokalen Verformung	56
5.4	Zusammenfassung	59
6	Vibrationsinduzierte Konvektion in Schwerelosigkeit	61
6.1	Einleitung	61
6.2	Konvektionsmechanismus in der Schwerelosigkeit	63
6.3	Konvektion ohne oben-unten-Symmetrie	68
6.3.1	Ursache der Symmetriebrechung	69
6.3.2	Wann wird die Konvektion symmetrisch?	71
6.4	Konvektion in geneigten Behältern	73
6.5	Zusammenfassung	80
7	Zusammenfassung und Ausblick	81
7.1	Zusammenfassung	81
7.2	Ausblick	82
8	Summary	85
Anhang		87
A	Kraft-Deformations-Verhältnis im 3-Punkt-Timoshenko-Balken	87
B	Spannung und Dehnung im 4-Punkt-Euler-Bernoulli-Balken	88
C	Lokale Mittelwerte in Granulatsystemen	90
Literaturverzeichnis		91