

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
2 Aufgabenstellung und Zielsetzung	4
3 Stand der Technik	7
3.1 Vermessung und Modellierung halmartiger Güter	8
3.2 Untersuchung und Simulation von Kontakten und Schnittprozessen.....	11
3.3 Untersuchung und Simulation landtechnischer Strömungs- und Transportprozesse.	15
3.4 Gekoppelte multidisziplinäre Simulationen.....	17
4 Grundlagen der verwendeten Simulationsmethoden	22
4.1 Mehrkörpersimulation.....	22
4.1.1 Kontaktmodelle	23
4.1.2 Kontakterkennung und -behandlung in der Mehrkörpersimulation	25
4.1.2.1 Kontakte zwischen Kugeln	26
4.1.2.2 Kontakte zwischen Kugeln und Flächen.....	27
4.1.2.3 Kontakte zwischen Kugeln und Zylindern.....	33
4.1.2.4 Theoretische Validierung der hergeleiteten Berechnungsansätze..	36
4.1.2.5 Alternative Ansätze zur Kontakterkennung und -behandlung ..	38
4.2 Numerische Strömungsmechanik	40
4.2.1 Schritte zur Durchführung einer Strömungssimulation	40
4.2.2 Grundgleichungen der numerischen Strömungsmechanik.....	41
4.2.3 Diskretisierung und Mittelung der NAVIER-STOKES-Gleichungen	43
4.2.4 Diskretisierung des Strömungsraumes	44
4.2.4.1 Bestimmung der Qualität eines Rechennetzes	45
4.2.4.2 Auflösung wandnaher Grenzschichten.....	46
4.2.4.3 Ermittlung von Diskretisierungsfehlern.....	48
4.2.5 Festlegung von Randbedingungen	51
4.2.6 Berechnung.....	52
4.2.7 Partikelbeladene Strömungen.....	54
5 Virtuelle Abbildung halmartiger landwirtschaftlicher Güter	56
5.1 Ermittlung der mechanischen Eigenschaften.....	56
5.2 Erstellung von Mehrkörpersimulationsmodellen.....	62
6 Mehrkörpersimulation von Schnittprozessen	69
6.1 Experimentelle Untersuchung von Schnittprozessen.....	69
6.2 Simulation des freien Schnittes am Beispiel eines Getreidehalmes.....	75
6.3 Validierung des Simulationsmodells	82

7 Voruntersuchungen zur Kopplung der Mehrkörper- und Strömungssimulation	87
7.1 Laminare Umströmung eines Halbzylinders	89
7.2 Laminare und turbulente Umströmung eines Vollzylinders.....	96
7.3 Turbulente Umströmung einer Kugel.....	104
8 Kopplung der Simulationsdomänen und Validierung	111
8.1 Kopplung der Mehrkörper- und Strömungssimulation	111
8.2 Validierung der Kopplungsmethode.....	116
8.2.1 Einläufiger Einmassenschwinger.....	116
8.2.2 Sedimentation	121
8.2.3 Freier Fall.....	124
8.2.4 Schwebende Kugel	126
8.2.5 Ventil	130
8.2.6 Boje.....	132
8.2.7 Kugelkette.....	134
8.2.8 Getriebe.....	138
9 Simulation von Mehrkörper-Teilungsprozessen	140
9.1 Teilung einer Kugelkette	140
9.2 Landtechnischer Schnittprozess	140
10 Zusammenfassung und Ausblick	143
11 Literaturverzeichnis	144