

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	Kugelschleife.....	134
8.2.8	Getriebe.....	138
9	Simulation von Mehrkörper-Teilungsprozessen	140
9.1	Teilung einer Kugelschleife	140
9.2	Landtechnischer Schnittprozess	140
10	Zusammenfassung und Ausblick	143
11	Literaturverzeichnis	144