

Inhaltsverzeichnis

Danksagung.....	III
Kurzfassung.....	V
Abstract.....	VI
Inhaltsverzeichnis.....	VII
Formelzeichen, Indizes, Konstanten, Abkürzungen.....	IX
1.1 Formelzeichen.....	IX
1.2 Konstanten.....	XI
1.3 Indizes.....	XI
1.4 Abkürzungen.....	XII
Nomenklatur.....	XIV
2 Einleitung und Motivation.....	1
3 Grundlagen und Stand der Technik.....	4
3.1 Einführung Strömungslehre.....	4
3.1.1 Elementare Begrifflichkeiten.....	4
3.1.2 Phasen- und Komponentenströmungen.....	4
3.1.3 Newtonsche und Nicht-Newtonsche Fluide.....	5
3.1.4 Kinematische Beschreibung der Fluide.....	6
3.1.5 Essenzielle Grundgleichungen.....	8
3.1.6 Laminare und turbulente Strömung.....	13
3.1.7 Grenzschichttheorie und Ablösung.....	14
3.1.8 Spezifische Fluideigenschaften.....	16
3.1.9 Thermodynamik.....	22
3.2 Grundlagen numerische Strömungsmechanik.....	25
3.2.1 Historie der numerischen Strömungsmechanik.....	25
3.2.2 Berechnungsprozess in der Strömungsmechanik.....	26
3.3 Berechnungsansätze.....	33
3.3.1 Grundlagen Finite-Volumen-Methode (FVM).....	33
3.3.2 Grundlagen Lattice-Boltzmann-Methode (LB).....	34
3.3.3 Grundlagen Smoothed-Particle-Hydrodynamics (SPH).....	36
3.3.4 Modellansätze Mehrphasenströmung.....	39
4 Der Multiskalenansatz.....	44
4.1 Stand der Technik Submodelltechnik.....	44
4.2 Skalenbeschreibung.....	45
4.3 Randbedingungen der Berechnungsmethode auf den jeweiligen Skalen.....	46
4.4 Methodisches Vorgehen mittels des Multiskalenansatzes.....	48
4.5 Konstruktive Anforderungen an den Multiskalenansatz.....	48
4.5.1 Skalenunabhängige Optimierung der CAD-Geometrie.....	49
4.5.2 Parametergesteuerte Generierung des skalierten Simulationsraumes.....	51
4.6 Computational Fluid Dynamics (CFD).....	52
4.6.1 ANSYS Fluent.....	53

4.6.2	OpenFoam	53
4.6.3	OpenLB	54
4.6.4	DualSPPhysics	55
4.6.5	PreonLab	56
4.7	Softwareübergreifende Zusammenführung der Anforderungen und Ergebnisse	57
4.8	Interpolation der im-/exportierten partitionierten Daten	59
5	Vorbetrachtungen	63
5.1	Mikroskopische Betrachtung	63
5.2	Mesoskopische Betrachtung	69
5.2.1	Definition der Viskositätsparameter	69
5.2.2	Parameterbestimmung Adhäsion / Kohäsion	72
6	Fahrzeugbaugruppenuntersuchungen	74
6.1	Allgemeine Start- und Randbedingungen	74
6.2	Durchströmung Wasserkasten Beifahrerseite PKW	76
6.2.1	Versuchsaufbau- und Durchführung sowie Auswertung	77
6.2.2	Numerische Berechnung der Strömungseigenschaften im Wasserkasten	83
6.2.3	Ergebnisinterpretation der Fluid- und Luftströmungen	100
6.2.4	Möglichkeiten und Grenzen der Durchströmungsberechnung Wasserkasten F30	109
6.3	Durchströmung Fahrtüren	111
6.3.1	Versuchsaufbau, Durchführung sowie Auswertung	113
6.3.2	Numerische Berechnung der Türberechnung sowie des Wasserdurchflusses	120
6.3.3	Ergebnisinterpretation der Strömungseigenschaften an einer Türbaugruppe – Fazit	138
7	Effizienzbewertung	140
7.1	Pre-Prozess	141
7.2	Lösungsprozess	142
8	Zusammenfassung und Ausblick	147
8.1	Zusammenfassung	147
8.2	Ausblick	150
9	Literaturverzeichnis	152
10	Abbildungsverzeichnis	157
11	Anhang	160
11.1	Mesoskopische Versuche	160
11.2	Versuchsträger	160
11.3	Regenkammer	161
11.4	Auswertung Luftströmung Ansys Fluent	161
11.5	Auswertung Wasserströmung OpenLB	162
11.6	Übersichtstabelle	163