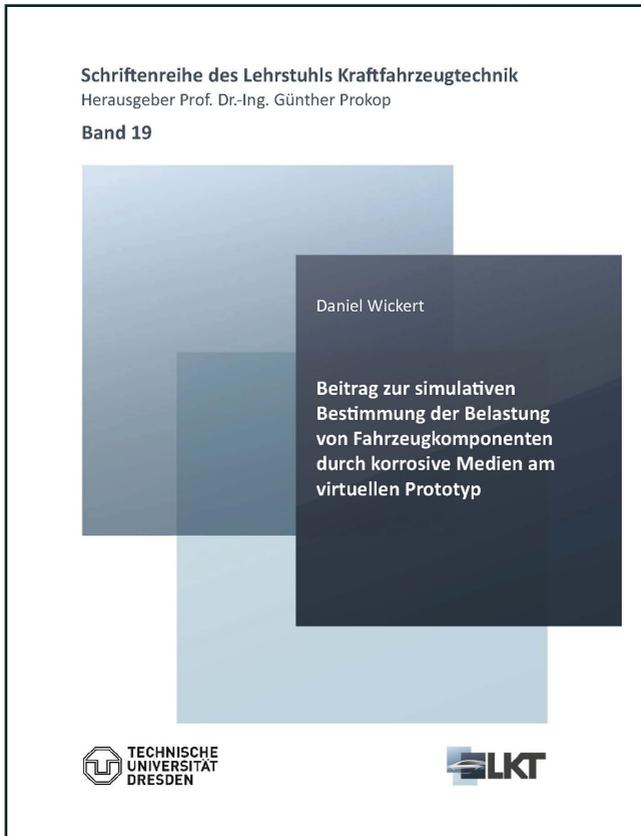




Daniel Wickert (Autor)

Beitrag zur simulativen Bestimmung der Belastung von Fahrzeugkomponenten durch korrosive Medien am virtuellen Prototyp



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/8565>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>

Inhaltsverzeichnis

Danksagung.....	iii
Kurzfassung.....	v
Abstract.....	vi
Inhaltsverzeichnis.....	vii
Abkürzungsverzeichnis.....	xi
Nomenklatur	xiii
1 Einleitung	1
2 Wissenschaftliche Grundlagen	3
2.1 Stand der Technik.....	3
2.2 Forschungsziele	5
2.3 Frontloading im Produktentstehungsprozess	6
2.4 Grundlagen der CFD-Simulation	8
2.4.1 Grundlagen der Strömungsmechanik	9
2.4.1.1 Massenerhaltungsgleichung	9
2.4.1.2 Impulserhaltung.....	10
2.4.1.3 Energieerhaltung.....	11
2.4.1.4 Navier-Stokes-Gleichung.....	12
2.4.1.5 Zustandsgleichungen	12
2.4.1.6 Laminare und turbulente Strömung.....	13
2.4.2 Simulationsmethoden CFD.....	14
2.4.2.1 Approximation der CAD-Geometrie (Geometrievorbereitung)	15
2.4.2.2 Systembetrachtung.....	16
2.4.2.3 Diskretisierung	16
2.4.2.4 Modellierung von Strömungseffekten.....	21
2.4.2.5 Numerische Betrachtung von Mehrphasenströmungen	22
2.4.2.6 Eigenschaften der Lösungsmethode	26
2.4.2.7 Fehlerursachen.....	27
2.4.3 Finite-Volumen-Methode.....	28

2.4.4	Smoothed-Particle-Hydranomics.....	29
2.5	Grundlagen der Thermodynamik und Phasenwechselprozesse	32
2.5.1	Wärmeübertragung	32
2.5.2	Prozess des Phasenwechsels von Wasser	34
2.5.2.1	Bestimmung der Luftfeuchtigkeit.....	35
2.6	Zur Anwendung kommende Methoden.....	36
3	Simulation Wassermanagement am Gesamtfahrzeug.....	39
3.1	Geometrieaufbereitung	39
3.2	Modellerstellung Gesamtfahrzeug.....	42
3.2.1	Voruntersuchung des Partikeldurchmessers	42
3.2.2	Materialanalyse zur Reibungsbestimmung	45
3.2.3	Parametrisierung relevanter Fluide	47
3.2.4	Simulationsmodell PreonLab	51
3.3	Auswertung Simulationsergebnisse Gesamtfahrzeug	52
3.4	Multiskalenansatz für Detailanalyse am Beispiel einer Fahrzeughür	58
3.5	Auswertung der Simulationsergebnisse Fahrzeughür	59
3.6	Validierung in der Regenkammer und am Prüfstand.....	63
3.7	Kritische Betrachtung der Simulationsmethodik	68
3.7.1	Sensitivität geometrischer Einflussgrößen	68
3.7.2	Korrektur der Messwerte der Volumenstromsensoren	68
3.7.3	Variation der Simulationsauflösung.....	69
3.7.4	Alternative Umsetzung Multiskalenansatz.....	71
3.7.5	Analyse Einfluss der Luftbewegung im Windkanal.....	72
3.7.6	Einfluss der Tropfengeschwindigkeit	76
3.8	Zusammenfassung Beregnungssimulation	77
4	Simulation der Abtrocknung einer Fahrzeuggeometrie.....	79
4.1	Verdunstung am Probekörper	79
4.1.1	Messung in der Klimakammer	79
4.1.2	Messung unter natürlichen Bedingungen.....	82

4.2	Analyse von Simulationswerkzeugen für Phasenwechselprozessen.....	84
4.2.1	Ansys Fluent	85
4.2.2	Comsol.....	89
4.2.3	STAR-CCM+.....	90
4.2.4	mollierSolver	95
4.2.5	PreonLab	98
4.3	Datenerhebung im Klimakammertest	100
4.3.1	Messkonzept	100
4.3.2	Datenanalyse	102
4.4	Simulation des Phasenwechsels am Subsystem Tür.....	106
4.4.1	Voranalyse	106
4.4.2	Modellerstellung und Vereinfachungen	109
4.5	Auswertung Simulation Phasenwechsel.....	112
4.5.1	Thermodynamik	112
4.5.2	Luftfeuchtigkeit.....	113
4.5.3	Phasenwechsel	116
4.6	Kritische Betrachtung der Simulationsmethodik	119
4.6.1	Leckageanalyse mittels Nebeltest	119
4.6.2	Sensitivitätsanalyse Lufttemperatur	120
4.6.3	Sensitivitätsanalyse Luftfeuchtigkeit.....	121
4.6.4	Sensitivitätsanalyse Windgeschwindigkeit	123
4.6.5	Sensitivitätsanalyse Wärmestrahlung.....	124
4.6.6	Sensitivitätsanalyse Türneigung	125
4.6.7	Kondensation.....	126
4.7	Zusammenfassung Trocknung.....	126
5	Zusammenfassung.....	129
6	Empfehlung für weiterführende Arbeiten	130
	Literaturverzeichnis	I
	Abbildungsverzeichnis.....	VII

Tabellenverzeichnis.....	XV
Formelzeichenverzeichnis.....	XVII
Indizes	XXI
Anhang.....	XXIII
A. Messtechnik	XXIII
B. Ergänzung Oberflächenanalyse	XXIV
C. Übersicht Messaufbauten.....	XXV
D. Geometrie Wasserableiter W205.....	XXV
E. Ergebnisse Gesamtfahrzeug X117.....	XXVI
F. Detailanalyse X117	XXVIII
G. Validierung X117 (makroskopisch)	XXX
H. Phasenwechsel X117	XXXI
I. Ergänzung Restwasser W205	XXXII
J. Ergänzung Windeinfluss W205.....	XXXIII
K. Ergänzung Simulationsdaten STAR-CCM+.....	XXXVII
L. Übersicht Messdaten Klimakammer	XL
M. Aussage Comsol „absinkender Wasserspiegel“.....	LXIII
N. Ergänzung „natürliche Bedingungen“	LXIV
O. Zusatz Dreiphasenkontaktwinkel PreonLab	LXV
Selbständigkeitserklärung.....	LXVI