



Kentaro Zens (Autor)
**Berechnungen zur instationären
Fahrzeugumströmung bei Seitenwind**



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/644>

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

Zusammenfassung	iii
1. Einführung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Inhalt der Arbeit	2
2. Stand der Forschung	4
2.1 Seitenwind	4
2.1.1 Wind in Bodennähe	4
2.1.2 Definition des Seitenwindes	6
2.2 Mess- und Bewertungsverfahren	7
2.2.1 Messinstrumente	7
2.2.2 Versuchsmethoden	8
2.2.3 Auswertungsverfahren	16
3. Auswahl eines geeigneten numerischen Simulationsverfahrens	21
3.1 Strömungsmechanische Grundgleichungen	21
3.1.1 Kontinuitätsgleichung	21
3.1.2 Impulsgleichung	22
3.2 Direkte Numerische Simulation (DNS)	23
3.3 Reynolds-Gleichung mit Turbulenzmodellierung	24
3.4 Grobstruktursimulation und Feinstrukturmodelle	29
3.5 Gitter-Boltzmann-Verfahren	31
3.5.1 Verteilungsfunktion	34
3.5.2 Erhaltungsgleichungen aus der Boltzmann-Gleichung	36
3.5.3 Gitter-Boltzmann-Gleichungen	38
3.5.4 Turbulenzmodellierung im Gitter-Boltzmann-Verfahren	40
3.6 Bewertung und Auswahl	41
3.6.1 Bewertungskriterien	41
3.6.2 Evaluierung der Simulationsverfahren	42
4. Strömungsberechnungen	46
4.1 Ablauf der numerischen Strömungsberechnung	46
4.2 Zeitlich konstante Randbedingungen	48
4.2.1 Rechengitter	48
4.2.2 Validierung der Berechnungsmethode	51

4.2.3	Statistische Auswertung der Fluktuationen	58
4.2.4	Frequenzanalyse der Fluktuationen	63
4.3	Zeitlich veränderliche Randbedingungen	66
4.3.1	Simulation des Eintauchens in eine Seitenwindböe	67
4.3.2	Simulation einer abrupt auftretenden Seitenwindböe	71
4.4	Stationäre Schräganströmung und instationärer Seitenwind im Vergleich . . .	77
4.4.1	Unterschiede in der Strömungstopologie	77
4.4.2	Stationäre und instationäre Seitenkraft	78
	Resümee und Ausblick	81
	Anhang	84
A1.	Regeln für das Rechnen mit Mittelwerten	84
A2.	Definition der aerodynamischen Beiwerte	84
A2.1	Dimensionslose Druck-, Kraft- und Momentenbeiwerte	85
A2.2	Zusammenhang zwischen Giermoment und Seitenkraft	86
	Abkürzungen und Symbole	89
	Literaturverzeichnis	93