
Inhaltsverzeichnis

- 1 Einleitung** 1
- 2 Kraftstoffverbrauch und Fahrwiderstände** 11
 - 2.1 Fahrwiderstände 12
 - 2.1.1 Triebstrangverluste 13
 - 2.1.2 Schlupfverluste 13
 - 2.1.3 Rollwiderstandskraft 13
 - 2.1.4 Steigungswiderstand 15
 - 2.1.5 Beschleunigungswiderstand 15
 - 2.1.6 Luftwiderstand 16
 - 2.2 Kraftstoffverbrauch 16
 - 2.3 Gesamtwiderstand 18
 - 2.4 Höchstgeschwindigkeit 20
- 3 Grundgleichungen der Strömungsmechanik** 23
 - 3.1 Exakte Beschreibung der Strömungsmechanik 23
 - 3.1.1 Kontinuitätsgleichung 23
 - 3.1.2 Navier-Stokes-Gleichungen 25
 - 3.1.3 Energiegleichung 29
 - 3.1.4 Boltzmann-Gleichung 31
 - 3.1.5 Strömungsformen und Turbulenz 33
 - 3.1.6 Turbulenzmodelle und Wandgesetze 37
 - 3.1.7 Druckintegral 43
 - 3.2 Näherungsbestimmung und Abschätzungen 43
 - 3.2.1 Bernoulli-Gleichung 44
 - 3.2.2 Radiale Druckgleichung 44
 - 3.2.3 Impulssatz 46
 - 3.2.4 Grenzschichtgleichungen 47
- 4 Aerodynamische Grundlagen** 51
 - 4.1 Luftkräfte und deren Beiwerte 51

4.1.1	Beschreibung der Luftkräfte	51
4.1.2	Definition von Beiwerten	53
4.2	Anteile des Luftwiderstands	55
4.2.1	Formwiderstand	57
4.2.2	Induzierter Widerstand	59
4.2.3	Kühlluftwiderstand	60
4.2.4	Rauhigkeitswiderstand	72
4.2.5	Interferenzwiderstand	72
4.3	Karosserieheckformen und Grundkörper	75
4.3.1	Fahrzeugheckformen	75
4.3.2	Fahrzeugkonzepte	75
4.3.3	Grundkörper	79
4.4	Grundlagen der Aeroakustik	81
4.4.1	Schall und Schallfeldgrößen	81
4.4.2	Pegeldefinitionen	84
4.4.3	Grundzüge der Frequenzanalyse	84
4.4.4	Frequenzbewertung	85
4.4.5	Dämmung und Dämpfung	87
4.4.6	Windgeräusche und andere Geräuschquellen	87
4.4.7	Aeroakustische Geräuschentstehung	88
5	Beeinflussung der Luftkräfte am Fahrzeug	93
5.1	Einfluss der Fahrzeugfront	95
5.2	Einfluss von Dach- und Seitenkontur	97
5.3	Einfluss des Fahrzeughecks	99
5.4	Einfluss der Unterbodengruppe	105
5.5	Einfluss sonstiger Aspekte	111
6	Weitere Aerodynamikaspekte	117
6.1	Besondere Pkw-Konzepte	117
6.1.1	Cabriolet	117
6.1.2	Geländewägen und SUVs	119
6.1.3	Rennsport	120
6.2	Aeroakustik	123
6.2.1	Leckagen	124
6.2.2	Außenspiegel	124
6.2.3	Scheibenwischer	125
6.2.4	Antennen	126
6.2.5	A-Säule	126
6.2.6	Hohlraumresonanzen	128
6.2.7	Radhäuser	130
6.2.8	Unterboden	130

6.2.9	Verglasungseinfluss	132
6.2.10	Aeroakustik bei Cabriolets	132
6.3	Verschmutzung	133
6.4	Bauteilbelastungen	136
6.5	Bremsenkühlung	138
7	Windkanaltechnik	143
7.1	Windkanalbauweisen	144
7.2	Konditionierung der Fahrzeugan- und -umströmung	145
7.2.1	Grenzschichtkonditionierung	146
7.2.2	Relativbewegung zwischen Fahrzeug und Fahrbahn	149
7.2.3	Darstellung der Raddrehung	157
7.2.4	Turbulenz	158
7.3	Windkanalinterferenzen	159
7.4	Windkanalanlagen der Fahrzeugindustrie	163
7.5	Modellwindkanäle	166
7.6	Messtechnik und Analyseverfahren	169
7.6.1	Staudruckbestimmung im Windkanal	169
7.6.2	Wägetechnik	170
7.6.3	Druck- und Geschwindigkeitsmessung	172
7.6.4	Stirnflächen- und Konturermittlung	176
7.6.5	Akustikmessungen	177
7.6.6	Verschmutzungsuntersuchungen	180
8	Numerische Berechnung der Fahrzeugaerodynamik	183
8.1	Diskretisierungsverfahren	183
8.1.1	Zeitdiskretisierung	185
8.1.2	Finite-Differenzen-Verfahren	185
8.1.3	Finite-Volumen-Verfahren	185
8.1.4	Finite-Elemente-Verfahren	187
8.2	CFD-Verfahren	188
8.2.1	Navier-Stokes-basierte Ansätze	188
8.2.2	Die Lattice-Boltzmann-Methode	190
8.3	Prozessanforderungen	193
8.4	Darstellung drehender Geometrien	195
8.5	Kommerzielle CFD-Software	196
8.6	Spezielle Analyseverfahren und Validierung	197
9	Der aerodynamische Entwicklungsprozess	203
Literatur		209
Sachverzeichnis		213

Fahrzeugaerodynamik

Basiswissen für das Studium

Schütz, Th.

2016, XV, 213 S. 212 Abb., 200 Abb. in Farbe.,

ISBN: 978-3-658-12818-0