

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Rechnergestützte Methoden</b>	<b>7</b>
2.1	CAX-Methoden	7
2.2	Computer	14
<b>3</b>	<b>Modellbildung</b>	<b>17</b>
3.1	Physikalische Modellbildung	17
3.2	Geometrische Modellbildung	23
3.2.1	Geometrische Aufbereitung	23
3.2.2	Physikalische Modifikation	26
3.3	Mathematische Modellbildung	28
<b>4</b>	<b>Partielle Differentialgleichungen und Diskretisierungsmethoden</b>	<b>33</b>
4.1	Klassifikation partieller Differentialgleichungen	33
4.2	Diskretisierungsprinzipie	37
4.2.1	Schwache Formen	37
4.2.2	Methode der gewichteten Residuen	39
4.2.3	Finite-Differenzen-Methode	40
4.2.4	Finite-Volumen-Methode	41
4.2.5	Begriffe	44
4.2.6	Smoothed-Particle-Hydrodynamic-Methode	46
4.2.7	Moving-Least-Square-Approximation	48
4.2.8	Äußere Approximation (Trefftz-FEM)	48
4.2.9	Randelemente-Methode	50
<b>5</b>	<b>Wärmeleitung, Temperaturstrahlung, Konvektion, Diffusion</b>	<b>55</b>
5.1	Wärmeleitung	57
5.2	Temperaturstrahlung	63
5.3	Konvektion	66

5.4	Diffusion .....	67
5.5	Plausibilitätsbetrachtungen .....	68
<b>6</b>	<b>Dynamik starrer Körper .....</b>	<b>71</b>
6.1	Kinetik des starren Körpers .....	73
6.2	Kinetische Energie des starren Körpers .....	76
6.3	Elemente von Starrkörperprogrammen .....	81
6.4	Orientierung starrer Körper .....	82
6.5	Aufstellen und Lösen der Gleichungen .....	88
6.5.1	Aufstellen der Bewegungsgleichungen .....	88
6.5.2	Lösen der Gleichungen .....	89
<b>7</b>	<b>Statik und Dynamik .....</b>	<b>93</b>
7.1	Grundlagen der Elastizitätstheorie .....	93
7.1.1	Der dreiachsige Spannungszustand .....	94
7.1.2	Der ebene Spannungszustand .....	101
7.1.3	Kinematik des verformbaren Körpers .....	103
7.1.4	Hauptachsen und Invarianten .....	107
7.1.5	Kompatibilitätsbedingungen .....	108
7.1.6	Stoffgesetz .....	109
7.1.7	Formänderungsenergie .....	113
7.2	Elemente und Elementmatrizen .....	115
7.3	Beispiele .....	117
7.3.1	Spannungsberechnung .....	118
7.3.2	Eigenschwingungen .....	121
<b>8</b>	<b>Finite-Elemente-Vernetzungen .....</b>	<b>123</b>
8.1	Finite-Elemente-Typen .....	123
8.2	Numerische Integration (Quadratur) .....	126
8.3	Spannungsberechnung .....	130
8.4	Elementqualität .....	130
8.5	Beispiele .....	130
8.6	Abschätzungen .....	136
<b>9</b>	<b>Crashberechnung und Insassensimulation .....</b>	<b>141</b>
9.1	Einführung .....	141
9.2	Elasto-Plastizität .....	145
9.3	Kontakthalgorithmen .....	151
9.4	Weitere Aspekte .....	153
9.4.1	Hourglass-Moden .....	153
9.4.2	Zeitschritt .....	155
9.4.3	Crashprogramme .....	156
9.5	Insassensimulation .....	157
9.6	Beispiele .....	160
9.7	Praktische Hinweise .....	165

<b>10 Akustik</b>	169
10.1 Einführung	169
10.2 Berechnungsmethoden	172
10.2.1 Theoretische Grundlagen	172
10.2.2 Rayleighsche Integralmethode	176
10.2.3 Boundary-Element-Methode	180
10.2.4 Finite-Elemente-Methode	185
10.2.5 Statistische Energie-Analyse	187
10.2.6 Ray-Tracing-Methode	199
10.3 Praktische Hinweise	201
<b>11 Statik, Dynamik, Betriebsfestigkeit von Rohkarosserien</b>	203
11.1 Statik von Rohkarosserien	204
11.2 Dynamik von Rohkarosserien	208
11.3 Vorhersage der Lebensdauer	211
<b>12 Strömungssimulation</b>	213
12.1 Motoren	213
12.2 Außenaerodynamik	216
12.3 Klimatisierung	217
12.4 Ladungswechselberechnung	218
<b>13 MKS-Modelle</b>	235
13.1 Ventilsteuerung und Antriebsstrang	235
13.2 Fahrdynamik	237
<b>14 Fahrbahn-Fahrzeug-Interaktion</b>	245
14.1 Reifenmodelle	245
14.2 Nachgiebige Fahrbahn	257
<b>15 Nichtlineare Optimierung</b>	265
15.1 Grundlagen	265
15.2 Suchstrategien	277
15.2.1 Jacob-Suchverfahren	277
15.2.2 Simplex-Verfahren	279
15.2.3 Monte-Carlo-Verfahren	281
15.3 Newton- und Gradienten-Verfahren	282
15.4 Verfahren der zulässigen Richtungen und SQP-Verfahren	285
15.5 Evolutionäre Algorithmen	285
15.6 Ganzzahlige Optimierung	289
15.7 DOE und RSM	291
15.8 Neuronale Netze	302
15.9 Multikriterielle Optimierung	304
15.10 Beispiele	308
15.10.1 Crashberechnung	308

15.10.2	Parameteridentifizierung .....	310
15.10.3	Rückhaltesysteme .....	311
15.10.4	Sicken- und Topologieoptimierung .....	313
<b>16</b>	<b>Phänomene nichtlinearer dynamischer Systeme .....</b>	<b>319</b>
16.1	Singuläre Punkte und invariante Mannigfaltigkeiten .....	320
16.2	Bifurkationen .....	328
16.3	Super- und subharmonische Schwingungen .....	337
16.4	Attraktoren und deterministisches Chaos .....	340
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>347</b>
	<b>Sachverzeichnis .....</b>	<b>353</b>



<http://www.springer.com/978-3-540-49866-7>

CAE-Methoden in der Fahrzeugtechnik

Meywerk, M.

2007, XII, 357 S., Hardcover

ISBN: 978-3-540-49866-7