

TENSORRECHNUNG
FÜR
INGENIEURE

VON

Dr.-Ing. EBERHARD KLINGBEIL

INSTITUT FÜR PRAKTISCHE MATHEMATIK DER
TECHNISCHEN HOCHSCHULE DARMSTADT



BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT • MANNHEIM
HOCHSCHULTASCHENBÜCHER-VERLAG

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
KAPITEL 1 <i>Vektoralgebra im Euklidischen Raum.</i>	.13
1. Der affine Vektorraum und der Euklidische Vektorraum	13
2. Der affine Punktraum und der Euklidische Punktraum	15
3. Dimension und Basis	.17
4. Die Summationskonvention	.19
5. Skalarprodukt, Abstand, Winkel	20
6. Die orthonormierte Basis	23
7. Kovariante und kontravariante Basis	26
8. Kovariante und kontravariante Komponenten eines Vektors.	31
9. Physikalische Komponenten eines Vektors	34
10. Der Vektor als Tensor 1. Stufe und sein Transformationsverhalten	35
 KAPITEL 2 <i>Tensoralgebra im Euklidischen Raum.</i>	 41
1. Der Tensor 2. Stufe	41
2. Die Komponenten des Tensors 2. Stufe und ihre Transformationsgesetze	43
3. Verjüngendes Produkt. Herauf- und Herunterziehen des Index beim Tensor 2. Stufe	45
4. Der Metriktensor	49
5. Anwendung: Der Spannungstensor	51
6. Transformation und Abbildung	55
7. Die Hauptachsentransformation des symmetrischen Tensors 2. Stufe	57
8. Tensoren höherer Stufe	60
9. Rechenregeln für Tensoren	62
10. Antisymmetrische Tensoren	66
11. Das äußere Produkt	70
 KAPITEL 3 <i>Tensoranalysis im Euklidischen Raum.</i>	 73
1. Geradlinige Koordinaten	73
2. Anwendung: Bewegungsgleichungen für Elastizitätstheorie und Hydrodynamik	77

3. Krummlinige Koordinaten	80
4. Die Christoffel-Symbole	83
5. Transformationseigenschaften bei krummlinigen Koordinaten	86
6. Die kovariante Ableitung	87
7. Der Nabla-Operator in krummlinigen Koordinaten	90
8. Anwendung: Gradient, Divergenz und Rotation in Kugelkoordinaten.	94
KAPITEL 4 Geometrie auf der Fläche im Euklidischen Raum . . .	97
1. Vorbemerkung	97
2. Der Metriktensor und die 1. Grundform der Flächentheorie.	97
3. Der Krümmungstensor und die 2. Grundform der Flächentheorie.	102
4. Die Christoffelsymbole und die Ableitungsgleichungen . . .	107
5. Beispiele: Rotationsfläche und Kugel	109
6. Die kovariante Ableitung	115
7. Die Parallelverschiebung nach Levi-Civita	117
8. Der Riemannsche Krümmungstensor.	121
9. Anschauliches zur Flächenkrümmung.	125
KAPITEL 5 Elastizitätstheorie in krummlinigen Koordinaten . . .	130
1. Der Verzerrungstensor.	130
2. Der Spannungstensor.	133
3. Die Gleichgewichtsbedingungen	135
4. Das Elastizitätsgesetz	138
5. Die Differentialgleichungen der Elastizitätstheorie.	139
6. Beispiel: Zylinderkoordinaten.	140
7. Virtuelle Verschiebung und „Variation“.	142
8. Die Formänderungsenergie.	145
9. Das Variationsproblem.	149
KAPITEL 6 Schalentheorie.	153
1. Vorbemerkung	153
2. Geometrie der Schale.	154
3. Der Verzerrungstensor.	155
4. Das Elastizitätsgesetz	157
5. Das Energie-Integral.	157
6. Das Variationsproblem.	160

7. Die Schnittgrößen . . . . .	.163
8. Die Gleichgewichtsbedingungen . . . . .	.165
9. Die Grundgleichungen der technischen Schalentheorie . . . . .	.166
10. Spezialisierung auf Rotationsschalen. . . . .	.168
KAPITEL 7 <i>Tensoranalysis im Riemannschen Raum.</i> . . . . .	.172
1. Zur Idee der Riemannschen Geometrie. . . . .	.172
2. Die Mannigfaltigkeit . . . . .	.173
3. Transformationen und Tensoren in der Mannigfaltigkeit . . . . .	.175
4. Der affine Tangentialraum. . . . .	.177
5. Die kovariante Ableitung in der Mannigfaltigkeit. . . . .	.179
6. Der Riemannsche Raum. . . . .	.181
7. Der affine Zusammenhang im Riemannschen Raum . . . . .	.182
8. Der Einbettungssatz. . . . .	.184
9. Der Riemannsche Krümmungstensor. . . . .	.186
10. Anwendungen in der analytischen Dynamik. . . . .	.189
<i>Literatur.</i> . . . . .	.193
<i>Namen- und Sachverzeichnis.</i> . . . . .	.195