

HANSER

# Mathematik für Bauingenieure

Kerstin Rjasanowa

ISBN 3-446-40479-1

Inhaltsverzeichnis

Weitere Informationen oder Bestellungen unter  
<http://www.hanser.de/3-446-40479-1> sowie im Buchhandel

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Arithmetik reeller Zahlen</b>	<b>11</b>
1.1	Die Addition . . . . .	11
1.2	Die Multiplikation . . . . .	12
1.3	Anwendungen der Rechenoperationen . . . . .	14
1.4	Der Wurzelbegriff . . . . .	19
1.5	Anordnung reeller Zahlen, Ungleichungen . . . . .	21
1.6	Aufgaben . . . . .	23
<b>2</b>	<b>Funktionen einer Veränderlichen</b>	<b>26</b>
2.1	Der Funktionsbegriff . . . . .	26
2.1.1	Zuordnungen zwischen Mengen . . . . .	26
2.1.2	Analytische und graphische Darstellung von Funktionen . . . . .	27
2.1.3	Monotonie und Beschränktheit . . . . .	28
2.1.4	Die Umkehrfunktion . . . . .	30
2.1.5	Verkettung von Funktionen . . . . .	32
2.2	Klassen von Funktionen . . . . .	32
2.2.1	Die konstante Funktion . . . . .	32
2.2.2	Die Signumfunktion . . . . .	33
2.2.3	Die lineare Funktion . . . . .	33
2.2.4	Die Betragsfunktion . . . . .	34
2.2.5	Die Potenzfunktion . . . . .	36
2.2.6	Die Reziproktfunktion . . . . .	37
2.2.7	Polynome . . . . .	37
2.2.8	Rationale Funktionen . . . . .	44
2.2.9	Die Exponential- und Logarithmusfunktion . . . . .	45
2.2.10	Trigonometrische Funktionen . . . . .	48
2.3	Anwendungen an Beispielen . . . . .	57
2.3.1	Polynome bei der Balkenbiegung . . . . .	57
2.3.2	Darlehen und Zinsen . . . . .	59
2.3.3	Vorwärts- und Rückwärtseinschneiden . . . . .	60
2.3.4	Polygonzugberechnung . . . . .	62
2.4	Aufgaben . . . . .	63
<b>3</b>	<b>Lineare Algebra</b>	<b>74</b>
3.1	Der Vektorraum $\mathbb{R}^n$ . . . . .	74
3.1.1	Definitionen, Beispiele . . . . .	74
3.1.2	Geometrische Darstellung im $\mathbb{R}^2$ und $\mathbb{R}^3$ . . . . .	77
3.1.3	Lineare Abhängigkeit von Vektoren . . . . .	78
3.1.4	Lineare Unterräume des $\mathbb{R}^n$ . . . . .	84
3.2	Matrizen . . . . .	87
3.2.1	Definitionen, Beispiele . . . . .	87
3.2.2	Rechenoperationen mit Matrizen . . . . .	89
3.2.3	Der Rang einer Matrix . . . . .	95
3.2.4	Die Inverse einer Matrix . . . . .	97

3.3	Determinanten . . . . .	98
3.3.1	Definition, Eigenschaften . . . . .	98
3.3.2	Berechnung von Determinanten . . . . .	100
3.3.3	Berechnung der Inversen . . . . .	101
3.4	Lineare Gleichungssysteme . . . . .	102
3.4.1	Definition, Beispiele . . . . .	102
3.4.2	Lösbarkeit linearer Gleichungssysteme . . . . .	103
3.4.3	Der Gauß-Algorithmus . . . . .	105
3.4.4	Die Cramersche Regel . . . . .	109
3.4.5	Berechnung der Inversen . . . . .	110
3.5	Anwendungen an Beispielen . . . . .	112
3.5.1	Professor B. Tonstein und die Werkstoffe . . . . .	112
3.5.2	Produktion von Einzelteilen . . . . .	113
3.5.3	Berechnung von Stabkräften . . . . .	114
3.5.4	Zerlegung einer Kraft . . . . .	115
3.5.5	Schwerpunkt eines Punkt-Massen-Systems . . . . .	116
3.6	Aufgaben . . . . .	117
<b>4</b>	<b>Vektorrechnung und Analytische Geometrie</b>	<b>124</b>
4.1	Betrag eines Vektors, Projektion, Skalarprodukt . . . . .	124
4.1.1	Der Betrag eines Vektors . . . . .	124
4.1.2	Die Projektion . . . . .	126
4.1.3	Das Skalarprodukt . . . . .	127
4.1.4	Orthogonalität . . . . .	128
4.1.5	Koordinatendarstellung des Skalarproduktes . . . . .	129
4.1.6	Winkelmessung im $\mathbb{R}^n$ . . . . .	130
4.1.7	Das Vektorprodukt . . . . .	132
4.1.8	Das Spatprodukt . . . . .	135
4.2	Analytische Geometrie der Ebene . . . . .	136
4.2.1	Die Gerade . . . . .	136
4.2.2	Kurven zweiter Ordnung . . . . .	144
4.3	Analytische Geometrie des Raumes . . . . .	153
4.3.1	Die Gerade . . . . .	153
4.3.2	Die Ebene . . . . .	159
4.4	Anwendungen an Beispielen . . . . .	165
4.4.1	Tangentenschnittpunkt . . . . .	165
4.4.2	Kleinpunktberechnung . . . . .	165
4.4.3	Schnittpunkt zweier Strecken . . . . .	168
4.4.4	Absteckungsberechnungen . . . . .	169
4.4.5	Massenermittlung . . . . .	170
4.5	Aufgaben . . . . .	172
<b>5</b>	<b>Zahlenfolgen, Grenzwerte, Stetigkeit</b>	<b>176</b>
5.1	Einführung, Definition . . . . .	176
5.2	Monotonie und Beschränktheit von Zahlenfolgen . . . . .	177
5.3	Konvergenz und Divergenz von Zahlenfolgen . . . . .	181
5.4	Grenzwerte von Funktionen . . . . .	187
5.5	Stetigkeit . . . . .	190

5.6	Anwendungen an Beispielen . . . . .	195
5.6.1	Noch einmal Zinsen . . . . .	195
5.6.2	Stabilität eines Ziegelstapels und Zahlenfolgen . . . . .	197
5.7	Aufgaben . . . . .	200
<b>6</b>	<b>Differenzialrechnung für Funktionen einer Veränderlichen</b>	<b>202</b>
6.1	Einführung . . . . .	202
6.2	Ableitungsregeln . . . . .	205
6.3	Höhere Ableitungen . . . . .	209
6.4	Das Differenzial einer Funktion, Fehlerrechnung . . . . .	211
6.5	Die Regel von l'Hospital . . . . .	213
6.6	Kurvendiskussionen . . . . .	216
6.6.1	Extremstellen . . . . .	217
6.6.2	Monotonie . . . . .	218
6.6.3	Krümmungsverhalten und Wendepunkte . . . . .	220
6.7	Der Mittelwertsatz der Differenzialrechnung . . . . .	223
6.8	Taylorpolynome und Funktionsapproximation . . . . .	224
6.9	Anwendungen an Beispielen . . . . .	229
6.9.1	Berechnung der Biegelinie eines Balkens . . . . .	229
6.9.2	Fahrbahnverziehung im Straßenbau . . . . .	230
6.9.3	Kuppen- und Wannenausrundung im Straßenbau . . . . .	232
6.9.4	Übergangsbogen und Überhöhungsrampen im Schienenbau . . . . .	234
6.9.5	Klothoidenpunktberechnungen . . . . .	236
6.10	Aufgaben . . . . .	238
<b>7</b>	<b>Integralrechnung für Funktionen einer Veränderlichen</b>	<b>243</b>
7.1	Einführung . . . . .	243
7.2	Obersumme, Untersumme, Zwischensumme . . . . .	244
7.3	Das bestimmte Integral . . . . .	246
7.4	Eigenschaften des bestimmten Integrals . . . . .	248
7.5	Die Stammfunktion . . . . .	251
7.6	Der Hauptsatz der Differenzial- und Integralrechnung . . . . .	254
7.7	Das unbestimmte Integral . . . . .	255
7.8	Integrationsmethoden . . . . .	257
7.8.1	Integranden der Form $f'/f$ . . . . .	257
7.8.2	Partielle Integration . . . . .	258
7.8.3	Substitutionsregel . . . . .	259
7.9	Anwendungen der Integralrechnung . . . . .	261
7.9.1	Berechnung der Bogenlänge . . . . .	261
7.9.2	Flächenberechnung . . . . .	263
7.9.3	Volumina und Mantelflächen von Rotationskörpern . . . . .	267
7.9.4	Momente und Schwerpunkte . . . . .	269
7.9.5	Berechnung von Schnittkräften am Balken . . . . .	277
7.9.6	Überfälle im Wasserbau . . . . .	279
7.10	Aufgaben . . . . .	281
<b>8</b>	<b>Funktionen mehrerer Veränderlicher</b>	<b>288</b>
8.1	Der Begriff der stetigen Funktion mehrerer Veränderlicher . . . . .	288
8.2	Grenzwerte, Stetigkeit, Partielle Ableitungen . . . . .	291

8.3	Gradient, partielles und totales Differenzial, Fehlerrechnung . . . . .	295
8.4	Extremwerte von Funktionen mehrerer Veränderlicher . . . . .	298
8.4.1	Definition lokaler Extrema . . . . .	299
8.4.2	Notwendige Bedingungen für die Existenz lokaler Extrema . . . . .	300
8.4.3	Hinreichende Bedingungen für die Existenz lokaler Extrema . . . . .	302
8.5	Anwendungen an Beispielen . . . . .	304
8.5.1	Ermittlung des Widerstandsmomentes . . . . .	304
8.5.2	Vermessung eines Dreiecks . . . . .	305
8.5.3	Ein Extremwertproblem . . . . .	306
8.6	Aufgaben . . . . .	309
<b>9</b>	<b>Differenzialgleichungen</b>	<b>312</b>
9.1	Einführung . . . . .	312
9.2	Definitionen . . . . .	314
9.3	Differenzialgleichungen 1. Ordnung . . . . .	315
9.4	Trennung der Variablen . . . . .	316
9.5	Lineare Differenzialgleichungen 1. Ordnung . . . . .	317
9.6	Lineare Differenzialgleichungen höherer Ordnung mit konstanten Koeffizienten . . . . .	319
9.6.1	Sätze über die Lösungen . . . . .	320
9.6.2	Allgemeine Lösung von homogenen Differenzialgleichungen 2. Ordnung . . . . .	322
9.6.3	Homogene Differenzialgleichungen höherer Ordnung . . . . .	324
9.6.4	Allgemeine Lösung inhomogener Differenzialgleichungen höherer Ordnung . . . . .	325
9.7	Anwendungen an Beispielen . . . . .	330
9.7.1	Mechanische Schwingung . . . . .	330
9.7.2	Ausströmgeschwindigkeit einer Flüssigkeit . . . . .	331
9.7.3	Gleichung einer Seilkurve . . . . .	333
9.7.4	Eulersche Knickkraft . . . . .	335
9.7.5	Biegelinie eines Balkens . . . . .	336
9.7.6	Absenkung des Grundwasserspiegels mit einem vollkommenen Brunnen . . . . .	339
9.8	Aufgaben . . . . .	341
	<b>Lösungen</b>	<b>344</b>
	Kapitel 1 . . . . .	344
	Kapitel 2 . . . . .	346
	Kapitel 3 . . . . .	352
	Kapitel 4 . . . . .	355
	Kapitel 5 . . . . .	358
	Kapitel 6 . . . . .	359
	Kapitel 7 . . . . .	365
	Kapitel 8 . . . . .	369
	Kapitel 9 . . . . .	371
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>373</b>
	<b>Sachwortverzeichnis</b>	<b>375</b>