

**ABITUR**

**DUDEN**

**BASISWISSEN**  
**SCHULE**



**EXTRA:**

1 Monat kosten-  
freier KI-Lerntutor  
über WhatsApp

# MATHEMATIK ABI

# Duden

BASISWISSEN SCHULE

# MATHEMATIK

ABI

6., überarbeitete und aktualisierte Auflage

Dudenverlag  
Berlin

**Herausgeber**

Dr. Hubert Bossek (†), Detlef Missal, Prof. Dr. habil. Karlheinz Weber

**Autoren**

Armin Baeger, Dr. Hubert Bossek (†), Dr. Georg-Christian Brückner,  
Frank Gräf, Irmhild Kantel, Ardito Messner, Detlef Missal, Dr. Marga Schmidt,  
Dr. habil. Michael Schmitz, Prof. Dr. habil. Karlheinz Weber,  
PD Dr. habil. Bernd Wernicke, Prof. Dr. habil. Wolfgang Zillmer

**Redaktionelle Leitung** David Harvie, Ina Koslowski  
**Redaktion** Dr. Angelika Fallert-Müller, Michael Venhoff

**Layout** Britta Scharffenberg  
**Umschlaggestaltung** Robert Grill, München  
**Satz** LemmeDESIGN, Berlin

[www.duden.de](http://www.duden.de)  
[www.cornelsen.de](http://www.cornelsen.de)

6. Auflage, 1. Druck 2025

© 2025 Cornelsen Verlag GmbH, Mecklenburgische Str. 53, 14197 Berlin,  
E-Mail: kundenservice@duden.de

Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Jede Nutzung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf der vorherigen schriftlichen Einwilligung des Verlages. Hinweis zu §§ 60 a, 60 b UrhG: Weder das Werk noch seine Teile dürfen ohne eine solche Einwilligung an Schulen oder in Unterrichts- und Lehrmedien (§ 60 b Abs. 3 UrhG) vervielfältigt, insbesondere kopiert oder eingescannt, verbreitet oder in ein Netzwerk eingestellt oder sonst öffentlich zugänglich gemacht oder wiedergegeben werden. Dies gilt auch für Intranets von Schulen und anderen Bildungseinrichtungen.

Der Anbieter behält sich eine Nutzung der Inhalte für Text- und Data-Mining im Sinne von § 44 b UrhG ausdrücklich vor.

Das Wort **Duden** ist für die Cornelsen Verlag GmbH als Marke geschützt.

**Druck und Bindung** H. Heenemann, Berlin

ISBN 978-3-411-71004-1



PEFC zertifiziert  
Dieses Produkt stammt aus nachhaltig  
bewirtschafteten Wäldern und kontrollierten  
Quellen.  
[www.pefc.de](http://www.pefc.de)

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Denk- und Arbeitsweisen der Mathematik</b>	<b>9</b>
<b>1.1</b>	<b>Mathematik und ihre grundlegenden Arbeitsmethoden</b>	<b>10</b>
1.1.1	Grundlagen mathematischer Bildung . . . . .	11
1.1.2	Kommunizieren, Argumentieren und Begründen. . . . .	12
1.1.3	Mathematisieren und Modellieren. . . . .	17
1.1.4	Lösen von Problemen . . . . .	20
1.1.5	Internet und neue Medien . . . . .	22
<b>1.2</b>	<b>Grundbegriffe der Mathematik</b>	<b>24</b>
1.2.1	Mengen . . . . .	24
1.2.2	Logische Operationen mit Aussagen und Aussageformen . . . . .	30
1.2.3	Definitionen . . . . .	34
1.2.4	Schlussregeln . . . . .	36
1.2.5	Beweise. . . . .	39
<b>2</b>	<b>Zahlenfolgen</b>	<b>43</b>
<b>2.1</b>	<b>Der Begriff <i>Zahlenfolge</i></b>	<b>44</b>
<b>2.2</b>	<b>Eigenschaften von Zahlenfolgen</b>	<b>46</b>
2.2.1	Monotonie und Beschränktheit . . . . .	46
2.2.2	Partialsommen . . . . .	48
<b>2.3</b>	<b>Arithmetische und geometrische Zahlenfolgen</b>	<b>49</b>
<b>3</b>	<b>Funktionen und ihre Eigenschaften</b>	<b>55</b>
<b>3.1</b>	<b>Der Begriff <i>Funktion</i></b>	<b>56</b>
<b>3.2</b>	<b>Darstellung von Funktionen</b>	<b>58</b>
<b>3.3</b>	<b>Eigenschaften von Funktionen</b>	<b>60</b>
3.3.1	Monotonie und Beschränktheit . . . . .	60
3.3.2	Symmetrie. . . . .	61
3.3.3	Periodizität. . . . .	61
3.3.4	Umkehrbarkeit. . . . .	62
3.3.5	Nullstellen. . . . .	63
3.3.6	Abschnittsweise definierte Funktionen . . . . .	63
<b>3.4</b>	<b>Verknüpfen und Verketteten von Funktionen</b>	<b>65</b>
<b>3.5</b>	<b>Funktionenscharen</b>	<b>67</b>
<b>3.6</b>	<b>Klassen reeller Funktionen</b>	<b>68</b>
3.6.1	Einteilung . . . . .	68
3.6.2	Lineare Funktionen . . . . .	70
3.6.3	Quadratische Funktionen . . . . .	71
3.6.4	Potenzfunktionen und Wurzelfunktionen. . . . .	73
3.6.5	Gebrochenrationale Funktionen. . . . .	74
3.6.6	Trigonometrische Funktionen. . . . .	75
3.6.7	Exponentialfunktionen . . . . .	81
3.6.8	Logarithmusfunktionen. . . . .	82
3.6.9	Weitere spezielle reelle Funktionen. . . . .	84

■ Überblick 69

■ Überblick 86

<b>4</b>	<b>Gleichungen und Gleichungssysteme</b>	<b>87</b>
4.1	Lineare, quadratische, biquadratische Gleichungen	88
4.2	Gleichungen höheren Grades	90
4.3	Gleichungen mit absoluten Beträgen	93
4.4	Wurzelgleichungen	94
4.5	Goniometrische Gleichungen	95
4.6	Exponential- und Logarithmengleichungen	97
4.7	Lineare Gleichungssysteme	98
4.7.1	Gaußsches Eliminationsverfahren. . . . .	98
4.7.2	Lösbarkeit und Lösungsmenge von Gleichungssystemen . . . .	101
4.7.3	Determinanten; Regel von Cramer. . . . .	104
4.7.4	Homogene und inhomogene Gleichungssysteme . . . . .	107
4.8	Lineare Ungleichungen und Ungleichungssysteme	110
<b>5</b>	<b>Grenzwerte und Stetigkeit</b>	<b>115</b>
5.1	Grenzwerte und Konvergenz von Zahlenfolgen; Grenzwertsätze	116
5.2	Reihen	120
5.3	Grenzwerte von Funktionen; Grenzwertsätze	123
5.4	Stetigkeit von Funktionen	126
<b>6</b>	<b>Differenzialrechnung</b>	<b>129</b>
6.1	Grundbegriffe der Differenzialrechnung	130
6.1.1	Ableitung einer Funktion . . . . .	130
6.1.2	Differenzierbarkeit und Stetigkeit . . . . .	134
6.1.3	Ableitungen höherer Ordnung . . . . .	135
6.2	Regeln zur Ableitung von Funktionen	137
6.2.1	Konstanten-, Potenz- und Faktorregel . . . . .	137
6.2.2	Summen-, Produkt- und Quotientenregel . . . . .	138
6.2.3	Kettenregel . . . . .	140
6.2.4	Umkehrregel . . . . .	141
6.2.5	Ableitung von Funktionen in Parameterdarstellung. . . . .	142
6.2.6	Partielle Ableitung von Funktionen mit zwei Variablen. . . . .	143
6.3	Ableitung elementarer Funktionen	144
6.3.1	Ableitung von Potenzfunktionen . . . . .	144
6.3.2	Ableitung von trigonometrischen Funktionen . . . . .	144
6.3.3	Ableitung von Exponential- und Logarithmusfunktionen . . . .	145
6.4	Sätze über differenzierbare Funktionen	150
6.5	Untersuchung von Funktionseigenschaften	154
6.5.1	Monotonieverhalten . . . . .	154
6.5.2	Extrema. . . . .	155
6.5.3	Krümmungsverhalten und Wendestellen. . . . .	162
6.5.4	Verhalten im Unendlichen. . . . .	166
6.5.5	Unstetigkeitsstellen . . . . .	168
6.5.6	Beispiele für Funktionsuntersuchungen. . . . .	171
6.6	Extremwertprobleme	177
6.7	Bestimmen von Funktionsgleichungen	180
6.7.1	Approximation durch Polynomfunktionen . . . . .	180
6.7.2	Die Taylorsche Formel für ganzrationale Funktionen . . . . .	184

■ Überblick 136

■ Überblick 149

6.7.3	Der Satz von Taylor	186	
6.7.4	Das Verfahren der linearen Regression	189	■ Überblick 192
<b>6.8</b>	<b>Näherungsverfahren zum Lösen von Gleichungen</b>	<b>193</b>	
6.8.1	Grafische Suche von Nullstellen	193	
6.8.2	Bisektionsverfahren	194	
6.8.3	Newtonsches Näherungsverfahren	195	
6.8.4	Allgemeines Iterationsverfahren	196	■ Überblick 198
<b>7</b>	<b>Integralrechnung</b>	<b>199</b>	
<b>7.1</b>	<b>Das unbestimmte Integral</b>	<b>200</b>	
7.1.1	Die Begriffe <i>Stammfunktion</i> und <i>unbestimmtes Integral</i>	200	
7.1.2	Regeln für das Ermitteln von unbestimmten Integralen	202	
<b>7.2</b>	<b>Das bestimmte Integral</b>	<b>204</b>	
7.2.1	Flächeninhalt unter der Normalparabel	204	
7.2.2	Der Begriff <i>bestimmtes Integral</i>	205	
7.2.3	Begriffserweiterung und Eigenschaften bestimmter Integrale	209	
<b>7.3</b>	<b>Beziehung zwischen bestimmtem und unbestimmtem Integral</b>	<b>211</b>	
7.3.1	Das bestimmte Integral als Funktion der oberen Grenze	211	
7.3.2	Hauptsatz der Differenzial- und Integralrechnung	212	
<b>7.4</b>	<b>Weitere Integrationsmethoden</b>	<b>213</b>	
7.4.1	Integration durch lineare Substitution	213	
7.4.2	Integration durch nichtlineare Substitution	213	
7.4.3	Partielle Integration	215	
7.4.4	Integration durch Partialbruchzerlegung	215	
<b>7.5</b>	<b>Berechnen bestimmter Integrale; Anwendungen</b>	<b>217</b>	
7.5.1	Integrationsregeln	217	
7.5.2	Ermitteln von Flächeninhalten	217	
7.5.3	Physikalische Probleme	224	
7.5.4	Volumen und Mantelfläche von Rotationskörpern; Bogenlänge von Kurven	228	■ Überblick 233
<b>7.6</b>	<b>Uneigentliche Integrale und nicht elementar integrierbare Funktionen</b>	<b>234</b>	
<b>7.7</b>	<b>Numerische Integration</b>	<b>236</b>	■ Überblick 238
<b>8</b>	<b>Differenzen- und Differenzialgleichungen</b>	<b>239</b>	
<b>8.1</b>	<b>Differenzengleichungen</b>	<b>240</b>	
8.1.1	Die Begriffe <i>Differenzengleichung</i> und <i>Lösung einer Differenzengleichung</i>	240	
8.1.2	Lineare Differenzengleichungen 1. Ordnung mit konstanten Koeffizienten	243	
<b>8.2</b>	<b>Differenzialgleichungen</b>	<b>246</b>	
8.2.1	Arten von Differenzialgleichungen	246	
8.2.2	Lösungsverhalten von Differenzialgleichungen	247	
8.2.3	Lösungsverfahren für Differenzialgleichungen 1. Ordnung	250	
8.2.4	Näherungsverfahren zur Lösung von Differenzialgleichungen 1. Ordnung	253	■ Überblick 254

	<b>9</b>	<b>Komplexe Zahlen</b>	<b>255</b>
	9.1	Komplexe Zahlen als geordnete Paare reeller Zahlen	256
	9.2	Algebraische Darstellung komplexer Zahlen	258
	9.3	Trigonometrische Darstellung komplexer Zahlen	260
	9.4	Komplexe Zahlen in Exponentialform	262
	<b>10</b>	<b>Vektoren und Vektorräume</b>	<b>263</b>
	10.1	Zur Entwicklung der analytischen Geometrie	264
	10.2	Vektoren; Gleichheit, Addition und Vervielfachung	265
	10.3	Parallelität, Kollinearität und Komplanarität von Vektoren	271
	10.4	Linearkombination von Vektoren; Basen in der Ebene und im Raum	272
	10.5	Koordinatensysteme	276
	10.6	Punkte, Strecken und Dreiecke in einem Koordinatensystem	282
	10.6.1	Mittelpunkt einer Strecke in der Ebene und im Raum . . . . .	282
	10.6.2	Schwerpunkt eines Dreiecks . . . . .	282
	10.6.3	Betrag eines Vektors; Länge einer Strecke . . . . .	283
	10.6.4	Flächeninhalt eines Dreiecks . . . . .	284
■ Überblick 285	10.7	Lineare Abhängigkeit und lineare Unabhängigkeit	286
	10.8	Skalarprodukt von Vektoren	288
	10.8.1	Definition und Eigenschaften . . . . .	288
	10.8.2	Anwendungen des Skalarprodukts . . . . .	291
	10.9	Vektorprodukt und Spatprodukt von Vektoren	293
	10.9.1	Vektorprodukt . . . . .	293
	10.9.2	Spatprodukt . . . . .	294
■ Überblick 297	10.10	Beweise unter Verwendung von Vektoren	298
	10.11	Vektorräume	299
	10.11.1	Der Begriff <i>Vektorraum</i> . . . . .	299
	10.11.2	Unterräume und Erzeugendensysteme . . . . .	300
	10.11.3	Basen und Dimension von Unterräumen . . . . .	302
	<b>11</b>	<b>Analytische Geometrie der Ebene und des Raumes</b>	<b>303</b>
	11.1	Geraden in der Ebene und im Raum	304
	11.1.1	Punktgleichung einer Geraden . . . . .	304
	11.1.2	Zweipunktgleichung einer Geraden . . . . .	307
	11.1.3	Normalform der Gleichung einer Geraden in der Ebene . . .	308
	11.1.4	Lagebeziehungen von Geraden . . . . .	310
■ Überblick 315	11.1.5	Orthogonalität und Schnittwinkel von Geraden der Ebene .	313
	11.2	Ebenen im Raum	316
	11.2.1	Gleichung einer Ebene in Vektorform . . . . .	316
	11.2.2	Gleichung einer Ebene in Koordinatenschreibweise . . . . .	317
	11.2.3	Hessesche Normalform der Ebenengleichung . . . . .	320
	11.2.4	Spezielle Ebenen . . . . .	321
	11.2.5	Lagebeziehungen von Gerade und Ebene . . . . .	323
■ Überblick 329	11.2.6	Lagebeziehungen von zwei Ebenen . . . . .	326
	11.3	Schnittwinkelberechnungen	330
	11.3.1	Schnittwinkel zweier Geraden im Raum . . . . .	330
	11.3.2	Schnittwinkel einer Geraden mit einer Ebene . . . . .	331
■ Überblick 333	11.3.3	Schnittwinkel zweier Ebenen . . . . .	331

<b>11.4</b>	<b>Abstandsberechnungen</b>	<b>334</b>
11.4.1	Abstand eines Punktes von einer Geraden in der Ebene und von einer Ebene im Raum . . . . .	334
11.4.2	Abstand eines Punktes von einer Geraden im Raum . . . . .	336
11.4.3	Abstand von Geraden im Raum . . . . .	337
11.4.4	Abstand von Ebenen . . . . .	340
<b>11.5</b>	<b>Kreise und Kugeln</b>	<b>342</b>
11.5.1	Gleichungen von Kreis und Kugel . . . . .	342
11.5.2	Kreis und Gerade . . . . .	346
11.5.3	Lagebeziehungen von Kreisen . . . . .	347
11.5.4	Lagebeziehungen von Kugeln, Geraden und Ebenen. . . . .	348
<b>11.6</b>	<b>Kegelschnitte</b>	<b>353</b>
11.6.1	Schnittfiguren eines Kegels. . . . .	353
11.6.2	Ellipse . . . . .	354
11.6.3	Hyperbel . . . . .	357
11.6.4	Parabel . . . . .	359
<b>12</b>	<b>Matrizen</b>	<b>361</b>
<b>12.1</b>	<b>Der Begriff <i>Matrix</i></b>	<b>362</b>
<b>12.2</b>	<b>Rechnen mit Matrizen</b>	<b>365</b>
12.2.1	Addition und skalare Vervielfachung von Matrizen . . . . .	365
12.2.2	Multiplikation von Matrizen . . . . .	366
12.2.3	Bilden inverser Matrizen . . . . .	370
<b>12.3</b>	<b>Rang einer Matrix; Hauptsatz über lineare Gleichungssysteme</b>	<b>372</b>
<b>12.4</b>	<b>Lineare Abbildungen</b>	<b>374</b>
<b>13</b>	<b>Wahrscheinlichkeitstheorie</b>	<b>377</b>
<b>13.1</b>	<b>Zufallsexperimente</b>	<b>378</b>
13.1.1	Ein- und mehrstufige Zufallsexperimente; Ergebnismengen . . . . .	378
13.1.2	Zufällige Ereignisse; Verknüpfen von Ereignissen . . . . .	380
13.1.3	Absolute und relative Häufigkeiten; empirisches Gesetz der großen Zahlen . . . . .	382
13.1.4	Wahrscheinlichkeitsverteilung; Rechenregeln für Wahrscheinlichkeiten. . . . .	383
13.1.5	Vier- und Mehrfeldertafeln; Zerlegungen der Ergebnismenge . . . . .	386
<b>13.2</b>	<b>Gleichverteilung (Laplace-Experimente)</b>	<b>388</b>
13.2.1	Der Begriff <i>Gleichverteilung</i> . . . . .	388
13.2.2	Rechenregel für die Gleichverteilung (Laplace-Regel) . . . . .	389
13.2.3	Pfadregeln . . . . .	390
13.2.4	Zählprinzip bei k-Tupeln . . . . .	391
13.2.5	Zählprinzip bei n-elementigen Mengen. . . . .	394
13.2.6	Urnenmodelle; Ziehen mit und ohne Zurücklegen; hypergeometrische Verteilung . . . . .	395
13.2.7	Simulation mithilfe von Zufallszahlen . . . . .	398

■ Überblick 341

■ Überblick 352

	<b>13.3 Bedingte Wahrscheinlichkeiten</b>	<b>401</b>
	13.3.1 Der Begriff <i>bedingte Wahrscheinlichkeit</i> . . . . .	401
	13.3.2 Rechnen mit bedingten Wahrscheinlichkeiten . . . . .	402
	13.3.3 Unabhängigkeit von Ereignissen . . . . .	404
	<b>13.4 Zufallsgrößen</b>	<b>406</b>
	13.4.1 Endliche Zufallsgrößen . . . . .	406
	13.4.2 Erwartungswert . . . . .	408
	13.4.3 Streuung . . . . .	410
	<b>13.5 Binomialverteilung</b>	<b>414</b>
	13.5.1 Bernoulli-Experimente . . . . .	414
	13.5.2 Bernoulli-Ketten; binomialverteilte Zufallsgrößen . . . . .	415
■ Überblick 420	13.5.3 Grafische Veranschaulichung der Binomialverteilung . . . . .	417
	13.5.4 Tabellierungen zur Binomialverteilung . . . . .	421
	13.5.5 Erwartungswert und Streuung binomialverteilter Zufallsgrößen . . . . .	425
	13.5.6 Grenzwertsatz von Moivre-Laplace zur Binomialverteilung . . . . .	427
	13.5.7 Normalverteilung . . . . .	430
■ Überblick 436	13.5.8 Zentraler Grenzwertsatz . . . . .	435
	<b>14 Beschreibende und beurteilende Statistik</b>	<b>437</b>
	<b>14.1 Beschreibende Statistik</b>	<b>438</b>
	14.1.1 Zu Anliegen und geschichtlicher Entwicklung der beschreibenden Statistik . . . . .	438
■ Überblick 444	14.1.2 Kenngrößen statistischer Erhebungen . . . . .	438
	<b>14.2 Beurteilende Statistik</b>	<b>445</b>
	14.2.1 Zu Anliegen und geschichtlicher Entwicklung der beurteilenden Statistik . . . . .	445
	14.2.2 Grundprobleme des Testens von Hypothesen . . . . .	445
	14.2.3 Alternativtests . . . . .	449
■ Überblick 460	14.2.4 Signifikanztests . . . . .	456
	<b>15 Rechenhilfsmittel</b>	<b>461</b>
	<b>15.1 Geschichtlicher Abriss</b>	<b>462</b>
	<b>15.2 Elektronische Hilfsmittel</b>	<b>465</b>
	15.2.1 Grafikfähige Taschenrechner . . . . .	465
	15.2.2 Computeralgebrasysteme . . . . .	468
	15.2.3 Tabellenkalkulationen . . . . .	475
	15.2.4 Dynamische Geometriesoftware . . . . .	479
	<b>A Anhang</b>	<b>483</b>
	Register . . . . .	484
	Bildquellenverzeichnis . . . . .	496

Denk- und Arbeitsweisen  
der Mathematik

1



- Orthogonalitätsbedingungen 313
  - parameterfreie Gleichung 306
  - Punktrichtungsgleichung 304
  - Schnittwinkel 313, 314
  - zueinander parallele ~ 311
  - zueinander windschiefe ~ 313
  - Zweipunktgleichung 307
  - Geradenstreckung eines Graphen 67
  - Gleichmächtigkeit 27
  - Gleichung(en) 88
    - algebraische ~ 90
    - biquadratische ~ 89
    - Exponentialgleichungen 97
    - goniometrische ~ 95
    - Grad einer ~ 88
    - grafisches Lösen 466
    - lineare ~ 88
    - Logarithmengleichungen 97
    - mit absoluten Beträgen 93
    - numerisches Lösen 467
    - quadratische 88
    - symbolisches Lösen 470
    - transzendente ~ 97
  - Gleichungssystem 466
    - grafisches Lösen 466
    - numerisches Lösen 467
  - Gleichverteilung 388
    - einer stetigen Zufallsgröße 430
    - klassische Wahrscheinlichkeit 389
    - Laplace-Regel 389
    - Laplace-Wahrscheinlichkeit 389
  - globale Extrema 155
  - goldbachsche Vermutung 24
  - goniometrische Gleichungen 95
  - grafikfähige Taschenrechner 465, 468
    - Programmieren 468
  - grafische Darstellung
    - mit CAS 469
    - mit GTR 465
    - mit Tabellenkalkulation 476
  - GRANDI, GUIDO 120
  - GRASSMANN, HERMANN 264
  - Grenzwert 117, 123
    - Funktion 123
    - für  $x \rightarrow \pm\infty$  125
    - uneigentlicher ~ 118
    - Zahlenfolge 117
  - Grenzwertsätze 119, 124
    - Funktion 124
    - Zahlenfolge 119
  - Grundbegriff 24
  - Grundbereich 24
  - Grundgesamtheit 439, 445
    - Stichprobe 446
  - Grundintegrale 202
  - GUNTER, EDMUND 463
- H**
- Halbebene 111
  - HAMILTON, WILLIAM ROWAN 264
  - Häufigkeit
    - absolute ~ 382, 439
    - relative ~ 383, 439
  - Hauptsatz der Differenzial- und Integralrechnung 212
  - Heavysidefunktion 134
  - HERZSTARK, CURT 464
  - HESSÉ, LUDWIG OTTO 309
  - hessesche Normalform
    - der Gleichung einer Ebene 320
    - der Gleichung einer Geraden in der Ebene 309
  - heuristische Strategien 21
  - HIPPOKRATES 204
  - Histogramm 444
  - Hochpunkt 156
  - Horizontalwendepunkt 164
  - Hornerschema 90
  - Hyperbel 73, 357
    - Asymptoten 358
    - Brennpunkt 357
    - Brennpunkteigenschaft 359
  - Gleichung 358
  - Haupt-/Nebenachse 357
  - Konstruktion 357
  - lineare Exzentrizität 357
  - Mittelpunkt 357
  - Scheitel 357
  - Symmetrieeigenschaften 357
  - Tangentengleichung 358
  - Tangentenkonstruktion 359
- hyperbolische Funktion 147
- hyperbolisches Wachstum 254
- hypergeometrische Verteilung 397
- Hypothese 447
  - Alternativhypothese/ Gegenhypothese 448
  - einfache ~ 447
  - Nullhypothese 448
  - Testen von ~ 448
  - zusammengesetzte ~ 447
- I**
- Implikation 32
    - Konklusion 32
    - Prämisse 32
  - indirekter Beweis 40
  - Infinitesimalrechnung 130
  - Integral 200
    - bestimmtes ~ 204, 205
    - unbestimmtes ~ 201
  - Integralfunktion 211
  - Integralmittelwert 210
  - Integralrechnung
    - mit einem CAS 471
  - Integrand 205
  - Integrandenfunktion 201
  - Integration 467
    - numerische ~ 467
    - partielle 215
  - Integrationsgrenzen 205
  - Integrationsintervall 205
  - Integrationskonstante 201
  - Integrationsmethoden 213
    - lineare Substitution 213
    - nichtlineare Substitution 213
    - Partialbruchzerlegung 215

- Integrationsregeln 202, 217  
 Integrationsvariable 201, 205  
 Internet 22, 465  
 Interpolation 180  
 – Polynomansatz 183  
 Intervallschachtelung 194  
 Irrtumswahrscheinlichkeit 448, 456  
 Iteration 193
- J**
- Junktor 30
- K**
- Kalkulationstabelle 475  
 Kegelschnitte 353  
 – dandelinische Kugeln 353  
 – Ellipse 354  
 – entartete  $\sim$  353  
 – Hyperbel 357  
 – Parabel 359  
 KEPLER, JOHANNES 355  
 keplersche Fassregel 237  
 Kettenlinie 147, 231  
 Kettenregel 140  
 Kettenschluss 36  
 Klasseneinteilung 440  
 klassische Wahrscheinlichkeit 389  
 Klumpenstichprobe 447  
 Koeffizientendeterminante 105  
 Koeffizientenmatrix 362  
 kollinear/Kollinearität 271, 284  
 – von Punkten 284  
 – von Vektoren 271  
 KOLMOGOROW, ANDREI NIKOLAJEWITSCH 384  
 Kombinationen ohne Wiederholung 395  
 Kombinatorik 391  
 Kommunizieren 11, 12  
 komplanar/Komplanarität 271  
 Komplementärmenge 27  
 komplexe Zahl 91, 256  
 – Addition 257  
 – algebraische Darstellung 258  
 – Anwendungen 262  
 – Betrag 258  
 – Division 261  
 – eulersche Formel 262  
 – Exponentialform 262  
 – gaußsche Zahlenebene 258  
 – Gleichheit 257  
 – imaginäre Einheit 257  
 – imaginäre Zahlen 256  
 – Imaginärteil 258  
 – konjugiert  $\sim$  258  
 – Multiplikation 257, 261  
 – Phase/Phasenwinkel 260  
 – Polarform 260  
 – Realteil 258  
 – Rechenregeln 259, 261, 262  
 – Satz von Moivre 261  
 – trigonometrische Darstellung 260  
 – Umrechnungen 260  
 – Veranschaulichung 258  
 – Zahlenbereichserweiterung 256  
 – Zeigerdiagramm 258  
 Konjunktion 30  
 konkav/konvex 163  
 Konstantenregel 137  
 Kontrapositionsregel 37  
 Konvergenzkriterium 121  
 – für geometrische Reihen 122  
 – Majorante 121  
 – Minorante 121  
 – Vergleichskriterium 121  
 Koordinatensystem 276  
 – Abszissenachse 278  
 – der Ebene 276  
 – im Raum 276  
 – kartesisches  $\sim$  276  
 – Koordinatenachse 278  
 – Koordinatenebene 278  
 – Oktant 278  
 – Ordinatenachse 278  
 – Polarkoordinatensystem 279  
 – Quadrant 278  
 – Rechts-/Linksschraube 277  
 – schiefwinkliges  $\sim$  279  
 – Ursprung 276  
 Kosinusfunktion 75  
 Kotangensfunktion 76  
 Kreis 342  
 – Definition 342  
 – Gleichung in Vektorschreibweise 342  
 – Koordinatengleichung 343  
 – Lagebeziehungen von  $\sim$  347  
 – Lage Punkt/Kreis in der Ebene 344  
 – Parametergleichungen 345  
 – Passante 346  
 – Sekante 346  
 – Tangente 346  
 – Tangentengleichung 347  
 Kreisdiagramm 444  
 Kreisgleichungen 352  
 Krümmungsverhalten 162  
 Kugelgleichungen 352  
 Kugel(n) 342  
 – Definition 342  
 – Gleichung in Vektorschreibweise 342  
 – Koordinatengleichung 343  
 – Lagebeziehung von  $\sim$  351  
 – Lage Punkt/Kugel 344  
 – Parametergleichungen 345  
 – Passante 348  
 – Sekante 348  
 – Tangente 348  
 – Tangentialebene 349  
 Kurvendiskussion 171  
 – Funktionschar 175  
 – ganzrationale Funktion 171  
 – gebrochenrationale Funktion 173  
 – nichtrationale Funktion 174
- L**
- Lagebeziehungen  
 – von Ebenen 326  
 – von Geraden 310

- von Gerade und Ebene 323
- von Kreisen 347
- von Kugeln 351
- Lageparameter 440
  - geometrisches Mittel 442
  - harmonische Mittel 442
  - Median/Zentralwert 441
  - Modalwert/Dichtemittel 442
  - quadratisches Mittel 442
- LAGRANGE, JOSEPH LOUIS 183
- Laplace-Annahme 388
- Laplace-Experiment 388
  - Laplace-(L-) Würfel 388
- Laplace-Regel 389
- LAPLACE, SIMON DE 388
- Laplace-Wahrscheinlichkeit 388
- LEIBNIZ, GOTTFRIED WILHELM 56, 130, 201, 464
- LEONARDO FIBONACCI VON PISA 45
- LEXIS, WILHELM 445
- L'HOSPITAL, GUILLAUME FRANÇOIS ANTOINE MARQUIS DE 151
- lineare Abbildung 374
  - Abbildungsgleichung 375
  - affine Abbildung 376
  - Drehung 375
  - Spiegelung 375
  - zentrische Streckung 375
- lineare Approximation 184
- lineare Funktionen 70
  - absolutes Glied 70
  - Anstieg 70
  - Graph 70
  - lineares Glied 70
  - Nullstellenermittlung 70
  - Steigungswinkel 70
- lineare Gleichungssysteme 98, 372
  - Äquivalenzumformung 98
  - Determinanten 104
  - Diagonalform 99
  - Dreiecksform 98
  - gaußsches Eliminierungsverfahren 98
  - Hauptsatz 372
  - homogene ~ 107
  - inhomogene ~ 107
  - Lösung in Vektorschreibweise 102
  - Lösungsmenge 101
  - Matrix eines ~ 100
  - quadratische Systeme 99
  - Regel von Cramer 105
  - Regel von Sarrus 106
  - Trapezform 101
  - Tupel 99
- lineare Interpolation 182
- lineare Optimierung 112
  - Simplex-Methode 113
- lineare Regression 189
  - Ausgleichsrechnung 189
  - Regressionsgerade 189
- lineare Substitution 213
  - partielle Integration 215
- lineares Ungleichungssystem 112
- lineares Wachstum 254
- lineare (Un-)Abhängigkeit von Vektoren 286
- lineare Ungleichungen 110
  - Halbebene 111
  - mit zwei Variablen 111
- Linearfaktorzerlegung 90
- Linearkombination der Vektoren 272
  - Koeffizienten 272
  - Nichtparallelität 272
- Linkskurve/linksgekrümmt 162
- Logarithmengleichungen 97
- Logarithmusfunktionen 82, 145
  - Ableitung von ~ 147
  - dekadische ~ 83
  - Logarithmengesetze 83
  - natürliche ~ 83, 148
  - Zusammenhänge zwischen ~ 83
- logische Operationen mit Aussagen 30
  - Alternative 31
  - Äquivalenz 33
  - Bijunktion 33
  - Disjunktion 31
  - Implikation 32
  - Konjunktion 30
  - Negation/Verneinung 30
  - Subjunktion 32
- logistisches Wachstum 254
- lokale Extrema 155
  - einer Funktionenschar 160
- Lösen von Gleichungen 193
- Lösen von Gleichungssystemen 470
- Lösungsfunktion 241, 248

## M

- MACLAURIN, COLIN 188
- Maple 469
- Mathcad 469
- Mathematica 469
- mathematische Software 464
- mathematisch positiver/negativer Drehsinn 277
- Mathematisieren 17
- Mathematisierungsmuster 17
- Matrix/Matrizen 362, 467
  - Abbildungsmatrix 374
  - Addition 365
  - Diagonalmatrix 363
  - Dreiecksmatrix 363
  - eines linearen Gleichungssystems 100
  - Einheitsmatrix 363
  - falksches Schema 368
  - Hauptdiagonale 363
  - Hauptsatz 372
  - inverse ~ 370
  - Koeffizientenmatrix 362
  - Matrizengleichung 369
  - Multiplikation 367
  - Multiplikation mit Vektor 366
  - n-reihige ~ 363
  - Nullmatrix 363
  - Produktmatrix 367
  - quadratische ~ 363
  - Rang 372
  - reguläre ~ 371
  - singuläre ~ 371
  - skalare Vervielfachung 365

- S-Multiplikation 365
  - symmetrische/schiefsymmetrische ~ 364
  - transponierte ~ 364
  - Verflechtungsmatrizen 369
  - Verknüpfungsbedingung 367
  - Matrizengleichung 369
  - Maximum 128, 155
  - Median/Zentralwert 441
  - Mehrfeldertafel 387
  - Menge(n) 24, 445
    - abzählbar unendliche ~ 27
    - Allmenge 25
    - Beschreibung/Angabe von ~ 25
    - disjunkte ~ 26
    - Elemente 24
    - elementfremde ~ 26
    - Gleichmächtigkeit 27
    - Grundbereich 24
    - Komplementärmenge 27
    - leere ~ 25
    - statistische ~ 445
    - überabzählbar unendliche ~ 27
  - Mengenoperationen
    - Differenzmenge 28
    - Durchschnittsmenge 28
    - Potenzmengen 29
    - Produktmenge 29
    - Vereinigungsmenge 27
  - Mengenrelationen
    - disjunkte Mengen 26
    - elementfremde Mengen 26
    - Gleichmächtigkeit 27
    - Obermenge 26
    - Teilmenge 26
    - überschschnittene Menge 26
  - MÉRÉ, ANTONIE GOMBAUD DE 426
  - Merkmale/Kenngrößen statistischer Erhebungen 438
    - arithmetisches Mittel 440
    - Lageparameter 440
    - qualitatives ~ 439
    - qualitativ nominales ~ 439
    - qualitativ ordinales ~ 439
    - quantitativ diskretes ~ 439
    - quantitatives ~ 439
    - quantitativ stetiges ~ 439
    - Streuungsparameter 440, 442
  - Methode
    - empirisch-experimentelle ~ 13
    - hermeneutische ~ 13
    - mathematisch-analytische ~ 13
  - Methode der kleinsten Quadrate 189
  - Minimum 128, 155
  - MISES, RICHARD VON 383
  - Mittelwertsatz der Differenzialrechnung 150
  - Mittelwertsatz der Integralrechnung 210
  - mittlere absolute Abweichung 443
  - Modalwert/Dichtemittel 442
  - Modellieren 11, 17
  - MOIVRE, ABRAHAM 261
  - Monotonie 46, 60
    - monoton wachsende/fallende Funktion 60
    - (streng) monoton fallende Zahlenfolge 46
    - (streng) monoton wachsende Zahlenfolge 46
  - Monotonieverhalten 154
  - Monte-Carlo-Methode 431
    - buffonsches Nadelwurfexperiment 431
  - MORGAN, AUGUSTUS DE 382
  - Münzwurf 468
  - MuPAD 469
- N**
- nach oben beschränkte Funktion 60
  - nach unten beschränkte Funktion 60
  - Näherungsverfahren 193, 198
    - allgemeines Iterationsverfahren 193
    - Bisektionsverfahren 194
    - Interpolation 182
    - regula falsi 195
  - NAPIER, JOHN 463
  - Negation/Verneinung 30
  - neue Medien 22
  - NEWTON, ISAAC 130, 195
  - newtonsches Näherungsverfahren 198
  - NEYMAN, JERZY 445
  - nichtrationale Funktionen 168
  - Normalenvektor 294
    - einer Ebene 320
    - einer Geraden 308
    - Normaleneinheitsvektor 308
  - Normalverteilung 432
    - $3\sigma$ -Regel 435
    - Erwartungswert/Streuung 432
    - Standardnormalverteilung 432
  - n-Tupel 29
  - Nullfolge 118
  - Nullhypothese 448
  - Nullstellen 72
  - Nullstellenermittlung 70
    - grafische ~ 193, 466
    - im Bereich der komplexen Zahlen 92
    - linearer Funktionen 70
    - mit einem CAS 469
    - quadratischer Funktionen 72
  - Nullstellensatz von Bolzano 128
  - Nullvektor 267
  - numerische Differenziation 467
  - numerische Integration 236, 467
    - Rechteckmethode 236
    - Trapezmethode 236
  - numerische Lösung 241
  - numerische Lösungsverfahren 253

## O

Obermenge 26  
 Obersumme 206  
 Operatoren 14  
 Optimierung, lineare 112  
 Orthogonalitätsbedingung 313  
 Ortskurve/Ortslinie 160  
 – der Wendepunkte 165  
 Ortsvektor 276  
 OUGHTRED, WILLIAM 463

## P

Parabel 71, 181, 359  
 – Achse 359  
 – Brennpunkt 359  
 – Brennpunkteigenschaft 360  
 – Gleichung 360  
 – Konstruktion 359  
 – Leitlinie 359  
 – Normalparabel 71  
 – Parameter 359  
 – Scheitel 359  
 – Scheitelpunkt 71  
 – Tangentengleichung 360  
 – Tangentenkonstruktion 360

parallel/Parallelität 271  
 – Nichtparallelität 272

Parameter 304, 359

Parameterdarstellung 59  
 – archimedische Spirale 281  
 – Kreis 279

Partialbruchzerlegung 215  
 Partialsumme 48

– Partialsummenfolge 48

partielle Ableitung 143

partikuläre Lösung 242, 249

PASCAL, BLAISE 426, 464

Pascaline 464

PEANO, GIUSEPPE 34

PEARSON, EGON SHARPE 445

Periodizität 61

Permutationen (ohne Wiederholung) 393

Personalcomputer 464

Pfadregel 391

– erste Pfadregel (Produktregel) 391

– Verzweigungsregel 391

– zweite Pfadregel (Summenregel) 391

Pivot-Zeile 98

Poissonverteilung 430

Polarkoordinatensystem 279

– archimedische Spirale 281

– ebenes ~ 279

– geografische Breite 280

– geografische Länge 280

– räumliches ~ 280

Polstelle/Pol 74, 168

– Polgerade 75

Polygonzugverfahren 253

Polynom 90

Polynomdivision 90

Polynomfunktion 180

Population 445

– Grundgesamtheit 445

Potenzfunktionen 73, 144

– Ableitung von ~ 144

– Hyperbel 73

Potenzmengen 29

Potenzregel 137

Präsentation 16

Prinzip des Koordinatenvergleichs 275

Prinzip des unzureichenden Grundes 388

Problemlösen 11, 20

Produktmenge 29

Produktregel 139

Proportionalwinkel/Proportionalzirkel 463

Punktprobe 311, 317

Punktrichtungsgleichung

einer Ebene 316

– Richtungsvektor 316

– Spannvektor 316

– Trägerpunkt 316

Punktrichtungsgleichung

einer Geraden 304

– in Koordinatenschreibweise 306

– in Parameterform 304

– in Vektorform 304

– Richtungsvektor 304, 307

– Stützpunkt 304

– Stützvektor 304

– Trägerpunkt 304

## Q

quadratische Funktionen 71

– allgemeine 73

– Diskriminante 72

– Normalparabel 71

– Nullstellenermittlung 63

– Parabel 71

– quadratisches Glied 71

Quotientenregel 140

## R

Random-Funktion 383, 400, 468

Rechenablaufplan 20

Rechenbretter 462

Rechenhilfsmittel 462, 465

Rechenmaschinen 464

– Curta 464

– elektronische ~ 464

– Lochkartensteuerung 464

– mechanische ~ 464

– Pascaline 464

– Staffelwalzenmaschine 464

– Tischrechner 464

– Vierspeziesmaschine 464

– Zweispeziesrechner 464

Rechenregeln für Wahrscheinlichkeiten 385

Rechenscheiben 463

Rechenschieber 463

Rechenstab 463

Rechenstäbchen 463

Rechtskurve/rechtsgekrümmt 162

Regel von Cramer 104

Regel von de l'Hospital 151

Regel von Sarrus 106

Regression 180

– lineare 189

Regressionsgerade 189

regula falsi 195, 198

Reihe 120

– arithmetische ~ 122

– geometrische 122

– harmonische 121

– Konvergenzkriterium 121

– Summe 120

– unendliche 120

Richtungsfeld 250

RIEMANN, BERNHARD 205

- Riemann-Integral 205  
 Riemann-Summen 205  
 ROLLE, MICHEL 150  
 Rotationskörper 228, 469  
 – Mantelfläche eines ~ 231  
 – Volumen eines ~ 228  
 Runge-Kutta-Verfahren 253  
 RUSSELL, BERTRAND 24  
 russellsche Antinomien 24
- S**
- SARRUS, PIERRE-FRÉDÉRIC 106  
 Sattelpunkt 164  
 Sätze über differenzierbare Funktionen 150  
 Satz vom ausgeschlossenen Dritten 32  
 Satz vom ausgeschlossenen Widerspruch 31  
 Satz von der totalen Wahrscheinlichkeit 402  
 Satz von Rolle 150  
 Satz von Taylor 188  
 Satz von Vieta 256  
 Satz von Weierstrass 128  
 Säulendiagramm 444  
 SCHICKHARDT, WILHELM 464  
 Schluss auf/aus Negation 38  
 Schluss auf eine Allaussage 36  
 Schlussregeln 36  
 – Abtrennungsregel 36  
 – Äquivalenzschluss 38  
 – Fallunterscheidungsregel 37  
 – Kettenschluss 36  
 – Kontrapositionsregel 37  
 – Schluss auf Allaussage 36  
 – Schluss auf/aus Negation 38  
 Schmiegeparabeln 187  
 Schnittwinkel 313, 314  
 – einer Geraden mit einer Ebene 331  
 – von Geraden der Ebene 313  
 – zweier Ebenen 331  
 – zweier Geraden im Raum 330
- Sekantennäherungsverfahren 195, 198  
 signifikanter Unterschied 448  
 Signifikanzniveau 448, 456  
 Signifikanztest 449, 456  
 – einseitiger 458  
 – linksseitiger 458, 459  
 – rechtsseitiger 458, 459  
 – statistische Sicherheit 457  
 – zweiseitiger 457, 458, 459  
 Signumfunktion 85  
 Simplex-Methode 113  
 simpsonsche Regel 237  
 SIMPSON, THOMAS 237  
 Simulation 395, 468  
 – Urnenmodell 396  
 – Zufallszahlen 398  
 Sinusfunktion 75  
 – allgemeine 78  
 – Amplitude 79  
 – Nullstellen 79  
 – Periodenlänge 79  
 – Phasenverschiebung 79  
 Skalarprodukt von Vektoren 288  
 – Berechnung aus den Koordinaten 290  
 – Eigenschaften 289  
 S-Multiplikation 365  
 Software, mathematische 464  
 solve 467, 470  
 Spannweite/Variationsbreite, -weite 442  
 Spat-(Parallelepipeds-) Volumen 295  
 Spatprodukt 295  
 Speicher 465, 472  
 spezieller Multiplikationssatz 404  
 Spiegelung 375  
 Spiegelung eines Graphen 67  
 Sprache, mathematische 14  
 Staffelwalzenmaschine 464  
 Stammfunktion 200  
 – Grundintegrale 202  
 Standardabweichung 411  
 Standardnormalverteilung 432  
 – Dichtefunktion 432  
 – Erwartungswert/Streuung 433  
 – gaußsche Summenfunktion 432  
 – Verteilungsfunktion 432  
 – zentraler Grenzwertsatz 435  
 Statistik, beschreibende/deskriptive 438  
 stetige Zufallsgröße 430  
 – exponentiell verteilte ~ 431  
 – geometrische Wahrscheinlichkeitsverteilung 431  
 – gleichverteilte ~ 430  
 – normalverteilte ~ 432  
 – standardnormalverteilte ~ 432  
 Stetigkeit 126, 134  
 – links-/rechtsseitige ~ 127  
 – stetige Fortsetzung 126  
 – stetig hebbbar/stetig ergänzbar 126  
 – unstetig 126  
 Stetigkeitssätze 127  
 Stichprobe 446, 447  
 – Auswahlsatz 447  
 – hochsignifikanter Unterschied 456  
 – Klumpenstichprobe 447  
 – (proportional) geschichtete ~ 447  
 – repräsentative ~ 446  
 – signifikanter Unterschied 456  
 – Stichprobenumfang 446  
 – Stichprobenwert 446  
 – Zufallsstichprobe 447  
 Strategien, heuristische 21  
 Strecke 282  
 – Länge 283  
 – Mittelpunkt 282  
 Streifendiagramm 444  
 Streudiagramm 444  
 Streuung 411  
 Streuungsparameter 440, 442  
 – empirische Standardabweichung 443  
 – empirische Streuung/Varianz 443

- mittlere absolute Abweichung 443
- Spannweite/Variationsbreite, -weite 442
- Subjunktion 32
- Substitution 89, 96, 97
- Subtraktion von Vektoren 268
- Summenregel 138
- Summenzeichen 48
- symbolisches Rechnen 468
- Symmetrie 61
  - gerade Funktion 61
  - ungerade Funktion 61

**T**

- Tabellenkalkulationen 475
- Tangensfunktion 75
- Tangente 352
- Tangentennäherungsverfahren 195, 198
- Tangentenproblem 131
- Tangentialebene 352
- Taschenrechner 464
  - elektronischer ~ 464
  - grafikfähiger ~ 465, 468
- Tautologie 31, 36
  - Schlussregel 36
- TAYLOR, BROOK 185
- Taylor-Entwicklung 180
- Taylor-Reihe 186
- taylorsche Formel 185
- taylorsche Näherungspolynome 185
- Teilmengen 26
- Terrassenpunkt 164
- Testen von Hypothesen 448
  - Ablehnungsbereich 448
  - Alternativtest 449
  - Annahmehereich 448
  - Fehler 1. Art 448
  - Fehler 2. Art 448
  - Irrtumswahrscheinlichkeit 448, 456
  - Signifikanzniveau 448, 456
  - Signifikanztest 449, 456
- Tiefpunkt 156
- Tischrechner 464
- transzendente Gleichung 97

- trigonometrische Funktionen 75, 144
  - Ableitung von ~ 144
  - Arkusfunktionen 80
  - Eigenschaften 77
  - Komplementärwinkelbeziehung 78
  - Kosinusfunktion 75
  - Kotangensfunktion 76
  - Quadrantenbeziehungen 78
  - Sinusfunktion 75
  - spezielle Funktionswerte 78
  - Tangensfunktion 75
  - Umkehrfunktionen 80
  - zyklometrische Funktionen 80
- trigonometrische Gleichungen 95
- Tripel 29, 99
- TSCHEBYSCHEW, PAFNUTI LWOWITSCH 412, 445
- tschebyschewsche Ungleichung 412
- TULLIUS, SERVIUS 438
- Tupel 99

**U**

- überschnittene Menge 26
- Ulam-Folge 35
- ULAM, STAN 35
- Umkehrfunktion 62
- Umkehrregel 141
- unbestimmtes Integral 201
  - Differenzial 201
  - Integrand/Integrandenfunktion 201
  - Integrationskonstante 201
  - Integrationsregeln 202
  - Integrationsvariable 201
- uneigentliches Integral 234
- Ungleichungen 110
- Ungleichungssystem 112
- Unstetigkeitsstellen 126, 168
  - endlicher Sprung 127
  - hebbare ~ 170
  - Lücke 126, 170
  - Polstellen 168
- Sprünge 170
  - unendlicher Sprung 127
- Untersumme 206
- Urliste 439
  - Diagramm 439
  - Strichliste 439
- Urnenmodell 396

**V**

- Variablenbindung 25
- Variationen
  - mit Wiederholung 394
  - ohne Wiederholung 395
- Vektor(en) 265
  - Addition 266
  - Basis 273, 274
  - Betrag eines ~ 270, 283
  - Darstellungssatz für ~ 273, 274
  - Einheitsvektor 270
  - entgegengesetzter ~ 268
  - Gleichheit 266
  - kollinear/Kollinearität 271
  - komplanar/Komplanarität 271
  - Komponenten 273, 274
  - Koordinaten 273, 274
  - Koordinatenvergleich 275
  - lineare Hülle 301
  - Linearkombination von ~ 272
  - linear (un-)abhängige ~ 286
  - Normaleneinheitsvektor 308
  - Normalenvektor 294
  - Nullvektor 267
  - Orthogonalitätsbedingung 291
  - Orthogonalität von ~ 276, 289
  - Ortsvektor 276
  - parallel/Parallelität 271
  - Repräsentant von ~ 265
  - Richtungskosinuswerte 292
  - Skalarprodukt 288
  - Spaltenvektor 277

- Spatprodukt 295
- Subtraktion von ~ 268
- vektorielle Größen 265
- Vektorprodukt 293
- Vervielfachung eines ~ 268
- Zeilenvektor 277
- Vektorkette 268
- Vektorprodukt 293, 294
  - mehrfaches ~ 296
  - Rechengesetz 293
- Vektorraum 299
  - Basis 302
  - Dimension 302
  - Erzeugendensystem 301
  - Unterraum 300
- VENN, JOHN 26
- Venn-Diagramm 381
- Vereinigungsmenge 27
- Verflechtungsmatrizen 369
- Verhalten im Unendlichen
  - ganzrationale Funktionen 166
  - gebrochenrationale Funktionen 166
  - nichtrationale Funktionen 168
- Verkettung von Funktionen 66
- Verknüpfung von Funktionen 65
- Verschiebung eines Graphen 67
- Verteilungsfunktion der Zufallsgröße 407
  - kumulierte (summierte) Wahrscheinlichkeit 407
- Vielfachung eines Vektors 268
  - Rechnen mit Vervielfachungen 269
- Vierfarbenproblem 24
- Vierfeldertafel 381
  - mit Parametern 387
- Vierspeziesmaschine 464
- VIÈTE, FRANÇOIS 89, 264
- Vorzeichenfunktion 85
- Vorzeichenwechselkriterium 158

## W

- Wachstum 475
- Wachstumsprozesse 147
- Wachstums-/Zerfallsprozesse 54
- Wahrscheinlichkeit(stheorie) 378, 383
  - axiomatischer Wahrscheinlichkeitsbegriff 384
  - Axiomensystem der Wahrscheinlichkeitstheorie 384
  - bedingte ~ 401
  - frequentischer Wahrscheinlichkeitsbegriff 383
  - klassische ~ 389
  - Rechenregeln 385
  - statistischer Wahrscheinlichkeitsbegriff 383
- Wahrscheinlichkeitsverteilung 384, 407
  - bedingte ~ 401
  - Binomialverteilung 416
  - Darstellung einer ~ 408
  - geometrische ~ 431
  - Gleichverteilung 388
  - hypergeometrische Verteilung 397
  - Laplace-Annahme 388
  - Laplace-Experiment 388
  - Poissonverteilung 430
- WEIERSTRASS, KARL THEODOR 128
- Wendepunkt/Wendestelle 163
  - hinreichende Bedingung 164
  - notwendige Bedingung 164
- WEYL, HERMANN 264
- Works 475
- worksheet 469
- Wurzelfunktionen 74
- Wurzelgleichungen 94
- Wurzelsatz von Viète 89

## Z

- Zahlenbereichserweiterung 256
- Zahlenfolge(n) 44
  - allgemeines Glied 45
  - alternierende ~ 47

- arithmetische ~ 49
- Beschränktheit 47
- bestimmte divergente ~ 118
- Bildungsvorschrift 45, 49
- Darstellungsmöglichkeiten 45
- divergente ~ 118
- endliche ~ 45
- geometrische ~ 51
- Glieder 44
- Grenzwert 117
- Grenzwertkriterium 118
- Grenzwertsätze 119
- Index 44
- konstante ~ 45
- konvergente ~ 117
- Kurzschreibweise 44
- Monotonie 46
- Nullfolge 118
- Partialsumme 48
- Partialsummenfolge 48
- reelle ~ 44
- Reihe 120
- Schranke 47
- Ulam-Folge 35
- unendliche ~ 45
- $\varepsilon$ -Umgebung 117
- Zählprinzipien 392
  - für  $k$ -Tupel 392
  - für Mengen 395
  - Kombinationen ohne Wiederholung 395
  - Permutationen (ohne Wiederholung) 393
  - Simulationen 395
  - Urnenmodell 396
  - Variationen mit Wiederholung 394
  - Variationen ohne Wiederholung 395
- zentraler Grenzwertsatz 435
- zentrische Streckung 375
- Zerfallsprozesse 147
- Zielfunktion 177
- Zinsberechnung 53
  - Aufzinsfaktor 54
  - Zinseszinsen 54
- Zufallsexperiment 378
  - absolute Häufigkeit 382
  - Baumdiagramm 390

- Bernoulli-Experiment 414
- Ereignis 380
- Ergebnismenge 378
- Gesetz der großen Zahlen 383
- k-stufiges ~ 379
- mehrstufiges ~ 379
- relative Häufigkeit 382
- Vierfeldertafeln 381
- Zufallsgröße 406
- Zufallsgröße 406, 446
  - $3\sigma$ -Regel 413
  - Bernoulli-Größe 414
  - Dichtefunktion 430
  - diskrete ~ 406
  - endliche ~ 406
  - Erwartungswert 409
  - geometrisch verteilt 425
  - Standardabweichung 411
  - stetige ~ 430
  - Streuung 411
  - tschebyschewsche Ungleichung 412
  - Verteilungsfunktion 407, 430
  - Wahrscheinlichkeitsverteilung 407
- Zufallszahlen 398, 468
  - Pseudozufallszahlen 400
- Zugmodus 479
- ZUSE, KONRAD 464
- Zweipunktgleichung einer Geraden 307
  - in Koordinatenschreibweise 308
- Zweispesiesrechner 464
- Zwischenwertsatz 128

## Bildquellenverzeichnis

**Legende:** Ol = Oben links, O = Oben mittig, Or = oben rechts, Ml = Mitte links, M = Mitte mittig, Mr = Mitte rechts, Ul = Unten links, Um = Unten mittig, Ur = Unten rechts

**Hinweis:** Die Seitenzahl steht immer an erster Stelle, danach folgt die Positionsangabe (z. B. 075Or = Seite 75 Oben rechts). Falls keine konkrete Position angegeben ist, stammen alle urheberrechtlich relevanten Abbildungen vom selben Urheber bzw. ist nur eine Abbildung auf der Seite zu finden.

**AdobeStock:** Africa Studio/stock.adobe.com 472; bizio\_ti/stock.adobe.com 239; Christine/stock.adobe.com 437; Dr. N. Lange/stock.adobe.com 463Mr; doncarlo/stock.adobe.com 393; FERNANDO/stock.adobe.com 347; Forance/stock.adobe.com 255; fotofinish100/stock.adobe.com 154; funnycreature/stock.adobe.com 43; leungchopan/stock.adobe.com 9; LianeM/stock.adobe.com 224; pegasosart/stock.adobe.com 129; StockPhotosArt/stock.adobe.com 465Or;

**akg-images:** Fototeca Gilardi/akg-images 10Ur; Rainer Hackenberg/akg-Images 464Ur; Science Source/akg-images 464Or;

**Christine Gebreyes, Berlin:** 57Mr, 277Or, 288;

**Gerlinde Keller:** 10Ml, 20, 34, 35, 45, 56Ol, 85, 89, 105, 120, 130Ul, 151, 183, 185, 188, 195, 205, 237Or, 251, 261, 264, 281Or, 309, 353Ur, 382, 383, 384, 388, 389, 402, 412, 414Ul, 426, 431, 464Ml;

**G. Liesenberg:** 462;

**Shutterstock:** 200dgr/Shutterstock.com 461; Abscent/Shutterstock.com 56Ur; Alex Kh/Shutterstock.com 263; asharkyu/Shutterstock.com 115; aydngvn/Shutterstock.com 82; Beautiful landscape/Shutterstock.com 438; Billion Photos/Shutterstock.com 53; bonchan/Shutterstock.com 455Mr; Dmitry Elagin/Shutterstock.com 334Ol; donatas1205/Shutterstock.com 281Ur; dreamnikon/Shutterstock.com 18; ENRIQUE ALAEZ PEREZ/Shutterstock.com 323; Flipser/Shutterstock.com 131; FotoYakov/Shutterstock.com 454; GaudiLab/Shutterstock.com 22; Gorodenkoff/Shutterstock.com 468Mm; In-Finity/Shutterstock.com 79; ivosar/Shutterstock.com 377; james weston/Shutterstock.com 481; John Navajo/Shutterstock.com 199; Kaspars Grinvalds/Shutterstock.com 23; Marut Sayannikroth/Shutterstock.com 87; Panimoni/Shutterstock.com 303; photolike/Shutterstock.com 19; Richard Podgurski/Shutterstock.com; shanestillz/Shutterstock.com 465 Mr; Stephen Finn/Shutterstock.com 162; Tetiana Radachynska/Shutterstock.com 455Ur; Vitalii Nesterchuk/Shutterstock.com 227; Vitya\_M/Shutterstock.com 11; Wessel du Plooy/Shutterstock.com 130Mr; Willyam Bradberry/Shutterstock.com 361;

**Christine Wächter:** 226Um, 351, 371, 458;

**Weber, Karlheinz, Berlin:** 310Ml, 334Ml, 336Ml, 337Or, 340Ol;

**Werbeagentur nachDruck/Andreas Borys:** 57, 143, 232, 237Ur, 265, 288Mr, 296, 364, 390, 393Ur, 394, 414Ol, 459, 463Or, 463Ur

