

DUDEN

BASISWISSEN
SCHULE



MATHEMATIK

Abitur

Duden

BASISWISSEN SCHULE

MATHEMATIK

ABITUR

5., 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

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbiografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

Das Wort **Duden** und der Reihentitel **Basiswissen Schule** sind für den Verlag Bibliographisches Institut GmbH als Marke geschützt.

Kein Teil dieses Werkes darf ohne schriftliche Einwilligung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Für die Inhalte der im Buch genannten Internetlinks, deren Verknüpfungen zu anderen Internetangeboten und Änderungen der Internetadresse übernimmt der Verlag keine Verantwortung und macht sich diese Inhalte nicht zu eigen. Ein Anspruch auf Nennung besteht nicht.

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, nicht gestattet.

© Duden 2020 D C B A

Bibliographisches Institut GmbH, Mecklenburgische Straße 53, 14197 Berlin

Redaktionelle Leitung David Harvie

Redaktion Dr. Wiebke Salzmann, Michael Venhoff

Herstellung Uwe Pahnke

Layout Britta Scharffenberg

Umschlaggestaltung Büroecco, Augsburg

Satz LemmeDESIGN, Berlin

Druck und Bindung AZ Druck und Datentechnik GmbH,
Heisinger Straße 16, 87437 Kempten

Printed in Germany

ISBN 978-3-411-71745-3



PEFC zertifiziert
Dieses Produkt stammt aus nachhaltig
bewirtschafteten Wäldern und kontrollierten
Quellen.
www.pefc.de

Inhaltsverzeichnis

1	Denk- und Arbeitsweisen der Mathematik	9
1.1	Mathematik und ihre grundlegenden Arbeitsmethoden	10
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
1.2	Grundbegriffe der Mathematik	24
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
2	Zahlenfolgen	43
2.1	Der Begriff <i>Zahlenfolge</i>	44
2.2	Eigenschaften von Zahlenfolgen	46
2.2.1	Monotonie und Beschränktheit	46
2.2.2	Partialsommen	48
2.3	Arithmetische und geometrische Zahlenfolgen	49
3	Funktionen und ihre Eigenschaften	55
3.1	Der Begriff <i>Funktion</i>	56
3.2	Darstellung von Funktionen	58
3.3	Eigenschaften von Funktionen	60
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
3.4	Verknüpfen und Verketteten von Funktionen	65
3.5	Funktionenscharen	67
3.6	Klassen reeller Funktionen	68
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

4	Gleichungen und Gleichungssysteme	87
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
5	Grenzwerte und Stetigkeit	115
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
6	Differenzialrechnung	129
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 ganzzahlige 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
6.8	Näherungsverfahren zum Lösen von Gleichungen	193	
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
7	Integralrechnung	199	
7.1	Das unbestimmte Integral	200	
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	
7.2	Das bestimmte Integral	204	
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	
7.3	Beziehung zwischen bestimmtem und unbestimmtem Integral	211	
7.3.1	Das bestimmte Integral als Funktion der oberen Grenze	211	
7.3.2	Hauptsatz der Differenzial- und Integralrechnung	212	
7.4	Weitere Integrationsmethoden	213	
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	
7.5	Berechnen bestimmter Integrale; Anwendungen	217	
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
7.6	Uneigentliche Integrale und nicht elementar integrierbare Funktionen	234	
7.7	Numerische Integration	236	■ Überblick 238
8	Differenzen- und Differenzialgleichungen	239	
8.1	Differenzengleichungen	240	
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	
8.2	Differenzialgleichungen	246	
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

	9	Komplexe Zahlen	255
	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
	10	Vektoren und Vektorräume	263
	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
	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
	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
	11	Analytische Geometrie der Ebene und des Raumes	303
	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
	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
	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
	11.3.3	Schnittwinkel zweier Ebenen	331
■ Überblick	285		
■ Überblick	297		
■ Überblick	315		
■ Überblick	329		
■ Überblick	333		

11.4	Abstandsberechnungen	334
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
11.5	Kreise und Kugeln	342
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
11.6	Kegelschnitte	353
11.6.1	Schnittfiguren eines Kegels.	353
11.6.2	Ellipse	354
11.6.3	Hyperbel	357
11.6.4	Parabel	359
12	Matrizen	361
12.1	Der Begriff <i>Matrix</i>	362
12.2	Rechnen mit Matrizen	365
12.2.1	Addition und skalare Vervielfachung von Matrizen	365
12.2.2	Multiplikation von Matrizen	366
12.2.3	Bilden inverser Matrizen	370
12.3	Rang einer Matrix; Hauptsatz über lineare Gleichungssysteme	372
12.4	Lineare Abbildungen	374
13	Wahrscheinlichkeitstheorie	377
13.1	Zufallsexperimente	378
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
13.2	Gleichverteilung (Laplace-Experimente)	388
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

	13.3 Bedingte Wahrscheinlichkeiten	401
	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
	13.4 Zufallsgrößen	406
	13.4.1 Endliche Zufallsgrößen	406
	13.4.2 Erwartungswert	408
	13.4.3 Streuung	410
	13.5 Binomialverteilung	414
	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
■ Überblick 436	13.5.7 Normalverteilung	430
	13.5.8 Zentraler Grenzwertsatz	435
	14 Beschreibende und beurteilende Statistik	437
	14.1 Beschreibende Statistik	438
■ Überblick 444	14.1.1 Zu Anliegen und geschichtlicher Entwicklung der beschreibenden Statistik	438
	14.1.2 Kenngrößen statistischer Erhebungen	438
	14.2 Beurteilende Statistik	445
	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
	15 Rechenhilfsmittel	461
	15.1 Geschichtlicher Abriss	462
	15.2 Elektronische Hilfsmittel	465
	15.2.1 Grafikfähige Taschenrechner	465
	15.2.2 Computeralgebrasysteme	468
	15.2.3 Tabellenkalkulationen	475
	15.2.4 Dynamische Geometriesoftware	479
	A Anhang	483
	Register	484
	Bildquellenverzeichnis	496

Denk- und Arbeitsweisen
der Mathematik

1



- 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
 – Auswahlssatz 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
 - Annahmebereich 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
 - Rechengesetze 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
 - VIETA, 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
 - frequentistischer 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 Vieta 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
 - ϵ -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
 - 3σ -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.

Adobe: 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;

Scienc Photo Library: Science Photo Library/ED YOUNG 115; Science Photo Library/Science Source 455Ur;

Shutterstock: 200dgr/Shutterstock.com 461; Abscent/Shutterstock.com 56Ur; Alex Kh/Shutterstock.com 263; 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; 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

Geprüftes Wissen – verlässlich gut!

BASISWISSEN SCHULE MATHEMATIK ABI

- Themen, Methoden und Inhalte aus dem Mathematikunterricht der Oberstufe
- Ideal zur umfassenden Vorbereitung auf das Abitur
- Zahlreiche farbige Schaubilder, Grafiken und Fotos zur Veranschaulichung

Behandelt alle Themenbereiche des Faches Mathematik in der Sekundarstufe II: Funktionen, Differenzial- und Integralrechnung, lineare Algebra, analytische Geometrie und Stochastik.

Für alle weiterführenden Schulformen. Berücksichtigt die aktuellen Bildungspläne aller Bundesländer.

ISBN 978-3-411-71745-3
20 € (D) · 20,60 € (A)



9 783411 717453

www.duden.de