



Abitur **MEHR  
ERFAHREN**

Mathematik  
Gymnasium  
Baden-Württemberg  
ab 2023

*Das musst du können:*

**STARK**

# Inhalt

## Analysis

<b>1 Gleichungen</b>	<b>1</b>
1.1 Quadratische Gleichungen	1
1.2 Exponentialgleichungen	1
1.3 Nullprodukt und Substitution	2
<b>2 Elementare Funktionen und ihre Eigenschaften</b>	<b>3</b>
2.1 Potenz- und Wurzelfunktionen	3
2.2 Ganzrationale Funktionen	4
2.3 Sinus- und Kosinusfunktion (trigonometrische Funktionen)	5
2.4 Natürliche Exponential- und Logarithmusfunktion	6
2.5 Gebrochenrationale Funktionen	7
2.6 Wirkung von Parametern	10
2.7 Vielfachheit von Nullstellen	12
2.8 Symmetrie (bzgl. des Koordinatensystems)	13
2.9 Umkehrfunktion	14
<b>3 Ableitung</b>	<b>15</b>
3.1 Bedeutung der Ableitung	15
3.2 Ableitungen der Grundfunktionen	15
3.3 Ableitungsregeln	16
3.4 Tangente und Normale	17
<b>4 Elemente der Kurvendiskussion, Anwendungen der Ableitung</b>	<b>18</b>
4.1 Monotonieverhalten, Extrem- und Sattelpunkte	18
4.2 Krümmungsverhalten, Wendepunkte	21
4.3 Extremwertaufgaben	24
<b>5 Integralrechnung</b>	<b>26</b>
5.1 Stammfunktion	26
5.2 Integral	28
5.3 Flächenberechnungen	29

5.4	Volumen von Rotationskörpern .....	33
5.5	Rekonstruierter Bestand .....	33
<b>6</b>	<b>Integralfunktion .....</b>	<b>35</b>

## **Analytische Geometrie**

<b>1</b>	<b>Lineare Gleichungssysteme .....</b>	<b>37</b>
<b>2</b>	<b>Vektoren .....</b>	<b>38</b>
2.1	Rechnen mit Vektoren .....	38
2.2	Skalarprodukt .....	39
2.3	Vektorprodukt .....	40
<b>3</b>	<b>Geraden und Ebenen .....</b>	<b>41</b>
3.1	Geraden .....	41
3.2	Ebenen in Parameterform .....	43
3.3	Ebenen in Normalen- bzw. Koordinatenform .....	44
3.4	Umwandlung: Parameterform in Koordinatenform .....	45
3.5	Hesse'sche Normalenform .....	46
<b>4</b>	<b>Lagebeziehungen zwischen geometrischen Objekten .....</b>	<b>47</b>
4.1	Lage zweier Geraden .....	47
4.2	Lage einer Geraden zu einer Ebene .....	48
4.3	Lage zweier Ebenen .....	49
4.4	Schnittwinkel .....	51
<b>5</b>	<b>Abstände zwischen geometrischen Objekten .....</b>	<b>52</b>
5.1	Abstand zu einer Ebene .....	52
5.2	Abstand eines Punktes zu einer Geraden .....	53
5.3	Abstand zweier windschiefer Geraden .....	55
<b>6</b>	<b>Spiegelungen .....</b>	<b>56</b>

# Stochastik


<b>1</b>	<b>Ereignisse</b>	<b>57</b>
<b>2</b>	<b>Wahrscheinlichkeitsberechnungen</b>	<b>58</b>
2.1	Der Wahrscheinlichkeitsbegriff	58
2.2	Laplace-Experimente, Laplace-Wahrscheinlichkeit	58
2.3	Baumdiagramme und Pfadregeln	59
2.4	Vierfeldertafel	60
2.5	Bedingte Wahrscheinlichkeit und stochastische Unabhängigkeit	61
2.6	Urnenmodelle und Bernoulli-Formel	63
<b>3</b>	<b>Zufallsgrößen</b>	<b>65</b>
3.1	Zufallsgrößen und ihre Wahrscheinlichkeitsverteilung	65
3.2	Erwartungswert, Varianz und Standardabweichung	66
<b>4</b>	<b>Binomialverteilung</b>	<b>68</b>
4.1	Bernoulli-Experiment, binomialverteilte Zufallsgrößen	68
4.2	Erwartungswert und Standardabweichung	70
<b>5</b>	<b>Testen von Hypothesen</b>	<b>71</b>
<b>6</b>	<b>Normalverteilung</b>	<b>75</b>
6.1	Normalverteilte Zufallsgrößen	75
6.2	Erwartungswert und Standardabweichung	77
	<b>Stichwortverzeichnis</b>	<b>79</b>



# Vorwort

Liebe Schülerin, lieber Schüler,

dieses handliche Buch bietet Ihnen einen Leitfaden zu allen wesentlichen Inhalten, die Sie im Mathematik-Abitur im Leistungsfach benötigen. Es führt Sie systematisch durch den Abiturstoff der Prüfungsgebiete Analysis, Analytische Geometrie und Stochastik und begleitet Sie somit optimal bei Ihrer Abiturvorbereitung. Ein Großteil der Inhalte dieses Heftes wird auch im Pflichtteil abgefragt. Durch den klar strukturierten Aufbau eignet sich dieses Buch besonders zur Auffrischung und Wiederholung des Prüfungsstoffs kurz vor dem Abitur.

- **Definitionen** und **Regeln** sind durch einen grauen Balken am Rand gekennzeichnet, wichtige **Begriffe** sind durch Fettdruck hervorgehoben.
- Zahlreiche **Abbildungen** veranschaulichen die Lerninhalte.
- Passgenaue **Beispiele** verdeutlichen die Theorie. Sie sind durch das Symbol  gekennzeichnet.
- Zu typischen Grundaufgaben wird die **Vorgehensweise** Schritt für Schritt beschrieben.
- Das **Stichwortverzeichnis** führt schnell und treffsicher zum jeweiligen Stoffinhalt.

Viel Erfolg bei der Abiturprüfung!

STARK Verlag

Ausführliche Erläuterungen sowie viele Übungsaufgaben finden Sie in unseren Abitur-Trainingsbänden:

- Abitur-Training Analysis (Bestell-Nr. 840068)
- Abitur-Training Analytische Geometrie (Bestell-Nr. 840078)
- Abitur-Training Stochastik (Bestell-Nr. 840088)

Die offiziellen Prüfungsaufgaben der letzten Jahre und weitere Übungsaufgaben für die Prüfung mit vollständigen Lösungen enthält das Buch „Abiturprüfung Baden-Württemberg, Mathematik Leistungsfach“.



## 2.4 Natürliche Exponential- und Logarithmusfunktion

### Natürliche Exponentialfunktion

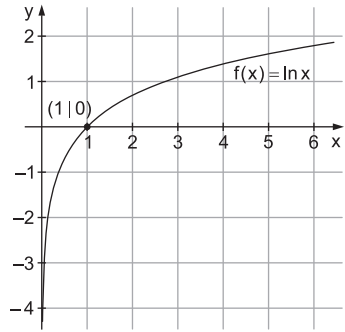
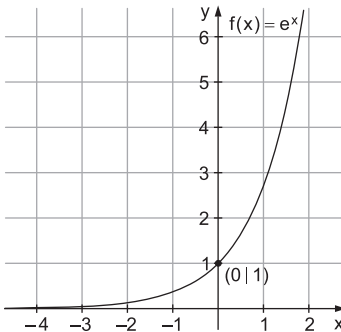
- Die natürliche Exponentialfunktion lautet  $f(x) = e^x$ .
- Definitionsmenge:  $D_f = \mathbb{R}$   
Wertemenge:  $W_f = \mathbb{R}^+$  ( $e^x > 0$  für alle  $x \in \mathbb{R}$ )
- Die e-Funktion hat keine Nullstellen.
- Wichtige Grenzwerte:

$$\lim_{x \rightarrow -\infty} e^x = 0 \quad (y = 0 \text{ ist waagerechte Asymptote}) \qquad \lim_{x \rightarrow +\infty} e^x = +\infty$$

### Natürliche Logarithmusfunktion

- Die natürliche Logarithmusfunktion lautet  $f(x) = \ln x$ .
- Definitionsmenge:  $D_f = \mathbb{R}^+$   
Wertemenge:  $W_f = \mathbb{R}$
- Die ln-Funktion hat eine Nullstelle bei  $x = 1$ .
- Wichtige Grenzwerte:

$$\lim_{x \rightarrow 0^+} \ln x = -\infty \quad (x = 0 \text{ ist senkrechte Asymptote}) \qquad \lim_{x \rightarrow +\infty} \ln x = +\infty$$



Die natürliche Exponential- und die natürliche Logarithmusfunktion sind Umkehrfunktionen voneinander (vgl. Abschnitt 2.9).



1. Bestimmen Sie die Nullstelle der Funktion  $f(x) = (x+1) \cdot e^x$ ;  $x \in \mathbb{R}$ .

$$\begin{aligned} f(x) = 0 &\Leftrightarrow (x+1) \cdot e^x = 0 \\ &\Leftrightarrow x+1 = 0 && \text{da } e^x > 0 \text{ für alle } x \in \mathbb{R} \\ &\Leftrightarrow x = -1 \end{aligned}$$





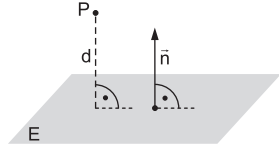
## 5 Abstände zwischen geometrischen Objekten

### 5.1 Abstand zu einer Ebene

#### Abstand Punkt – Ebene

Der Abstand des Punktes  $P(p_1 | p_2 | p_3)$  zur Ebene  $E: n_1x_1 + n_2x_2 + n_3x_3 = a$  kann mithilfe der HNF von  $E$  ermittelt werden (vgl. Abschnitt 3.5):

$$d(P; E) = \frac{|n_1p_1 + n_2p_2 + n_3p_3 - a|}{|\vec{n}|}$$

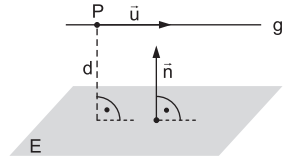


Die Berechnung des Abstands einer Geraden zu einer parallel verlaufenden Ebene bzw. zweier paralleler Ebenen lässt sich jeweils zurückführen auf die Berechnung des Abstands eines Punktes zu einer Ebene.

#### Abstand Gerade – Ebene

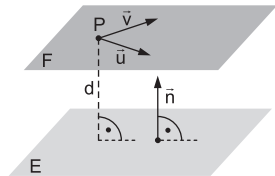
Der Abstand einer zur Ebene  $E$  parallel verlaufenden Geraden  $g$  zur Ebene  $E$  entspricht dem Abstand eines beliebigen Punktes  $P$  der Geraden zur Ebene:

$$d(g; E) = d(P; E) \quad \text{mit } P \in g \text{ beliebig}$$



#### Abstand Ebene – Ebene

Der Abstand einer zur Ebene  $E$  parallel verlaufenden Ebene  $F$  zur Ebene  $E$  entspricht dem Abstand eines beliebigen Punktes  $P$  der Ebene  $F$  zur Ebene  $E$ :

$$d(F; E) = d(P; E) \quad \text{mit } P \in F \text{ beliebig}$$


Berechnen Sie den Abstand der beiden parallelen Ebenen

$$E_1: -2x_1 + 2x_2 + x_3 = -9 \quad \text{und} \quad E_2: \vec{x} = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 4 \end{pmatrix} + s \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 2 \end{pmatrix} + t \cdot \begin{pmatrix} 2 \\ 3 \\ -2 \end{pmatrix}; s, t \in \mathbb{R}.$$

Der Abstand der parallelen Ebenen entspricht dem Abstand des Stützpunktes  $P(1 | 2 | 4)$  der Ebene  $E_2$  zur Ebene  $E_1$ :

$$d(E_2; E_1) = d(P; E_1) = \frac{|-2 \cdot 1 + 2 \cdot 2 + 1 \cdot 4 + 9|}{\sqrt{(-2)^2 + 2^2 + 1^2}} = \frac{|15|}{\sqrt{9}} = \frac{15}{3} = 5$$



## 3 Zufallsgrößen

### 3.1 Zufallsgrößen und ihre Wahrscheinlichkeitsverteilung

Eine **Zufallsgröße** ordnet jedem Ergebnis eines Zufallsexperiments eine reelle Zahl zu.

Die **Wahrscheinlichkeitsverteilung** einer Zufallsgröße  $X$  gibt an, mit welchen Wahrscheinlichkeiten  $p_1, p_2, \dots, p_n$  die Zufallsgröße die möglichen Werte  $x_1, x_2, \dots, x_n$  annimmt; in Tabellenform:

$x_i$	$x_1$	$x_2$	$\dots$	$x_n$
$P(X=x_i)$	$p_1$	$p_2$	$\dots$	$p_n$

Dabei muss die Summe der Wahrscheinlichkeiten stets 1 ergeben:

$$p_1 + p_2 + \dots + p_n = 1 \quad (\text{Normierungsbedingung})$$

Die Veranschaulichung der Wahrscheinlichkeitsverteilung kann durch ein Stabdiagramm oder ein Histogramm erfolgen.

#### Vorgehensweise

*Schritt 1:* Werte, die die Zufallsgröße  $X$  annehmen kann, auflisten

*Schritt 2:* Zugehörige Wahrscheinlichkeiten berechnen

*Schritt 3:* Tabelle und ggf. Stabdiagramm bzw. Histogramm erstellen



Bei einem gezinkten Würfel wird die Augenzahl 6 mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,3 geworfen. Ermitteln Sie die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Zufallsgröße  $X$ , die die Anzahl der Sechser beim zweimaligen Werfen dieses Würfels angibt.

*Schritt 1:*

Die Zufallsgröße  $X$  kann folgende Werte annehmen:

$$x_1 = 0; \quad x_2 = 1; \quad x_3 = 2$$

*Schritt 2:*

Die Wahrscheinlichkeiten für die einzelnen Werte von  $X$  können mithilfe der Bernoulli-Formel (vgl. S. 64) ermittelt werden:

$$P(X = x_1) = P(X = 0) = P(\text{„keine 6“}) = \binom{2}{0} \cdot 0,3^0 \cdot 0,7^2 = 0,7^2 = 0,49$$

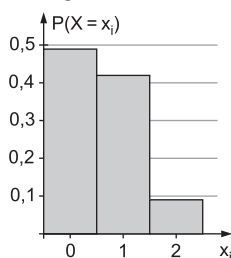
$$P(X = 1) = \binom{2}{1} \cdot 0,3^1 \cdot 0,7^1 = 0,42 \qquad P(X = 2) = \binom{2}{2} \cdot 0,3^2 \cdot 0,7^0 = 0,09$$

*Schritt 3:*

Wahrscheinlichkeitsverteilung von X:

$x_i$	0	1	2
$P(X=x_i)$	0,49	0,42	0,09

Histogramm:



### 3.2 Erwartungswert, Varianz und Standardabweichung

#### Erwartungswert

Der Erwartungswert einer Zufallsgröße X gibt an, welcher Mittelwert bei oftmaliger Wiederholung des Zufallsexperiments zu erwarten ist.

$$\mu = E(X) = x_1 \cdot P(X=x_1) + \dots + x_n \cdot P(X=x_n) = x_1 \cdot p_1 + \dots + x_n \cdot p_n$$

#### Varianz und Standardabweichung

Die Varianz und die Standardabweichung einer Zufallsgröße X erfassen die Streuung der Werte um den Erwartungswert von X.

$$\text{Var}(X) = (x_1 - E(X))^2 \cdot p_1 + \dots + (x_n - E(X))^2 \cdot p_n$$

$$\sigma(X) = \sqrt{\text{Var}(X)}$$

*Bemerkungen:*

- Der Erwartungswert  $\mu$  einer Zufallsgröße X ist häufig kein Wert, den die Zufallsgröße tatsächlich annimmt.
- Ein Spiel ist **fair**, wenn der Erwartungswert des Gewinns für jeden Spieler gleich null ist.



Ein Englischlehrer stellt für die Notenverteilung der nächsten Schulaufgabe zwei mögliche Szenarien gegenüber.

#### Szenario A

Note x	1	2	3	4	5	6
$P(X=x)$	0,1	0,15	0,5	0,2	0	0,05



© **STARK Verlag**

[www.stark-verlag.de](http://www.stark-verlag.de)  
[info@stark-verlag.de](mailto:info@stark-verlag.de)

Der Datenbestand der STARK Verlag GmbH  
ist urheberrechtlich international geschützt.  
Kein Teil dieser Daten darf ohne Zustimmung  
des Rechteinhabers in irgendeiner Form  
verwertet werden.

**STARK**