

Abit **MEHR**  
**ERFAHREN**

Mathematik  
Gymnasium  
Baden-Württemberg  
ab 2021

*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 Potenzfunktionen .....	3
2.2 Ganzrationale Funktionen .....	4
2.3 Sinus- und Kosinusfunktion (trigonometrische Funktionen) .....	5
2.4 Natürliche Exponentialfunktion .....	6
2.5 Entwicklung von Funktionen .....	7
2.6 Vielfachheit von Nullstellen .....	9
2.7 Symmetrie (bzgl. des Koordinatensystems) .....	10
<b>3 Gebrochenrationale Funktionen</b> .....	<b>11</b>
3.1 Nullstellen und Polstellen .....	11
3.2 Grenzwerte und Asymptoten .....	12
<b>4 Ableitung</b> .....	<b>16</b>
4.1 Bedeutung der Ableitung .....	16
4.2 Ableitungen der Grundfunktionen .....	16
4.3 Ableitungsregeln .....	17
4.4 Tangente und Normale .....	18
<b>5 Elemente der Kurvendiskussion, Anwendungen der Ableitung</b> .....	<b>19</b>
5.1 Monotonieverhalten, Extrem- und Sattelpunkte .....	19
5.2 Krümmungsverhalten, Wendepunkte .....	22
5.3 Ortskurven .....	25
5.4 Extremwertaufgaben .....	26

<b>6 Stammfunktion und Integral .....</b>	<b>28</b>
6.1 Stammfunktion .....	28
6.2 Integral .....	30
6.3 Flächenberechnungen .....	31
<b>7 Integralfunktion .....</b>	<b>35</b>
<b>8 Weitere Anwendungen des Integrals .....</b>	<b>37</b>
8.1 Rekonstruierter Bestand .....	37
8.2 Mittelwert .....	37
8.3 Volumen von Rotationskörpern .....	38

## **Analytische Geometrie**

<b>1 Lineare Gleichungssysteme .....</b>	<b>39</b>
<b>2 Vektoren .....</b>	<b>40</b>
2.1 Rechnen mit Vektoren .....	40
2.2 Lineare (Un-)Abhängigkeit von Vektoren .....	41
2.3 Skalarprodukt .....	41
2.4 Beweise mithilfe von Vektoren .....	42
2.5 Vektor- bzw. Kreuzprodukt .....	43
<b>3 Geraden und Ebenen .....</b>	<b>44</b>
3.1 Geraden .....	44
3.2 Ebenen in Parameterform .....	46
3.3 Ebenen in Normalen- bzw. Koordinatenform .....	47
3.4 Umwandlung: Parameterform in Koordinatenform .....	48
3.5 Hesse'sche Normalenform .....	49
<b>4 Lagebeziehungen zwischen geometrischen Objekten .....</b>	<b>50</b>
4.1 Lage zweier Geraden .....	50
4.2 Lage einer Geraden zu einer Ebene .....	51
4.3 Lage zweier Ebenen .....	52
4.4 Schnittwinkel .....	54

<b>5 Abstände zwischen geometrischen Objekten</b> .....	<b>55</b>
5.1 Abstand zu einer Ebene .....	55
5.2 Abstand eines Punktes zu einer Geraden .....	56
5.3 Abstand zweier windschiefer Geraden .....	58
<b>6 Spiegelungen</b> .....	<b>59</b>

## Stochastik

<b>1 Ereignisse</b> .....	<b>61</b>
<b>2 Wahrscheinlichkeitsberechnungen</b> .....	<b>62</b>
2.1 Der Wahrscheinlichkeitsbegriff .....	62
2.2 Laplace-Experimente, Laplace-Wahrscheinlichkeit .....	62
2.3 Baumdiagramme und Pfadregeln .....	63
2.4 Urnenmodelle und Bernoulli-Formel .....	64
2.5 Stochastische Unabhängigkeit .....	65
<b>3 Zufallsgrößen</b> .....	<b>66</b>
3.1 Zufallsgrößen und ihre Wahrscheinlichkeitsverteilung .....	66
3.2 Erwartungswert, Varianz und Standardabweichung .....	67
<b>4 Binomialverteilung</b> .....	<b>69</b>
4.1 Bernoulli-Experiment, binomialverteilte Zufallsgrößen .....	69
4.2 Erwartungswert und Standardabweichung .....	71
<b>5 Testen von Hypothesen</b> .....	<b>72</b>
<b>6 Normalverteilung</b> .....	<b>76</b>
6.1 Normalverteilte Zufallsgrößen .....	76
6.2 Erwartungswert und Standardabweichung .....	78
<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)

Offizielle Prüfungsaufgaben und weitere Übungsaufgaben für die Prüfung mit vollständigen Lösungen enthält das Buch „Abiturprüfung Baden-Württemberg, Mathematik Leistungsfach“ (Bestell-Nr. 85001).



## 2 Elementare Funktionen und ihre Eigenschaften

### 2.1 Potenzfunktionen

Potenzfunktionen sind Funktionen der Form:

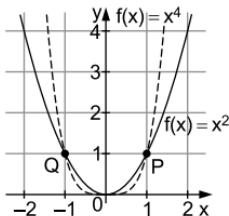
$$f: x \mapsto x^r \text{ mit } r \in \mathbb{R}$$

Für ganzzahlige Exponenten unterscheidet man:

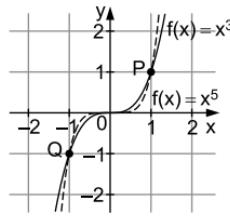
- Exponent positiv:  $f(x) = x^n$  mit  $n \in \mathbb{N}$   
Definitionsmenge:  $D_f = \mathbb{R}$  Graphen sind **Parabeln**.
- Exponent negativ:  $f(x) = x^{-n} = \frac{1}{x^n}$  mit  $n \in \mathbb{N}$   
Definitionsmenge:  $D_f = \mathbb{R} \setminus \{0\}$  Graphen sind **Hyperbeln**.

#### Graphenverläufe

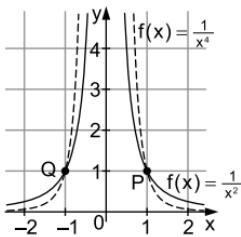
Parabeln:  $n$  gerade;  $W_f = \mathbb{R}_0^+$



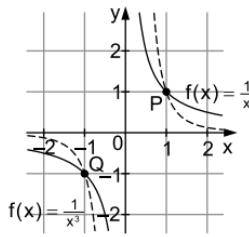
$n$  ungerade;  $W_f = \mathbb{R}$



Hyperbeln:  $n$  gerade;  $W_f = \mathbb{R}_0^+$



$n$  ungerade;  $W_f = \mathbb{R} \setminus \{0\}$



#### Wurzelfunktion

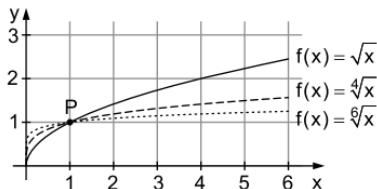
Ist der Exponent  $r$  ein Bruch, ergeben sich Wurzelfunktionen, speziell:

$$f: x \mapsto \sqrt[n]{x} = x^{\frac{1}{n}} \text{ mit } n \in \mathbb{N}, n \geq 2 \quad (\text{n-te Wurzelfunktion})$$

Definitionsmenge:  $D_f = \mathbb{R}_0^+$

Wertemenge:  $W_f = \mathbb{R}_0^+$

1.  $G_f$  verläuft durch  $P(1 | 1)$ .
2. Einzige Nullstelle:  $x = 0$
3. Je größer  $n$ , desto
  - flacher verläuft  $G_f$  für  $x > 1$ .
  - steiler nähert sich  $G_f$  dem Koordinatenursprung.



## 2.2 Ganzrationale Funktionen

Unter einer ganzrationalen Funktion (oder Polynomfunktion) vom Grad  $n$  versteht man eine Funktion der Form:

$$f: x \mapsto a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_1 x + a_0$$

mit  $n \in \mathbb{N}$ ,  $a_n, a_{n-1}, \dots, a_1, a_0 \in \mathbb{R}$  und  $a_n \neq 0$

Definitionsmenge:  $D_f = \mathbb{R}$

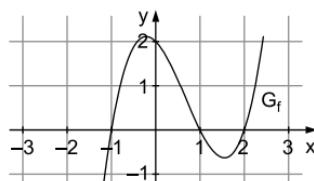
Die Werte  $a_n, a_{n-1}, \dots, a_1, a_0$  heißen **Koeffizienten**.

Die Nullstellen einer ganzrationalen Funktion können der Linearfaktorzerlegung entnommen werden (vgl. auch Abschnitt 2.6).



$$\begin{aligned} f(x) &= x^3 - 2x^2 - x + 2 \\ &= (x-2)(x^2-1) \\ &= (x-2)(x+1)(x-1) \end{aligned}$$

$\Rightarrow$  Nullstellen bei  $x = 2$ ,  
 $x = -1$  und  $x = 1$

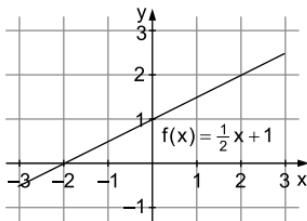


### Spezialfälle

Lineare Funktion:

$$f(x) = mx + t \quad (\text{Grad } 1)$$

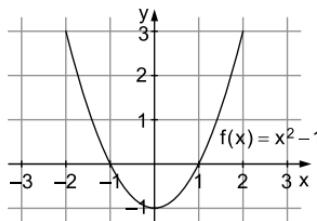
Graph ist eine Gerade.



Quadratische Funktion:

$$f(x) = ax^2 + bx + c \quad (\text{Grad } 2)$$

Graph ist eine Parabel.





### 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:

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

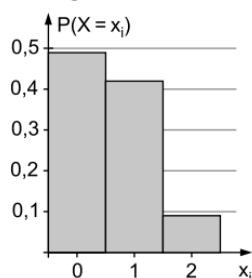
$$P(X=1) = \binom{2}{1} \cdot 0,3^1 \cdot 0,7^1 = 0,42 \qquad P(X=2) = \binom{2}{2} \cdot 0,3^2 \cdot 0,7^0 = 0,09$$

*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**