

# Analysis

## Grundlagen:

### Binomische Formeln

- 1  $(a + b)^2 = a^2 + 2 \cdot a \cdot b + b^2$
- 2  $(a - b)^2 = a^2 - 2 \cdot a \cdot b + b^2$
- 3  $(a + b)(a - b) = a^2 - b^2$

### Potenzengesetze

- 1  $a^r \cdot b^r = (a \cdot b)^r$  und  $\frac{a^r}{b^r} = \left(\frac{a}{b}\right)^r$
- 2  $a^r \cdot a^s = a^{r+s}$  und  $\frac{a^r}{a^s} = a^{r-s}$
- 3  $(a^r)^s = a^{r \cdot s}$
- 4  $a^{\frac{m}{n}} = \sqrt[n]{a^m} = (\sqrt[n]{a})^m$
- 5  $a^{-r} = \frac{1}{a^r}$

### Logarithmengesetze

- 1  $\log_a(b \cdot c) = \log_a(b) + \log_a(c)$
- 2  $\log_a\left(\frac{b}{c}\right) = \log_a(b) - \log_a(c)$
- 3  $\log_a(b^r) = r \cdot \log_a(b)$
- 4  $\ln(x) = \log_e(x) \rightarrow \ln(e^x) = x$
- 5  $\text{ld}(x) = \log_2(x)$
- 6  $\text{lg}(x) = \log_{10}(x)$

## Lineare Transformationen:

Wir erhalten aus dem Graphen  $G_f$  der Funktion  $f$  den Graphen der Funktion  $g$  mit:

- 1  $g(x) = -f(x)$ , indem man  $G_f$  an der x-Achse spiegelt
- 2  $g(x) = f(-x)$ , indem man  $G_f$  an der y-Achse spiegelt
- 3  $g(x) = f(x) + a$  indem man  $G_f$  in Richtung der y-Achse um  $a$  verschiebt
- 4  $g(x) = f(x - a)$  indem man  $G_f$  in Richtung der x-Achse um  $a$  verschiebt
- 5  $g(x) = a \cdot f(x)$  und  $a > 0$ , indem man  $G_f$  in Richtung der y-Achse mit dem Faktor  $a$  streckt bzw. staucht
- 6  $g(x) = f(a \cdot x)$  und  $a > 0$ , indem man  $G_f$  in Richtung der x-Achse mit dem Faktor  $\frac{1}{a}$  staucht bzw. streckt.

## Ableitungen:

- 1 jede Ableitung ist mit der  $h$ -Methode nachweisbar

$$f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$$

- 2  $f(x) = c$  mit  $c \in \mathbb{R} \rightarrow f'(x) = 0$
- 3  $f(x) = x \rightarrow f'(x) = 1$
- 4  $f(x) = c \cdot x$  mit  $c \in \mathbb{R} \rightarrow f'(x) = c$
- 5  $f(x) = m \cdot x + t$  mit  $m, t \in \mathbb{R} \rightarrow f'(x) = m$
- 6  $f(x) = a \cdot g(x)$  mit  $a \in \mathbb{R} \rightarrow f'(x) = a \cdot g'(x)$
- 7  $f(x) = g(x) \pm h(x) \rightarrow f'(x) = g'(x) \pm h'(x)$
- 8  $f(x) = x^n$  mit  $n \in \mathbb{Q} \rightarrow f'(x) = n \cdot x^{n-1}$
- 9  $f(x) = g(x) \cdot h(x) \rightarrow f'(x) = g'(x) \cdot h(x) + g(x) \cdot h'(x)$
- 10  $f(x) = g(h(x)) \rightarrow f'(x) = g'(h(x)) \cdot h'(x)$
- 11  $f(x) = \frac{z(x)}{n(x)} \rightarrow f'(x) = \frac{n(x) \cdot z'(x) - z(x) \cdot n'(x)}{(n(x))^2}$

$$\text{Elsensbrücke}^1: f'(x) = \frac{N \cdot AZ - Z \cdot AN}{N^2}$$

## Ableitung spezieller Funktionen:

### Trigonometrische Funktionen

- 1  $f(x) = \sin x \rightarrow f'(x) = \cos(x)$
- 2  $f(x) = \cos(x) \rightarrow f'(x) = -\sin(x)$
- 3  $f(x) = \tan(x) = \frac{\sin(x)}{\cos(x)}$   
 $\rightarrow f'(x) = \frac{\cos(x) \cdot \cos(x) + \sin(x) \cdot \sin(x)}{(\cos(x))^2} = \frac{1}{(\cos(x))^2}$

### e-Funktion

- 1  $f(x) = e^x \rightarrow f'(x) = e^x$
- 2  $f(x) = e^{h(x)} \rightarrow f'(x) = h'(x) \cdot e^{h(x)}$

### ln-Funktion

$$1 f(x) = \ln(x) \text{ mit } x \in \mathbb{R}^+ \rightarrow f'(x) = \frac{1}{x}$$

### Wurzel

$$1 f(x) = \sqrt{x} = x^{\frac{1}{2}} \rightarrow f'(x) = \frac{1}{2} \cdot x^{-\frac{1}{2}} = \frac{1}{2\sqrt{x}}$$
$$2 f(x) = \sqrt[n]{x} = x^{\frac{1}{n}} \rightarrow f'(x) = \frac{1}{n} \cdot x^{\frac{1}{n}-1} = \frac{1}{n \cdot \sqrt[n]{x}}$$

## Anwendung der 1. Ableitung

- Zusammenhang Steigung  $m$  des Graphen  $G_f$  einer Funktion  $f$  an der Stelle  $x_0 \in G_f$  mit der 1. Ableitung:

$$1 f'(x_0) = m$$
$$2 \tan(\alpha) = m \rightarrow \alpha = \tan^{-1}(m)$$

- Gleichung der Tangente  $y_T$  durch den Punkt  $P(x_0|f(x_0))$   
 $y_T = f'(x_0) \cdot (x - x_0) + f(x_0)$

## Grenzwerte spezieller Funktionen:

- Ist  $p(x)$  ein Polynom, so gilt  $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{p(x)}{e^x} = 0 \rightarrow e$ -Funktion.
- Ist  $p(x)$  ein nicht konstantes Polynom, so gilt  
 $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\ln(x)}{p(x)} = 0 \rightarrow \ln$ -Funktion.
- Ist  $p(x)$  ein Polynom ohne konstanten Summanden, so gilt  
 $\lim_{x \rightarrow 0} (p(x) \cdot \ln(x)) = 0 \rightarrow \ln$ -Funktion.

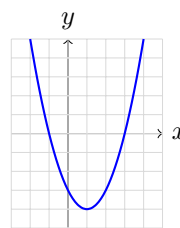
## Funktionsklassen:

### Lineare Funktionen

- Funktionsterm:  $f(x) = m \cdot x + t$  mit  $m \in \mathbb{R} \setminus \{0\}$  und  $t \in \mathbb{R}$   
1  $m$  - Steigung der Geraden 2  $t$  - y-Achsenabschnitt
- Graph einer linearen Funktion ist eine Gerade
- Berechnung der Steigung  $m = \frac{\Delta y}{\Delta x}$
- Berechnung des y-Achsenabschnittes  $t \rightarrow$  die Steigung  $m$  und die Koordinaten eines Punktes  $P(x_0|y_0)$  einsetzen und nach  $t$  auflösen

## Quadratische Funktionen:

- allgemeine Form:  $f(x) = a \cdot x^2 + b \cdot x + c$  mit  $a \in \mathbb{R} \setminus \{0\}$  und  $b, c \in \mathbb{R}$

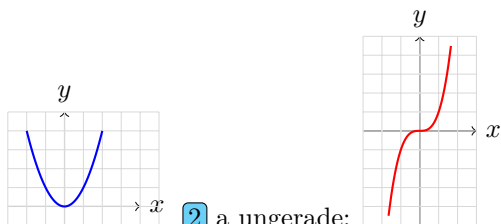


- Graph:
- Scheitelpunktform:  $f(x) = a \cdot (x - x_s)^2 + y_s$  mit  $S(x_s|y_s)$  den Koordinaten des Scheitelpunktes
- Faktorierte Form:  $f(x) = a \cdot (x - x_1) \cdot (x - x_2)$  mit  $f(x_1) = 0$  und  $f(x_2) = 0$  als Nullstellen der Funktion
- Nullstellen als Lösung der Gleichung  
 $0 = a \cdot x^2 + b \cdot x + c \rightarrow x_{1/2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c}}{2 \cdot a}$
- Für  $a > 0$  ist die Parabel nach oben geöffnet  $\rightarrow$  Scheitelpunkt ist Tiefpunkt und es gilt  $\lim_{x \rightarrow \pm \infty} f(x) = \infty$
- Für  $a < 0$  ist die Parabel nach unten geöffnet  $\rightarrow$  Scheitelpunkt ist Hochpunkt und es gilt  $\lim_{x \rightarrow \pm \infty} f(x) = -\infty$

## Polynome:

<sup>1</sup>N-Nenner, Z-Zähler, AZ - Ableitung Zähler, AN - Ableitung Nenner

- $f(x) = a_n \cdot x^n + a_{n-1} \cdot x^{n-1} + \dots + a_1 \cdot x + a_0 = \sum_{i=0}^n a_i x^i$  mit  $a_n \in \mathbb{R} \setminus \{0\}$  und die restlichen  $a_i \in \mathbb{R}$
- höchster Exponent legt den Grad des Polynoms fest  $\rightarrow$  hier  $n$ -ten Grades
- Beispielgraphen in Abhängigkeit des Grades:



1 a gerade:

3 n gerade und  $a_n > 0 \rightarrow \lim_{x \rightarrow \pm\infty} f(x) = \infty$

4 n gerade und  $a_n < 0 \rightarrow \lim_{x \rightarrow \pm\infty} f(x) = -\infty$

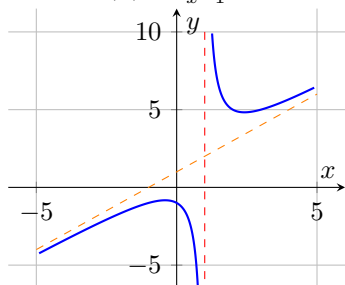
5 n ungerade und  $a_n > 0 \rightarrow \lim_{x \rightarrow -\infty} f(x) = -\infty$  und  $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x) = \infty$

6 n ungerade und  $a_n < 0 \rightarrow \lim_{x \rightarrow -\infty} f(x) = \infty$  und  $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x) = -\infty$

- ab Grad  $n > 2$  kennen wir keine Lösungsformel zur Berechnung der Nullstellen<sup>2</sup>  $\rightarrow$  ausklammern bzw. Newton-Verfahren zur Näherung der Nullstellen

### Gebrochen-rationale Funktionen

- $f(x) = \frac{z(x)}{n(x)}$  und  $\mathbb{D}_f = \mathbb{R} \setminus \{x_i\}$  mit  $n(x_i) = 0$
- Definitionslücken sind die Nullstellen des Nennerpolynoms
- Nullstellen berechnen sich durch  $0 = z(x)$  sind also die Nullstellen des Zählerpolynoms
- Graph  $f(x) = \frac{x^2+1}{x-1} = x + 1 + \frac{2}{x-1}$



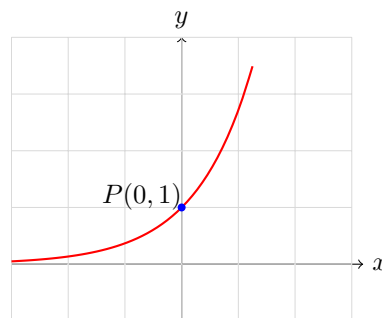
**Hinweis:** Bei der Monotonie- und Krümmungsuntersuchung muss die Definitionslücke explizit betrachtet werden, an der Definitionslücke kann sich das Monotonie- und Krümmungsverhalten ändern

- Asymptoten: Die Art der Asymptote einer gebrochen-rationalen Funktion  $f(x) = \frac{z(x)}{n(x)}$  mit  $\mathbb{D} = \mathbb{D}_{\max}$  hängt vom Grad der Polynome des Zählers als auch des Nenners ab<sup>3</sup>.
  - 1  $z < n$ : die  $x$ -Achse ist waagerechte Asymptote  $\lim_{x \rightarrow \pm\infty} f(x) = \lim_{x \rightarrow \pm\infty} f(x) = 0$
  - 2  $z = n$ : waagerechte Asymptote die parallel zur  $x$ -Achse verläuft  $\lim_{x \rightarrow \pm\infty} f(x) = \lim_{x \rightarrow \pm\infty} f(x) = a \in \mathbb{R}$
  - 3  $z = n+1$ : schräge Asymptote die direkt aus der Summenform ablesbar ist
  - 4  $z > n+1$ : Näherungskurve

### e-Funktion:

- $f(x) = e^x$

- Graph der Funktion  $f(x) = e^x$



- Ableitung:  $f'(x) = e^x$

- Grenzwerte:

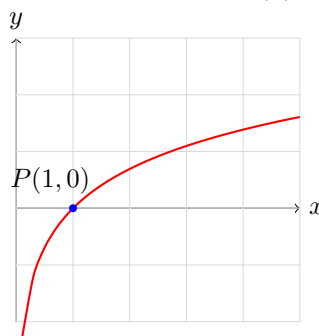
1  $\lim_{x \rightarrow -\infty} f(x) = 0$

2  $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x) = \infty$

- $f(x) > 0$ : für alle  $x \in \mathbb{R}$  **Hinweis:** Die  $e$ -Funktion wächst schneller als jede Potenzfunktion  $g(x) = x^n$  mit  $n \in \mathbb{N}$
- Bei der Kurvendiskussion wird die  $e$ -Funktion meistens als Produkt mit einer anderen Funktion betrachtet.<sup>4</sup>

### ln-Funktion:

- $f(x) = \ln(x)$  mit  $x \in \mathbb{R}^+$
- Graph der Funktion  $f(x) = \ln(x)$



- Ableitung  $f'(x) = \frac{1}{x}$

- Grenzwerte:

1  $\lim_{x \rightarrow 0^+} f(x) = -\infty$

2  $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x) = \infty$

- **Hinweis:** Die  $\ln$ -Funktion wächst langsamer als jede Potenzfunktion  $g(x) = x^n$  mit  $n \in \mathbb{N}$
- Bei der Kurvendiskussion wird die  $\ln$ -Funktion meistens in Kombination mit einer anderen Funktion betrachtet.<sup>5</sup>

### Wurzelfunktion:

- $f(x) = a \cdot \sqrt{x-b} + c$  und  $x \geq b$  ist eine Halbparabel und ergibt sich durch folgende lineare Transformationen aus der allgemeinen Wurzelfunktion  $g(x) = \sqrt{x}$  wie folgt:
  - 1 Verschiebung um  $b$  in  $x$ -Richtung
  - 2 Strecken bzw. Stauchen mit dem Faktor  $a$  in  $y$ -Richtung
  - 3 Verschiebung um  $c$  in  $y$ -Richtung

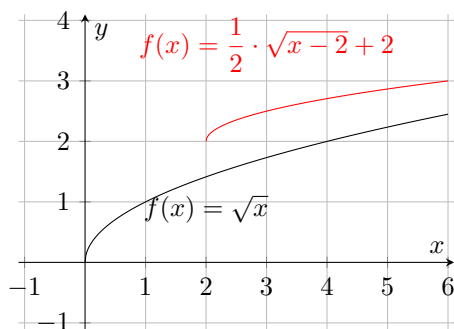
<sup>2</sup>Für  $n = 2$  eist das Polynom eine Quadratischen Funktion

<sup>3</sup> $z$ -Grad des Zählers;  $n$  - Grad des Nenners

<sup>4</sup> $f(x) = g(x) \cdot e^{h(x)} \rightarrow f'(x) = g'(x) \cdot e^{h(x)} + g(x) \cdot h'(x) \cdot e^{h(x)}$

<sup>5</sup> $f(x) = \ln(g(x)) \rightarrow f'(x) = \frac{1}{g(x)} \cdot g'(x) = \frac{g'(x)}{g(x)}$

- Graph der Funktion  $f(x) = \frac{1}{2}\sqrt{x-2} + 2$



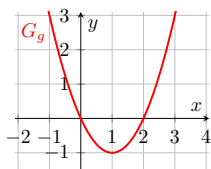
- Ableitung  $f(x) = \sqrt{g(x)} \rightarrow f'(x) = \frac{g'(x)}{2 \cdot \sqrt{g(x)}}$

### allgemeine Sinusfunktion:

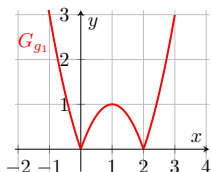
- $f(x) = a \cdot \sin(b \cdot (x - c)) + d$  mit  $a \in \mathbb{R} \setminus \{0\}$  und  $b, c, d \in \mathbb{R}$ 
  - Der Parameter  $a$  ändert die Amplitude, also die maximale Auslenkung der Kurve.
  - Der Parameter  $b$  streckt bzw. staucht die Kurve in Richtung der  $x$ -Achse. Durch den Faktor  $b$  wird damit die Periode  $p$  verändert  $p = \frac{2\pi}{b}$ .
  - Der Parameter  $c$  verschiebt die Kurve in Richtung der  $x$ -Achse.
  - Der Parameter  $d$  verschiebt die Kurve in Richtung der  $y$ -Achse.
- Ableitung:  $f'(x) = a \cdot \cos(b \cdot (x - c)) \cdot b$
- Bei der Kurvendiskussion wird die  $\sin$ -Funktion meistens in Kombination mit einer anderen Funktion betrachtet.<sup>6</sup>

### Betragsfunktionen:

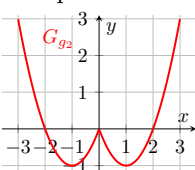
- Wird eine Funktion  $g$  linearen Transformationen in Form des Betrags unterworfen ergeben sich unterschiedliche Graphen. Diese Graphen haben allerdings gemeinsam, dass die Nicht-Differenzierbarkeit an bestimmten Stellen sich nicht ändert.



- $g_1(x) = |f(x)|$ : Die Punkte mit negativen Funktionswerten werden an der  $x$ -Achse gespiegelt. Die Spiegelung erfolgt damit an den Nullstellen.

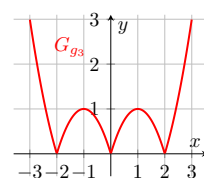


- $g_2(x) = f(|x|)$ : Der im positive Teil der  $x$ -Achse liegende Graph wird an der  $y$ -Achse gespiegelt.



- $g_3(x) = |f(|x|)|$ : Wird sowohl der Betrag der  $x$ -Werte als auch der Betrag der Funktionswerte gebildet, werden zunächst die Punkte mit positiven  $x$ -Werten an der  $y$ -Achse

gespiegelt um anschließend die Punkte mit negativen Funktionswerten an der  $x$ -Achse zu spiegeln.



- Betragsfunktionen sind an Knickstellen nicht differenzierbar  $\rightarrow$  Nachweis über die  $h$ -Methode.

**Kurvendiskussion:** Bei der Kurvendiskussion werden Eigenschaften des Graphen  $G_f$  einer Funktion  $f$  analytisch untersucht

### Untersuchung der Ausgangsfunktion:

- Untersuchung folgender Eigenschaften:
  - Definitionsbereich  $\rightarrow$  bei gebrochen-rationalen Funktion z.B. Berechnung der Definitionslücken
  - Schnittpunkte mit den Koordinatenachsen  $\rightarrow$  Nullstellen und Schnittpunkt mit der  $y$ -Achse
  - Symmetrie zum Ursprung bzw. zur  $y$ -Achse
  - Verhalten an den Rändern des Definitionsbereichs  $\rightarrow$  Grenzwerte und Verhalten an Definitionslücken
  - Asymptoten

- je nach Funktionsklasse sind die Rechnungen unterschiedlich

### Monotonie:

- Ist die Funktion  $f$  im Intervall  $I$  differenzierbar dann ist  $G_f$  für

$$\left. \begin{array}{l} f'(x) > 0 \\ f'(x) < 0 \end{array} \right\} \text{streng monoton} \left\{ \begin{array}{l} \text{wachsend} \\ \text{fallend} \end{array} \right.$$

- Hinweis:** Für die Existenz einer Extremstellen  $x_0 \in G_f$  sind zwei Bedingungen notwendig:

- $f'(x_0) = 0$
- $f''(x_0) \neq 0$

- Die Art der einzelnen Extremstellen lässt sich leicht durch die Vorzeichenwechsel (VZW) der Ableitung an der Stelle  $x_0$  mit  $f'(x_0) = 0$  bestimmen.

- Hochpunkt (HoP)  $HoP(x_0|f(x_0))$  genau dann, wenn es einen VZW der Ableitung von **positiv nach negativ** gibt.

- $f'(x_0) = 0$
- $f''(x_0) < 0$

- Tiefpunkt (TiP)  $TiP(x_0|f(x_0))$  genau dann, wenn es einen VZW der Ableitung von **negativ nach positiv** gibt.

- $f'(x_0) = 0$
- $f''(x_0) > 0$

- Untersuchung der Monotonie und der Extremstellen

- Bestimmung der Nullstelle der 1. Ableitung
- Untersuchung der Monotonie mit Hilfe der Monotonietabelle
- Entscheidungen zu möglichen Extremstellen

- Monotonietabelle: Eintragung der Intervalle die durch die Nullstellen von  $f'(x_1) = 0$  und  $f'(x_2) = 0$  festgelegt werden.

**Hinweis:** Beispiel mit zwei Nullstellen:

$x$	$-\infty < x < x_1$	$x = x_1$	$x_1 < x < x_2$	$x = x_2$	$x_2 < x < \infty$
$f'(x)$	+	0	-	0	+
$G_f$	smw	HoP	smf	TiP	smw

### Krümmungsverhalten:

- Der Punkt, an dem sich die Krümmung des Graphen der Funktion  $f$  ändert, heißt Wendepunkt.

- Am Wendepunkt des Graphen liegt ein Extremwert der lokalen Änderungsrate vor.

<sup>6</sup>  $f(x) = \sin(g(x)) \rightarrow f'(x) = \cos(g(x)) \cdot g'(x)$

- Ein Terrassenpunkt ist ein Wendepunkt mit einer waagerechten Tangente.
- Zusammenhang der lokalen Änderungsrate und der Krümmung:
  - 1 Ist die Funktion  $f$  im Intervall  $I$  zweimal stetig differenzierbar und ist für alle  $x \in I$  der Funktionswert  $f''(x)$  **positiv**, dann ist der Graph der Funktion  $f$  **linksgekrümmt**.
  - 2 Ist die Funktion  $f$  im Intervall  $I$  zweimal stetig differenzierbar und ist für alle  $x \in I$  der Funktionswert  $f''(x)$  **negativ**, dann ist der Graph der Funktion  $f$  **rechtsgekrümmt**.
- Untersuchung der Krümmung und der Wendestellen
  - 1 Bestimmung der Nullstelle der 2. Ableitung
  - 2 Untersuchung der Krümmung mit Hilfe der Krümmungstabelle
  - 3 Entscheidungen zu möglichen Wendestellen
- Ein Wendepunkt liegt nur vor, wenn sich das Krümmungsverhalten ändert.
- Krümmungstabelle: Eintragung der Intervalle die durch die Nullstelle von  $f''(x_1) = 0$  festgelegt werden.

**Hinweis:** Beispiel mit einer Nullstellen:

$x$	$-\infty < x < x_1$	$x = x_1$	$x_1 < x < \infty$
$f''(x)$	-	0	+
$G_f$	rechtsgekrümmt	Wendepunkt WP	linksgekrümmt

### Graph:

- alle berechneten Punkte werden jetzt im Koordinatensystem markiert um dann einen Graphen zu skizzieren

**Beispiel**  $f(x) = \frac{1}{16}x^4 + \frac{1}{4}x^3$  mit  $\mathbb{D}_f = \mathbb{D}_{max}$

- Bestimmung des maximalen Definitionsbereichs:  $\mathbb{D}_f = \mathbb{R}$
- Untersuchungen der Symmetrie:
 
$$f(-x) = \frac{1}{16} \cdot (-x)^4 + \frac{1}{4} \cdot (-x)^3 = \frac{1}{16} \cdot x^4 - \frac{1}{4} \cdot x^3 \neq \pm f(x)$$
 Damit ist der Graph  $G_f$  weder punktsymmetrisch zum Ursprung noch achsensymmetrisch zur y-Achse.
- Verhalten an den Rändern des Definitionsbereichs
 
$$\lim_{x \rightarrow \infty} f(x) = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1}{16}x^4 + \frac{1}{4}x^3 = \infty$$

$$\lim_{x \rightarrow -\infty} f(x) = \lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{1}{16}x^4 + \frac{1}{4}x^3 = \infty$$
- Gemeinsame Punkte mit den Koordinatenachsen:
  - 1 Schnittpunkt mit der y-Achse  $\rightarrow f(0) = \frac{1}{16}0^4 + \frac{1}{4}0^3 = 0$
  - 2 Schnittpunkte mit der x-Achse  $\rightarrow 0 = \frac{1}{16}x^3(x+4)$   
 $\rightarrow SP_{x_1} = SP_{x_2} = SP_{x_3}(0|0)$  und  $SP_{x_4}(-4|0)$

- Monotonie des Graphen

1. Ableitung  $f'(x) = \frac{1}{4}x^3 + \frac{3}{4}x^2$
- 2 Berechnung der Nullstellen der 1. Ableitung
- 3  $0 = \frac{1}{4}x^3 + \frac{3}{4}x^2 \rightarrow x_1 = x_2 = 0$  und  $x_3 = -3$
- 4 Monotonietabelle:

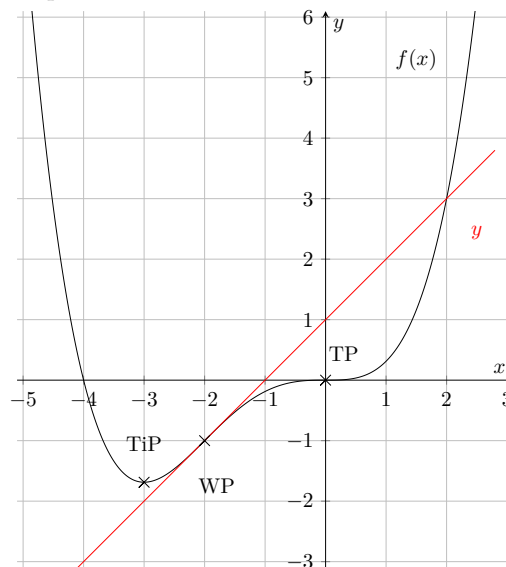
$x$	$-\infty < x < -3$	$x = -3$	$-3 < x < 0$	$x = 0$	$0 < x < \infty$
$f'(x)$	-	0	+	0	+
$G_f$	smf	TiP(-3   - $\frac{27}{16}$ )	smw	TP(0 0)	smw

- Krümmungsuntersuchung:

- 1 2. Ableitung  $f''(x) = \frac{3}{4}x^2 + \frac{3}{2}x$
- 2 Berechnung der Nullstellen der 2. Ableitung
- 3  $0 = \frac{3}{4}x^2 + \frac{3}{2}x \rightarrow x_1 = 0$  und  $x_2 = -2$
- 4 Krümmungstabelle

$x$	$-\infty < x < -2$	$x = -2$	$-2 < x < 0$	$x = 0$	$0 < x < \infty$
$f''(x)$	+	0	-	0	+
$G_f$	linksgekr.	WP(-2   -1)	rechtsgekr.	WP(0 0)	linksgekr.

- Berechnung der Wendetangente am Punkt  $P(-2 | -1)$ :
  - 1 Steigung an der Wendestelle  $x_0 = -2$  durch  $f'(-2) = 1$
  - 2 einsetzen in  $y_T = f'(x_0) \cdot (x - x_0) + f(x_0)$   
 $\rightarrow y_T = 1 \cdot (x - (-2)) + (-1) = x + 1$
- Wertemenge  $W = [-\frac{27}{16} | \infty [$
- Graph:



### Platz für eigene Notizen:

Notizen:

