

# Mathe: Analysis

Daniel Renschler

30. April 2023

# Inhaltsverzeichnis

0.1	“x-” und “h-” Methode	2
	Unterricht — 2 • Hausaufgaben — 2	
0.2	Pascalsches Dreieck und Binomischer Lehrsatz, 16.1.2023	3
	Unterricht — 3	
0.3	“h-Methode”	4
	Unterricht — 4	
0.4	Arbeit Verbesserung	5
0.5	“h-Methode”	6
	Unterricht — 6	
0.6	Unterricht 06.02.2023	6
	Die Ableitungsfunktion — 6	
0.7	Produktregel, 10.02.2023	7
	Unterricht — 7	
0.8	Winterferien	11
	paar aufgeben — 12	
0.9	5a	12
0.10	Mathe Unterricht, 10.03.2023	15
0.11	Zusammenfassung für die Arbeit (KA 1, J1-2)	15
	Vokabeln — 17 • Wie man Extrema findet — 18	
0.12	Calculus 3.3, The First Derivative Test for Increasing and Decreasing	18
0.13	Calculus 3.4, The Second Derivative Test for Concavity of Functions	18
0.14	mathe 2023-03-14	19
0.15	Unterricht 17.03.2023, Krümmung	19
0.16	Mathe Unterricht 2023-03-24	20
	Hausaufgaben — 21	
0.17	Unterricht, Sicherung einer Rennstrecke.	21
0.18	Arbeitsverbesserung	22
0.19		23
	— 23 • — 23 • — 23 • — 23	
0.20		23
	— 23	
0.21		23
	— 23 • — 23	
0.22	Abi Aufgaben	24
0.23	Integralrechnung, Rekonstruktion	25
	Hausaufgaben — 25	
0.24	Indefinite Integrals (Calc Book Part 9)	25

## 0.1 “x-” und “h-” Methode

### 0.1.1 Unterricht

Berechnung der Ableitung mithilfe der “x-Methode” Beispiel:  $f(x) = x^3; x_0 = -2$

$$\text{mit: } \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} f'(-2) &= \lim_{x \rightarrow -2} \frac{f(x) - f(-2)}{x - (-2)} \\ &= \lim_{x \rightarrow -2} \frac{x^3 - (-2)^3}{x + 2} \\ &= \lim_{x \rightarrow -2} (x^2 - 2x + 4) \\ &= -2^2 - 2 \cdot -2 + 4 \\ &= 4 \end{aligned}$$

#### Note:-

Nebenrechnung:

$$\begin{array}{r} (x^3 + 8) \div (x + 2) = x^2 - 2x + 4 \\ \underline{-x^3 - 2x^2} \phantom{+ 4} \\ -2x^2 \phantom{+ 4} \\ \underline{2x^2 + 4x} \phantom{+ 4} \\ 4x + 8 \\ \underline{-4x - 8} \\ 0 \end{array}$$

### 0.1.2 Hausaufgaben

**Aufgabe 1, berechnen sie  $f'(x_0)$**

- (a)  $f(x) = x; x_0 = 3 \Rightarrow 1$
- (b)  $f(x) = x^2; x_0 = 3 \Rightarrow 6$
- (c)  $f(x) = \sqrt{x}; x_0 = 4 \Rightarrow r : x^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2}x^{-1/2} \Rightarrow ,25$
- (d)  $f(x) = \frac{1}{x}; x_0 = -1 \Rightarrow x^{-1} = -1^{-2} = -1$

**Aufgabe 2, berechnen sie  $f'(x_0)$**

- (a)  $f(x) = x; x_0 = 1 \Rightarrow 1$
- (b)  $f(x) = x^2; x_0 = -4 \Rightarrow -8$
- (c)  $f(x) = \sqrt{x}; x_0 = 4 \Rightarrow r : x^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2}x^{-1/2} \Rightarrow ,125$
- (d)  $f(x) = \frac{1}{x}; x_0 = 3 \Rightarrow x^{-1} = -1x^{-2} = -3^{-2} = -\frac{1}{9}$

#### Aufgabe 3

Für eine Bewegung mit konstanter Beschleunigung aus der Ruhe gilt für den zurückgelegten Weg  $s$  (in m) in Abhängigkeit von Zeit  $t$  (in s) die Formel

$$s(x) = \frac{1}{2}at^2.$$

Dabei ist  $a$  (in  $\frac{m}{s^2}$ ) die Beschleunigung.

(a) Berechnen Sie den zurückgelegten Weg nach 3s bzw. 6s.

$$s'(t) = at \Rightarrow 3a \text{ und } 6a$$

(b) Die Momentangeschwindigkeit zum Zeitpunkt  $t_0$  ist definiert als

$$v(t_0) = s'(t_0) = \lim_{t \rightarrow t_0} \frac{s(t) - s(t_0)}{t - t_0}.$$



## 0.3 “h-Methode”

### 0.3.1 Unterricht

Bis jetzt nur “h-Methode” gemacht. Deswegen hier private Aufgaben, dass es nicht leer ist.

**Chapter 2 Exercises - Part A, 4**

$$\begin{aligned}\frac{d}{dx} \left[ \frac{3-2x^2}{4-3x^2} \right] &= \frac{(4-3x^2) \left( \frac{d}{dx} [4-3x^2] \right) - (3-2x^2) \frac{d}{dx} [4-3x^2]}{(4-3x^2)^2} \\ &= \frac{(4-3x^2)(-4x) - (3-2x^2)(-6x)}{16-12x^2-12x^2+9x^4} = \frac{2x}{16-24x^2+9x^4}\end{aligned}$$

#### **Buch, Aufgabe 13**

a) Man kann hier zwar  $\lim_{h \rightarrow 0^+}$  und  $\lim_{h \rightarrow 0^-}$ , wo es von links -1 ergibt und rechts 1. Hier gibt es zwar links und rechts eine Tangente der Steigung, aber da die nicht gleich sind gibt es kein limit generell.

$$\text{Wenn } \lim_{h \rightarrow 0^+} \neq \lim_{h \rightarrow 0^-} \implies \lim_{h \rightarrow 0} \text{D.N.E.}$$

b)  $x = 3$

## 0.4 Arbeit Verbesserung

### Taschenrechnerfrei

#### Aufgabe 1

$$(u \circ v)(x) = e^{\frac{1}{2} \frac{1}{x^2+1}}; (v \circ u)(x) = \frac{1}{e^x + 1}$$

**Aufgabe 2.1** Ist wahr, da:

$$\begin{aligned} g(x) &= 1 - x \rightarrow \\ y &= 1 - x \\ y + x &= 1 \\ x &= 1 - y \\ f^{1-1}(x) &= 1 - x \end{aligned}$$

**Aufgabe 2.2** Ist Wahr, da im Nenner immer in x mehr ist als im Zähler, dies verhindert das  $y = 1$  wird.

#### Aufgabe 3

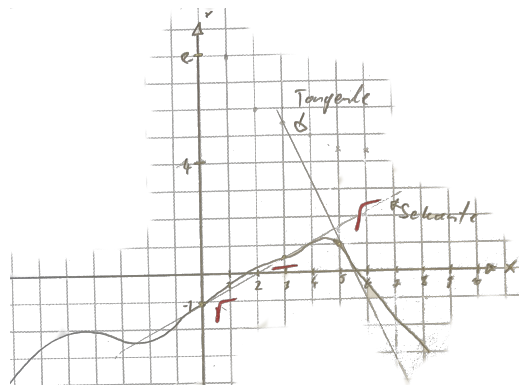


Abbildung 1: Ungenau aber richtig

### Taschenrechner Teil

**Aufgabe 1.1** Hier stelle man sich den Plot  $f(x) = (x - 2)^3 + 1$  vor weil pgfplots keine lust hat.

**Aufgabe 1.2**  $x \in ]-\infty - \infty[$

**Aufgabe 1.3**

$$\begin{aligned} y &= (x - 2)^3 + 1 \\ y - 1 &= (x - 2)^3 \\ \sqrt[3]{y - 1} &= x - 2 \\ x &= \sqrt[3]{y - 1} + 2 \\ \rightarrow f^{-1}(x) &= \sqrt[3]{x - 1} + 2 \end{aligned}$$

**Aufgabe 1.4**  $\mathbb{D} = \mathbb{R}$ ; Wertebereich:  $(-\infty; +\infty)$

**Aufgabe 2.1** A: Weiterer Extrempunkt für g ist (-2,-1) und für f ist es (-2,1).

**Aufgabe 2.2**

$$x(-x) = f(-x) \cdot (g(-x))^3 = f(x) \cdot (-g(x))^3 = -f(x)(g(x))^3 = -h(x)$$

$\Rightarrow$  h ist symmetrisch bzgl. des Koordinatenursprungs

## 0.5 “h-Methode”

### 0.5.1 Unterricht

**Buch Seite 72, Aufgabe 10** Gegeben ist die Funktion  $f$  mit  $f(x) = 2^x$ . Zeigen Sie, dass für jede reelle Zahl  $x_0$  der Differenzquotient von  $f$  im Intervall  $[x_0; x_0 + 2]$  mit  $\frac{3}{2} \cdot f(x_0)$  übereinstimmt.

$$\begin{aligned} f'(x) &= \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x_0 + h) - f(x_0)}{h} \\ &= \lim_{h \rightarrow 0} \frac{2^{x_0+h} - 2^{x_0}}{h} \\ &= \lim_{h \rightarrow 0} \frac{2^{x_0} \cdot 2^h - 2^{x_0}}{h} \\ &= \lim_{h \rightarrow 0} \frac{2^{x_0} \cdot (2^h - 1)}{h} \\ &= 2^{x_0} \cdot \lim_{h \rightarrow 0} \frac{2^h - 1}{h} = f(x_0) \cdot \lim_{h \rightarrow 0} \frac{2^h - 1}{h} \end{aligned}$$

## 0.6 Unterricht 06.02.2023

### 0.6.1 Die Ableitungsfunktion

**Beispiel:**  $f(x) = x^2$

Ableitung an der Stelle  $x_0 = 3$

$$\begin{aligned} f'(x) &= \lim_{x \rightarrow 3} \frac{f(x) - f(3)}{x - 3} \\ &= \lim_{x \rightarrow 3} \frac{x^2 - 3^2}{x - 3} \\ &= \lim_{x \rightarrow 3} \frac{(x - 3)(x + 3)}{x - 3} \\ &= \lim_{x \rightarrow 3} \frac{\cancel{(x - 3)}(x + 3)}{\cancel{x - 3}} \\ &= 3 + 3 = 6 \end{aligned}$$

Ableitung an einer beliebigen Stelle  $x_0$ .

$$\begin{aligned} f'(x_0) &= \lim_{x \rightarrow x_0} \frac{f(x) - f(x_0)}{x - x_0} \\ &= \lim_{x \rightarrow x_0} \frac{x^2 - x_0^2}{x - x_0} \\ &= \lim_{x \rightarrow x_0} \frac{1(\cancel{x - x_0})(x + x_0)}{1\cancel{x - x_0}} \\ &= x_0 + x_0 = 2x_0 \end{aligned}$$

Das ist dann die Ableitungsfunktion

**Aufgabe** Die Funktion  $x \rightarrow f'(x)$ , die jedem  $x$  aus der Definitionsmenge von  $f$  die Ableitung  $f'(x)$  an der Stelle  $x$  zuordnet, heißt **Ableitungsfunktion  $f'$**  oder **Ableitung von  $f$** . Der Wert  $f'(x)$  gibt die Steigung des Graphen  $K_f$  im Punkt  $P(x|f(x))$  bzw. die Steigung der Tangente an  $K_f$  an dieser Stelle an.

**Weitere Beispiele:**  $f(x) = 1$ ;  $f(x) = x$ ;  $f(x) = x^3$ .

Ableitung von  $f(x) = 1$  ist 0, Ableitung von  $f(x) = x$  ist 1, Ableitung von  $f(x) = x^3$  ist  $3x^2$ .

Nebenrechnung für  $f(x) = x^3$

$$\begin{aligned}
f'(x_0) &= \lim_{x \rightarrow x_0} \frac{f(x) - f(x_0)}{x - x_0} \\
&= \lim_{x \rightarrow x_0} \frac{x^3 - x_0^3}{x - x_0} \\
&= \lim_{x \rightarrow x_0} (x^2 + x_0 \cdot x + x_0^2) \\
&= x_0^2 + x_0 \cdot x_0 + x_0^2 \\
&= 3x_0^2
\end{aligned}$$

**Note:-**

Nebenrechnung (soll eine Polynomdivision darstellen):

$$\begin{array}{r}
(x^3 - x_0^3) : (x - x_0) = x^2 + x_0 \cdot x + x_0^2 \\
-f(x^3 - x_0 \cdot x^2) \\
\hline
x_0 \cdot x^2 - x_0^3 \\
-(x_0 \cdot x^2 - x_0^2 \cdot x) \\
\hline
x_0^2 \cdot x - x_0^3 \\
-(x_0^2 \cdot x - x_0^3) \\
\hline
0
\end{array}$$

$f(x)$	$f'(x)$
1	0
$x$	1
$x^2$	$2 \cdot x$
$x^3$	$3 \cdot x^2$
$x^n$	$n \cdot x^{n-1}$

Tabelle 1: Herleitung zur Kettenregel

Ausrichtung von oben links im Uhrzeigersinn: 1a, 1c, 2, 1b. Begründung aufgabe 2  $K_f \implies B$  weil bei  $K_f$ 's äußeren Steigungen sehr steil sind wie bei einer Parabel in  $B$ .

$K_g \implies C$  weil es übereinstimmt.

$K_h \implies A$  weil es übereinstimmt.

## 0.7 Produktregel, 10.02.2023

### 0.7.1 Unterricht

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

$$\begin{aligned}
g(x) &= x^2 \cdot e^x \\
g'(x) &= 2 \cdot x \cdot e^x + x^2 \cdot e^x \\
&= (2x + x^2) \cdot e^x
\end{aligned}$$



**Produktregel:**

$$\frac{df}{dx} [f(x) \cdot g(x)] = f'(x) \cdot g(x) + f(x) \cdot g'(x) \quad (2)$$

**ein paar test aufgaben**

$$\begin{aligned} \frac{d}{dx}(x^2 \cdot x^3) &= \frac{d}{dx} [x^2] \cdot x^3 + x^2 \cdot \frac{d}{dx} [x^3] \\ &= 2x \cdot x^3 + x^2 \cdot 3x^2 \\ &= 2x^4 + 3x^4 \\ &= 5x^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{d}{dx}(x^3 \cdot e^x) &= \frac{d}{dx} [x^3] \cdot e^x + x^3 \cdot \frac{d}{dx} [e^x] \\ &= 3x^2 \cdot e^x + x^3 \cdot e^x \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{d}{dx}(x \cdot \sin(x)) &= \frac{d}{dx} [x] \cdot \sin(x) + x \cdot \frac{d}{dx} [\sin(x)] \\ &= 1 \cdot \sin(x) + x \cdot \cos(x) \\ &= \sin(x) + x \cos(x) \end{aligned}$$

$$\frac{d}{dx}(e^x \cdot \cos(x)) = e^x \cdot \cos(x) + e^x \cdot -\cos(x)$$

$$\begin{aligned} \frac{d}{dx}(x^2 \cdot \ln(x)) &= 2x \cdot \ln(x) + x^2 \cdot \frac{1}{x} \\ &= 2x \ln(x) + x \end{aligned}$$

**bisschen schwerere**

$$\begin{aligned} \frac{d}{dx}(x^4 \cdot \sin(x^2)) &= \\ &= 4x^3 \cdot \sin(x^2) + x^4 \cdot \frac{d}{dx} [\sin(x^2)] \\ &= 4x^3 \cdot \sin(x^2) + x^4 \cdot \frac{df}{du} [\sin(u)] \cdot \frac{du}{dx} [x^2] \\ &= 4x^3 \cdot \sin(x^2) + x^4 \cdot \cos(x^2) \cdot 2x \\ &= 4x^3 \cdot \sin(x^2) + 2x^5 \cdot \cos(x^2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{d}{dx}(e^{2x} \cdot x^3) &= 2e^{2x} \cdot x^3 + e^{2x} \cdot 3x^2 \\ &= 3e^{2x} \cdot x^3 + 3x^2 \end{aligned}$$

$$\frac{d}{dx}(x^2 \cdot e^{x^2}) = 2x \cdot e^{x^2} + x^2 \cdot 2e^x$$

$$\frac{d}{dx}(x \cdot \ln(x^3)) = 1 \cdot \ln(x^3) + x \frac{3}{x}$$

$$\begin{aligned} \frac{d}{dx}(e^x \cdot \sin(x^3)) &= e^x \cdot \sin(x^3) + e^x \cdot \cos(x^3) \cdot 3x^2 \\ &= 2e^x \cdot \sin(x^3) + \cos(x^3) \cdot 3x^2 \end{aligned}$$

Schulbuch Aufgaben, Seite 79, Nr. 1-4

**Aufgabe 1**

$$\begin{aligned} \frac{d}{dx} [3x^2] &= 6x \\ \frac{d}{dx} [-7x^4] &= -28x^3 \\ \frac{d}{dx} [5x] &= 5 \\ \frac{d}{dx} \left[ -\frac{1}{5}x^{10} \right] &= -2x^9 \\ \frac{d}{dx} \left[ \frac{4}{x} \right] &= \frac{4}{x^2} \\ \frac{d}{dx} \left[ -\frac{2}{5}x^{-5} \right] &= -x^{-6} \\ \frac{d}{dx} [4\sqrt{x}] &= \frac{2}{\sqrt{x}} \end{aligned}$$

**Aufgabe 2**

$$\begin{aligned} \frac{d}{dx} [2x^3 + 5x^2] &= 6x^2 + 10x \\ \frac{d}{dx} [4x^5 - 3x] &= 20x^4 - 3 \\ \frac{d}{dx} [2x^7 - 3x^4] &= 14x^6 - 12x^3 \\ \frac{d}{dx} [-2x^3 + x^2 + 4] &= -6x^2 + 2x \\ \frac{d}{dx} [2x^3(x^2 + x - 1)] &= 6x^2 \cdot 3x + (x^2 + x - 1) \cdot 2x^3 \\ \frac{d}{du} [u(u+3)^2] &= ? \text{ zu verkettet?} \end{aligned}$$

**Aufgabe 3 (f'(x)-f''(x))**

$$\begin{aligned} f(x) &= -\frac{3}{2}x^2 + \frac{5}{4}x + 2 \\ f'(x) &= -2x + \dots \end{aligned}$$

**Aufgabe 4** Steigung rausfinden an Punkt A(2|f(2))

$$\begin{aligned}\frac{d}{dz} \left[ \frac{3}{4}z^2 - 3x^{-1} \right] &= 1,5z + 3z^{-2} \\ &= m = 3,75\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\frac{d}{dx} \left[ \frac{3}{2}x^2 \right] &= 2x \\ 2 \cdot 2 &= 4 \\ &= m=4\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\frac{d}{dx} [-x - 2x^4] &= -1 + 8x \\ &= m = 15\end{aligned}$$

### Aufgabe 10

$$\begin{aligned}\frac{d}{dx} \left[ \frac{1}{4}t^4 - \frac{5}{3}t^3 \right] &= t^3 - 5t^2 \\ &= 2^2 - 5 \cdot 2^2 \\ &= 4 - 20 \\ &= m = -16\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\frac{d}{dx} [e^{\sin(2x)}] &= \\ &= \frac{du}{dx} [e^x] \frac{df}{du} [\sin(2x)] \\ &= e^{\sin(2x)} * 2 \cos(2x)\end{aligned}$$

**kubische Formel**

$$x = \sqrt[3]{\frac{q + \sqrt{q^2 + \frac{4p^3}{27}}}{2}} - \sqrt[3]{\frac{-q + \sqrt{q^2 + \frac{4p^3}{27}}}{2}} - \frac{b}{3a}$$

wobei  $p = \frac{3ac-b^2}{3a^2}$  und  $q = \frac{2b^3-9abc+27a^2d}{27a^3}$ . Wenn man zuviel Zeit hat könnte man damit folgendes ausrechnen:  
 $x^3 - 7x^2 + 15x - 9$ .

$$\begin{aligned}p &= \frac{3ac - b^2}{3a^2} = \frac{3 \cdot 1 \cdot 15 - 7^2}{3 \cdot 1^2} = \frac{6}{3} = 2 \\ q &= \frac{2b^3 - 9abc + 27a^2d}{27a^3} = \frac{2 \cdot 7^3 - 9 \cdot 1 \cdot 7 \cdot 15 + 27 \cdot 1^2 \cdot 9}{27 \cdot 1^3} = \frac{-27}{27} = -1 \\ \alpha &= \sqrt[3]{\frac{q + \sqrt{q^2 + \frac{4p^3}{27}}}{2}} = \sqrt[3]{\frac{-1 + \sqrt{1 + \frac{32}{27}}}{2}} \approx 1.5 \\ \beta &= \sqrt[3]{\frac{-q + \sqrt{q^2 + \frac{4p^3}{27}}}{2}} = \sqrt[3]{\frac{1 + \sqrt{1 + \frac{32}{27}}}{2}} \approx 1.5 \\ \gamma &= -\frac{b}{3a} = -\frac{7}{3}\end{aligned}$$

Daher sind die Nullstellen von  $x^3 - 7x^2 + 15x - 9$  gegeben durch:

$$\begin{aligned}x_1 &= \alpha + \beta + \gamma \approx 4 \\ x_2 &= -\frac{\alpha + \beta}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}i(\alpha - \beta) + \gamma \approx 1 \\ x_3 &= -\frac{\alpha + \beta}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2}i(\alpha - \beta) + \gamma \approx 1\end{aligned}$$

$$p = \frac{3ac - b^2}{3a^2} = \frac{3 \cdot 1 \cdot 15 - 7^2}{3 \cdot 1^2} = \frac{6}{3} = 2$$

$$q = \frac{2b^3 - 9abc + 27a^2d}{27a^3} = \frac{2 \cdot 7^3 - 9 \cdot 1 \cdot 7 \cdot 15 + 27 \cdot 1^2 \cdot 9}{27 \cdot 1^3} = \frac{-27}{27} = -1$$

$$\alpha = \sqrt[3]{\frac{q + \sqrt{q^2 + \frac{4p^3}{27}}}{2}} = \sqrt[3]{\frac{-1 + \sqrt{1 + \frac{32}{27}}}{2}} \approx 1.5$$

$$\beta = \sqrt[3]{\frac{-q + \sqrt{q^2 + \frac{4p^3}{27}}}{2}}$$

## 0.8 Winterferien

### csc, sec and cot

The cosecant, secant, and cotangent functions are defined as follows:

$$\csc(\theta) = \frac{1}{\sin(\theta)}$$

$$\sec(\theta) = \frac{1}{\cos(\theta)}$$

$$\cot(\theta) = \frac{1}{\tan(\theta)} = \frac{\cos(\theta)}{\sin(\theta)}$$

where  $\theta$  is an angle measured in radians or degrees.

The cosecant of an angle  $\theta$  is defined as the reciprocal of the sine of  $\theta$ . That is, if  $x$  is the length of the side opposite to  $\theta$  and  $h$  is the length of the hypotenuse of a right triangle that contains  $\theta$ , then:

$$\csc(\theta) = \frac{h}{x}$$

The secant of an angle  $\theta$  is defined as the reciprocal of the cosine of  $\theta$ . That is, if  $y$  is the length of the side adjacent to  $\theta$  and  $h$  is the length of the hypotenuse of a right triangle that contains  $\theta$ , then:

$$\sec(\theta) = \frac{h}{y}$$

The cotangent of an angle  $\theta$  is defined as the reciprocal of the tangent of  $\theta$ . That is, if  $x$  is the length of the side adjacent to  $\theta$  and  $y$  is the length of the side opposite to  $\theta$ , then:

$$\cot(\theta) = \frac{x}{y}$$

**does this mean they are basically the same as  $\sin^{-1}$ ,  $\cos^{-1}$  and  $\tan^{-1}$ ?** No, the cosecant, secant, and cotangent functions are not the same as the inverse trigonometric functions, which are commonly denoted as  $\sin^{-1}$ ,  $\cos^{-1}$ , and  $\tan^{-1}$ .

The inverse trigonometric functions are used to find the angle that produces a given ratio of sides in a right triangle. For example, if we know the length of two sides of a right triangle, we can use the inverse trigonometric functions to find the measure of the angle opposite to the known sides. The output of an inverse trigonometric function is an angle, whereas the output of the cosecant, secant, and cotangent functions is a ratio of sides.

The inverse trigonometric functions are defined as follows:

$$\sin^{-1}(x) = \theta \quad \text{if} \quad \sin(\theta) = x \quad \text{and} \quad -\frac{\pi}{2} \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$$

$$\cos^{-1}(x) = \theta \quad \text{if} \quad \cos(\theta) = x \quad \text{and} \quad 0 \leq \theta \leq \pi$$

$$\tan^{-1}(x) = \theta \quad \text{if} \quad \tan(\theta) = x \quad \text{and} \quad -\frac{\pi}{2} < \theta < \frac{\pi}{2}$$

Note that the inverse trigonometric functions are also commonly denoted as arcsin, arccos, and arctan.

In summary, the cosecant, secant, and cotangent functions are reciprocals of the sine, cosine, and tangent functions, respectively, and are used to find the ratios of sides in a right triangle. The inverse trigonometric functions, on the other hand, are used to find the angles that produce a given ratio of sides in a right triangle.

**Ableitungen** To take the derivatives of the cosecant, secant, and cotangent functions, we can use the quotient rule of differentiation along with the chain rule. Here are the formulas for finding the derivatives:

$$\frac{d}{dx} \csc(x) = -\csc(x) \cot(x)$$

$$\frac{d}{dx} \sec(x) = \sec(x) \tan(x)$$

$$\frac{d}{dx} \cot(x) = -\csc^2(x)$$

where  $x$  is the independent variable (usually an angle) with respect to which we are differentiating. To derive these formulas, we start with the definitions of the cosecant, secant, and cotangent functions in terms of the sine, cosine, and tangent functions:

$$\csc(x) = \frac{1}{\sin(x)}$$

$$\sec(x) = \frac{1}{\cos(x)}$$

$$\cot(x) = \frac{1}{\tan(x)} = \frac{\cos(x)}{\sin(x)}$$

Then, we use the quotient rule of differentiation:

$$\left(\frac{f}{g}\right)' = \frac{f'g - fg'}{g^2}$$

where  $f$  and  $g$  are functions and  $f'$  and  $g'$  are their derivatives. Applying the quotient rule and simplifying, we get:

$$\frac{d}{dx} \csc(x) = -\frac{\cos(x)}{\sin^2(x)} = -\csc(x) \cot(x)$$

$$\frac{d}{dx} \sec(x) = \frac{\sin(x)}{\cos^2(x)} = \sec(x) \tan(x)$$

$$\frac{d}{dx} \cot(x) = -\frac{\cos(x)}{\sin^2(x)} = -\csc^2(x)$$

Therefore, the derivative of the cosecant function is equal to minus the cosecant function times the cotangent function, the derivative of the secant function is equal to the secant function times the tangent function, and the derivative of the cotangent function is equal to minus the cosecant squared function.

$$\sum_n^{\infty} \int_{\pi}^{2\pi} \tan x$$

### 0.8.1 paar aufgaben

## 0.9 5a

Bestimmung der Extrempunkte der Funktion  $f(x) = x^3 + \frac{3}{2}x^2 - 6x$ .  
Zunächst müssen wir die erste und zweite Ableitungen der Funktion berechnen:

$$f'(x) = 3x^2 + 3x - 6$$

$$f''(x) = 6x + 3$$

Als nächstes finden wir die Nullstellen von  $f'(x)$ , indem wir  $f'(x) = 0$  setzen und nach  $x$  auflösen:

$$3x^2 + 3x - 6 = 0$$

$$x^2 + x - 2 = 0$$

$$(x + 2)(x - 1) = 0$$

Daraus ergibt sich  $x_1 = -2$  und  $x_2 = 1$ . Diese Werte entsprechen den möglichen Extrempunkten der Funktion. Nun bestimmen wir die Vorzeichen von  $f''(x)$  für die Intervalle  $(-\infty, -2)$ ,  $(-2, 1)$  und  $(1, \infty)$ :

$$f''(-3) = -15 < 0$$

$$f''(0) = 3 > 0$$

$$f''(2) = 15 > 0$$

Da  $f''(x)$  für  $x < -2$  negativ ist, haben wir einen Hochpunkt bei  $x = -2$ . Da  $f''(x)$  für  $x > -2$  positiv ist, haben wir ein Minimum bei  $x = -2$ .

Ähnlich haben wir einen Tiefpunkt bei  $x = 1$ , da  $f''(x)$  für  $x < 1$  positiv und für  $x > 1$  negativ ist.

Um nun die entsprechenden Funktionswerte zu berechnen, setzen wir  $x = -2$  und  $x = 1$  in die Funktion  $f(x)$  ein:

$$f(-2) = (-2)^3 + \frac{3}{2}(-2)^2 - 6(-2) = -8 - 6 + 12 = -2$$

$$f(1) = 1^3 + \frac{3}{2}(1)^2 - 6(1) = 1 + \frac{3}{2} - 6 = -\frac{7}{2}$$

Daher sind die Extrempunkte der Funktion  $f(x) = x^3 + \frac{3}{2}x^2 - 6x$  bei  $(-2, -2)$  und  $(1, -\frac{7}{2})$ .

## 5b

Die gegebene Funktion lautet:  $f(x) = x^4 e^x$

Um die Extrempunkte der Funktion zu finden, müssen wir zuerst die Ableitungen berechnen:

$$f'(x) = e^x x^4 + 4e^x x^3$$

$$f''(x) = e^x x^4 + 8e^x x^3 + 12e^x x^2$$

Um die kritischen Punkte zu finden, setzen wir die erste Ableitung gleich null und lösen nach  $x$  auf:

$$f'(x) = 0$$

$$e^x x^4 + 4e^x x^3 = 0$$

$$e^x x^3(x + 4) = 0$$

Daraus folgt, dass  $x = 0$  oder  $x = -4$  oder  $f'(x)$  existiert nicht.

Nun überprüfen wir das Vorzeichen der zweiten Ableitung an den kritischen Punkten:

$$f''(0) = 12e^0(0)^2 = 0$$

$$\begin{aligned} f''(-4) &= e^{-4}(-4)^4 + 8e^{-4}(-4)^3 + 12e^{-4}(-4)^2 \\ &= e^{-4}(256 - 768 + 576) \\ &= -32e^{-4} < 0 \end{aligned}$$

Da  $f''(-4)$  negativ ist, handelt es sich bei  $x = -4$  um ein lokales Maximum. Da  $f''(0) = 0$  ist, können wir die Art des Punktes bei  $x = 0$  nicht bestimmen. Wir können jedoch eine zweite Ableitungsprobe durchführen, um zu sehen, ob es sich um ein lokales Maximum oder ein lokales Minimum handelt:

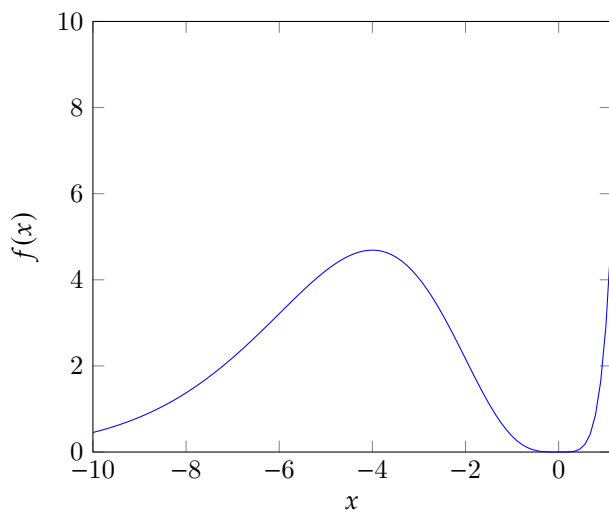
$$\begin{aligned} f''(1) &= e^1(1)^4 + 8e^1(1)^3 + 12e^1(1)^2 \\ &= 21e \end{aligned}$$

Da  $f''(1)$  positiv ist, handelt es sich bei  $x = 0$  um ein lokales Minimum.

Zusammenfassend haben wir:

Der kritische Punkt  $x = -4$  ist ein lokales Maximum. Der kritische Punkt  $x = 0$  ist ein lokales Minimum.

**Plot:**



clearpage wegen neuer stunde

## 0.10 Mathe Unterricht, 10.03.2023

Heute machen wir in der einzelnen Stunde glaub nur eine Prüfungsaufgabe und/oder so, auch ist es im allgemein-fall falsch, dass für Ganzrationale Funktionen die Extrempunkte immer zwischen ihren Nullstellen sind.

$$\begin{aligned}f(x) &= x \cdot (x - 1)(3 - x) \\&= x \cdot (-x^2 + 4x - 3) \\&= -x^3 + 3x^2 - 3x \\ \Rightarrow f'(x) &= -3x^2 + 8x - 3 \\ \Rightarrow f''(x) &= -6x + 8 \\ f'(x) = 0 &\Rightarrow -3x^2 + 8x - 3 \\ x_{1/2} &= \frac{-8 \pm \sqrt{64 - 4 \cdot (-3) + (-3)}}{-6} \\&= \frac{-8 \pm \sqrt{28}}{-6} \\&= \frac{-8 \pm 2\sqrt{7}}{-6} \\ x_1 &= \frac{4}{3} - \frac{1}{3}\sqrt{7} \\ x_2 &= \frac{4}{3} + \frac{1}{3}\sqrt{7} \\ \text{beides sind einfache nullstellen} &\Rightarrow \text{Vorzeichen wechsel} \\ f'\left(\frac{4}{3}\right) &= -3x^2 + 8x - 3 \\&= \frac{-16}{3} + \frac{32}{3} - \frac{9}{3} > 0 \\ f''\left(\frac{4}{3} - \frac{1}{3}\sqrt{7}\right) &= < 0 \Rightarrow H\end{aligned}$$

hier wär so ein strahl praktisch, des könnt man evtl. als tikz template machen.

## 0.11 Zusammenfassung für die Arbeit (KA 1, J1-2)

Mittlere Änderungsrate, x-Methode

$$\frac{f(x_2) - f(x_1)}{x_2 - x_1}$$

Die Änderung gibt an, wie schnell sie die Funktionswerte von  $x_1$  nach  $x_2$  ändern. Man nennt diesen Quotienten auch **Differenzquotienten**.

Änderungsrate, h-Methode

$$\lim_{x \rightarrow x_0} \frac{f(x) - f(x_0)}{x - x_0}$$

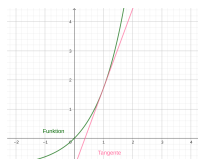


Abbildung 2: Eine Tangente grafisch



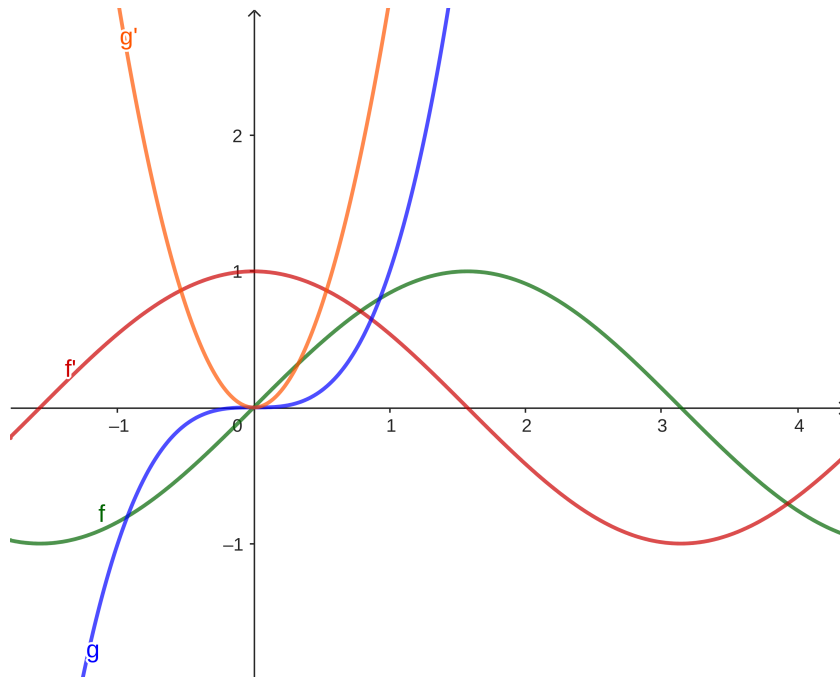


Abbildung 3: Zwei Funktionen und ihre ersten Ableitungen.

Hier sieht man die Funktionen  $f(x) = \sin(x)$  und  $g(x) = x^3$ , sowie ihre Ableitungen  $f'(x) = \cos(x)$  und  $g'(x) = 3x^2$ . Die Ableitungsfunktionen zeigen je die Steigung, die die Tangente an der Stelle hätte, das ist bei dem  $\sin$  -1 bis 1, und bei  $x^3$  ist es  $-\infty$  bis  $\infty$ .

**Regeln:**

**in general**

$$\frac{d}{dx}[x^n] = nx^{n-1}$$

**product rule**

$$\frac{d}{dx}[f(x) * g(x)] = f'(x) * g(x) + f(x) * g'(x)$$

**quotient rule**

$$\frac{d}{dx} \left[ \frac{f(x)}{g(x)} \right] = \frac{g(x) * f'(x) - f(x) * g'(x)}{[g(x)]^2}$$

**trig derivatives to remember**

$$\frac{d}{dx}[\sin x] = \cos(x)$$

$$\frac{d}{dx}[\cos x] = -\sin(x)$$

$$\frac{d}{dx}[\tan x] = \sec^2(x)$$

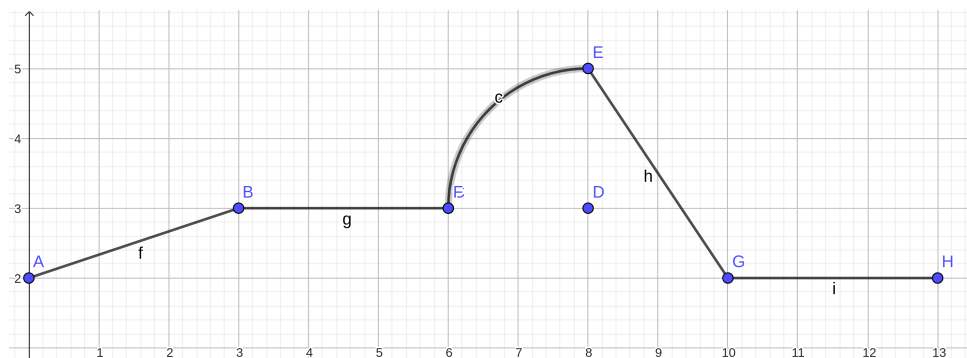
$$\frac{d}{dx}[\sec x] = \sec(x) \tan(x)$$

$$\frac{d}{dx}[-\csc x] = \csc(x) \cot(x)$$

$$\frac{d}{dx}[\cot x] = -\csc^2(x)$$

$$\begin{aligned}\frac{d}{dx} [\sin^{-1}] &= \frac{1}{\sqrt{1-x^2}} \text{ where } |x| < 1 \\ \frac{d}{dx} [\cos^{-1}] &= \frac{-1}{\sqrt{1-x^2}} \text{ where } |x| < 1 \\ \frac{d}{dx} [\tan^{-1}] &= \frac{1}{1+x^2} \\ \frac{d}{dx} [\cot^{-1}] &= \frac{-1}{1+x^2} \\ \frac{d}{dx} [\sec^{-1}] &= \frac{1}{|x|\sqrt{x^2-1}} \text{ where } |x| > 1 \\ \frac{d}{dx} [\csc^{-1}] &= \frac{-1}{|x|\sqrt{x^2-1}} \text{ where } |x| > 1 \\ \frac{d}{dx} [e^{ax}] &= ae^{ax} \\ \frac{d}{dx} [\ln(ax)] &= \frac{1}{x} \\ \frac{d}{dx} [\log_b x] &= \frac{1}{x \ln b} \\ \frac{d}{dx} [b^x] &= b^x \ln b \\ \frac{d}{dx} [\sin h] &= \cos h \\ \frac{d}{dx} [\cos h] &= -\sin h \\ \frac{d}{dx} [\tan h] &= \sec^2 h = \frac{1}{\cos^2 h}\end{aligned}$$

### 0.11.1 Vokabeln



f ist **monoton wachsend** für: [A,B]; [A,F]; [A,E]; [B,F]; [B,E]; [F, E].

...**streng monoton wachsend** für: [A,B]; [F,E].

...**monoton fallend** für: [B,F]; [E,G]; [G,H].

...**streng monoton fallend** für: [E,G].

- **Lokales Minimum:** Ein Punkt auf einer Funktion, bei dem der Funktionswert kleiner ist als alle benachbarten Funktionswerte.
- **Lokales Maximum:** Ein Punkt auf einer Funktion, bei dem der Funktionswert größer ist als alle benachbarten Funktionswerte.
- **Globales Minimum:** Ein Punkt auf einer Funktion, bei dem der Funktionswert kleiner ist als alle anderen Funktionswerte auf der gesamten Funktion.
- **Globales Maximum:** Ein Punkt auf einer Funktion, bei dem der Funktionswert größer ist als alle anderen Funktionswerte auf der gesamten Funktion.

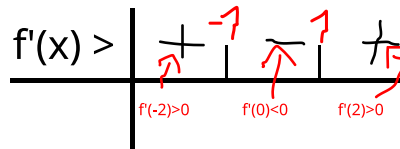
### 0.11.2 Wie man Extrema findet

Einfach übernommen aus Calculus 1, 3.3 und 3.4

## 0.12 Calculus 3.3, The First Derivative Test for Increasing and Decreasing

Recall:

$$\begin{aligned} f'(x) > 0 &\implies \text{Increasing} \\ f'(x) < 0 &\implies \text{Decreasing} \\ f'(x) = 0 &\implies \text{Critical Point/Constant} \end{aligned}$$



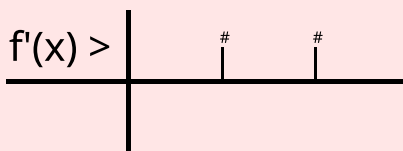
From that we can see that there is a local maxima at  $x = -1$  and a local minima at  $x = 1$ . Then we can just insert that into the main function:

$$\text{Max: } = f(-1) = 3 \implies (-1, 3)$$

$$\text{Min: } = f(1) = -1 \implies (1, -1)$$

How to find relative extrema

- 1st derivative test  
take  $f'(x)$
- set it to  $=0$  for critical numbers
- make the  $f'(x)$  table



- Find the sign of *each interval*, by plugging into  $f'(x)$  (this tells you increasing/decreasing)

another example

$$\begin{aligned} f(x) &= 3x^{5/3} - 15x^{2/3} \\ f'(x) &= 5x^{2/3} - 10x^{-1/3} \\ 5x^{2/3} - 10x^{-1/3} &= 0 \end{aligned}$$

$$5x^{-1/3}(x - 2) = 0$$

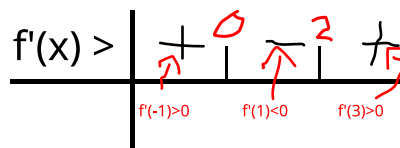
$$0 = \frac{f(x - 2)}{\sqrt[3]{x}}$$

$$\implies x - 2 = 0 \implies x = 2$$

$$\implies \sqrt[3]{x} = 0$$

example

$$\begin{aligned} f(x) &= x^3 - 3x + 1 \\ f'(x) &= 3x^2 - 3 \\ 3^2 - 3 &= 0 \\ \implies x^2 - 1 &= 0 \\ \implies x &= \pm 1 \end{aligned}$$



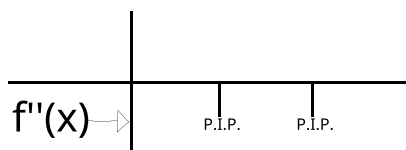
$$\text{max: } = f(0) = 0 \implies (0, 0)$$

$$\text{min: } = f(2) \approx 14,2866 \implies (2, 14,2866)$$

## 0.13 Calculus 3.4, The Second Derivative Test for Concavity of Functions

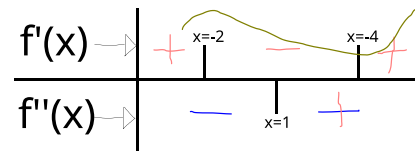
Recall:

$$\begin{aligned} f''(x) > 0 &\text{concave up} \\ f''(x) < 0 &\text{concave down} \\ f''(x) = 0 &\text{possible inflection point (P.I.P.)} \end{aligned}$$



### How to find Inflection Points with the 2nd Derivative Test

1. find  $f''(x)$
2. set  $=0$  for P.I.P.s
3. make table



### Solution

$$\text{max: } f(-2)=60 \Rightarrow (-2, 60)$$

$$\text{min: } f(4)=-48 \Rightarrow (4, -48)$$

$$\text{i.p.: } f(1)=6 \Rightarrow (1, 6)$$

example

$$f(x) = x^3 - 3x^2 - 24x + 32$$

$$f'(x) = 3x^2 - 6x - 24$$

$$3x^2 - 6x - 24 = 0$$

$$3(x^2 - 2x - 8) = 0$$

$$3(x-4)(x+2) = 0$$

$$\Rightarrow x = 4$$

$$\Rightarrow x = -2$$

now we have the possible extrema

$$f''(x) = 3x - 6 = 0$$

$$\Rightarrow x = 1$$

## 0.14 mathe 2023-03-14

Buch aufgabe

$$f'(x) = x^2 - 2x - 3$$

$$f'(x) = 0 = x^2 - 2x - 3 = 0$$

$$\Rightarrow x_{1,2} = 1 \pm \sqrt{1+3}$$

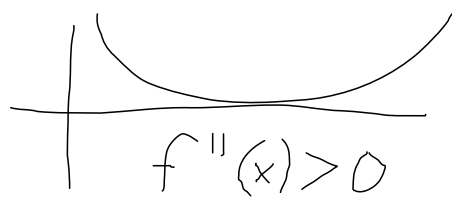
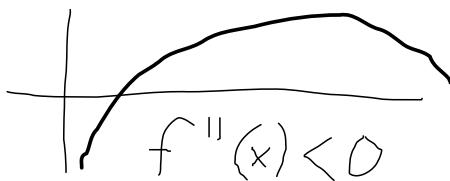
$$\leftrightarrow x_1 = -1, x_2 = 3 \text{ einfache Nullstellen}$$

hier dann noch ne tabelle dazu.

$f$  ist streng monoton wachsend fuer  $x \in ]-\infty, -1[$  und  $[3, \infty[$ .

$f$  ist streng monoton fallend fuer  $[-1, 2]$

## 0.15 Unterricht 17.03.2023, Krümmung



$$f(t) = (3t - 6)^4 + 3t$$

$$\Rightarrow f'(t) = 4 \cdot (3t - 6)^3 \cdot 3 + 3$$

$$\Rightarrow f''(t) = 36 \cdot (3t - 6)^2$$

$$\text{für nullstellen: } f''(0) = 0$$

$$f''(0) = 36 \cdot (3t - 6)^2$$

$$0 = (3t - 6)^2$$

$$0 = |3t - 6|$$

$$t_{1/2} = 2 \text{ doppelte nullstelle}$$

$f''$  ist größer oder gleich wie 0 für  $x \in R$   
 $\implies$  Der Graph von  $f(x)$  ist linksgekrümmt.

## 0.16 Mathe Unterricht 2023-03-24

*Die aufgaben sind von einem Blatt, das nur auf dem iPad ist.*

**aufgabe 1.2** Was bedeutet das für den Wert der zweiten Ableitung  $f''$  links von der Wendestelle  $x_w$ ?

$$x < x_w \implies f''(x) > 0$$

$$x > x_w \implies f''(x) < 0$$

### **aufgabe 1.4**

Die Wendestelle ist der Ort, an dem die Steigung des Graphen von  $f$  maximal oder minimal ist. Deswegen hat  $f'$  dort eine Extremstelle.

**Aufgabe 2** a) einen vorzeichenwechsel hat. b)

## 0.16.1 Hausaufgaben

Seite 129 Nummer 6 c)

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

### Schritte zum Skizzieren

1. Nullstellen finden  
für x: x null setzen  
für y: y null setzen
2. Asymptoten finden  
vertikal: zähler=0 nicht entfernbar  
loch: zähler=0 entfernbar  
horizontal:  $\lim_{x \rightarrow \infty}$
3. 1. Ableitung test  
kritische punkte  
zunehmend/abnehmend
4. 2. Ableitung test  
Konkavität  
Wendepunkte
5. Tabelle
6. Finde alle möglichen Punkte mit der originalen Funktion
7. Graph

2.

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow \infty} (1 - x)^2 \cdot e^{-x} \\ &= \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{(1 - x)^2}{e^x} \\ &= \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{2(1 - x)}{e^x} \\ &= 0 \end{aligned}$$

3.

$$\begin{aligned} f(x) &= (1 - x)^2 \cdot e^{-x} \\ f'(x) &= -e^{-x} \cdot (x^2 - 2x + 1) \\ -f'(x) &= e^{-x} \cdot (x^2 - 2x + 1) = 0 \\ x^2 - 2x + 1 &= 0 \\ (x - 1)^2 &= 0 \\ \Rightarrow x &= 1 \end{aligned}$$

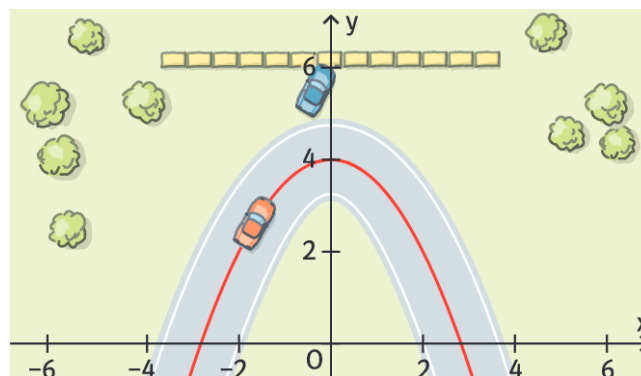
4.

$$\begin{aligned} f(x) &= (1 - x)^2 \cdot e^{-x} \\ f''(x) &= e^{-x} \cdot (x^2 - 4x + 3) \\ f''(x) &= 0 \Rightarrow x = 1, 3 \\ f''(x) &> 0 \text{ für } x < 1 \text{ \& } x > 3, \text{ also konkav nach oben} \\ f''(x) &< 0 \text{ für } 1 < x < 3, \text{ also konkav nach unten} \\ &\Rightarrow \text{Wendepunkt bei } x = 1, 3 \end{aligned}$$

1.1  $(1 - x)^2 = \text{doppelte nullstelle auf } x=1$

1.2  $f(x) = (1 - 0)^2 \cdot e^{-0} = 1$  y-achsen schnitt auf y=1 *Hier fehlt noch der Rest.*

## 0.17 Unterricht, Sicherung einer Rennstrecke.



Die in der Abbildung rot gezeichnete Ideallinie einer Rennstrecke wird durch die Funktion f mit

$$f(x) = 4 - \frac{1}{2}x^2$$

beschrieben. Die Strohballen werden durch die Gerade  $y = 6$  beschrieben. Aufgrund eines Fahrfehlers kommt ein Rennwagen im Punkt  $(-1|f(-1))$  von der Ideallinie ab und trifft im Punkt Y auf die Strohballen.

**Aufgabe 1** Bestimmen sie den Punkt Y zeichnerisch mithilfe der Abbildung. Beschreiben sie ihr vorgehen. Hier zu zeichnen ist offensichtlich unnötig, man zeichnet die Tangente auf  $(-1|f(-1))$ , und schaut wo auf  $y=6$  eintrifft.

**Aufgabe 2** Berechnen Sie den Punkt Y.

1. höhe von  $f(-1)$  finden, also

$$\begin{aligned} f(-1) &= 4 - \frac{1}{2} - 1^2 \\ &= 3,5 \end{aligned}$$

3. daraus kann man eine Tangente machen

$$y - y_1 = m(x - x_1)$$

hier ist  $x = -1$ ,  $y = 3,5$  und steigung  $m = 1$ . wenn man das einsetzt bekommt man:

$$y - 3,5 = 1(x + 1)$$

2. nun die Ableitung um Steigung der Tangente zu haben.

$$\begin{aligned} f(x) &= 4 - \frac{1}{2}x^2 \\ f'(x) &= -x \end{aligned}$$

für  $-1$  ist es dann  $m = 1$

durch umformen erhält man  $y = x + 4,5$ .

4. um dann zu schauen wann diese  $y = 6$  erreicht setzt man es in die gleichung ein:  $6 = x + 4,5$  und durch lösen erhält man  $x = 1,5$

**Loesung:** nun sieht man dass der Rennwagen auf  $(1,5|6)$  einschlägt.

#### Tangentengleichung

Wir suchen die Gleichung der Tangente  $t$  an den Graphen einer Funktion  $f$  im Berührungspunkt  $B(x_0|f(x_0))$ .

$$t : y = mx + c$$

Steigung  $f = f'(x_0)$

$$\Rightarrow t : y = f'(x_0)x + c$$

punkprobe mit B:

$$f(x_0) = f'(x_0) \cdot x_0 + c$$

$$\Leftrightarrow c = f(x_0) - f'(x_0) \cdot x_0$$

$$\Rightarrow t : y = f'(x_0) \cdot x + f(x_0) - f'(x_0) \cdot x_0$$

$$\Leftrightarrow t : y = f'(x_0) \cdot (x - x_0) + f(x_0)$$

## 0.18 Arbeitsverbesserung

### Besprechung der Klausur (Gruppenarbeit)

1. Besprechen Sie alle Aufgaben. Klären und korrigieren Sie dabei die Fehler jeder Schülerin bzw. jeden Schülers der Gruppe.
2. Einigen Sie sich auf eine Musterlösung der Klausur. Achten Sie dabei auf Vollständigkeit, eine saubere Darstellung und korrekte Anwendung der Fachsprache. Die Musterlösung muss abgegeben werden.
3. Jeder Schüler soll in den kommenden Wochen an einer seiner Schwierigkeiten arbeiten. Besprechen Sie in der Gruppe, an welcher Schwierigkeit jede Schülerin bzw. jeder Schüler arbeiten wird.

Reflexion der Klausur (Einzelarbeit) Beantworten Sie ehrlich folgende Fragen.

- Ich bin mit dem Ergebnis der Klausur zufrieden.

Nein, Ja, Ja

- Was haben Sie in der in der Klausur leicht lösen können? Was hat Ihnen Schwierigkeiten bereitet?  
*Ableitungen waren eine Schwierigkeit, auch extremwerte und punkte*
- Wie haben Sie sich zu Hause auf die Klausur vorbereitet?  
Die Aufschriebe im Heft noch einmal durchgelesen. *Ja, Joa, Nein*  
Grundbegriffe wiederholt. *Nein, nicht so, Ja*  
Übungsaufgaben gelöst. *Ja, ne, Nein*  
Andersweitig geübt Wie? *Ja, Ne, Ja*
- Wie lange haben Sie für die Klausur gelernt? *10h, 0.5h, 1h*
- Haben Sie aktiv im Unterricht mitgearbeitet? (ständig / häufig / wenig / nie) *Nein, Ja, Nein*  
Im Unterrichtsgespräch? *Nö, wenig, ne*  
In den Arbeitsphasen? *Joa, Ja schon, ein wenig*
- Was hätten Sie im Vorfeld der Klausur anders machen können, um Ihre Note zu verbessern?  
*Weis ich nicht, mehr übungsaufgaben, sich überzeugen das es die Zeit wert ist*
- An welcher Schwierigkeit werden Sie in den kommenden Wochen arbeiten?  
*Alles anders, Hausaufgaben machen, weniger Linux mehr rechnen*

## 0.19

## 0.19.4

### 0.19.1

$$f(x) = 2x^3 - \sqrt{5} \cdot x^2 + 9$$

$$f'(x) = 6x^2 - \sqrt{5} \cdot 2x - 1$$

$$h(x) = \cos(-x + 6) \cdot \sin(x)$$

$$h'(x) = \sin(-x + 6) \cdot \sin(x) + \cos(-x + 6) \cdot \cos(x)$$

## 0.20

### 0.19.2

### 0.20.1

Wendepunkte: 1(0,5;0,5), 2(-0,5;0,5)

$$u(t) = -3\sqrt{t} + \frac{1}{t}$$

$$u'(t) = -\frac{3}{2}t^{-\frac{1}{2}} - t^{-2}$$

## 0.21

### 0.21.1

Falsch, grafisch kann man pruefen, dass die Ableitung  $g'$  bei  $x_0 = 1$  ungefaer 1 ist, in dem intervall  $[3;6]$  die mittlere aenderungsrage aber nur  $\frac{1}{2}$ , also um die haelfte weniger.

### 0.19.3

$$g(x) = 4x^2 \cdot e^{3x-2}$$

$$g'(x) = 8xe^{3x-2} + 12x^2 \cdot e^{3x-2}$$

### 0.21.2

Wahr, da es in deiesem Bereich keine positive Steigung gibt.



## Teil 2, Aufgabe 1

$$\begin{aligned} f'(x) &= \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h} \\ &= \lim_{h \rightarrow 0} \frac{(-(x+h)^2 + 4(x+h) + 3) - (-x^2 + 4x + 3)}{h} \\ &= \lim_{h \rightarrow 0} \frac{-x^2 - 2xh - h^2 + 4x + 4h + 3 + x^2 - 4x - 3}{h} \\ &= \lim_{h \rightarrow 0} \frac{-2xh - h^2 + 4h}{h} \\ &= \lim_{h \rightarrow 0} (-2x - h + 4) \\ &= -2x + 4 \end{aligned}$$

Daher ist die Ableitungsfunktion von  $f(x)$  gleich  $f'(x) = -2x + 4$ .

## Aufgabe 2

Gegeben ist die Funktion  $h(x) = 5x^2 \cdot e^{\frac{2}{3}x^3}$  für  $-2 \leq x \leq 2$ . Wir sollen zeigen, dass  $h'(x) = 10x \cdot (1 + x^3) \cdot e^{\frac{2}{3}x^3}$  eine Gleichung der ersten Ableitung von  $h$  ist.

Zunächst berechnen wir die Ableitung  $h'(x)$  von  $h(x)$  nach der Produktregel und der Kettenregel:

$$\begin{aligned} h'(x) &= \frac{d}{dx}(5x^2) \cdot e^{\frac{2}{3}x^3} + 5x^2 \cdot \frac{d}{dx}(e^{\frac{2}{3}x^3}) \\ &= 10x \cdot e^{\frac{2}{3}x^3} + 5x^2 \cdot \frac{2}{3}x^2 \cdot e^{\frac{2}{3}x^3} \\ &= 10x \cdot e^{\frac{2}{3}x^3} + 10x^3 \cdot e^{\frac{2}{3}x^3} \end{aligned}$$

Dann faktorisieren wir den Term  $h'(x)$  mit  $10x$ :

$$\begin{aligned} h'(x) &= 10x \cdot e^{\frac{2}{3}x^3} + 10x^3 \cdot e^{\frac{2}{3}x^3} \\ &= 10x \cdot (1 + x^3) \cdot e^{\frac{2}{3}x^3} \end{aligned}$$

Daher ist  $h'(x) = 10x \cdot (1 + x^3) \cdot e^{\frac{2}{3}x^3}$  eine Gleichung der ersten Ableitung von  $h(x)$ , wie gefordert.

### 2.2&3

Da die Funktion  $h(x) = 5x^2 \cdot e^{\frac{2}{3}x^3}$  auf dem Intervall  $-2 \leq x \leq 2$  stetig ist, existieren nach dem Satz von Weierstraß globale Extremwerte auf diesem Intervall.

Um die globalen Extremwerte zu ermitteln, suchen wir zuerst die kritischen Punkte von  $h(x)$ , d.h. die Punkte, an denen die Ableitung von  $h(x)$  gleich Null ist oder nicht existiert. Wir berechnen zuerst die erste Ableitung von  $h(x)$ :

$$h'(x) = 10x \cdot (1 + x^3) \cdot e^{\frac{2}{3}x^3}$$

$h'(x)$  ist genau dann gleich Null, wenn  $x = 0$  oder  $x = -1$  oder  $x = 1$ . Um zu zeigen, dass  $h'(x)$  für alle  $x \in [-2, 0)$  negativ und für alle  $x \in (0, 2]$  positiv ist, nutzen wir die Vorzeichenregel für Ableitungen:

Somit hat  $h(x)$  bei  $x = 0$  ein lokales Maximum und bei  $x = -1$  und  $x = 1$  jeweils ein lokales Minimum auf dem Intervall  $[-2, 2]$ . Da  $h(x)$  für  $x \rightarrow -\infty$  und  $x \rightarrow \infty$  gegen 0 strebt, sind das globale Maximum von  $h(x)$  bei  $x = 0$  und das globale Minimum von  $h(x)$  bei  $x = -1$  und  $x = 1$ .

Daher sind die globalen Extremwerte von  $h(x)$  auf dem Intervall  $[-2, 2]$ :

- globales Maximum:  $h(0) = 0$
- globales Minimum:  $h(-1) = \frac{5}{e^{\frac{2}{3}}} \approx 0.7648$  und  $h(1) = \frac{5}{e^{\frac{2}{3}}} \approx 0.7648$

## 0.22 Abi Aufgaben

auf papier gemacht

## 0.23 Integralrechnung, Rekonstruktion

Die Gesamtänderung der Größe kann man aus ihrem momentanen Änderungsrate rekonstruieren – man sagt auch integrieren (integrieren  $\rightarrow$  wiederherstellen) –, indem man den orientierten Flächeninhalt zwischen dem Graphen der momentanen Änderungsrate und der x-Achse bestimmt.

### 0.23.1 Hausaufgaben

We want to approximate the area under the curve  $y = -x^2 + 4$  from  $x = -2$  to  $x = 2$  using the Riemann sum method.

Let's divide the interval  $[-2, 2]$  into  $n$  subintervals of equal width  $\Delta x$ , where  $\Delta x = \frac{4}{n}$ .

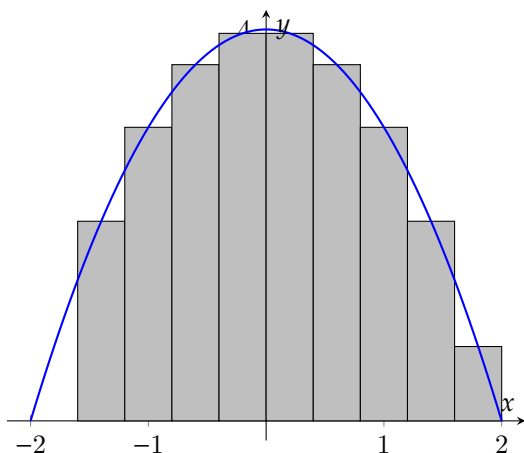
For each subinterval  $i$ , where  $i = 0, 1, \dots, n-1$ , we choose a point  $x_i$  in the interval  $[x_i, x_{i+1}]$ , where  $x_i = -2 + i\Delta x$  and  $x_{i+1} = x_i + \Delta x$ .

The area of each rectangle with base  $\Delta x$  and height  $f(x_i) = -x_i^2 + 4$  is given by  $\Delta x \cdot f(x_i)$ . Thus, the Riemann sum approximation of the area under the curve is

$$A_n = \sum_{i=0}^{n-1} \Delta x \cdot f(x_i) = \sum_{i=0}^{n-1} \frac{4}{n} \cdot \left( -\left(-2 + i\frac{4}{n}\right)^2 + 4 \right)$$

We can use this formula to calculate the approximation for any value of  $n$ . For example, let's calculate  $A_5$ :

$$A_5 = \frac{4}{5} (f(-2) + f(-1.2) + f(-0.4) + f(0.4) + f(1.2)) \approx 8.64$$



## 0.24 Indefinite Integrals (Calc Book Part 9)

$$\int 35x^6 dx = \frac{35x^7}{7} + c = 5x^7 + c$$

$$\int \frac{63}{t^8} dt = \int 63 \cdot t^{-8} dx = \frac{63t^{-8+1}}{-8+1} + c = \frac{63t^{-7}}{-7} + c = -\frac{9}{t^7} + c$$

$$\int 15x^{2/3} dx = \frac{15x^{5/3}}{5/3} + c = 9x^{5/3} + c$$

$$\int 48u^{-5} du = \frac{48u^{-4}}{-4} + c = -12u^{-4} + c$$

$$\int t dt = \frac{t^2}{2} + c$$

$$\int \frac{dx}{\sqrt{x}} = \int x^{-1/2} dx = \frac{x^{1/2}}{1/2} + c = 2\sqrt{x} + c$$

$$\int 4 du = 4u + c$$

$$\int \frac{8dx}{x^{1/3}} = \int 8x^{-1/3} dx = \frac{8x^{-1/3+1}}{-\frac{1}{3}+1} + c = \frac{8x^{2/3}}{2/3} + c = 12x^{2/3} + c$$

$$\int (x^2 - 3x + 4) dx = \frac{x^3}{3} - 1.5x^2 + 4x + c$$

$$\int \left( \frac{1}{u^2} - \frac{4}{u} \right) dx = \dots = -\frac{1}{u} - 4 \ln^1 u + c$$

$$\int (10x^{3/2} + 6x^{1/2}) dx = \frac{10x^{5/2}}{5/2} + \frac{6x^{3/2}}{3/2} + c = 4x^{5/2} + 4x^{3/2} + c$$

$$\int \left( \sqrt{t} + \frac{1}{\sqrt{t}} \right) dt = \frac{t^{3/2}}{3/2} + \frac{t^{-1/2}}{-1/2} + c = \frac{2t^{3/2}}{3} + 2t^{1/2} + c$$

Regel

$$x = 2$$

$$\frac{x}{2} = 1$$

<sup>1</sup>Recall that a power of  $b = -1$  is a special case:  $\int \frac{du}{u} = \int u^{-1} du = \ln u + c$

$$\begin{aligned}
 \lim_{a \rightarrow -\infty} \int_a^{\frac{\pi}{6}} x^2, dx &= \lim_{a \rightarrow -\infty} \int_{a^3}^{(\frac{\pi}{6})^3} \frac{1}{3} u^{2/3}, du \\
 &= \lim_{a \rightarrow -\infty} \left[ \frac{1}{3} \cdot \frac{u^{5/3}}{5/3} \right]_{a^3}^{(\frac{\pi}{6})^3} \\
 &= \lim_{a \rightarrow -\infty} \left[ \frac{1}{5} u^{5/3} \right]_{a^3}^{(\frac{\pi}{6})^3} \\
 &= \lim_{a \rightarrow -\infty} \left( \frac{1}{5} \cdot \left( \frac{\pi^5}{6^5} - a^{5/3} \right) \right) \\
 &= \infty
 \end{aligned}$$