

# Analysis für Informatiker | An1I

## Zusammenfassung

---

### INHALTSVERZEICHNIS

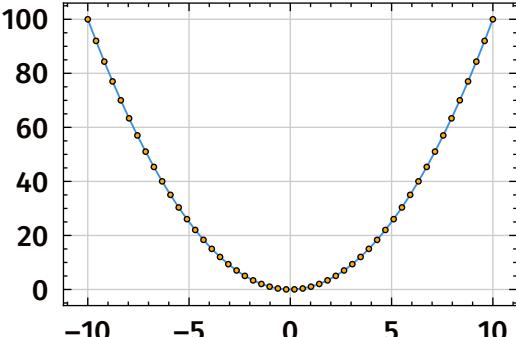
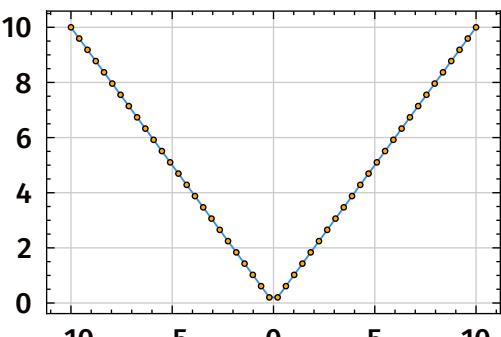
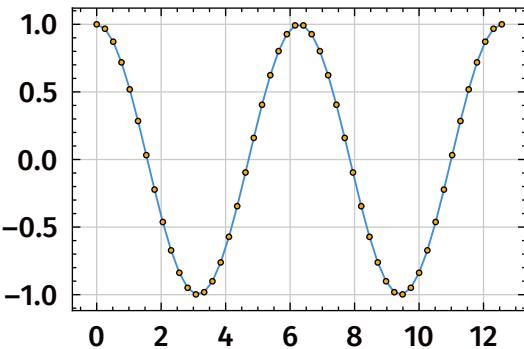
<b>1. Funktionen .....</b>	<b>2</b>
1.1. Glossar .....	2
1.2. Anatomie einer Funktion .....	6
1.3. Nullstellenform .....	6
1.4. Scheitelform .....	6
1.5. Verknüpfung von Funktionen .....	6
1.5.1. Beispiel .....	7
<b>2. Logarithmen .....</b>	<b>7</b>
<b>3. Splines .....</b>	<b>7</b>
3.1. Lineare interpolation .....	7
3.2. Quadratische interpolation .....	7
<b>4. misc .....</b>	<b>7</b>
4.1. Ungleichungen .....	7
4.2. Mittelnachtsformel .....	8
<b>5. Trigonometrie .....</b>	<b>8</b>
5.1. Umkehrfunktionen .....	8
<b>6. Ableitungen .....</b>	<b>8</b>
6.1. Ableitungsregeln .....	9
6.2. Funktionen .....	9
6.3. Tangente berechnen .....	9
6.4. Approximation durch Linearisierung (Newtonverfahren) .....	9

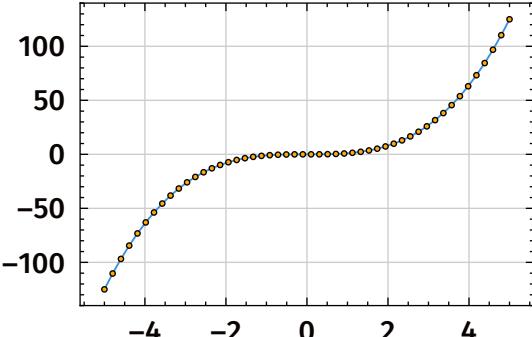
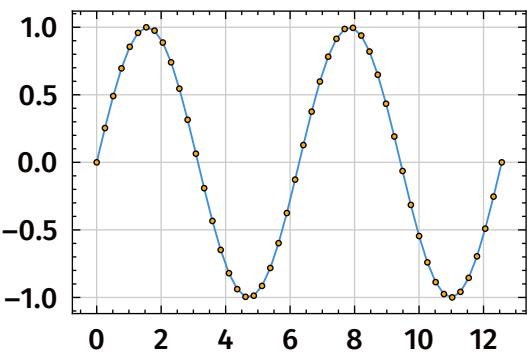
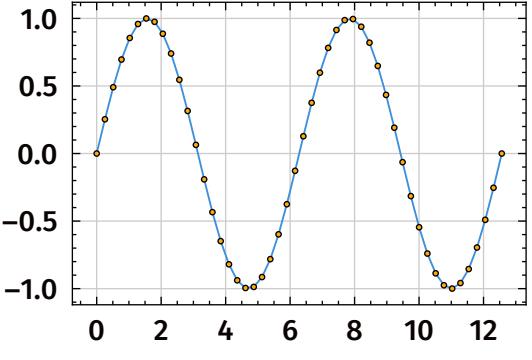
# 1. FUNKTIONEN

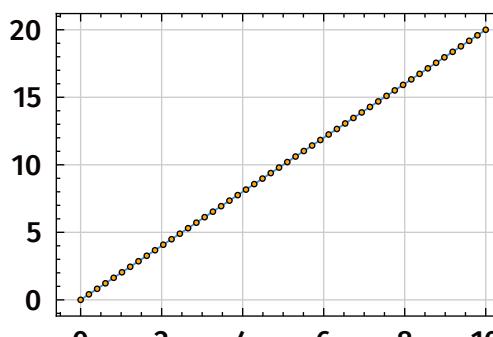
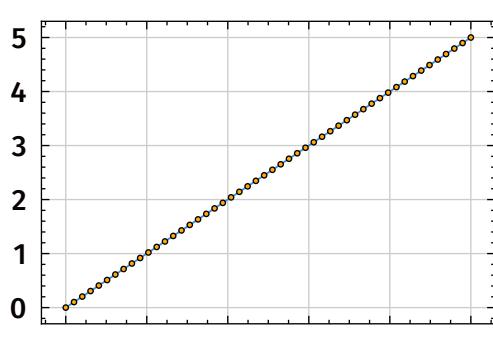
## 1.1. GLOSSAR

<i>Begriff</i>	<i>Bedeutung</i>
Definitionsmenge	Mögliche Funktionsinputs Notation definitionsmenge der Funktion $f: D_f$
Zielmenge	Mögliche Funktionswerte
Definitionsbereich	Alle Funktionsinputs
Wertebereich	Alle Funktionswerte
Nullstelle einer Funktion	Argument, welches den Funktionswert <b>0</b> hat
Bild einer Funktion	Alle möglichen Funktionswerte einer Funktion
Graph	Menge aller Punkte (Tupel) einer Funktion in der Form (Argument, Funktionswert) $\text{Graph}_f = (x, y) \mid y = f(x)$
Polynom	$P(x) = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_1 x + a_0$ Koeffizienten: $a_n, \dots, a_0$ Grad des Polynoms: $n$

Begriff	Bedeutung
Streng wachsende Funktion	<p><math>x &lt; \tilde{x} \rightarrow f(x) &lt; f(\tilde{x})</math></p> <p>Bsp:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>f(x) = x + 2</math></li> </ul> <p><math>- f(x) = e^x</math></p> <p><math>- f(x) = a^x, a &gt; 1</math></p>
Monoton wachsende Funktion	<p><math>x &lt; \tilde{x} \rightarrow f(x) \leq f(\tilde{x})</math></p> <p>Bsp:</p> $f(x) = \begin{cases} x, & x \leq 1 \\ 1, & 1 < x \leq 2 \\ (x - 2)^2 + 1, & x > 2 \end{cases}$
Streng fallende Funktion	$x < \tilde{x} \rightarrow f(x) > f(\tilde{x})$
Monoton fallende Funktion	$x < \tilde{x} \rightarrow f(x) \geq f(\tilde{x})$

Begriff	Bedeutung
Gerade Funktion	<p><math>\forall x \in D_f : f(-x) = f(x)</math></p> <p>Bsp:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>f(x) = x^n, n</math> gerade</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>f(x) =  x </math></li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>f(x) = \cos(x)</math></li> </ul> 

Begriff	Bedeutung
Ungerade Funktion	<p><math>\forall x \in D_f : f(-x) = -f(x)</math></p> <p>Bsp:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>f(x) = x^n, n</math> ungerade</li> </ul>  <p><math>- f(x) = \sin(x)</math></p> 
Periodische Funktion	<p><math>\forall x \in D_f : f(x + p) = f(x)</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mit der Periode <math>p</math></li> <li>- Die kleinste positive Periode heisst <b>primitive Periode</b></li> </ul> <p>Bsp:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>f(x) = \sin(x)</math></li> </ul> 

Begriff	Bedeutung
Umkehrfunktion	$f(x) = y \Leftrightarrow f^{-1}(y) = x$ Bsp: - $f(x) = x * 2$  - $f^{-1}(x) = \frac{x}{2}$ 
Stetige Funktion	Funktion, deren Graph keine Sprünge oder Unterbrechungen aufweist
Stetig fortsetzbare Funktion	Funktion, die an einem bestimmten Punkt nicht definiert ist, aber erweitert werden kann, sodass die erweiterte Funktion stetig bleibt
Glatte Funktion	Funktion, die unendlich oft differenzierbar ist

## 1.2. ANATOMIE EINER FUNKTION

$$\underbrace{f}_{\text{Funktionsname}} : \begin{cases} \overbrace{\mathbb{R}^+ \setminus \{0\}}^{\text{Definitionsmenge}} & \rightarrow \overbrace{\mathbb{R}^+}^{\text{Zielmenge}} \\ \underbrace{x}_{\text{Input / Argument}} & \mapsto \underbrace{x+4}_{\text{Element des Wertebereichs (Output)}} \end{cases}$$

## 1.3. NULLSTELLENFORM

Quadratisch

- $f(x) = a^2x + bx + c$
- $f(x) = a(x - x_0)(x - x_1)$

Kubisch

- $f(x) = a^3x + b^2x + cx + d$
- $f(x) = a(x - x_0)(x - x_1)(x - x_2)$

## 1.4. SCHEITELFORM

$f(x) = a(x - x_0)^2 + y_0 \rightarrow x_0$  und  $y_0$  sind der Scheitelpunkt

## 1.5. VERKNÜPFUNG VON FUNKTIONEN

$$g(A) = B, f(B) = C \Leftrightarrow f(g(A)) = C \Leftrightarrow (f \circ g)(A) = C$$

$$f(g(x)) := (f \circ g)(x)$$

Fast immer ist  $(f \circ g)(x) \neq (g \circ f)(x)$ . Es gibt ein Fall, wo  $(f \circ g)(x) = (g \circ f)(x)$  gilt, nämlich bei Umkehrfunktionen.  $(f^{-1} \circ f)(x) = (f \circ f^{-1})(x)$

### 1.5.1. Beispiel

$$g(x) = x^2 + 1$$

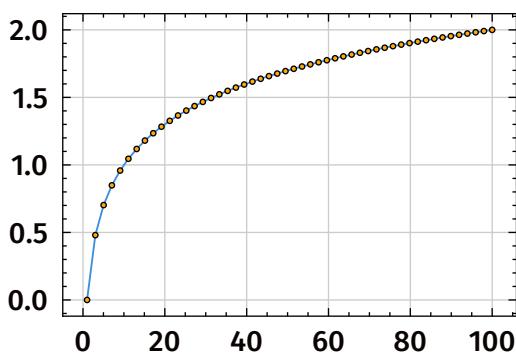
$$f(x) = \sqrt{x}$$

$$f(g(4)) = \sqrt{4^2 + 1} = \sqrt{17}$$

$$g(f(4)) = \sqrt{4^2} + 1 = 5$$

## 2. LOGARITHMEN

$$f(x) = \log_{10}(x)$$



Term	Lösung	Term	Lösung
$a^{\log_a(x)}$	$x$	$\log_a(1)$	0 weil a hoch was ist 1
$\log_a(a)$	1	$\log_a\left(\frac{x}{y}\right)$	$\log_a(x) - \log_a(y)$
$\log_a(x * y)$	$\log_a(x) + \log_a(y)$	$\log_a(x^p)$	$\log_a( x ) * p, p \% 2 = 0$
$\log_a\left(\sqrt[n]{x}\right)$	$\log_a\left(x^{\frac{1}{n}}\right) = \frac{1}{n} \log_a(x)$	ln	$\log_e$

## 3. SPLINES

Spline 1. Grades = lineare Splines n-te Splines = Splines aus Polynomen maximal n-ten Grades

### 3.1. LINEARE INTERPOLATION

$$P_{i(x)} = y_i + \left( \frac{y_{i+1} - y_i}{x_{i+1} - x_i} \right) (x - x_i)$$

### 3.2. QUADRATISCHE INTERPOLATION

$$P_{i(x)} = a_i x^2 + b_i x + c_i$$

## 4. MISC

### 4.1. UNGLEICHUNGEN

Wenn man mit negativen Termen multipliziert oder eine fallende Funktion anwendet, muss das Ungleichzeichen geändert werden.

## 4.2. MITTERNACHTSFORMEL

$$an^2 + bn + c = 0 \Rightarrow u_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

## 5. TRIGONOMETRIE

$x$	$0$	$30 = \frac{\pi}{6}$	$45 = \frac{\pi}{4}$	$60 = \frac{\pi}{3}$	$90 = \frac{\pi}{2}$
$\sin(x)$	0	0.5	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1
$\cos(x)$	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	0.5	0

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

Trigonometrischer Satz des Pythagoras:  $\sin^2(x) + \cos^2(x) = 1$

### 5.1. UMKEHRFUNKTIONEN

$$\arccos : \begin{cases} [-1; 1] \rightarrow [0; \pi] \\ x \mapsto \text{Lösung } y \in [0; \pi] \text{ der Gleichung } \cos(y) = x \end{cases}$$

$$\arcsin : \begin{cases} [-1; 1] \rightarrow \left[-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}\right] \\ x \mapsto \text{Lösung } y \in \left[-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}\right] \text{ der Gleichung } \sin(y) = x \end{cases}$$

$$\arctan : \begin{cases} \mathbb{R} \rightarrow \left(-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}\right) \\ x \mapsto \text{Lösung } y \in \left(-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}\right) \text{ der Gleichung } \tan(y) = x \end{cases}$$

## 6. ABLEITUNGEN

Ableitung	Bedeutung
$f'$	Steigung
$f'(x) > 0$	Funktion steigt
$f'(x) < 0$	Funktion fällt
$f''$	Form der Parabel
$f''(x) > 0$	Nach oben geöffnet
$f'(x) = 0 \wedge f''(x) > 0$	Lokales Minimum
$f''(x) < 0$	nach unten geöffnet
$f'(x) = 0 \wedge f''(x) < 0$	Lokales Maximum
$f'(x) = 0 \wedge f''(x) = 0 \wedge f'''(x) \neq 0$	Lokaler Sattelpunkt
$f'''$	Änderung der Form / Wendepunkt-Richtung bei $f''(x) = 0$
$f''(x) = 0 \wedge f'''(x) \neq 0$	Wendepunkt
$f''(x) = 0 \wedge f'''(x) > 0$	Krümmung ändert sich von oben nach unten
$f''(x) = 0 \wedge f'''(x) < 0$	Krümmung ändert sich von unten nach oben

Begriff	Bedeutung
Differenzenquotient	$\frac{f(x) - f(x_0)}{x - x_0} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$

Begriff	Bedeutung
Differentialquotient	$\lim(x \rightarrow x_0) \frac{f(x)-f(x_0)}{x-x_0}$

## 6.1. ABLEITUNGSREGELN

Term	Ableitung	Term	Ableitung
1	0	$x$	1
$x^2$	$2x$	$x^n$	$nx^{n-1}$
$\frac{1}{x}$	$-\frac{1}{x^2}$	$\sqrt{x}$	$\frac{1}{2\sqrt{x}}$
$e^x$	$e^x$	$e^{-x}$	$-e^{-x}$
$a^x$	$\ln(a) \cdot a^x$ für $a > 0, a \neq 1$	$\ln(x)$	$\frac{1}{x}$ für $x > 0$
$\ln(y \cdot x)$	$\frac{1}{x}$ für $x > 0$	$\log_b(x)$	$\frac{1}{\ln(b) \cdot x}$
$\sin(x)$	$\cos(x)$	$\sin(2x)$	$2\cos(x)$
$\cos(x)$	$-\sin(x)$	$\cos(ax)$	$-a\sin(x)$
$\tan(x)$	$1 + \tan^2(x) = \frac{1}{\cos^2(x)}$	$\arcsin(x)$	$\frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$
$\arccos(x)$	$-\frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$	$\arctan(x)$	$\frac{1}{1+x^2}$

## 6.2. FUNKTIONEN

Begriff	Bedeutung
Addition	$(f(x) + g(x))' = f'(x) + g'(x)$ $(\alpha + f(x))' = \alpha \cdot f'(x)$
Produkteregel	$(f \cdot g)' = f' \cdot g + f \cdot g'$
Mit 3	$(f \cdot g \cdot h)' = f' \cdot g \cdot h + f \cdot g' \cdot h + f \cdot g \cdot h'$
Kettenregel	$(f(g(x)))' = f'(g(x)) \cdot g'(x)$
Quotientenregel	$\left(\frac{f}{g}\right)' = \frac{f'g - fg'}{g^2}$

## 6.3. TANGENTE BERECHNEN

$$m(x - x_0) + y_0 = f'(x_0)(x - x_0) + f(x_0)$$

## 6.4. APPROXIMATION DURCH LINEARISIERUNG (NEWTONVERFAHREN)

```
for i in range(1,max_iter):
    x_neu = x_alt - f(x_alt) / f_prime(x_alt)
    x_alt = x_neu
```