

Mathematik*

Linus Yury Schneeberg

2025/26

Inhaltsverzeichnis

Hinweis: Dieses Dokument ist unvollständig und enthält nur einige Aufzeichnungen aus dem Mathe*-Kurs bei Herrn Ohnesorge. Drei vertikal übereinanderstehende Punkte stehen dafür, dass Abschnitte ausgelassen wurden.

Teil I

Q1

1 Differentialrechnung

:

1.1 Ableitungen in verschiedenen Kontexten

reine Mathematik

Bestimmen Sie die Ableitung der folgenden Funktionen an einer beliebigen Stelle x_0 ihres Definitionsbereiches:

- (a) $c(x) = c, x \in \mathbb{R} \wedge c \in \mathbb{R}$

Dann ist

$$c'(x_0) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{c(x_0 + h) - c(x_0)}{h}.$$

Das lässt sich zu $c'(x_0) = \lim_{h \rightarrow 0} 0$ umformen.

$$c'(x_0) = \lim_{h \rightarrow 0} 0$$

genau dann, wenn: $\forall \varepsilon > 0: \exists \delta > 0: \forall x: |0 - x| < \delta \implies |0 - c'(x_0)| < \varepsilon$

genau dann, wenn: $\forall \varepsilon > 0: \exists \delta > 0: \forall x: |x| < \delta \implies |c'(x_0)| < \varepsilon$

genau dann, wenn: $\forall \varepsilon > 0: [(\forall \delta > 0: \exists x: |x| < \delta) \implies |c'(x_0)| < \varepsilon]$

Lemma 1.1, 1.2

genau dann, wenn: $\forall \varepsilon > 0: |c'(x_0)| < \varepsilon$

Da $\forall \varepsilon > 0: |c'(x_0)| < \varepsilon$ nur für $c'(x_0) = 0$ gilt, ist $c'(x_0) = 0$.

Lemma 1.1. Sei $P(x)$ eine logische Aussage, die abhängig von x ist und Q eine logische Aussage, die unabhängig von x ist. Dann gilt

$$\forall x: P(x) \implies Q$$

genau dann, wenn: $(\exists x: P(x)) \implies Q$

Beweis.

$$\forall x: P(x) \implies Q$$

genau dann, wenn: $\forall x: \neg P(x) \vee Q$

genau dann, wenn: $\bigwedge_{x \in \mathbb{R}} \neg P(x) \vee Q$

genau dann, wenn: $\left(\bigwedge_{x \in \mathbb{R}} \neg P(x) \right) \vee Q$

genau dann, wenn: $\left(\neg \bigvee_{x \in \mathbb{R}} P(x) \right) \vee Q$

genau dann, wenn: $\neg(\exists x: P(x)) \vee Q$

genau dann, wenn: $(\exists x: P(x)) \implies Q$

QED

Lemma 1.2. Sei $P(x)$ eine logische Aussage, die abhängig von x ist und Q eine logische Aussage, die unabhängig von x ist. Dann gilt

$$\exists x: P(x) \implies Q$$

genau dann, wenn: $(\forall x: P(x)) \implies Q$

Beweis.

$$\exists x: P(x) \implies Q$$

genau dann, wenn: $\exists x: \neg P(x) \vee Q$

genau dann, wenn: $\bigvee_{x \in \mathbb{R}} \neg P(x) \vee Q$

genau dann, wenn: $\left(\bigvee_{x \in \mathbb{R}} \neg P(x) \right) \vee Q$

genau dann, wenn: $\left(\neg \bigwedge_{x \in \mathbb{R}} P(x) \right) \vee Q$

genau dann, wenn: $(\neg \forall x: P(x)) \vee Q$

genau dann, wenn: $(\forall x: P(x)) \implies Q$

QED

(b) $f(x) = ax + b, x, a, b \in \mathbb{R}$

Dann ist

$$\begin{aligned}
 f'(x_0) &= \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x_0 + h) - f(x_0)}{h} \\
 &= \lim_{h \rightarrow 0} \frac{a * (x_0 + h) + b - (ax_0 + b)}{h} \\
 &= \lim_{h \rightarrow 0} \frac{ah}{h} \\
 &= \lim_{h \rightarrow 0} a \\
 &= a
 \end{aligned}$$

(c) $p(x) = x^2, x \in \mathbb{R}$

Dann ist

$$\begin{aligned}
 p'(x_0) &= \lim_{h \rightarrow 0} \frac{p(x_0 + h) - p(x_0)}{h} \\
 &= \lim_{h \rightarrow 0} \frac{(x_0 + h)^2 - x_0^2}{h} \\
 &= \lim_{h \rightarrow 0} \frac{x_0^2 + 2x_0h + h^2 - x_0^2}{h} \\
 &= \lim_{h \rightarrow 0} 2x_0 + h \\
 &= 2x_0
 \end{aligned}$$

(d) $q(x) = x^3, x \in \mathbb{R}$

Dann ist

$$\begin{aligned}
 q'(x_0) &= \lim_{h \rightarrow 0} \frac{q(x_0 + h) - q(x_0)}{h} \\
 &= \lim_{h \rightarrow 0} \frac{(x_0 + h)^3 - x_0^3}{h} \\
 &= \lim_{h \rightarrow 0} \frac{3x_0h^2 + 3x_0^2h + h^3}{h} \\
 &= \lim_{h \rightarrow 0} 3x_0h + 3x_0^2 + h^2 \\
 &= 3x_0^3
 \end{aligned}$$

(e) $g(x) = x^n, x \in \mathbb{R} \wedge n \in \mathbb{N} \setminus \{0\}$

Dann ist

$$\begin{aligned}
 g'(x_0) &= \lim_{h \rightarrow 0} \frac{g(x_0 + h) - g(x_0)}{h} \\
 &= \lim_{h \rightarrow 0} \frac{(x_0 + h)^n - x_0^n}{h} \\
 &\stackrel{?}{=} nx_0^{n-1}
 \end{aligned}$$