

ALA BLATTNR. **ABGABEDATUM**

Jonathan Siems, 6533519, Gruppe 12
Jan-Thomas Riemenschneider, 6524390, Gruppe 12
Tronje Krabbe, 6435002, Gruppe 9

15. Juni 2014

1. a)

$$T_7(x) = 1 - \frac{x^2}{2} + \frac{x^4}{24} - \frac{x^6}{720}$$

$$T_8(x) = 1 - \frac{x^2}{2} + \frac{x^4}{24} - \frac{x^6}{720} + \frac{x^8}{8!}$$

$$T_9(x) = T_8(x)$$

$$T_{10}(x) = 1 - \frac{x^2}{2} + \frac{x^4}{24} - \frac{x^6}{720} + \frac{x^8}{8!} - \frac{x^{10}}{10!}$$

$$T_{11}(x) = T_{10}(x)$$

$$T_{12}(x) = 1 - \frac{x^2}{2} + \frac{x^4}{24} - \frac{x^6}{720} + \frac{x^8}{8!} - \frac{x^{10}}{10!} + \frac{x^{12}}{12!}$$

$$T_{13}(x) = T_{12}(x)$$

$$T_9(1) \approx 0,5403025$$

$$T_{11}(1) \approx 0,5403023$$

$$T_{13}(1) \approx 0,5403023$$

b)

f(x)

$$T_0(x) = 1$$

$$T_1(x) = 1 + \frac{x}{2}$$

$$T_2(x) = 1 + \frac{x}{2} - \frac{x^2}{8}$$

$$T_3(x) = 1 + \frac{x}{2} - \frac{x^2}{8} + \frac{x^3}{16}$$

$$T_4(x) = 1 + \frac{x}{2} - \frac{x^2}{8} + \frac{x^3}{16} - \frac{5x^4}{128}$$

g(x)

$$T_0(x) = 1$$

$$T_1(x) = 1 - \frac{x}{3}$$

$$T_2(x) = 1 - \frac{x}{3} + \frac{2x^2}{9}$$

$$T_3(x) = 1 - \frac{x}{3} + \frac{2x^2}{9} - \frac{14x^3}{81}$$

$$T_4(x) = 1 - \frac{x}{3} + \frac{2x^2}{9} - \frac{14x^3}{81} + \frac{35x^4}{243}$$

c) Am einfachsten ist es, einfach alle Taylorpolynome bis T_5 zu errechnen, da diese Arbeit sowieso getan werden muss.

$$T_0(x) = 0$$

$$T_1(x) = x$$

$$T_2(x) = x + x^2$$

$$T_3(x) = x + x^2 + \frac{1}{3}x^3$$

$$T_4(x) = x + x^2 + \frac{1}{3}x^3$$

$$T_5(x) = x + x^2 + \frac{1}{3}x^3 - \frac{1}{30}x^5$$

Probe:

$$T_5(1) = \frac{69}{30} = 2,3$$

$$f(1) = 2,287355\dots$$

Das Ergebnis kommt also hin.

2. (i)

$$\lim_{x \rightarrow 1} \left(\frac{x^3 - 3x^2 + x + 2}{x^2 - 5x + 6} \right) = \frac{1}{2}$$

(ii)

$$\begin{aligned} & \lim_{x \rightarrow 2} \left(\frac{x^3 - 3x^2 + x + 2}{x^2 - 5x + 6} \right) \\ & \stackrel{*}{=} \lim_{x \rightarrow 2} \left(\frac{3x^2 - 6x + 1}{2x - 5} \right) \\ & = -1 \end{aligned}$$

* An dieser Stelle wurden die Regeln von de l'Hospital verwendet.

(iii)

$$\begin{aligned} & \lim_{x \rightarrow 0} (1 + 3x)^{\frac{1}{2x}} \\ & = \lim_{x \rightarrow 0} \left(e^{\frac{1}{2x} \cdot \ln(1+3x)} \right) \\ & = e^{\lim_{x \rightarrow 0} \left(\frac{1}{2x} \cdot \ln(1+3x) \right)} \end{aligned}$$

Wir errechnen zunächst nur die Potenz:

$$\begin{aligned} & \lim_{x \rightarrow 0} \left(\frac{\ln(1+3x)}{2x} \right) \\ & \stackrel{*}{=} \lim_{x \rightarrow 0} \left(\frac{\frac{3}{3x+1}}{2} \right) \\ & = \frac{3}{2} \end{aligned}$$

Wir setzen dieses Zwischenergebnis ein und erhalten das Endergebnis:

$$\Rightarrow e^{\frac{3}{2}}$$

* An dieser Stelle wurden die Regeln von de l'Hospital verwendet.

(iv)

$$\begin{aligned} & \lim_{x \rightarrow 0} \left(\frac{1}{e^x - 1} - \frac{1}{\sin(x)} \right) \\ & = \lim_{x \rightarrow 0} \left(\frac{\sin(x) - e^x + 1}{e^x \sin(x) - \sin(x)} \right) \\ & \stackrel{*}{=} \lim_{x \rightarrow 0} \left(\frac{\cos(x) - e^x}{e^x \sin(x) + (e^x - 1) \cos(x)} \right) \\ & \stackrel{*}{=} \lim_{x \rightarrow 0} \left(\frac{-e^x - \sin(x)}{\sin(x) + 2e^x \cos(x)} \right) \\ & = -\frac{1}{2} \end{aligned}$$

* An dieser Stelle wurden die Regeln von de l'Hospital verwendet.

3. a)
 b)
 c) Im Folgenden bilden wir die ersten drei Ableitungen von $\sqrt[5]{x+1}$ und berechnen die Funktionswerte für $x = 0$, die anschliessend in die Formel für Taylorpolynome eingesetzt werden:

$$\begin{aligned} f(x) &= \sqrt[5]{x+1} & f(0) &= 1 \\ f'(x) &= \frac{1}{5}(x+1)^{-\frac{4}{5}} & f'(0) &= \frac{1}{5} \\ f''(x) &= -\frac{4}{25}(x+1)^{-\frac{9}{5}} & f''(0) &= -\frac{4}{25} \\ f'''(x) &= \frac{36}{125}(x+1)^{-\frac{14}{5}} & f'''(0) &= \frac{36}{125} \end{aligned}$$

Einsetzen in

$$\sum_{k=0}^n \frac{f^{(k)}(0)}{k!} x^k :$$

$$T_0(x) = 1$$

$$T_1(x) = 1 + \frac{1}{5}x$$

$$T_2(x) = 1 + \frac{1}{5}x - \frac{2}{25}x^2$$

$$T_3(x) = 1 + \frac{1}{5}x - \frac{2}{25}x^2 + \frac{6}{125}x^3$$

4. a)

$$\begin{aligned} & \lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{a^x}{x^n} \right) \\ &= \lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{xa^{x-1}}{nx^{n-1}} \right) \end{aligned}$$

Nach de l'Hospital darf man auch die Ableitungen beider Funktionen vergleichen. Dies kann n -Mal fortgeführt werden, bis:

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{p(x) \cdot a^{x-n}}{q(n) \cdot x^0} \right)$$

$p(x)$ ist ein Polynom n -ten Grades, wobei das Glied mit Grad n positiv ist (es “beginnt” also mit x^n). $q(x)$ ist ein Polynom n -ten Grades, ebenfalls positiv. Nun ist bereits eindeutig gezeigt, dass f schneller wächst als g , da der Zähler des obigen Bruches der Form $x^n + \dots$ ist, was, mit $x \rightarrow \infty$, viel größer, nämlich unendlich, ist, als der Nenner, welcher lediglich der Form $n^n + \dots$ ist. \square

b) Wir betrachten:

$$\begin{aligned} & \lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{x^r}{\ln^k x} \right) \\ &= \lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{rx^{r-1}}{\frac{k \cdot \ln^{k-1} x}{x}} \right) \\ &= \lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{rx^r}{k \cdot \ln^{k-1} x} \right) \end{aligned}$$

Der “Trick”, der hier angewandt wurde, ist, dass sich nach jedem durch de l’Hospital erlaubten Ableiten beider Funktionen, im Nenner von h' bzw h'' , h''' usw. ein x befindet. Dies kann dann in den Zähler “hochgeschoben” werden. Nach der maximalen Anzahl Ableitungen ist der Zähler also bedeutend größer als der Nenner. g wächst also schneller als h .

- c) (i) Die in a) angewandte Methode funktioniert auch mit $g(x) = x^r$. Sollte r nicht in \mathbb{N} liegen, so wird einfach $\lceil r \rceil$ Male abgeleitet.
- (ii)

5. TODO

6. TODO