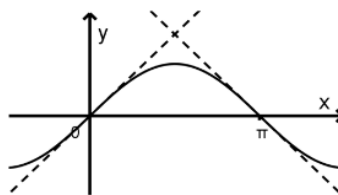


# Analysis – 2021 Teil A - ohne Hilfsmittel

Gegeben ist die in  $\mathbb{R}$  definierte Funktion  $f: x \mapsto \sin x$ . Die Abbildung zeigt den Graphen  $G_f$  von  $f$  sowie die Tangenten an  $G_f$  in den dargestellten Schnittpunkten mit der  $x$ -Achse.



- Zeigen Sie, dass diejenige der beiden Tangenten, die durch den Koordinatenursprung verläuft, die Steigung 1 hat.
- Berechnen Sie den Inhalt des Flächenstücks, das von  $G_f$  und den beiden Tangenten eingeschlossen wird.

BE

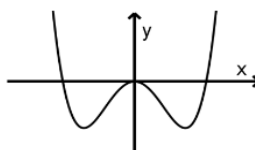
1

4

5

## Aufgabe 2 (Pflichtteil)

Gegeben ist eine in  $\mathbb{R}$  definierte Funktion  $f$  mit  $f(x) = x^4 - k \cdot x^2$ , wobei  $k$  eine positive reelle Zahl ist. Die Abbildung zeigt den Graphen von  $f$ .



- Zeigen Sie, dass  $f'(x) = 2x \cdot (2x^2 - k)$  eine Gleichung der ersten Ableitungsfunktion von  $f$  ist.
- Die beiden Tiefpunkte des Graphen von  $f$  haben jeweils die  $y$ -Koordinate  $-1$ . Ermitteln Sie den Wert von  $k$ .

1

4

5

## Aufgabe 3 (Wahlteil - schwerer)

Die Verbreitung eines Computervirus lässt sich modellhaft mithilfe der in  $\mathbb{R}$  definierten Funktion  $f$  mit  $f(t) = 2 \cdot t \cdot e^{-\frac{1}{100}t}$  beschreiben. Dabei ist  $t$  die Zeit in Tagen, die seit der ersten Infizierung eines Computers mit dem Virus vergangen ist, und  $f(t)$  die Rate der Infizierungen zum Zeitpunkt  $t$  in der Einheit „Eintausend Computer pro Tag“.

- Zeigen Sie, dass  $2 \cdot (1 - \frac{1}{100}t) \cdot e^{-\frac{1}{100}t}$  ein Term der ersten Ableitungsfunktion von  $f$  ist.
- Geben Sie den Zeitpunkt an, zu dem die Rate der Infizierungen am größten ist.
- Betrachtet wird der Zeitraum der zweiten Woche nach der ersten Infizierung eines Computers mit dem Virus. Geben Sie einen Term an, mit dem die Anzahl der Computer berechnet werden kann, die in diesem Zeitraum infiziert werden.

2

1

2

5

## Aufgabe 4 (Wahlteil - schwerer)

Gegeben sind die in  $\mathbb{R}$  definierten Funktionen  $f$  und  $g$ . Der Graph von  $f$  ist symmetrisch bezüglich der  $y$ -Achse, der Graph von  $g$  ist symmetrisch bezüglich des Koordinatenursprungs. Beide Graphen haben einen Hochpunkt im Punkt  $(2|1)$ .

- Geben Sie für die Graphen von  $f$  und  $g$  jeweils die Koordinaten und die Art eines weiteren Extrempunkts an.
- Untersuchen Sie die in  $\mathbb{R}$  definierte Funktion  $h$  mit  $h(x) = f(x) \cdot (g(x))^3$  im Hinblick auf eine mögliche Symmetrie ihres Graphen.

2

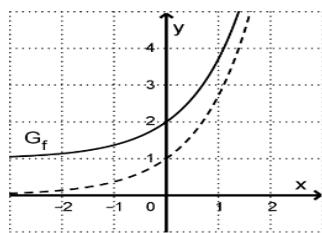
3

5

## Aufgabe 5 (Wahlteil – schwerer)

Die Abbildung zeigt den Graphen  $G_f$  einer in  $\mathbb{R}$  definierten Funktion  $f$  sowie den Graphen der ersten Ableitungsfunktion von  $f$ .

- Geben Sie die Steigung der Tangente an  $G_f$  im Punkt  $(0|f(0))$  an.
- Betrachtet wird die Schar der Funktionen  $g_c$  mit  $c \in \mathbb{R}^+$ . Der Graph von  $g_c$  geht aus  $G_f$  durch Streckung mit dem Faktor  $c$  in  $y$ -Richtung hervor. Die Tangente an den Graphen von  $g_c$  im Punkt  $(0|g_c(0))$  schneidet die  $x$ -Achse. Bestimmen Sie rechnerisch die  $x$ -Koordinate des Schnittpunkts.



1

4

5

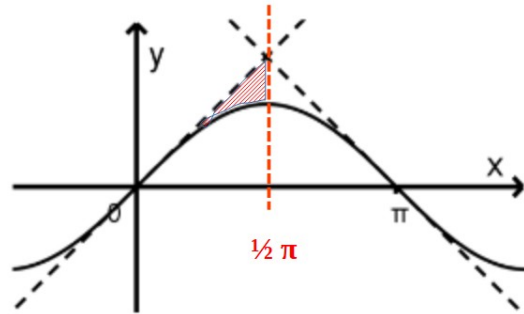
# Lösung

## Aufgabe 1

a)

| Was aufgeschrieben werden sollte           | Kommentare – nur zum Verständnis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $f'(x) = \cos(x)$<br>$f'(0) = \cos(0) = 1$ | <p><b>HINWEISE:</b></p> <p>1. Man kann eine Funktionsgleichung auf drei Arten angeben – alle meinen das Gleiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>f_k \rightarrow -k \cdot (x^4 - 4x^3)</math></li> <li><math>f_k(x) = -k \cdot (x^4 - 4x^3)</math></li> <li><math>y = -k \cdot (x^4 - 4x^3)</math></li> </ul> <p>Steigung der Tangente ist der Wert der Ableitung an der Stelle.</p> <p>Die Hoch- &amp; Tiefpunkte sowie die Nullstellen „einfacher“ Funktionen darf (sollte) man auswendig wissen.</p> |

b)

| Was aufgeschrieben werden sollte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Kommentare – nur zum Verständnis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $t: y = x$<br><br>$I = \int_0^{\frac{1}{2}\pi} (t(x) - f(x)) \, dx$<br><br>$A = 2I$<br><br>$I = \left[ \frac{1}{2} x^2 + \cos(x) \right]_0^{\frac{\pi}{2}}$ $= \frac{1}{2} \left( \frac{\pi}{2} \right)^2 + \cos\left(\frac{\pi}{2}\right) - \left( \frac{1}{2} (0)^2 + \cos(0) \right)$ $= \frac{\pi^2}{8} + 0 - (0 + 1)$ $= \frac{\pi^2}{8} - 1$<br><br>$A = 2I \rightarrow A = \frac{\pi^2}{4} - 2$ |  <p>Die Tangente ist eine Gerade, also <math>y = mx + c</math><br/> Die Steigung kennen wir: <math>m = 1</math> und der y-Achsenabschnitt (das „c“) ist 0, weil sie durch den Ursprung geht.</p> <p>Die Fläche <b>ZWISCHEN</b> den Graphen <b>ZWEIER FUNKTIONEN</b> <math>f</math> und <math>g</math> berechnet man mit dem <b>Integral</b> über die <b>DIFFERENZ DER FUNKTIONEN</b> von Schnittpunkt zu Schnittpunkt.</p> <p>Dabei sollte man immer die Funktion, die „weiter oben“ liegt minus die Funktion, die „weiter unten“ liegt rechnen, hier also <math>t(x) - f(x)</math></p> <p>Der Sinus ist symmetrisch zur einer Gerade durch den Hochpunkt (gestrichelte rote Linie), deswegen ist die gesuchte Fläche gerade das <b>doppelte</b> der oben markierten Fläche.</p> <p>Stammfunktion bilden und in <b>ECKIGE KLAMMERN</b> schreiben. Grenzen nicht vergessen!</p> <p>HINWEIS: Stammfunktion von <math>\sin(x)</math> ist „minus <math>\cos(x)</math>“ – daher das „+“</p> <p>„Obere Grenze minus untere Grenze“.<br/> Klammer um die untere Grenze, damit man keinen Vorzeichenfehler macht.</p> |

## Aufgabe 2

a)

| Was aufgeschrieben werden sollte      | Kommentare – nur zum Verständnis                                                                                                                          |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $f'(x) = 4x^3 - 2kx$ $= 2x(2x^2 - k)$ | HINWEIS:<br>Eigentlich ein klein bisschen schlampig :-). Die Funktion müsste eigentlich mit einem Index „k“ geschrieben werden: $f_k(x)$ nicht nur $f(x)$ |
|                                       | Ableitung bilden                                                                                                                                          |
|                                       | Ausklammern, damit es so aussieht wie in der Aufgabe                                                                                                      |

b)

| Was aufgeschrieben werden sollte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Kommentare – nur zum Verständnis                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Notwendig: <math>f'(x) = 0</math></p> $2x(2x^2 - k) = 0$ $x_1 = 0 \quad \text{oder} \quad 2x^2 - k = 0$ $x^2 = \frac{1}{2}k$ $x_{2,3} = \pm \sqrt{\frac{1}{2}k}$<br>$x = \sqrt{\frac{1}{2}k}$ da nur hier Tiefpunkte & achsensymmetrisch<br>$\rightarrow f\left(\sqrt{\frac{1}{2}k}\right) = -1$<br>$\left(\sqrt{\frac{1}{2}k}\right)^4 - k \cdot \left(\sqrt{\frac{1}{2}k}\right)^2 = -1$<br>$\frac{1}{4}k^2 - k \cdot \frac{1}{2}k = -1$<br>$\frac{1}{4}k^2 - \frac{1}{2}k^2 = -1$<br>$-\frac{1}{4}k^2 = -1$<br>$k^2 = 4$<br>$k = \pm 2$<br>$k = 2$ |                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Satz vom Nullprodukt                                                                                                                                                                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Aus dem Graphen erkennt man, dass die Tiefpunkte nicht bei $x=0$ sein können. Die hinreichende Bedingung kann hier weggelassen werden, weil man am Graph sieht, dass es nur Extrema und KEINE Sattelpunkt gibt. |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Der y-Wert des Tiefpunktes soll -laut Aufgabe- $y=-1$ sein. Den y-Wert berechnet man mit der Funktion – nicht mit der Ableitung. Also gleichsetzen ...                                                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Den (hässlichen x-Wert) in die Funktionsgleichung einsetzen ... und nach „k“ auflösen                                                                                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Quadrat und Wurzel heben sich auf ...                                                                                                                                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Da -laut Aufgabe- nur positive k erlaubt sind                                                                                                                                                                   |

### Aufgabe 3

a)

| Was aufgeschrieben werden sollte                                                                                                                                                                                                                                        | Kommentare – nur zum Verständnis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $f'(x) = 2 \cdot e^{-\frac{1}{100}t} + 2 \cdot t \cdot \left(-\frac{1}{100}\right) \cdot e^{-\frac{1}{100}t}$ $= e^{-\frac{1}{100}t} \cdot \left(2 - 2 \cdot t \cdot \frac{1}{100}\right)$ $= 2 \cdot \left(1 - t \cdot \frac{1}{100}\right) \cdot e^{-\frac{1}{100}t}$ | <p>HINWEISE:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>„Rate“ meint „Änderungsrate“ bzw. „Änderung“ pro Zeit</li> <li>„Term“ ist ein Teil „Stück Mathematik“, meist ein Teil einer Gleichung</li> </ol> <p>Ableitung bilden mit Produktregel (unter anderem das „+“) &amp; Kettenregel<br/>Zum Wiederholen &amp; Üben</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Produktregel gibt's hier: <a href="https://hls.bplaced.net/ibis/index.php?U=0&amp;SID=14">https://hls.bplaced.net/ibis/index.php?U=0&amp;SID=14</a></li> <li>Kettenregel gibt's hier: <a href="https://hls.bplaced.net/ibis/index.php?U=0&amp;SID=15">https://hls.bplaced.net/ibis/index.php?U=0&amp;SID=15</a></li> </ul> <p>Jetzt mit dem „gewünschten Ergebnis“ vergleichen:<br/>Man muss noch eine 2 ausklammern,<br/>das „t“ hinter den Bruch statt davor und<br/>den Exponentialterm hinter die Klammer schreiben</p> |

b)

| Was aufgeschrieben werden sollte                                                                                                                                                                                                                           | Kommentare – nur zum Verständnis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Notwendig: <math>f'(t) = 0</math></p> $2 \cdot \left(1 - t \cdot \frac{1}{100}\right) \cdot e^{-\frac{1}{100}t} = 0$ $\leftrightarrow \left(1 - t \cdot \frac{1}{100}\right) = 0$ $t = 100$ <p>100 Tage nach der ersten Infizierung eines Computers</p> | <p>Wir suchen den Hochpunkt. Da f laut Aufgabe die „Rate“ angibt, brauchen wir den Hochpunkt von f.</p> <p>Satz vom Nullprodukt – es genügt sich die Klammer anzusehen</p> <p>Die hinreichende Bedingung kann hier weggelassen werden, weil die Aufgabe explizit sagt, dass es einen Hochpunkt gibt und <math>t=100</math> die einzige mögliche Stelle eines Extremums ist.</p> <p>Bei Anwendungsaufgaben immer einen (kurzen) Antwortsatz, der sich auf die Frage bezieht.</p> |

c)

| Was aufgeschrieben werden sollte    | Kommentare – nur zum Verständnis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $1000 \cdot \int_7^{14} f(t) \, dt$ | <p>Die Funktion f gibt die ÄNDERUNG PRO ZEIT an.<br/>Will man die Anzahl haben muss man integrieren</p> <p>Der Faktor 1000 kommt daher, dass f die Rate in der Einheit „Eintausend Computer pro Tag“ angibt.</p> <p>HINWEIS:<br/>Bei einer solchen Aufgabenstellung müssen ALLE Infos der Aufgabe im Term auftauchen, also aufpassen auf:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Was brauche ich (Funktion, Ableitung, Integral ...)</li> <li>Grenzen des Integrals</li> <li>Korrekte Variablennamen (hier ein „t“ kein „x“)</li> <li>Eventuelle Einheiten (hier die 1000 pro Tag)</li> </ul> |

## Aufgabe 4

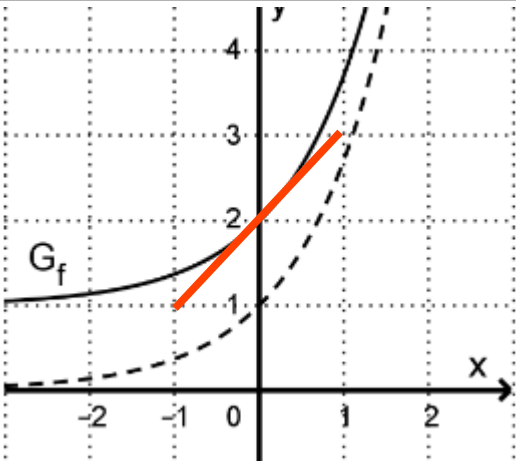
a)

| Was aufgeschrieben werden sollte | Kommentare – nur zum Verständnis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                  | <p>HINWEIS:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Die Definition der Symmetrien ist: <ul style="list-style-type: none"> <li>achsensymmetrisch zur y-Achse <math>\rightarrow f(-x) = f(x)</math></li> <li>punktsymmetrisch zum Ursprung <math>\rightarrow f(-x) = -f(x)</math></li> <li>Symmetrie wiederholen?</li> </ul> </li> <li>„Angaben“ bedeutet, dass man ohne jeden Kommentar die Lösung hinschreiben könnte</li> </ol> |
| Für f: H(-2 1)                   | Da f achsensymmetrisch ist muss der Hochpunkt genau auf der anderen Seite der y-Achse liegen. (x mit (-1) multiplizieren)                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Für g: T(-2 -1)                  | Da g punktsymmetrisch ist muss der Hochpunkt am Ursprung gespiegelt werden. Dann ist er natürlich ein Tiefpunkt ;-)<br>Also x UND y-Wert mit (-1) multiplizieren.                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                  | <p>Wenn man keine Ahnung hat mal ,ne Skizze machen einer f(x) symmetrisch zur y-Achse mit Hochpunkt H(2 1), der andere g(x) symmetrisch zum Ursprung mit H(2 1)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                 |

b)

| Was aufgeschrieben werden sollte                                          | Kommentare – nur zum Verständnis                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                           | <p>HINWEIS:</p> <p>Die Definition der Symmetrien ist:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>achsensymmetrisch zur y-Achse <math>\rightarrow f(-x) = f(x)</math></li> <li>punktsymmetrisch zum Ursprung <math>\rightarrow f(-x) = -f(x)</math></li> </ul> |
| $h(x) = f(x) \cdot (g(x))^3$                                              |                                                                                                                                                                                                                                                               |
| $h(-x) = f(-x) \cdot (g(-x))^3$                                           | Zum Nachweis von Symmetrie immer zuerst mal den „Wert“ für „x“ ausrechnen, (also für jedes x ein „-x“ einsetzen)                                                                                                                                              |
| $= f(x) \cdot (g(-x))^3$                                                  | f ist achsensymmetrisch, also gilt, dass $f(-x) = f(x)$ ist                                                                                                                                                                                                   |
| $= f(x) \cdot (-g(x))^3$                                                  | g ist punkt-symmetrisch, also gilt, dass $g(-x) = -g(x)$                                                                                                                                                                                                      |
| $= f(x) \cdot (-g(x))^3$                                                  | Da „-“ hoch 3 wieder „-“ ergibt, kann man das Minuszeichen vorziehen                                                                                                                                                                                          |
| $= -f(x) \cdot g(x)^3$                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Die Funktion h ist punktsymmetrisch zum Ursprung, da $h(-x) = -h(x)$ ist. | Nochmal die Definition der Symmetrie anwenden                                                                                                                                                                                                                 |

## Aufgabe 5

| Was aufgeschrieben werden sollte | Kommentare – nur zum Verständnis                                                                                                                               |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                  |                                                                              |
| Die Steigung ist 1               | Eine Tangente einzeichnen (so gut's geht) und deren Steigung bestimmen über den Differenzenquotienten $m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$ (das Steigungsdreieck) |

b)

| Was aufgeschrieben werden sollte                                                    | Kommentare – nur zum Verständnis                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                     | <b>HINWEISE:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>Eine Schar ist eine Funktion, die noch einen Parameter hat (hier das c), den schreibt man als Index an die Funktion, um klar zu machen, dass es eine Schar ist.</li> <li><math>k \in \mathbb{R}^+</math> bedeutet „c ist irgendeine Zahl die größer ist als 0“</li> </ol> |
| $t: y = m_t \cdot x + b$                                                            | Tangente ist eine Gerade                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| $m_t = g_c'(x)$                                                                     | Die Steigung der Tangente ist die Steigung des Graphen von g an der Stelle $x=0$ , weil die Tangente im Punkt $B(0 g(0))$ berühren soll.                                                                                                                                                                                          |
| $m_t = c$                                                                           | Die Steigung von $G_f$ ist genau 1 (Aufgabe a)<br>Wenn man diesen Graph in y-Richtung mit dem Faktor c steckt (nach oben und unten in die Länge zieht), ändert man die Steigung dieser Tangente um den gleichen Faktor c. Es ist also $m; t = 1 \cdot c = c$ .                                                                    |
| $B(0 g_c(0))$                                                                       | Wir brauchen noch einen Punkt um c zu bestimmen.<br>Der Punkt hat den x-Wert 0.                                                                                                                                                                                                                                                   |
| $y = g_c(0)$                                                                        | Y-Wert berechnen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| $= 2c$                                                                              | Der y-Wert von $G_f$ an der Stelle $x=0$ (Schnittpunkt mit der y-Achse) ist 2.<br>Wenn man diesen Graph in y-Richtung mit dem Faktor c steckt (nach oben und unten in die Länge zieht), ändert man diesen Wert um den gleichen Faktor c., es ist also $y = 2 \cdot 2$                                                             |
| $t: y = m_t \cdot x + b$<br>$y = c \cdot x + b$<br>$2c = c \cdot 0 + b$<br>$2c = b$ | Einsetzen der Steigung und Punktprobe mit B in der Tangentengleichung, um b zu bestimmen                                                                                                                                                                                                                                          |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| $t: y = cx + 2c$                                                                    | Tangentengleichung aufschreiben                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| $t(x) = 0$<br>$cx + 2c = 0$<br>$cx = -2c \quad   :c$<br>$x = -2$                    | Wir sollen den Schnittpunkt der Tangente mit der y-Achse berechnen, also Nullstelle der Tangente berechnen.                                                                                                                                                                                                                       |