Prof.Dr.Göbel	Mathematik 1 MD 1 Prüfung B zum Beginn des Semesters	SS 2008
Name	Codewort	Matr.-Nr.

Letzte Wiederholung der Prüfung gemäß RPO ○ Ja ☒ Nein

Ich bestätige mit meiner Unterschrift, dass ich diese Klausur alleine und nur mit den zugelassenen Hilfsmitteln bearbeitet habe

Unterschrift :

Verwenden Sie nur diese Blätter für Ihre Berechnungen und Lösungen.

Alle Ihre Schritte müssen begründet werden und nachvollziehbar sein!
Bitte tragen Sie Ihre Ergebnisse in die doppelt umrandeten Kästchen ein.

Punkte			
	1. Aufgabe	14	12
	2. Aufgabe	10	8
	3. Aufgabe	6	4
	4. Aufgabe	20	17
	5. Aufgabe	14	5
	6. Aufgabe	10	5,5
	7. Aufgabe	6	0
	Gesamt	80	~~[illegible]~~ 51,5

Bei mindestens 36 Punkten: bestanden!

Note 2,7 Göbel

Zuerst:
Genau lesen

Dann:
Denken

Dann:
Viel Erfolg!

1. Kleinaufgaben

(1) Es sei $A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & a \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & b & 1 \end{pmatrix}$ für reelle Zahlen a, b. Berechnen Sie : A^2, A^3, A^4, A^5. 4 4

Zusatzaufgabe: Geben Sie allgemein für $n \in \mathbb{N}$ die Matrix A^n an. *** 2

			1	0	a	1	0	a	1	0	a	1	0	a
			0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
			0	b	1	0	b	1	0	b	1	0	b	1
1	0	a	1	ab	2a	1	3ab	3a	1	6ab	4a	1	10ab	5a
0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
0	b	1	0	2b	1	0	3b	1	0	4b	1	0	5b	1
				2			3			4			5	

$$A^n = \begin{pmatrix} 1 & \frac{n^2-n}{a} & n \cdot a \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & n \cdot b & 1 \end{pmatrix}$$

$0{,}5 \xrightarrow{2} 1 \xrightarrow{3} 2 \xrightarrow{4} 2{,}5 \xrightarrow{5} 3$

$0 \to 1 \to 3 \to 6 \to 10 \to 15 \to$

$2n-2$

$(n-1)+(n-1) =$

$= n-1+n-1$

$(n+1)+(n-1)$

$\frac{n}{2}(n-1)\ \frac{n}{2}\quad (n-1)\cdot n \quad 1 \quad 3 \quad 6$

(2) Ist die Aussageverbindung. $(\neg p \to q) \leftrightarrow \neg(\neg q \wedge \neg p)$ eine Tautologie?
Falls ja: Formulieren Sie die Tautologie mit Hilfe der semantischen Äquivalenz.

p	q	($\neg$p	$\to$	$\neg$q)	$\leftrightarrow$	$\neg$	(q	$\wedge$	$\neg$p)
W	W	F	W	F	W	W	W	F	F
W	F	F	W	W	W	W	F	F	F
F	W	W	F	F	W	F	W	W	W
F	F	W	W	W	W	W	F	F	W
Reihenfolge		1.	5.	2.	8.	7	3.	6	4.

Die Aussagenverb. ist eine Tautologie 4 4

$(\neg p \to q) \Leftrightarrow \neg(\neg q \wedge \neg p)$

Das haben Sie aber nicht gezeigt! 4

Fortsetzung Kleinaufgaben

(3) Berechnen Sie *(muss nicht vollständig ausgerechnet werden!)* $\sum_{i=1}^{2007} \binom{2008}{i} = \frac{2008}{1} + \frac{2008 \cdot 2007}{2} + \frac{2008 \cdot 2007 \cdot 2006}{6} + \ldots + \frac{2008}{1}$ $= 2^{2008} - 2$!	2 0

(4) Betrachtet wird die Abbildung $f : \mathbb{N}_0 \times \mathbb{N}_0 \rightarrow \mathbb{N}$ $(n,k) \mapsto \binom{n}{k}$ *(Binomialkoeffizient n über k!)* $\begin{matrix} a \\ b \end{matrix} \rightarrow c$ Überprüfen Sie, ob diese Abbildung total, injektiv, surjektiv oder bijektiv ist.	4
Diese Abbildung ist total: ja / nein , denn: $D_f = \{n,k\}$ Paare! D_f = Menge der Startzustände	0
Diese Abbildung ist injektiv: ja / nein , denn: $\binom{n}{k}$ hat mehrere Urbilder welche denn ???	0,5
Diese Abbildung ist surjektiv: ja / nein , denn: weil ~~$\binom{n}{k}$ ein Urbild hat~~ keine Begründung!	0,5
Diese Abbildung ist bijektiv: ja / nein , denn: nicht injektiv	1

$2008 \cdot (1 + 2007 (\frac{1}{2} \qquad) + 1)$

3) $\binom{2008}{1} + \binom{2008}{2} + \binom{2008}{3} + \binom{2008}{4} + \ldots + \binom{2008}{2007}$

$\frac{2008!}{1! \, \cancel{2007!}} + \frac{2008 \cdot 2007}{2! \, \cancel{2006!}} + \frac{2008 \cdot 2007 \cdot 2006}{3!} + \frac{2008 \cdot 2007 \cdot 2006 \cdot 20}{4!}$

$\ldots + \frac{2008!}{2007! \, 1!}$ Alles nicht falsch, aber....

$2008 + 2015028 + 1347382056 + \ldots$ Tja...

2. Es seien u, v, w $\in \mathbb{R}^3$ und $\alpha, \beta \in \mathbb{R}$.
Überprüfen Sie, ob die folgenden Ausdrücke definiert sind.
Falls ja: geben Sie an, ob es sich dabei um einen Vektor oder eine reelle Zahl handelt und vereinfachen Sie weitestgehend.
(Im Nenner stehende Ausdrücke werden dabei als ungleich Null vorausgesetzt)

10

8

a. $\frac{\alpha \cdot \langle u,v \rangle \cdot u}{\langle \alpha \cdot v,u \rangle} = \frac{\cancel{(\alpha u_1v_1+\alpha u_2v_2+\alpha u_3v_3)} \cdot u}{\cancel{(\alpha u_1v_1+\alpha u_2v_2+\alpha u_3v_3)}} = u$ Vektor

b. $\frac{\langle u+v,w \rangle \cdot \alpha \cdot \cancel{(u+v)}}{\beta \cdot \cancel{(v+u)}} = \frac{(u_1w_1+v_1w_1+u_2w_2+v_2w_2+u_3w_3+v_3w_3)\cdot\alpha}{\beta}$

Vektoren dürfen nicht dividiert werden!

f

reele Zahl

c. $\frac{\langle u,u \rangle}{|u|} = \frac{u_1^2+u_2^2+u_3^2}{\sqrt{u_1^2+u_2^2+u_3^2}} =$

$= \sqrt{\frac{(u_1^2+u_2^2+u_3^2)^2}{\cancel{u_1^2+u_2^2+u_3^2}}} = \sqrt{u_1^2+u_2^2+u_3^2} = |u|$ reelle Zahl

d. $\frac{\langle u+u,u+u \rangle}{\langle u+u,u \rangle} = \frac{\overbrace{u_1^2+u_1^2+u_1^2+u_1^2}^{4u_1^2} + 4u_2^2+4u_3^2}{2u_1^2+2u_2^2+2u_3^2} = 2$

reelle Zahl

e. $\langle \langle v,w \rangle \cdot u, \langle v,w \rangle \rangle$ nicht definiert, da für das Skalarprodukt nur Vektoren als Parameter zulässig sind

e.) $\langle v,w \rangle = v_1w_1+v_2w_2+v_3w_3$

$\frac{10}{10} = \frac{100}{100}$ $\frac{10}{\sqrt{101}} \neq \frac{100}{10}$ $\langle v,w \rangle \cdot u = v_1w_1$

Bis auf b. (sehr schade!) : prima

Begründungen nicht vergessen!

3. Bestimmen Sie <u>alle</u> Lösungen der folgenden Gleichungen	
a. $2^{x+1} \cdot 5^{x-1} = 3^{x+2}$: $x \approx$ 2,5860 ✓ 2	
b. $9^x - 1 = 3^{-x} - 3^x$: $x =$ 0 Ergebnis: richtig Weg: t.w. falsch. 1	
c. $\lg(x+1) - \lg((x^2-1)(x+2)) = \lg\left(\frac{1}{x-1}\right)$ ← $x>1$! 1 $x =$ −1 f	6 4

a.) $2^{x+1} \cdot 5^{x+1} = 3^{x+2}$ $/ \lg$

$(x+1)\cdot\underbrace{\lg(2)}_{1} + \lg(5)(x+1) = (x+2)\lg(3)$

$\lg(2)x + 1\lg(2) + \lg(5)x + \lg(5) = \lg(3)x + \lg(3)\cdot 2$ $/-\lg(3)x / -\lg(5) / -\lg(2)$

$\lg(2)x + \lg(5)x - \lg(3)x = \lg(3)\cdot 2 - \lg(5) - 1$

$x = \frac{\lg(3)\cdot 2 - \lg(5) - \lg(2)}{\lg(2) + \lg(5) - \lg(3)} \approx -0{,}0875$

b) $9^x - 1 = \underbrace{3^{-x}}_{\frac{1}{3^x}} - 3^x$

$9^x - 1 = \frac{1}{3^x} - 3^x$ $/\lg$

$\lg(9^x - 1) = \lg\left(\frac{1-3^{2x}}{3^x}\right)$

$\lg(9^x - 1) = \lg(1-3^{2x}) - \lg 3^x$

c.) $\lg(x+1) - \lg((x^2+1)(x+2)) = \lg\left(\frac{1}{x-1}\right)$

$\lg\left(\frac{\cancel{x+1}}{\cancel{(x+1)}(x-1)(x+2)}\right) = \lg\left(\frac{1}{x-1}\right)$ $/10^*$

$\frac{1}{(x-1)(x+2)} = \frac{1}{x-1}$ $/\cdot(x-1)$ Rechnung ok!

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

$x+2 = 1$ $x = -1$

$1-2$

a.) $2^{x+1} \cdot 5^{x-1} = 3^{x+2} \quad /\lg$

$(x+1)\lg 2 + (x-1)\lg 5 = (x+2)\lg 3$

$x\lg 2 + \lg 2 + x\lg 5 - \lg 5 = x\lg 3 + 2\lg 3 \quad / + \lg 5 \;/ - \lg 2 \;/ - x\lg 3$

$x\lg 2 + x\lg 5 - x\lg 3 = 2\lg 3 + \lg 5 - \lg 2$

$x = \dfrac{2\lg 3 + \lg 5 - \lg 2}{\underbrace{\lg 2 + \lg 5 - \lg 3}_{1}} \approx 2{,}5860$ ✓

b.) $9^x - 1 = 3^{-x} - 3^x$

$3^{2x} - 1 = \dfrac{1}{3^x} - 3^x$

$3^{2x} - 1 = \dfrac{1 - 3^{2x}}{3^x}$ ✓

$3^{2x} - 1 = \dfrac{3^{2x} - 1}{-3^x} \quad /:(3^{2x} - 1)$

Das dürfen Sie nur machen, wenn es ungleich 0 ist, also $3^{2x} \neq 1$, also $x \neq 0$ ist!

$1 = -\dfrac{1}{3^x}$

Das kann nicht sein! $3^x = -1 \quad /\lg$

$x\lg 3 = \lg(-1)$ nicht definiert!

$x = \dfrac{\lg -1}{\lg 3} = 0$ wieso denn das?

4. Gegeben sind die reellen Funktionen $f(x) = \frac{1-x}{x}$ und $g(x) = \frac{x}{x-1}$

a. Bestimmen Sie für f und g jeweils den maximalen Definitionsbereich und den Bildbereich..

b. Geben Sie die Zuordnungsvorschriften der unten stehenden Funktionen an und **vereinfachen Sie so weit wie möglich**.
Bestimmen Sie jeweils den maximalen Definitionsbereich

Zusatzaufgabe: Geben Sie auch jeweils den Bildbereich an.

2 — 1,5
18 — 12,5
*** — 3 — $\frac{G}{20}$

	Zuordnungs-vorschrift	Definitions-bereich	Bild-bereich
a.	$f(x) = \frac{1-x}{x}$	$D_f = \mathbb{R}\setminus\{0\}$ ✓	$B_f = \mathbb{R}\setminus\{-1\}$ ✓
	$g(x) = \frac{x}{x-1}$	$D_f = \mathbb{R}\setminus\{1\}$ ✓	$B_f = \mathbb{R}\setminus\{0\}$ f
b.	$(f \cdot g)(x) = -1$ ✓	$D_f = \mathbb{R}$ f	Zusatz $B_f = \{-1\}$ ✓
	$\frac{f}{g}(x) = \frac{2x - x^2 - 1}{x^2}$ ✓ $= -\left(\frac{x-1}{x}\right)^2$!	$D_f = \mathbb{R}\setminus\{0\}$ ✓	$B_f = \mathbb{R}\setminus\{-1\}$ f f
	$(g \circ f)(x) = \frac{1-x}{1-2x}$ ✓	$D_f = \mathbb{R}\setminus\{\frac{1}{2}\}$ ✓	$B_f = \mathbb{R}\setminus\{\frac{1}{2}\}$ ✓
	$(f \circ g)(x) = -\frac{1}{x}$ ✓	$D_f = \mathbb{R}\setminus\{0\}$ ✓	$B_f = \mathbb{R}\setminus\{0\}$ −1
	$g^2(x) = (g \circ g)(x) = x$ ✓	$D_f = \mathbb{R}$ f	$B_f = \mathbb{R}$ f
	$g^{-1}(x) = \frac{1}{g(x)} = \frac{x-1}{x} = 1 - \frac{1}{x}$ f	$D_f = \mathbb{R}\setminus\{0\}$ (✓) f	$B_f = \mathbb{R}\setminus\{1\}$ (✓) f

Umkehr-Abb.! f

a) B_{f}: $y = \frac{1-x}{x} \Rightarrow yx = 1 - x \quad / +x$

$yx + x = 1$

$x(y+1) = 1$

$x = \frac{1}{y+1} \Rightarrow y$ ~~darf~~ kann nicht -1 sein ✓

B_{f_g}: $y = \frac{x}{x-1}$

$y(x-1) = x \quad /:y\ /:x$

$\frac{x-1}{x} = y$

b) $(f \cdot g)(x) = \frac{1-x}{x} \cdot \frac{x}{x-1} = \frac{x - x^2}{x^2 - x} = -\frac{x - x^2}{x - x^2} = -1$

$\frac{f}{g}(x) = \frac{\frac{1-x}{x}}{\frac{x}{x-1}} = \frac{(1-x)\cdot(x-1)}{x \cdot x} = \frac{x - x^2 - 1 + x}{x^2} = \frac{2x - x^2 - 1}{x^2} =$

$= -\frac{(x-1)(x-1)}{x \cdot x}$!

4b.) $g\circ f(x) = \frac{\frac{1-x}{x}}{\frac{1-x}{x}-1} = \frac{\frac{1-x}{x}}{\frac{1-x-x}{x}} = \frac{(1-x)\cancel{x}}{\cancel{x}(1-x-x)} = \frac{1-x}{1-2x}$

$f\circ g(x) = \frac{1-\frac{x}{x-1}}{\frac{x}{x-1}} = \frac{\frac{\cancel{x}-1-\cancel{x}}{x-1}}{\frac{x}{x-1}} = \frac{-1\cdot\cancel{(x-1)}}{\cancel{(x-1)}\cdot x} = -\frac{1}{x}$

$g^2(x) = \frac{\frac{x}{x-1}}{\frac{x}{x-1}-1} = \frac{\frac{x}{x-1}}{\frac{x-(x-1)}{x-1}} = \frac{\frac{x}{x-1}}{\frac{\cancel{x-x}+1}{x-1}} = \frac{x\cdot\cancel{(x-1)}}{\cancel{x-1}}$

$= x$

$g^{-1}(x) \neq \frac{1}{g(x)} = \frac{x-1}{x}$

$y = 1-\frac{1}{x}$

$y-1 = -\frac{1}{x}$

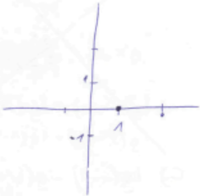
$x = -\frac{1}{y-1}$

$x = \frac{1}{1-y}$

?

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

$y = \frac{2x-x^2-1}{x^2} = \frac{2}{x}-1-\frac{1}{x^2}$



5.

Betrachtet werden für reelle Zahlen r : $A(r) = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 1 & 3 & 0 \\ 2 & 3 & r^2-1 \end{pmatrix}$ und $b(r) = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ r+3 \end{pmatrix}$

14

5

Bestimmen Sie alle Werte von r, für die das Lineare Gleichungssystem $A(r) \cdot x = b(r)$

(i) keine Lösung besitzt,
(ii) genau eine Lösung besitzt,
(iii) unendlich viele Lösungen besitzt.

Geben Sie bei den Fällen (ii) und (iii) die Lösungsmengen $\mathbb{L}_{(ii)}$ bzw. $\mathbb{L}_{(iii)}$ an.

Verwenden Sie den Gaußschen Algorithmus!

Ergebnis:

(i) Keine Lösung, wenn r $= \pm 2$ wieso? nur + 2 $\boxed{1}$ f

Und allgemein für r?

(ii) Genau eine Lösung, wenn r $\neq \pm 2$ $= -2$!

$\mathbb{L}_{(ii)}$ = z.B. $A(0): \mathbb{L}_{(ii)} = \left\{ \begin{pmatrix} \frac{?}{2} \\ \frac{1}{2} \\ -\frac{1}{2} \end{pmatrix} \right\}$ $\boxed{1}$ $A(3): \mathbb{L}_{(ii)} = \left\{ \begin{pmatrix} -2 \\ 2 \\ 1 \end{pmatrix} \right\}$

(iii) Unendlich viele Lösungen, wenn r ___ f $\mathbb{L}_{(iii)} = \{\}$ f

$\boxed{1}$

$$\begin{array}{cccc} 1 & 2 & 1 & 1 \\ 1 & 3 & 0 & 2 \\ 2 & 3 & r^2-1 & r+3 \end{array}$$

NR: $\frac{r+2}{(r^2-2^2)} = \frac{\cancel{r+2}}{(r-2)\cancel{(r+2)}} = \frac{1}{r-2} = c$

Das ist nicht eindeutig.

$c = 0$: nicht möglich

$c \neq 0$: 1L

$$\begin{array}{cccc} 1 & 2 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & -1 & 1 \\ 0 & -1 & r^2-3 & r+1 \end{array} \quad /\cdot(-1)\ /\cdot(-2)$$

$\boxed{1}$ $\boxed{3}$

$$\begin{array}{cccc} 1 & 2 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & -1 & 1 \\ 0 & 0 & r^2-4 & r+2 \end{array} \quad /\cdot(1)$$

$\boxed{\frac{1}{r^2-4}}$

⊛ Das geht doch nur, wenn $r^2-4 \neq 0$! Hier muss die Fallunterscheidung gemacht werden!

$\frac{1}{2} \quad 1 \quad -\frac{1}{2}$

$$\begin{array}{cccc} 1 & 2 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & -1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & \underbrace{\frac{r+2}{r^2-4}}_{=\frac{1}{r-2}} \end{array}$$

6. Betrachtet wird wie in Aufgabe 5 die Matrix $A(r) = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 1 & 3 & 0 \\ 2 & 3 & r^2-1 \end{pmatrix}$

10

5,5

a. Bestimmen Sie det(A(r)).
b. Bestimmen Sie alle $r \in \mathbb{R}$, für die A(r) invertierbar ist.
c. Wählen Sie ein $r \in \{-2, 0, 2\}$, für das A(r) invertierbar ist, und berechnen Sie die Inverse. ***Verwenden Sie den Gauß-Jordan-Algorithmus.***
d. Wählen Sie ein $r \in \{-2, 0, 2\}$, für das A(r) nicht invertierbar ist, und stellen Sie die 3. Spalte von A(r) als Linearkombination der ersten beiden Spalten dar.

a. det(A(r)) = $\left(\frac{1}{r^2-4}\right)^{-1}$ = $r^2 - 4$! 1

b. A(r) ist invertierbar für r $= 0$ Sind das alle? 0,5

c. Die Inverse von A(0) ist $\begin{pmatrix} 12 & -5 & 3 \\ -3 & 2 & 1 \\ -2 & 1 & 1 \end{pmatrix}$ f 2

d. 3. Spalte als LK der beiden ersten Spalten für r = -2

$\begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 3 \end{pmatrix} = 3 \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 2 \end{pmatrix} + (-1) \begin{pmatrix} 2 \\ 3 \\ 3 \end{pmatrix}$ ✓ 2

$\begin{matrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{matrix} \quad \begin{matrix} 12 & -5 & -3 \\ -3 & 2 & 1 \\ -2 & 1 & 1 \end{matrix}$

Schade, dass Sie nicht die „Probe" gemacht haben!

d) $\left(\begin{array}{cc|c} 1 & 2 & 1 \\ 1 & 3 & 0 \\ 2 & 3 & 3 \end{array}\right)$

$\left(\begin{array}{cc|c} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 1 & -1 \\ 0 & -1 & 1 \end{array}\right)$ $|-1 \quad |-2$

$\Longrightarrow$ $x_2 = -1$, $x_1 = 3$

/1

6a) $\boxed{1}$

$$\left(\begin{array}{ccc|c} 1 & 2 & 1 & 0 \\ 1 & 3 & 0 & 0 \\ 2 & 3 & r^2-1 & 0 \end{array}\right)$$

$$\left(\begin{array}{ccc|c} 1 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 \end{array}\right) \cdot(-1)$$

...

Siehe Bsp 5. da kann man die Multiplikatoren für die Det. ablesen

$\Rightarrow \det(A(r)) = \frac{1}{r^2-4} =$

c.) ~~Ansatz am Ende des LA von Bsp 5 fort.~~

$$\boxed{1}\left(\begin{array}{ccc|ccc} 1 & 2 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 3 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 2 & 3 & -1 & 0 & 0 & 1 \end{array}\right)$$

$$\left(\begin{array}{ccc|ccc} 1 & 2 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & -3 & -2 & 0 & 1 \end{array}\right) (-1)\ /(-2)$$

$\boxed{1}$

$$\left(\begin{array}{ccc|ccc} 1 & 2 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -4 & -3 & 1 & 1 \end{array}\right) /1$$

$\boxed{-\frac{1}{4}}$

$$\left(\begin{array}{ccc|ccc} 1 & 2 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -3 & 1 & 1 \end{array}\right) (1)(-1)\uparrow$$

$\frac{3}{4}\ \frac{1}{4}\ \frac{1}{4}$

Sie müssen doch die ganze Zeile mit $-\frac{1}{4}$ mult.!

$$\left(\begin{array}{ccc|ccc} 1 & 2 & 0 & 4 & -1 & -1 \\ 0 & 1 & 0 & -4 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & -2 & 1 & 1 \end{array}\right) (-2)$$

$\rightarrow$

7. Überprüfen Sie, ob die Funktion f(x) an den Stellen x = 0; 1; 3 stetig ist. 6 0

Begründungen nicht vergessen!

$$f(x) = \begin{cases} -x & x \le 0 \\ \dfrac{1}{x} & 0 < x < 1 \\ -x^2 + 4x - 2 & 1 \le x < 3 \\ 2 & 3 \le x \end{cases}$$

f ist stetig an der Stelle

x = 0 : ja / nein

x = 1 : ja / nein

x = 3 : ja / nein

$f(0) = 0$ ist stetig

$f(1) = -1 + 4 - 2 = 1$ ist stetig

$f(3) = 2$ ist stetig

~~$f(0) = \{ -0 \; \frac{1}{0}$~~

Diese Begründungen stimmen alle nicht!