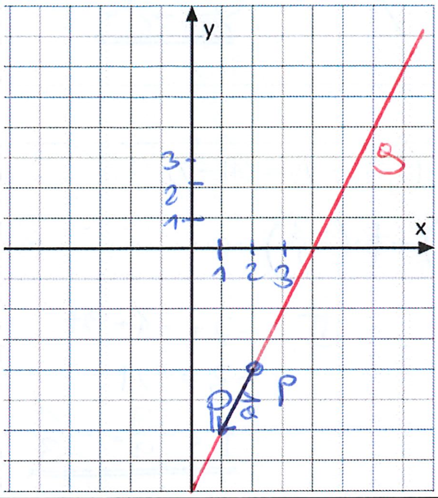
LÖSUNGEN

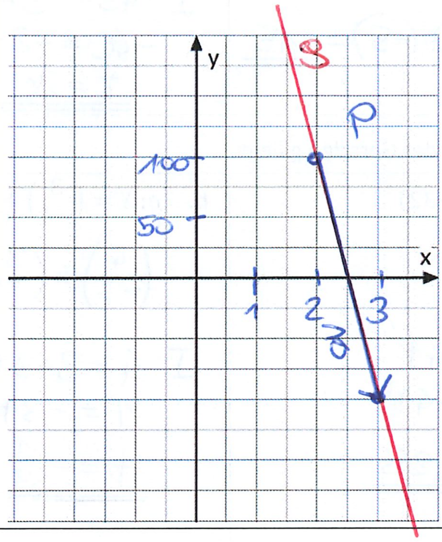
Übungszettel: Geraden im R^2

Bsp. 1) Gegeben ist ein Punkt P und ein Richtungsvektor $\vec{a}$ der Geraden g. Gib eine Parameterdarstellung der Geraden an und zeichne die Gerade in das Koordinatensystem. Skaliere die Achsen passend.

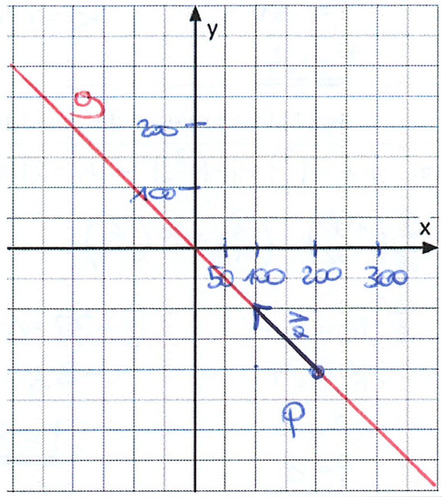
a. $P = (2|-4), \vec{a} = \begin{pmatrix} -1 \\ -2 \end{pmatrix}$



b. $P = (2|100), \vec{a} = \begin{pmatrix} 1 \\ -200 \end{pmatrix}$



c. $P = (200|-200), \vec{a} = \begin{pmatrix} -100 \\ 100 \end{pmatrix}$



Bsp. 2) Vereinfache die Darstellung der Geraden g so, dass die Komponenten des Richtungsvektors ganzzahlig und so klein wie möglich sind.

a. $g: X = \begin{pmatrix} -2 \\ -2 \end{pmatrix} + t \cdot \begin{pmatrix} -0{,}21 \\ -0{,}1 \end{pmatrix}$ $\downarrow \cdot 100$ $g: X = \begin{pmatrix} -2 \\ -2 \end{pmatrix} + t \cdot \begin{pmatrix} -21 \\ -10 \end{pmatrix}$	**b.** $g: X = \begin{pmatrix} 30 \\ 1 \end{pmatrix} + t \cdot \begin{pmatrix} -0{,}15 \\ 0{,}375 \end{pmatrix}$ $\downarrow \cdot 1000$ $g: X = \begin{pmatrix} 30 \\ 1 \end{pmatrix} + t \cdot \begin{pmatrix} -150 \\ 375 \end{pmatrix}$	**c.** $g: X = \begin{pmatrix} 21 \\ 70 \end{pmatrix} + t \cdot \begin{pmatrix} 40 \\ -60 \end{pmatrix}$ $\downarrow :10$ $g: X = \begin{pmatrix} 21 \\ 70 \end{pmatrix} + t \cdot \begin{pmatrix} 4 \\ -6 \end{pmatrix}$

Bsp. 3) Gegeben ist eine Parameterdarstellung einer Geraden. Berechne für die gegebenen Werte von t die Punkte auf dieser Geraden.

a. $g: X = \begin{pmatrix} -2 \\ 2 \end{pmatrix} + t \cdot \begin{pmatrix} -3 \\ 2 \end{pmatrix}$ $t = -3; 10$ $t=-3$: $P_1 = \begin{pmatrix} -2 \\ 2 \end{pmatrix} + (-3) \cdot \begin{pmatrix} -3 \\ 2 \end{pmatrix}$ $= \begin{pmatrix} -2 \\ 2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 9 \\ -6 \end{pmatrix} = \underline{\begin{pmatrix} 7 \\ -4 \end{pmatrix}}$ $t=10$: $P_2 = \begin{pmatrix} -2 \\ 2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -30 \\ 20 \end{pmatrix}$ $= \underline{\begin{pmatrix} -32 \\ 22 \end{pmatrix}}$	**b.** $g: X = \begin{pmatrix} 5 \\ 1 \end{pmatrix} + t \cdot \begin{pmatrix} -4 \\ 8 \end{pmatrix}$ $t = 1;\ 5$ $t=1$: $\underline{P_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 9 \end{pmatrix}}$ $t=5$: $P_2 = \begin{pmatrix} 5 \\ 1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -20 \\ 40 \end{pmatrix}$ $= \underline{\begin{pmatrix} -15 \\ 41 \end{pmatrix}}$	**c.** $g: X = \begin{pmatrix} 2{,}0 \\ 0{,}9 \end{pmatrix} + t \cdot \begin{pmatrix} 0{,}3 \\ -0{,}8 \end{pmatrix}$ $t = 3; 4$ $t=3$: $P_1 = \begin{pmatrix} 2 \\ 0{,}9 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0{,}9 \\ -2{,}4 \end{pmatrix} = \underline{\begin{pmatrix} 2{,}9 \\ -1{,}5 \end{pmatrix}}$ $t=4$: $P_2 = \begin{pmatrix} 2 \\ 0{,}9 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1{,}2 \\ -3{,}2 \end{pmatrix} = \underline{\begin{pmatrix} 3{,}2 \\ -2{,}3 \end{pmatrix}}$

Bsp. 4) Bestimme die fehlende Koordinate des Punktes P so, dass er auf der Geraden g liegt.

a. $g: X = \binom{0}{1} + t \cdot \binom{-5}{3}$ – $P = (\boldsymbol{x}| - 8)$

$\begin{matrix} \text{I} \\ \text{II} \end{matrix} \binom{x}{-8} = \binom{0}{1} + t \cdot \binom{-5}{3}$

$\text{II}\; -8 = 1 + 3t$

$-9 = 3t$

$\underline{\underline{t = -3}}$

in I: $x = (-3) \cdot (-5) = \underline{\underline{+15}}$

b. $g: X = \binom{-3}{6} + t \cdot \binom{-2}{-1}$ – $P = (-43|y)$

$\text{I} \binom{-43}{y} = \binom{-3}{6} + t \cdot \binom{-2}{-1}$

$\text{I}\; -43 = -3 - 2t$

$-40 = -2t$

$\underline{\underline{t = 20}}$

II $y = 6 + 20 \cdot (-1)$

$\underline{\underline{y = -14}}$

Bsp. 5) Überprüfe, ob der Punkt auf der Geraden g liegt.

a. $g: X = \binom{3}{1} + t \cdot \binom{2}{-4}$ – $P_1 = (19|-32)$

$\begin{matrix} \text{I} \\ \text{II} \end{matrix} \binom{19}{-32} = \binom{3}{1} + t \cdot \binom{2}{-4}$

$\text{I}\; 19 = 3 + 2t$

$16 = 2t$

$8 = t$

$\underline{t = 8}$

$\text{II}\; -32 = 1 - 4t$

$-33 = -4t$

$\underline{\underline{t = 8{,}25}}$

b. $g: X = \binom{3}{-4} + t \cdot \binom{-3}{9}$ – $P_2 = (4| - 7)$

$\binom{4}{-7} = \binom{3}{-4} + t \cdot \binom{-3}{9}$

$\text{I}\; 4 = 3 - 3t$

$1 = -3t$

$\underline{\underline{t = -\frac{1}{3}}}$

$\text{II}\; -7 = -4 + 9t$

$-3 = 9t$

$\underline{\underline{t = -\frac{3}{9} = -\frac{1}{3}}}$

Bsp. 6) Gib jeweils eine zu g (1) parallele (2) normale Gerade an, die durch den Punkt P geht.

a. $g: X = \binom{7}{1} + t \cdot \binom{-1}{9}$ – $P = (3|5)$

(1) $g_1: X = \binom{3}{5} + t_1 \cdot \binom{-1}{9}$ $\quad g_1 \parallel g$

(2) $\vec{n}_g = \binom{9}{1}$

$g_2: X = \binom{3}{5} + t_2 \cdot \binom{9}{1}$ $\quad g_2 \perp g$

b. $g: X = \binom{-2}{8} + t \cdot \binom{1}{1}$ – $P = (-1|1)$

(1) $g_1: X = \binom{-1}{1} + t_1 \cdot \binom{1}{1}$ $\quad g_1 \parallel g$

(2) $\vec{n}_g = \binom{-1}{1}$

$g_2: X = \binom{-1}{1} + t_2 \cdot \binom{-1}{1}$ $\quad g_2 \perp g$

Bsp. 7) Gib drei verschiedene Parameterdarstellungen an, die auf die Gerade g normal stehen.

a. $g: X = \binom{4}{1} + t \cdot \binom{-5}{3}$

$\vec{n}_g = \binom{3}{5}$

$g_1: X = \binom{4}{1} + t_1 \binom{3}{5}$

$g_2: X = \binom{4}{1} + t_2 \cdot \binom{6}{10}$

$g_3: X = \binom{4}{1} + t_3 \cdot \binom{-3}{-5}$

b. $g: X = \binom{-4}{2} + t \cdot \binom{1}{-6}$

$\vec{n}_g = \binom{6}{1}$

$g_1: X = \binom{-4}{2} + t_1 \cdot \binom{6}{1}$

$g_2: X = \binom{-4}{2} + t_2 \cdot \binom{-6}{-1}$

$g_3: X = \binom{-4}{2} + t_3 \cdot \binom{12}{2}$

Bsp. 8) Eine Gerade g ist in der Parameterdarstellung gegeben. Bestimme eine Gleichung von g in der **Normalvektorform** und in der **allgemeinen Form**.

a. $g: X = \binom{2}{4} + t \cdot \binom{-1}{5}$ $\vec{n} = \binom{5}{1}$ $g: \binom{5}{1} \cdot X = \binom{5}{1} \cdot \binom{2}{4}$ $g: 5x + y = 14$	**b.** $g: X = \binom{-2}{5} + t \cdot \binom{6}{-1}$ $\vec{n} = \binom{1}{6}$ $g: \binom{1}{6} \cdot X = \binom{1}{6} \cdot \binom{-2}{5}$ $x + 6y = 28$

Bsp. 9) Eine Gerade g ist durch zwei Punkte gegeben. Bestimme eine Gleichung von g in der **Normalvektorform** und in der **allgemeinen Form**.

a. $A = (-4\|3), B = (2\|5)$ $\overrightarrow{AB} = B - A = \binom{2}{5} - \binom{-4}{3} = \binom{6}{2}$ $\vec{n}_{\overrightarrow{AB}} = \binom{-2}{6}$ man könnte auch B nehmen! $g: \binom{-2}{6} \cdot X = \binom{-2}{6} \cdot \binom{-4}{3}$ $-2x + 6y = 26$	**b.** $A = (-1\|4), B = (3\|6)$ $\overrightarrow{AB} = B - A = \binom{3}{6} - \binom{-1}{4} = \binom{4}{2}$ $\vec{n}_{\overrightarrow{AB}} = \binom{-2}{4}$ $g: \binom{-2}{4} \cdot X = \binom{-2}{4} \cdot \binom{-1}{4}$ $-2x + 4y = 18$

Bsp. 10) Eine Gerade h geht durch den Punkt H und steht normal auf die Gerade g. Bestimme für die Gerade h die **allgemeine Geradengleichung**.

a. $g: X = \binom{3}{5} + t \cdot \binom{-2}{7}, H = (2\|-1)$ $RV_g = \binom{-2}{7} = \vec{n}_h$ $h: \binom{-2}{7} \cdot X = \binom{-2}{7} \cdot \binom{2}{-1}$ $-2x + 7y = -11$	**b.** $g: X = \binom{6}{12} + t \cdot \binom{-3}{8}, H = (-1\|2)$ $\vec{n}_h = \binom{-3}{8}$ $\binom{-3}{8} \cdot X = \binom{-3}{8} \cdot \binom{-1}{2}$ $-3x + 8y = 19$

Bsp. 11) Bestimme (1) einen Normalvektor, (2) einen Richtungsvektor der gegebenen Geraden g.

a. $g: X = \binom{3}{-1} + t \cdot \binom{-3}{8}$ $\overrightarrow{RV}_g = \binom{-3}{8}$ $\vec{n}_g = \binom{8}{3}$	**b.** $g: 5x - y = 1$ $\vec{n}_g = \binom{5}{-1}$ $\overrightarrow{RV}_g = \binom{1}{5}$

Bsp. 12) Die Gerade g ist in der allgemeinen Form gegeben. Bestimme drei beliebige Punkt auf der Gerade g.

a. $g: x + 4y = 12$ $x = 12 - 4y$ $y = 1: \quad x = 12 - 4 = 8 \rightarrow (8\|1)$ $y = 2: \quad x = 4 \rightarrow (4\|2)$ $y = 3: \quad x = 0 \rightarrow (0\|3)$	**b.** $g: -3x + y = 9$ $y = 3x + 9$ $x = 0: \quad y = 9 \quad (0\|9)$ $x = 1: \quad y = 12 \quad (1\|12)$ $x = 2: \quad y = 15 \quad (2\|15)$

Bsp. 13) Begründe rechnerisch, ob der Punkt auf der gegebenen Geraden liegt.

a. $g: 3x - 2y = 10 \quad - \quad P_1 = (4\|2), P_2 = (-5\|10)$ $\underline{P_1}$: $3 \cdot 4 - 2 \cdot 2 = 10$ $12 - 4 = 10$ $8 \neq 10$ NEIN $\underline{P_2}$: $-15 - 20 = 10$ $-35 \neq 10$ NEIN	**b.** $g: -x + 4y = 6 \quad - \quad P_1 = (-2\|1), P_2 = (1\| -2)$ $\underline{P_1}$: $2 + 4 = 6$ $6 = 6$ ✓ JA! $\underline{P_2}$: $-1 - 8 = 6$ $-9 \neq 6$ NEIN!

Bsp. 14) Gib die Gerade in der **Parameterdarstellung** an.

a. $g\colon 3x + y = 15$	**b.** $g\colon 2x - 4y = 6$
(1) $\vec{n}_g = \begin{pmatrix} 3 \\ 1 \end{pmatrix} \rightsquigarrow \vec{RV}_g = \begin{pmatrix} 1 \\ -3 \end{pmatrix}$	(1) $\vec{n}_g = \begin{pmatrix} 2 \\ -4 \end{pmatrix} \rightsquigarrow \vec{RV}_g = \begin{pmatrix} 4 \\ 2 \end{pmatrix}$
(2) Punkt: $y = 15 - 3x$	(2) $P = \begin{pmatrix} 5 \\ 1 \end{pmatrix}$
$x = 0 \rightarrow y = 15$	
$P = \begin{pmatrix} 0 \\ 15 \end{pmatrix}$	
$\rightsquigarrow g: X = \begin{pmatrix} 0 \\ 15 \end{pmatrix} + t \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ -3 \end{pmatrix}$	$\rightsquigarrow g: X = \begin{pmatrix} 5 \\ 1 \end{pmatrix} + t \cdot \begin{pmatrix} 4 \\ 2 \end{pmatrix}$

Bsp. 15) Eine Gerade ist durch die Punkte A und B gegeben. Gib diese Gerade **(1)** in **Parameterdarstellung, (2)** in **Normalvektordarstellung, (3)** in **allgemeiner Form** und **(4)** als **lineare Funktion** an.

a. $g\colon A = (3\vert 9), B = (7\vert 5)$	**b.** $g\colon A = (-3\vert 1), B = (8\vert 6)$
$\vec{AB} = \begin{pmatrix} 4 \\ -4 \end{pmatrix}$	$\vec{AB} = \begin{pmatrix} 11 \\ 5 \end{pmatrix}$
(1) $\underline{g: X = \begin{pmatrix} 3 \\ 9 \end{pmatrix} + t \cdot \begin{pmatrix} 4 \\ -4 \end{pmatrix}}$	(1) $\underline{g: X = \begin{pmatrix} -3 \\ 1 \end{pmatrix} + t \cdot \begin{pmatrix} 11 \\ 5 \end{pmatrix}}$
(2) $\vec{n}_g = \begin{pmatrix} 4 \\ 4 \end{pmatrix}$	(2) $\vec{n}_g = \begin{pmatrix} 5 \\ -11 \end{pmatrix}$
$\underline{\begin{pmatrix} 4 \\ 4 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} 4 \\ 4 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 3 \\ 9 \end{pmatrix}}$	$\underline{\begin{pmatrix} 5 \\ -11 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} 5 \\ -11 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} -3 \\ 1 \end{pmatrix}}$
(3) $\underline{4x + 4y = 48}$ $\vert :4$	(3) $\underline{5x - 11y = -26}$ $\vert -5x$
(4) $x + y = 12$ $\vert -x$	(4) $-11y = -5x - 26 \vert :(-11)$
$\underline{y = -x + 12}$	$\underline{y = \frac{5}{11}x + \frac{26}{11}}$

Bsp. 16) Ermittle die **Lagebeziehung** der Geraden.

$g: X = \begin{pmatrix}4\\1\end{pmatrix} + t\cdot\begin{pmatrix}3\\-1\end{pmatrix}$ $\quad h: X = \begin{pmatrix}-7\\7\end{pmatrix} + s\cdot\begin{pmatrix}-2\\5\end{pmatrix}$ $\begin{pmatrix}3\\-1\end{pmatrix} \nparallel \begin{pmatrix}-2\\5\end{pmatrix}$ SCHNEIDEND	IDENT $g: X = \begin{pmatrix}4\\-2\end{pmatrix} + t\cdot\begin{pmatrix}2\\4\end{pmatrix}$ $\quad h: X = \begin{pmatrix}9\\8\end{pmatrix} + s\cdot\begin{pmatrix}40\\80\end{pmatrix}$ ① $\begin{pmatrix}2\\4\end{pmatrix}\cdot 20 = \begin{pmatrix}40\\80\end{pmatrix}$ ✓ ② G in h: $\begin{pmatrix}4\\-2\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}9\\8\end{pmatrix} + s\cdot\begin{pmatrix}40\\80\end{pmatrix}$ I $4 = 9 + 40s$ $\quad$ II $-2 = 8 + 80s$ $-5 = 40s$ $\quad -10 = 80s$ $s = -\frac{1}{8}$ $=$ $s = -\frac{1}{8}$
$g: X = \begin{pmatrix}8\\-5\end{pmatrix} + t\cdot\begin{pmatrix}-1\\1\end{pmatrix}$ $\quad h: X = \begin{pmatrix}-1\\3\end{pmatrix} + s\cdot\begin{pmatrix}2\\-2\end{pmatrix}$ ① $\begin{pmatrix}-1\\1\end{pmatrix}\cdot(-2) = \begin{pmatrix}2\\-2\end{pmatrix}$ ✓ ② $\begin{pmatrix}8\\-5\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}-1\\3\end{pmatrix} + s\cdot\begin{pmatrix}2\\-2\end{pmatrix}$ I $8 = -1 + 2s$ $9 = 2s$ $s = \frac{9}{2} = 4{,}5$ $\neq$ II $-5 = 3 - 2s$ $-8 = -2s \Rightarrow s = 4$ PARALLEL	$g: X = \begin{pmatrix}13\\5\end{pmatrix} + t\cdot\begin{pmatrix}-4\\-2\end{pmatrix}$ $\quad h: X = \begin{pmatrix}14\\2\end{pmatrix} + s\cdot\begin{pmatrix}8\\-5\end{pmatrix}$ $\begin{pmatrix}-4\\-2\end{pmatrix} \nparallel \begin{pmatrix}8\\-5\end{pmatrix}$ SCHNEIDEND

Bsp. 17) Berechne den **Schnittpunkt** der Geraden.

$g: X = \begin{pmatrix}3\\4\end{pmatrix} + t\cdot\begin{pmatrix}6\\-2\end{pmatrix}$ ① $g \nparallel h$ $\quad h: X = \begin{pmatrix}-8\\-18\end{pmatrix} + s\cdot\begin{pmatrix}-2\\-3\end{pmatrix}$ ② I $3 + 6t = -8 - 2s$ II $4 - 2t = -18 - 3s$ $6t + 2s = -11$ $-2t + 3s = -22 \quad \vert \cdot 3$ $\cancel{6t} + 2s = -11$ $\cancel{-6t} + 9s = -66$ $11s = -77$ $s = -7$ ↓ in h $S = \begin{pmatrix}-8\\-18\end{pmatrix} + (-7)\cdot\begin{pmatrix}-2\\-3\end{pmatrix}$ $S = \begin{pmatrix}6\\3\end{pmatrix}$	$g: X = \begin{pmatrix}-1\\0\end{pmatrix} + t\cdot\begin{pmatrix}0\\-5\end{pmatrix}$ $\quad h: \begin{pmatrix}32\\6\end{pmatrix} + s\cdot\begin{pmatrix}7\\0\end{pmatrix}$ $g: \left[G = (-1\vert 0), \vec{g} = \begin{pmatrix}0\\-5\end{pmatrix}\right]$ $\quad h: \left[H = (32\vert 6), \vec{h} = \begin{pmatrix}7\\0\end{pmatrix}\right]$ ② I $-1 = 32 + 7s \rightarrow -33 = 7s \rightarrow s = -\frac{33}{7}$ II $-5t = 6 \rightarrow t = -\frac{6}{5}$ Probe: s in h in g $S = \begin{pmatrix}-1\\0\end{pmatrix} + \left(-\frac{6}{5}\right)\cdot\begin{pmatrix}0\\-5\end{pmatrix}$ $S = \begin{pmatrix}-1\\0\end{pmatrix} + \begin{pmatrix}0\\6\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}-1\\6\end{pmatrix}$

Bsp. 18) Berechne den Schnittpunkt der Geraden.

$g: X = \begin{pmatrix}-5\\3\end{pmatrix} + t\cdot\begin{pmatrix}4\\-2\end{pmatrix}$ $\quad h: 3x - 2y = 3$ ① $x = -5 + 4t$ $y = 3 - 2t$ ② $3\cdot(-5 + 4t) - 2\cdot(3 - 2t) = 3$ $-15 + 12t - 6 + 4t = 3 \quad \vert +21$ $16t = 24 \quad \vert :16$ ③ $t = \frac{24}{16} = \frac{3}{2} = 1{,}5$ in g: $S = \begin{pmatrix}-5\\3\end{pmatrix} + \left(\frac{3}{2}\right)\cdot\begin{pmatrix}4\\-2\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}-5\\3\end{pmatrix} + \begin{pmatrix}6\\-3\end{pmatrix}$ $S = \begin{pmatrix}1\\0\end{pmatrix}$	$g: X = \begin{pmatrix}9\\8\end{pmatrix} + t\cdot\begin{pmatrix}-3\\-3\end{pmatrix}$ $\quad h: 5x + 3y = 3$ $x = 9 - 3t$ $y = 8 - 3t$ $5\cdot(9 - 3t) + 3\cdot(8 - 3t) = 3$ $45 - 15t + 24 - 9t = 3$ $69 - 24t = 3 \quad \vert -69$ $-24t = -66 \quad \vert :(-24)$ $t = 2{,}75$ $S = \begin{pmatrix}9\\8\end{pmatrix} + 2{,}75\cdot\begin{pmatrix}-3\\-3\end{pmatrix}$ $= \begin{pmatrix}9\\8\end{pmatrix} + \begin{pmatrix}-8{,}25\\-8{,}25\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}0{,}75\\-0{,}25\end{pmatrix}$

Bsp. 19) Berechne den Schnittpunkt der Geraden.

$g: 2x + 5y = -2$ $h: -4x + 3y = 30$	$g: x - y = -2$ $h: x + y = 4$
$2x+5y=-2 \quad \vert \cdot 2$ $-4x+3y=30$ $4x+10y=-4$ $-4x+3y=30$ $13y=26$ $y=2$ $\Rightarrow 2x+10=-2$ $2x=-12$ $x=-6$ $S=(-6\vert 2)$	$\mathrm{I}\quad x-\cancel{y}=-2$ $\mathrm{II}\quad x+\cancel{y}=4$ $2x=2$ $x=1$ $1+y=4$ $y=3$ $S=(1\vert 3)$

Bsp. 20) Bestimme die **Lagebeziehung** der Geraden.

$g: X = \binom{2}{-6} + t \cdot \binom{-3}{4}$ $h: x - 3y = -10$	$g: X = \binom{2}{0} + t \cdot \binom{3}{0{,}5}$ $h: -x + 6y = 10$
$\vec{n}=\binom{1}{-3} \Rightarrow \vec{RV}=\binom{3}{1}$ $\binom{-3}{4} \nparallel \binom{3}{1}$ $\rightsquigarrow$ schneidend	① $\vec{n}=\binom{-1}{6} \Rightarrow \vec{RV}=\binom{6}{1}$ $\binom{3}{0{,}5}\cdot 2=\binom{6}{1}$ $\quad g \parallel h$ ② $\binom{2}{0} \in h$? $-2+0=10 \Rightarrow$ PARALLEL! $-2 \neq 10$

Bsp. 21) Berechne den **Schnittwinkel** der Geraden g und h.

$g: X = \binom{4}{1} + t \cdot \binom{6}{-2}$ $h: X = \binom{-7}{7} + s \cdot \binom{-1}{3}$	$g: X = \binom{3}{-4} + t \cdot \binom{5}{2}$ $h: X = \binom{5}{0} + s \cdot \binom{1}{-3}$
$\cos\varphi = \frac{-6-6}{\sqrt{40}\cdot\sqrt{10}} \Rightarrow$ $\varphi = \cos^{-1}\left(\frac{-12}{\sqrt{40}\cdot\sqrt{10}}\right)$ $\approx 126{,}9^\circ$	$\varphi = \cos^{-1}\left(\frac{5-6}{\sqrt{29}\cdot\sqrt{10}}\right)$ $\approx 93{,}4^\circ$