

Aufgabe 1

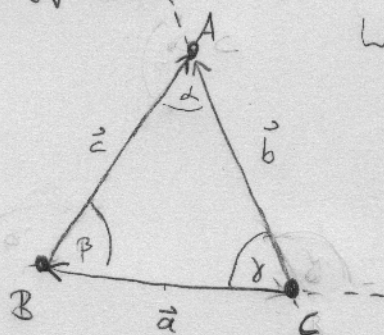
$$\begin{aligned}
 a) \quad (\vec{a} + \vec{b})(\vec{a} - \vec{b}) &= |\vec{a}|^2 + \underbrace{\vec{b} \cdot \vec{a} - \vec{a} \cdot \vec{b}}_{= \vec{a} \cdot \vec{b} - \vec{a} \cdot \vec{b}} - |\vec{b}|^2 \\
 &= \underline{\underline{|\vec{a}|^2 - |\vec{b}|^2}}
 \end{aligned}$$

Wenn $|\vec{a}| = |\vec{b}|$ gilt, dann ist $(\vec{a} + \vec{b}) \perp (\vec{a} - \vec{b})$

b)

$$\begin{aligned}
 |(\vec{a} - \vec{b})|^2 &= (\vec{a} - \vec{b}) \cdot (\vec{a} - \vec{b}) = |\vec{a}|^2 - \underbrace{\vec{b} \cdot \vec{a}}_{=0} - \underbrace{\vec{b} \cdot \vec{a}}_{=0} + |\vec{b}|^2 \\
 &= \underline{\underline{|\vec{a}|^2 + |\vec{b}|^2}}
 \end{aligned}$$

da $\vec{b} \perp \vec{a}$

Aufgabe 2

Wähle: $\vec{c} = \vec{a} - \vec{b}$

$$\begin{aligned}
 |\vec{a}| &= \sqrt{|\vec{a}|^2} = \sqrt{\vec{a} \cdot \vec{a}} \\
 &= \sqrt{7^2 + 1^2} = \sqrt{49 + 1} = \underline{\underline{5\sqrt{2}}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 |\vec{b}| &= \sqrt{|\vec{b}|^2} = \sqrt{\vec{b} \cdot \vec{b}} \\
 &= \sqrt{36 + \frac{81}{4}} = \sqrt{\frac{144 + 81}{4}} = \underline{\underline{\frac{15}{2}}}
 \end{aligned}$$

$$|\vec{c}| = \sqrt{|\vec{c}|^2} = \sqrt{(\vec{a} - \vec{b}) \cdot (\vec{a} - \vec{b})}$$

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{|\vec{a}|^2 + 2\vec{a} \cdot \vec{b} + |\vec{b}|^2} = \sqrt{50 + \frac{225}{4} - 2(-6 \cdot 7 + \frac{9}{2})} \\
 &= \sqrt{50 + \frac{225}{4} + 84 - 9} \\
 &= \underline{\underline{\sqrt{\frac{725}{4}}}}
 \end{aligned}$$

$$\gamma = \arccos\left(\frac{\vec{a} \cdot \vec{b}}{|\vec{a}| \cdot |\vec{b}|}\right) = \arccos\left(\frac{(\vec{a} \cdot \vec{b})}{5\sqrt{2} \cdot \frac{15}{2}}\right) = \arccos\left(\frac{-75}{15 \cdot 5\sqrt{2}}\right) = \arccos\left(-\frac{75}{75\sqrt{2}}\right) \approx 135^\circ$$

$$\beta = \arccos\left(\frac{\vec{a} \cdot \vec{c}}{|\vec{a}| \cdot |\vec{c}|}\right) = \arccos\left(\frac{\vec{a} \cdot (\vec{a} - \vec{b})}{|\vec{a}| \cdot |\vec{c}|}\right) = \arccos\left(\frac{50 + \frac{75}{2}}{5\sqrt{2} \cdot \sqrt{\frac{725}{4}}}\right) \approx 23,2^\circ$$

$$\alpha = \arccos\left(\frac{\vec{b} \cdot \vec{c}}{|\vec{b}| \cdot |\vec{c}|}\right) = \arccos\left(\frac{\vec{b} \cdot (\vec{a} - \vec{b})}{|\vec{b}| \cdot |\vec{c}|}\right) = \arccos\left(\frac{\frac{225}{4} - 75}{\frac{15}{2} \cdot \sqrt{\frac{725}{4}}}\right) \approx 21,8^\circ$$

$$\alpha + \beta + \gamma = 180^\circ$$

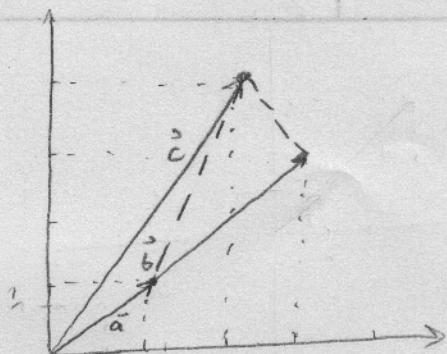
Aufgabe 3

$$\vec{a} = (1, 1)^T = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\vec{b} = (3, 3)^T = \begin{pmatrix} 3 \\ 3 \end{pmatrix}$$

$$\vec{c} = (2, 4)^T = \begin{pmatrix} 2 \\ 4 \end{pmatrix}$$

Vektoren der Seiten:



$$\vec{s}_1 = \vec{b} - \vec{a} \quad (\text{denn } \vec{s}_1 + \vec{a} = \vec{b})$$

$$\vec{s}_2 = \vec{c} - \vec{b} \quad (\text{denn } \vec{s}_2 + \vec{b} = \vec{c})$$

$$\vec{s}_3 = \vec{c} - \vec{a} \quad (\text{denn } \vec{s}_3 + \vec{a} = \vec{c})$$

Da $\vec{x} \cdot \vec{y} = 0$ genau dann wenn entweder $\vec{x}$ oder $\vec{y}$ gleich dem Nullvektor ist oder $\vec{x} \perp \vec{y}$, prüfe:

$$\begin{aligned} \vec{s}_1 \cdot \vec{s}_2 &= (\vec{b} - \vec{a}) \cdot (\vec{c} - \vec{b}) = \vec{b} \cdot \vec{c} - |\vec{b}|^2 - \vec{a} \cdot \vec{c} + \vec{a} \cdot \vec{b} \\ &= \begin{pmatrix} 3 \\ 3 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 2 \\ 4 \end{pmatrix} - \left| \begin{pmatrix} 3 \\ 3 \end{pmatrix} \right|^2 - \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 2 \\ 4 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 3 \\ 3 \end{pmatrix} \\ &= (6 + 12) - (9 + 9) - (2 + 4) + (3 + 3) \\ &= 18 - 18 - 6 + 6 = 0 \\ \Rightarrow \vec{s}_1 \cdot \vec{s}_2 &= 0 \Rightarrow \vec{s}_1 \perp \vec{s}_2 \end{aligned}$$

Aufgabe 4

$$\vec{a} = (1, 2, 3)^T = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix}$$

$$\vec{b} = (2, 1, 3)^T = \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \\ 3 \end{pmatrix}$$

$$\vec{c} = (2, 0, 1)^T = \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

a)

$$\vec{a} + \vec{b} = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \\ 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 \\ 3 \\ 6 \end{pmatrix}$$

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \\ 3 \end{pmatrix} = 2 + 2 + 9 = 13$$

$$\vec{a} - \vec{c} = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 \\ 2 \\ 2 \end{pmatrix}$$

$$\vec{b} \cdot \vec{c} = \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \\ 3 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} = 4 + 3 = 7$$

$$\vec{a} \times \vec{b} = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \\ 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \cdot 3 - 3 \cdot 1 \\ 3 \cdot 2 - 3 \cdot 1 \\ 1 \cdot 1 - 2 \cdot 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 \\ 3 \\ -3 \end{pmatrix}$$

$$\vec{c} \cdot (\vec{a} \times \vec{b}) = \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 3 \\ 3 \\ -3 \end{pmatrix} = 6 - 3 = 3$$

$$b) \cos(\angle(\vec{a}, \vec{b})) = \frac{\vec{a} \cdot \vec{b}}{|\vec{a}| \cdot |\vec{b}|} = \frac{13}{\sqrt{14} \cdot \sqrt{14}} = \frac{13}{14} \Rightarrow \angle(\vec{a}, \vec{b}) = \arccos\left(\frac{13}{14}\right) \approx 21,79^\circ$$

$$\cos(\angle(\vec{b}, \vec{c})) = \frac{\vec{b} \cdot \vec{c}}{|\vec{b}| \cdot |\vec{c}|} = \frac{7}{\sqrt{14} \cdot \sqrt{2}} = \frac{7}{2\sqrt{7}} = \frac{\sqrt{7}}{2} \Rightarrow \angle(\vec{b}, \vec{c}) = \arccos\left(\frac{\sqrt{7}}{2}\right) \approx 35,58^\circ$$

$$\cos(\angle(\vec{a}, \vec{c})) = \frac{\vec{a} \cdot \vec{c}}{|\vec{a}| \cdot |\vec{c}|} = \frac{5}{\sqrt{14} \cdot \sqrt{5}} = \sqrt{\frac{5}{14}} \Rightarrow \angle(\vec{a}, \vec{c}) = \arccos\left(\sqrt{\frac{5}{14}}\right) \approx 53,30^\circ$$

c) per definitionem: $\vec{c}' = \vec{a} \times \vec{b}$ erfüllt $\vec{c}' \perp \vec{a}$ und $\vec{c}' \perp \vec{b}$ $\vec{c}' = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \\ 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \cdot 3 - 3 \cdot 1 \\ 3 \cdot 2 - 3 \cdot 1 \\ 1 \cdot 1 - 2 \cdot 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 \\ 3 \\ -3 \end{pmatrix}$

Aufgabe 5

$\{\vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3\}$ rechtshändiges Orthonormalsystem

(a)

a.) $\vec{e}_1 \times \vec{e}_2 = \vec{e}_3$

b.) $\vec{e}_2 \times \vec{e}_1 = -\vec{e}_3$

c.) $\vec{e}_3 \times \vec{e}_1 = \vec{e}_2$

d.) $\vec{e}_3 \times \vec{e}_2 = -\vec{e}_1$

e.) $\vec{e}_3 \times \vec{e}_3 = \vec{0}$

f.) $\vec{e}_3 \times (\vec{e}_2 + \vec{e}_1) = \vec{e}_3 \times \vec{e}_2 + \vec{e}_3 \times \vec{e}_1 = -\vec{e}_1 + \vec{e}_2$

g.) $(\vec{e}_1 - \vec{e}_2) \times (\vec{e}_3 + \vec{e}_1) = (\vec{e}_1 - \vec{e}_2) \times \vec{e}_3 + (\vec{e}_1 - \vec{e}_2) \times \vec{e}_1$
 $= \vec{e}_1 \times \vec{e}_3 - \vec{e}_2 \times \vec{e}_3 + \vec{e}_1 \times \vec{e}_1 - \vec{e}_2 \times \vec{e}_1$
 $= -\vec{e}_2 - \vec{e}_1 + \vec{0} + \vec{e}_3$
 $= -\vec{e}_1 - \vec{e}_2 + \vec{e}_3$

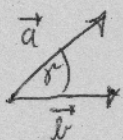
(b) $\vec{p} = \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \vec{q} = \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \\ 3 \end{pmatrix}$

a.) $\vec{p} \times \vec{q} = \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \\ 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \cdot 3 - 0 \cdot (-1) \\ 0 \cdot 0 - 2 \cdot 3 \\ 2 \cdot (-1) - 1 \cdot 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 \\ -6 \\ -2 \end{pmatrix}$

b.) $\vec{p} \cdot (\vec{p} \times \vec{q}) = \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 3 \\ -6 \\ -2 \end{pmatrix} = 2 \cdot 3 - 1 \cdot 6 - 0 \cdot 2 = 0$

$$A = |\vec{p} \times \vec{q}| = \sqrt{3^2 + (-6)^2 + (-2)^2} = \sqrt{9 + 36 + 4} = 7$$

(c.) $|\vec{a} \times \vec{b}| = |\vec{a}| |\vec{b}| \sin \varphi = 2 \cdot 3 \cdot \sin \frac{\pi}{6} = 6 \cdot \frac{1}{2} = 3$



$$(d) \quad \vec{a} \times (\vec{b} \times \vec{c}) = \vec{b} (\vec{a} \cdot \vec{c}) - \vec{c} (\vec{a} \cdot \vec{b})$$

$$\begin{aligned} (\vec{a} \times \vec{b}) \times \vec{c} &= -\vec{c} \times (\vec{a} \times \vec{b}) \\ &= -[\vec{a} (\vec{c} \cdot \vec{b}) - \vec{b} (\vec{c} \cdot \vec{a})] \\ &= \vec{b} (\vec{a} \cdot \vec{c}) - \vec{a} (\vec{c} \cdot \vec{b}) \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \vec{a} \times (\vec{b} \times \vec{c}) \neq (\vec{a} \times \vec{b}) \times \vec{c} \quad \text{für beliebige } a, b, c$$

Aufgabe 6

$$\begin{aligned} (a) \quad \vec{b} \times \vec{a} &= \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_2 a_3 - a_2 b_3 \\ b_3 a_1 - a_3 b_1 \\ b_1 a_2 - a_1 b_2 \end{pmatrix} \\ &= - \begin{pmatrix} a_2 b_3 - b_2 a_3 \\ a_3 b_1 - a_1 b_3 \\ a_1 b_2 - a_2 b_1 \end{pmatrix} \\ &= - \vec{a} \times \vec{b} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (b) \quad \vec{a} \cdot (\vec{a} \times \vec{b}) &= \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} a_2 b_3 - a_3 b_2 \\ a_3 b_1 - a_1 b_3 \\ a_1 b_2 - a_2 b_1 \end{pmatrix} \\ &= a_1 (a_2 b_3 - a_3 b_2) + a_2 (a_3 b_1 - a_1 b_3) \\ &\quad + a_3 (a_1 b_2 - a_2 b_1) \\ &= \cancel{a_1 a_2 b_3} - \cancel{a_1 a_3 b_2} + \cancel{a_2 a_3 b_1} - \cancel{a_2 a_1 b_3} \\ &\quad + \cancel{a_3 a_1 b_2} - \cancel{a_3 a_2 b_1} \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \vec{b} \cdot (\vec{a} \times \vec{b}) &= b_1 (a_2 b_3 - a_3 b_2) + b_2 (a_3 b_1 - a_1 b_3) \\ &\quad + b_3 (a_1 b_2 - a_2 b_1) \\ &= \cancel{b_1 a_2 b_3} - \cancel{b_1 a_3 b_2} + \cancel{b_2 a_3 b_1} - \cancel{b_2 a_1 b_3} \\ &\quad + \cancel{b_3 a_1 b_2} - \cancel{b_3 a_2 b_1} \\ &= 0 \end{aligned}$$

Aufgabe 7

$$p = \begin{pmatrix} 5 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad q = \begin{pmatrix} 3 \\ 2 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$r = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 2 \end{pmatrix}$$

$$(a) \quad V = \vec{p} \cdot (\vec{q} \times \vec{r}) = \begin{pmatrix} 5 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 4 \\ 6 \\ 4 \end{pmatrix} = 20$$

$$NR \quad \vec{q} \times \vec{r} = \begin{pmatrix} 3 \\ 2 \\ 0 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4 \\ 6 \\ 4 \end{pmatrix}$$

$$(b) \quad \vec{r}_1 = \vec{e}_2 - \vec{e}_1 - \vec{e}_3$$

$$\vec{r}_2 = \vec{e}_1 - 2\vec{e}_2$$

$$\vec{r}_3 = \vec{e}_1 \times \vec{e}_2 = \vec{e}_3$$

$$V = \vec{r}_1 \cdot (\vec{r}_2 \times \vec{r}_3)$$

$$= (\vec{e}_2 - \vec{e}_1 - \vec{e}_3) \cdot (-2\vec{e}_1 - \vec{e}_2)$$

$$= -2(\vec{e}_2 \cdot \vec{e}_1 + \vec{e}_1 \cdot \vec{e}_1 - \vec{e}_3 \cdot \vec{e}_1) \\ - (\vec{e}_2 \cdot \vec{e}_2 - \vec{e}_1 \cdot \vec{e}_2 - \vec{e}_3 \cdot \vec{e}_2)$$

$$NR: \quad \vec{r}_2 \times \vec{r}_3 = (\vec{e}_1 - 2\vec{e}_2) \times \vec{e}_3$$

$$= \vec{e}_1 \times \vec{e}_3 - 2\vec{e}_2 \times \vec{e}_3$$

$$= -\vec{e}_2 - 2\vec{e}_1$$

$$= -(2\vec{e}_1 + \vec{e}_2)$$

$$= -2(0 - 1 - 0)$$

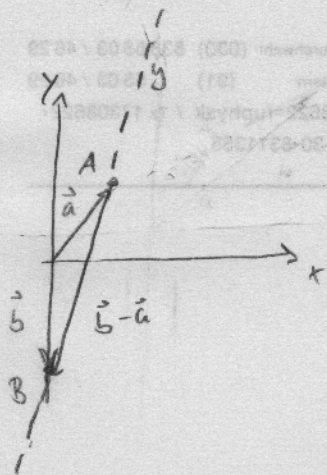
$$- (1 - 0 - 0)$$

$$= -2 \cdot (-1) - 1$$

$$= 2 - 1$$

$$= 1$$

Aufgabe 8



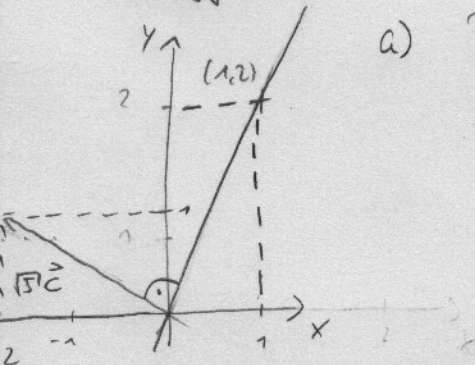
Gerade: $\vec{y} = \vec{a} + \gamma(\vec{b} - \vec{a})$ γ : Skalar $\in \mathbb{R}$

für $\gamma = 1$: $\vec{y} = \vec{b}$

$\gamma = 0$: $\vec{y} = \vec{a}$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \vec{y} &= \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix} + \gamma \left(\begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0 \\ 2 \end{pmatrix} \right) \\ &= \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix} + \gamma \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

Aufgabe 9



a) Punktschreib: $\vec{a} = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}$

Steigungsschreib: da $m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$

$$\Rightarrow \vec{m} = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}$$

$$\Rightarrow \vec{y} = \vec{a} + \gamma \vec{m} \quad \gamma \in \mathbb{R}$$

b) nur zwei-dimensionales Problem (Vektorprodukt existiert nicht!)

finde Vektor $\vec{c}$, sodass $\vec{c} \cdot \vec{a} = 0$

$$\Rightarrow \begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix} = c_1 + 2c_2 \stackrel{!}{=} 0$$

$$\Rightarrow c_1 = -2c_2$$

$$\Rightarrow \vec{c} = c_2 \begin{pmatrix} -2 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Wähle c_2 so, dass $|\vec{c}| = \sqrt{\vec{c} \cdot \vec{c}} = 1$

$$\Rightarrow |\vec{c}| = \sqrt{4c_2^2 + 1c_2^2} = \sqrt{5}c_2 \stackrel{!}{=} 1$$

$$\Rightarrow c_2 = \frac{1}{\sqrt{5}} \Rightarrow \vec{c} = \frac{1}{\sqrt{5}} \begin{pmatrix} -2 \\ 1 \end{pmatrix}$$

[$c_2 = -\frac{1}{\sqrt{5}}$ wäre ebenfalls Lösung!]

Gerade ist Ursprungsgerade, daher ist Abstand zum Ursprung gleich Null!

c)

$$\vec{f} = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix} + f \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}$$

$$\Rightarrow m = 2$$

$$y = mx + c : \text{Wir wissen } y(a_1) = a_2$$

$$\Leftrightarrow a_2 = m \cdot a_1 + c \Rightarrow 2 = 2 + c \Rightarrow c = 0$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{y = 2x}}$$

d) siehe b, c : Ursprungsebene!

Aufgabe 10

a) Zwei Vektoren spannen genau dann eine Ebene auf, wenn sie linear unabhängig sind.

Da $-2 \cdot \vec{a}_1 = \vec{a}_3$ gilt, spannen nur die Paare $\{\vec{a}_1, \vec{a}_2\}$ und $\{\vec{a}_2, \vec{a}_3\}$ Ebenen auf.

b)

$$\vec{n}_1 = \frac{1}{|\vec{a}_1 \times \vec{a}_2|} \cdot \vec{a}_1 \times \vec{a}_2 = \frac{1}{|\vec{a}_1 \times \vec{a}_2|} \left[\begin{pmatrix} 1 \\ 3 \\ 2 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 2 \\ 4 \\ 1 \end{pmatrix} \right] = \frac{1}{|\vec{a}_1 \times \vec{a}_2|} \begin{pmatrix} 3-8 \\ 4-1 \\ 4-6 \end{pmatrix}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{25+9+4}} \begin{pmatrix} -5 \\ 3 \\ -2 \end{pmatrix} = \underline{\underline{\frac{1}{\sqrt{38}} \begin{pmatrix} -5 \\ 3 \\ -2 \end{pmatrix}}}$$

$$\vec{n}_2 = \frac{1}{|\vec{a}_2 \times \vec{a}_3|} \vec{a}_2 \times \vec{a}_3 = \frac{-1}{|\vec{a}_2 \times \vec{a}_3|} \left[\begin{pmatrix} 2 \\ 4 \\ 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 2 \\ 6 \\ 4 \end{pmatrix} \right] = \frac{-1}{|\vec{a}_2 \times \vec{a}_3|} \begin{pmatrix} 16-6 \\ 2-8 \\ 12-8 \end{pmatrix}$$

$$= \frac{-1}{\sqrt{100+36+16}} \begin{pmatrix} 10 \\ -6 \\ 4 \end{pmatrix} = \underline{\underline{\frac{1}{\sqrt{152}} \begin{pmatrix} -10 \\ +6 \\ -4 \end{pmatrix}}}$$

Anmerkung:

Da $\vec{a}_3 = -2\vec{a}_1$ gilt sind die Ebenen $\{\vec{a}_1, \vec{a}_2\}$ und $\{\vec{a}_3, \vec{a}_2\}$ identisch! ebenso gilt, dass $\vec{u}_1$ und $\vec{u}_2$ linear abhängig sind!