

# Robotik - Blatt 3

Dorothea Lleschaj

Lukas Gruber: 4117151

## Aufgabe 1

a) Es gilt, dass der Rollwinkel nichts an der Endeffektorposition ändert. Das heißt eine Drehung um die Achse  $z_H$  ist überflüssig (Rollbewegung).

Drehung um  $y_H$ -Achse mit Winkel  $\theta \in [-90^\circ, 90^\circ]$ :

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(\theta) & 0 & \sin(\theta) \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin(\theta) & 0 & \cos(\theta) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

1	2	3	4	$\Sigma$
8	2	3,5	3,5	17

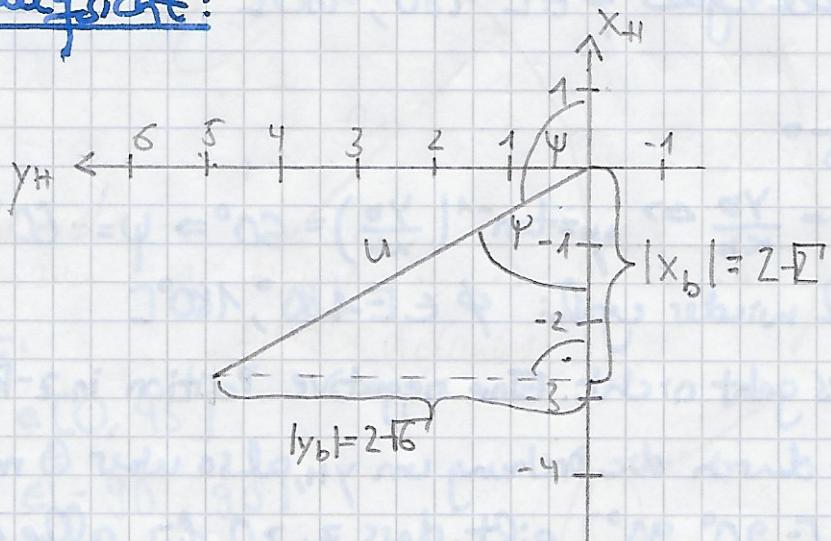
Nach der Drehung um  $y_H$ -Achse folgt die Drehung um die Achse  $z_H$  mithilfe des Yaw-Winkels  $\psi \in [-180^\circ, 180^\circ]$ :

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(\psi) & -\sin(\psi) & 0 \\ \sin(\psi) & \cos(\psi) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} \sin(\theta)\cos(\psi) \\ \sin(\theta)\sin(\psi) \\ \cos(\theta) \end{pmatrix} \quad \cancel{\frac{25}{3}}$$

$\Rightarrow$  Gesamte Drehbewegung:  $\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(\psi) & -\sin(\psi) & 0 \\ \sin(\psi) & \cos(\psi) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos(\theta) & 0 & \sin(\theta) \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin(\theta) & 0 & \cos(\theta) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$

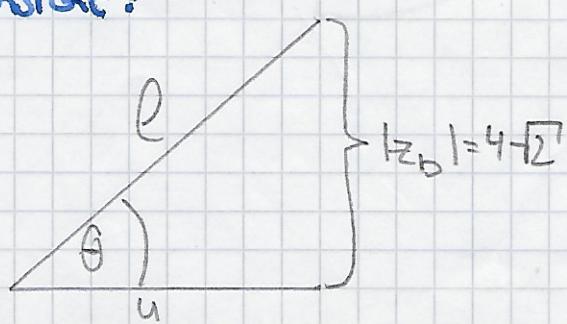
b)

Draufsicht:



$$u = \sqrt{x_b^2 + y_b^2} = \sqrt{(-2\sqrt{2})^2 + (2\sqrt{2})^2} = \sqrt{8+24} = \sqrt{32}$$

Skizze für Seitenansicht:



$$l = \sqrt{u^2 + z_b^2} = \sqrt{(-32)^2 + (4\sqrt{2})^2} = \sqrt{32 + 32} = \sqrt{64} = 8$$

~~Ergibt 2 Möglichkeiten die finale Endeffektorstellung zu erreichen. Einwinkel des Pitch-Winkel ist positiv. Folgende 2 Möglichkeiten gibt es die Endeffektorstellung zu streichen:~~

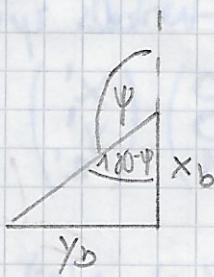
$$1.) \Theta > 0 \Rightarrow \psi > 0$$

$$2.) \Theta \leq 0 \Rightarrow \psi < 0$$

$$1.) \underline{\Theta > 0:}$$

$$\sin(\Theta) = \frac{z_b}{l} = \frac{4\sqrt{2}}{8} = \frac{\sqrt{2}}{2} \Leftrightarrow \Theta = \sin^{-1}\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right) = 45^\circ$$

Skizze:



$$\tan(180^\circ - \psi) = \frac{y_b}{x_b}$$

$$180^\circ - \psi = \tan^{-1}\left(\frac{y_b}{x_b}\right)$$

$$\begin{aligned} \psi &= 180^\circ - \tan^{-1}\left(\frac{y_b}{x_b}\right) \\ &= 180^\circ - \tan^{-1}\left(\frac{2\sqrt{2}}{2\sqrt{2}}\right) = 180^\circ - \tan^{-1}\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right) \\ &= 180^\circ - 60^\circ = 120^\circ \quad \checkmark \end{aligned}$$

4/4

$\Rightarrow$  Rollwinkel egal:  $\phi \in [-180^\circ, 180^\circ]$

$$2.) \underline{\Theta < 0:}$$

$$\Theta = -45^\circ$$

$$\tan(\psi) = \frac{y_b}{x_b} \Leftrightarrow \psi = \tan^{-1}\left(\frac{y_b}{x_b}\right) = 60^\circ \Rightarrow \psi = -60^\circ \quad \checkmark$$

Rollwinkel wieder epl:  $\phi \in [180^\circ, 160^\circ]$

c) Nein es geht nicht. Eine negative Position in z-Richtung ist nur durch die Drehung um  $y_H$ , also über  $\Theta$  möglich.

Da  $\Theta \in [-90^\circ, 90^\circ]$  gilt, dass  $z_b > 0$  für alle Endeffektorpositionen.

✓ 11/4

## Aufgabe 2

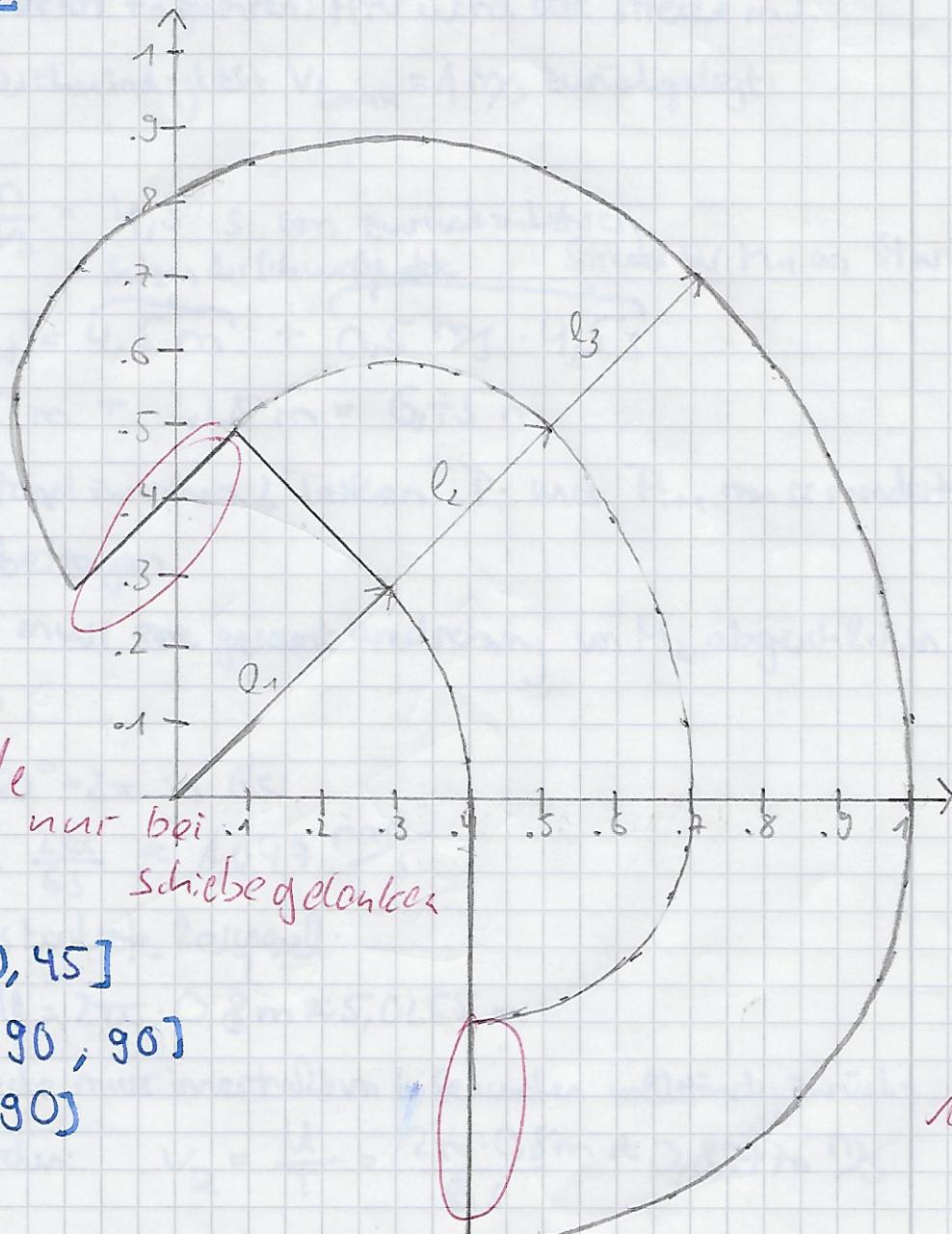
Dorothea Lleschaj  
Lukas Graber

- a) Die Antriebsart sollte elektrisch erfolgen, da Elektromotoren schnell und präzise arbeiten.
- b) Die Antriebsart sollte hydraulisch erfolgen, da Hydraulikmotoren eine große Tragkraft aufweisen, was bei Gerölltransport von Bedeutung sein wird. Außerdem sind Hydraulikgetriebe sicher in entflammbarer und explosiver Umgebungen.

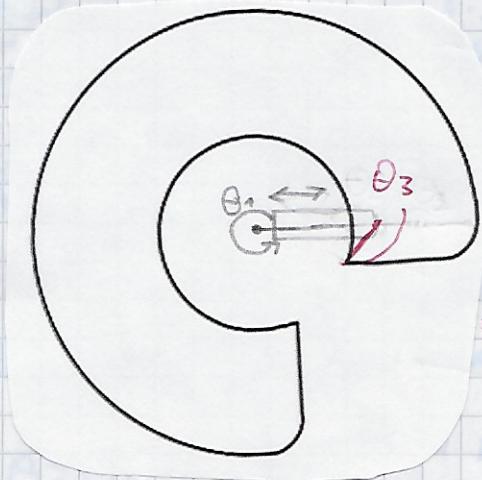
Dies ist in Katastrophengebieten wichtig.

## Aufgabe 3

a)



b)



$$\theta_1 \in [0, 270^\circ]$$

-1

✓  $\theta_3 \in [-90^\circ, 90^\circ]$

2/3

2P

## Aufgabe 4

Dorothea Lledaj  
Lucas Gruber

a)

3s/Schwerpunkt  $\Rightarrow$  Man benötigt 9s, um 3 Schwerpunkte zu setzen.

Ts heißt

$\Rightarrow$  9s lang mit 0,5 m/s mit Fließband mitbewegen

setzen

$$\Rightarrow 9s \cdot 0,5 \text{ m/s} = 4,5 \text{ m} \Rightarrow \text{Länge, um 3 Schwerpunkte zu setzen.}$$

Schwerpunkts  
alle

Man muss noch die Zeit berücksichtigen, um M<sub>1</sub> wieder zur Startposition zu fahren: Hier wird die Strecke mit Maximalgeschwindigkeit v<sub>Lmax</sub> = 1 m/s zurückgelegt:

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

$$\frac{4,5 \text{ m}}{1 \text{ m/s}} = 4,5 \text{ s um zurückzukehren.}$$

Setzen des Schwerpunktes

Strecke bis M<sub>1</sub> an Startposition

$$\Rightarrow d(P_i, P_{i+1}) = \overbrace{4,5 \text{ m}}^{\text{Strecke}} + \underbrace{0,5 \text{ m/s} \cdot 4,5 \text{ s}}_{\text{Zeit}} \\ = 4,5 \text{ m} + 2,25 \text{ m} = 6,75 \text{ m}$$

$\Rightarrow$  Der Abstand zwischen 2 Teilen P<sub>i</sub> und P<sub>i+1</sub> muss mindestens 6,75 m betragen. (v)

b) In 6s muss eine gesamte Umdrehung von M<sub>2</sub> abgeschlossen werden:

$$\Rightarrow 360^\circ = 2\pi \text{ in } 6s$$

$$\Rightarrow \omega_i = \frac{2\pi}{6s} \approx 1,047 \text{ rad/s}$$

Bzw. für das konkrete Beispiel:

$$\text{Umfang } U = 2\pi \cdot 0,8 \text{ m} \approx 5,0265 \text{ m}$$

Diese Strecke muss innerhalb von 6 Sekunden vollständig zurückgelegt werden:

$$v_R = \frac{U}{T} = \frac{2\pi \cdot 0,8 \text{ m}}{6 \text{ s}} \approx 0,83776 \text{ m/s}$$

v