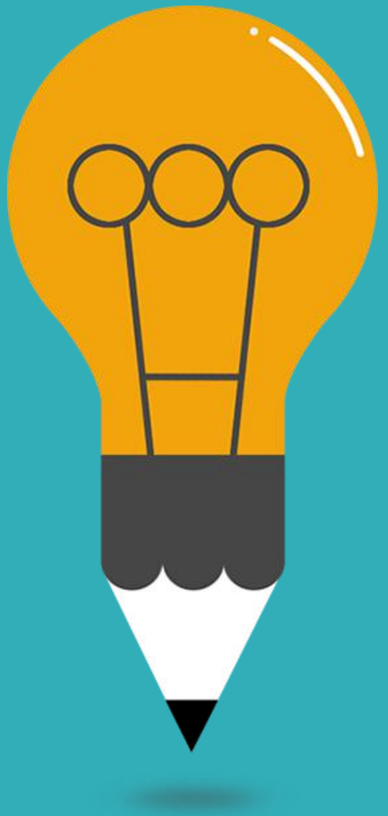
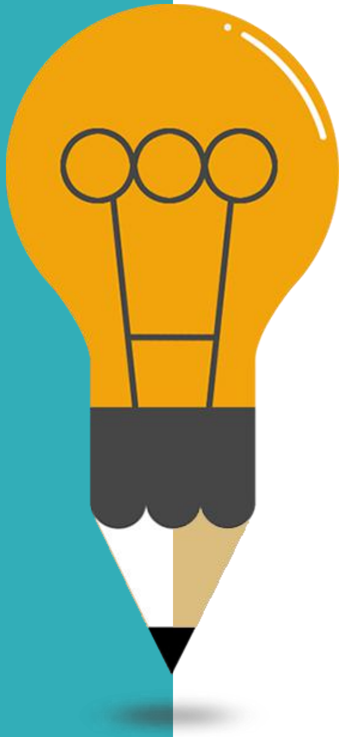


Grundlagen der Medieninformatik 2

T04 - 22.06.2021
Koordinatensysteme

Wiederholung



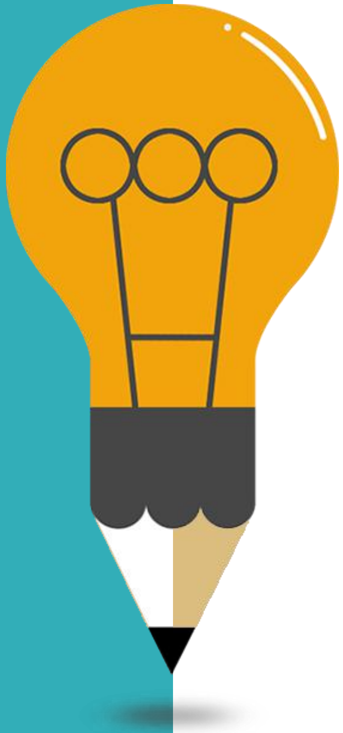
- **Richtungsvektoren**: Generelle Vektoren mit einer Richtung und variabler Länge

- **Ortsvektoren**: Positionsvektoren, absolut in ihrer Richtung und Länge

- Die heir betrachteten Vektoren verfügen über je 4 Koordinaten:
  - (x, y, z, w)
- Wobei w entscheidet ob der Vektor ein Richtungs- oder Ortsvektor ist

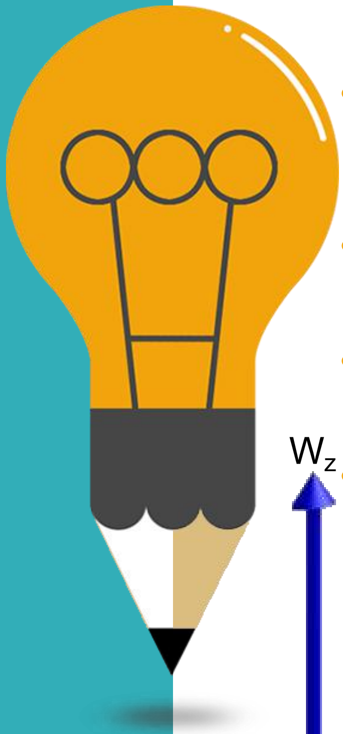

Wo ist das Flugzeug?
SKYHAWK
AS-XGS1
© Microsoft, MS Flightsimulator 2020

Koordinatensysteme

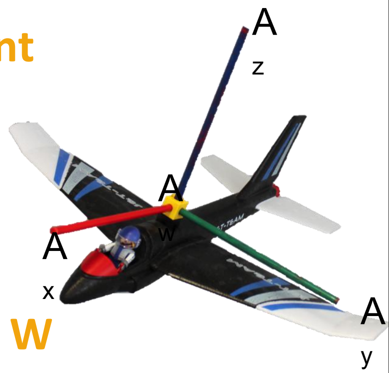


- **Mit unseren jetzigen Vektoren können wir zwar die Position des Flugzeugs berechnen, aber nicht seine Orientierung**
- **Die Kombination aus der Position und der Orientierung nennt sich Pose**
- **Wir stellen uns nun die Frage: welche Pose hat das Flugzeug?**
- **-> Dazu benötigen wir eine Funktion welche die Koordinaten des Flugzeugs auf Weltkoordinaten abbildet**

Koordinatensysteme

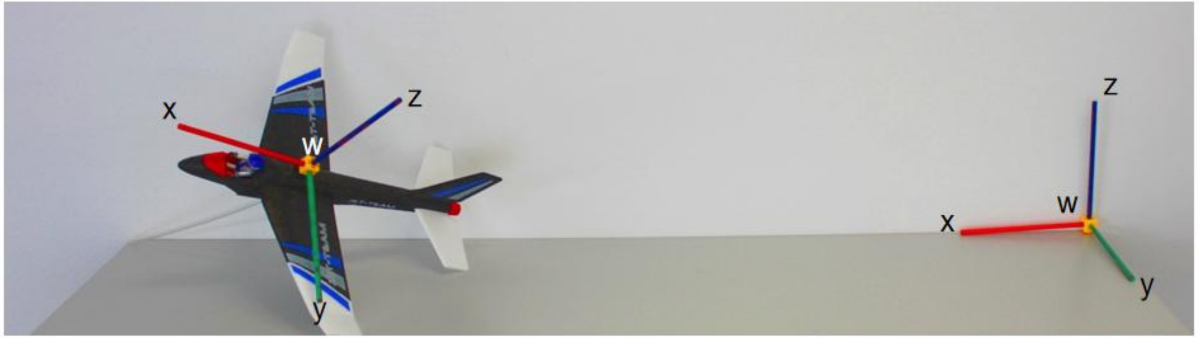


- **Angenommen Flugzeug-Frame wird A gennant und Welt-Frame W**
- **Wir betrachten eine Funktion (bzw Matrix), welche die Koordinaten von A auf W Koordinaten abbildet** $T_{W\leftarrow A}$
- **Diese wird eine "Transformationsmatrix" gennant**
- **Es gilt:** $v^{(W)} = T_{W\leftarrow A} \cdot v^{(A)}$
- **Wobei** $v^{(A)}$ **ein Koordinatenvektor in A Koordinaten ist, und** $v^{(W)}$ **der gleiche Vektor in W Koordinaten ist**



Koordinatensysteme

- **Angenommen folgendes Bild, welche Koordinatentupel gehören welcher Koordinatendarstellung?**

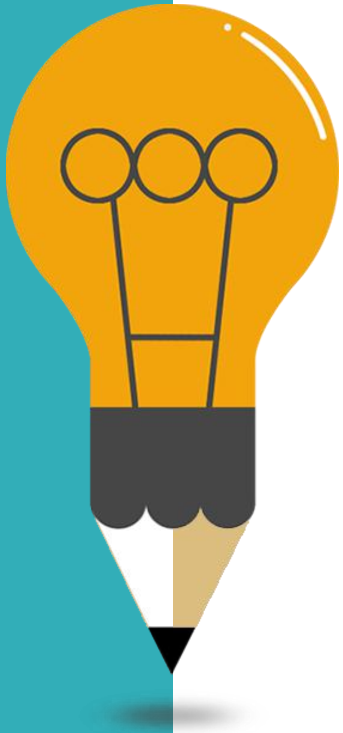


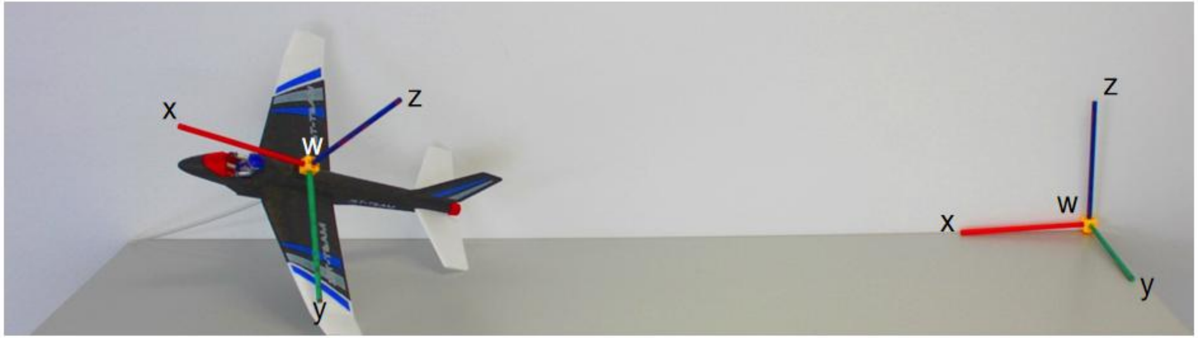
$A_x^{(W)}$ $A_y^{(W)}$ $A_z^{(W)}$ $A_w^{(W)}$

$$\begin{pmatrix} -0.7 \\ +0.3 \\ +0.6 \\ 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} +6 \\ +1 \\ +1 \\ 1 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} +0.7 \\ +0.6 \\ +0.4 \\ 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -0.3 \\ +0.7 \\ -0.7 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Koordinatensysteme

- **Angenommen folgendes Bild, welche Koordinatentupel gehören welcher Koordinatendarstellung?**



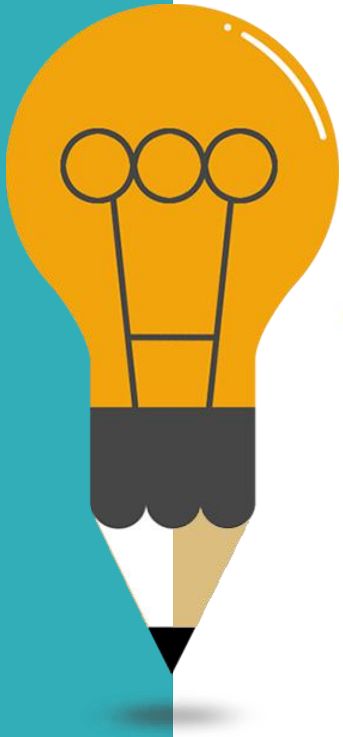


$$\begin{array}{cccc} A_x^{(W)} & A_y^{(W)} & A_z^{(W)} & A_w^{(W)} \\ \begin{pmatrix} -0.7 \\ +0.3 \\ +0.6 \\ 0 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} +6 \\ +1 \\ +1 \\ 1 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} +0.7 \\ +0.6 \\ +0.4 \\ 0 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} -0.3 \\ +0.7 \\ -0.7 \\ 0 \end{pmatrix} \end{array}$$

Struktur der Transformationsmatrix

- **Wir die Transformationsmatrix berechnen?**

- **Setze die Spalten auf jeweils Ax, Ay, Az und Aw**
- **Bw wird fest gesetzt auf 0 0 0 1, da nur Aw ein Positionsvektor ist**



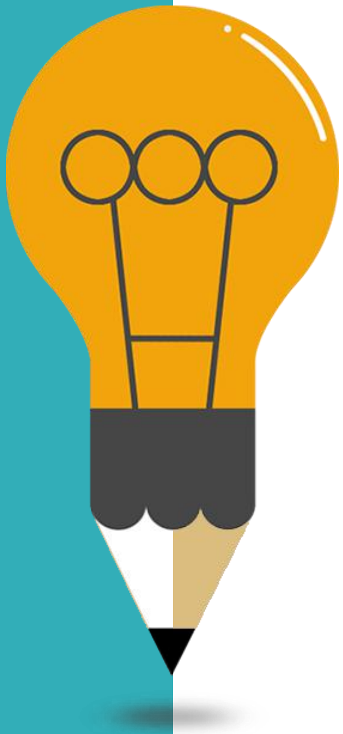
Orientierung $R_{B \leftarrow A}$

Position $t_{B \leftarrow A}$

$$\begin{array}{c c} & \begin{array}{cccc} A_X & A_Y & A_Z & A_W \end{array} \\ \begin{array}{c} B_X \\ B_Y \\ B_Z \\ B_W \end{array} & \underbrace{\begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 & 2 \\ 1 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}}_{T_{B \leftarrow A}} \end{array}$$

fest

Exkurs: Matrixmultiplikation



- **Die Spalten der einen Matrix werden jeweils mit den Zeilen der anderen Matrix multipliziert und addiert**

Matrix Multiplication

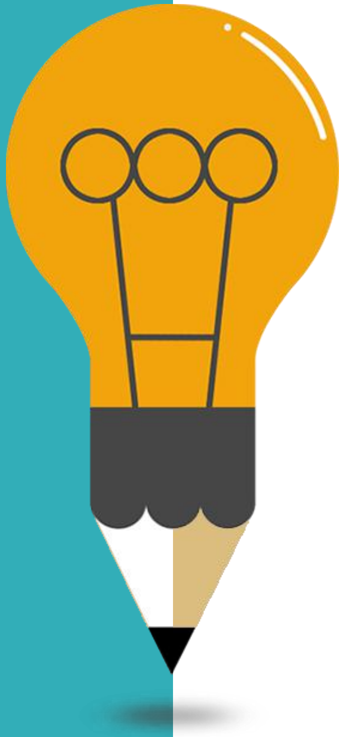
$$\begin{bmatrix} 3 & 4 \\ 2 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 1 & 5 \\ 3 & 7 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3 + 12 & 15 + 28 \\ 2 + 3 & 10 + 7 \end{bmatrix}$$

Matrix 1 Matrix 2

$$= \begin{bmatrix} 15 & 43 \\ 5 & 17 \end{bmatrix}$$

Resultant Matrix

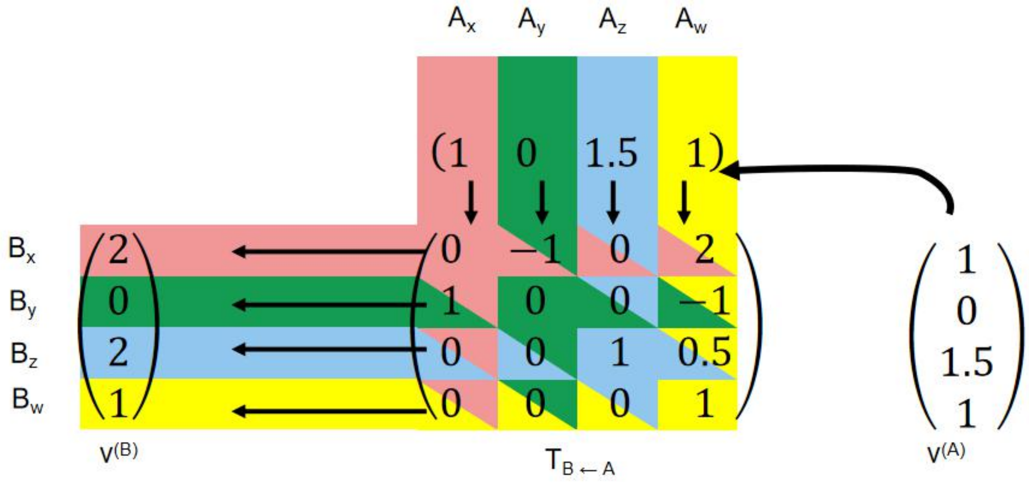
Von A zu W



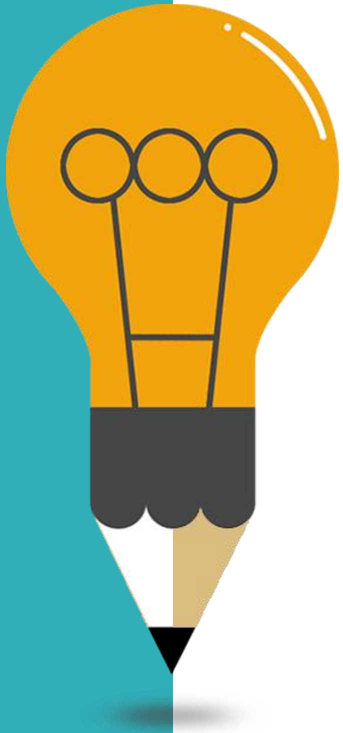
- **Nachdem wir nun die Transformationsmatrix haben, können wir die Pose des Flugzeugs berechnen**

- **Mit** $v^{(W)} = T_{W \leftarrow A} \cdot v^{(A)}$

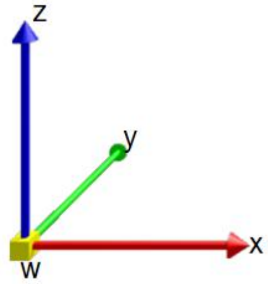
- **Vorheriges Beispiel (aus der Vorlesung)**



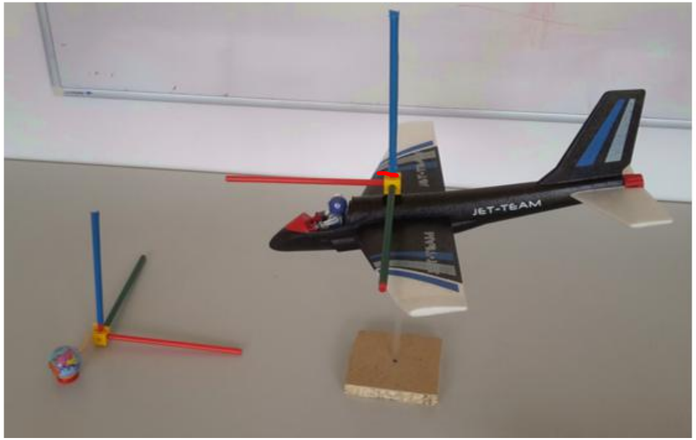
Übung (Vorlesungsbeispiel)



- **Welche Transformationsmatrix beschreibt die Pose des FLugzeugs in der Welt?**

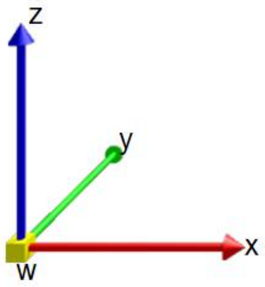


$$T_{W\leftarrow A} = \begin{pmatrix} \_ & \_ & \_ & \_ \\ \_ & \_ & \_ & \_ \\ \_ & \_ & \_ & \_ \\ \_ & \_ & \_ & \_ \end{pmatrix}$$

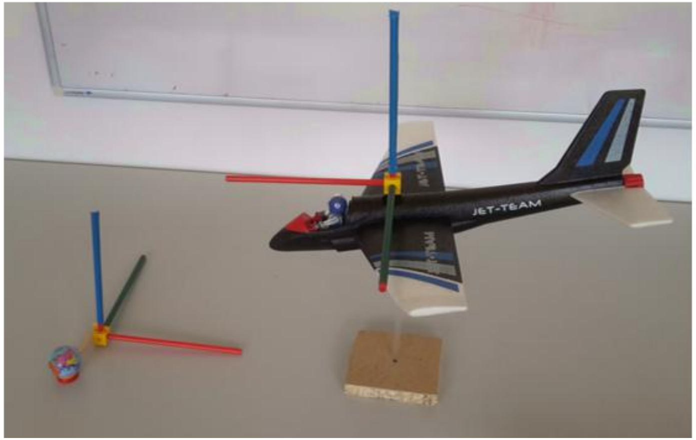


Übung (Vorlesungsbeispiel)

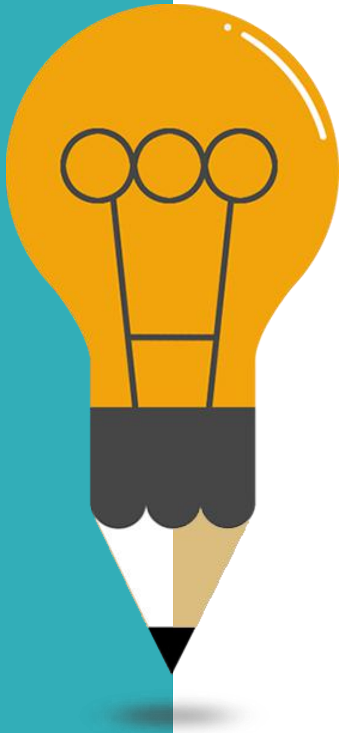
- **Welche Transformationsmatrix beschreibt die Pose des FLugzeugs in der Welt?**



$$T_{W \leftarrow A} = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

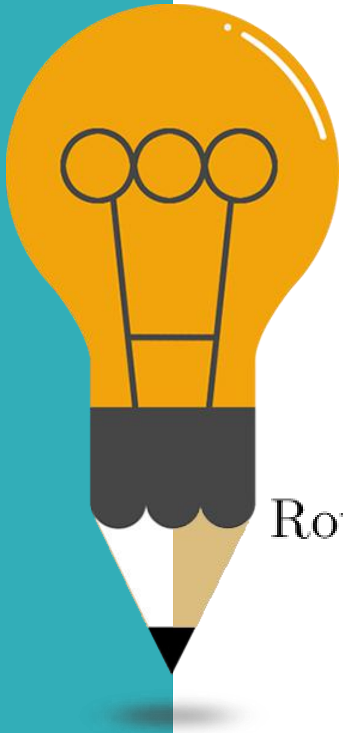


Verkettung von Matrizen



- **Es können mehrere Transformationsmatrizen gekettet werden**
- **Dieses ist nützlich wenn z.B. die Matrizen von “Flugzeug in Welt” und “Runway in Welt” gegeben sind, und ihr die Matrix “Flugzeug in Runway” berechnen sollt**
- **Durch das Inverse einer Matrix kann aber auch aus z.B. “Flugzeug in Runway” “Runway in Flugzeug” berechnet werden.**
- **Dabei gilt:** $v^{(A)} = T_{A\leftarrow B} \cdot v^{(B)} \Leftrightarrow v^{(B)} = (T_{A\leftarrow B})^{-1} \cdot v^{(A)}$

Drehung um Achsen

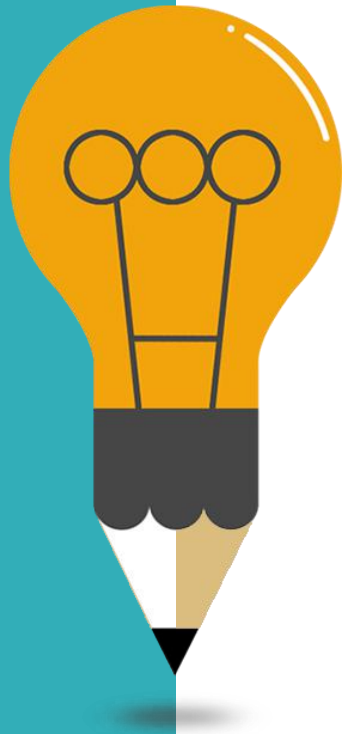


- **Die Ursprünge von Objekten könne aber auch um bestimmte Achsen rotiert sein**
- **Bei der Berechnung der Pose muss dieses mit eingerechnet werden**
- **=> Rodrigues Formel**

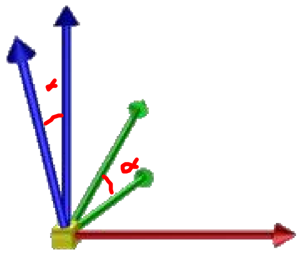
$$\mathrm{Rot}(v) = \begin{pmatrix} (1-c)x^2+c & (1-c)xy-sz & (1-c)xz+sy \\ (1-c)xy+sz & (1-c)y^2+c & (1-c)yz-sx \\ (1-c)xz-sy & (1-c)yz+sx & (1-c)z^2+c \end{pmatrix}$$

$$\text{mit} \quad c = \cos|v|, \quad s = \sin|v|, \quad \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \frac{v}{|v|}$$

Drehung um Achsen: Allgemein

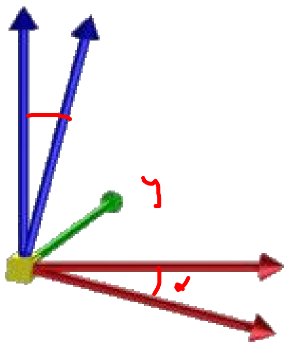


- **Drehung um x-Achse mit Winkel** α**:**



$$T_{D \leftarrow C} = \begin{pmatrix} 1 & & & \\ & \cos\alpha & -\sin\alpha & \\ & \sin\alpha & \cos\alpha & \\ & & & 1 \end{pmatrix}$$

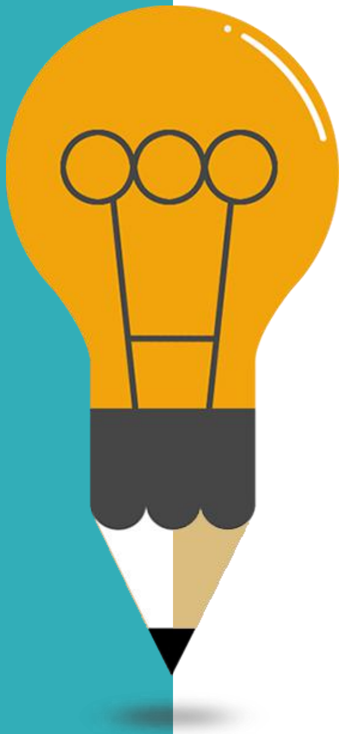
- **Drehung um Y-Achse mit Winkel** α**:**

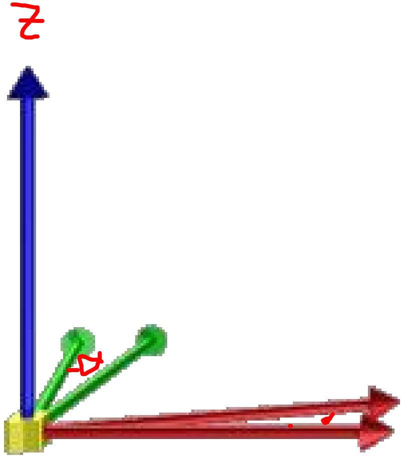


$$T_{F \leftarrow E} = \begin{pmatrix} \cos\alpha & & \sin\alpha & \\ & 1 & & \\ -\sin\alpha & & \cos\alpha & \\ & & & 1 \end{pmatrix}$$

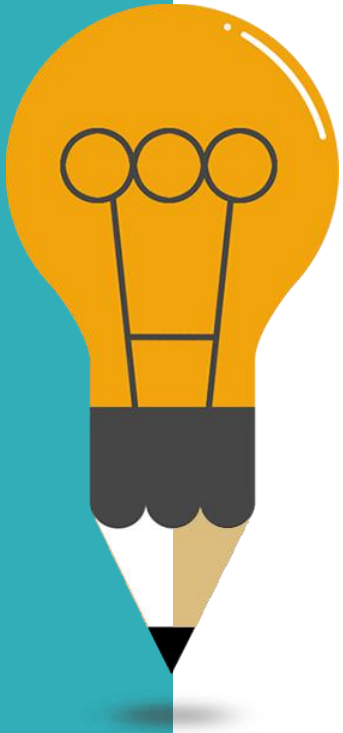
Drehung um Achsen: Allgemein

- **Drehung um z-Achse mit Winkel** α**:**



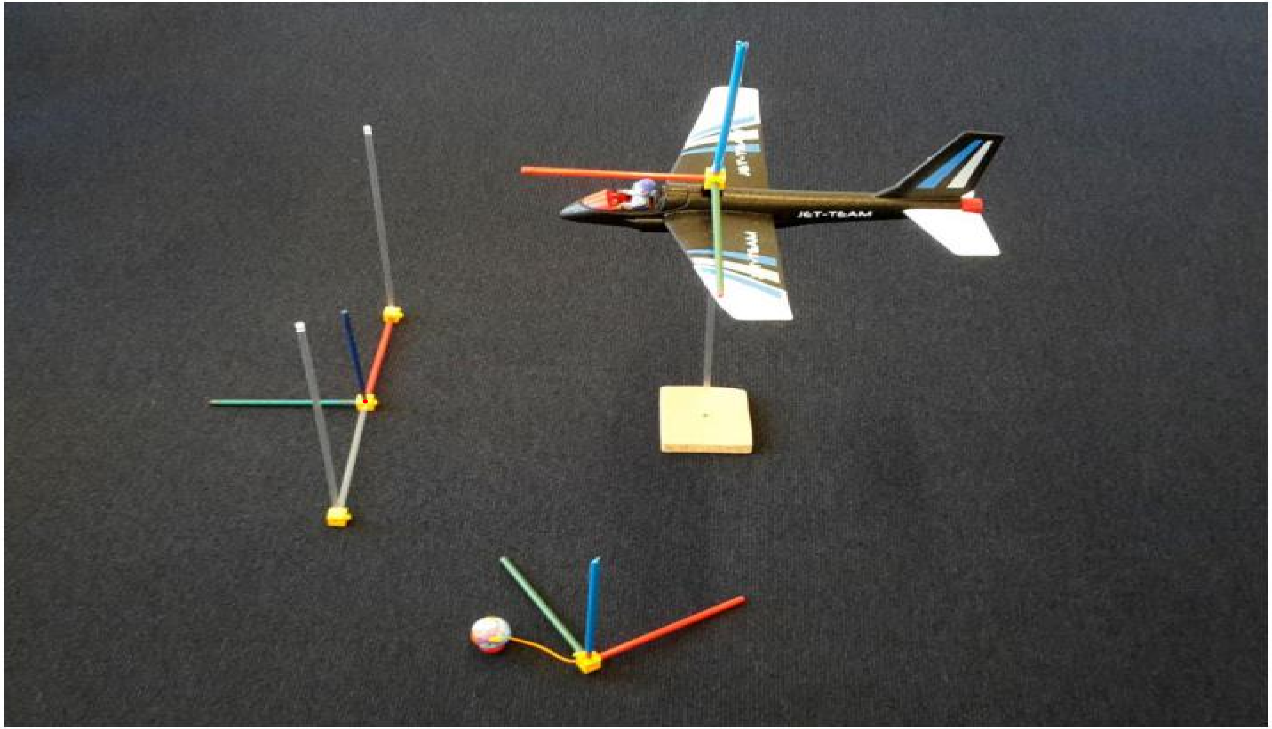


$$T_{H \leftarrow G} = \begin{pmatrix} \cos\alpha & -\sin\alpha & & \\ \sin\alpha & \cos\alpha & & \\ & & 1 & \\ & & & 1 \end{pmatrix}$$

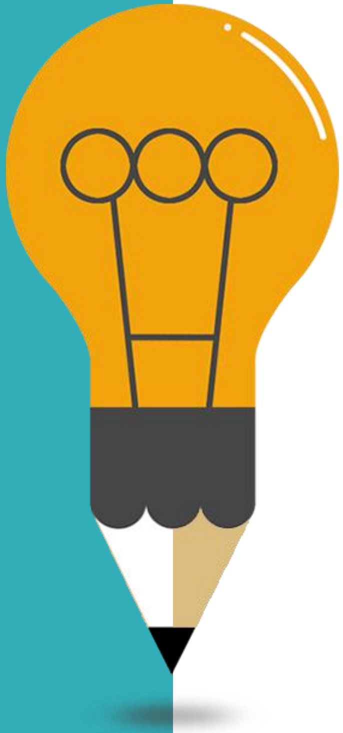


Arbeitsblatt!

Arbeitsblatt Koordinatensysteme



Arbeitsblatt: Lösung

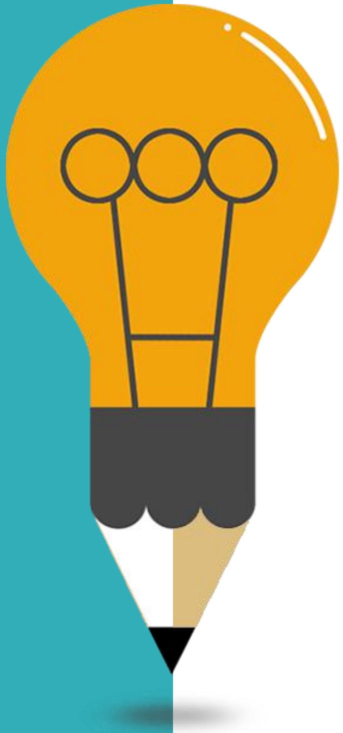


- **1. Eine Matrix:**
- **Angenommen je 1 farbiger Plastikstab = 1 Längeneinheit**

$$T_{G \leftarrow A} = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & -2 \\ 0 & 0 & 1 & 2.5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

- **2. Transformationskette:**

$$T_{G \leftarrow A} = T_{W \leftarrow G}^{-1} \cdot T_{W \leftarrow A}$$



Arbeitsblatt: Lösung

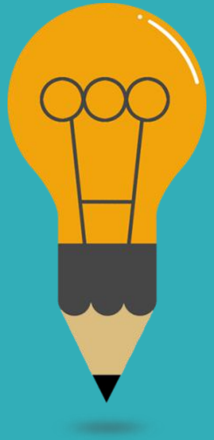
- **3. Fliegende Kamera:**

$$T_{W\leftarrow C} = \quad T_{W\leftarrow A} \cdot \begin{pmatrix} \_ & \_ & 1 & -2 \\ -1 & \_ & \_ & 0 \\ \_ & -1 & \_ & 0.5 \\ \_ & \_ & \_ & 1 \end{pmatrix}$$

- **4. Durch das Gate**

x muss im zulässigen Bereich der Torbreite, im phyischen Modell [-1..1] sein
z muss im zulässigen Bereich der Torhöhe sein, im physischen Modell [0..2]
y muss eigentlich 0 sein, aber weil das Spiel in Schritten abläuft muss in einem hinreichend breiten Bereich um die 0 herum sein, z.B. [-0.5.. 0.5].
q wäre idealerweise 1, weil Aircraft-X nach Gate-Y zeigt. Praktisch muss q 1 mit gewisser Toleranz sein.

$$T_{G\leftarrow A} = \begin{pmatrix} \_ & \_ & \_ & x \\ q & \_ & \_ & y \\ \_ & \_ & \_ & z \\ \_ & \_ & \_ & \_ \end{pmatrix}$$



Arbeitsblatt: Lösung

- **5. Gier nach Drehung:**

$$T_{W\leftarrow A_{t+\Delta t}} = T_{W\leftarrow A_t} \cdot \begin{pmatrix} 1 & & & v\cdot\Delta t \\ & 1 & & \\ & & 1 & \\ & & & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & & & \\ & \cos j_x\cdot\Delta t & -\sin j_x\cdot\Delta t & \\ & \sin j_x\cdot\Delta t & \cos j_x\cdot\Delta t & \\ & & & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \cos j_y\cdot\Delta t & & \sin j_y\cdot\Delta t & \\ & 1 & & \\ -\sin j_y\cdot\Delta t & & \cos j_y\cdot\Delta t & \\ & & & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \cos\gamma & -\sin\gamma & & \\ \sin\gamma & \cos\gamma & & \\ & & 1 & \\ & & & 1 \end{pmatrix}$$

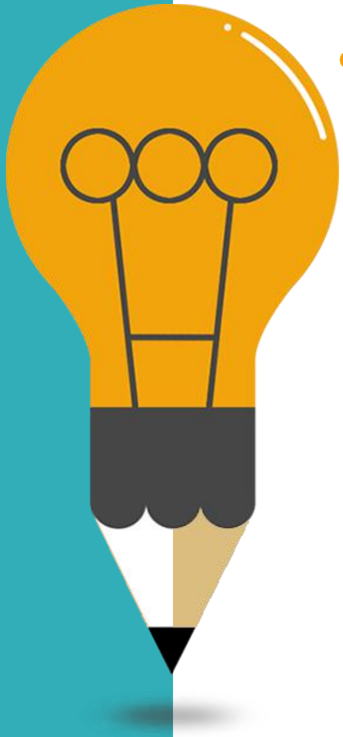
- **6. Mit Propeller vorne dran:**

$$T_{W\leftarrow P} = T_{W\leftarrow A} \cdot \begin{pmatrix} 1 & & & 1 \\ & cos\phi_t & -sin\phi_t & 0 \\ & sin\phi_t & cos\phi_t & 0 \\ & & & 1 \end{pmatrix}$$

$$\phi_{t+\delta t} = \phi_t + 720°/s \cdot \delta t$$

Film!

- **Abgabe bis zum <u>*28.6*</u>, <u>*20:00*</u> auf StudIP!**



Übung G3: Film

Gruppenaufgabe, 22 Punkte + 4 Punkte für Zwischenstand im Tutorium, Abgabe 28.06.21, 20:00 in Stud.IP

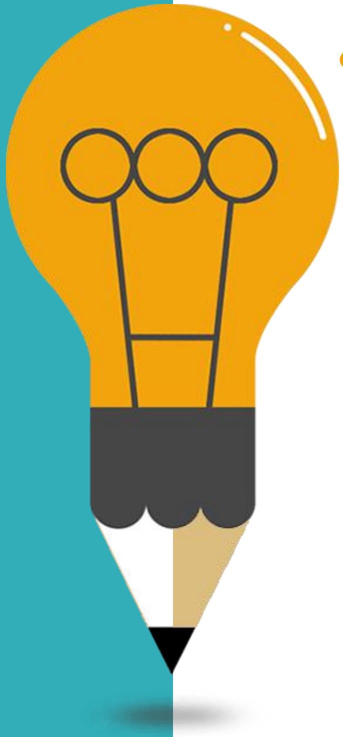
» Produziert Euren Film nach Eurem Drehbuch und Storyboard

» Der Film darf inkl. allem nichtlänger als 4:00 Minutensein und muss öffentlich zeigbar sein, d.h.urheberrechtlich einwandfrei und den allgemeinen Regeln des Anstands entsprechend.

» Der Film muss einen sichtbaren Titel und einen Abspann mit Beteiligten haben.

» Dies beinhalt insbesondere die Namensnennung von verwendeten CC-BY Medien im Abspann.

Blatt E3 - Compositing



- **Abgabe bis zum *12.7*, *20:00* auf StudIP!**

Übung E3: 3D Compositing

Einzelaufgabe, 11 Punkte, Abgabe 12.07.21, 20:00 in Stud.IP

Montiere das animierte Insekt aus ÜZ E2 in die vorgegebene Realweltszene.

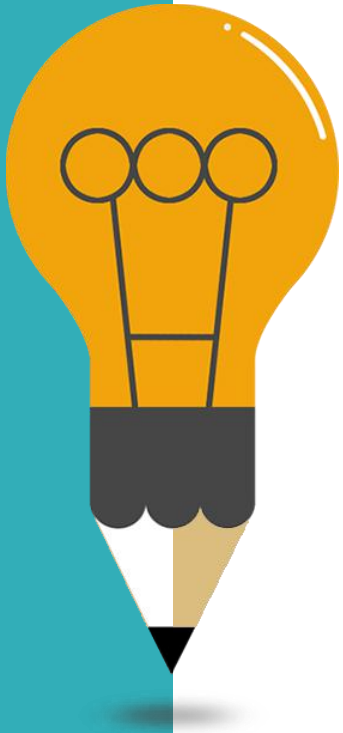
» Verwende die Realweltszene `uebungE1bis3-realweltclip.mp4`.

» Tracke die Kamerabewegung.

» Passe Pose, Skalierung und Animation des Insektes so an, dass es in die Szene passt.

» Ein Teil der realen Szene soll das Insekt verdecken.

» Stelle die reale Lichtsituation sinnvoll realistisch nach.



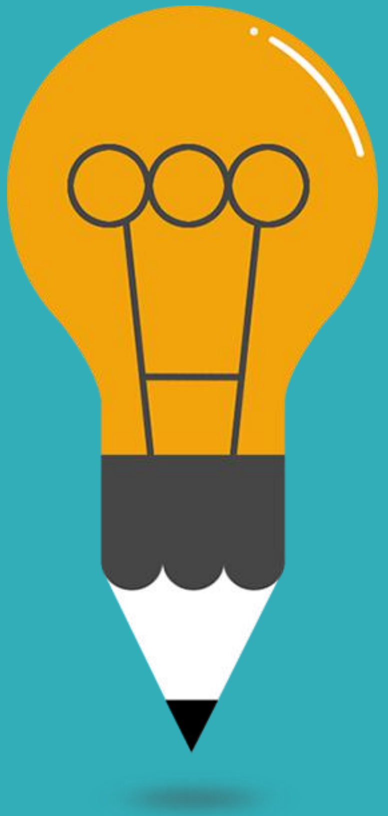
Übungsblätter

- **Abgabe Vorlage beachten!**

- **Erlaubte Dateien für Doku: PDF (KEIN DOC/DOCX!)**

- **Namen, Tutorium, Bearbeitungszeit angeben!**

- **Bennenungsschema Beachten: mi2_uebung#_nachname1_nachname2_nachname3.PDF/.ZIP**
- **Wenn von Hand geschrieben, sauber schreiben, gute Belichtung und vernünftiges Foto, *Druckschrift*!**



Das wars erstmal!

Bis nächste Woche!