Führt man diese Operationen auch für die beiden anderen Achsen aus, so ergeben sich

$$\overline{R}_x(\varphi_x) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\varphi_x & -\sin\varphi_x & 0 \\ 0 & \sin\varphi_x & \cos\varphi_x & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \text{und} \quad \overline{R}_x^{-1}(\varphi_x) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\varphi_x & \sin\varphi_x & 0 \\ 0 & -\sin\varphi_x & \cos\varphi_x & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \tag{5.5}$$

und

$$\overline{R}_y(\varphi_y) = \begin{pmatrix} \cos\varphi_y & 0 & \sin\varphi_y & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin\varphi_y & 0 & \cos\varphi_y & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \text{und} \quad \overline{R}_y^{-1}(\varphi_y) = \begin{pmatrix} \cos\varphi_y & 0 & -\sin\varphi_y & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \sin\varphi_y & 0 & \cos\varphi_y & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \tag{5.6}$$

Beispiel 5.5:

Rotation des Punktes $\vec{P}_0(1,1,1)$ mit jeweils 90^0 zuerst um die *z*- und danach um die *x*-Achse.

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix} = \overline{R}_x \cdot \overline{R}_z \cdot \begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \\ z_0 \\ 1 \end{pmatrix} = \overline{R}_x \cdot \overline{R}_z \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 \\ -1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Rotation des Punktes $\vec{P}_0(1,1,1)$ mit jeweils 90^0 zuerst um die *x*- und danach um die *z*-Achse.

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix} = \overline{R}_z \cdot \overline{R}_x \cdot \begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \\ z_0 \\ 1 \end{pmatrix} = \overline{R}_z \cdot \overline{R}_x \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

■

Die bisher angegebenen Matrizen beziehen sich auf die Fälle, dass die Rotationen jeweils um die Koordinatenachsen stattfinden. Soll jedoch beispielsweise eine Rotation um eine zu diesen Koordinatenachsen parallele Rotationsachse erfolgen, so entspricht die Vorgehensweise prinzipiell der bei der Skalierung gezeigten in den folgenden drei Schritten:

- Translation der Rotationsachse in die entsprechende Koordinatenachse mit $\overline{T}(-\vec{r})$,
- Rotation mit dem gewünschten Winkel um die Koordinatenachse mit $\overline{R}(\varphi_k), k = x \mid y \mid z$,
- Rücktranslation der Rotationsachse an die vorherige Position mit $\overline{T}(\vec{r})$.

Beispiel 5.6:

Die Rotationsachse sei durch

$\vec{a} = (k, 0, 0, 1)^T + \mu \cdot (0, 0, 1, 1)^T$

gegeben, das entspricht einer zur *z*-Achse parallelen Drehachse in der *xz*-Ebene mit dem Abstand *k* von der *z*-Achse. Um diese Achse soll eine Rotation mit dem Winkel φ_z erfolgen.