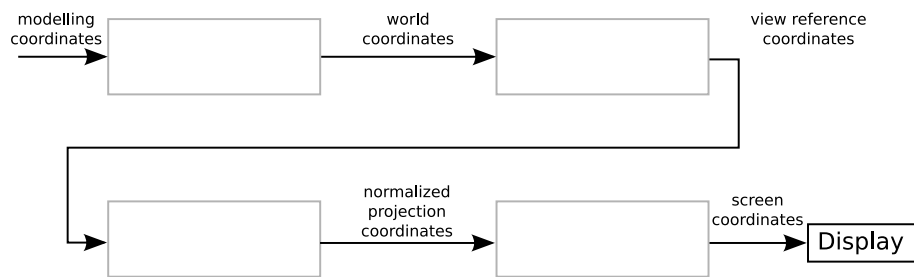


**Aufgabe 4: Viewing Pipeline (3 + 2 Punkte)**

1) Ergänzen Sie die Viewing Pipeline um die an den entsprechenden Stellen durchgeführten Transformationen!



- a)
- b)
- c)
- d)

**Aufgabe 5: Kameratransformation (6 Punkte)**

Ordnen Sie nachstehende Transformationen, so dass sich die vollständige Transformation einer perspektivischen Kamera ergibt!

*Y*: Transformiere Viewfrustum von Pyramidenstumpf in Quader

*G*: Rotation der Kamera, so dass die Kameraachsen auf den Koordinatenachsen liegen

*R*: Skalierung und Translation in Device-Koordinaten (Gerätekoordinaten)

*P*: Scherung des Viewfrustums, so dass es um die z-Achse zentriert ist und der Blick entlang der z-Achse verläuft

*C*: Translation des Projektionszentrums (PRP) in den Ursprung

*E*: Parallelprojektion auf Bildebene

*L*: View-Frustum auf  $45^\circ$  bringen (Skalierung in X und Y)

**Aufgabe 6: Homogene Koordinaten (1 + 1 Punkte)**

- 1) Überführen Sie die kartesischen Koordinaten folgender 3D Punkte in eine Beschreibung durch homogene Koordinaten!

a)  $\begin{pmatrix} 3 \\ 5 \\ -1 \end{pmatrix}$

b)  $\begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ -8 \end{pmatrix}$

- 2) Überführen Sie die homogenen Koordinaten folgender 3D Punkte in eine Beschreibung durch kartesische Koordinaten!

a)  $\begin{pmatrix} 6 \\ 2 \\ 2 \\ -3 \end{pmatrix}$

b)  $\begin{pmatrix} 2 \\ -2 \\ 3 \\ \frac{5}{2} \end{pmatrix}$

**Aufgabe 7: 2D Transformationen (4 Punkte)**

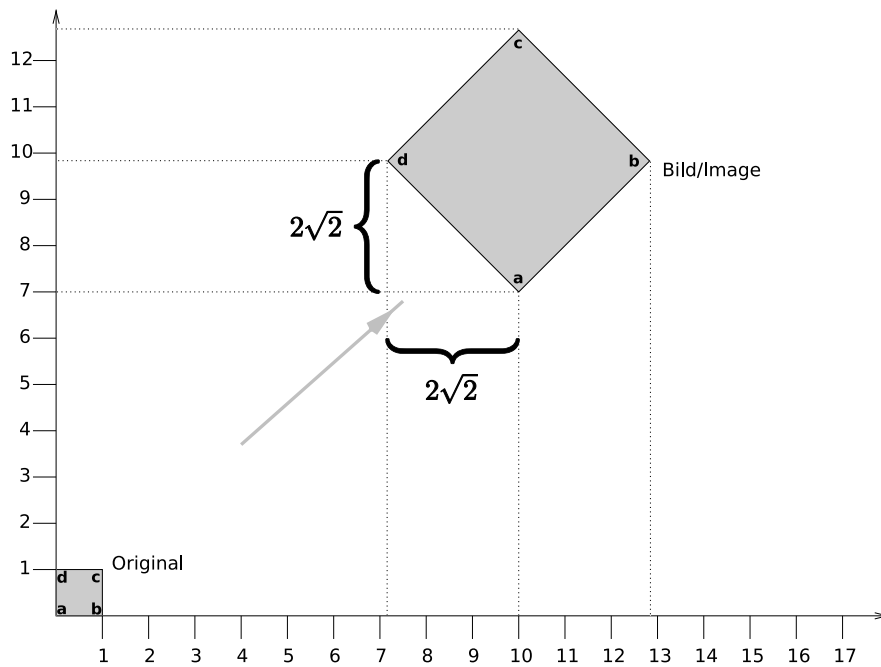
Geben Sie zu den folgenden 2D Abbildungen jeweils eine homogene  $3 \times 3$  Matrix  $T$  an, die die Abbildung beschreibt!

$$1) \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \mapsto \begin{pmatrix} \cos \phi x - \sin \phi y + 1 \\ \cos \phi y + \sin \phi x - 2 \end{pmatrix}$$

$$2) \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \mapsto \begin{pmatrix} \frac{x}{y} + 1 \\ 5 \end{pmatrix}$$

**Aufgabe 8: 2D Transformationen (6 Punkte)**

Gegeben sind Original (links) und Bild (rechts) eines Rechtecks. Das Bild ist durch eine unbekannte 2D-Transformation  $T$  aus dem Original entstanden.



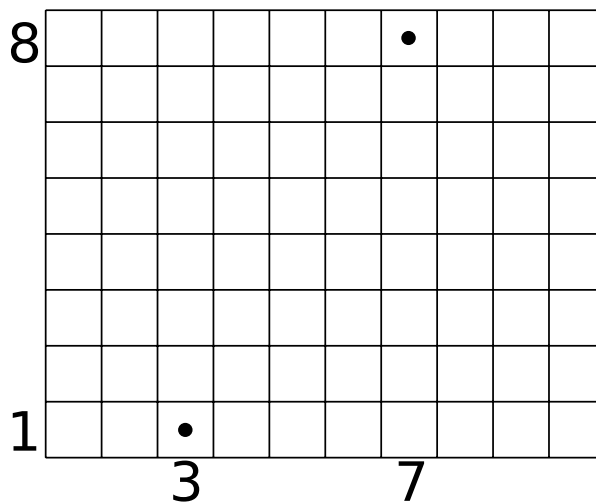
Bestimmen Sie die homogene  $3 \times 3$  Matrix dieser 2D-Transformation und beschreiben Sie Ihre Vorgehensweise dabei! (Hinweis: Das Ergebnis kann als Produkt von Transformationsmatrizen dargestellt werden.)



**Aufgabe 10: Rasterisierung** (4 Punkte)

- 1) Geben Sie eine implizite Beschreibung der Linie an, die durch die Punkte  $\begin{pmatrix} 3 \\ 1 \end{pmatrix}$  und  $\begin{pmatrix} 7 \\ 8 \end{pmatrix}$  verläuft!
- 2) Markieren Sie die Pixel der durch den **Midpoint**-Algorithmus rasterisierten Linie, die durch die beiden Endpunkte begrenzt ist!

(Eine Beschreibung des Algorithmus bzw. der Zwischenschritte ist *nicht* nötig!)

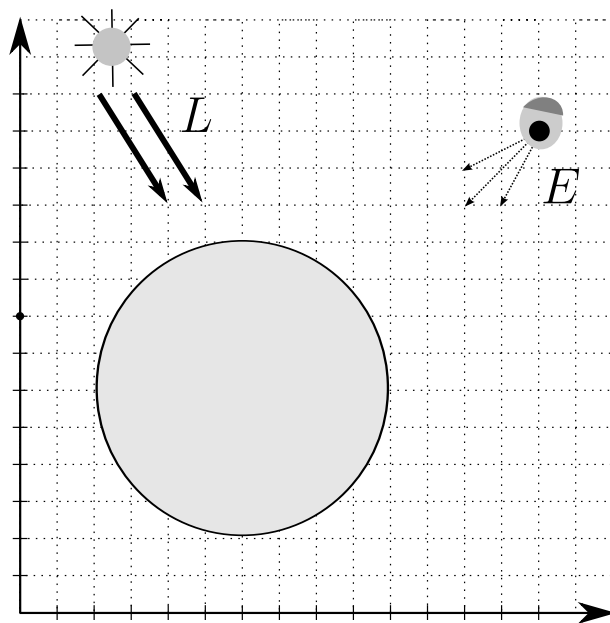


**Aufgabe 12: Phong Beleuchtungsmodell (6 Punkte)**

Wenden Sie das Phong Beleuchtungsmodell für nachfolgende zweidimensionale Szene an (siehe Zeichnung):

Eine Kugel (bzw. hier ein Kreis) wird mit gerichtetem Licht (Lichtstrahlung  $L$ ) beleuchtet. Die Intensität der Lichtquelle ist durch  $I_L = 1$  gegeben, für die Materialkoeffizienten der Kugel gilt  $k_{\text{diffus}} = k_{\text{spekular}} = 0.5$  und  $k_{\text{ambient}} = 0$ , der Shiny-Exponent ist  $s = \sqrt{2}$ .

Ein Beobachter befindet sich am Augpunkt  $E$ . Beantworten Sie die folgenden Fragen!



- 1) Wo wird der diffuse Beleuchtungsanteil  $I_d$  maximal? Kennzeichnen Sie diesen Punkt/diese Punkte auf der Kugel und bestimmen Sie die diffuse Lichtintensität  $I_d$  in diesem Punkt/diesen Punkten!
- 2) Wo wird der spekulare Beleuchtungsanteil  $I_s$  maximal? Kennzeichnen Sie diesen Punkt/diese Punkte auf der Kugel und bestimmen Sie die spekulare Lichtintensität  $I_s$  in diesem Punkt/diesen Punkten!

*(Kennzeichnungen müssen eindeutig zugeordnet sein.)*



**Aufgabe 14: Wahr oder falsch? (6 Punkte, wenigstens 0 Punkte)**

Geben Sie jeweils (**ohne Begründung!**) an, ob die Aussage wahr oder falsch ist. Für jede richtige Antwort gibt es einen halben Punkt, für jede falsche Antwort wird ein halber Punkt abgezogen! Beantworten Sie also lieber nur Fragen, bei denen Sie sich sicher sind!

- 1) BSP-Bäume müssen nicht für jeden neuen Blickpunkt neu berechnet werden.
- 2) Affine Abbildungen in 2D bilden Kreise auf Kreise ab.
- 5) Für eine Darstellung mit Hilfe von Gouraud-shading sind keine Normalen nötig.
- 9) Im RGB-Farbsystem liegen alle Grautöne auf einer Geraden.
- 10) Eine Scherung kann als Hintereinanderausführung von mehreren Rotationen beschrieben werden.