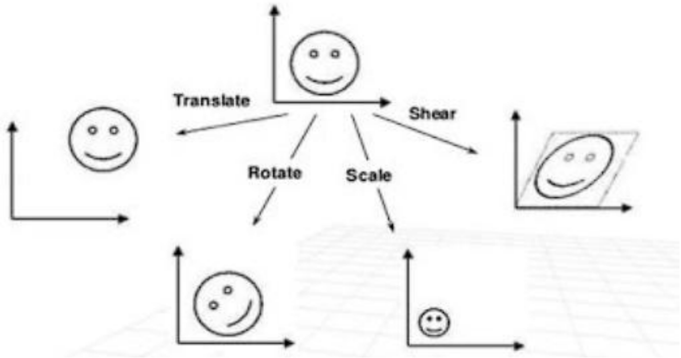
Computergrafik III

Kantonsschule Sursee
Dr. Philipp Hurni

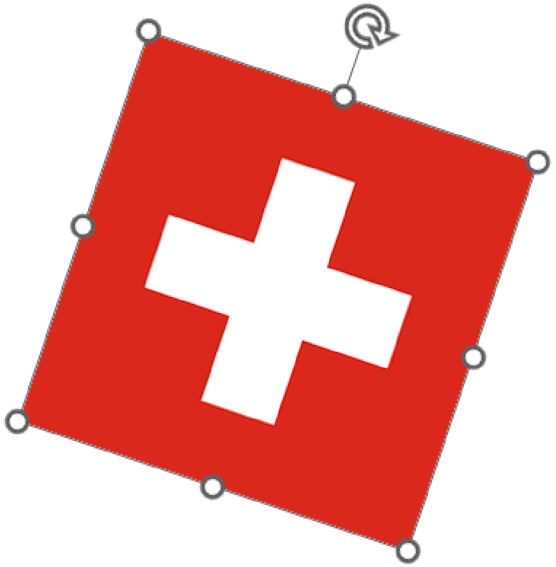
Agenda

- Basistransformationen der Computergrafik
  - Translation
  - Rotation
  - Skalierung
  - Scherung

- Erste Schritte in die dritte Dimension
  - Kavaliers-Projektion



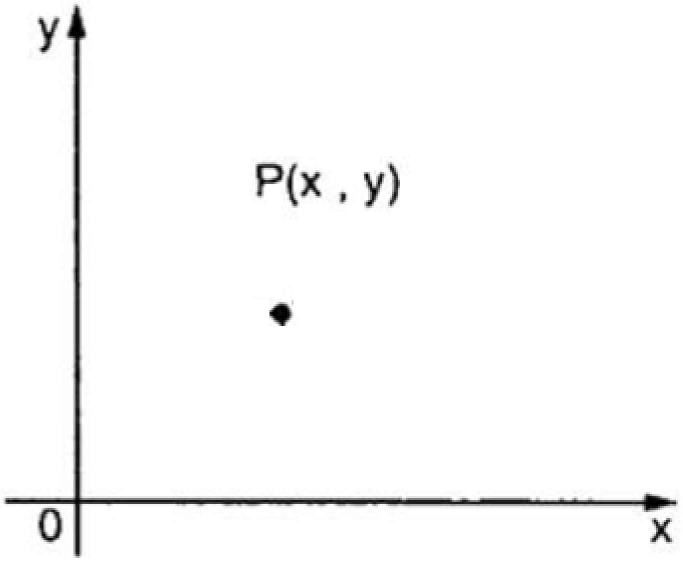
Basistransformationen der Computergrafik



Transformationen

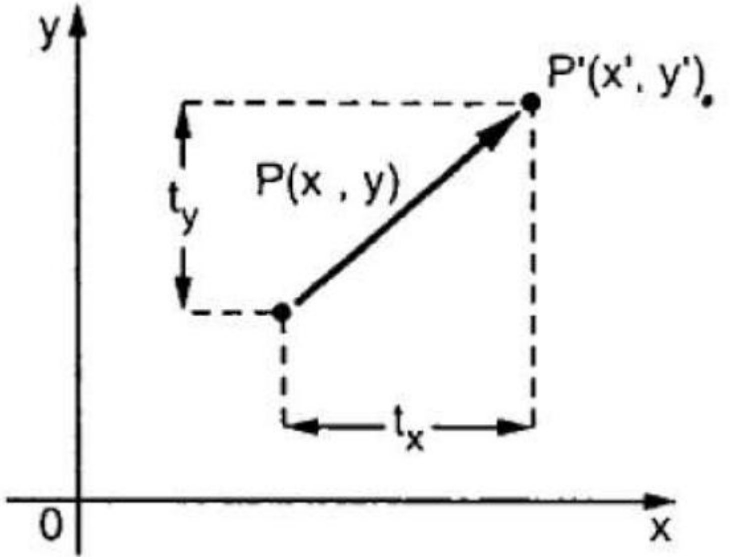
Ein Punkt in der Fläche wird durch seine Koordinaten (x,y) bestimmt:

$$P = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$



Translation

Die Translation ist dadurch gekennzeichnet, dass zu den Koordinaten des Punktes P Verschiebungswerte hinzugefügt werden:

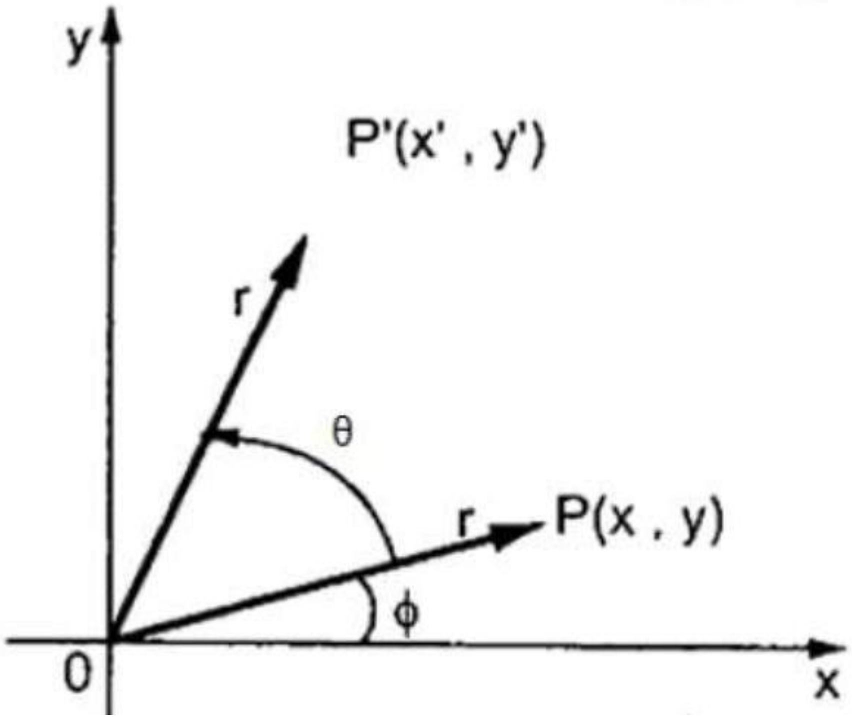


$$X' = X + t_x$$
$$Y' = Y + t_y$$

Rotation

Bei der Rotation drehen wir das Objekt um einen bestimmten Winkel θ Theta von seinem Ursprung aus.

Aus der folgenden Abbildung können wir ersehen, dass sich der Punkt P(X,Y) im Winkel ϕ von der horizontalen X-Koordinate mit Abstand r vom Ursprung befindet.



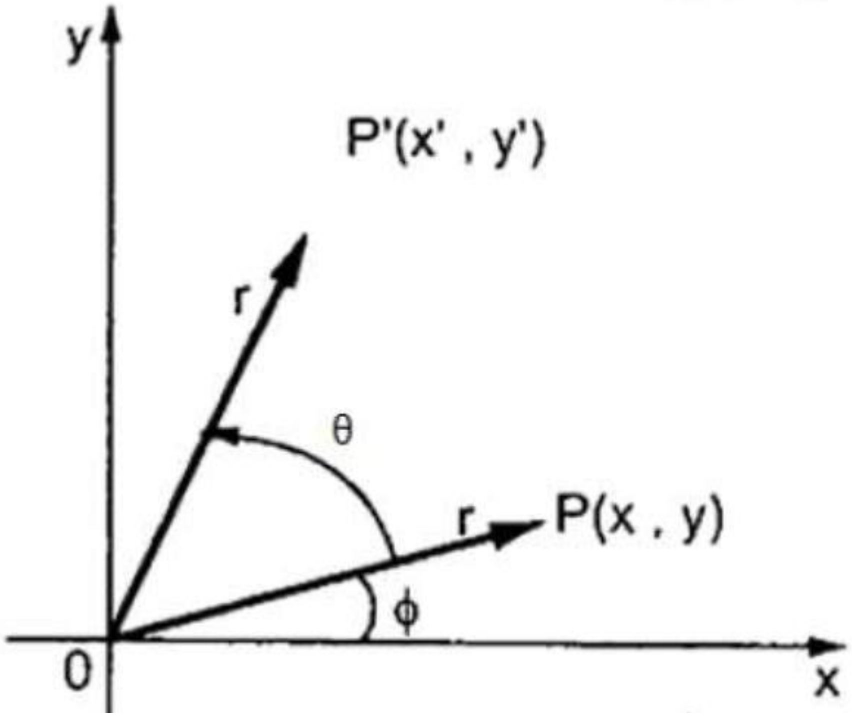
Rotation

Nehmen wir an, du willst es um den Winkel θ drehen. Nachdem du es an eine neue Position gedreht hast, erhältst du einen neuen Punkt P'(X',Y').

Durch Anwendung von Trigonometrie kann gefolgert werden dass:

$x' = x * \cos\theta - y * \sin\theta$

$y' = x * \sin\theta + y * \cos\theta$



Skalierung

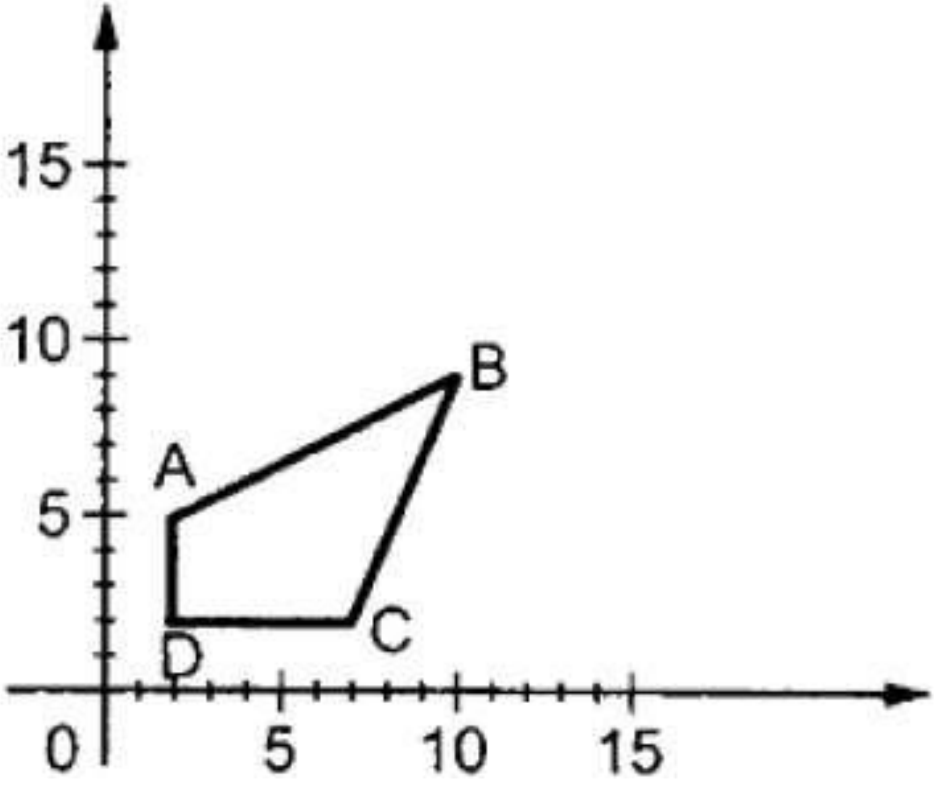
Um die Grösse eines Objekts zu ändern, wird die Skalierungstransformation verwendet. Bei der Skalierung erweitern oder komprimieren wir die Abmessungen des Objekts.

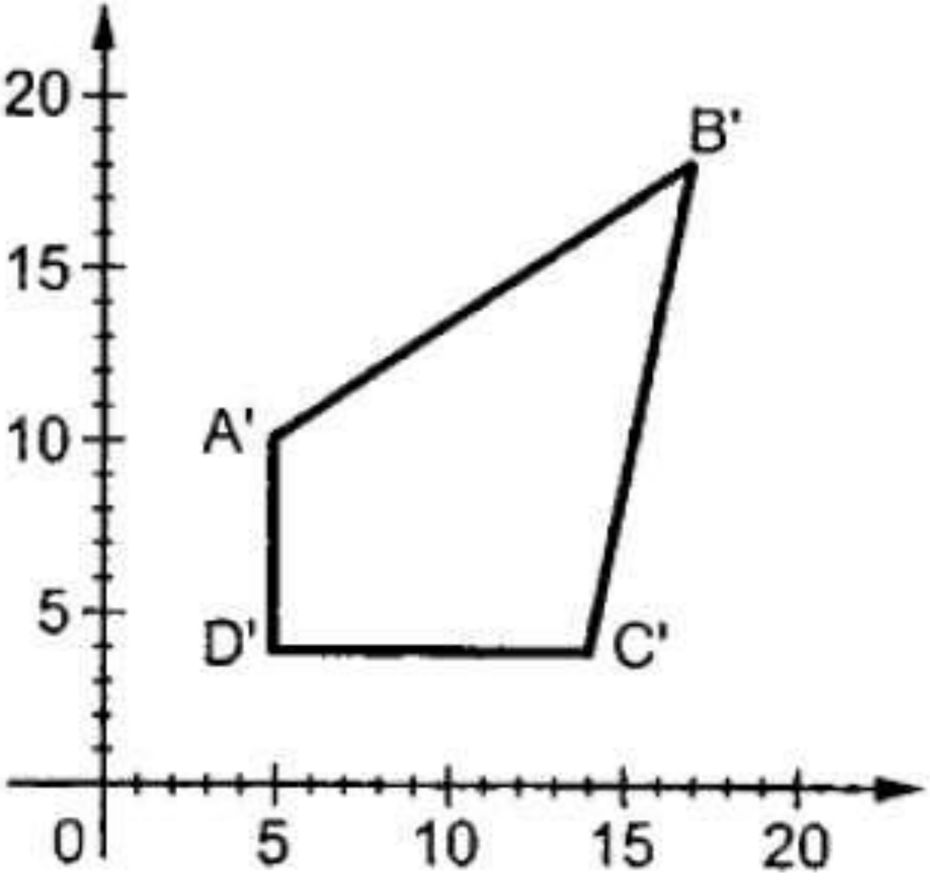
Die Skalierung kann erreicht werden, indem die ursprünglichen Koordinaten des Objekts mit dem Skalierungsfaktor multipliziert werden, um das gewünschte Ergebnis zu erhalten. Nehmen wir an, dass die ursprünglichen Koordinaten X,Y sind, die Skalierungsfaktoren sind (S_X, S_Y) und die erzeugten Koordinaten sind X',Y' . Dies kann mathematisch wie folgt dargestellt werden:

$X' = X * S_X$ und $Y' = Y * S_Y$

Der Skalierungsfaktor S_X, S_Y skaliert das Objekt in X- bzw. Y-Richtung.

Skalierung





Scherung

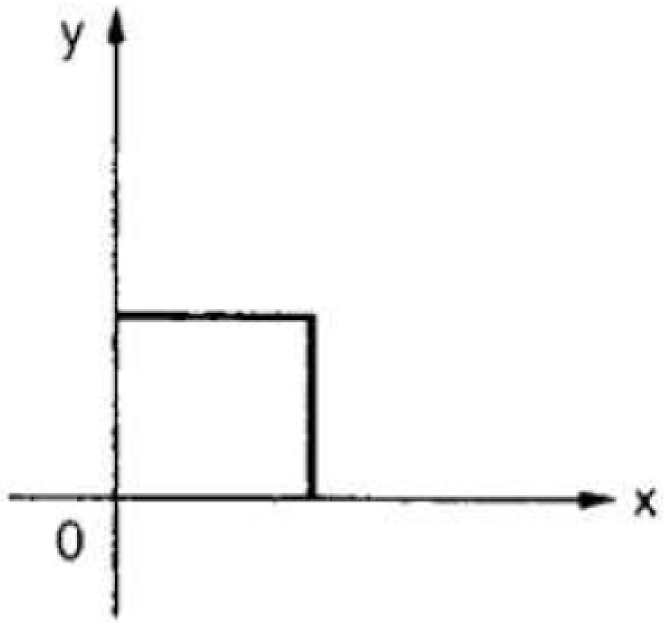
- Eine Transformation, die die Form eines Objekts neigt, wird als Schertransformation bezeichnet. Es gibt zwei Schubtransformationen: X-Scherung und Y-Scherung. Eine verschiebt X-Koordinatenwerte und eine andere verschiebt Y-Koordinatenwerte.

- In beiden Fällen ändert nur eine Koordinate ihre Koordinaten, während die anderen ihre Werte beibehalten. Das Scheren wird auch als Schrägstellen bezeichnet.

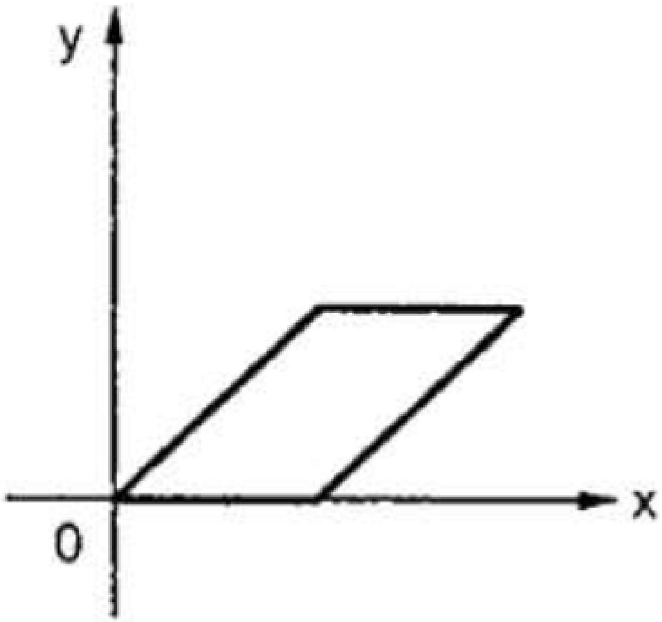
X-Scherung: $X' = X + Sh_x * Y$, $Y' = Y$

Y-Scherung $X' = X$, $Y' = Y + Sh_y * X$

Scherung



vor Scherung



nach Scherung

Übungen analytisch

Übung 1 – Rotation analytisch

Gegeben ist eine Linie mit dem Startpunkt (0, 0) und dem Endpunkt (4, 4). Wende eine 30-Grad-Rotation gegen den Uhrzeigersinn auf die Linie an und ermittle die neuen Koordinaten der Linie.

Lösung 1 – Rotation analytisch

Gegeben

- alte Endkoordinaten der Linie = (X_{alt}, Y_{alt}) = (4, 4)
- Drehwinkel = θ = 30 Grad

Es seien die neuen Endkoordinaten der Linie nach der Rotation (Xneu, Yneu).

Wir wenden die Rotationsgleichungen an und erhalten:

X_{neu}

$= X_{alt} * \cos\theta - Y_{alt} * \sin\theta$

$= 4 * \cos 30 - 4 * \sin 30$

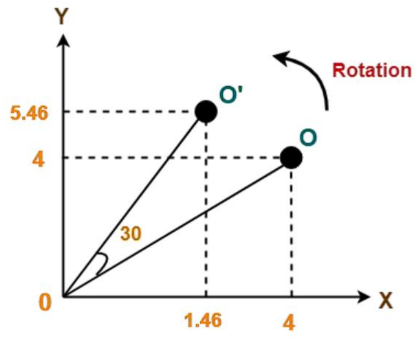
$= 1.46$

Y_{neu}

$= X_{alt} * \sin\theta + Y_{alt} * \cos\theta$

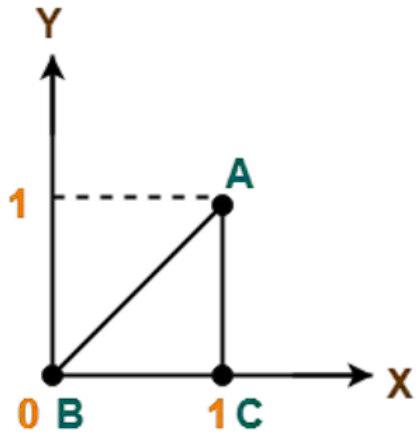
$= 4 * \sin 30 + 4 * \cos 30$

$= 5.46$



Übung 2 – Scherung analytisch

Gegeben ist ein Dreieck mit den Punkten (1, 1), (0, 0) und (1, 0). Wende den Scherungsparameter 2 auf der X-Achse an, und ermittle die neuen Koordinaten des Objekts.



Lösung 2 – Scherung analytisch

Gegeben sind:

- Alte Eckkoordinaten des Dreiecks = A(1, 1), B(0, 0), C(1, 0)
- Scherparameter in Richtung X (Sh_x) = 2

A(1,1):

Seien die neuen Koordinaten der Ecke A nach dem Scheren = (X_{neu}, Y_{neu}).
Bei Anwendung der Schergleichungen haben wir -

$X_{neu} = X_{alt} + Sh_x * Y_{alt} = 1 + 2 * 1 = 3$
$Y_{neu} = Y_{alt} = 1$

Somit sind neue Koordinaten der Ecke A nach dem Scheren = (3, 1).

Lösung 2 – Scherung analytisch

B(0,0):

Seien die neuen Koordinaten der Ecke B nach dem Scheren = (X_{neu}, Y_{neu}).

Anwendung der Schergleichungen: $X_{neu} = X_{alt} + Sh_x * Y_{alt} = 0 + 2 * 0 = 0$

$Y_{neu} = Y_{alt} = 0$

Somit sind neue Koordinaten der Ecke B nach dem Scheren = (0,0)

C(1,0):

Seien die neuen Koordinaten der Ecke C nach dem Scheren = (X_{neu}, Y_{neu}).

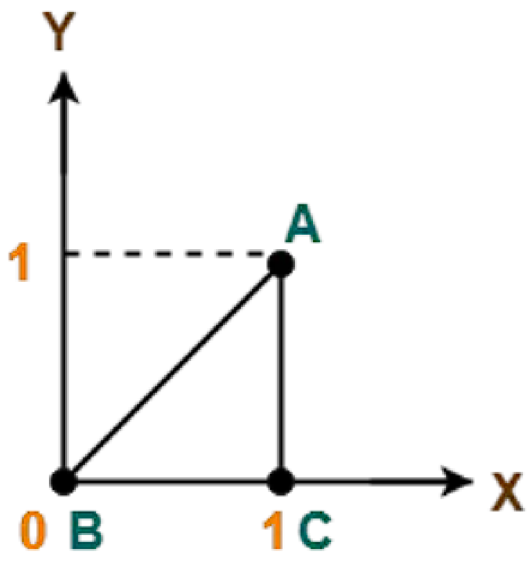
Anwendung der Schergleichungen:

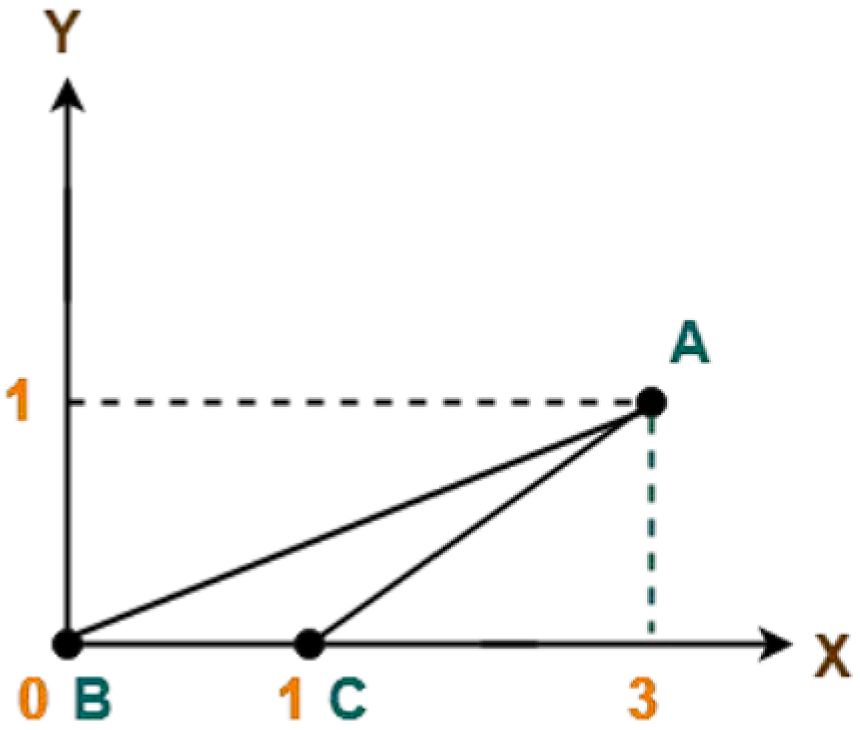
$X_{neu} = X_{alt} + Sh_x * Y_{alt} = 1 + 2 x 0 = 1$

$Y_{neu} = Y_{alt} = 0$

Somit sind neue Koordinaten der Ecke B nach dem Scheren = (1,0).

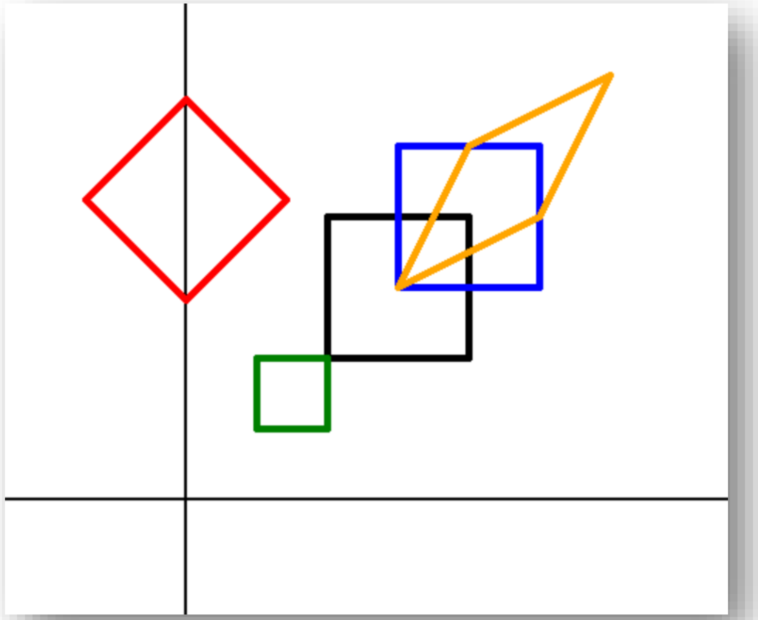
Lösung 2 – Scherung analytisch





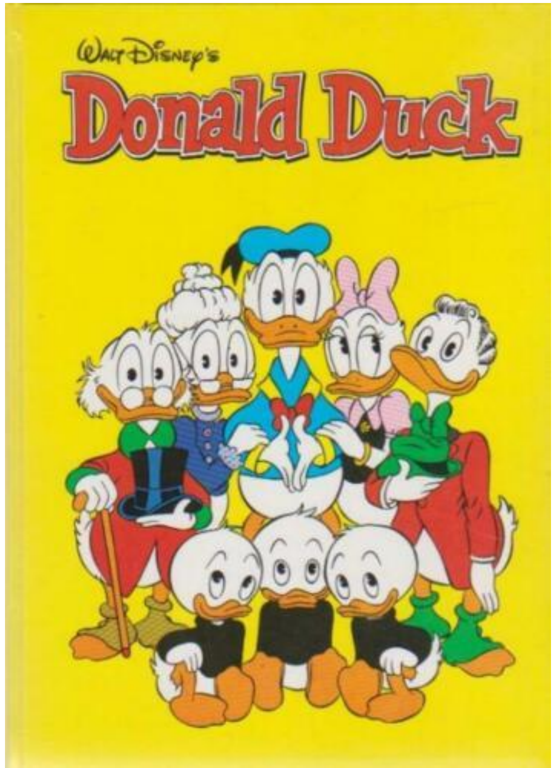
Übung 3 mit Python

- Öffne Datei "Computergrafik 2D mit Turtle Aufgabe"
- Hier gibt es eine Liste "positions" mit 4 Positionen, welche gezeichnet werden (Funkton paintFigure).
- Im ersten Beispiel wird die Farbe auf Blau gewechselt, und dann wird eine Translation ausgeführt. Die neue Figur "positions_translated" genannt und wird dann gezeichnet.
- Vervollständige die Datei um die Operationen
  - Rotation
  - Skalierung
  - Scherung



Die Dritte Dimension

Animationsfilme (Comics / Cartoons)



1995

Homer Simpson in der 3. Dimension (1995) – 1.45min

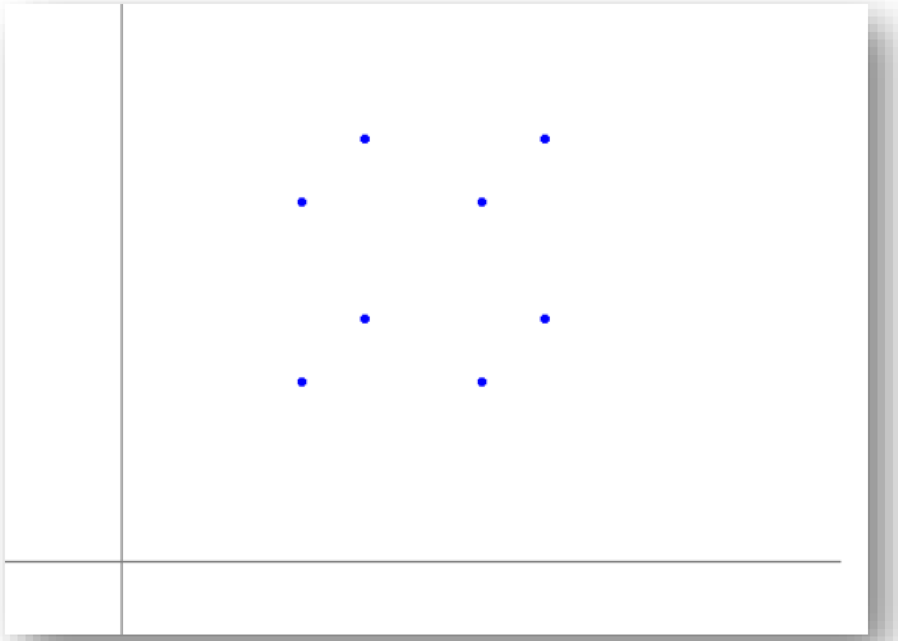
https://www.youtube.com/watch?v=t8Y3MIm4j8g&t=35s

The most common reaction was one of being "blown away" or "super impressed." For a weekly television show to suddenly feature several minutes of high-quality, character-based 3D animation was virtually unprecedented. Many viewers recalled the technology being a "big deal" at the time.

3D Raum: die Kavaliers-Projektion

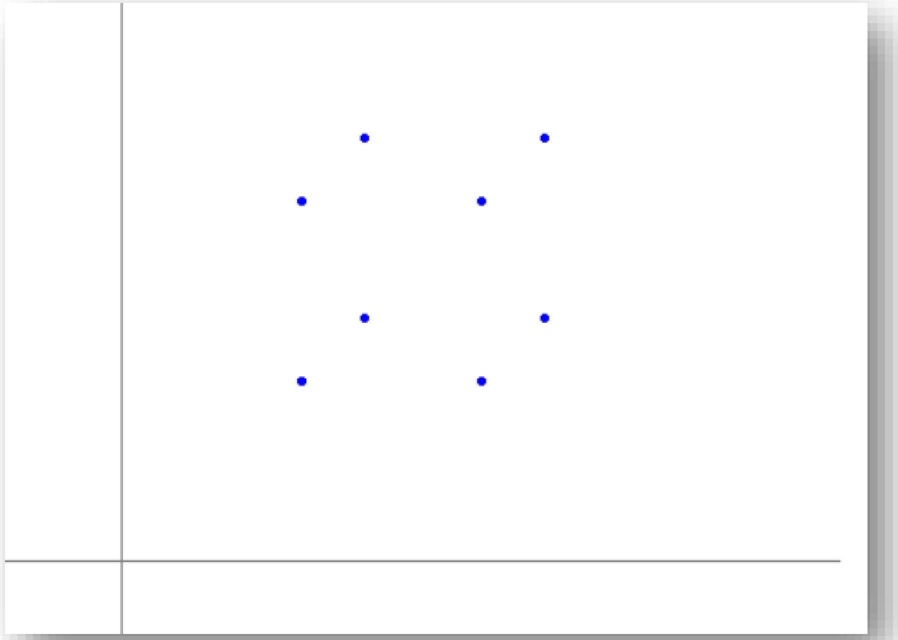
- Gegeben sei ein 3D-Punkt P=(x,y,z), welcher im 2D Raum dargestellt werden soll

- Die resultierende 2D-Koordinate $P'=(x_{2D},y_{2D})$ nach der Projektion kann wie folgt berechnet werden:
  - Neigungswinkel α: Der Winkel α, unter dem die z-Achse projiziert wird (wir nehmen hier α=45 Grad)
  - Skalierung s: Der Faktor, mit dem die z-Koordinate multipliziert wird. Hier s=0.5



3D Raum: die Kavalier-Projektion

- pos0 = [100, 100, 0]
- pos1 = [100, 200, 0]
- pos2 = [200, 200, 0]
- pos3 = [200, 100, 0]
- pos4 = [100, 100, 100]
- pos5 = [100, 200, 100]
- pos6 = [200, 200, 100]
- pos7 = [200, 100, 100]



Wie zeichne ich diejenigen Punkte mit z != 0?

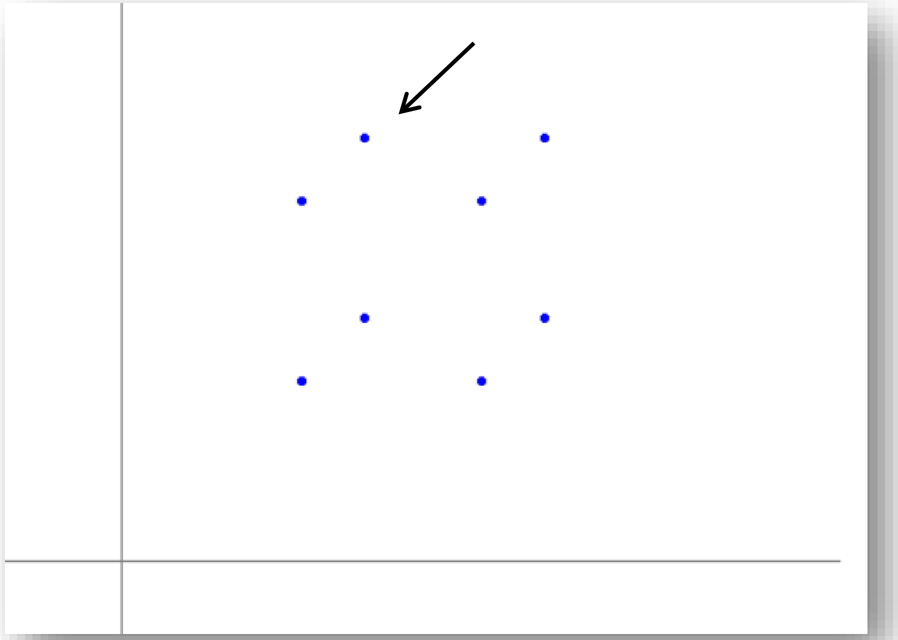
3D Raum: die Kavalier-Projektion

$$x_{abb} = x + z * s * \cos(\alpha)$$
$$y_{abb} = y + z * s * \sin(\alpha)$$

$\cos(45°) \approx 0.707$
$\sin(45°) \approx 0.707$
$s=0.5$

Beispiel:

- Punkt (x,y,z)=(100,200,100)
- x_{abb} = 100 + 100*0.5*0.7 = **135**
- y_{abb} = 200 + 100*0.5*0.7 = **235**

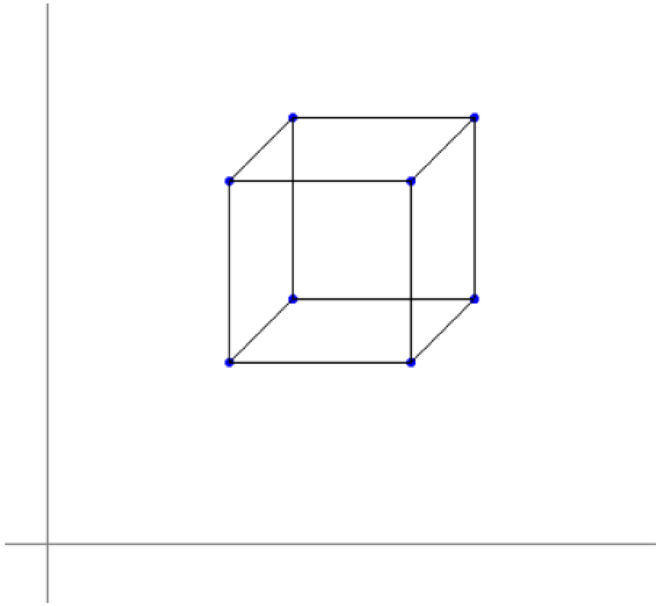


Übung: Mit Linien die Ecken verbinden

Versuche die Linien so zu verbinden, dass der Eindruck eines 3D-Würfels entsteht

Gehe aus von den Punkten in:

Computergrafik 3D mit Kavaliersprojektion.py



Nächste Woche: Einblick in ein 3D Grafikframework

3D Grafikframework = eine Software, die zur Erstellung und zum Rendern von dreidimensionalen (3D) Grafiken, Umgebungen und Interaktionen verwendet wird.

Sie dient als Grundlage für die Entwicklung von 3D-Anwendungen (z.B. auch Videospielen)

OpenGL ist ein freier Industriestandard
Viele Anwendungen nutzen ihn
(Google Maps, Minecraft, Unity, …)