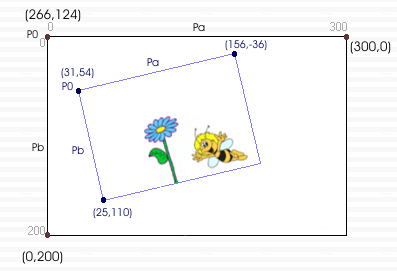
Soll Objekt gezeichnet werden, so müssen alle enthaltenen Instanzen ebenfalls gezeichnet werden. Dabei müssen die in Instanzen transformiert werden. Gezeichnet wird mit den Koordinaten der obersten Hierarchie, also die des Fensters, indem die Objekte dargestellt werden sollen. Der Ursprung des Fensters - Koordinatensystems liegt in der obersten linken Ecke. Der erste Schritt ist es die Raumkoordinaten in Fenster Koordinaten zu transformieren.



*Abb* 1: Raum im Fenster

Alle Koordinaten des Raumes müssen um den Vektor **P0** verschoben werden. Dies geschieht mit Hilfe der folgenden Matrix:



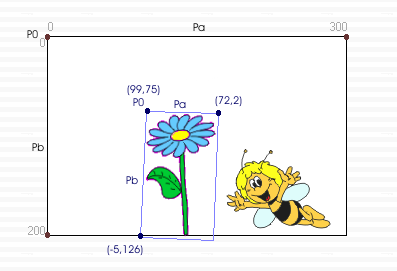
*Abb* 2: Positionsmatrix

Alle Koordinaten werden mit der Matrix multipliziert. Heraus kommt die transformierte Koordinate im Fenster. Die Richtungsvektoren **Pa** und **Pb** müssen, bevor sie transformiert werden können, in Positionsvektoren umgerechnet werden. Dazu werden die beiden Vektoren mit **P0** addiert.



*Abb* 3: Beispiel

Instanzen beinhalten entweder Bilder oder Objekte, die wiederum Instanzen beinhalten können. Alle in der Instanz Koordinaten müssen transformiert werden. Da diese Matrix noch nicht bekannt ist, muss diese ermittelt werden.



*Abb* 4: Objekt

Lösung:

Aus den Vektoren **P0**, **Pa**, **Pb** der Instanz und den Vektoren **P´0**, **P´a**, **P´b** des enthaltenden Elements, wir ein Gleichungssystem erstellt.

I 

II 

III 

*Abb* 5: Gleichungssystem

Dabei kommt zugute, dass viele Komponenten der Vektoren **P´0**, **P´a**, **P´b** gleich 0 sind. Auch hier muss beachtet werden, dass **Pa**, **Pb** Richtungsvektoren sind. Diese müssen zuvor auch mit **P0** addiert werden, um aus ihnen Positionsvektoren zu machen. Durch Lösen des Gleichungssystems erhält man folgende Matrix:



*Abb* 5: Lösungsmatrix

Nun können die mit einer Instanz verknüpften Koordinaten in eine Koordinate der höheren Ebene transformiert werden. Zum Beispiel in die Raumkoordinaten.



*Abb* 6: Beispiel

Da sich die mit einer Instanz verknüpften transformierten Koordinaten nur auf die höhere Ebene beziehen, müssen diese noch weiter transformieren werden. Dazu werden beide Matrizen multipliziert und die Koordinaten transformiert. Das Ergebnis sind die Fensterkoordinaten.

Codebeispiel:

In der Zeichenfunktion der Szene:

// Matrix erzeugen

matrix = MATRIX::Scaling(zoom, zoom);

matrix \*= MATRIX::Translation(view.m\_origin.x, view.m\_origin.y);

In der Zeichenfunktion der Instanz:

// Transformationsmatrix erstellen

MATRIX m(pa.x / width, pa.y / width, 0,

pb.x / height, pb.y / height, 0,

p0.x, p0.y, 1);

matrix = m \* matrix;

In der Zeichenfunktion des Bildes:

DoublePoint p0(0, 0);

DoublePoint pa(p0.x + width, p0.y);

DoublePoint pb(p0.y, p0.y + height);

// Punkte transformieren

matrix.Transform(p0.x, p0.y); // Vektor p0 mit der Matrix multipl.

matrix.Transform(pa.x, pa.y);

matrix.Transform(pb.x, pb.y);