

# Klausur Computergrafik Gampp SS 7.Juli 2006

Hinweis: auf 3. Dezimalstellen genau berechnen

## Aufgabe 1. - 15 Punkte

Ein Notebook kann  $2^{24}$  Farben darstellen und verwendet keine Farbpalette. Die Bildwiederholfrequenz ist 60 Hz. Das Display hat ein Seitenverhältnis von 16:10.

a) Wieviel MByte belegt der Framebuffer, wenn als vertikale Auflösung 1280 Zeilen gefordert sind, die Pixel auf dem Display quadratisch sind und mit klassischem  $4 \times 4$  Oversampling gearbeitet wird? ( $1 \text{ MB} = 2^{20} \text{ Bytes}$ )

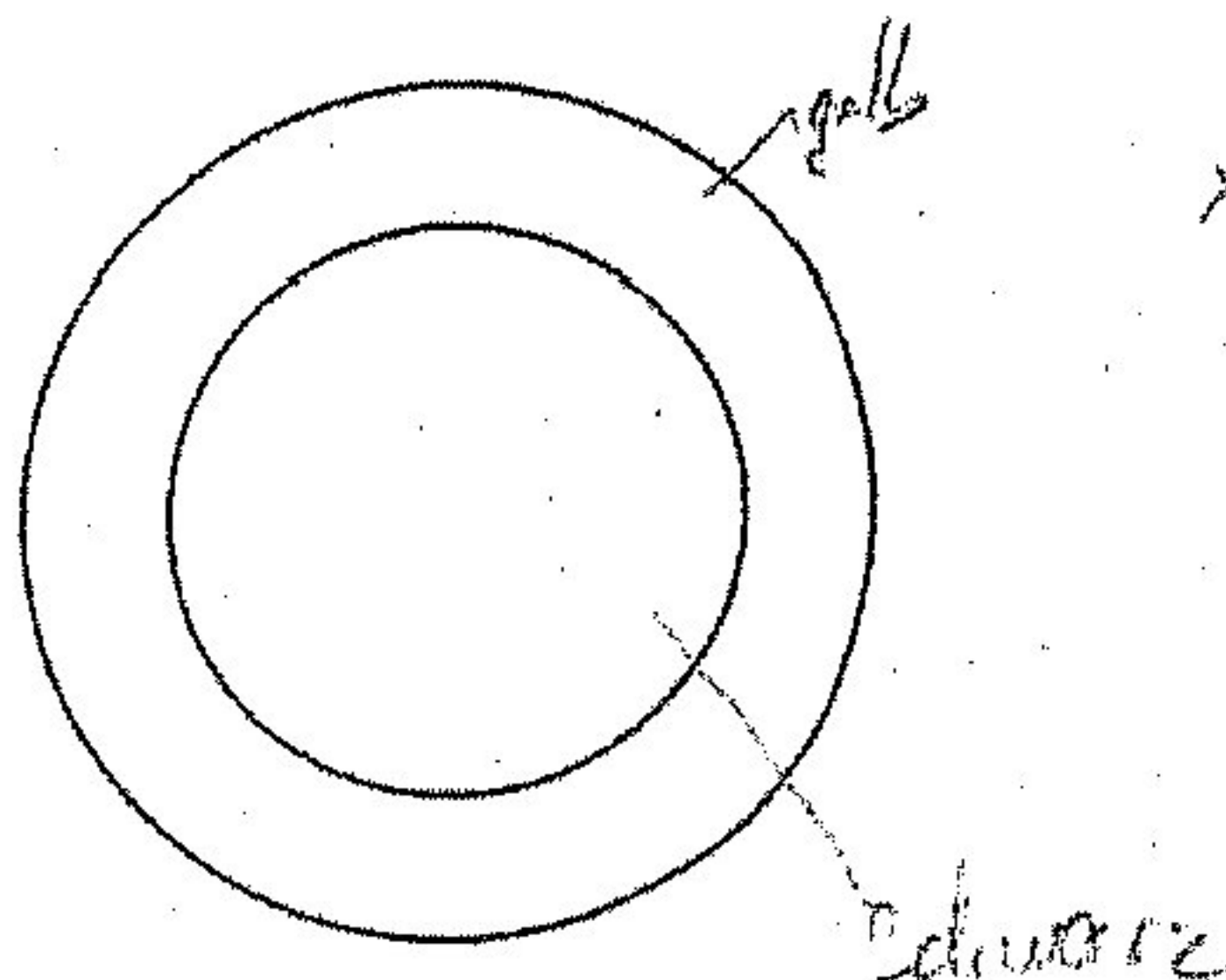
b) Wieviele Bytes müssen bei den Verhältnissen aus Teil a) pro Sekunde von der Grafikkarte zum Monitor übertragen werden?

c) Welche vertikale Auflösung könnte rechnerisch bei der gegebenen Farbauflösung, Aspect Ratio 1 und ohne Oversampling maximal erreicht werden, wenn die Größe des Framebuffers 20 MB nicht überschreiten soll?

d) Weshalb findet in der Grafikpipeline die Beleuchtungsberechnung vor der perspektivischen Transformation statt. Und weshalb findet das Clipping nach der perspektivischen Transformation statt?

e) Es werde zuerst ein gelber Kreis gezeichnet, dann mit dem XOR-Schreibmodus ein weiterer, konzentrischer, kleinerer Kreis. Tragen sie in die Skizze für die beiden Gebiete ein, welche Farbe sie danach besitzen?

Skizze:



	R	G	B
$C_d$	1111	1111	0000
$C_g$	1111	1111	0000
$C_d$	0000	0000	0000

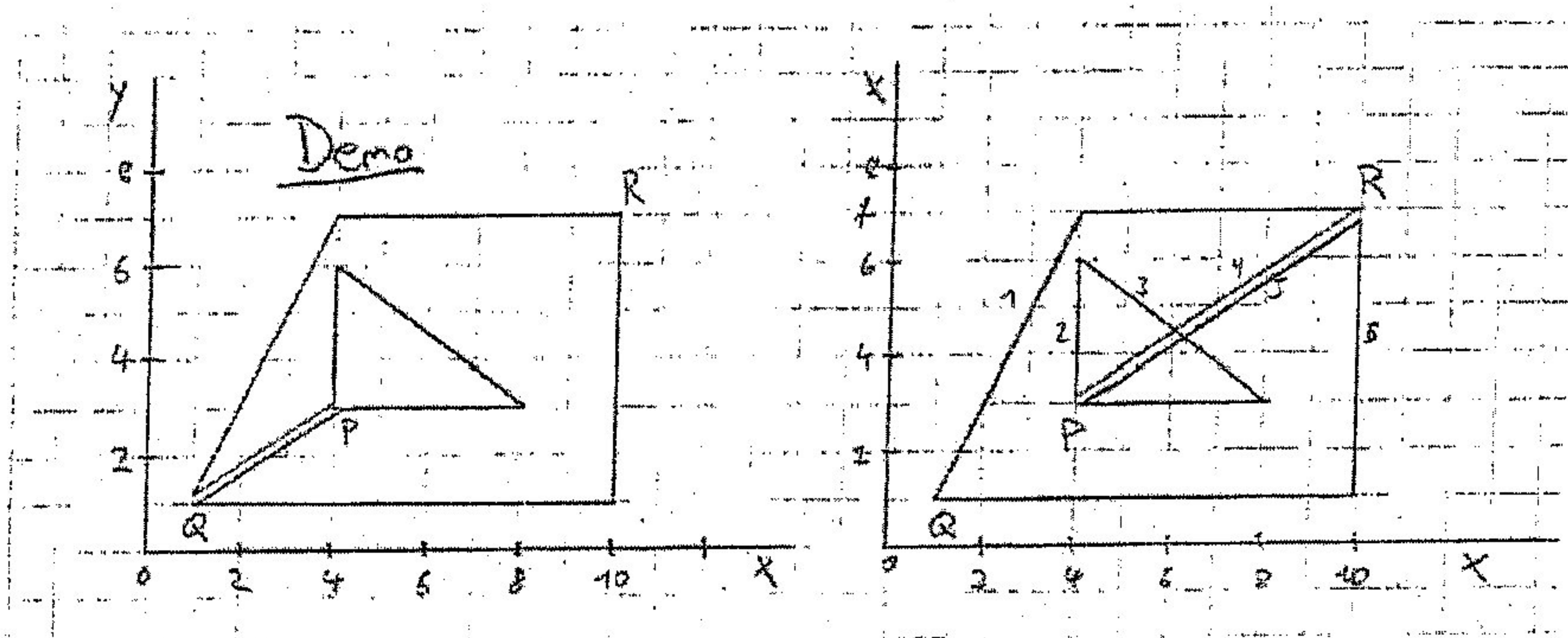


## Aufgabe 2. - 22 Punkte

**Allg. Information:** Das Füllen von Polygonen mit Löchern ist mit normalen Zeichenfunktionen der Grafik-API nicht ohne weiteres möglich. Wird ein Polygon nämlich durch eine Punktfolge beschrieben ist keine Unterscheidung von Ecken auf Innen und Außenrand möglich.

Mit einem Trick kann man Polygone mit Löchern aber in gewöhnliche Polygone umwandeln. Gedanklich wird dazu das Polygon vom äußeren Rand zum Loch durchgeschnitten. Das linke Bild auf der nächsten Seite zeigt am Beispiel eines Schnittes von Q nach P, wie aus den beiden zunächst getrennten Rändern, ein einziger Rand wird. Die Linie QP steuert dabei zwei zusätzliche Kanten zum Polygonrand bei, die räumlich zusammenfallen. Nur zur Verdeutlichung werden die Schnitte hier mit endlicher Dicke dargestellt.

Es hängt vom Füllalgorithmus ab, ob ein solcher Schnitt sichtbar ist oder nicht. Wenn das Polygon etwa mit dem Scanline Algorithmus und korrekter Rundung gezeichnet wird, ist ein solcher Schnitt nie sichtbar. Dies gilt sogar dann, wenn er 2 beliebig gewählte Ecken verbindet und dabei evtl. durch das Loch selbst führt. In der Aufgabe ist dies für das vorliegende Polygon nachzuweisen, wobei der Schnitt zwischen den Ecken R und D ausgeführt wird. (rechtes Bild). Das linke Bild dient nur zur Veranschaulichung. Die Pixelzentren liegen auf den Gitterpunkten. Für die Lösung der Aufgabe sind die beiden Schnittkanten als zusammenfallend zu behandeln.



- a) Stellen Sie die Kantentabelle für das Polygon des rechten Bildes auf. Nummerieren Sie die Kanten des Polygons und geben sie zu jedem Kantentabelleneintrag die Kantenummer an!



$$\begin{pmatrix} -8,48 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 6 & -6 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -84,8 \\ 0 & -60 & -60 & 0 \end{pmatrix}$$

Die Frontseite des auf der Skizze angedeuteten Gebäudes fällt mit der y-Achse zusammen. Die Wand beginnt 30 m von der Kamera entfernt und ist 20 m hoch.

d) Welche Länge hat die linke Seite der Wand (vom Punkt H nach oben) ? Hinweis: Berechnen Sie zunächst die beiden Endpunkte!

e) In der Hilfe zu Direct-X gibt Microsoft folgende Matrix für die Translation an.

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -z & 1 \end{pmatrix}$$

Offenbar besteht hier eine Diskrepanz zu den Translations-Matrizen aus der Vorlesung. Erklären Sie den Unterschied. Was hat dies für die Matrixoperationen für Konsequenzen ?

#### Aufgabe 4. - 10 Punkte

a) Es werde eine Kugel dargestellt. Wozu wird beim Rendern der Normalenvektor der Polygonfläche benötigt ? Und wozu der Normalenvektor (Orientierungsvektor) an den Polygonecken ?

b) Welches Open-GL primitiv eignet sich am besten zum Zeichnen eines Kreises ?

c) Die Modellkoordinaten des Hauses in Aufg. 3 haben als Nullpunkt die linke untere Ecke des Hauses. (mit H bezeichnet). Die Achsen des Modellkoordinatensystems sind parallel zu denen des Weltkoordinatensystems. Geben Sie die Folge von Open-GL Kommandos an, mit denen man am Anfang eines neuen Frames die Modelview-Matrix setzen muß, um anschließend das Haus zeichnen zu können ?



b) Führen Sie für das rechte Polygon von unten bis zur Zeile 4 einschließlich den Scanline -Algorhytmus durch. Geben Sie die zu zeichnenden Intervalle ungerundet und gerundet an und markieren Sie im rechten Bild die gesetzten Pixel zur Kontrolle.

c) Welches Resultat war für die Pixel (4,3) und (8,3) auf Grund der behandelten Rasterisierungsregeln zu erwarten?

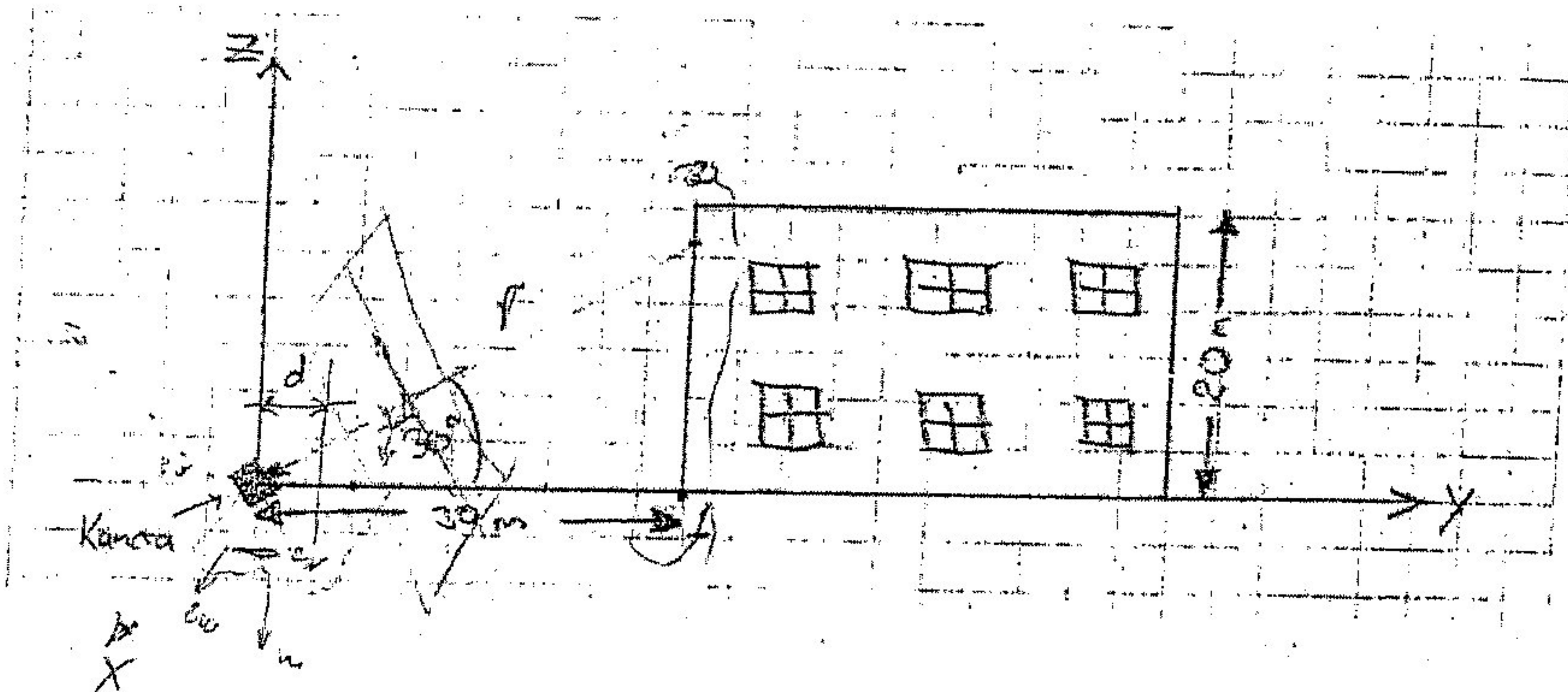
### Aufgabe 3. - 20 Punkte

Eine Kamera befindet sich im Nullpunkt. Sie ist waagrecht ausgerichtet und blickt in Richtung der y-Achse in einem Winkel von  $30^\circ$  nach oben. Die Brennweite beträgt  $100\text{mm} = 0,1\text{m}$ . Die Skizze zeigt die Anordnung von der positiven x-Achse aus gesehen.

$d = 0,1\text{m}$ , Proj. Zentrum = Nullpunkt

Skizze:

$$r = 30\text{m} \cdot \cos(30^\circ)$$



a) Beschreiben Sie die Sichttransformation verbal. Geben Sie bei Drehungen den Winkel (Drehsinn wie in Vorlesung) und die Drehachse an! Geben Sie die homogene Matrix für die Sichttransformation an!

b) Wie lautet die Projektionsmatrix?

c) Berechnen Sie die Matrix für die Transformation von Welt in Bildkoordinaten!

Verwenden Sie für den Rest der Aufgabe, anstatt ihres Resultats aus c) die nachfolgende Matrix ( sie beschreibt eine andere Perspektive und ist nicht mit der richtigen Lösung identisch!)