

# Übung 7 – Lösungsvorschlag

Prof. Dr. A. Kuijper



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

# Aufgabe 1: Allgemeine Fragen

(Punkteverteilung: 0,25 Punkte für Virtual Reality, 0,25 Punkte für Augmented Reality)

## a) Nennen Sie den Unterschied zwischen Virtual Reality und Augmented Reality.

**Augmented Reality** soll die Wahrnehmung des Benutzers erweitern und verbessern, indem dem Nutzer zusätzliche Inhalte (z.B. Informationen, Visualisierungen) in der realen Welt geboten werden (z.B. mithilfe der Microsoft HoloLens).

**Virtual Reality** soll den Benutzer in eine virtuelle Welt eintauchen lassen, d.h. der Nutzer nimmt keinerlei Informationen aus der realen Welt mehr wahr, sondern befindet sich vollständig in der virtuellen Welt (z.B. Oculus Rift).

# Aufgabe 1: Allgemeine Fragen

(Punkteverteilung: 0,25 Punkte für Computer Vision, 0,25 Punkte für Computergraphik)

**b) Erklären Sie den wesentlichen Unterschied der Ziele in Computer Vision und der Computergraphik (z.B. Anhand der gegebenen Beispiele in Folien).**

**Computer Vision** beschäftigt sich mit der Extraktion von Informationen aus den Bildern.

**Computergraphik** beschäftigt sich mit der Repräsentation von Objekten.

# Aufgabe 1: Allgemeine Fragen

(Punkteverteilung: 0,5 Punkte für Repräsentation von 3D-Objekten)

## c) Wie können 3D-Objekte repräsentiert werden?

**3D-Objekte** werden mit der Hilfe von Primitiven (Linien, Punkten, Dreiecken) repräsentiert.

# Aufgabe 1: Allgemeine Fragen

(Punkteverteilung: 0,25 Punkte pro Shading)

**d) Welche Arten des Shading existieren? Beschreiben Sie kurz die jeweiligen Eigenschaften.**

**Flat Shading:** Normale des Primitives ergibt einheitliche Helligkeit

**Gouraud Shading:** Normale in den Eckpunkten ergibt Helligkeitswerte für die Eckpunkte, Helligkeitswerte der Eckpunkte werden linear interpoliert

**Phong Shading:** Eckpunkt-Normalen werden für jeden Punkt linear interpoliert und normiert, Helligkeitswert ergibt sich aus interpolierter Normale

# Aufgabe 1: Allgemeine Fragen

(Punkteverteilung: 0,25 Punkte für Definition, 0,25 Punkte für Zweck, 0,25 Punkte für die Nennung der Standard-Hüllkörper)

**e) Was sind Hüllkörper? Mit welchem Zweck werden sie in der Computergrafik verwendet? Nennen Sie die Standard-Hüllkörper.**

Hüllkörper sind einfache geometrische Körper, die einen komplexen Körper umschließen. In der Computergrafik werden sie zur Beschleunigung von z.B. Culling- oder Clipping-Algorithmen verwendet.

Die Standard-Hüllkörper sind: Kugel, Achsenparallele Bounding Box und Orientierte Bounding Box.

# Aufgabe 2: Geometrieverarbeitung

(Punkteverteilung: 0,5 für Nennung der Translation und Skalierung, 0,5 für Beschreibung des Painter's-Algorithmus)

a) Gehen Sie davon aus, dass die folgenden Texturen von möglichst einfachen Polygonzügen umrandet sind und in einem lokalen Koordinatensystem definiert sind. Die Punkte der einzelnen Polygonzüge weisen jeweils dieselben Tiefenwerte auf:

Auto  $z = 1$ , Haus  $z = 2$ , Sonne  $z = 3$ , Gras  $z = 4$ , Himmel  $z = 5$ .



# Aufgabe 2: Geometrieverarbeitung

(Punkteverteilung: 0,5 für Nennung der Translation und Skalierung, 0,5 für Beschreibung des Painter's-Algorithmus)

**Beschreiben sie schematisch, wie die Pipeline für ein Rendering des folgenden Bildes unter Verwendung des Painter's Algorithmus ablaufen würde und gehen Sie dabei genauer auf die Schritte „Model-Transformation“ und „Painter's Algorithmus“ ein.**



Zuerst werden die Objekte translatiert und individuell in x und y Achse skaliert.

Danach wird Painter's Algorithmus angewendet. Das Zeichnen wird mit dem größten z-Wert anfangen.

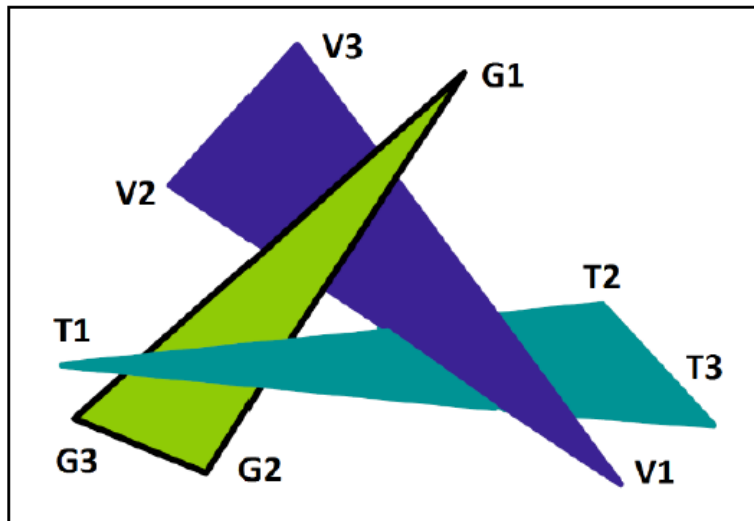
Das Bild wird wie folgt gezeichnet: 1. Himmel; 2. Gras; 3. Sonne; 4. Haus; 5. Auto.



# Aufgabe 2: Geometrieverarbeitung

(Punkteverteilung: 0,5 Punkte für die Einteilung in kleinere Polygone, 0,5 Punkte für korrekte Zuweisung von z-Werten)

Die drei Dreiecke **G**, **V**, **T** (grün, violett, türkis) weisen zugehörige Tiefenwerte  $\mathbf{g} = (\mathbf{G1}, \mathbf{G2}, \mathbf{G3}) = (1, 10, 10)$ ,  $\mathbf{v} = (1, 10, 10)$ ,  $\mathbf{t} = (1, 10, 10)$  auf. Zeichnen sie eine geeignete Zerlegung dieser Dreiecke in Polygonzüge, um diese Objekte mit dem Painter's Algorithmus zu zeichnen und geben sie grob (ganzzahlig) geeignete Tiefenwerte für die entstehenden Punkte an.

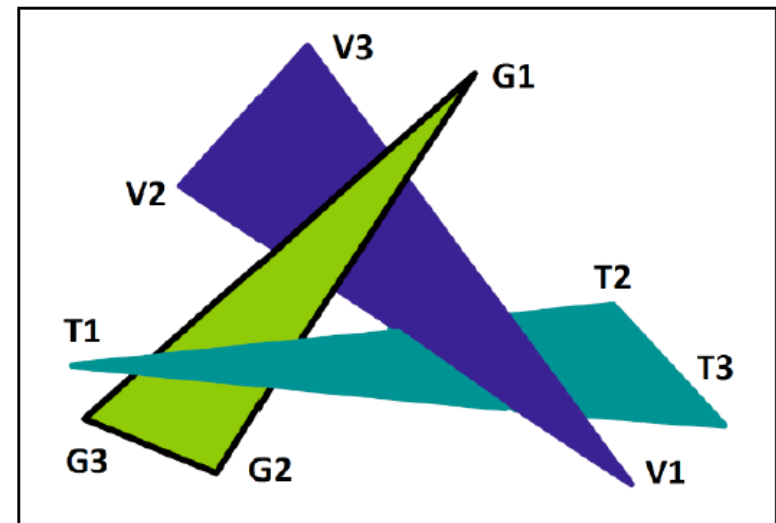
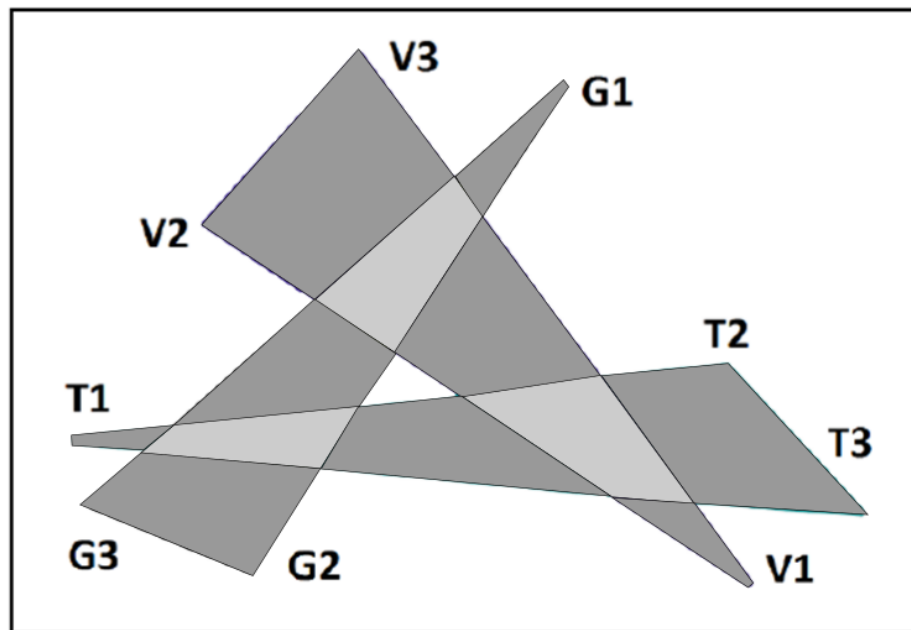


# Aufgabe 2: Geometrieverarbeitung

(Punkteverteilung: 0,5 Punkte für die Einteilung in kleinere Polygone, 0,5 Punkte für korrekte Zuweisung von z-Werten)

Lösungsvorschlag:

Die Dreiecke werden nach ihrer Sichtbarkeit zerlegt. Anschließend bekommt jeder Punkt eines neuen Polygon einen entsprechenden z-Wert.

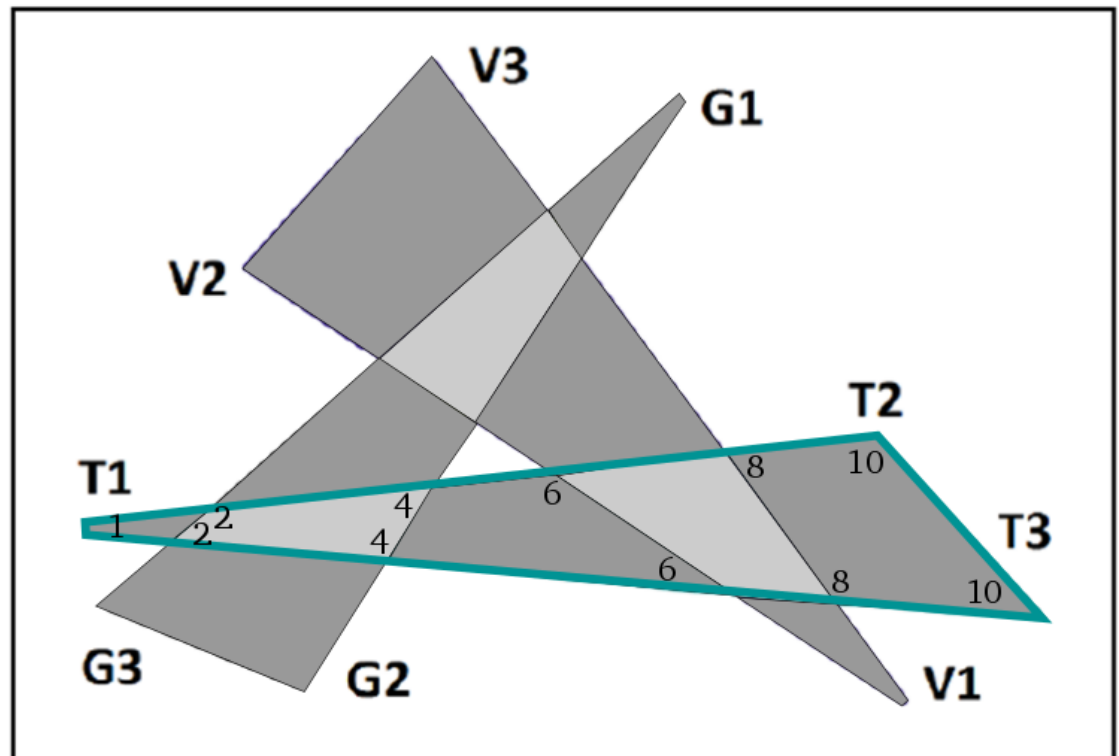
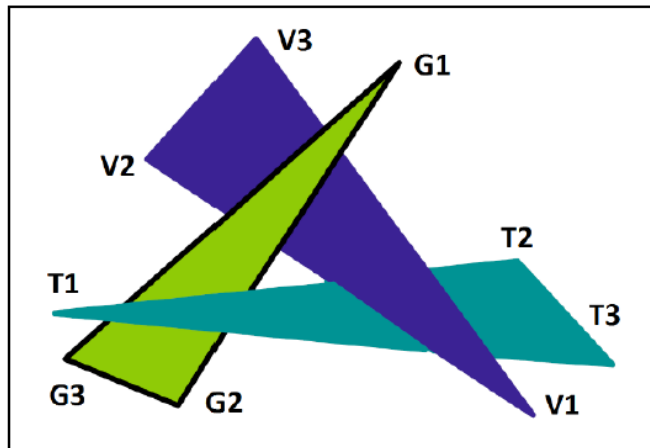


# Aufgabe 2: Geometrieverarbeitung

(Punkteverteilung: 0,5 Punkte für die Einteilung in kleinere Polygone, 0,5 Punkte für korrekte Zuweisung von z-Werten)

Lösungsvorschlag:

z-Werte des türkisen Dreiecks

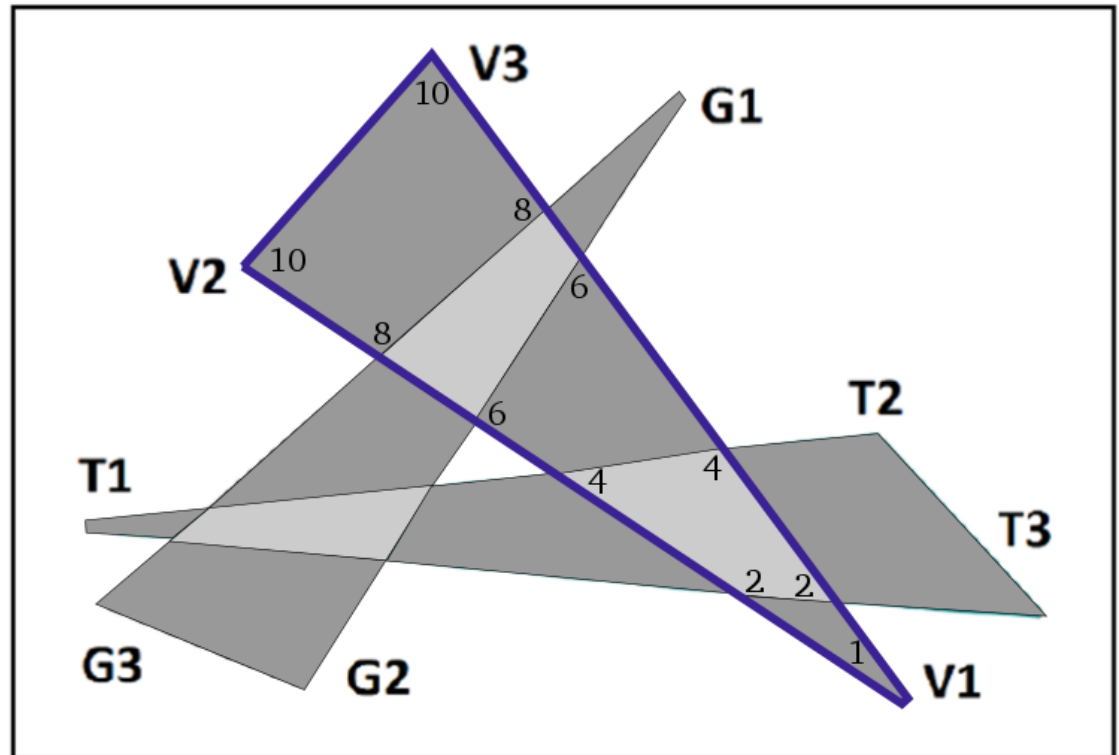
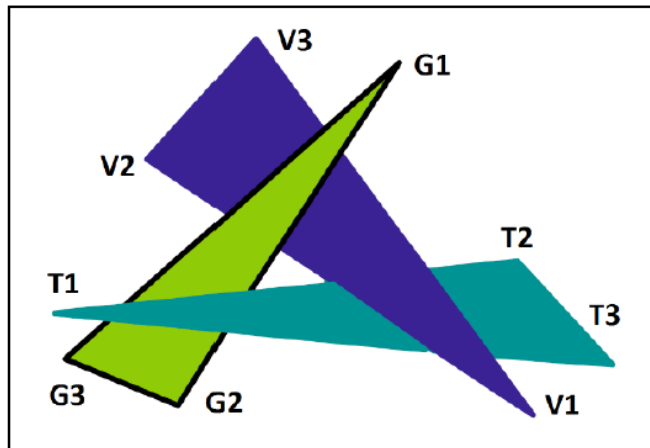


# Aufgabe 2: Geometrieverarbeitung

(Punkteverteilung: 0,5 Punkte für die Einteilung in kleinere Polygone, 0,5 Punkte für korrekte Zuweisung von z-Werten)

Lösungsvorschlag:

z-Werte des violetten Dreiecks

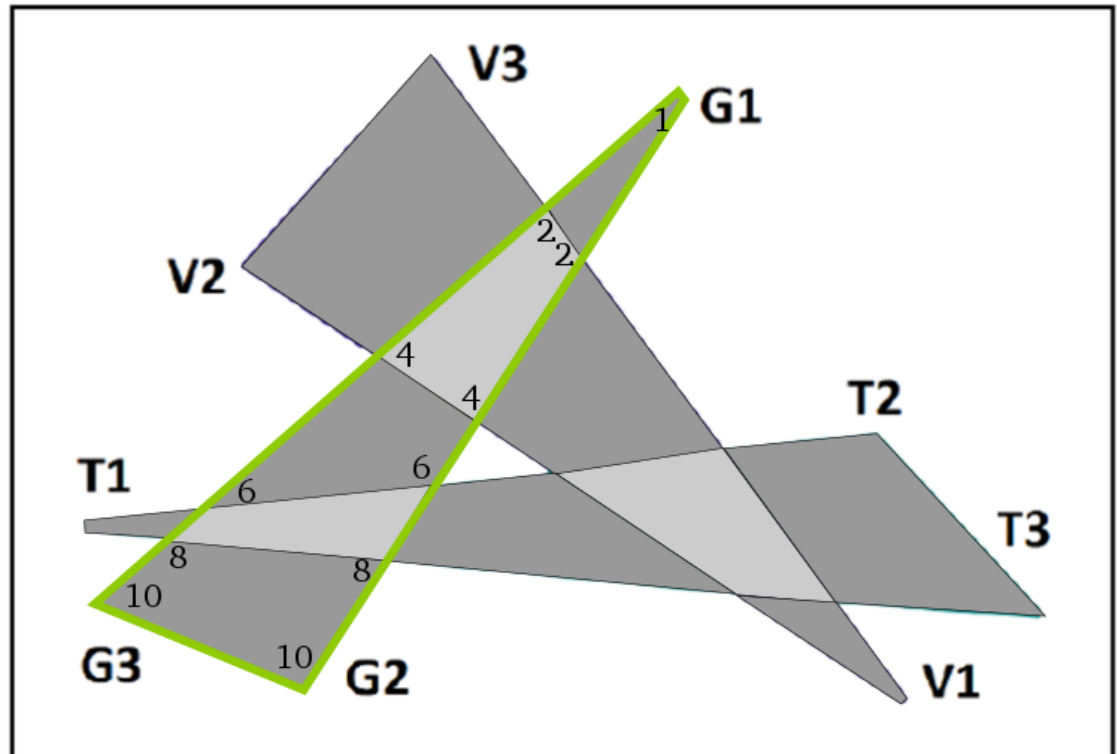
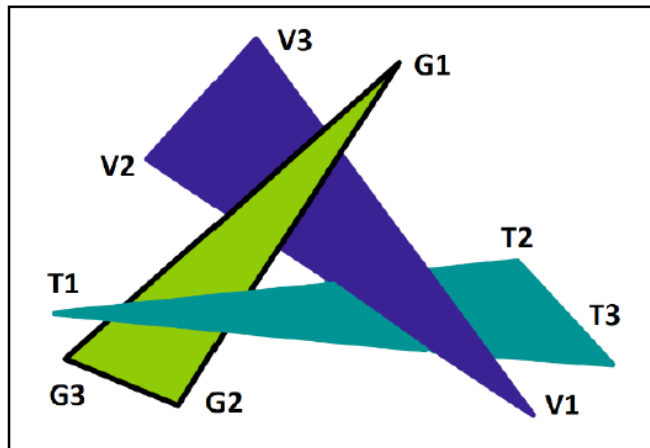


# Aufgabe 2: Geometrieverarbeitung

(Punkteverteilung: 0,5 Punkte für die Einteilung in kleinere Polygone, 0,5 Punkte für korrekte Zuweisung von z-Werten)

Lösungsvorschlag:

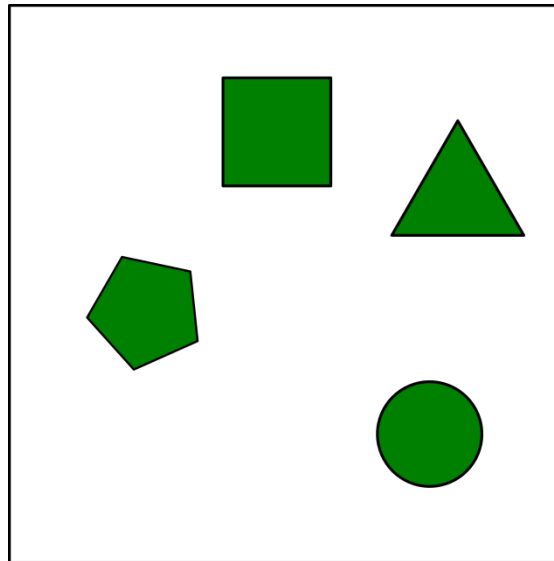
z-Werte des grünen Dreiecks



# Aufgabe 3: Geometrieverarbeitung

(Punkteverteilung: Unterteilungslinien und Baum, jeweils: 0,5 Punkte für Quadtree, 0,25 Punkte für BSP-Tree, 0,25 Punkte für k-d-Tree)

Erstellen Sie für die Abbildung einen Quadtree, einen BSP-Tree sowie einen k-d-Tree. Zeichnen Sie dazu zunächst jeweils die entsprechenden Unterteilungslinien ein und stellen Sie dann jeden Baum als Node-Link-Diagramm dar (wobei der oberste Knoten die Wurzel ist).



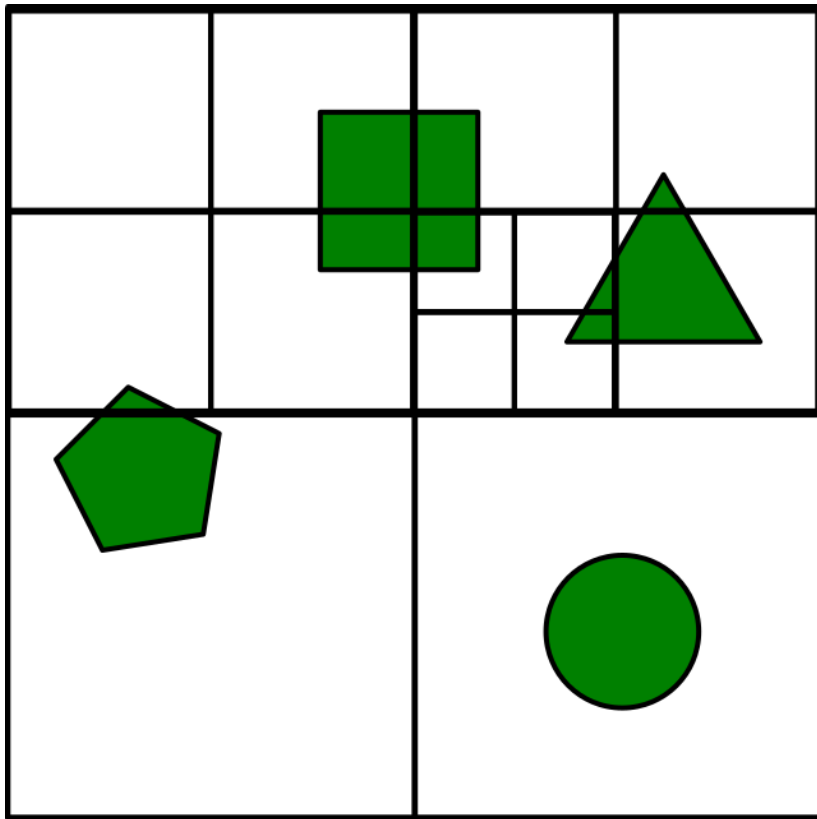
# Aufgabe 3: Geometrieverarbeitung



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

(Punkteverteilung: Unterteilungslinien und Baum, jeweils: 0,5 Punkte für Quadtree, 0,25 Punkte für BSP-Tree, 0,25 Punkte für k-d-Tree)

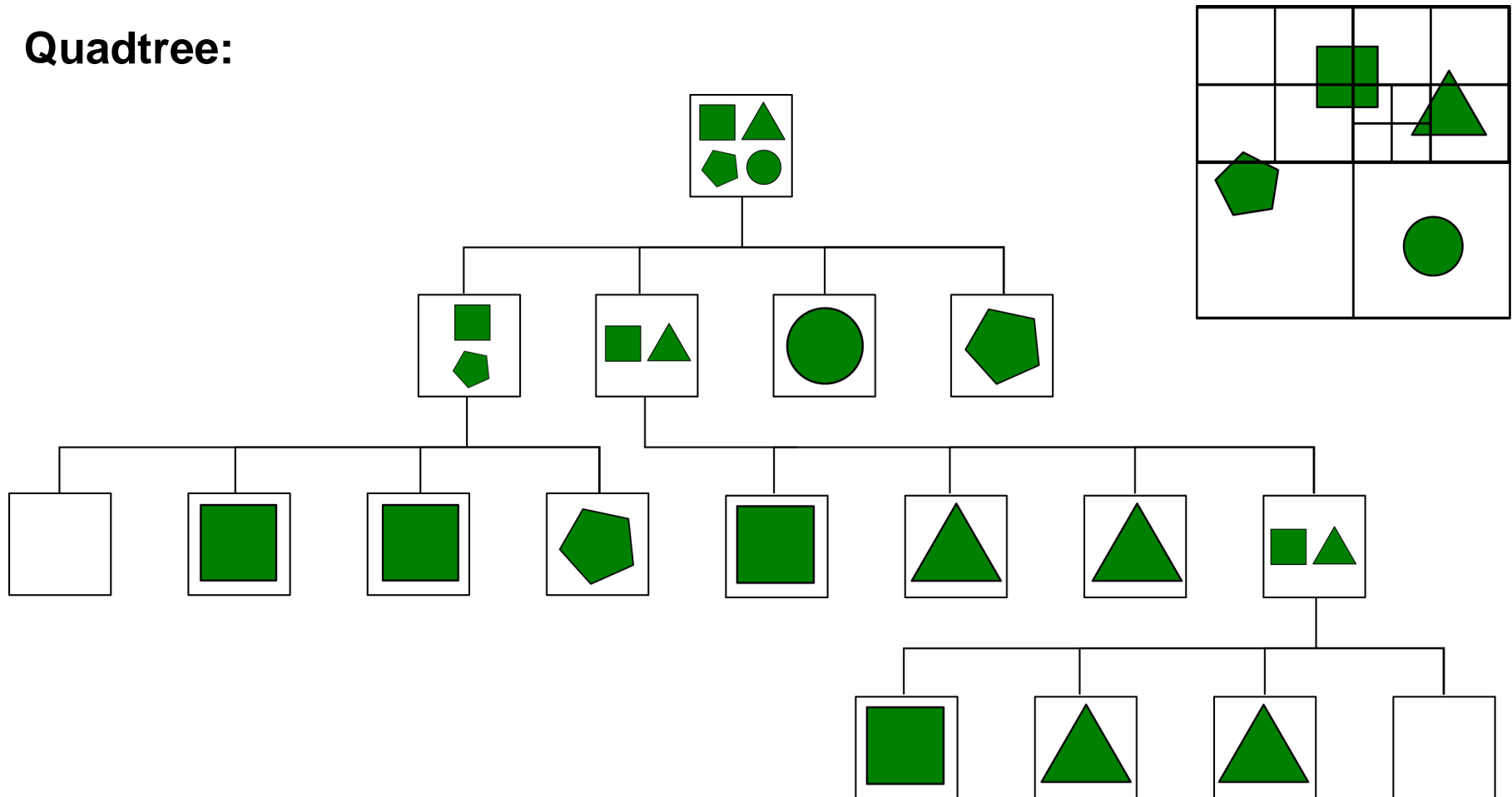
## Quadtree:



# Aufgabe 3: Geometrieverarbeitung

(Punkteverteilung: Unterteilungslinien und Baum, jeweils: 0,5 Punkte für Quadtree, 0,25 Punkte für BSP-Tree, 0,25 Punkte für k-d-Tree)

## Quadtree:

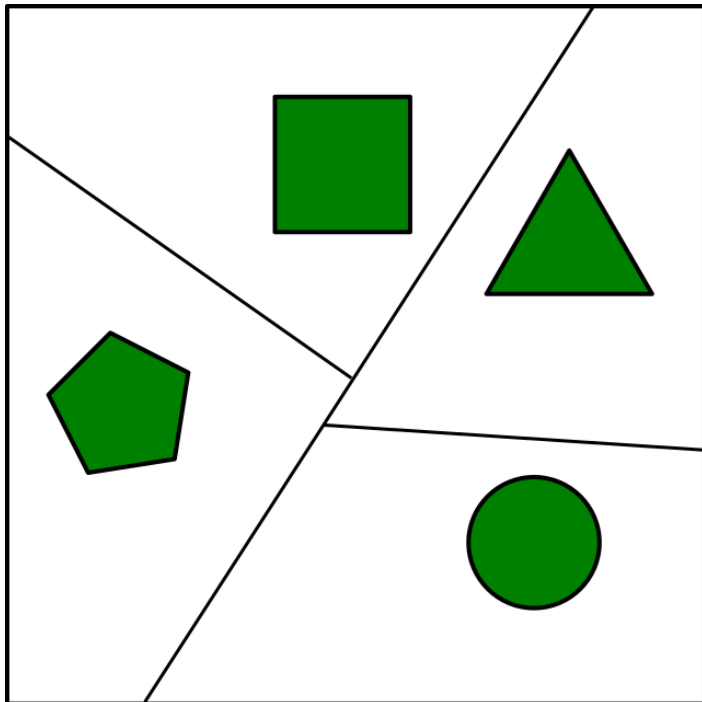




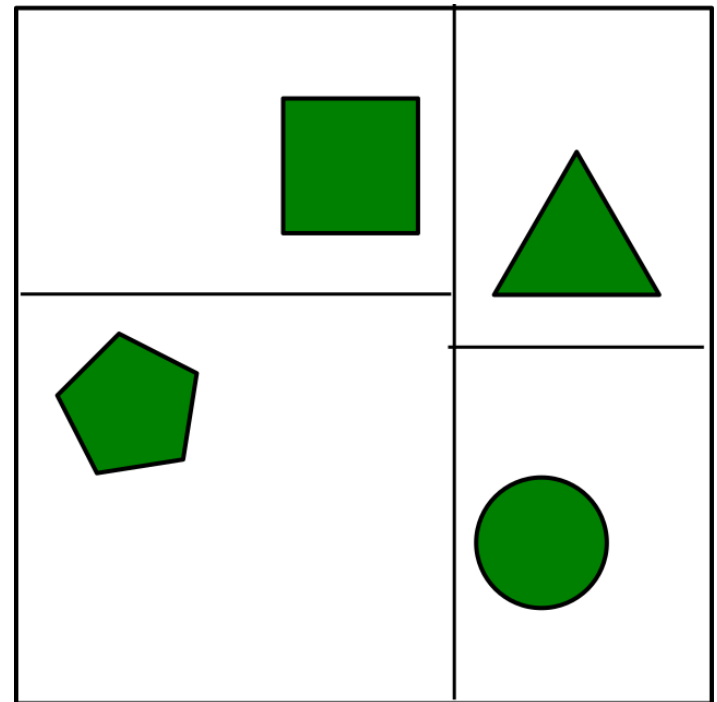
# Aufgabe 3: Geometrieverarbeitung

(Punkteverteilung: Unterteilungslinien und Baum, jeweils: 0,5 Punkte für Quadtree, 0,25 Punkte für BSP-Tree, 0,25 Punkte für k-d-Tree)

## BSP-Tree:



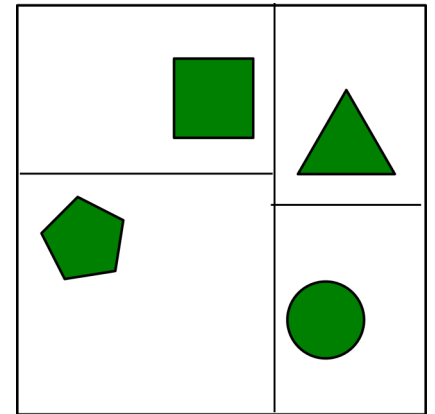
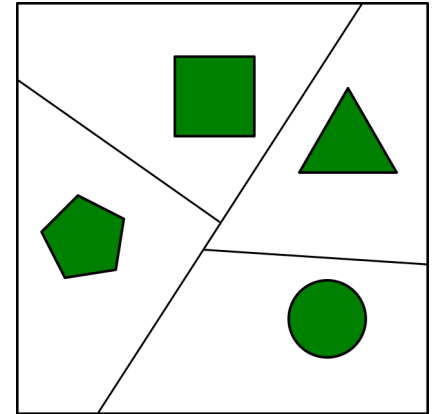
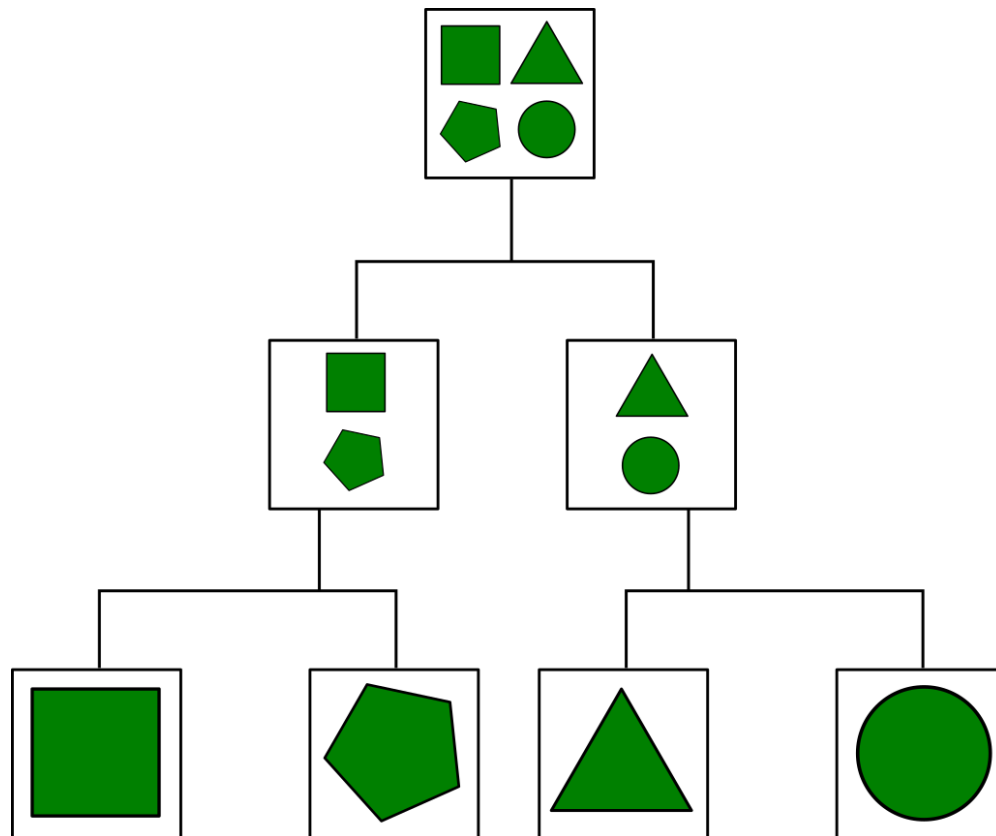
## k-d-Tree:



# Aufgabe 3: Geometrieverarbeitung

(Punkteverteilung: Unterteilungslinien und Baum, jeweils: 0,5 Punkte für Quadtree, 0,25 Punkte für BSP-Tree, 0,25 Punkte für k-d-Tree)

## BSP-Tree/k-d-Tree (beide identisch):

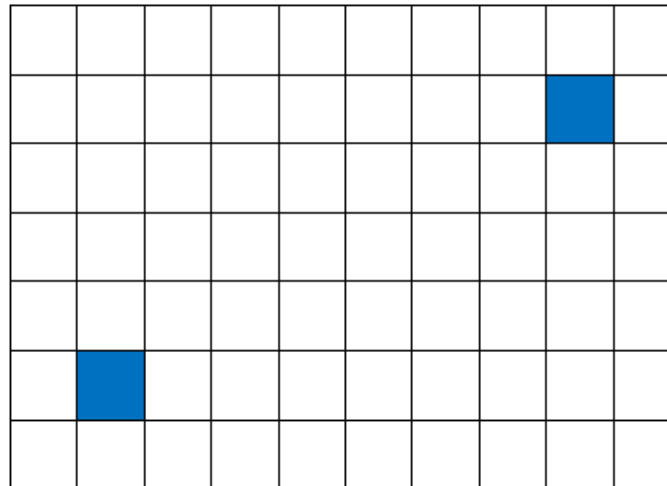


# Aufgabe 4: Rasterisierung

(Punkteverteilung: 0,25 Punkte pro Schritt (Iterationen 1-6), 0,5 Punkte für die Einzeichnung (Linie reicht nicht, es müssen die Quadrate markiert sein!))

**Wenden Sie den Bresenham-Algorithmus auf die folgende Grafik an.  
Geben Sie alle Zwischenschritte an.**

$$\begin{aligned}x_{Start} &= 2, & x_{Ziel} &= 9 \\ y_{Start} &= 2, & y_{Ziel} &= 6\end{aligned}$$



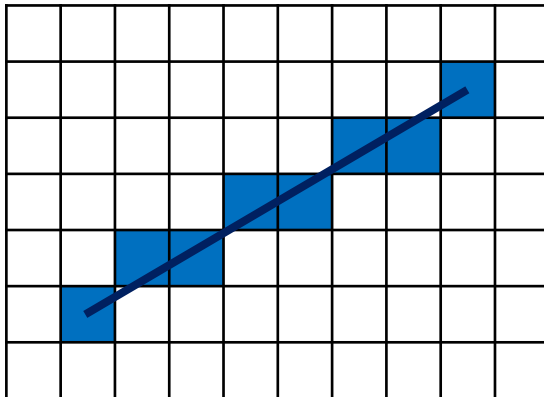
# Aufgabe 4: Rasterisierung

(Punkteverteilung: 0,25 Punkte pro Schritt (Iterationen 1-6), 0,5 Punkte für die Einzeichnung (Linie reicht nicht, es müssen die Quadrate markiert sein!))

Wenden Sie den Bresenham-Algorithmus auf die folgende Grafik an.  
Geben Sie alle Zwischenschritte an.

$$\begin{aligned}x_{\text{Start}} &= 2, & x_{\text{Ziel}} &= 9 \\ y_{\text{Start}} &= 2, & y_{\text{Ziel}} &= 6\end{aligned}$$

$$dx = 7, \quad dy = 4$$



Iteration	x	y	Fehler vor IF	Fehler nach IF
Start	2	2	$7/2 = 3,5$	3,5
1	3	3	$3,5 - 4 = -0,5$	$-0,5 + 7 = 6,5$
2	4	3	$6,5 - 4 = 2,5$	2,5
3	5	4	$2,5 - 4 = -1,5$	$-1,5 + 7 = 5,5$
4	6	4	$5,5 - 4 = 1,5$	1,5
5	7	5	$1,5 - 4 = -2,5$	$-2,5 + 7 = 4,5$
6	8	5	$4,5 - 4 = 0,5$	0,5
7	9	6	$0,5 - 4 = -3,5$	$-3,5 + 7 = 3,5$

# Übung 7 – Lösungsvorschlag

Prof. Dr. A. Kuijper



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

# Schönes Wochenende!