

# 2023-Test1

## 1- 4

**Angabe:** In Abbildung 2 sind verschiedene Farbmodelle abgebildet.

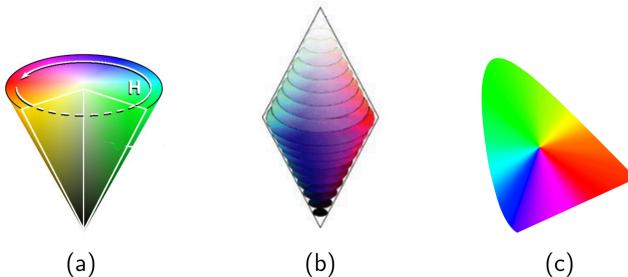


Abbildung 2: Verschiedene Farbmodelle

**Frage:** (1) Welches Farbmodell wird in Abbildung 2a dargestellt? (2 Punkte, SC)

- |                |            |
|----------------|------------|
| (A) CIE L*a*b* | (E) HSV    |
| (B) HSL        | (F) YUV    |
| (C) RGB        | (G) CMY(K) |
| (D) CIE XYZ    | (H) YIQ    |

**Frage:** (2) Welches Farbmodell wird in Abbildung 2b dargestellt? (2 Punkte, SC)

- |                |            |
|----------------|------------|
| (A) HSL        | (E) RGB    |
| (B) YIQ        | (F) CMY(K) |
| (C) CIE L*a*b* | (G) HSV    |
| (D) CIE XYZ    | (H) YUV    |

**Frage:** (3) Welches Farbmodell wird in Abbildung 2c dargestellt? (2 Punkte, SC)

- |                |             |
|----------------|-------------|
| (A) CMY(K)     | (E) RGB     |
| (B) YUV        | (F) HSL     |
| (C) YIQ        | (G) CIE XYZ |
| (D) CIE L*a*b* | (H) HSV     |

**Frage:** (4) Kreuzen Sie die richtigen Aussagen bezüglich Farbe an. (6 Punkte, MC)

- |                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (A) Weiß ist eine spektralreine Farbe.                                                                                              | (D) Purpur ist eine spektralreine Farbe.                                                                                                                           |
| (B) Das menschliche Auge kann Strahlung im Frequenzbereich zwischen ca. $3.8 \cdot 10^{14}$ Hz und $7.8 \cdot 10^{14}$ Hz erkennen. | (E) Kurzwelliges Licht empfinden wir als rot, längerwelliges Licht als blau bis violett.                                                                           |
| (C) Kolorimetrie berücksichtigt nur die visuelle Unterscheidbarkeit von elektromagnetischer Strahlung.                              | (F) Alle Spektren, die den gleichen Farbeindruck erzeugen, sind im Sinne der Kolorimetrie nicht unterscheidbar und bilden daher eine Äquivalenzklasse im Farbraum. |

Ergänzend:

- Purpur/Weiß setzt sich aus mehreren Frequenzen zusammen --> nicht spektralrein
- Bei E genau umgekehrt

# 5-6

**Angabe:** Ein Dreieck wird durch die folgenden Vertices gebildet:

$$A = [3, 1, 1]^T, B = [3, 3, 1]^T, C = [3, 2, 3]^T$$

**Frage: (5)** Berechnen Sie die Oberflächennormale ohne Normierung. (4 Punkte, SC)

- |                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| (A) $[4, 3, -2]^T$ | (E) $[2, 2, 2]^T$  |
| (B) $[1, 1, 0]^T$  | (F) $[3, -5, 2]^T$ |
| (C) $[0, 3, 2]^T$  | (G) $[-2, 4, 1]^T$ |
| (D) $[0, 0, 1]^T$  | (H) $[4, 0, 0]^T$  |

**Frage: (6)** Berechnen Sie die genormte Oberflächennormale. (2 Punkte, SC)

- |                                |                                |
|--------------------------------|--------------------------------|
| (A) $[1, 0, 0]^T$              | (E) $[-0.408, 0.816, 0.408]^T$ |
| (B) $[0, 0, -1]^T$             | (F) $[0.693, 0.520, -0.497]^T$ |
| (C) $[0.496, -0.826, 0.248]^T$ | (G) $[0.707, 0.707, 0]^T$      |
| (D) $[0.577, 0.577, 0.577]^T$  | (H) $[0.693, 0.520, -0.497]^T$ |

## Wie berechnet man sich die Oberflächennormale:

### 1. Zwei Kantenvektoren bilden

$$\vec{u} = \vec{B} - \vec{A} = (x_2 - x_1, y_2 - y_1, z_2 - z_1)$$

$$\vec{v} = \vec{C} - \vec{A} = (x_3 - x_1, y_3 - y_1, z_3 - z_1)$$

### 2. Kreuzprodukt $\vec{u} \times \vec{v}$ berechnen

siehe: [Vektoren und ihre Produkte \(Aus EVC\) > Kreuzprodukt \(Vektorprodukt\)](#)

### 3. (Optional) Normieren

Wenn du eine **Einheitsnormale** willst (z. B. für Beleuchtung in 3D-Grafik):

$$\vec{n}_{\text{normiert}} = \frac{\vec{n}}{|\vec{n}|}$$

## Also in unserem Beispiel:

### 1. Kantenvektoren bilden

$$\vec{u} = \vec{B} - \vec{A} = \begin{bmatrix} 3 - 3 \\ 3 - 1 \\ 1 - 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 2 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\vec{v} = \vec{C} - \vec{A} = \begin{bmatrix} 3 - 3 \\ 2 - 1 \\ 3 - 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 2 \end{bmatrix}$$

## 2. Kreuzprodukt

$$\vec{n} = \vec{u} \times \vec{v} = \begin{vmatrix} \mathbf{i} & \mathbf{j} & \mathbf{k} \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 1 & 2 \end{vmatrix} = \mathbf{i}(2 \cdot 2 - 0 \cdot 1) - \mathbf{j}(0 \cdot 2 - 0 \cdot 0) + \mathbf{k}(0 \cdot 1 - 0 \cdot 2)$$

$$\Rightarrow \vec{n} = \begin{bmatrix} 4 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

## 3. (Optional) Normieren

$$|\vec{n}| = \sqrt{4^2 + 0^2 + 0^2} = 4$$

$$\Rightarrow \vec{n}_{\text{normiert}} = \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 4 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$


---

**7-9**

**Angabe:** Ein Dreieck wird durch die folgenden Vertices gebildet:

$$A = [3, 1, 1]^T, B = [3, 3, 1]^T, C = [3, 2, 3]^T$$

**Frage: (7)** Berechnen Sie  $\sin(\alpha)$  zwischen den Vektoren  $\overrightarrow{AB}$  und  $\overrightarrow{AC}$ . (2 Punkte, SC)

- |            |            |
|------------|------------|
| (A) 0.3346 | (E) 0.6932 |
| (B) 0.7071 | (F) 0.2588 |
| (C) 0.1735 | (G) 0.9876 |
| (D) 0.4168 | (H) 0.8944 |

**Frage: (8)** Berechnen Sie die Fläche, die von diesem Dreieck aufgespannt wird. (2 Punkte, SC)

- |          |          |
|----------|----------|
| (A) 7.11 | (E) 1.50 |
| (B) 2.45 | (F) 4.91 |
| (C) 4.21 | (G) 2.00 |
| (D) 1.73 | (H) 3.50 |

**Frage: (9)** Berechnen Sie anhand der Oberflächennormale und eines der Vertices das  $D$  für die implizite Ebenengleichung. (2 Punkte, SC)

- |          |          |
|----------|----------|
| (A) 5.03 | (E) 1.52 |
| (B) 3.98 | (F) 4.02 |
| (C) 4.79 | (G) 3.00 |
| (D) 5.24 | (H) 2.17 |

**7:**

Wichtige Formel:

$$\sin(\alpha) = \frac{|\vec{AB} \cdot \vec{AC}|}{|\vec{AB} \times \vec{AC}|}$$

Zuerst bildet man AB und AC und berechnet das Kreuzprodukt (haben wir im vorigen Beispiel schon gemacht)

Dann schauen wir uns die Beträge an. Beim Kreuzprodukt ist es wie oben schon berechnet 4 und bei den anderen machen wir das mit diesen schnellen Operationen:

$$|\vec{AB}| = \sqrt{0^2 + 2^2 + 0^2} = \sqrt{4} = 2$$

$$|\vec{AC}| = \sqrt{0^2 + 1^2 + 2^2} = \sqrt{5}$$

Jetzt nur noch im Taschenrechner ausrechnen:

$$\sin(\alpha) = \frac{4}{2 * \sqrt{5}} = \frac{2}{\sqrt{5}} \approx 0,894$$

**8:**

Die Fläche die von einem Dreieck aufgespannt wird ist die Hälfte vom Kreuzprodukt 2er Kanten.

Also den 4er den wir uns schon ausgerechnet haben durch 2 --> 2

**9:**

## Ebenengleichung aufstellen

Die allgemeine Form:

$$4(x - x_0) + 0(y - y_0) + 0(z - z_0) = 0$$

Einsetzen von Punkt A=(3,1,1):

$$4(x - 3) = 0 \quad \Rightarrow \quad x - 3 = 0$$

(Keine Ahnung ob wir das in der VO gemacht haben)

---

# 10-13

**Angabe:** Im Folgenden werden Fragen zur Graphics Pipeline gestellt. Untenstehend sehen Sie ein Schema der Transformation Pipeline mit Platzhaltern aufgefüllt.

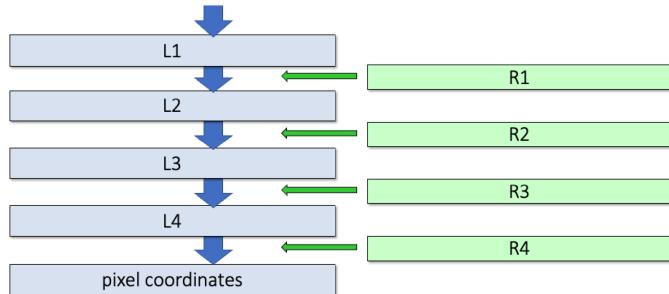


Abbildung 3: Transformation Pipeline

**Frage: (10)** An welcher Stelle in Abbildung 3 müssen normalized device coordinates eingetragen werden? (2 Punkte, SC)

- |               |        |
|---------------|--------|
| (A) L1        | (E) R1 |
| (B) L2        | (F) R2 |
| (C) L3        | (G) R3 |
| <b>(D) L4</b> | (H) R4 |

**Frage: (11)** An welcher Stelle in Abbildung 3 müssen projection + homogenization eingetragen werden? (2 Punkte, SC)

- |        |               |
|--------|---------------|
| (A) L1 | (E) R1        |
| (B) L2 | (F) R2        |
| (C) L3 | <b>(G) R3</b> |
| (D) L4 | (H) R4        |

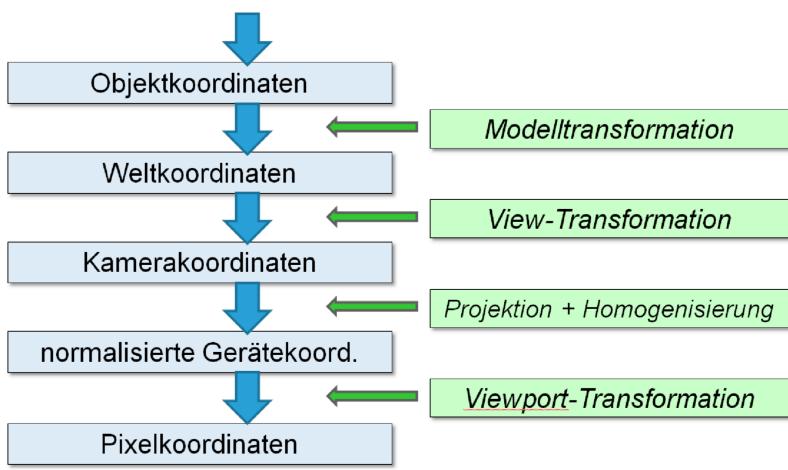
**Frage: (12)** An welcher Stelle in Abbildung 3 muss viewport transformation eingetragen werden? (2 Punkte, SC)

- |               |        |
|---------------|--------|
| (A) L1        | (E) R1 |
| (B) L2        | (F) R2 |
| (C) L3        | (G) R3 |
| <b>(D) L4</b> | (H) R4 |

**Frage: (13)** An welcher Stelle in Abbildung 3 muss view transformation eingetragen werden? (2 Punkte, SC)

- |        |               |
|--------|---------------|
| (A) L1 | (E) R1        |
| (B) L2 | <b>(F) R2</b> |
| (C) L3 | (G) R3        |
| (D) L4 | (H) R4        |

siehe:



# 14-15

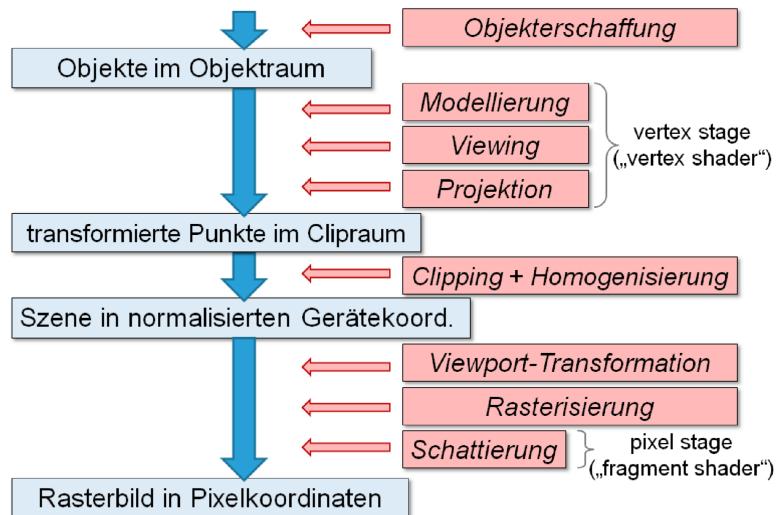
**Frage: (14) Welche der folgenden Operationen passieren typischerweise im Vertex Shader? (3 Punkte, MC)**

- |                     |                   |
|---------------------|-------------------|
| (A) Shading         | (E) Projection    |
| (B) Homogenization  | (F) Clipping      |
| (C) Object creation | (G) Modeling      |
| (D) Viewing         | (H) Rasterization |

**Frage: (15) Welche Operation passiert üblicherweise in der pixel stage ("Fragment Shader")? (1 Punkt, SC)**

- |                     |              |
|---------------------|--------------|
| (A) Rasterization   | (E) Modeling |
| (B) Object creation | (F) Viewing  |
| (C) Projection      | (G) Shading  |
| (D) Homogenization  | (H) Clipping |

siehe:



# 16

**Angabe:** Beantworten Sie die nachstehenden Fragen zum Thema Polygonfüllen.

**Frage:** (16) Kreuzen Sie die richtigen Aussagen bezüglich dem Scanline Algorithmus an. (4 Punkte, MC)

- (A) Wenn ein Polygonpunkt genau auf einer Scanlinie zu liegen kommt, ist es möglich, die Punktkoordinaten um ein  $\varepsilon$  zu verschieben.
- (B) Die aktive Kantenliste wird immer von rechts nach links sortiert gehalten, damit das Zeichnen unmittelbar erfolgen kann.
- (C) Die Formel für den nächsthöheren Schnittpunkt einer Kante lautet  $x_{k+1} = x_k + 1$  und  $y_{k+1} = y_k + 1/m$ .
- (D) Um die Schnittpunkte eines Polygons mit einer Scanlinie zu berechnen, kann man inkrementell vorgehen, um den Rechenaufwand signifikant zu senken.

Mit inkrementell ist gemeint, dass man sich aus dem vorherigen Wert den nächsten berechnet.

B: Falsch: Die **aktive Kantenliste (AEL)** wird **von links nach rechts** sortiert, nicht umgekehrt. Man muss ja wissen, wann man **zwischen Ein- und Austritt** ins Polygon wechselt, um korrekt zu füllen. Das funktioniert sauber nur, wenn die Schnittpunkte **in aufsteigender x-Reihenfolge** liegen.

C: Falsch. Die **Scanline** schreitet **in y-Richtung** voran, nicht in x. Die **x-Koordinate** des Schnittpunkts wird dabei **inkrementell berechnet**, typischerweise mit:

$$x_{k+1} = x_k + \frac{1}{m} \quad (\text{nicht } x + 1!)$$

Wobei mmm die Steigung der Kante ist. Umgekehrt wäre mathematisch und logisch falsch.

---

# 17

Dazu steht nichts im Skriptum (wir haben das aber mal in EP1 implementiert) also keine Ahnung ob so was bei uns kommen kann, also hier bissi ChatGPT:

## Floodfill – Zusammenfassung:

Der **Floodfill-Algorithmus** ist ein Verfahren zur Flächenfüllung, das ausgehend von einem Startpixel alle zusammenhängenden Pixel einer Fläche mit einer neuen Farbe füllt. Dabei breitet sich der Algorithmus **rekursiv oder iterativ** in benachbarte Richtungen aus, bis die gesamte Fläche erfasst ist. Es gibt unterschiedliche Varianten je nach

**Nachbarschaftsdefinition:** z. B. **4-verbunden** (nur oben, unten, links, rechts) oder **8-verbunden** (inkl. Diagonalen).

Floodfill wird häufig bei Bildbearbeitung, Malprogrammen oder in der Computergrafik verwendet, um geschlossene Bereiche mit Farbe zu füllen.

## Bewertung der Aussagen:

**Frage: (17)** Kreuzen Sie die richtigen Aussagen bezüglich Floodfill Algorithmus und konvexen Polygone an. (8 Punkte, MC)

- (A) Eine 4-verbundene Fläche benötigt eine 4-verbundene Grenze.
- (B) Eine 4-verbundene Fläche benötigt eine 8-verbundene Grenze.
- (C) Eine 8-verbundene Fläche benötigt eine 8-verbundene Grenze.
- (D) Eine 8-verbundene Fläche benötigt eine 16-verbundene Grenze.
- (E) Der Floodfill Algorithmus lässt sich leicht rekursiv implementieren, aber man wendet die Rekursion meist nur nach oben und unten an.
- (F) Ein *Span* beim Floodfill Algorithmus ist eine horizontale, nicht unterbrochene Folge von Pixeln, die gemeinsam behandelt werden.
- (G) Man kann konvexe Polygone schneller füllen, wenn man alle Pixel der Reihe nach bearbeitet.
- (H) Beim parallelen Füllen konvexer Polygone wird für jedes Pixel unabhängig von allen anderen entschieden, ob es gefüllt werden muss.

| Aussage | Bewertung      | Begründung                                                                                       |
|---------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (A)     | <b>Falsch</b>  | Eine 4-verbundene Grenze reicht nicht, um eine 4-verbundene Fläche sicher zu schließen.          |
| (B)     | <b>Richtig</b> | Eine 8-verbundene Grenze kann eine 4-verbundene Fläche korrekt einfassen.                        |
| (C)     | <b>Richtig</b> | Eine 8-verbundene Fläche benötigt eine ebenso 8-verbundene (oder besser) geschlossene Grenze.    |
| (D)     | <b>Falsch</b>  | „16-verbunden“ ist keine gängige Definition in diesem Zusammenhang.                              |
| (E)     | <b>Richtig</b> | Rekursion erfolgt bei Span-Fill meist nur vertikal, horizontale Pixel werden iterativ behandelt. |
| (F)     | <b>Richtig</b> | Ein Span ist eine horizontale, zusammenhängende Pixelreihe.                                      |
| (G)     | <b>Falsch</b>  | „Der Reihe nach“ Pixel füllen ist ineffizient und technisch ungenau.                             |
| (H)     | <b>Falsch</b>  | Paralleles Füllen benötigt Kontext – nicht vollständig unabhängig pro Pixel.                     |

Keine Ahnung ob das stimmt...

# 18-21

**Angabe:** Im Folgenden werden Fragen zu Datenstrukturen gestellt. Untenstehend sehen Sie eine CSG Datenstruktur.

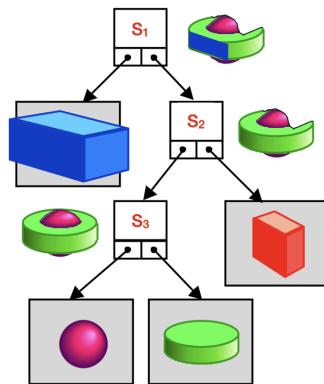
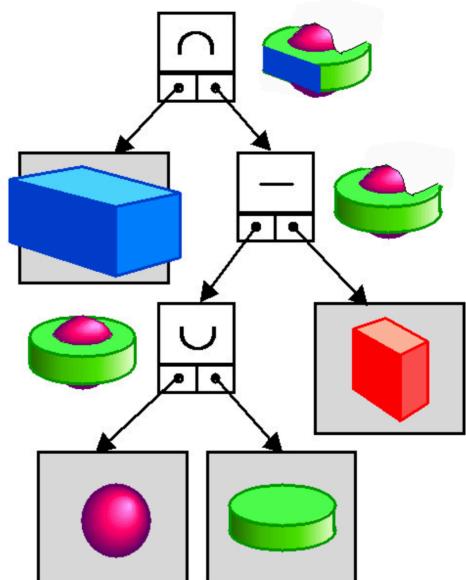


Abbildung 4: Eine CSG Datenstruktur



**Frage: (18) Wofür steht CSG? (1 Punkt, SC)**

- |                                      |                                 |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| (A) Color Sequential Gateway         | (D) Complex Shape Graph         |
| (B) Computational Selective Grouping | (E) Constructive Solid Geometry |
| (C) Cubic Surface Generation         | (F) Computer Selected Graphics  |

**Frage: (19) Kreuzen Sie die korrekte Mengenoperation für  $S_3$  in Abbildung 4 an. (1 Punkt, SC)**

- |               |               |
|---------------|---------------|
| (A) $\supset$ | (E) $-$       |
| (B) $\times$  | (F) $\cup$    |
| (C) $+$       | (G) $\div$    |
| (D) $\cap$    | (H) $\subset$ |

**Frage: (20) Kreuzen Sie die korrekte Mengenoperation für  $S_2$  in Abbildung 4 an. (1 Punkt, SC)**

- |               |               |
|---------------|---------------|
| (A) $\supset$ | (E) $+$       |
| (B) $\cup$    | (F) $\subset$ |
| (C) $\times$  | (G) $-$       |
| (D) $\cap$    | (H) $\div$    |

**Frage: (21) Kreuzen Sie die korrekte Mengenoperation für  $S_1$  in Abbildung 4 an. (1 Punkt, SC)**

- |              |               |
|--------------|---------------|
| (A) $\cap$   | (E) $-$       |
| (B) $+$      | (F) $\supset$ |
| (C) $\div$   | (G) $\cup$    |
| (D) $\times$ | (H) $\subset$ |
-

# 22-23

**Frage: (22)** Kreuzen Sie die richtigen Aussagen bezüglich Darstellung von CSG-Objekten an. (4 Punkte, MC)

- (A) Bei der Baumwurzel wird der erste Punkt der verknüpften Schnittpunktliste ausgewählt.
- (B) Die Berechnung in einem CSG-Baum kann nicht rekursiv erfolgen.
- (C) Die gebräuchlichste Methode um CSG-Objekte abzubilden, ist das Ray-Casting, bei dem das Bild pixelweise berechnet wird.
- (D) Bei Zwischenknoten werden die Schnittpunktlisten der beiden Nachfolger entsprechend dem Operator verknüpft.

**Frage: (23)** Kreuzen Sie die richtigen Aussagen bezüglich Szenengraphen an. (4 Punkte, MC)

- (A) Man kann schon vorhandene Information im Szenengraphen mehrfach nutzen.
- (B) Graphentheoretisch handelt es sich um einen baumähnlichen gerichteten Graphen der Kreisstrukturen aufweisen kann.
- (C) Zwischenknoten enthalten die Informationen aus den vorangegangenen Knoten des Graphen.
- (D) Der Begriff des Szenengraphen ist nicht genau definiert.

23-C:

Zwischenknoten (z. B. Transformationsknoten, Gruppenknoten) **beinhalten keine „gesammelten“ Informationen**, sondern **modifizieren oder steuern** die Traversierung bzw. Transformation der Kindknoten. Die **Information fließt von oben nach unten** (z. B. Transformationen werden „vererbt“), aber sie „**enthalten nicht automatisch die Daten vorheriger Knoten**.

---

## 24

**Frage:** (24) Bei einem manuellen Weißabgleich eines Bildes wird ein weißes Referenzobjekt verwendet und dessen Farbe im Bild als R=0.5, G=0.9, B=0.8 identifiziert. Welchen Farbwert hat demnach ein Pixel **nach** dem Abgleich mit dem Farbwert R=0.25, G=0.9, B=0.2? (1 Punkt, SC)

- |                        |                         |
|------------------------|-------------------------|
| (A) R=0.5, G=1, B=0.25 | (C) R=0.5, G=0.9, B=0.7 |
| (B) R=2, G=1, B=4      | (D) R=0.33, G=1, B=1    |

Ursprungswert von Ausgewählten Pixel der zu weiß wird im Kehrwert nehmen und dann mit dem anzugleichenden Pixel Multiplizieren.

BSP Bei Rot 0.5:

$$\frac{1}{0,5} * 0,25 = 0.5$$


---

## 25

**Frage:** (25) Angenommen, ein mit einem Bayer Pattern (Color Filter Array) aufgenommenes Bild besitzt 144 grüne Pixel? Wieviele rote Pixel gibt es? (1 Punkt, SC)

- |        |         |
|--------|---------|
| (A) 36 | (C) 144 |
| (B) 72 | (D) 288 |

siehe: [2. Bildaufnahme > Color Filter Array \(CFA\)](#)

---

## 26 - 27

**Frage: (26)** Kreuzen Sie die richtigen Aussagen in Bezug auf Bildaufnahme an. (6 Punkte, MC)

- (A) Beim mathematischen Modell zur perspektivischen Projektion bezeichnet die fokale Länge  $f$  den Abstand zwischen Bildebene und Hauptachse der Linse.
- (B) Je geringer die Sensorsauflösung, desto größer ist der Tiefenschärfebereich.
- (C) Je mehr Bit für die Kodierung eines Farbkanals verwendet werden, desto größer ist die radiometrische Auflösung.
- (D) Bei einer Lochkamera gibt es keine Tiefeunschärfe.
- (E) Die plenoptische Funktion hat mehrere Eingabeparameter, aber nur einen Ausgabeparameter.
- (F) Die fokale Länge ist Bestandteil der Linsengleichung (Thin Lens Equation).

**Frage: (27)** Ein Objekt befindet sich 2 m vor der Linse einer Kamera. Der Bildabstand (Entfernung zwischen Linse und Bildebene) beträgt 10 cm. Mit welcher fokalen Länge  $f$  wird die Person mit der größtmöglichen Bildschärfe abgebildet? (2 Punkte, SC)

- (A) 1.02 cm
- (B) 2.40 cm
- (C) 9.52 cm
- (D) 1.05 m

27:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{2000} + \frac{1}{100}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{21}{2000}$$

$$f = 95,238$$

# 28-32

**Angabe:** Gegeben sei ein Quellalphabet  $\mathcal{X} = \{A, E, H, L, O\}$  und die jeweilige absolute Häufigkeit dessen Symbole  $h_i$  in Tabelle 1. Bestimmen Sie die Huffman-Kodierung mit dem Codealphabet  $\mathcal{C} = \{0, 1\}$ , ordnen Sie dabei dem wahrscheinlicheren Ast '1' zu. Beantworten Sie dabei die folgenden Fragen.

| $x_i$ | A  | E  | H  | L  | O  | $\Sigma$ |
|-------|----|----|----|----|----|----------|
| $h_i$ | 24 | 26 | 18 | 17 | 15 | 100      |

Tabelle 1: Quellalphabet und deren absolute Häufigkeiten.

**Frage: (28)** Wie wird der Buchstabe A kodiert? (2 Punkte, SC)

- |        |         |
|--------|---------|
| (A) 1  | (E) 10  |
| (B) 0  | (F) 00  |
| (C) 01 | (G) 110 |
| (D) 11 | (H) 111 |

**Frage: (29)** Wie wird der Buchstabe E kodiert? (2 Punkte, SC)

- |        |         |
|--------|---------|
| (A) 1  | (E) 10  |
| (B) 0  | (F) 00  |
| (C) 01 | (G) 110 |
| (D) 11 | (H) 111 |

**Frage: (30)** Wie wird der Buchstabe H kodiert? (2 Punkte, SC)

- |        |         |
|--------|---------|
| (A) 1  | (E) 10  |
| (B) 0  | (F) 00  |
| (C) 01 | (G) 110 |
| (D) 11 | (H) 111 |

**Frage: (31)** Wie wird der Buchstabe O kodiert? (2 Punkte, SC)

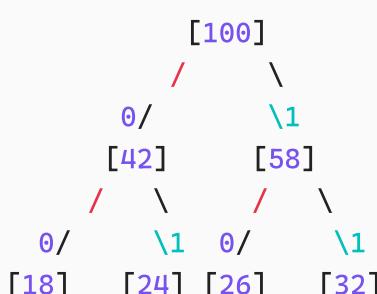
- |        |         |
|--------|---------|
| (A) 1  | (E) 10  |
| (B) 0  | (F) 00  |
| (C) 01 | (G) 110 |
| (D) 11 | (H) 111 |

**Frage: (32)** Wie wird der Buchstabe L kodiert? (2 Punkte, SC)

- |        |         |
|--------|---------|
| (A) 1  | (E) 10  |
| (B) 0  | (F) 00  |
| (C) 01 | (G) 110 |
| (D) 11 | (H) 111 |

Codeerstellung ([3. Bildcodierung und Kompression > Huffman-Codierung](#)):

1. Beginnt mit den **Blättern**, die die Häufigkeit jedes Symbols enthalten.
2. Zwei Knoten/Blätter mit den **geringsten Wahrscheinlichkeiten** werden zu einem neuen Knoten zusammengeführt. Der neue Knoten erhält eine Wahrscheinlichkeit, die der Summe der beiden Kinder entspricht.
3. Der Vorgang wird wiederholt, bis nur noch ein Knoten übrig bleibt – der **Huffman Tree**.



(H) (A) (E) / \  
θ/ \1  
[15] [17]  
(O) (L)

---

# 33-34

**Angabe:** Nehmen Sie nun für  $\mathcal{X}$  das Codebuch aus Tabelle 2 an.

| $x_i$ | $c_i$ |
|-------|-------|
| A     | 000   |
| E     | 10    |
| H     | 110   |
| L     | 001   |
| O     | 01    |

Tabelle 2: Konstruiertes Codebuch.

Die mittlere Codewortlänge  $\bar{m}$  ist gegeben durch

$$\bar{m} = \sum_{i \in \mathcal{X}} p_i l_i, \quad (1)$$

wobei  $p_i$  die relative Wahrscheinlichkeit für Symbol  $x_i$  und  $l_i$  dessen Codewortlänge der Huffmankodierung beschreibt.

**Frage: (33) Bestimmen Sie  $\bar{m}$ . (2 Punkte, SC)**

- |          |          |
|----------|----------|
| (A) 2.00 | (D) 2.59 |
| (B) 2.16 | (E) 2.86 |
| (C) 2.32 | (F) 3.00 |

Relative Wahrscheinlichkeit vom vorigen Ablesen (Beispiel 100/24 für A)

$$\begin{aligned}
 m &= (0.24 \cdot 3) + (0.26 \cdot 2) + (0.18 \cdot 3) + (0.17 \cdot 3) + (0.15 \cdot 2) \\
 &= 0.72 + 0.52 + 0.54 + 0.51 + 0.30 \\
 &= 2.59
 \end{aligned}$$

**Frage: (34) Kodieren Sie mit Hilfe des Codebuchs aus Tabelle 2 das Wort "HALLO". (2 Punkte, SC)**

- |                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| (A) 11000001100111 | (D) 0011111111010  |
| (B) 0111111100101  | (E) 11100100100101 |
| (C) 11000000100101 | (F) 10000000100101 |

# 35-39

**Angabe:** In Abbildung 5 sind vier Funktionen dargestellt, die verschiedene Punktoperationen abbilden. Ordnen Sie den Transformationen die jeweilige Operation zu und beantworten Sie folgende Fragen.

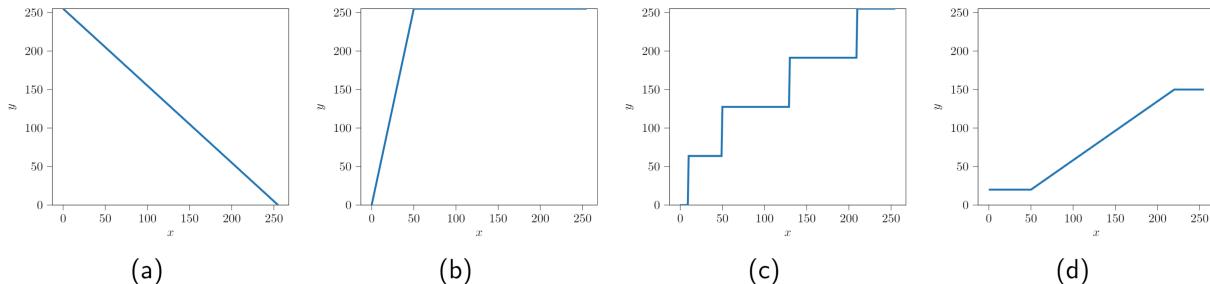


Abbildung 5

**Frage: (35)** Abbildung 5a beschreibt ein/e: (2 Punkte, SC)

- |                             |                           |
|-----------------------------|---------------------------|
| (A) Kontrasterhöhung.       | (D) Invertierung.         |
| (B) Kontrastreduktion.      | (E) Gammakorrektur.       |
| (C) Histogrammäqualisation. | (F) Schwellwertoperation. |

**Frage: (36)** Abbildung 5b beschreibt ein/e: (2 Punkte, SC)

- |                             |                           |
|-----------------------------|---------------------------|
| (A) Kontrasterhöhung.       | (D) Invertierung.         |
| (B) Kontrastreduktion.      | (E) Gammakorrektur.       |
| (C) Histogrammäqualisation. | (F) Schwellwertoperation. |

**Frage: (37)** Abbildung 5c beschreibt ein/e: (2 Punkte, SC)

- |                             |                           |
|-----------------------------|---------------------------|
| (A) Kontrasterhöhung.       | (D) Invertierung.         |
| (B) Kontrastreduktion.      | (E) Gammakorrektur.       |
| (C) Histogrammäqualisation. | (F) Schwellwertoperation. |

**Frage: (38)** Abbildung 5d beschreibt ein/e: (2 Punkte, SC)

- |                             |                           |
|-----------------------------|---------------------------|
| (A) Kontrasterhöhung.       | (D) Invertierung.         |
| (B) Kontrastreduktion.      | (E) Gammakorrektur.       |
| (C) Histogrammäqualisation. | (F) Schwellwertoperation. |

**Frage: (39)** Welche der Transformationen  $f_i$  in Abbildung 5 sind nicht umkehrbar, d.h. das Originalbild kann durch eine Funktion  $f_i^{-1}$  nicht exakt berechnet werden? (2 Punkte, MC)

- |                  |                  |
|------------------|------------------|
| (A) Abbildung 5a | (C) Abbildung 5c |
| (B) Abbildung 5b | (D) Abbildung 5d |

## 40-41

**Angabe:** Gegeben sei das Helligkeitshistogramm eines 8-Bit Bildes. Der Minimalwert des Bildes sei  $x_{\min} = 15$ , der Maximalwert  $x_{\max} = 160$ .

**Frage: (40)** Geben Sie den Koeffizienten  $k$  der linearen Funktion  $f(x) = kx + d$  an, um den Kontrast des Bildes zu maximieren. (2 Punkte, SC)

- |           |           |
|-----------|-----------|
| (A) 1.76  | (D) 1.96  |
| (B) -1.76 | (E) -1.15 |
| (C) 1.59  | (F) 1.11  |

**Frage: (41)** Geben Sie den Koeffizienten  $d$  der linearen Funktion  $f(x) = kx + d$  an, um den Kontrast des Bildes zu maximieren. (2 Punkte, SC)

- |           |            |
|-----------|------------|
| (A) 11.20 | (D) 0      |
| (B) 29.40 | (E) -17.41 |
| (C) -5.68 | (F) -26.38 |

Wir haben 8Bit Bild --> Werte zwischen 0 und 255

Wir wollen bei 0 Starten also:

$$160 - 15 = 145$$

145 mal was ist 255?

$$\frac{255}{145} = 1,7586$$

15 ist unser Mindestwert also in der neuen Darstellung:

$$15 * \frac{255}{145} = 26,4$$


---

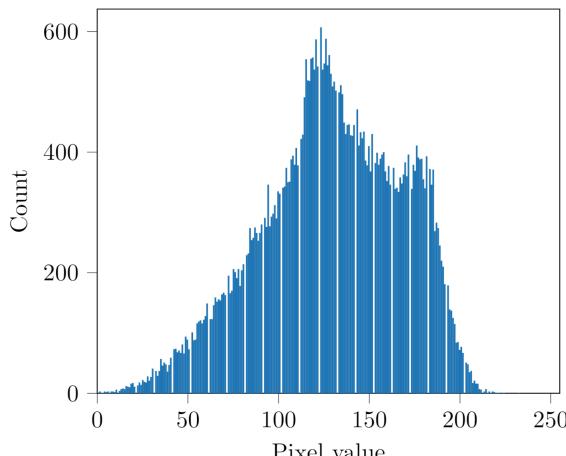
## 42

**Frage: (42)** Kreuzen Sie die richtigen Aussagen bezüglich Histogrammäqualisation an. (2 Punkte, MC)

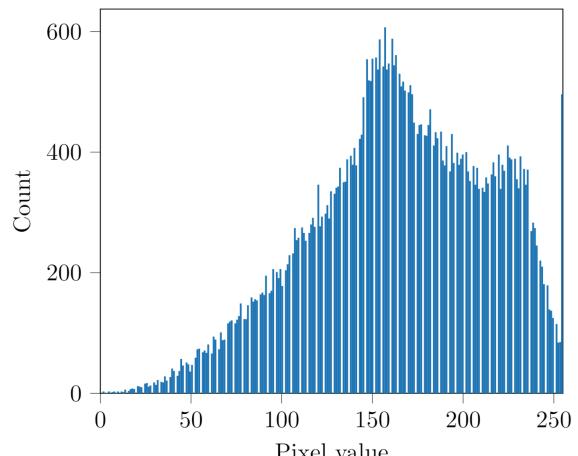
- |                                                                                            |                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (A) Die Ausgangswerte des Histogramms sind entweder 0 oder 1.                              | (C) Der Kontrast wird bei Minima des Helligkeitshistogramms verschlechtert.                        |
| (B) Die Histogrammäqualisation verwendet eine Gammakorrektur für die Kontrastverbesserung. | (D) Die Histogrammäqualisation spreizt besonders Helligkeitswerte, die oft im Bild enthalten sind. |
-

**43**

**Angabe:** In Abbildung 6 sind zwei Histogramme dargestellt.



(a)



(b)

Abbildung 6

**Frage: (43)** Welche Operation wurde verwendet, um Abbildung 6a in Abbildung 6b zu transformieren?  
(2 Punkte, SC)

- (A) Histogrammäqualisation
- (B) Kontrastreduktion
- (C) Gammakorrektur
- (D) Kontrasterhöhung

A wäre auch plausibel, wenn es auch noch flacher geworden wäre.

---

# 44-47

**Angabe:** Gegeben ist ein 5x5 Grauwertbild und ein 3x3 Mittelwert-Filterkern.

|   | 0   | 1   | 2          | 3  | 4  |
|---|-----|-----|------------|----|----|
| 0 | 50  | 50  | 50         | 50 | 50 |
| 1 | 100 | 100 | 75         | 50 | 50 |
| 2 | 100 | 100 | <b>125</b> | 50 | 50 |
| 3 | 100 | 100 | 100        | 50 | 50 |
| 4 | 50  | 50  | 50         | 50 | 50 |

$$F_{\text{Mittelwert}} = \frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Abbildung 7

**Frage: (44)** Berechnen Sie für den fett gedruckten Pixel (2,2) in Abbildung 7 das Ergebnis der Anwendung des 3x3 Mittelwert-Filters (Gerundet auf 2 Nachkommastellen). (2 Punkte, SC)

- |                  |            |
|------------------|------------|
| (A) 96.11        | (E) 66.67  |
| <b>(B) 83.33</b> | (F) 108.33 |
| (C) 91.67        | (G) 100.00 |
| (D) 133.33       | (H) 116.67 |

einfach:

$$\frac{125 + \text{alle 8 Nachbarn}}{9}$$

**Frage: (45)** Berechnen Sie für den fett gedruckten Pixel (2,2) in Abbildung 7 das Ergebnis der Anwendung eines 3x3 Medianfilters (Gerundet auf 2 Nachkommastellen). (2 Punkte, SC)

- |                |           |
|----------------|-----------|
| (A) 80.56      | (E) 125   |
| (B) 75         | (F) 50    |
| (C) 63.88      | (G) 58.33 |
| <b>(D) 100</b> | (H) 72.22 |

man nimmt den Median der geordneten Werte: ` `

50, 50, 50, 75, 100, 100, 100, 100, 125  
 1    2    3    4    [5]    6    7    8    9

**Frage: (46)** Welches Aussagen bezüglich der linearen Faltungsoperation - definiert als \* sind wahr?  
 I bezeichnet ein Grauwertbild, F einen Filter, der als  $n \times n$  Matrix darstellbar ist. (2 Punkte, MC)

- |                                                                                               |                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (A) Die Faltungsoperation ist distributiv:<br>$(I_1 + I_2) * F = (I_1 * F) + (I_2 * F)$ .     | (C) Für die Multiplikation mit einem Skalar $a$ gilt:<br>$(a \cdot I) * F = \frac{1}{a} \cdot (I * F)$ . |
| <b>(B) Die Faltungsoperation ist assoziativ:</b><br>$(I_1 * F_1) * F_2 = I_1 * (F_1 * F_2)$ . | (D) Die Faltungsoperation ist kommutativ:<br>$I * F = F * I$                                             |

C: Die Skalierung eines Bildes mit einem Faktor  $a$  vor der Faltung entspricht einer Skalierung des Ergebnisses nach der Faltung mit demselben Faktor  $a$ , nicht mit dem Kehrwert. Korrekt wäre:

$$(a \cdot I) * F = a \cdot (I * F)$$

D: Nein weil Matrizenmultiplikation nicht Kommutativ ist

Frage: (47) Was versteht man unter Separierbarkeit bei linearen Filtern? (2 Punkte, SC)

- (A) Die Möglichkeit, einen Filterkern  $F$  in mehrere Filterkerne aufzuteilen, die nacheinander ausgeführt werden können.
  - (B) Die Möglichkeit, einen Filterkern  $F$  in mehrere Filterkerne aufzuteilen, die parallel ausgeführt werden können.
  - (C) Die Möglichkeit, einen Filterkern  $F$  in mehrere  $n \times n$  Filter aufzuteilen.
  - (D) Die Möglichkeit, einen Filterkern  $F$  in nicht-lineare Filter aufzuteilen.
-

# 48-52

**Angabe:** Gegeben ist folgendes 8-Bit Grauwertbild in Abbildung 8. Ordnen Sie die nachstehenden fünf Ergebnisbilder der jeweiligen Bildoperation a)-e) zu, die auf dieses Bild angewendet wurde. Jedes Ergebnisbild gehört genau zu einer der 6 Bildoperationen.



Abbildung 8: Originalbild



Abbildung 9



Abbildung 10



Abbildung 11



Abbildung 12



Abbildung 13

**Frage: (48) Abbildung 9 ist das Ergebnis von einer/einem: (2 Punkte, SC)**

- |                                                  |                                                               |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| (A) 7x7 Mittelwertfilter.                        | (D) Quantisierung der Grauwerte.                              |
| (B) Punktoperation: $I'(u, v) = 255 - I(u, v)$ . | (E) Punktoperation:<br>$I'(u, v) = 255 \cdot (I(u, v)/100)$ . |
| (C) 15x15 Mittelwertfilter.                      | (F) 5x5 Median-Filter.                                        |

**Frage: (49) Abbildung 10 ist das Ergebnis von einer/einem: (2 Punkte, SC)**

- |                                                  |                                                               |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| (A) 7x7 Mittelwertfilter.                        | (D) Quantisierung der Grauwerte.                              |
| (B) Punktoperation: $I'(u, v) = 255 - I(u, v)$ . | (E) Punktoperation:<br>$I'(u, v) = 255 \cdot (I(u, v)/100)$ . |
| (C) 15x15 Mittelwertfilter.                      | (F) 5x5 Median-Filter.                                        |

**Frage: (50) Abbildung 11 ist das Ergebnis von einer/einem: (2 Punkte, SC)**

- |                                                  |                                                               |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| (A) 7x7 Mittelwertfilter.                        | (D) Quantisierung der Grauwerte.                              |
| (B) Punktoperation: $I'(u, v) = 255 - I(u, v)$ . | (E) Punktoperation:<br>$I'(u, v) = 255 \cdot (I(u, v)/100)$ . |
| (C) 15x15 Mittelwertfilter.                      | (F) 5x5 Median-Filter.                                        |

**Frage: (51) Abbildung 12 ist das Ergebnis von einer/einem: (2 Punkte, SC)**

- |                                                  |                                                               |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| (A) 7x7 Mittelwertfilter.                        | (D) Quantisierung der Grauwerte.                              |
| (B) Punktoperation: $I'(u, v) = 255 - I(u, v)$ . | (E) Punktoperation:<br>$I'(u, v) = 255 \cdot (I(u, v)/100)$ . |
| (C) 15x15 Mittelwertfilter.                      | (F) 5x5 Median-Filter.                                        |

**Frage: (52) Abbildung 13 ist das Ergebnis von einer/einem: (2 Punkte, SC)**

- |                                                  |                                                               |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| (A) 7x7 Mittelwertfilter.                        | (D) Quantisierung der Grauwerte.                              |
| (B) Punktoperation: $I'(u, v) = 255 - I(u, v)$ . | (E) Punktoperation:<br>$I'(u, v) = 255 \cdot (I(u, v)/100)$ . |
| (C) 15x15 Mittelwertfilter.                      | (F) 5x5 Median-Filter.                                        |

bin mir hier bissi unsicher...