

Aufgabe 1

Teilaufgabe 1a

Der Bereich des vom Menschen sichtbaren Lichts liegt zwischen 380 und 700 nm. Dort hat Spektrum $B(\lambda)$ die höhere Energie und wird daher heller wahrgenommen.

Teilaufgabe 1b

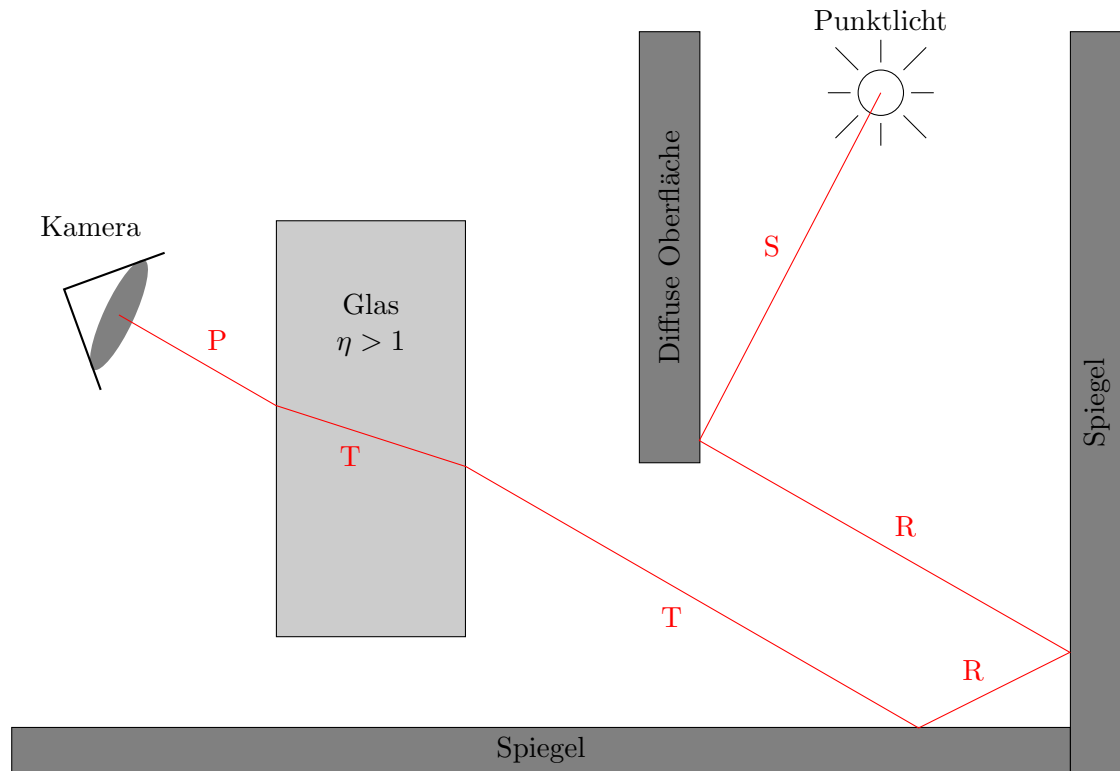
$$\begin{aligned}x &= \frac{X}{X + Y + Z} = 0.5 \\y &= \frac{Y}{X + Y + Z} = 0.3 \\z &= 1 - x - y = 0.2\end{aligned}$$

Teilaufgabe 1c

Die Kontrastsensitivität des Menschen ist für Luminanzunterschiede wesentlich stärker ausgeprägt wie für Farbunterschiede. Die Chrominanzinformation kann daher verlustbehafteter komprimiert werden, ohne dass dies wahrgenommen wird.

Aufgabe 2

Teilaufgabe 2a



Teilaufgabe 2b

$$d' = d$$

Teilaufgabe 2c

Bei einem Whitted-Style Raytracer ist ...	Notwendig	Optional
... Primärstrahlen erzeugen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... Strahlschnitte berechnen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... den Fresnel-Term auswerten	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
... Reflexionsstrahlen rekursiv weiterverfolgen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... Mip-Maps erstellen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
... Beschleunigungsstrukturen verwenden	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Aufgabe 3

Teilaufgabe 3a

$$M_1 = V_1 \cdot T_A \cdot T_R$$

Teilaufgabe 3b

$$\mathbf{A}' = T_S^{-1} \cdot T_A \cdot \mathbf{A}$$

Teilaufgabe 3c

$$V_2 = T_A^{-1} \cdot T_F^{-1}$$
$$M_2 = T_F^{-1} \cdot T_R$$

Teilaufgabe 3d

Aussage	Wahr	Falsch
1 Eine perspektivische Projektion ist immer eine affine Abbildung.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2 Zur Transformation von Punkten und dazugehörigen Normalen muss immer die gleiche Transformationsmatrix verwendet werden.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3 Homogene Transformationsmatrizen können Translationen darstellen.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 Wenn eine allgemeine Transformation durch eine Matrix M dargestellt wird, so führt M^\top die inverse Transformation durch.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5 Bei der homogenen Transformation eines Punktes mit einer Matrix M beschreiben alle λM mit $\lambda \in \mathbb{R}, \lambda \neq 0$ dieselbe Abbildung.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Aufgabe 4

Teilaufgabe 4a

$$I = k_a \cdot I_L + k_d \cdot I_L \cdot (\mathbf{n} \cdot \mathbf{l}) + k_s \cdot I_L \cdot (\mathbf{r}_1 \cdot \mathbf{v})^n$$

k_a, k_d, k_s : Anteil der ambienten/diffusen/spekularen Komponente

I_L : Intensität der Lichtquelle

n : Phong-Exponent

Teilaufgabe 4b

$$r_1 = 2 \cdot n \cdot (n \cdot l) - 1$$

Teilaufgabe 4c

Flat Shading Berechnung der Flächennormale, Auswertung des Beleuchtungsmodells an einem Punkt für das ganze Dreieck

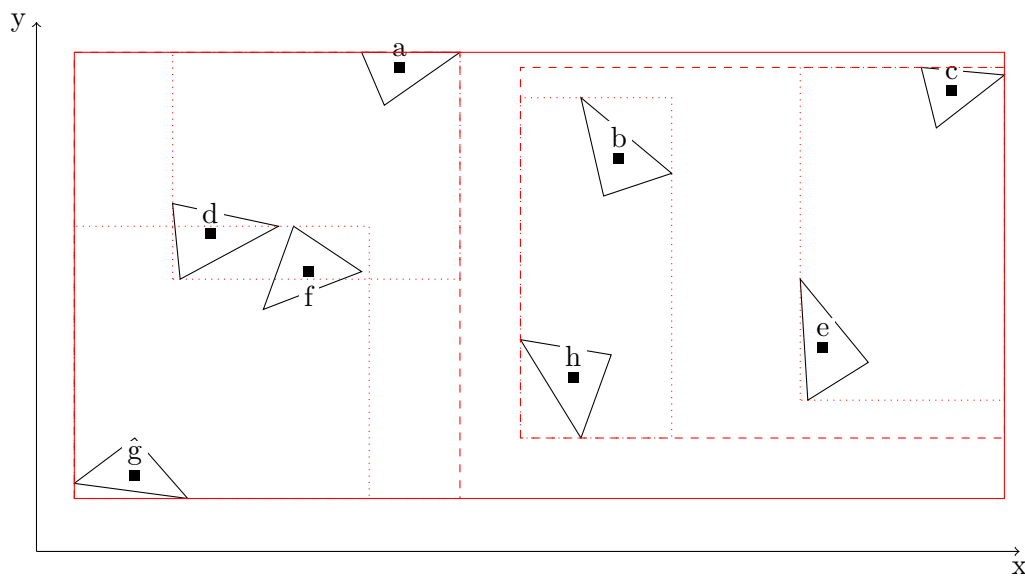
Gouraud Shading Auswertung des Beleuchtungsmodells an den Eckpunkten, dann Interpolation der Ergebnisse

Phong Shading Interpolation der Normale, dann Auswertung des Beleuchtungsmodells pro Punkt

Phong-Beleuchtungsmodell für alle Shading-Verfahren einsetzbar

Aufgabe 5

Teilaufgabe 5a



Teilaufgabe 5b

f, g, a, d

Teilaufgabe 5c

Aussage	BVH	kD-Baum	Gitter	keine
Die Datenstruktur kann nicht zur Beschleunigung von Nachbarschaftssuchen verwendet werden.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Der Aufbau der Datenstruktur ist <i>linear</i> in der Anzahl der Primitive.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mehrfache Schnitttests mit demselben Primitive müssten explizit vermieden werden.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Datenstruktur eignet sich insbesondere für Szenen mit viel freiem Raum.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Teilaufgabe 5d

Die Surface Area Heuristic ...	Wahr	Falsch
... wird beim Traversieren einer Datenstruktur eingesetzt.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
... kann die Traversierung eines kD-Baumes beschleunigen.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... eignet sich besonders für den Aufbau von Oktalbäumen (Octrees).	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
... schätzt die Wahrscheinlichkeit, dass genau N Primitive in einem Teilbaum liegen.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Aufgabe 6

Teilaufgabe 6a

Aussage	Wahr	Falsch
1 Texturkoordinaten müssen immer im Bereich $[0, 1]$ liegen.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2 Beim Textur-Wrapping kann die Adressierung für jede Dimension separat gewählt werden.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 Anisotrope Texturfilterung sorgt im Allgemeinen dafür, dass Texturen im Vergleich zu isotroper Texturfilterung schärfer erscheinen.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 RIP-Maps können als eine Verallgemeinerung von Mip-Maps angesehen werden.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 Der größte Vorteil des Sphere-Mapping gegenüber Latitude/Longitude-Maps besteht darin, dass die Abbildung keine Singularität(en) beinhaltet.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6 Durch Mip-Mapping wird der Speicheraufwand für Texturen um den Faktor $\sqrt{2}$ erhöht.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7 Bei der Verkleinerung (Minification) werden mehrere Bildschirm-Pixel auf den selben Texel abgebildet.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8 Mittels Summed Area Tables kann man über zwei Texturzugriffe die Summe über eine rechteckige Region in einer Textur berechnen.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9 Für die bilineare Filterung muss der Abdruck (Footprint) eines Pixels im Texturraum bestimmt werden.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Teilaufgabe 6b

Vorteil: Abbildung auf Oberflächenmodell einfach (keine Verzerrung etc.)

Nachteil: hoher Speicherbedarf

Teilaufgabe 6c

Normal-Mapping Veränderung der Normalen eines Oberflächenpunkts für die Beleuchtungsberechnung

Displacement-Mapping Verschiebung eines Oberflächenpunkts

Aufgabe 7

```
shader7.frag
1 uniform samplerCube tEnv;           // Environment-Map
2 uniform samplerCube tEnvFiltered;   // vorgefilterte Environment-Map
3 uniform sampler2D tRC;               // RGB-Textur, die  $r_c$  enthält
4 uniform sampler2D tKD;               // RGB-Textur, die  $k_d$  enthält
```

```

5
6 in vec3 v; // interpolierter View-Vektor (zur Kamera hin) in Weltkoordinaten
7 in vec3 n; // interpolierte Normale in Weltkoordinaten
8 in vec2 tc; // interpolierte Texturkoordinate
9
10 out vec3 color;
11
12 void main()
13 {
14     vec3 kd = vec3(texture(tKD, tc));
15     vec3 rc = vec3(texture(tRC, tc));
16
17     vec3 F = rc + (1 - rc) * pow(1 - dot(normalize(n), normalize(v)), 5);
18     color = mix(vec3(texture(tEnvFiltered, n)) * kd,
19                vec3(texture(tEnv, n)), F);
20 }

```

Aufgabe 8

```

shader8.frag
1 uniform sampler2D tCarColor; // RGBA-Farbtextur der Autos
2 uniform sampler2D tTreeColor; // RGBA-Farbtextur der Bäume
3 uniform sampler2D tCarDepth; // Tiefentextur der Autos in NDC
4 uniform sampler2D tTreeDepth; // Tiefentextur der Bäume in NDC
5
6 in vec2 tc; // interpolierte Texturkoordinate
7 out vec4 color; // Ausgabefarbe des Fragments
8
9 void main()
10 {
11     // Tiefe und Farbe der Autos.
12     float dCar = texture(tCarDepth, tc).r;
13     vec4 cCar = texture(tCarColor, tc);
14
15     // Tiefe und Farbe der Bäume.
16     float dTree = texture(tTreeDepth, tc).r;
17     vec4 cTree = texture(tTreeColor, tc);
18
19     vec4 c1, c2;
20     if (cCar < cTree) {
21         c1 = cCar;
22         c2 = cTree;

```

```

23     } else {
24         c1 = cTree;
25         c2 = cCar;
26     }
27
28     color = vec4(c1.rgb, 1.0) * c1.a * (1 - c2.a) +
29             vec4(c2.rgb, 1.0) * c2.a;
30 }

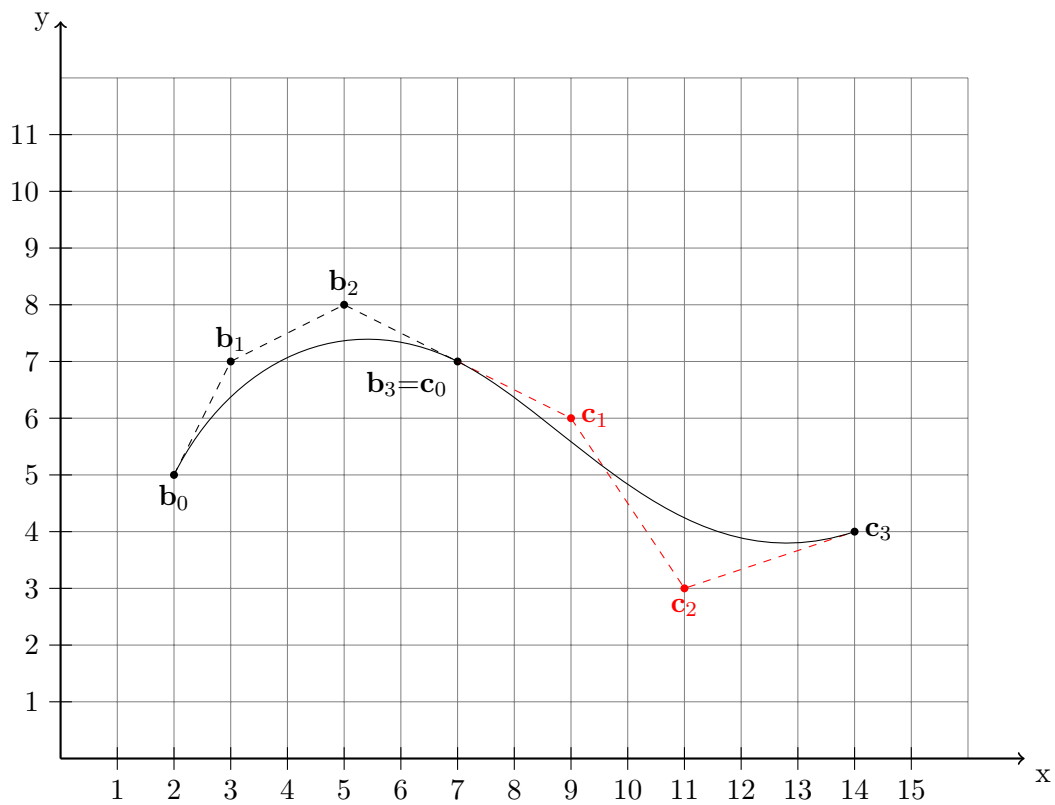
```

Aufgabe 9

TODO

Aufgabe 10

Teilaufgabe 10a



Teilaufgabe 10b

$$\mathbf{c}_0 = \mathbf{b}_3$$

$$\mathbf{c}_1 = \mathbf{c}_0 + (\mathbf{b}_3 - \mathbf{b}_2)$$

$$\mathbf{c}_2 = 2\mathbf{c}_1 + \mathbf{b}_1 - 2\mathbf{b}_2$$

Teilaufgabe 10c

TODO