

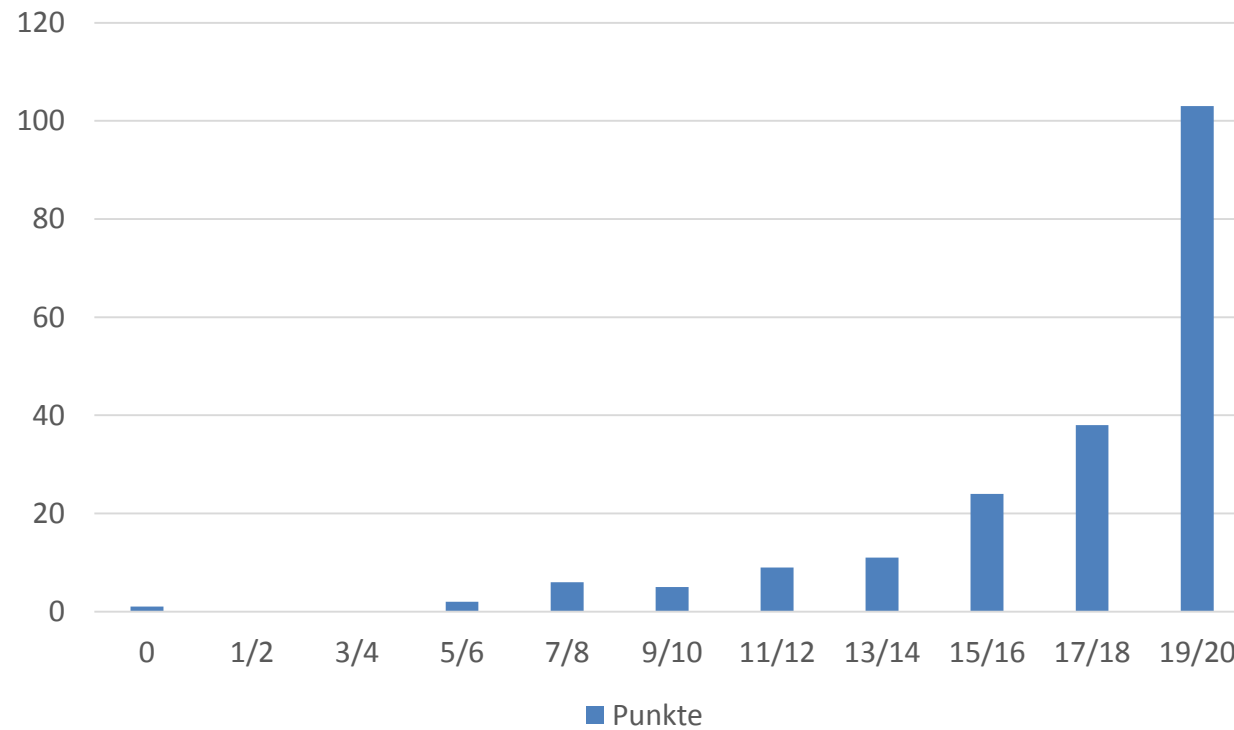
Computergrafik

Übung: Theorieaufgaben

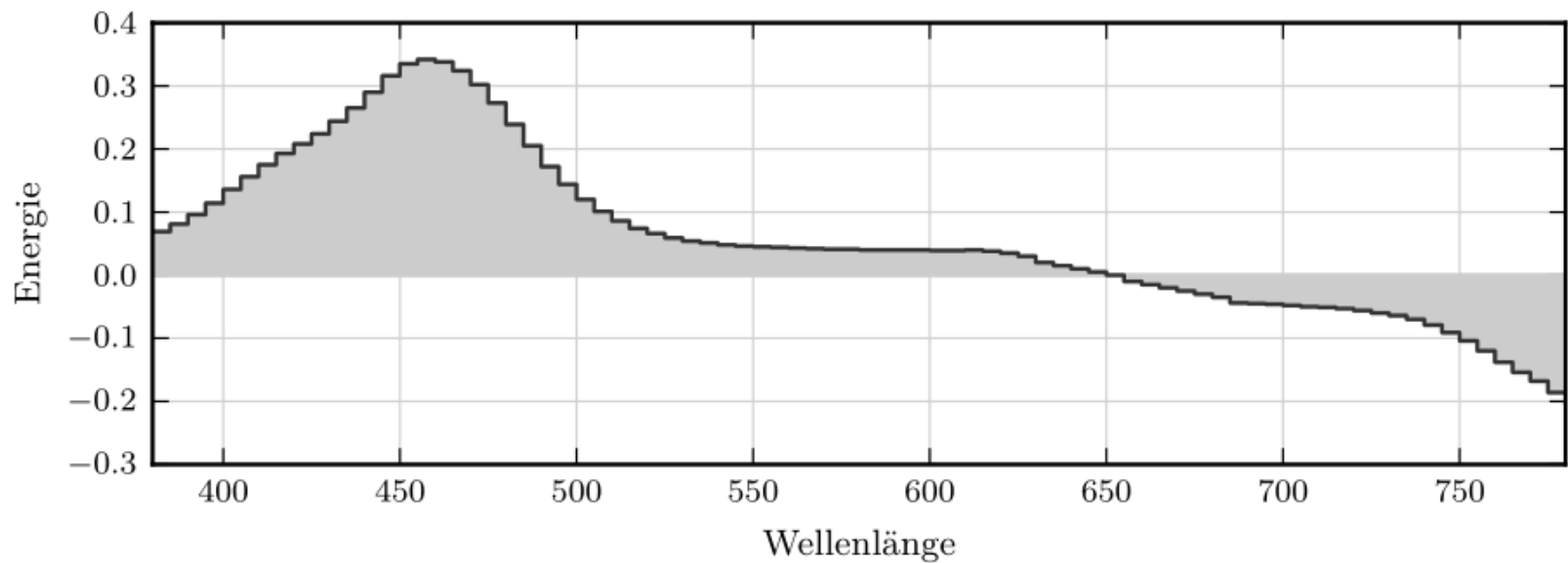
Prof. Dr.-Ing. Carsten Dachsbacher
Lehrstuhl für Computergrafik
Karlsruher Institut für Technologie

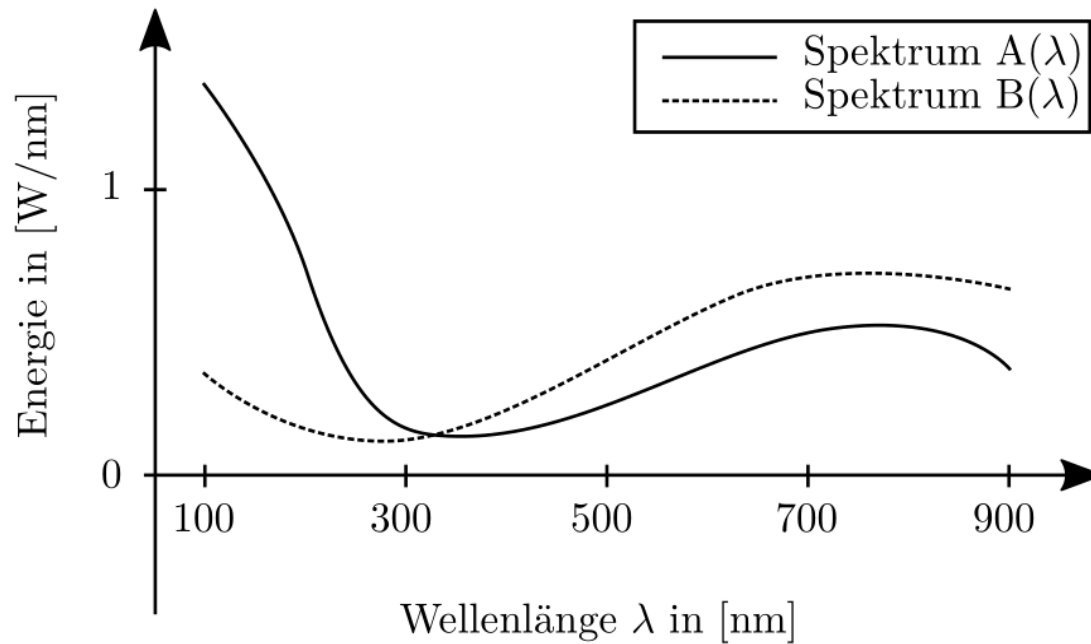


Übungsblatt 1: Histogramm



Kann das folgende Spektrum von einer real existierenden Lampe stammen? Begründen Sie in Stichpunkten! (1 Punkt)





Gegeben sind zwei Lichtspektren, Spektrum $A(\lambda)$ und Spektrum $B(\lambda)$. Welches der beiden Spektren wird von einem menschlichen Betrachter als heller wahrgenommen? Begründen Sie in Stichworten!

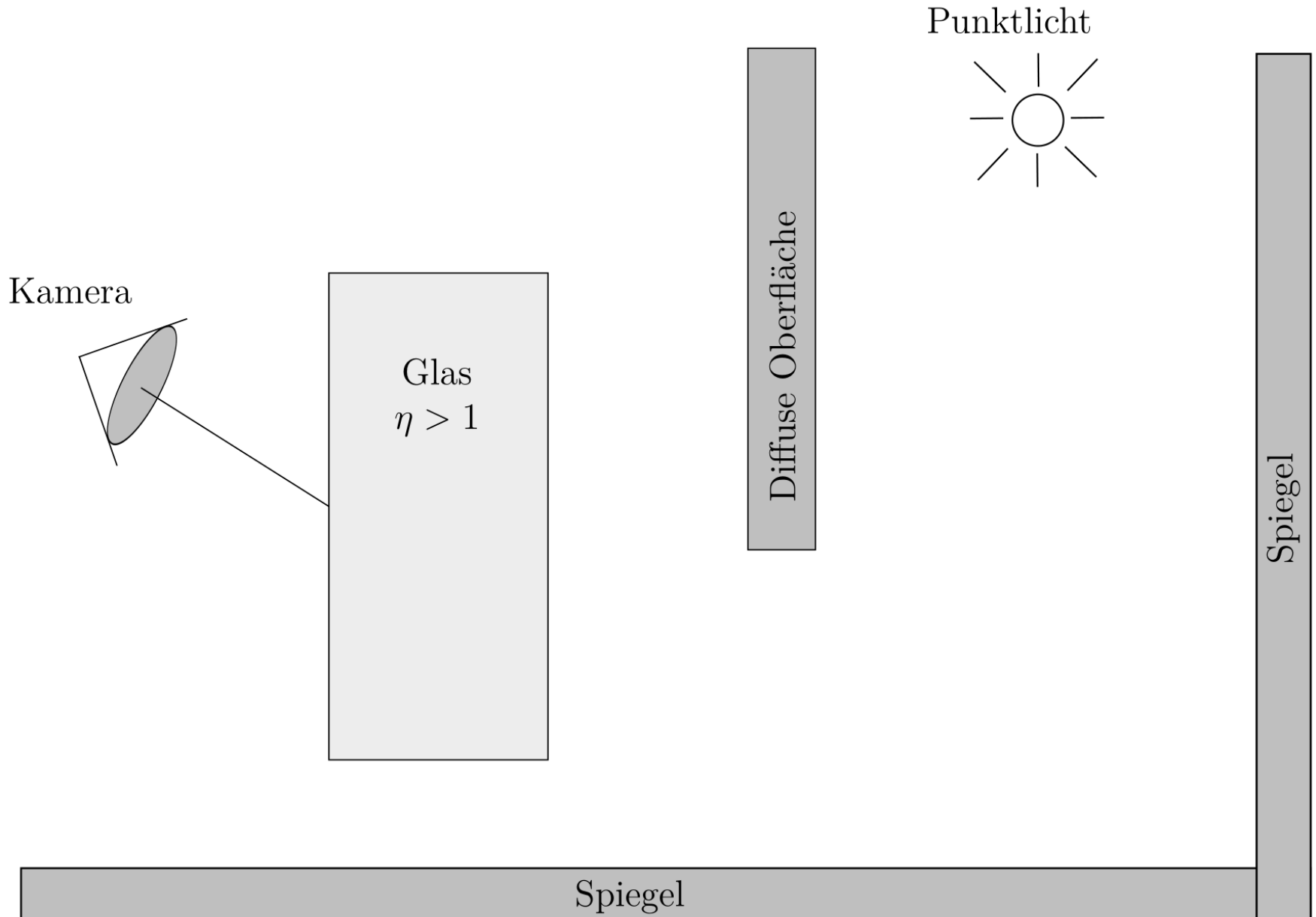
(3 Punkte)

Nehmen Sie eine Kamera an, die mit Sensoren Licht im Bereich $[380\text{nm}, 780\text{nm}]$ erfassen kann. Die *Empfindlichkeitskurve* eines Sensors ist gegeben durch die Funktion

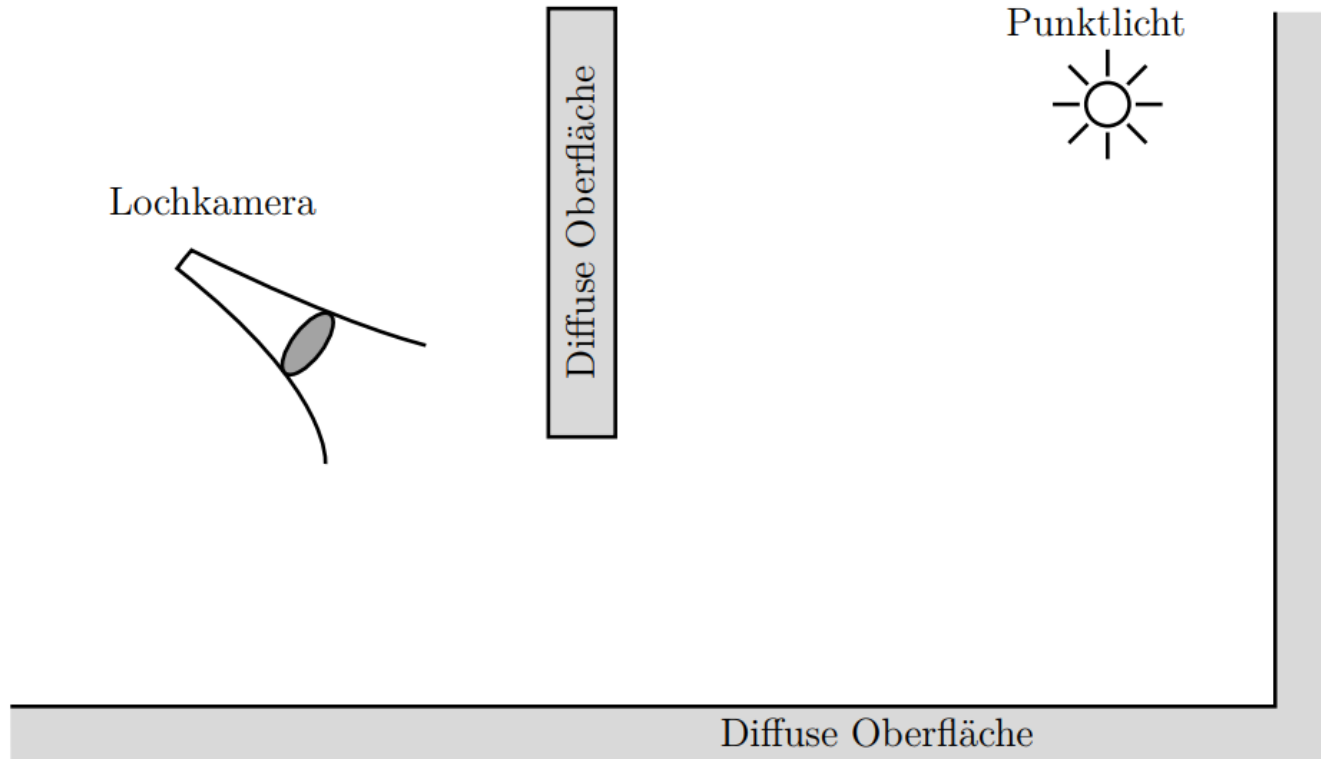
$$E(\lambda) : [380\text{nm}, 780\text{nm}] \mapsto \mathbb{R}$$

I) Wie berechnet man die Sensorantwort a für ein Spektrum $S(\lambda)$? **(2 Punkte)**

II) Gegeben sind nun zwei Spektren, $S_1(\lambda)$ und $S_2(\lambda)$, sowie ihre Sensorantworten a_1 und a_2 . Welcher mathematische Zusammenhang muss zwischen den Sensorantworten bestehen, damit S_1 und S_2 im Bezug auf die gegebene Kamera Metamere sind? **(1 Punkt)**

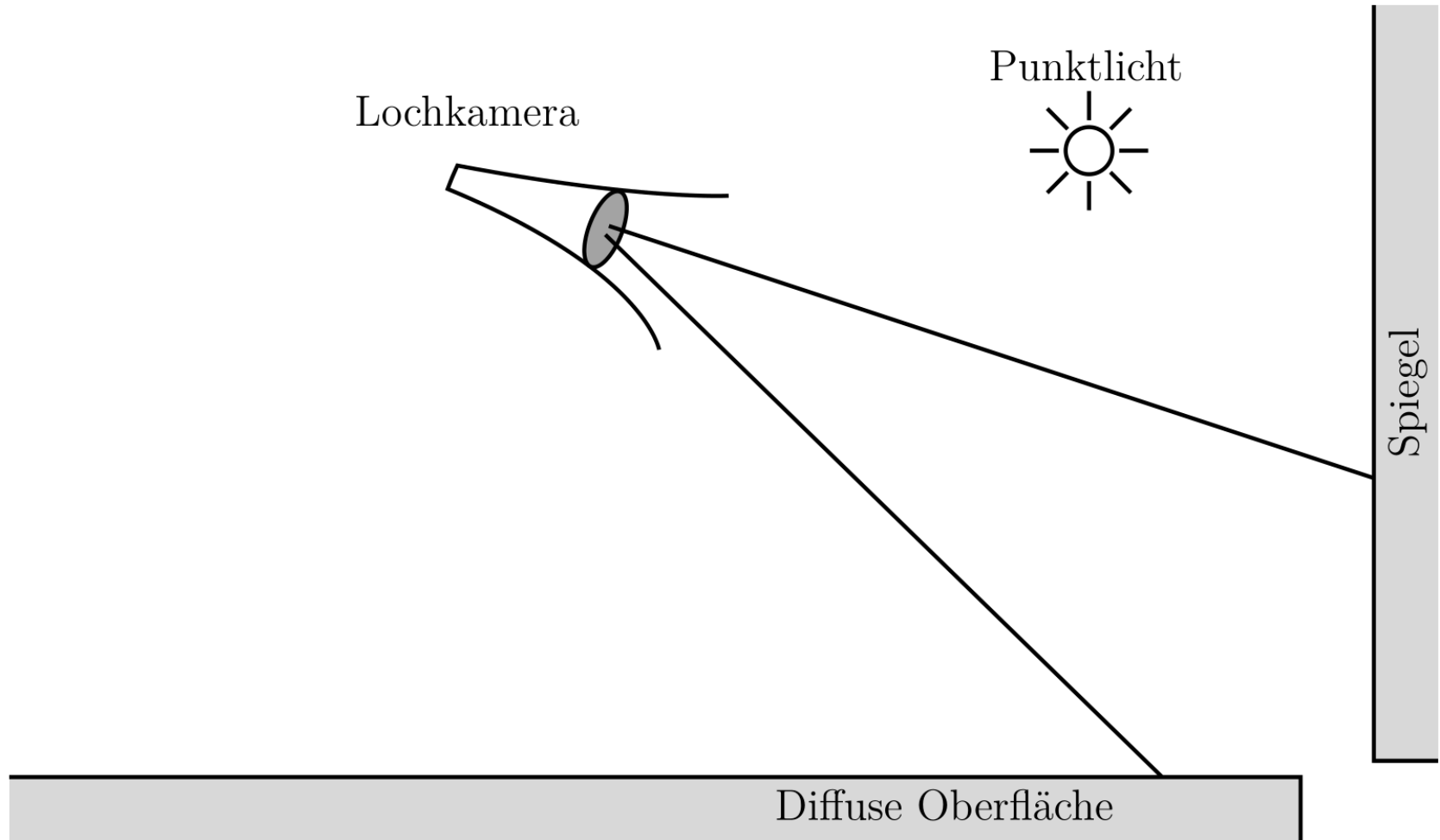


Zeichnen Sie in der folgenden Szene mit Liniensegmenten einen möglichst einfachen Lichtpfad von der Kamera zur Punktlichtquelle ein, der zwar in der geometrischen Optik auftreten kann, jedoch *nicht* mit Whitted-Style Raytracing erzeugt werden kann!
(2 Punkte)

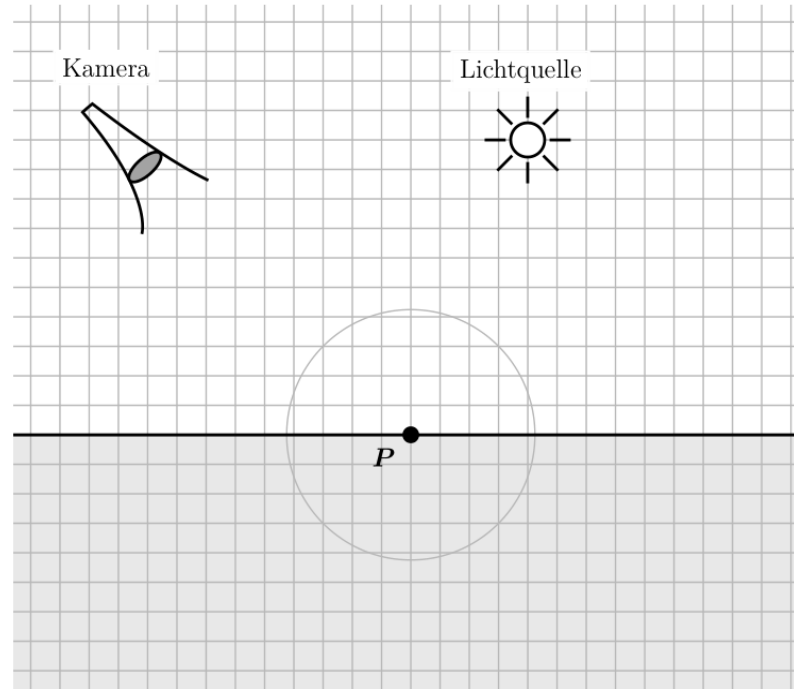


Begründen Sie *kurz*, warum der Pfad nicht mit Whitted-Style Raytracing erzeugt werden kann! (2 Punkte)

In der folgenden Abbildung sind zwei Primärstrahlen gegeben. Führen Sie mit diesen zeichnerisch Whitted-Style Raytracing durch! Kennzeichnen Sie Reflexionsstrahlen mit „R“, Transmissionsstrahlen mit „T“ und Schattenstrahlen mit „S“! (4 Punkte)



Diese Skizze zeigt eine Kamera, einen Punkt P auf einer Oberfläche mit Brechungsindex $n_2 = 1.5$ und eine Lichtquelle. Kamera und Licht befinden sich im Vakuum (Brechungsindex $n_1 = 1$). Zur besseren Orientierung ist ein Gitter hinterlegt, sowie ein Kreis mit Radius 1 skizziert, der Ihnen beim Zeichnen hilft.



Ergänzen Sie die Skizze, indem Sie die folgenden Vektoren und Winkel einzeichnen und beschriften:

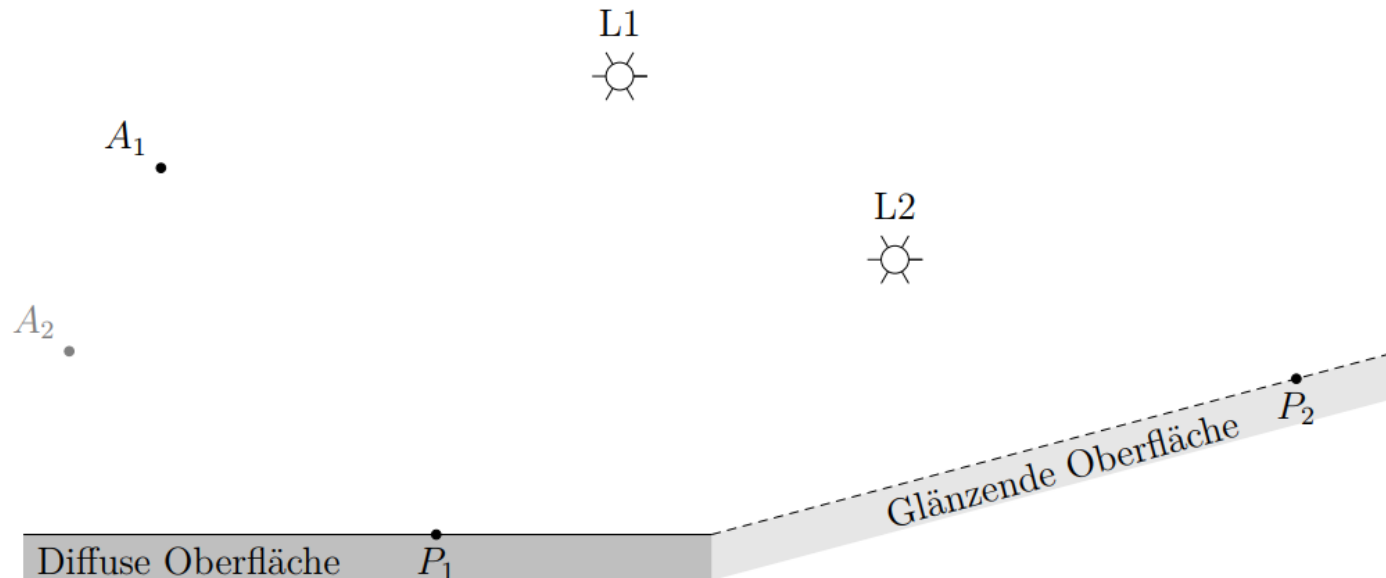
- Den Augstrahl $\mathbf{v}$ zur Kamera und den Lichtstrahl $\mathbf{l}$ (1 Punkt)
- Den Normalenvektor $\mathbf{n}$ bei P (1 Punkt)
- Den Reflexionsstrahl $\mathbf{r}$, der auch für rekursives Raytracing verwendet wird (1 Punkt)
- Den Winkel α , der benötigt wird, um den spekularen Anteil des Phong-Modells zu berechnen (1 Punkt)
- Zeichnen Sie qualitativ die Richtung des transmittierten Strahls $\mathbf{t}$ ein (1 Punkt).

In der Abbildung unten ist eine Szene gegeben, die durch Raytracing dargestellt werden soll. Darin befinden sich zwei Augpunkte (A_1 und A_2), zwei Oberflächen, die eine davon diffus und die andere glänzend, sowie zwei Punktlichter (L_1 und L_2), die *beide eine Intensität von 1* haben.

Für die Berechnung von Oberflächenfarben soll das Phong-Beleuchtungsmodell verwendet werden. Der Materialparameter k_a ist für beide Oberflächen 0. Bei der *diffusen Oberfläche* ist $k_d > 0$ und $k_s = 0$. Bei der *glänzenden Oberfläche* sind $k_d > 0$ und $k_s > 0$. Sie müssen für beide Lichter *keine* entfernungsabhängige Abschwächung berücksichtigen.

Hinweis:

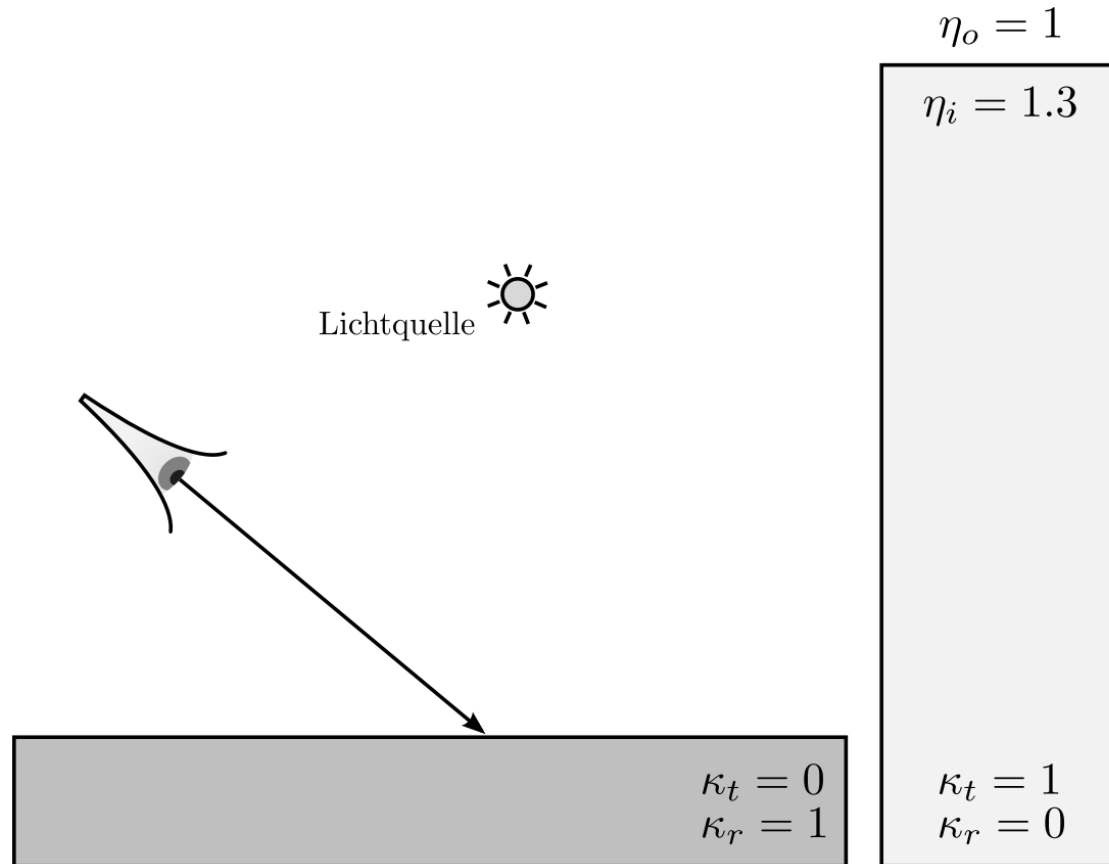
Gehen Sie für die folgenden Aufgaben davon aus, dass die Szene aus dem **Augpunkt A_1** betrachtet wird, solange die Aufgabe den Augpunkt nicht explizit angibt.



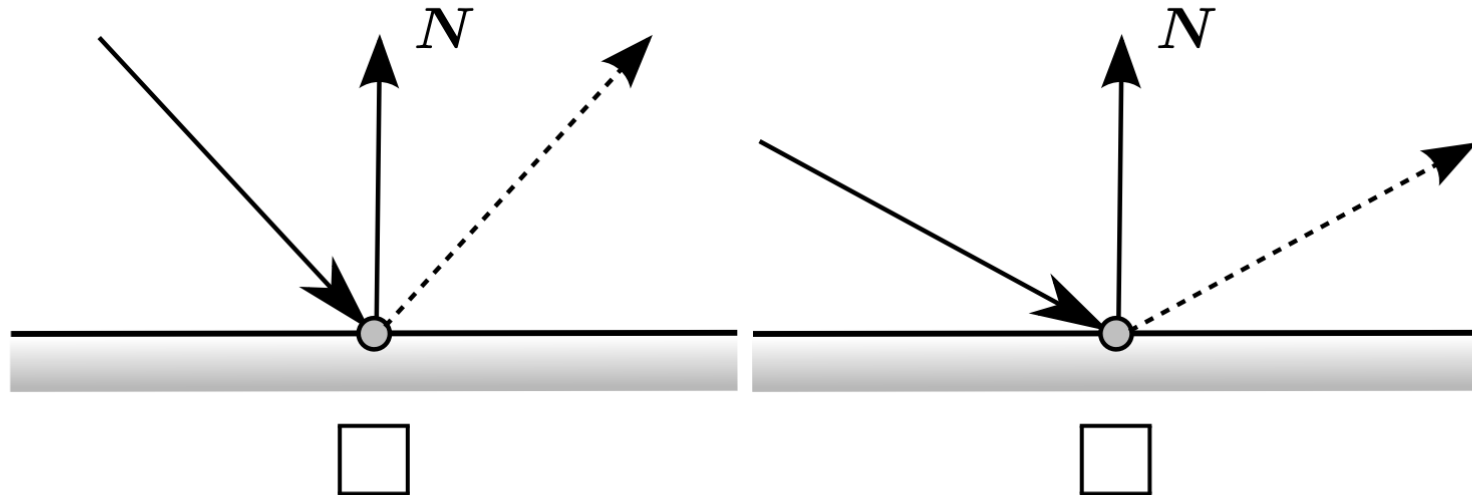
- a) Zeichnen Sie für den Punkt P_1 auf der diffusen Fläche alle Vektoren aus Komponenten des Beleuchtungsmodells ein, die zur Farbe des Punktes tatsächlich beitragen! Benennen Sie diese Vektoren! **(2 Punkte)**
- b) Geben Sie mit Hilfe der benannten Vektoren die Formel an, mit der die Farbe der Oberfläche im Punkt P_1 bestimmt werden kann! **Unterstreichen** Sie dabei die Vektoren, die normiert sein *müssen*! **(2 Punkte)**
- c) Welche der beiden Lichtquellen trägt mehr zur Intensität der Oberfläche an P_1 bei? Begründen Sie Ihr Antwort! **(2 Punkte)**
- d) Wie verändert sich die Intensität von P_1 , wenn er statt von A_1 nun von A_2 betrachtet wird? Begründen Sie Ihre Antwort *kurz*! **(2 Punkte)**
- e) Es soll nun die Farbe des Punktes P_2 bestimmt werden. Dieser befindet sich auf der glänzenden Oberfläche. Zeichnen Sie für P_2 die Vektoren ein, die zur Bestimmung seiner Farbe benötigt werden! Beschränken Sie sich dabei auf die Vektoren für L_1 . **(2 Punkte)**
- f) Wie verändert sich die Intensität von P_2 , wenn er statt von A_1 von A_2 betrachtet wird? Begründen Sie Ihre Antwort *kurz*! **(2 Punkte)**

Aussage	Wahr	Falsch
Wenn ein Lichtstrahl aus einem optisch dichteren Medium in ein optisch dünneres Medium übergeht, kann Totalreflexion auftreten.	☐	☐
Die Zeitkomplexität von Whitted-style Raytracing ist polynomial in der Rekursionstiefe.	☐	☐
Es gibt eine Klasse von Materialien, die beim Whitted-style Raytracing mehrere Sekundärstrahlen per Schnittpunkt erzeugen.	☐	☐
Der Whitted-style Raytracer überprüft die direkte Beleuchtung eines Oberflächenpunktes mithilfe von Schattenstrahlen.	☐	☐
Whitted-style Raytracing konvergiert immer zum physikalisch korrekten Ergebnis.	☐	☐
Whitted-style Raytracing ist das Bildsyntheseverfahren, das auf der GPU in Hardware implementiert ist.	☐	☐

Zeichnen Sie in der folgenden Grafik für den eingezeichneten Primärstrahl alle Sekundärstrahlen ein, die beim Whitted-Style-Raytracing erzeugt werden (auch die Strahlen, die keine in der Grafik sichtbaren Objekte treffen). Die dunklere Box soll, wie ein perfekter Spiegel, sämtliches Licht *reflektieren*. Die hellere Box soll, wie perfektes Glas, sämtliches Licht *transmittieren*. Der Brechungsindex der helleren Box ist mit η_i gegeben, die Brechzahl des umgebenden Mediums ist η_o .



Die folgenden Skizzen zeigen zwei Lichtstrahlen mit unterschiedlichem Einfallswinkel die an einer *spekularen Glasoberfläche* reflektiert werden (der Vektor N ist die Normale der Oberfläche). Kreuzen Sie den Fall an, in dem ein größerer Teil des einfallenden Lichts reflektiert wird!



Wie nennt man das physikalische Gesetz oder Prinzip, welches den Zusammenhang zwischen Einfallswinkel und Reflektivität beschreibt?

Wie nennt man das physikalische Gesetz oder Prinzip, welches die Richtungsänderung eines Lichtstrahls beim Übergang in ein anderes Medium beschreibt?

Welche Bedingung muss gelten, damit beim Übergang eines Lichtstrahls von einem Medium mit Brechungsindex η_0 in ein Medium mit Brechungsindex η_1 Totalreflexion auftreten kann?