

4.10.2019	186.822 VU Einführung in Visual Computing	3. Test	Gruppe A
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> Matrikelnummer:  <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 100%;"> Vorname:  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 100%;"> Nachname:  </div>	Punkte:	

Tragen Sie bitte Ihre **achtstellige** Matrikelnummer sowie Vor- und Nachnamen gut lesbar in die dafür vorgesehenen Felder ein! Schreiben Sie dabei **jede Ziffer Ihrer Matrikelnummer in exakt eines der acht vorgegebenen Kästchen!** **Zusätzlich muss auf allen Testblättern die Matrikelnummer ebenfalls eingetragen werden.**

Sie können bei diesem Test 120 Punkte erreichen. Unterlagen und elektronische Hilfsmittel (außer einfache Taschenrechner und Formelsammlungen) sind nicht erlaubt!

Die folgenden Fragen beinhalten Wahr-Falsch-Aussagen, Single-Choice-Fragen, Lückentexte und Rechenaufgaben. Für wahre Wahr-Falsch-Aussagen ist das Kästchen neben dem Wort „wahr“ anzukreuzen. Bei falschen Aussagen das Kästchen neben dem Wort „falsch“. Bei Single-Choice-Fragen muss die eine wahre Aussage angekreuzt werden. **Für Wahr-Falsch-Aussagen und Single-Choice-Fragen gilt: Richtig angekreuzte Antworten ergeben Pluspunkte, falsch angekreuzte Antworten ergeben dieselbe Anzahl an Minuspunkten** (eine negative Anzahl an Punkten für einen Fragenblock ist aber nicht möglich). Für eine Frage, bei der keine Antwortmöglichkeit angekreuzt oder keine Antwort eingetragen wurde, bekommt man 0 Punkte. Bei den Rechenaufgaben müssen auch jeweils die Rechengänge angegeben werden. Sie können dafür die Rückseite der Angabe verwenden.

**Geometrische Grundlagen (10 Punkte)**

Gegeben ist ein Dreieck im dreidimensionalen Raum mit den Eckpunkten

$$A = \begin{bmatrix} 1 \\ -2 \\ 3 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 2 \\ 3 \\ -1 \end{bmatrix}, \quad C = \begin{bmatrix} -3 \\ 1 \\ 2 \end{bmatrix}$$

Im Folgenden sind mehrere Rechenaufgaben zu lösen. Um "Rechenfehler" und etwaige Folgefehler zu vermeiden, sind pro Rechenaufgabe bereits mehrere Antwortmöglichkeiten gegeben, wovon eine immer korrekt ist. Trotz dieser Hilfestellung muss für jede Rechenaufgabe der korrekte Rechenweg verständlich und nachvollziehbar aufgezeigt werden, zusätzlich muss die richtige Antwortmöglichkeit in das Antwortfeld eingetragen werden. Fehlen der Rechengang oder die korrekte Antwort werden KEINE PUNKTE VERGEBEN!

1. Berechnen Sie die normalisierte Oberflächennormale zu dem oben gegebenen Dreieck:

a)  $\begin{bmatrix} 0.7811 \\ 0.2377 \\ 0.5774 \end{bmatrix}$

b)  $\begin{bmatrix} 0.9305 \\ 0.0405 \\ 0.3641 \end{bmatrix}$

c)  $\begin{bmatrix} -0.3293 \\ 0.7683 \\ 0.5488 \end{bmatrix}$

d)  $\begin{bmatrix} 0.2377 \\ 0.5774 \\ 0.7811 \end{bmatrix}$

e)  $\begin{bmatrix} -0.3038 \\ 0.4774 \\ -0.8245 \end{bmatrix}$

ANTWORT: \_\_\_\_\_

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

2. Berechnen Sie den Sinuswert des Dreieckswinkels  $\alpha$  welcher am Eckpunkt A anliegt:

- a) 0.133
- b) 0.324
- c) 0.485
- d) 0.679
- e) 0.737
- f) 0.891

ANTWORT: \_\_\_\_\_

3. Bestimmen Sie anhand der Oberflächennormale und eines der gegebenen Vertices den Wert D für die (implizite) Ebenengleichung:

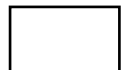
- a) -2.387
- b) 1.426
- c) 0.331
- d) 1.967
- e) 3.744
- f) 5.205

ANTWORT: \_\_\_\_\_

4. Angenommen, bei den angegebenen Werten handelt es sich um Zentimeter (cm), geben Sie die Fläche an, die von dem Dreieck ABC aufgespannt wird:

- a) 2.65 cm
- b) 10.23 cm
- c) 14.72 cm
- d) 19.57 cm
- e) 23.36 cm
- f) 37.83 cm

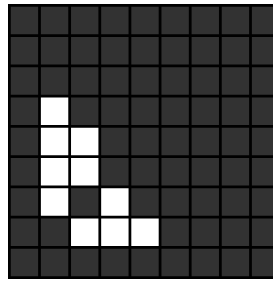
ANTWORT: \_\_\_\_\_



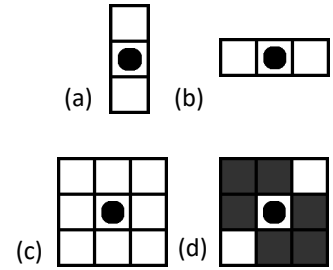
**Morphologische Operationen (12 Punkte)**

Gegeben ist folgendes binäre Eingabebild, wobei die dunklen Pixel den Wert 0 und die hellen Pixel den Wert 1 repräsentieren. Des Weiteren sind 4 Strukturelemente gegeben, wobei die Kreismarkierung das "anchor pixel" bezeichnet. Auf das Bild werden die morphologischen Operationen Erosion, Dilation, Opening und Closing angewendet. Geben Sie für jedes Ausgabebild an, welches Strukturelement verwendet wurde. Ein Strukturelement kann auch mehr als einmal verwendet worden sein (kein Punkteabzug bei falscher Zuordnung).

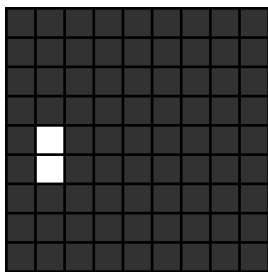
Eingabebild:



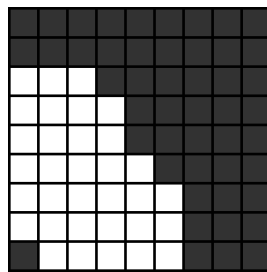
Strukturelemente:



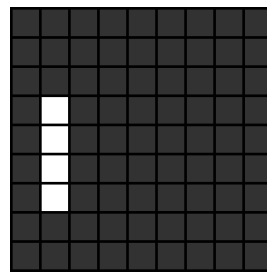
**Erosion** mit Strukturelement \_\_\_ ergibt:



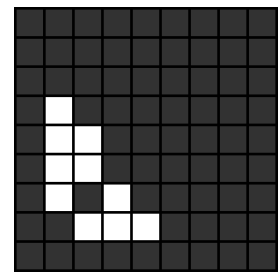
**Dilation** mit Strukturelement \_\_\_ ergibt:



**Opening** mit Strukturelement \_\_\_ ergibt:

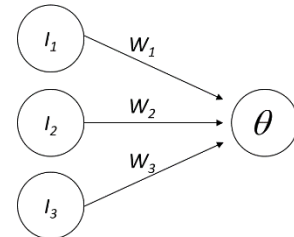


**Closing** mit Strukturelement \_\_\_ ergibt:



**Machine Learning (10 Punkte)**

Gegeben ist das rechtsstehende Modell eines Perceptrons mit drei Eingangssignalen  $I_1, I_2$  und  $I_3$ , Gewichten  $w_1, w_2$  und  $w_3$  und dem Schwellwert (Bias)  $\theta$ . Was ist der Ausgabewert des Perceptrons für  $I_1=3, I_2=0, I_3=5, w_1=-2, w_2=2, w_3=0, \theta=3$ ? \_\_\_\_\_



- Das oben angegebene Neuron/Perceptron feuert für diese Eingabewerte  wahr  falsch
- Der bias-variance tradeoff bezeichnet das Problem, dass neuronale Netze nie komplex genug sein können  wahr  falsch
- Überwachtes Lernen (Supervised Learning) bedeutet, dass für die Eingabewerte die gewünschten Ausgabewerte bekannt sind  wahr  falsch
- Backpropagation ist ein Verfahren zum Trainieren von neuronalen Netzen  wahr  falsch
- Overfitting (Überanpassung) bedeutet, dass die Generalisierungsfähigkeit des neuronalen Netzes schlecht ist  wahr  falsch
- Bei Deep Learning Verfahren zur Bildklassifikation wird die Merkmalsextraktion aus den Bildern von einem neuronalen Netz gelernt  wahr  falsch
- Machine Learning ist ein Untergebiet der Künstlichen Intelligenz  wahr  falsch

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**Bildoperationen (16 Punkte)**

--

Gegeben ist das rechte 5x5 8-Bit-Grauwertbild:

Berechnen Sie für das fett markierte Pixel mit dem Wert 60 in der Mitte des Bildes das Ergebnis folgender Bildoperationen in Fließkommazahlen:

10	15	5	5	0
20	50	50	70	10
100	0	<b>60</b>	40	50
0	0	80	60	60
5	5	20	30	50

Invertierung: : \_\_\_\_\_

3x3 Median-Filter: \_\_\_\_\_

3x3 Mittelwertfilter:

Faltung mit Sobel-Filter S:

$$S = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

--

**Stereo, Bildaufnahme und Bildmerkmale (14 Punkte)**

SIFT verwendet ein Histogramm von \_\_\_\_\_ zur Merkmalsbeschreibung.

Welche drei Größen sind Bestandteil der Linsengleichung (Thin Lens Equation)?

\_\_\_\_\_ und \_\_\_\_\_ und \_\_\_\_\_

Welche zwei grundlegenden Arten von Pixelsensoren gibt es?

\_\_\_\_\_ und \_\_\_\_\_

- |   |                               |                                 |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
| Bei Stereo Vision geht es darum, Punkte mit maximaler Disparität zu finden  | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| Bei Stereo Vision geht es darum, Punkte mit minimaler Disparität zu finden  | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| Sowohl bei verlustfreien als verlustbehafteten Kompressionsmethoden ist der Kompressionsgrad vom Bildinhalt abhängig                              | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| Bei JPEG wird der Grünkanal weniger stark komprimiert als der Rot- und Blaukanal  | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| Bundle Adjustment kommt bei Structure-from Motion zur Fehlerminimierung zum Einsatz   | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| Bei Stereo muss für jeden Bildpunkt in der einen Kamera in der anderen Kamera eine Epipolarlinie existieren, auf der der Korrespondenzpunkt liegt | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| Ein Interest Point Detector sollte skalierungsinvariant sein, damit die selben Punkte bei unterschiedlich großen Objekten detektiert werden       | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |

--

Matrikelnummer:

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**Histogramme (8 Punkte)**

Weisen Sie die folgenden Histogramme A bis D den Bildern  $I_1$  bis  $I_4$  der Größe 128x128 zu (kein Punkteabzug bei falscher Zuordnung).

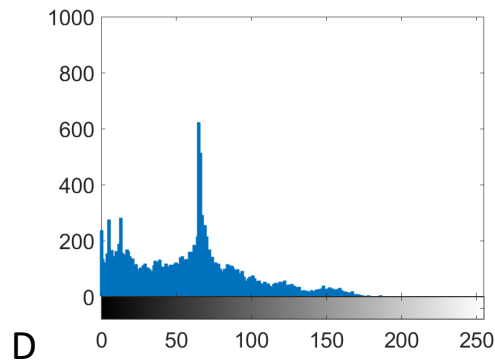
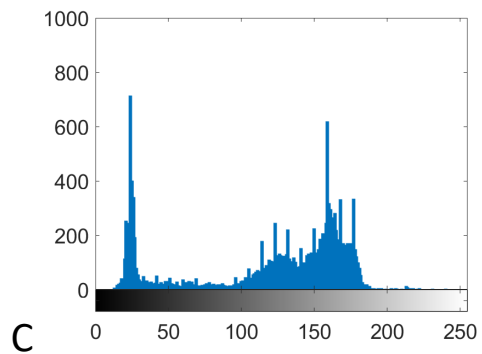
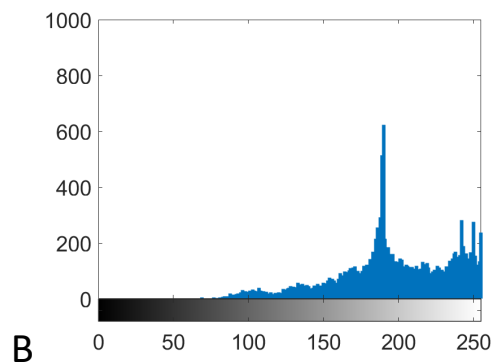
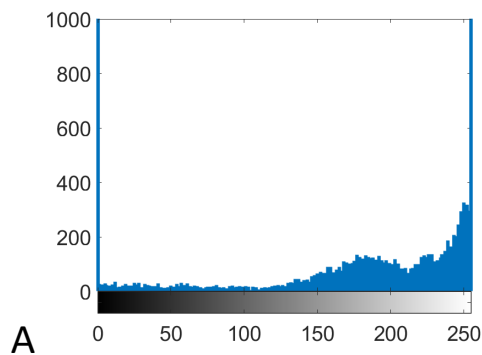


$I_1$ : \_\_\_\_

$I_2$ : \_\_\_\_

$I_3$ : \_\_\_\_

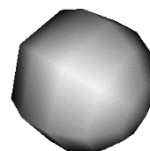
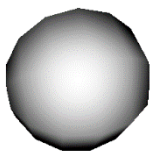
$I_4$ : \_\_\_\_



**Bilder zuordnen (4 Punkte)**

Ordnen Sie die folgenden vier Begriffe dem richtigen Bild zu:

(a) Gouraud Shading, (b) Flat Shading, (c) Phong Shading und (d) Ambiente Beleuchtung.

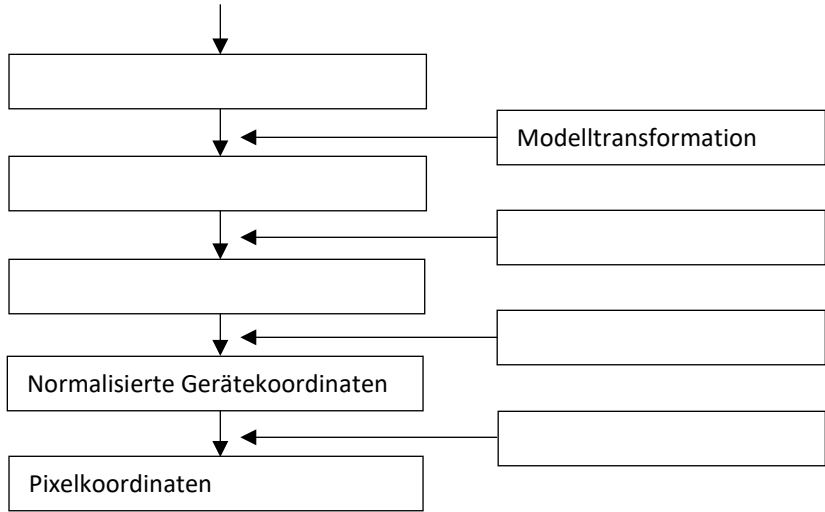


--	--	--	--

**Viewing-Pipeline (6 Punkte)**

Vervollständigen Sie die nachfolgende Skizze der Viewing-Pipeline bzw. Transformation-Pipeline. Als Hilfe ist eine Liste von Begriffen gegeben, von welchen aber nicht alle Teil der Viewing-Pipeline sind.

- 1) Weltkoordinaten
- 2) View-Transformation
- 3) 3D-Modellierung
- 4) Objekterschaffung
- 5) Projektion + Homogenisierung
- 6) Ray-Tracing
- 7) RGB-Farbraum
- 8) Viewport-Transformation
- 9) Kamerakoordinaten
- 10) Schattierung
- 11) Spielkoordinaten
- 12) Octree-Berechnung
- 13) Objektkoordinaten
- 14) Rasterisierung
- 15) Clipping




**Blinn-Phong-Beleuchtungsmodell: Halfway-Vector (8 Punkte)**

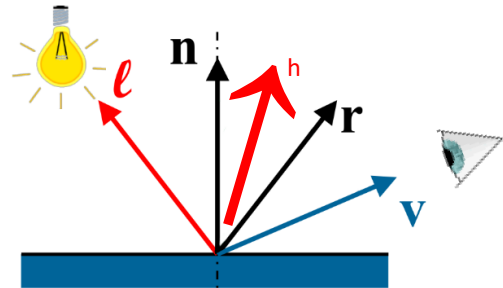
Die Berechnung der Glanzpunkte erfolgt nach dem Phong-Beleuchtungsmodell über die Formel  $L_{spec} = k_s \cdot I \cdot (\mathbf{v} \cdot \mathbf{r})^p$ , wobei  $L_{spec}$  den spiegelnden Anteil der Pixelfarbe,  $p$  den Exponenten,  $k_s$  den spiegelnden Reflexionskoeffizienten,  $I$  die Intensität der Lichtquelle,  $\mathbf{v}$  die Richtung zum Auge, und  $\mathbf{r}$  den Reflexionsstrahl darstellen. Des Weiteren steht  $\mathbf{l}$  für die Richtung zur Lichtquelle,  $\mathbf{n}$  für den Normalvektor und  $\mathbf{h}$  für die Winkelhalbierende (bzw. "Halfway Vector").

Das Blinn-Phong-Beleuchtungsmodell berechnet  $L_{spec}$  anders. Vervollständigen Sie die Formel zur Berechnung der Glanzpunkte über das Blinn-Phong (bzw. "Simplified Phong") Beleuchtungsmodell:

$$L_{spec} = k_s \cdot I \cdot ( \quad )^p$$

Wie berechnet sich  $\mathbf{h}$  nach dem Blinn-Phong Beleuchtungsmodell?

$\mathbf{h} =$  \_\_\_\_\_



Zeichnen Sie in nebenstehender Skizze  $\mathbf{h}$  ein und beschriften Sie den Vektor deutlich!

**Baryzentrische Koordinaten (4 Punkte)**

- Baryzentrische Koordinaten können nur im dreidimensionalen Raum verwendet werden.  wahr  falsch
- Baryzentrische Koordinaten können beim Füllen von Dreiecken verwendet werden.  wahr  falsch
- Für die baryzentrischen Koordinaten  $\alpha, \beta, \gamma$  gilt stets:  $\alpha + \beta + \gamma = 180$   wahr  falsch
- Ein Punkt befindet sich nur dann innerhalb des Dreieckes, wenn mindestens eine, aber nicht zwingend alle, baryzentrischen Koordinaten einen Wert zwischen 0 und 1 annimmt.  wahr  falsch

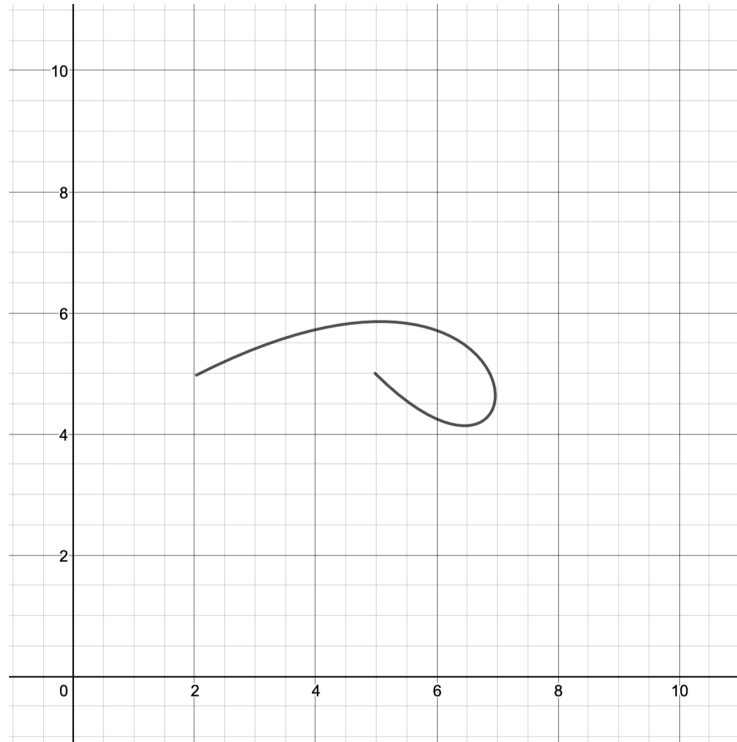
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**Kurven (8 Punkte)**

--

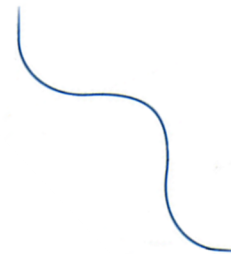
Zeichnen Sie die vier Kontrollpunkte der dargestellten Bézierkurve ein und beschriften Sie diese entsprechend mit  $p_0$ ,  $p_1$ ,  $p_2$  und  $p_3$ .

HINWEIS: die Punkte liegen im dargestellten Fall ausschließlich auf ganzzahligen Werten!



Wie viele Kontrollpunkte werden mindestens benötigt, um die nebenan dargestellte Bézierkurve zu generieren?

ANTWORT: \_\_\_\_\_



Die Stützpunkte einer Bézierkurve umschließen die generierte Linie vollständig. Wie nennt man diese geometrische Eigenschaft?

Antwort: Sie bilden eine \_\_\_\_\_

**Farbe (4 Punkte)**

--

Das CMY-Farbmodell bei Druckern basiert auf dem Prinzip der *subtraktiven Farbmischung* der Grundfarben Cyan, Magenta, und Gelb.  wahr  falsch

Der Raum der darstellbaren Farben eines Gerätes wird auch *Spectrum* genannt.  wahr  falsch

Das HLS Farbmodell beschreibt Farben mit den Werten Helligkeit, Lichtstärke und Sättigung.  wahr  falsch

Die Frequenz von Rot ist geringer als jene von Blau.  wahr  falsch

--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**Aliasing (4 Punkte)**

--

Aliasing-Effekte sind Fehler, die bei der Umwandlung (Diskretisierung) von analogen in digitale Informationen auftreten.  wahr  falsch

Zu wenige Bilder pro Sekunde können bei Animationen keinesfalls zu Aliasing Effekten führen.  wahr  falsch

Das Nyquist-Limit besagt, dass die Abtastfrequenz (sampling rate) mindestens vierfach so hoch sein muss wie die höchste zu übertragende Informationsfrequenz.  wahr  falsch

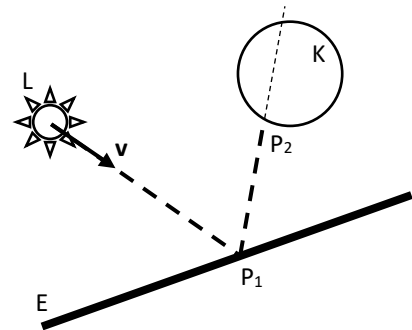
Supersampling/Oversampling ist eine zentrale Strategie beim Vorfiltern.  wahr  falsch

**Ray-Tracing (12 Punkte)**

--

Ein Lichtstrahl wird von einer Lichtquelle in eine 2D Szene geschossen und von einer perfekt spiegelnden Ebene E am Punkt  $P_1$  reflektiert bevor er bei einem Kreis K auf den Punkt  $P_2$  trifft. Der Lichtstrahl ist gegeben durch die Gleichung  $g_1(t_1) = L + t_1 \cdot \mathbf{v} = (10; 3) + t_1 \cdot (-1; -1)$ . Die Ebene E ist gegeben durch  $y=0$ . Der Kreis K ist gegeben durch  $K: (x-1)^2 + (y-6)^2 = (\sqrt{2})^2$ . Die Gleichung für den an Ebene E reflektierten Lichtstrahl ist gegeben durch  $g_2(t_2) = P_1 + t_2 \cdot \mathbf{r}$ . Berechnen Sie  $P_1$  und  $P_2$ ! Berechnen Sie  $t_1$  und  $t_2$  der Geradengleichungen, also auch den Normalvektor  $\mathbf{n}$  der Ebene E und  $\mathbf{r}$  des reflektierten Lichtstrahls. Achtung: Beim Schnitt zwischen Gerade  $g_2$  und Kreis K ist der erste Schnittpunkt  $P_2$  gesucht (siehe Skizze)! Führen Sie alle Rechenschritte an und rechnen Sie auf zwei Kommastellen genau! Sie können auch die leeren Rückseiten der Testblätter dafür verwenden.

(Hinweis: Die Reflexionsrichtung  $\mathbf{r}$  eines Lichtstrahls, welcher in Richtung  $\mathbf{v}$  zeigt und an einer Ebene mit Normalvektor  $\mathbf{n}$  reflektiert wird, lässt sich, in diesem Fall, über die Formel  $\mathbf{r} = \mathbf{v} - (2\mathbf{n}\mathbf{v})\mathbf{n}$  berechnen.)



$\mathbf{n} =$  \_\_\_\_\_

$t_1 =$  \_\_\_\_\_

$t_2 =$  \_\_\_\_\_

$\mathbf{r} =$  \_\_\_\_\_

$P_1 =$  \_\_\_\_\_

$P_2 =$  \_\_\_\_\_

--