



Ergänzungsprüfung Passerelle 'Berufsmaturität/Fachmaturität – universitäre Hochschulen'
Winter 2020

Naturwissenschaften, Teil Physik

Kand.-Nr.:

.....
Name, Vorname:
.....

Erreichte Punktzahl:

Note:

Korrigierende(r):

Fach: **Naturwissenschaften, Teil Physik**
Dauer: **80 Minuten**
Zugelassene Hilfsmittel: Eine Formelsammlung und ein Taschenrechner gemäss Weisungen
Maximale Punktzahl: 65 Punkte
Autoren: René Weiss, Christoph Meier

- Hinweise:
1. Antworten, Lösungsgang und Resultate sind direkt in die Broschüre zu schreiben.
 2. Bitte unterstreichen Sie jeweils Ihr Resultat.
 3. Für den Fall, dass Sie mehr Platz benötigen als vorgesehen, ist dafür hinten eine leere Zusatzseite beigelegt. Machen Sie auf dem Aufgabenblatt unbedingt einen entsprechenden verbalen Hinweis.
 4. Eigene Zusatzblätter dürfen nicht verwendet werden.
 5. Eine formale Lösung muss nur gegeben werden, wo dies ausdrücklich verlangt ist. Der Lösungsweg muss ersichtlich sein, ein Resultat ohne Herleitung ergibt keine Punkte. Das Resultat darf dann nur noch gegebene Grössen enthalten.
 6. Bei den numerischen Lösungen muss der Rechenweg ebenfalls ersichtlich sein, auch wenn zur Berechnung ein Rechner verwendet wird – ein Resultat ohne Herleitung ergibt keine Punkte. Resultate müssen eine sinnvolle physikalische Einheit enthalten und eine sinnvolle Genauigkeit aufweisen (d. h. die richtige Anzahl signifikanter Stellen). Für die Fallbeschleunigung g dürfen Sie 10 m/s^2 verwenden.
 7. Verbale Antworten sollen in klaren Sätzen in korrektem Deutsch gegeben werden. Bemühen Sie sich in Ihrem eigenen Interesse um eine klare Darstellung und leserliche Schrift – Unleserliches und Unverständliches ergibt keine Punkte.
 8. Die Serie umfasst 7 Aufgaben, das Punktemaximum beträgt 65 Punkte.
 9. Zur Erreichung der Note 6 ist nicht die volle Punktzahl erforderlich.

Wir wünschen Ihnen weiterhin viel Erfolg und Durchhaltevermögen!

1. In einem Tennismatch schlägt Spieler A auf. Dabei wird der **Tennisball** (Masse 58 g) auf einer Strecke von 0.25 m aus dem Stillstand auf 67 m/s beschleunigt. [Tot. 10 P]

- 1.1 Wie gross ist die Beschleunigung?

a) formal

$$v^2 = 2as + (v_0^2)$$

$$a = \frac{v^2}{2s}$$

1 P.

b) numerisch

$$a = \frac{(67 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 0,25 m} = 9,0 \cdot 10^3 \frac{m}{s^2}$$

1 P.

- 1.2 Wie lange dauert dieser Vorgang?

a) formal

$$a = \frac{v - (v_0)}{t}$$

$$t = \frac{v}{a} = \frac{2s}{v}$$

1 P.

b) numerisch

$$t = \frac{0,25 m}{67 \frac{m}{s}} = 7,5 ms$$

1 P.

- 1.3 Wir betrachten die beschleunigende Kraft F_B , die dabei auf den Tennisball wirkt.

- 1.3.1 Wie gross ist sie (nur numerisch)?

$$F_B = ma = 0,058 kg \cdot 8,978 \cdot 10^3 \frac{m}{s^2} = 0,52 kN$$

1 P.

- 1.3.2 Welche Masse muss ein Körper haben, damit seine Gewichtskraft gleich gross ist wie die auf den Tennisball wirkende beschleunigende Kraft F_B (nur numerisch)?

$$F_B = mg \rightarrow m = \frac{F_B}{g} = 52 kg$$

1 P.

- 1.4 Welches ist die Gegenkraft der Kraft F_B (verbale Antwort)?

Die Kraft, die der Ball auf den Schläger ausübt.

1 P.

- 1.5 Im Verlauf des Matches ergibt sich die folgende Situation:
Der Tennisball bewegt sich mit 17 m/s nach rechts (Figur 1a).



Figur 1a

Nun wird er vom Spieler B zurückgeschlagen; dabei wird er während $1.2 \cdot 10^{-2} \text{ s}$ mit $4.0 \cdot 10^3 \text{ m/s}^2$ beschleunigt. Danach bewegt er sich mit der Geschwindigkeit v nach links (Figur 1b).



Figur 1b

- 1.5.1 Um wie viel ändert sich die Geschwindigkeit des Tennisballs? Beschreiben und begründen Sie Ihre Überlegung. Zu welchem Resultat gelangen Sie (nur numerisch)?

2 P.

$$a = \frac{\Delta v}{t}$$

$$\Delta v = a t = 4 \cdot 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1.2 \cdot 10^{-2} \text{ s} = -48 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

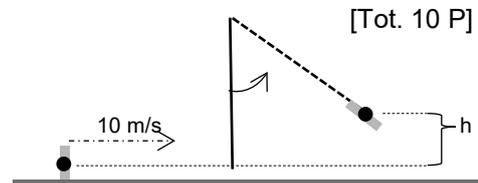
- 1.5.2 Wie gross ist v (nur numerisch, aber Rechnung begründen)?

1 P.

$$v = v_0 + a t$$

$$= 17 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 4 \cdot 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1.2 \cdot 10^{-2} \text{ s} = -31 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

2. Ein **Zirkusartist** mit Masse 60 kg rennt mit 10 m/s auf ein herunterhängendes Seil zu. Er hält sich daran fest und schwingt nach oben. Figur 2 zeigt den Vorgang vereinfacht dargestellt und auf das Wesentliche reduziert.



[Tot. 10 P]

Figur 2

- 2.1 Der Artist ist in Figur 2 durch \bullet dargestellt, wobei \bullet seinen Schwerpunkt (Massenmittelpunkt) bezeichnet. Welcher Zusammenhang besteht zwischen dem Schwerpunkt und der Gewichtskraft?

1 P.

Gewichtskraft greift am Schwerpunkt an.

- 2.2 Wie gross ist die kinetische Energie des Artisten, während er rennt?
 a) formal

$$E_K = \frac{1}{2} m v^2$$

1 P.

- b) numerisch

$$E_K = \frac{1}{2} \cdot 60 \text{ kg} \cdot \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 3,0 \text{ kJ}$$

1 P.

2.3 Welche Höhe h erreicht er in *Figur 2* maximal?

Diese Frage lässt sich mit Hilfe des Begriffs 'Energie' beantworten.

2.3.1 Beschreiben und begründen Sie Ihre diesbezügliche Überlegung verbal.

Energieerhaltung (Keins Prinzip) $E_{kin} \rightarrow E_{p,t}$ 1 P.

2.3.2 Berechnen Sie die Höhe h formal.

$$\frac{1}{2} m v^2 = m g h \quad 1 \text{ P.}$$

$$h = \frac{v^2}{2g}$$

2.3.3 Berechnen Sie die Höhe h numerisch.

$$h = \frac{(10 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 10 \frac{m}{s^2}} = 5,0 \text{ m} \quad 1 \text{ P.}$$

2.4 Ein **Clown** mit Masse 80 kg will es dem Artisten gleichtun: Er rennt mit 6.0 m/s auf ein anderes herunterhängendes Seil zu. Er bekommt dieses aber nicht zu fassen und rutscht danach wild gestikulierend auf dem Boden der Manege 7.0 m weiter, bis er zum Stillstand kommt.

Wie gross ist die während des Rutschens wirkende bremsende Kraft F_R ?

Diese Frage lässt sich beantworten, indem man vom Begriff 'Energie' ausgeht.

2.4.1 Beschreiben und begründen Sie Ihre diesbezügliche Überlegung.

Reibung \rightarrow Reibungsarbeit, die das System verlässt. Kraft \cdot Weg 1 P.

2.4.2 Berechnen Sie die Kraft F_R formal.

$$W_R = E_{kin} \quad 2 \text{ P.}$$

$$F_R \cdot s = \frac{1}{2} m v^2$$

$$F_R = \frac{m v^2}{2s}$$

2.4.3 Berechnen Sie die Kraft F_R numerisch.

$$F_R = \frac{80 \text{ kg} \cdot (6 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 7 \text{ m}} = 0,211 \text{ kN} \quad 1 \text{ P.}$$

3. Rechteckige, oben offene Schiffe mit flachem Boden und ohne eigenen Antrieb [Tot. 10 P] werden 'Leichter' genannt. Benutzt werden sie z. B. für Kiestransporte.

Ein **Leichter** besteht aus 7.8 m^3 einer Metallegierung und hat eine Masse von 60 t. Nach einer Kollision sinkt er und liegt danach kieloben auf dem Grund des Flusses (Figur 3).

Wasser →



Figur 3

Der Leichter soll gehoben werden.

- 3.1 Welche vertikal wirkende Kraft ist nötig, um den Leichter langsam vom Grund des Flusses nach oben zu ziehen?

$$a = 0$$

- 3.1.1 Beschreiben und begründen Sie Ihre Überlegung zur Beantwortung dieser Frage.

$$a = 0 \rightarrow F_{\text{eff}} \approx 0, \text{ also Zugkraft muss} \quad 1 \text{ P.}$$

Differenz von Auftrieb und Gewicht ausgleich.

- 3.1.2 Berechnen Sie die Kraft formal.

2 P.

$$\begin{aligned} \bar{F}_z &= \bar{F}_G - \bar{F}_A \\ &= \underline{mg - \rho_w \cdot V \cdot g} \end{aligned}$$

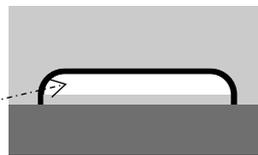
- 3.1.3 Berechnen Sie die Kraft numerisch.

2 P.

$$\begin{aligned} \bar{F}_z &= 60000 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} - 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 7,8 \text{ m}^3 \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \\ \bar{F}_z &= \underline{5,2 \cdot 10^5 \text{ N}} \end{aligned}$$

- 3.2 Das Hochziehen des Leichters kann erleichtert werden, indem man Luft in den Leichter pumpt (Figur 4).

Wie gross ist die nötige Kraft, um den Leichter vom Grund des Flusses gerade anzuheben, wenn das Luftvolumen 40 m^3 beträgt? Nur numerisch, aber Rechnung begründen.



Figur 4

3 P.

$$\begin{aligned} \bar{F}_{A, \text{Luft}} &= \rho_w \cdot V_L \cdot g = 40000 \text{ N} = 4,0 \cdot 10^5 \text{ N} \\ \bar{F}_z' &= \bar{F}_z - \bar{F}_{A, \text{Luft}} = \underline{1,2 \cdot 10^5 \text{ N}} \end{aligned}$$

3.3 Während des Hochziehens wird das Volumen der eingeschlossenen Luft in *Figur 4* grösser.

3.3.1 Wie können Sie das einem physikalischen Laien anschaulich erklären?

Wasser übt Druck aus, je mehr, desto tiefer man ist. Beim Hochziehen lässt der Druck nach, d.h. die Luft dehnt sich aus, 1 P.

3.3.2 Wie ändert sich dadurch die zum Hochziehen nötige Kraft? Begründen Sie Ihre Antwort verbal. 1 P.

Sie wird kleiner, da die Luft nach Wasser verdrängt, also mehr Auftrieb erzeugt, der beim Hochziehen hilft.

4. Chris stellt **Eiswürfel** her. Er gibt 200 g Wasser von 18 °C in eine Eiswürfelform (*Figur 5*) und stellt diese in das Tiefkühlfach seines Kühlschranks. Als er nach einiger Zeit die Eiswürfelform herausnimmt, stellt er fest, dass das Wasser zu Eiswürfeln der Temperatur -12 °C geworden ist.

[Tot. 10 P]



Figur 5

4.1 Wie gross ist die Wärmemenge, die den 200 g Wasser entzogen wurde?

4.1.1 Beschreiben Sie Ihre Überlegung zur Beantwortung dieser Frage verbal.

- Abkühlung Wasser
- Phasenänderung
- Abkühlung Eis

1 P.

4.1.2 Berechnen Sie die Wärmemenge formal.

$$\Delta Q = c_w m \Delta T_w + L_v m + c_E m \Delta T_E \quad 2 \text{ P.}$$

$$\underline{\underline{\Delta Q = c_w m (T_w - T_0) + L_v m + c_E m (T_0 - T_E)}}$$

4.1.3 Berechnen Sie die Wärmemenge numerisch.

$$\Delta Q = 4182 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} \cdot 0,2 \text{ kg} \cdot 18 \text{ K} + 3,335 \cdot 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot 0,2 \text{ kg} + 2202 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} \cdot 0,2 \text{ kg} \cdot 12 \text{ K}$$

$$\underline{\underline{= 87 \text{ kJ}}} \quad 2 \text{ P.}$$

- 4.2 Um wie viel ändert sich das Volumen der 200 g Wasser bei diesem Vorgang (nur numerisch, aber Rechnung begründen)? Verwenden Sie für die Dichte von Eis den Wert 0.917 g/cm^3 .

$$\frac{\Delta V}{V_w} = \frac{V_E - V_w}{V_w} = \frac{V_E}{V_w} - 1 = \frac{\frac{m}{\rho_E}}{\frac{m}{\rho_w}} - 1 = \frac{\rho_w}{\rho_E} - 1 \quad 2 \text{ P.}$$

$$= 3,1\%$$

- 4.3 Im Tiefkühlfach des Kühlschranks beträgt die Temperatur -18°C . Bei einer anderen Gelegenheit lässt Chris die Eiswürfelform während einiger Tage im Tiefkühlfach stehen.

Er fragt sich, welches die tiefste Temperatur ist, die die Eiswürfel haben können.

- 4.3.1 Wie heisst das Gesetz, das in dieser Situation die entscheidende Rolle spielt?

1 P.

2. Hauptsatz Wärmelehre

- 4.3.2 Was besagt dieses Gesetz allgemein?

1 P.

Wärme geht von wärmer zu kälteren Körpern über

- 4.3.3 Was folgt somit für die tiefste Temperatur, die die Eiswürfel haben können?

1 P.

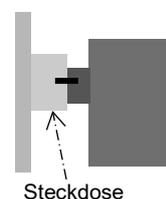
-18°C , da dann Eiswürfel und Umgebung die gleiche T. haben und kein effektiver Austausch mehr statt findet.

5. Es gibt **Mini-Heizlüfter**, die direkt in eine 230-V-Steckdose gesteckt werden können und so die nahe Umgebung erwärmen (Figur 6).

[Tot. 10 P]

«Ob im Badezimmer oder im Arbeitsraum – geniessen Sie die Wärme, wo Sie sie brauchen», heisst es in einem Verkaufsprospekt.

Im Gehäuse sind ein Heizelement mit $0.13 \text{ k}\Omega$ Widerstand und ein Ventilator eingebaut.



Figur 6

- 5.1 Wie gross ist der im Betrieb durch das Heizelement fliessende Strom?

a) formal

$$U = R \cdot I$$

1 P.

$$I = \frac{U}{R}$$

b) numerisch

$$I = \frac{230 \text{ V}}{130 \Omega} = 1,8 \text{ A}$$

1 P.

5.2 Wie gross ist die erzeugte Leistung?

a) formal

$$P = U \cdot I = \frac{U^2}{R}$$

1 P.

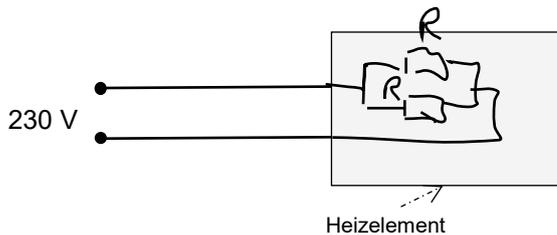
b) numerisch

$$P = \frac{(220 \text{ V})^2}{130 \Omega} = 0,41 \text{ kW}$$

1 P.

5.3 Das Heizelement enthält zwei gleiche, parallel geschaltete Widerstände.

5.3.1 Skizzieren Sie die Schaltung in Figur 7.



$$R_G = 130 \Omega$$

1 P.

Figur 7

5.3.2 Wie gross ist der elektrische Widerstand R eines solchen Widerstands (nur numerisch, aber Rechnung begründen)?

2 P.

$$R_G = \frac{1}{2} R \rightarrow R = 0,23 \text{ k}\Omega$$

R gleich, d.h. Strom teilt sich 1:1, d.h. bei gleicher Spannung fließt der halbe Strom, also R doppelt so gross, wie R_G .

5.4 Wie gross ist die Leistung, wenn nur einer der Widerstände in der Schaltung von Figur 7 in Betrieb ist (nur numerisch, aber Rechnung begründen)?

Gleiche Spannung, halber Strom, halbe Leistung (U²)

1 P.

$$P_R = 0,20 \text{ kW}$$

5.5 Welche Art der Wärmeübertragung bewirkt, dass «Sie die Wärme dort geniessen können, wo Sie sie brauchen»? Begründen Sie Ihre Antwort.

Art der Wärmeübertragung:

Begründung:

Heizlüfte

Kendikter

erwärmung

Konvektion, d.h.

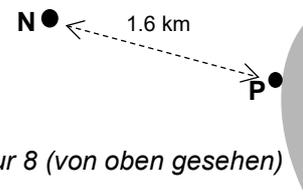
die warme Luft wird in die Umgebung geblasen.

2 P.

6. In Finnland pendelt die elektrisch angetriebene **Fähre** «Elektra» zwischen dem Hafen Parainen (**P**) und der 1.6 km entfernten Insel Nauvo (**N**) hin und her (Figur 8).

[Tot. 7 P]

Die benötigte elektrische Energie führt die Fähre in einer Batterie gespeichert mit sich. Diese wird beim Aufenthalt in **P** jeweils wieder geladen.



Figur 8 (von oben gesehen)

Hinweis: Es genügt, wenn Sie die folgenden Berechnungen numerisch durchführen.

- 6.1 Die Fahrt von **P** nach **N** dauert, wie die Fahrt von **N** nach **P**, 8.0 min. Wie gross ist die Geschwindigkeit der Fähre?

1 P.

$$v = \frac{s}{t} = \frac{1.6 \text{ km}}{8 \text{ min}} = 3.3 \frac{\text{km}}{\text{min}}$$

- 6.2 Während der Fahrt wird der Batterie die Leistung $4.0 \cdot 10^5 \text{ W}$ entnommen. Wie gross ist die Energie, die für die Fahrt von **P** nach **N** und wieder zurück erforderlich ist (und bei **P** wieder nachgeladen wird)?

2 P.

$$E = P \cdot t = 4 \cdot 10^5 \text{ W} \cdot 8 \text{ min} \cdot 2 = 3.8 \cdot 10^8 \text{ J}$$

- 6.3 Von der der Batterie entnommenen Leistung werden $3.4 \cdot 10^5 \text{ W}$ für den Vortrieb der Fähre genutzt. Wie gross ist der Wirkungsgrad des Antriebs?

1 P.

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{3.4}{4} = 85\%$$

- 6.4 Die auf der Fähre installierte Batterie kann $3.6 \cdot 10^9 \text{ J}$ Energie speichern. Es dauert 60 min, um die leere Batterie in **P** vollständig zu laden.

- 6.4.1 Wie gross ist die Leistung während des Ladens?

1 P.

$$P = \frac{E}{t} = \frac{3.6 \cdot 10^9 \text{ J}}{60 \text{ min}} = 7.0 \text{ MW}$$

- 6.4.2 Beim Laden wird die Batterie an 1.0 kV angeschlossen. Wie gross ist der beim Laden fließende Strom?

1 P.

$$P = U \cdot I$$

$$I = \frac{P}{U} = \frac{E}{U \cdot t} = \frac{3.6 \cdot 10^9 \text{ J}}{1000 \text{ V} \cdot 60 \text{ min}} = 1.0 \text{ kA}$$

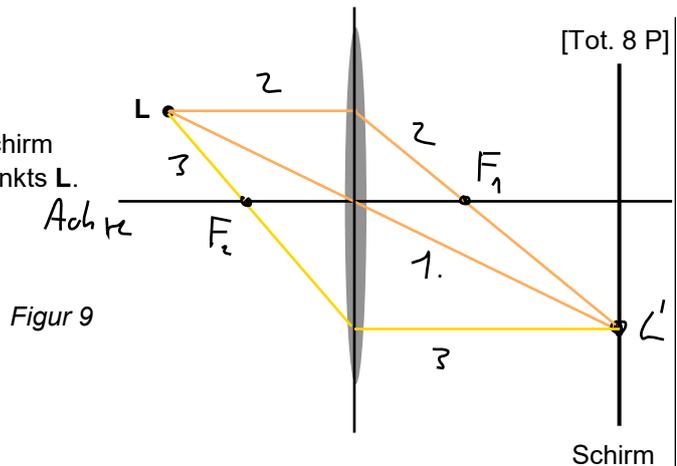
- 6.4.3 Wie gross ist die elektrische Ladung, die bei diesem Vorgang der Batterie zugeführt wird?

1 P.

$$Q = I \cdot t = \frac{E}{U} = 3.6 \text{ MC}$$

7. Vor einer **Sammellinse** befindet sich ein leuchtender Punkt **L** (Figur 9).

Die Sammellinse erzeugt auf dem Schirm den Bildpunkt **L'** des leuchtenden Punkts **L**.



7.1 Zeichnen Sie in *Figur 9* den Bildpunkt **L'** ein. 1 P.

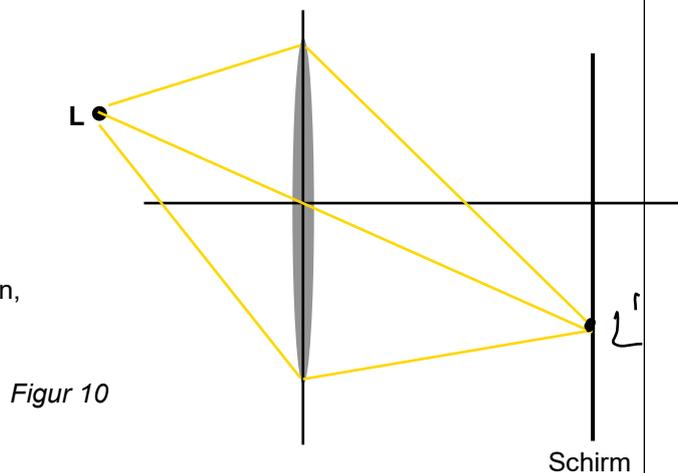
7.2 Bestimmen Sie in *Figur 9* die Brennpunkte F_1 und F_2 der Sammellinse, und beschriften Sie sie mit F_1 und F_2 . Begründen Sie Ihre Lösung. 2 P.

1. Von L geht Mittelpunktstrahl durch Linse \rightarrow L'
2. Parallelstrahl 2 geht als Linse in L', trifft Achse in F_2
3. Parallelstrahl 3 " von L' in Linse, von dort in L, trifft Achse in F_1

7.3 Der leuchtende Punkt **L** sendet nach allen Seiten Lichtstrahlen aus.

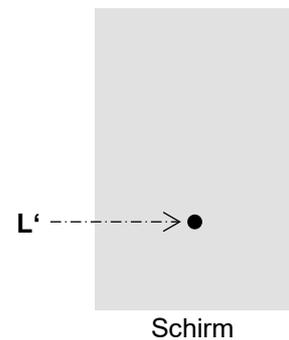
7.3.1 Zeichnen Sie in *Figur 10* das ganze Strahlenbündel (d. h. alle Strahlen) ein, das von **L** ausgehend auf die Sammellinse trifft.

7.3.2 Wie verläuft das bei 7.3.1 betrachtete Lichtbündel, wenn es die Linse wieder verlässt? Zeichnen Sie es in *Figur 10* ein, und begründen Sie Ihre Lösung. 2 P.



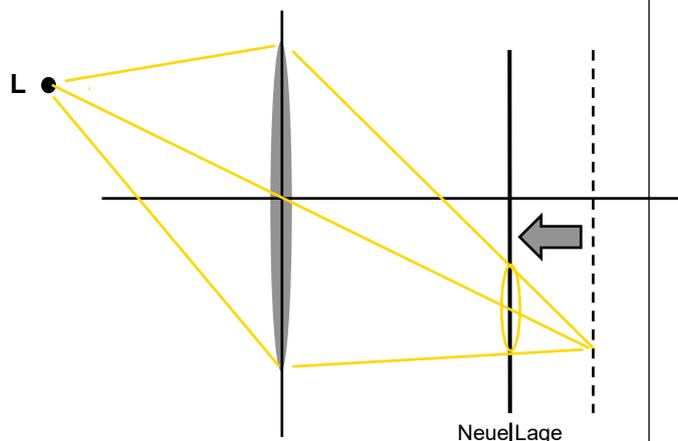
Alle Strahlen durchlaufen die dünne Linse so, dass sie sich mit den Konstruktionsstrahlen (Mittelpunkt, Brennpunkt, Parallel) in Bild treffen.

7.4 *Figur 11* zeigt den Schirm von links betrachtet, L' ist der von der Linse erzeugte Bildpunkt (nicht massstäblich gezeichnet).



Figur 11

Nun wird der Schirm etwas gegen die Linse hin verschoben (*Figur 12*).



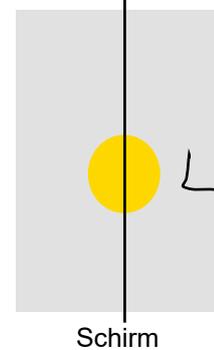
Figur 12

Was sieht man jetzt auf dem Schirm, wenn man (wie in *Figur 11*) ihn von links betrachtet? Beschreiben Sie Ihre Überlegungen, und zeichnen Sie das Resultat möglichst genau in *Figur 13* ein.

Der Bildpunkt wird in eine unscharfe Scheibe.

Figur 13

Je weiter die neue Lage von der 'korrekten' entfernt ist, um so unschärfer.



3 P.

Zusätzliche Notizen werden nur bewertet, wenn sie klar einer Aufgabe zugeordnet werden können. Geben Sie deshalb unbedingt die Aufgabennummer und den Aufgabenteil an, und machen Sie auf dem betreffenden Aufgabenblatt einen entsprechenden verbalen Hinweis.