

Übungsaufgaben*) zur Vorbereitung auf die Physik-Klausurarbeit

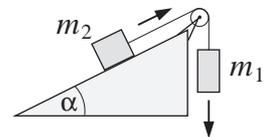
(gültig für das Sommersemester 2016)

Mechanik der Punktmasse und des starren Körpers

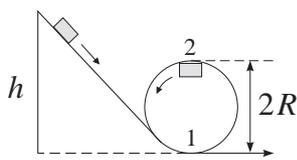
37 Von einem 25 m hohen Turm wird ein Stein mit $v_0 = 15$ m/s unter dem Winkel $\alpha_0 = 30^\circ$ gegenüber der Horizontalen geworfen. a) Nach welcher Zeit, b) in welcher Entfernung vom Turm, c) mit welcher Geschwindigkeit, d) unter welchem Winkel trifft er auf dem Erdboden auf? Luftwiderstand wird vernachlässigt.

45 Ein Fahrzeug fährt mit der Geschwindigkeit $v_0 = 30$ km/h in eine 90-Grad-Kurve vom Radius $R = 50$ m ein und beschleunigt beim Durchfahren der Kurve gleichmäßig. Die größte Radialbeschleunigung ist $a_r = 3,86$ m/s². a) Mit welcher Geschwindigkeit v_1 verlässt es die Kurve? b) Geben Sie Größe und Richtung der maximalen Beschleunigung a an!

71 (Bild) Bei der Anordnung zweier über Seil und Rolle miteinander verbundener Massen $m_1 = 2$ kg und $m_2 = 3$ kg wird eine Abwärtsbewegung von m_1 beobachtet. Der Neigungswinkel der schiefen Ebene beträgt $\alpha = 30^\circ$. a) Mit welcher Beschleunigung bewegen sich die Massen? Wie müssen b) m_1 verkleinert, c) α vergrößert werden, damit sich das System mit konstanter Geschwindigkeit bewegt, nachdem es einmal in Bewegung gekommen ist? Massen von Rolle und Seil sowie Reibung werden vernachlässigt.

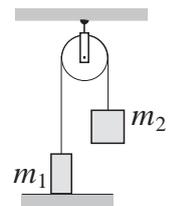


88 (Bild) Ein Wagen gleitet aus einer Höhe h reibungsfrei auf einer schiefen Ebene herab und vollführt danach auf der Innenseite einer kreisförmigen Schleifenbahn vom



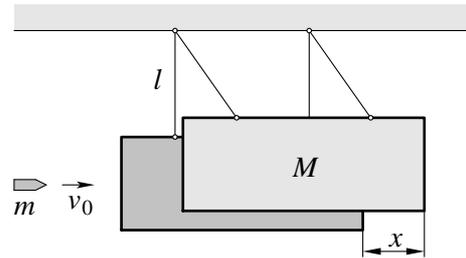
Radius R einen Looping. Welche Kraft wirkt auf die Insassen des Wagens senkrecht zur Bahn (in Vielfachen ihres Eigengewichts G) a) beim Durchfahren des untersten Punktes 1 und b) im höchsten Punkt 2 der Schleife, wenn der Wagen in einer Höhe von $h = 3R$ startet? c) Welche Ausgangshöhe muss gewählt werden, damit der Wagen die Fahrt durch die Schleife gerade schafft, ohne den Kontakt mit der Fahrbahn zu verlieren? Wie groß ist dann die Kraft im untersten Punkt 1?

94 (Bild) Zwei Massen $m_1 = 1$ kg und $m_2 = 3$ kg sind durch ein über eine reibungsfreie Rolle führendes Seil miteinander verbunden. Die Massen von Rolle und Seil werden vernachlässigt. a) Welche Kraft wird benötigt, um m_1 auf der Unterlage zu halten? b) Wie groß ist die Zugkraft im Seil, wenn m_1 auf der Unterlage festgehalten wird? c) Wie groß ist die Seilkraft, wenn m_1 losgelassen wird?



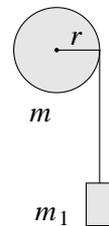
*) Die Aufgaben sind (z. T. etwas modifiziert) entnommen aus: H. STROPPE U. A., PHYSIK • Beispiele und Aufgaben, Band 1 & 2, 4. bzw. 3., aktualisierte Auflage, Fachbuchverlag Leipzig, 2012 bzw. 2009.

154 (Bild) Eine mit Sand gefüllte Holzkiste der Masse $M = 20 \text{ kg}$ ist an Schnüren der Länge $l = 1,2 \text{ m}$ aufgehängt. In die anfangs ruhende Kiste wird ein Projektil der Masse $m = 10 \text{ g}$ geschossen, wobei es in der Kiste stecken bleibt. a) Welche Geschwindigkeit v hatte das Projektil, wenn die Kiste dadurch um maximal $x = 4,9 \text{ cm}$ horizontal ausgelenkt wird? b) Wie groß ist der in Wärme und Verformungsarbeit umgewandelte Anteil der ursprünglich vorhandenen Energie?

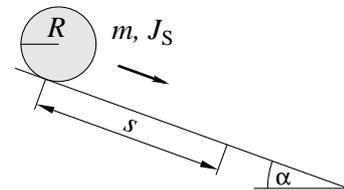


204/222 Eine Walze rollt frei hängend von einem Band ab, das auf ihren Umfang aufgewickelt ist und am oberen Ende festgehalten wird. Die Walze startet aus der Ruhelage und „durchfällt“ eine Höhe von $h = 2 \text{ m}$. a) Wie groß ist ihre Beschleunigung? b) Mit welcher Geschwindigkeit kommt sie unten an? c) Welche Zeit benötigt sie dazu? d) Wie verhält sich die Zugkraft des Bandes (Seilkraft) zur Gewichtskraft der Walze?

212/217 (Bild) Auf eine horizontal gelagerte Trommel (homogener Zylinder) der Masse $m = 45,4 \text{ kg}$ ist ein Seil aufgewickelt, an dessen Ende eine Last von $m_1 = 10 \text{ kg}$ hängt (Ziehbrunnen). Gesucht ist die Beschleunigung, mit der sich diese auf Grund ihres Gewichts nach unten bewegt, wenn sich das Seil von der Trommel frei abwickelt. Reibung sowie Masse des Seiles werden vernachlässigt.



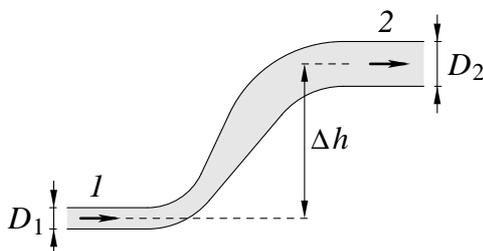
214 Ein Vollzylinder vom Radius R (Trägheitsmoment bezüglich der Zylinderachse $J_S = mR^2/2$) rollt aus der Ruhelage eine Strecke $s = 2,5 \text{ m}$ auf der schiefen Ebene (Neigungswinkel $\alpha = 20^\circ$) hinab. a) Welche Geschwindigkeit hat der Zylinder unten? b) Wie groß ist seine Beschleunigung und welche Zeit benötigt er für diese Strecke?



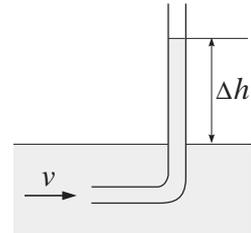
Mechanik strömender Fluide

285 In einer Pipeline, die über eine Erhebung führt, fließt Öl (Dichte $\rho = 750 \text{ kg/m}^3$) mit einer Geschwindigkeit von 2 m/s . Im untenliegenden Teilstück 1 beträgt der Druck 300 kPa . Man bestimme für das 5 m höher gelegene Teilstück 2 den Druck und je Kilogramm Öl die Zunahme der potentiellen (Hebungs-)Energie sowie die kinetische (Strömungs-)Energie!

286 (Bild) Durch ein Rohr, bestehend aus zwei Teilstücken mit unterschiedlichem Querschnitt, die sich in verschiedenen Höhenlagen befinden, fließt Wasser (Dichte $\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$). Teilstück 1 hat den Durchmesser $D_1 = 9 \text{ cm}$, und der (statische) Druck in ihm beträgt $p_1 = 250 \text{ kPa}$. Im Teilstück 2 mit dem Durchmesser $D_2 = 20 \text{ cm}$, welches $\Delta h = 15 \text{ m}$ höher liegt, soll der Druck $p_2 = 110 \text{ kPa}$ betragen. a) Wie groß sind die Strömungsgeschwindigkeiten v_1 und v_2 in den beiden Teilstücken? b) Wie groß sind Volumestrom I und Gesamtdruck p_{ges} im Rohr?

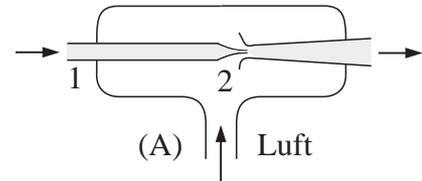


287 (Bild) In ein strömendes Gewässer wird senkrecht von oben ein Staurohr so hineingehalten, dass der unter Wasser befindliche, im rechten Winkel gekrümmte Schenkel gegen die Strömung gerichtet ist. Das Wasser im Rohr steht um $\Delta h = 10,0$ cm über der freien Wasseroberfläche. Wie groß ist die Strömungsgeschwindigkeit v ?



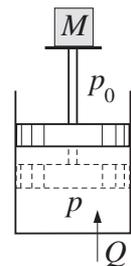
294 Ein waagrechtes Rohr, das sich auf ein Drittel seines Durchmessers verjüngt, wird von Wasser ($\rho = 10^3$ kg/m³) durchströmt. In den beiden unterschiedlich dicken Teilen des Rohres besteht eine Druckdifferenz von 6,4 kPa. a) Wie groß sind die Strömungsgeschwindigkeiten in den beiden Querschnitten? b) Wie groß ist der Massenstrom I_m für $D_1 = 12$ cm (Durchmesser des weiten Rohrteils)?

295 (Bild) Bis zu welchem Druck p_2 kann der an den Ansaugstutzen (A) einer Wasserstrahlpumpe angeschlossene Rezipient evakuiert werden, wenn der bei 1 in das Strahlrohr vom Durchmesser 13 mm mit Leitungsdruck $p_1 = 3,2 \cdot 10^5$ Pa eintretende Wasserstrahl an der Düse 2 auf den Durchmesser 5 mm verengt wird, bevor er zusammen mit den aus dem Rezipienten angesaugten Luftmolekülen durch das dahinterliegende Auffangrohr wieder austritt? Der Volumendurchsatz an Wasser (Dichte $\rho = 10^3$ kg/m³) beträgt 0,5 l/s.



Thermodynamik idealer Gase

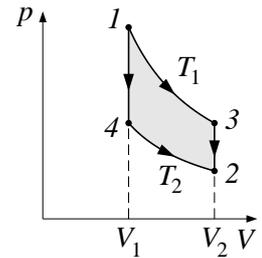
352 (Bild) Ein Gewicht (Masse $M = 100$ kg) belastet einen in einem Zylinder beweglichen Kolben und versetzt ein darin befindliches Gas ($\kappa = c_p/c_V = 1,4$) unter den konstanten Überdruck $\Delta p = 3$ bar. a) Welche Wärme Q muss dem Gas zugeführt werden, um das Gewicht um $h = 1$ m zu heben? b) Wie groß ist der Wirkungsgrad dieser Maschine? Der äußere Luftdruck betrage $p_0 = 1$ bar.



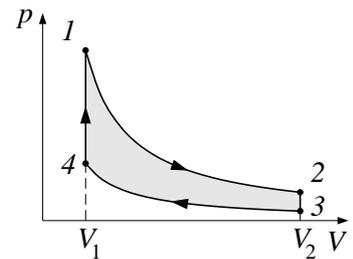
357 Ein mit Luft der Umgebungstemperatur 20 °C und dem Umgebungsdruck 1 bar gefüllter Stoßdämpfer kann sein Volumen von $V_1 = 0,02$ m³ auf $V_2 = 0,004$ m³ verringern. a) Welche Stoßenergie kann der Stoßdämpfer maximal aufnehmen, wenn die Kompression der Luft adiabatisch erfolgt? b) Wie groß ist die Änderung der inneren Energie des Gases, und welche Werte erreichen dabei Druck und Temperatur? Adiabatenexponent $\kappa = 1,4$.

362 Luft (Molmasse $M \approx 29 \cdot 10^{-3}$ kg/mol) wird von einem Kompressor bei Atmosphärendruck $p_1 = 1$ bar und bei der Temperatur $T = 294$ K angesaugt und auf den Druck $p_2 = 35$ bar komprimiert. Welche Wärme Q muss je Kilogramm komprimierter Luft an das Kühlwasser abgegeben werden, wenn die Kompression isotherm erfolgen soll? Wie groß ist die vom Kompressor verrichtete Arbeit?

364 (Bild) Vom gleichen Anfangszustand 1 mit $p_1 = 1$ bar, $V_1 = 1 \text{ dm}^3$ und $T_1 = 600 \text{ K}$ ausgehend expandiert ein Gas auf zwei verschiedenen Wegen zum gleichen Endzustand 2 mit $V_2 = 2V_1$ und $T_2 = T_1/2$. Der Weg 1-3-2 besteht aus einer Isotherme von 1 nach 3 und einer Isochore von 3 nach 2, der Weg 1-4-2 aus einer Isochore von 1 nach 4 und einer Isotherme von 4 nach 2. Wie groß sind auf beiden Wegen jeweils die verrichtete Arbeit W , die ausgetauschte Wärme Q und die Änderung der inneren Energie des Gases ΔU ? $\kappa = 1 + (R/c_V) = 1,4$.



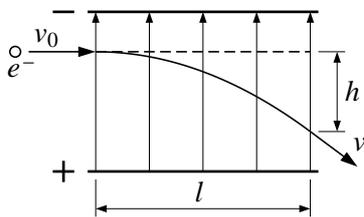
373 (Bild) Ein ideales Gas durchläuft zwischen zwei Wärmespeichern der Temperaturen $\vartheta_1 = 600^\circ\text{C}$ und $\vartheta_2 = 20^\circ\text{C}$ folgenden Kreisprozess: 1-2 Isotherme Expansion vom Volumen $V_1 = 0,5 \text{ l}$ auf $V_2 = 3 \text{ l}$, 2-3 isochore Abkühlung, 3-4 isotherme Kompression wieder auf V_1 und 4-1 isochore Erwärmung (Heißluftmotor). a) Man berechne die zu- und abgeführte Wärme sowie die Kreisprozessarbeit für eine Gasmasse von $m = 3,6 \text{ g}$ (Gaskonstante $R = 288,2 \text{ J}/(\text{kg K})$, $\kappa = c_p/c_V = 1,4$)! b) Wie groß ist der thermische Wirkungsgrad?



Felder

479 In einer Vakuumröhre befinden sich zwei parallele plattenförmige Elektroden im Abstand $d = 2 \text{ cm}$, an denen eine Spannung $U = 300 \text{ V}$ liegt. Man bestimme a) die elektrische Feldstärke E im Raum zwischen den Platten, b) die Kraft auf ein Elektron im Feld zwischen den Platten, c) die von einem Elektron gewonnene Energie, wenn es sich von der Katode zur Anode bewegt, d) die Geschwindigkeit, mit der es auf die Anode trifft. Masse des Elektrons $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

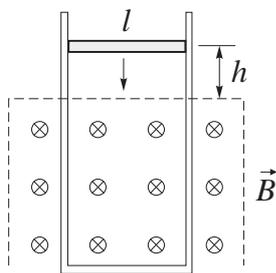
480 (Bild) Ein Elektron tritt senkrecht zu den elektrischen Feldlinien mit der Geschwindigkeit v_0 in den Vakuumraum eines Plattenkondensators ein und durchläuft ihn auf gekrümmter Bahn. a) Um welche Art von Bahnkurve handelt es sich? b) Der Kondensator habe einen Plattenabstand von $d = 4 \text{ cm}$ und eine Plattenlänge von $l = 10 \text{ cm}$, die an den Platten anliegende Spannung ist $U = 300 \text{ V}$. Mit welcher Geschwindigkeit v tritt das Elektron aus dem Kondensatorfeld aus, wenn $v_0 = 1,6 \cdot 10^7 \text{ m/s}$? c) Wie groß ist die Abweichung h von der ursprünglichen Bewegungsrichtung beim Austritt aus dem Feld? d) Welche Änderung der Gesamtenergie erfährt das Elektron beim Durchqueren des Feldes? Ladung des Elektrons $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, Masse des Elektrons $m = 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.



508 Ein Luftkondensator der Kapazität $C_0 = 80 \text{ pF}$ wird auf die Spannung $U_0 = 220 \text{ V}$ aufgeladen und danach a) von der Spannungsquelle getrennt, b) an der Spannungsquelle belassen. Wie ändern sich im Fall a) und im Fall b) Kapazität, Ladung, Spannung und Energieinhalt des Kondensators, wenn er mit Öl (Dielektrizitätszahl $\epsilon_r = 2,75$) gefüllt wird?

614 Die Elektronen einer Elektronenstrahlröhre (ähnlich einer Fernsehbildröhre) durchlaufen zunächst eine Beschleunigungsspannung von $U = 25 \text{ kV}$ und werden anschließend durch ein senkrecht zum Elektronenstrahl angeordnetes homogenes Magnetfeld von $B = 6 \cdot 10^{-3} \text{ T}$ abgelenkt. Die Anfangsgeschwindigkeit der Elektronen sei null. a) Wie groß ist der Ablenkwinkel, wenn das Magnetfeld der Ablenkeinheit in Strahleintrittsrichtung eine Ausdehnung von $l = 5 \text{ cm}$ hat? b) Mit welcher Geschwindigkeit treffen die Elektronen auf dem Leuchtschirm auf? (Nichtrelativistische Rechnung!).

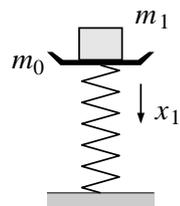
646 (Bild) Ein waagrecht, $l = 40 \text{ mm}$ langer und $d = 2 \text{ mm}$ dicker runder Kupferstab tritt frei fallend und beidseitig geführt durch zwei senkrechte, elektrisch leitende Schienen von vernachlässigbarem ohmschen Widerstand in ein horizontales homogenes Magnetfeld der Flussdichte $B = 0,035 \text{ T}$ ein und durchquert dieses. a) Aus welcher Höhe h über dem oberen Rand des Magnetfeldes muss der Stab losgelassen werden, wenn er das Feld mit konstanter Geschwindigkeit v passieren soll? b) Wie groß sind betragsmäßig die induzierte Spannung, der Strom, die Bremskraft und die im Stab umgesetzte elektrische Leistung? In welcher Richtung fließt der Strom? Daten von Kupfer: $\rho_m = 8,96 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, $\rho = 1,78 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$.



647 Zur Erzeugung von Einphasen-Wechselstrom der Frequenz $f = 50 \text{ Hz}$ lassen wir eine Spule (Anker) in einem konstanten homogenen Magnetfeld rotieren, deren Drehachse senkrecht zur Feldrichtung steht. Die Ankerspule sei rechteckig mit den Abmessungen $a = 5 \text{ cm}$ und $b = 3 \text{ cm}$ und habe $N = 1500$ Windungen aus $0,2 \text{ mm}$ dickem Kupferdraht ($\rho = 1,78 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$). a) Welche Flussdichte B muss das Magnetfeld haben, damit in der Ankerwicklung eine Urspannung mit dem Scheitelwert $U_0 = 311 \text{ V}$ induziert wird? b) Auf welchen Wert sinkt die Klemmenspannung an den Spulenenden, wenn an ihnen ein Strom von $I = 0,2 \text{ A}$ (Glühlampe) entnommen wird?

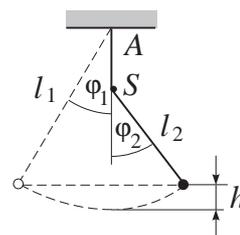
Schwingungen

63 (Bild) Wird auf die leere Schale einer Tellerfederwaage (Masse der Waagschale $m_0 = 200 \text{ g}$) ein Massenstück $m_1 = 5 \text{ kg}$ gelegt, so erfährt sie eine Auslenkung aus der Ruhelage um $x_1 = 100 \text{ mm}$. Nach Herunternehmen von m_1 und Auflegen einer zweiten Masse $m_2 = 400 \text{ g}$ beträgt die Auslenkung x_2 . Um welche Strecke Δx darf man die Schale dann noch niederdrücken, wenn m_2 nach dem Loslassen während der anschließenden Schwingung im oberen Umkehrpunkt gerade noch nicht von der Waagschale abheben soll?



683 (Bild) Senkrecht unter dem Aufhängepunkt A eines mathematischen Pendels der Pendellänge $l_1 = 1,0 \text{ m}$ befindet sich ein Stift S , an den sich der Pendelfaden beim Zurück-

schwingen anlegt (Pendelhemmung). Das Pendel schwingt dann nach rechts mit der verkürzten Pendellänge l_2 . a) Wie groß ist der Abstand des Stiftes vom Aufhängepunkt, wenn die Schwingungsdauer für beide Halbschwingungen zusammen $T = 1,5$ s beträgt? b) Wie hoch schwingt die Pendelmasse nach rechts aus, wenn das Pendel um $\varphi_1 = 3,0^\circ$ nach links ausgelenkt und dann losgelassen wird? c) Wie groß ist der maximale Auslenkungswinkel φ_2 beim Ausschlagen nach rechts?



686 Ein Wagen fährt gegen die Pufferfedern eines Prellbocks. Der Stoßvorgang lässt sich als eine Viertelschwingung auffassen, deren maximale Geschwindigkeit $v_1 = 4,5$ m/s gegeben und deren Amplitude x_1 (maximale Stauchung der Federn) gesucht ist. a) Man ermittle x_1 aus der Bewegungsgleichung für die harmonische Schwingung mit $a = \ddot{x} = -\beta x$! b) Wie lange dauert der Stoßvorgang, wenn $\beta = 2 \cdot 10^3 \text{ s}^{-2}$ ist und außerdem noch eine Dämpfung mit $\delta = 20 \text{ s}^{-1}$ vorliegt?

709 Gesucht sind Amplitude x_m und Anfangsphase φ_0 einer harmonischen Schwingung mit der Periodendauer $T = 0,3$ s, deren schwingender Punkt eine maximale Beschleunigung von $a_m = \pm 57 \text{ m/s}^2$ und zum Zeitpunkt null eine Auslenkung von $x_0 = 92$ mm hat.

Wellen

760 Jemand befindet sich gleich weit von den beiden Lautsprechern einer Stereoanlage entfernt und hört einen reinen Ton. Er bewegt sich nun so lange in seitlicher Richtung, bis der Ton auf ein Minimum geschwächt ist. An diesem Ort befindet er sich $L_1 = 3,06$ m vom linken Lautsprecher und $L_2 = 2,45$ m vom rechten entfernt. Wie groß ist die Frequenz f des Tones? Schallgeschwindigkeit 340 m/s.

761 Die Luftsäule a) in einem beiderseits geschlossenen, b) beiderseits offenen, c) einseitig geschlossenen Rohr der Länge $l = 1,70$ m wird zu Eigenschwingungen angeregt. Welche Eigenfrequenzen sind jeweils möglich? Schallgeschwindigkeit in Luft: $c = 340$ m/s.

851 Weißes Licht fällt auf eine Ölschicht, die sich auf einer Wasseroberfläche ausgebreitet hat. An einer Stelle ist der Ölfilm gerade $d = 0,60 \mu\text{m}$ dick. Die Brechzahl des Öls ist $n = 1,50$. Welche Wellenlängen werden im sichtbaren Bereich ($\lambda \approx 380 \dots 780$ nm) nach Reflexion a) bei senkrechtem Lichteinfall, b) bei schrägem Lichteinfall unter dem Winkel $\alpha = 45^\circ$ durch Interferenz ausgelöscht?

852 Eine dünne plankonvexe Linse aus Flintglas ($n = 1,613$) liegt mit der sphärisch gekrümmten Fläche auf einer ebenen Glasplatte. Über einen halbdurchlässigen Spiegel wird senkrecht von oben mit monochromatischem Licht der Wellenlänge $\lambda = 589$ nm beleuchtet. Mit einem Messmikroskop wird der Radius des dunklen NEWTONSchen Ringes 2. Ordnung zu $a_2 = 915 \mu\text{m}$, der Radius 7. Ordnung zu $a_7 = 1405 \mu\text{m}$ ausgemessen. Man bestimme den Krümmungsradius R und die Brennweite f der Linse!