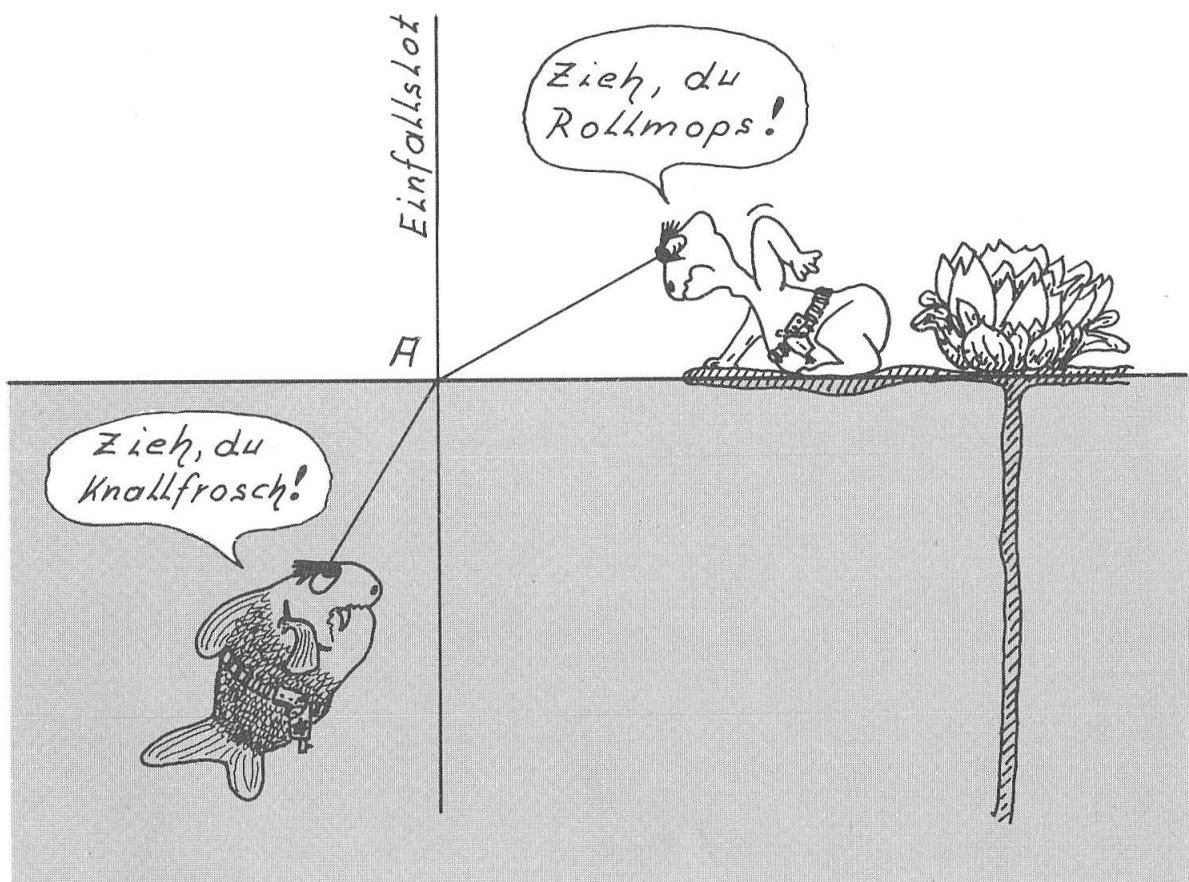


Walter Stein

Physik-Geschichten aus Bad Einstein

3 Aufgaben zur Optik



Inhalt

3	Aufgaben zur Optik.....	I
3.1	Ausbreitung des Lichtes	1
3.2	Reflexion und Brechung	4
3.3	Optische Geräte.....	12
3.4	Licht und Farbe.....	17
	Lösungen zur Optik.....	20

3.1 Ausbreitung des Lichtes

O 1 Münchhausenstory Nr. 28

"Oh, oh, oh, was waren die Schildbürger aus Schilda für Doofis! Die wollten doch tatsächlich in Säcken den Sonnenschein in ihr fensterloses Rathaus tragen. Dies war natürlich physikalischer Nonsens; denn die dunklen Sackwände schluckten ja sofort das ganze Licht.

Mir ist es jedoch gelungen, ihren Wunschtraum zu verwirklichen. Ich habe mir einen Kasten gebaut, der innen allseitig verspiegelt ist. Wenn die Sonne in den Kasten scheint, dann klappe ich schnell den Deckel zu und das Licht ist gefangen, d.h., es wird zwischen den Spiegelwänden fortlaufend hin- und tierreflektiert. Wenn ich diesen Kasten nun in einen dunklen Raum trage und ihn dort öffne, so kann das Licht entweichen und der Raum wird durch einen Lichtblitz kurzzeitig erleuchtet. Natürlich ist eine solche Raumbelichtung wirtschaftlich nicht sinnvoll, aber prinzipiell ist sie möglich.

Wer mir dies nicht glaubt, der kann sich mittels einer Thermoskanne, die ja innen verspiegelt ist, sehr leicht vom Wahrheitsgehalt meiner Worte überzeugen. Er muss dazu als Deckel nur einen Spiegel auf die Öffnung der Thermoskanne halten."

Münchhausen spinnt! Oder?

[LÖSUNG O 1](#)



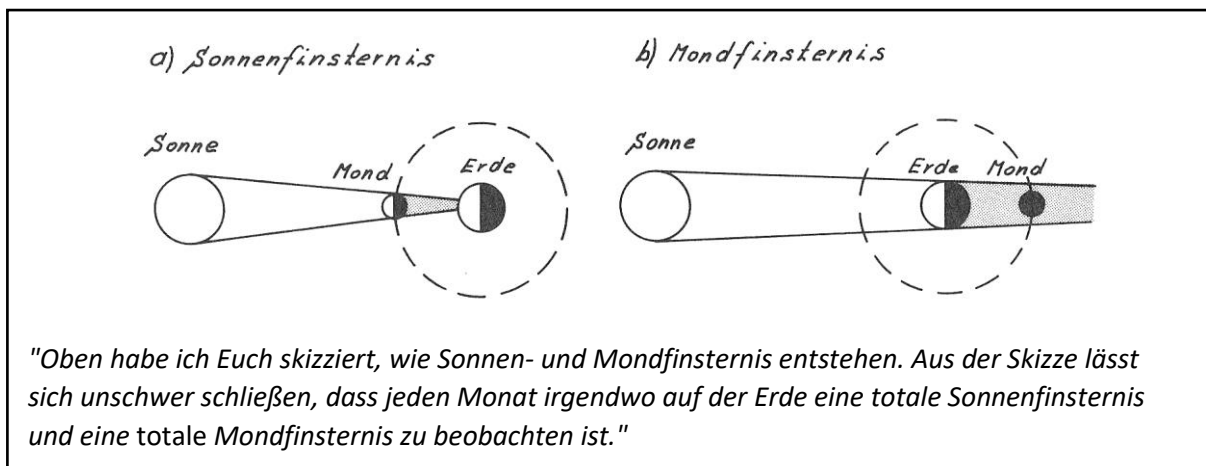
O 2 Treffpunkt der Vergangenheiten

Baron Münchhausen steht in einer sternklaren Winternacht auf dem Aufsichtsturm seines Schlosses und betrachtet durch sein Fernrohr ehrfürchtig den abendlichen Sternenhimmel. Er ist ergriffen von dem Gedanken, dass das Licht der Sterne unterschiedlich alt ist, da es aus verschiedenen großen Entfernungen kommt. Die Gegenwart in seinem Auge ist also das Bild der Vergangenheiten der sichtbaren Teile des Universums.

- a) Am südlichen Himmel sieht Baron Münchhausen den Stern Sirius A (Sternbild Großer Hund). Das Licht von Sirius A brauchte 8,64 Lichtjahre, um die Erde zu erreichen. Wie viele Kilometer ist Sirius A von der Erde entfernt, wenn das Licht in einer Sekunde 300.000 km zurücklegt? Rechne mit $1 \text{ Jahr} \triangleq 365 \text{ Tage}$.
- b) Mit bloßem Auge kann Baron Münchhausen die Galaxis M31 (Andromedanebel) im Sternbild Andromeda sehen. Welche Zeit benötigt das Licht, um vom 21,288 Trillionen Kilometer (= 21.288.000.000.000.000 km) entfernten Andromedanebel zur Erde zu gelangen?

[LÖSUNG O 2](#)

O 03 Münchhausenstory Nr. 29

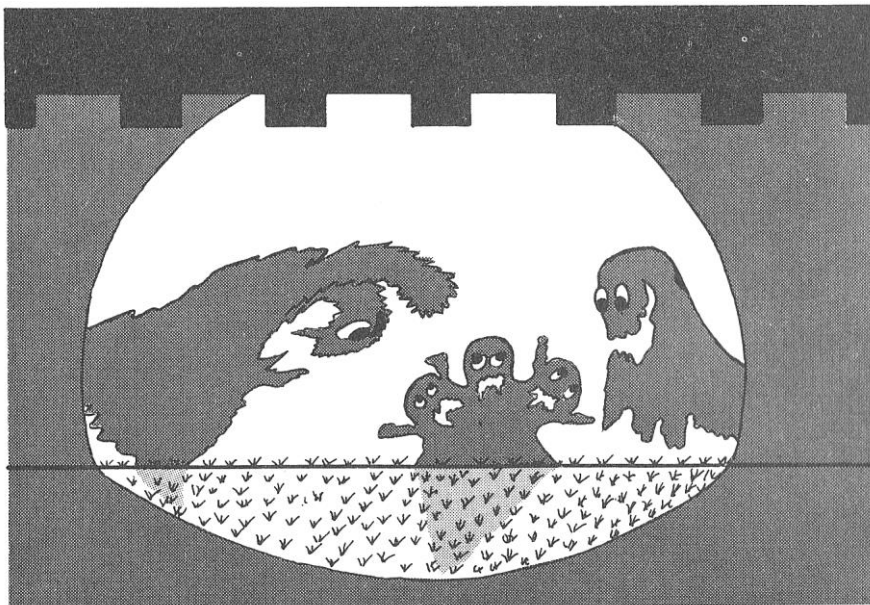


Münchhausen spinnt! Oder?

[LÖSUNG O 3](#)



O 4 Die Geisterstunde



"Rache" schwören Opa Karl Krawuttke und Oberförster Hubertus Blattschuss ihrem Baron Münchhausen, weil dieser sie mit seinen neuen Lügengeschichten schon wieder auf den Arm genommen hat. Aus Pappe haben sie sich Gespenster-Schablonen geschnitten und lassen während der Geisterstunde - begleitet von furchterregenden Geräuschen - gespenstische Schatten über die weißgetünchte Mauer im Schlosspark von Münchhausen huschen.

- a) Welche Lichtquelle müssen sie verwenden, wenn sie nur scharfbegrenzte Schattenbilder erzeugen wollen?

- b) Welche Lichtquelle müssen sie verwenden, wenn sie Schattenbilder mit Kern- und Halbschatten erzeugen wollen?
- c) Wovon hängt die Größe der Schattenbilder ab?

LÖSUNG O 4

O 5 Camera obscura



Oma Bertha Krawuttkes Ölgemälde sind sehr gefragt; denn sie malt wunderschöne Landschaftsbilder. "Hihi, wenn die Leute wüssten ... !", kichert Oma Bertha; denn sie arbeitet mit einer Lochkamera (Camera obscura).

- a) Wie weit muss die Lochblende der Camera obscura von einem 7 m hohen Baum entfernt sein, wenn das Bild des Baumes auf der Leinwand 16 cm hoch sein soll? Die Leinwand ist 40 cm von der Lochblende entfernt angebracht.
- b) Wie groß ist ein Kirchturm, der ein 14 cm großes Bild auf der Leinwand der Lochkamera erzeugt, wenn der Kirchturm 80 m und die Leinwand 45 cm von der Lochblende entfernt ist?
- c) Oma Bertha malt mittels ihrer Lochkamera einen Gegenstand, der 4 cm groß ist und 5 cm von der Lochblende entfernt steht. Die Bildweite beträgt 23 cm. Konstruiere das Bild des Gegenstandes.

LÖSUNG O 5

3.2 Reflexion und Brechung

O 6 Die Superleinwand



Oh je! Das war eine Blamage! Mittels eines Diavortrages über Schloss- und Waldgeister wollte Baron Münchhausen seine neue Erfindung - eine Superleinwand - einem erlesenen Publikum vorführen. Doch Münchhausens Erfindung war ein Flop! Dabei war seine Idee mit der Superleinwand doch einfach genial und Baron Münchhausen auch sonnenklar: Nichts reflektiert Licht besser als ein guter Spiegel und somit ist ein Spiegel eine ideale Leinwand!

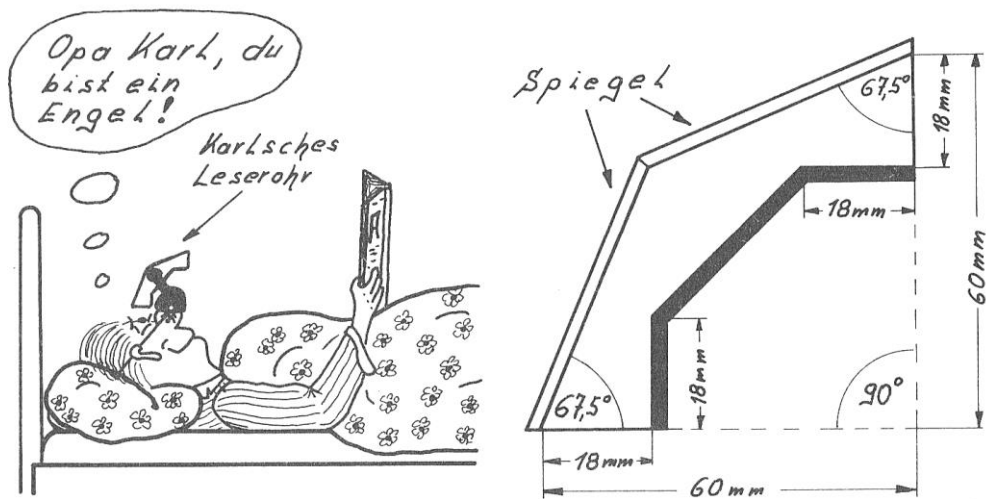
Warum eignet sich ein Spiegel nicht als Projektionsfläche für Dias und Filme?

[LÖSUNG O 6](#)

O 7 Das Karlsche Leserohr

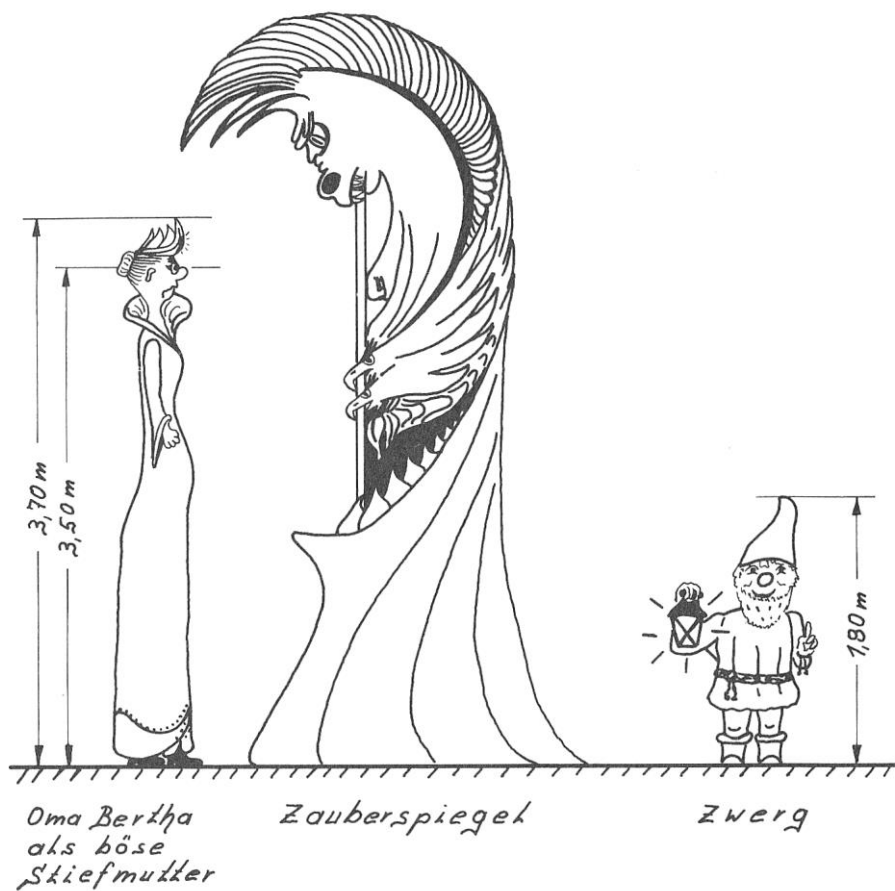
All die armen kranken Würstchen im Krankenhaus von Bad Einstein sind Opa Karl Krawuttke sehr dankbar, da er ihnen das Lesen im Bett durch die Erfindung des "Karlschen Leserohres" (siehe Skizze) sehr erleichtert hat. Nun können sie entspannt liegend ihre Lieblingslektüre lesen, ohne sich wie früher die Halsmuskeln zu verrenken.

Zeige durch Strahlenkonstruktion, dass die Kranken beim Lesen das Buch nicht auf den Kopf stellen müssen und widerlege folgende Behauptung missgünstiger Kritiker: "Mit einem einzigen, um 45° geneigten Spiegel hätte man den Kranken das Lesen genauso erleichtern können."



LÖSUNG O 7

O 8 Spieglein, Spieglein an der Wand



Das Emanzentheater von Bad Einstein spielt im Rahmen des Zyklus "Die unmögliche Stellung der Frau in der Märchenwelt der Gebrüder Grimm" das Drama Schneewittchen (4 missglückte Mordanschläge, 1 brutale Lynchjustiz).

Da in der Spätvorstellung keine Kinder auftreten dürfen und alle Liliputaner ausgebucht sind, müssen die sieben Zwerge von normalwüchsigen Erwachsenen gespielt werden. Um aber die Relation zwischen den Zwergen und den Nichtzwerge zu wahren, werden alle Märchenfiguren, die zur Gruppe "Nichtzwerg" gehören, von Schauspielern auf Stelzen gespielt.

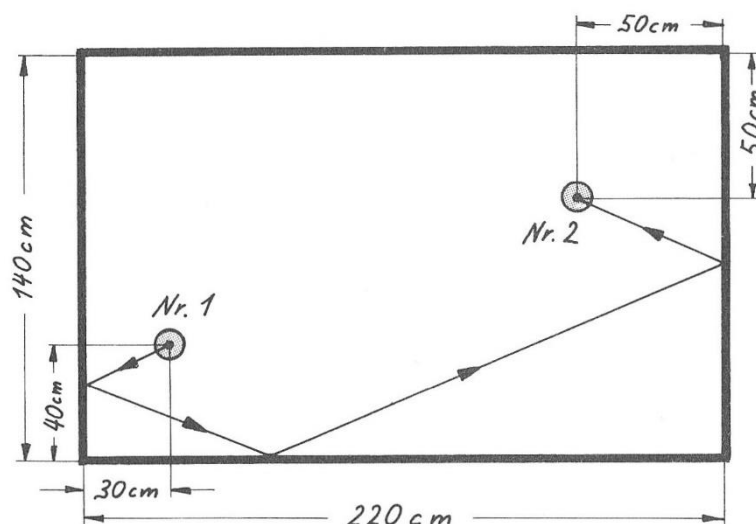
Die böse Stiefmutter von Schneewittchen, die von Oma Bertha gespielt wird, erreicht mit Krone eine stolze Höhe von 3,70 m. Für die Szene "Spieglein, Spieglein an der Wand, wer ist die Schönste im ganzen Land?", musste somit auch ein extra großer Zauberspiegel besorgt werden.

- Wie groß muss der Zauberspiegel mindestens sein, damit sich die böse Stiefmutter ganz darin sehen kann?
- In welcher Höhe muss der Spiegel befestigt werden?
- Warum ist der Abstand zwischen Stiefmutter und Spiegel für die Lösung der Aufgabe a) und b) ohne Bedeutung?

LÖSUNG 0 8

0 9 Promillebillard

Die Stadtmeisterschaft im Karambolage Billard findet in diesem Jahr im großen Kursaal von Bad Einstein statt. Am Vorabend des Turniers müssen sich die Mächtgebillardmeister jedoch erstmal in der Kneipe "Zum Flotten Hugo" für die Teilnahme an der Meisterschaft qualifizieren. Kneipenwirt Hugo Hastig - geschäftstüchtig wie eh und je - legt die Bedingungen fest. Nach dem Genuss von 7 Apfelkörnchen muss jeder das aus der Optik bekannte Reflexionsgesetz, welches ja auch für das Billardspiel gilt, fünfmal aufsagen. Nach weiteren 7 Whisky-Cola muss jeder 4 Spielskizzen zeichnen, aus denen genau zu ersehen ist, wie Billardkugel Nr. 1 gespielt werden muss, damit sie nach je einer einfachen, zweifachen, dreifachen und vierfachen Bandenreflexion die Billardkugel Nr. 2 trifft.



Hier als Beispiel eine Dreifachreflexion.

Zu guter Letzt, nach 7 weiteren Eierlikörchen, müssen die skizzierten Spielzüge erfolgreich ausgeführt werden. Nur, wer alle drei Prüfungen besteht, darf an der Stadtmeisterschaft im großen Kursaal teilnehmen. Leider musste die Stadtmeisterschaft jedoch kurzfristig abgesagt werden, da keiner der 46 Kandidaten sich qualifizieren konnte.

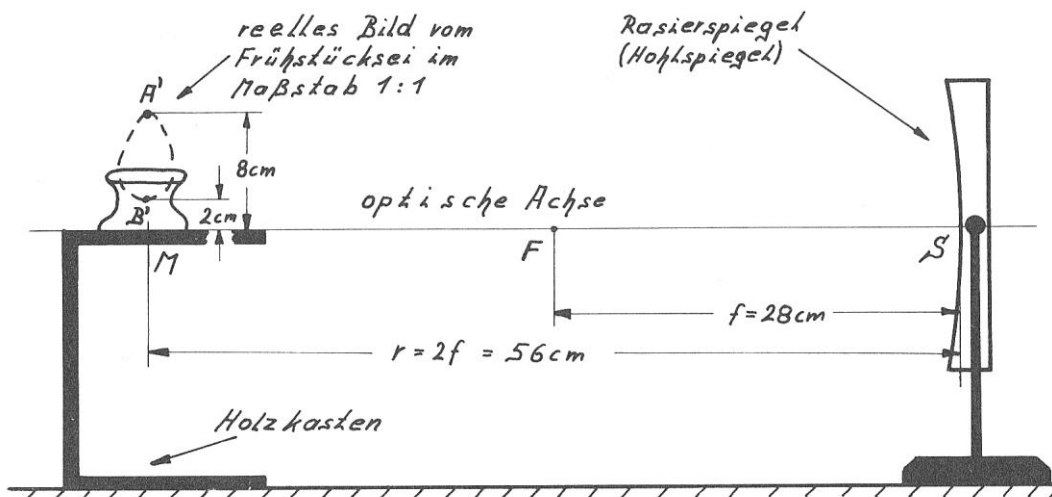
Fertige - ohne Alkoholgenuss! - drei Spielskizzen an, aus denen zu ersehen ist, wie Billardkugel Nr. 1 gespielt werden muss, damit sie nach je einer einfachen, zweifachen und vierfachen Bandenreflexion die Billardkugel Nr. 2 trifft. Die Lage der Billardkugel und die Größe des Spielfeldes entnehme bitte der Skizze für die Dreifachreflexion.

LÖSUNG O 9

O 10 Optik-Fopp

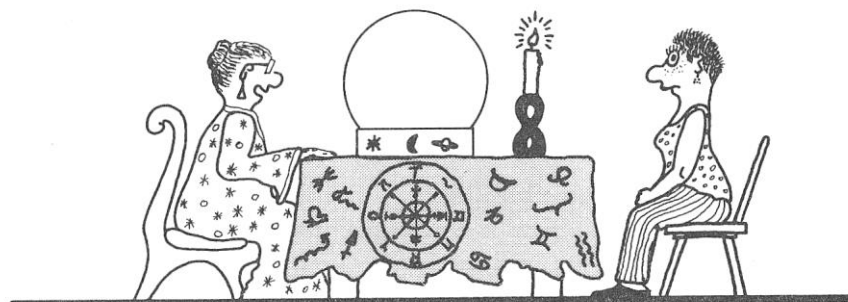
Nach einer wilden Schloss-Fete foppt Baron Münchhausen seine Gäste beim morgendlichen Katerfrühstück mit einem Rasierspiegel (Hohlspiegel). Schauen seine verkaterten Gäste über den Holzkasten in den Spiegel, so sehen sie, dass sich in dem Eierbecher ein leckeres Frühstücksei befindet (siehe Skizze). Wenn sie das Ei jedoch aus dem Eierbecher nehmen wollen, dann greifen sie ins Leere. Ein typischer Fall von optischer Täuschung!

Wo muss das wirkliche Ei im Holzkasten befestigt werden, damit man im Eierbecher sein reelles Bild im Maßstab 1:1 sehen kann? Der Abstand Eierbecher-Spiegel ist gleich der doppelten Brennweite f und somit gleich dem Krümmungsradius $r = 2f$ des Hohlspiegels. Löse die Aufgabe durch Konstruktion.



LÖSUNG O 10

O 11 Spiritismus

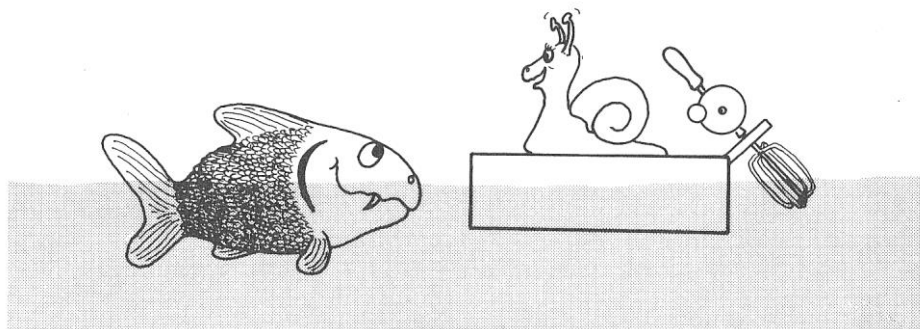


Oma Bertha Krawuttke hält wieder eine spiritistische Sitzung ab. Mit mystischem Blick schaut sie in ihre große verspiegelte Zauberkugel (Wölbspiegel). "Was sehen sie, weise Frau?", haucht ehrfürchtig die Teilnehmerin, ein Neuling in der Szene. " Oh! Ich sehe das aufrechte und verkleinerte virtuelle Bild eines wunderschönen Mädchens. Seine rehbraunen Augen und meine rehbraunen Augen befinden sich auf der optischen Achse. Die Gegenstandsweite beträgt $g = 50 \text{ cm}$ und die Bildweite beträgt $b = -10 \text{ cm}$."

- a) Berechne die virtuelle Brennweite der Zauberkugel.
- b) Konstruiere das Bild eines 10 cm hohen Gegenstandes, der 40 cm vom Scheitel der Zauberkugel entfernt steht.

LÖSUNG O 11

O 12 Das Märchen von der gläsernen Welt



Schnecke Max erzählt Kurti Klunker, dem Goldfisch von Baron Münchhausen, ein Märchen: "Es war einmal ein großes Benzolmeer fernab von dieser Welt. In ihm lebten gläserne Fische und gläserne Meerjungfrauen, die auf gläsernen Seepferdchen durch die gläsernen Wälder ritten. Überall im Meer war ein helles Klingeln zu hören; denn die gläsernen Lebewesen hatten die gleiche Brechzahl ($n = 1,50$) wie die Benzolflüssigkeit, sodass sie alle unsichtbar waren und deshalb häufig zusammenstießen.

Augen hatten die Meeresbewohner schon; denn sie konnten die malerisch bizarren, untermeerischen Felsen und die wunderschönen farbigen Korallenriffe sehr deutlich sehen. Doch das Schönste und Prächtigeste im optischen Teil dieser Welt war ihre Königin; denn sie bestand aus Diamant und so konnte sie, obwohl sie vollkommen farblos und vollkommen durchsichtig war, von allen gesehen werden.

Wenn die Königin dieses gläsernen Reiches nahe der Meeresoberfläche durch das Sonnenlicht schwamm, dann verstummte das gläserne Klingeln im Benzolmeer, da alle Bewohner voller Bewunderung zu ihrer Königin aufblickten; denn dann war sie von herrlichen Spektralfarben umgeben.

An dem Geburtstag der Königin schien immer die Sonne und alle Bewohner des Reiches wurden zum Feiern an die Meeresoberfläche eingeladen. Dann waren alle sehr glücklich und zu sphärischen Klängen tanzten sie alle miteinander. Der Höhepunkt des Festes war jedoch das Königinnenspiel. Dazu sprangen sie bei fröhlicher Musik durch die Meeresoberfläche - hoch in die Luft - und für Augenblicke hatten sie die wunderbaren optischen Eigenschaften der Königin."

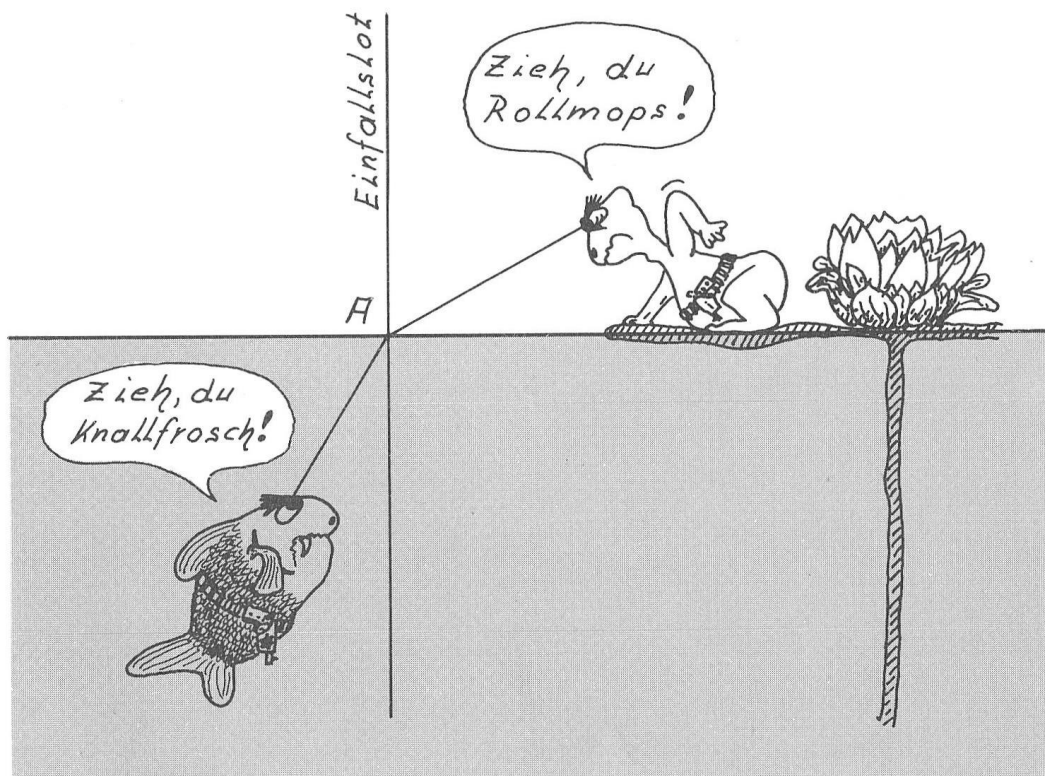
"Danke schön, lieber Max! Dies ist das schönste Märchen, welches ich je über Lichtbrechung gehört habe", sagte Kurti Klunker ganz ergriffen. "Aber leben möchte ich in dieser gläsernen Welt nicht; denn ich bin froh, dass ich hier in meiner Unterwasserwelt alles so prima sehen kann. Ich bedaure es sogar sehr, dass ich die Überwasserwelt, also deine Welt, lieber Max immer nur unscharf sehe, wenn sich meine Augen in der Luft befinden." Max: "Tröste dich! Das geht mir genauso, wenn ich ohne Taucherbrille in deine Welt hinabtauche. Ziehe ich allerdings eine luftgefüllte Taucherbrille an, so sehe ich auch unter Wasser alles scharf. Vielleicht solltest du eine wassergefüllte Taucherbrille anziehen, wenn sich deine Augen an der Luft befinden."

- Warum können sich die gläsernen Bewohner des Benzolmeeres nicht sehen?
- Warum können die Benzolmeerbewohner jedoch ihre Königin sehen? Sie ist doch ebenfalls vollkommen farblos und durchsichtig.
- Wieso besitzen die Benzolmeerbewohner im "Luftmeer" ähnliche optische Eigenschaften wie ihre Königin im Benzolmeer?
- Warum benötigt Max eine luftgefüllte Taucherbrille, um unter Wasser scharf sehen zu können?

LÖSUNG O 12

O 13 Kaulquappen-Jo

Kurti Klunker, der Goldfisch von Baron Münchhausen, und der Oberfrosch vom Dirac-See, von Kurti verächtlich Kaulquappen-Jo genannt, können sich auf den Tod nicht ausstehen. Und so kam es, wie es kommen musste. Ein Wort gab das andere und nun "stehen" sich beide Auge in Auge gegenüber (siehe Skizze), den Revolvergürtel locker um die Hüfte geschnallt.

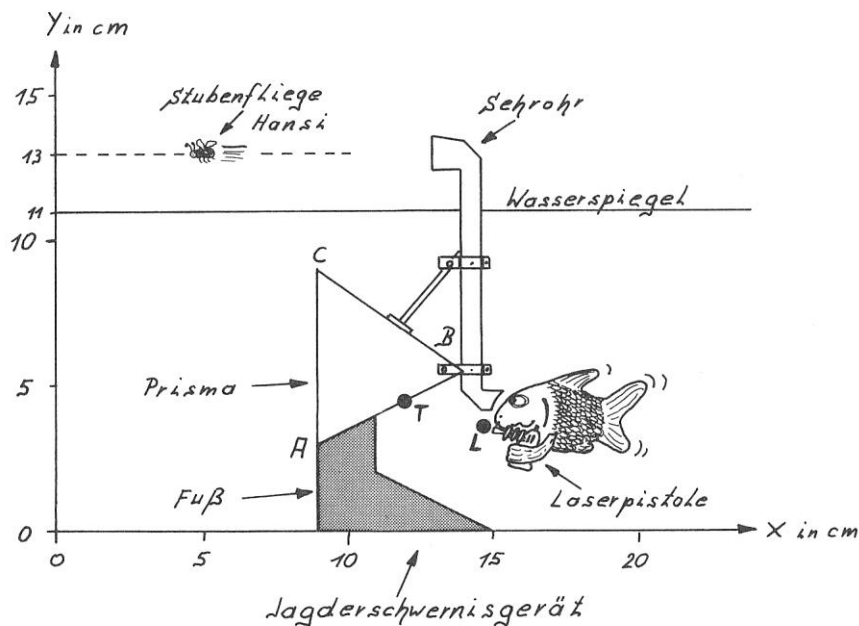


Blitzschnell ziehen sie ihren Colt und ballern die ganze Trommel leer. Doch - oh, Wunder! - beide bleiben unverletzt, obwohl sie haargenau in Blickrichtung geschossen hatten und kein Lüftchen die spiegelglatte Oberfläche des Sees bewegte.

- Warum hat keiner den anderen getroffen, obwohl beide genau gezielt haben?
- Hätte Kurti das Duell gewonnen, wenn er eine Laserpistole benutzt hätte?

LÖSUNG O 13

O 14 Toxotes jaculatrix



Nach dem missglückten Duell mit Kaulquappen-Jo hat Kurti sich eine Laserpistole zugelegt. Doch nun wird Kurti zunehmend dicker und fetter; denn seine Laserpistole eignet sich vorzüglich zur Fliegenjagd. Gut durchgebraten stürzt so mancher arme Brummer auf die Wasseroberfläche und wird von Kurti als Brathähnchenerersatz genüsslich verspeist.

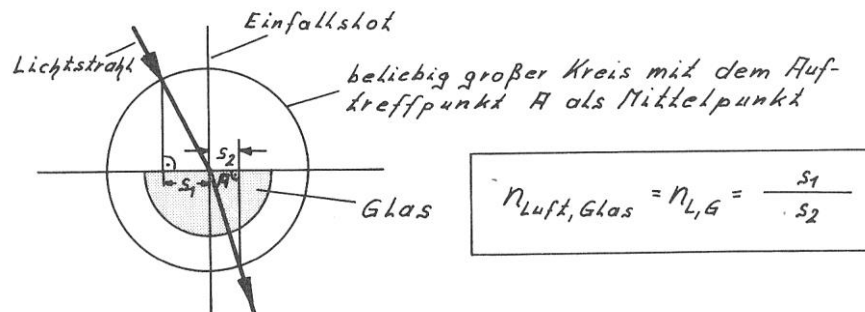
Doch langsam wird die Jagd langweilig, da jeder Schuss ein Treffer ist. Kurti kommt sich schon vor wie ein ostindischer Toxotes jaculatrix (= Schützenfisch; dies ist ein Fisch, der Insekten von den Pflanzen spucken kann). Um die Jagd wieder spannend zu machen, hat Kurti sich ein Jagderschwernisgerät (siehe Skizze) bauen lassen. Es besteht aus einem Fuß, einem Sehrohr und einem Prisma aus schwerstem Flintglas, welches selbst im Medium Wasser eine Brechzahl von $n_{WF} = 1,4$ besitzt.

Kurti sieht durch das Sehrohr, dass eine fette Stubenfliege immer exakt in einem Abstand von 2 cm über die Wasseroberfläche düst. Der Wasserspiegel befindet sich genau 11 cm über dem Boden von Kurtis Aquarium. Die Mündung von Kurtis Laserpistole besitzt die Koordinaten $x_L = 15$ cm; $y_L = 3,5$ cm (siehe Skizze). Kurti zielt starr auf den Punkt T des Prismas, der die Koordinaten $x_T = 12$ cm und $y_T = 4,5$ cm besitzt und wartet geduldig, bis die Fliege sich im richtigen Abstand x_F , von der y-Achse befindet.

Doch Stubenfliege Hansi ist clever genug, um die gefährliche Situation zu erkennen. Ermittle durch Konstruktion, welchen Koordinatenpunkt ($x_F = ?$; $y_F = 13$ cm) Hansi meiden muss um zu überleben.

Die Eckpunkte A, B und C des Prismas besitzen folgende Koordinaten $x_A = 9 \text{ cm}$, $y_A = 3 \text{ cm}$; $x_B = 14 \text{ cm}$, $y_B = 5,5 \text{ cm}$ und $x_C = 9 \text{ cm}$, $y_C = 9 \text{ cm}$. Die Brechzahl $n_{L,W}$ von Wasser gegenüber Luft beträgt $n_{L,W} = 1,33$.

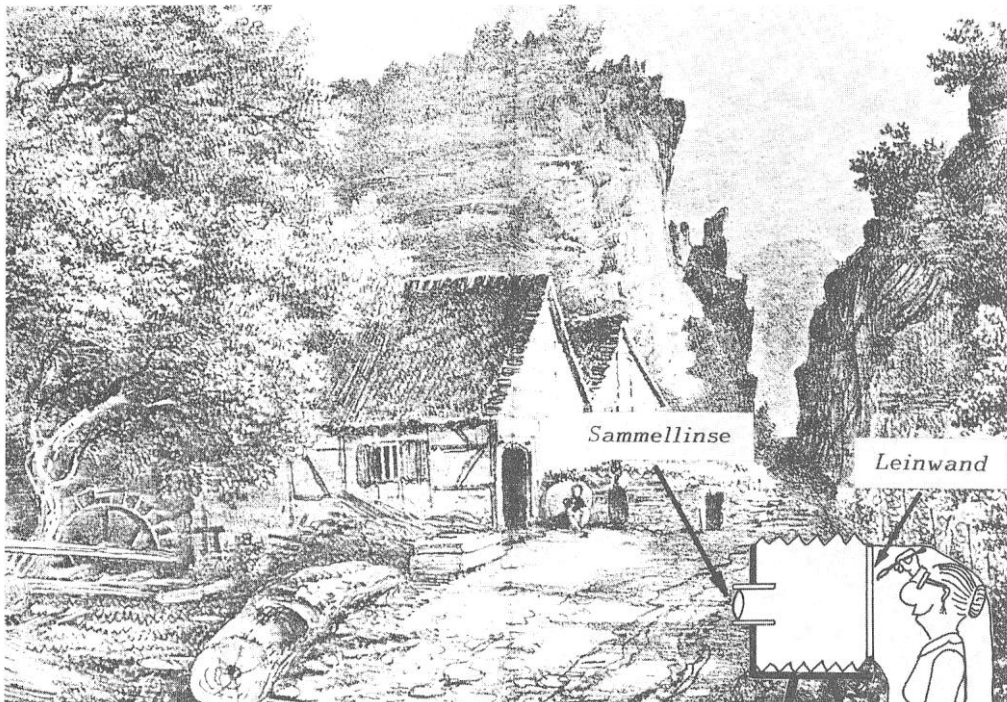
Tipp:



[LÖSUNG O 14](#)

3.3 Optische Geräte

O 15 Die verbesserte Camera obscura



Oma Bertha hat die Lochkamera für ihre Malereien mit einer Sammellinse ($f = 400 \text{ mm}$) verbessert; denn ihre alte Kamera hatte den Nachteil, dass die Bilder bei kleiner Lochblende scharf, aber lichtschwach, bei großer Lochblende hell, aber unscharf waren. Mit der Sammellinse sind die Bilder auf der Leinwand nun hell und scharf.

- Welchen Abstand von der Leinwand muss die Sammellinse haben, wenn ein 4 m weit entfernter Gegenstand scharf abgebildet werden soll?
- Welchen Abstand muss die Linse von der Leinwand haben, wenn der Gegenstand sehr, sehr weit (unendlich weit) entfernt ist?
- Der maximal mögliche Abstand zwischen Sammellinse und Leinwand beträgt 64 cm . Wie nah darf ein Gegenstand höchstens vor der Linse stehen, damit er auf der Leinwand noch scharf abgebildet werden kann?
- Konstruiere das Bild eines 80 cm großen Gegenstandes, der 200 cm von der Sammellinse entfernt steht.

[LÖSUNG O 15](#)

O 16 Die Sherlock-Holmes-Lupe

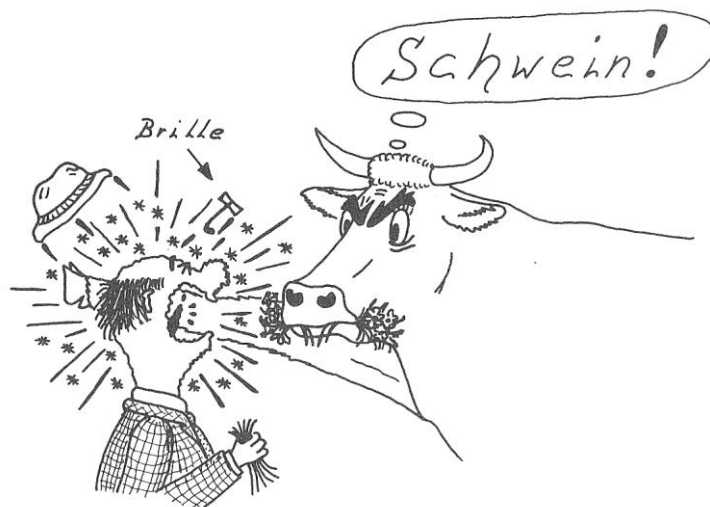
Kommissar Kurzschluss ist ganz stolz auf seine neue Sherlock-Holmes-Lupe, die 4-fach vergrößert. Mit ihr kann er nicht nur bei schönem Wetter seine Pfeife anzünden oder Langfingern eins auf die Pfoten brennen, sondern sie hilft ihm auch bei der Spurensicherung. Und da Kurzschluss ein kluger Kopf ist, kann er mit ihr sogar den Durchmesser der Sonne oder den des Mondes messen.

- Welche Brennweite hat die Lupe? Rechne mit einer deutlichen Sehweite von $s_0 = 25 \text{ cm}$.
- Welchen Brechwert hat die Lupe?
- Wie kann man mit einer Sammellinse (Lupe) den Sonnendurchmesser bestimmen, wenn man die Entfernung Erde-Sonne kennt?

PS: Das man sich die Lupe nicht vor das Auge hält, wenn man die Sonne betrachten will, ist Dir hoffentlich sonnenklar. Dies darf sich selbst Otto Totalblind nicht erlauben.

LÖSUNG O 16

O 17 Hannelore schlägt Kurgast zusammen



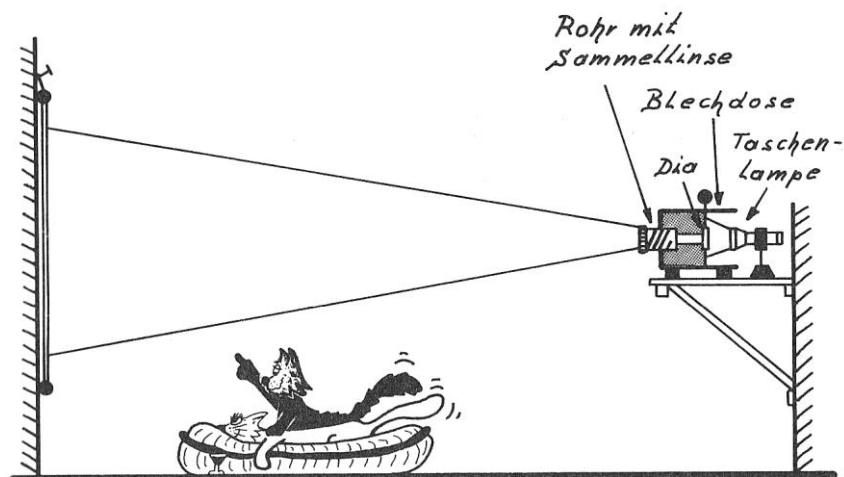
Kommissar Kurzschluss muss die faule, aber leicht reizbare Kuh Hannelore in Untersuchungshaft nehmen, da sie einen Kurgast zusammengeschlagen hat. Hannelore beteuert jedoch lautstark ihre Unschuld. Sie gibt folgende Aussage zu Protokoll: "Dieser elende Kurgast hat mit einem Blumenstrauß zuerst mein Vertrauen erschlichen und mich zum Weidezaun gelockt, um mir dann sadistisch mit einem Brennglas eins auf die Nase zu brennen. Dieser alte ... !"

Der Kurgast hat zwar ein Brennglas in seine Jackentasche, doch er beteuert lautstark seine Unschuld. Der Kurgast, der stark kurzsichtig ist, behauptet, dass Hannelore ihm heimtückisch in seinen schönen Blumenstrauß gebissen hätte. Bei dem Versuch, ihr den Blumenstrauß zu entreißen, sei er mit seiner dickglasigen Brille so nahe an Hannelores Nase gekommen, dass zufällig die Sonnenstrahlen von einem seiner dicken Brillengläser auf Hannelores Nase zu einem schmerzlichen Brennpunkt vereinigt wurden.

- Wer von beiden lügt?
- Erkläre die Augenfehler Kurzsichtigkeit und Weitsichtigkeit und gib an, mit welchen Linsen man sie korrigieren kann.
- Jedes Brillenglas des Kurgastes besitzt eine Brechzahl von $D = 14 \text{ dpt}$. Konstruiere das Bild eines 6 cm hohen Gegenstandes, der 16 cm vom Brillenglas entfernt steht. Ist das Bild reell oder virtuell?

LÖSUNG O 17

O 18 Bussy Pussy

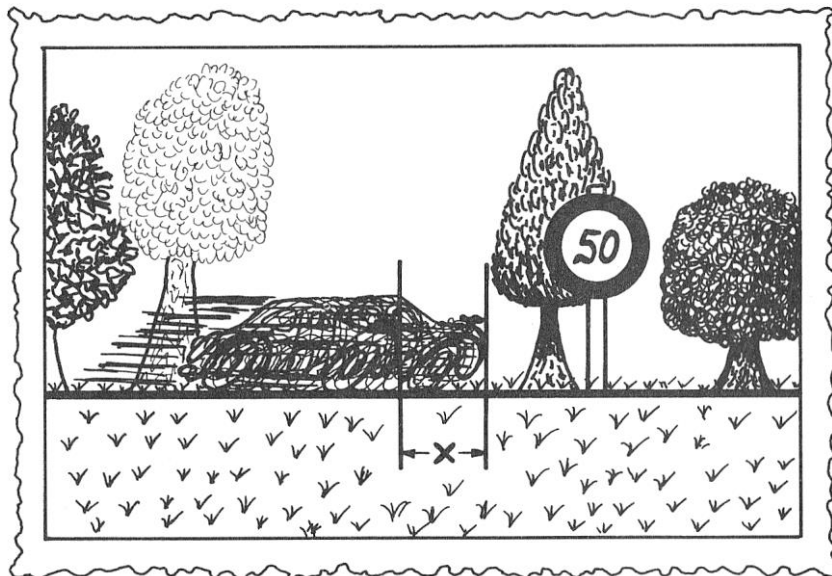


Oh! Oh! Der Schmuskater Bussy Pussy hat unser unschuldiges Kätzchen Irene Muckefuck zu sich nach Hause eingeladen, um ihr seine erstklassige, teilweise sogar exotische Mäuschendiasammlung zu zeigen. Den Diaprojektor hat Casanova Bussy Pussi selbst gebastelt. Hierzu musste er die Brennweite des Objektivs (Sammellinse) genau berechnen; denn von einem 36 mm hohen Diapositiv sollte 2,5 m von der Sammellinse entfernt ein 60 cm hohes, scharfes Bild auf der Leinwand entstehen.

Berechne die Brennweite der Sammellinse, um Dir selbst zu beweisen, dass Du auch das Zeug zu einem echten Casanova besitzt.

[LÖSUNG O 18](#)

O 19 Vorsicht Kamera!



Kommissar Kurzschluß: "Warum soll ich eine teure Radaranlage kaufen? Mit meiner Sofortbildkamera überführe ich die rasenden Autofahrer auch. Hier, seht Euch z.B. dieses Foto an."

Die Bildunschärfe x beträgt 3 mm. Wie schnell fuhr das Auto dieses Amokfahrers, wenn die Belichtungszeit 0,05 Sekunden betrug? Das Auto sauste parallel zur Bildebene in einem Abstand von 15 m am Kameraobjektiv (Brennweite 28 mm) vorbei.

LÖSUNG O 19

O 20 Die Tränen des heiligen Laurentius

Angeregt durch den "Hymnus in passionem Laurentii martyris" beginnt Pfarrer Eligius Rosenfranz zügigst mit dem Bau eines astronomischen Fernrohres; denn zwischen dem 20. Juli und dem 19. August möchte er sie alle deutlich sehen, die "Tränen des Heiligen Laurentius". Dies sind Sternschnuppen, die jedes Jahr um diese Zeit am nächtlichen Himmel zu sehen sind. Um den 10. August (Gedenktag für den Heiligen Laurentius) herum lassen sich nach Mitternacht besonders viele Sternschnuppen beobachten.

Beim Bau des Fernrohres überlegt sich unser lieber Eligius schon tausend Wünsche; denn auch ihm ist der Volksglaube bekannt, dass alles in Erfüllung geht, was man sich wünscht, während man Sternschnuppen fallen sieht. "Natürlich bin ich als geistlicher Würdenträger nicht abergläubisch, aber man weiß ja nie Man soll halt jede Gelegenheit nutzen, diese verkommene Welt auf den richtigen Weg zu bringen", denkt Eligius. So will er sich neben sechs Richtigen im Lotto und seiner baldigen Heiligsprechung natürlich nur Dinge wünschen, die dem christlichen Wohle der Menschheit dienen.

Für den Bau seines astronomischen Fernrohres will Eligius nur zwei Sammellinsen verwenden. Da er vier Sammellinsen ($f_1 = 200$ cm, $f_2 = 100$ cm, $f_3 = 50$ cm, $f_4 = 5$ cm) besitzt, muss er zwei davon auswählen. Für welche Linsen entscheidet er sich, wenn er eine möglichst starke Vergrößerung erreichen will? Wie stark ist diese maximale Vergrößerung, und in welchem Abstand muss er die beiden Linsen im Rohr fixieren?

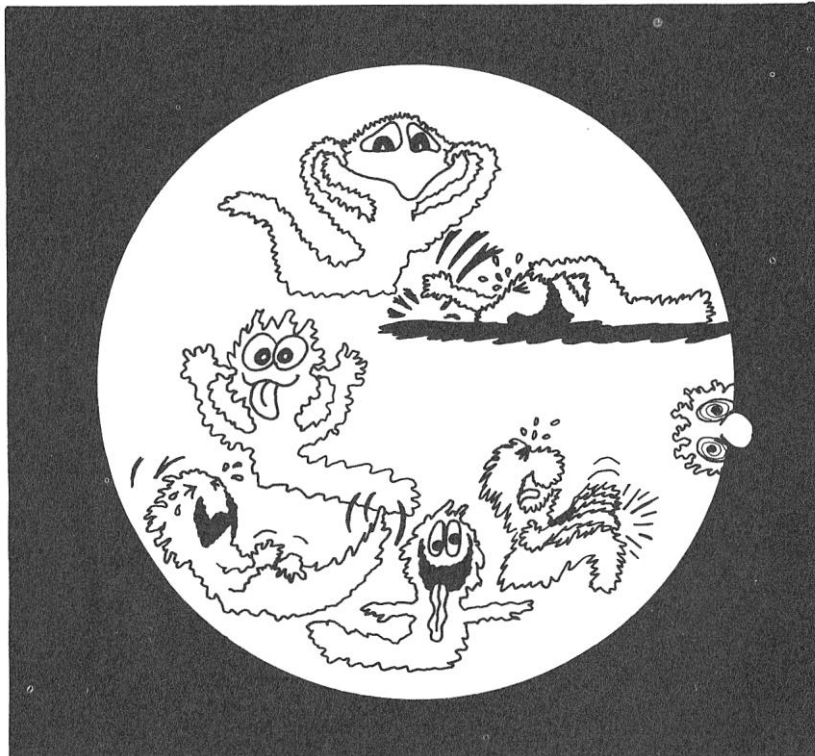
LÖSUNG O 20

O 21 Bauchfellvibration

Opa Karl traut seinen Augen nicht. Was er da durch das Mikroskop sieht, ist eine einzige Frechheit! Die von Robert Koch entdeckten Tuberkulosebazillen sind dagegen ja noch richtig friedlich. In einer frischen Kichererbse aus dem südlichen Kaukasus hat Opa Karl sie ausfindig gemacht, die manischen (manisch = krankhaft heiter) Erreger der infektiösen Bauchfellvibration.

"Gefahr erkannt, Gefahr gebannt! Jetzt kann ich die Menschheit vor diesen gefährlichen Bazillen warnen", denkt sich Opa Karl und streichelt liebevoll über sein altes Mikroskop. "Wie gut, dass sich so kluge Köpfchen wie Janssen, Abbe und Derek mal mit dem Bau und der Theorie des Mikroskops befasst haben".

Welche Vergrößerung besitzt ein Mikroskop, dessen Objektiv eine Brennweite von 4 mm besitzt und dessen Okular 10fach vergrößert? Die Bildweite des Zwischenbildes beträgt 10 cm.



*Malische Erreger der infektiösen Bauchfellvibration
(800fache Vergrößerung, Aufnahme: K. Krawuttke)*

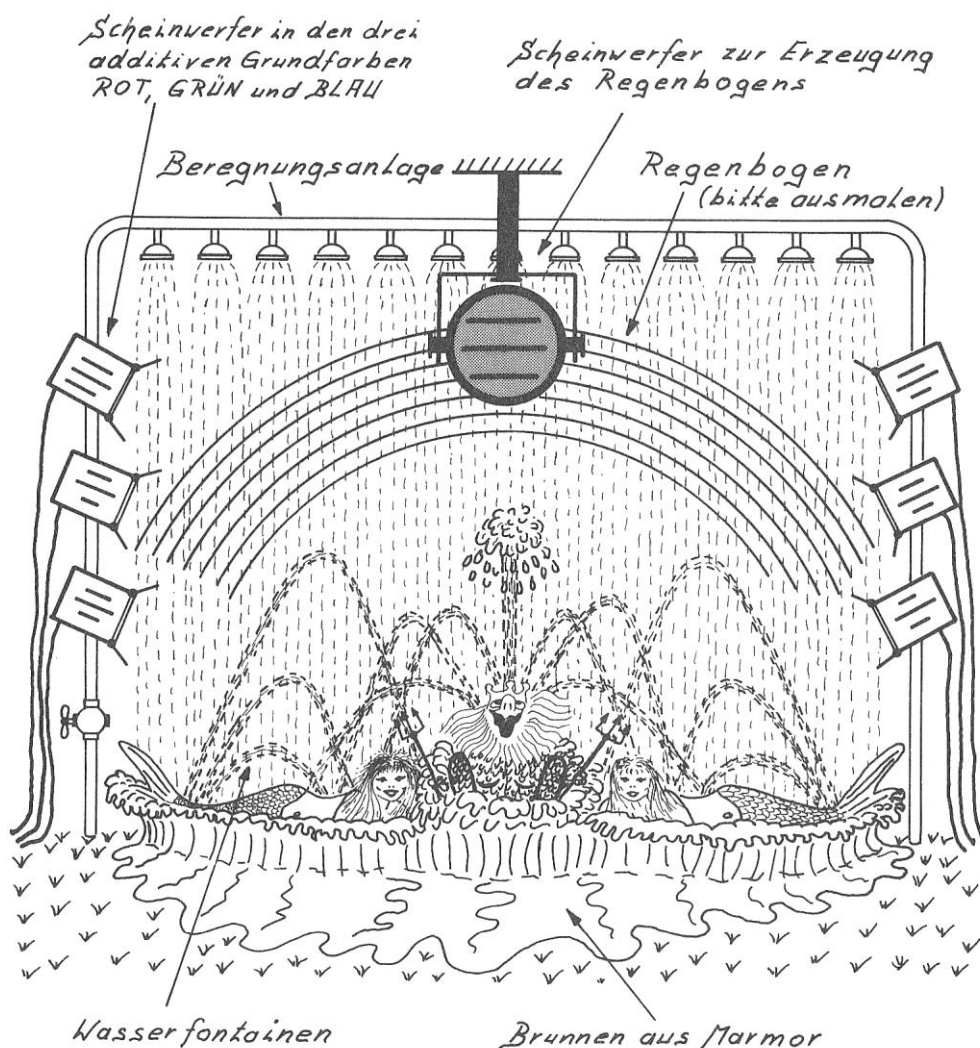
LÖSUNG 0 21

3.4 Licht und Farbe

O 22 Wasserfarben?

Münchhausen: "Auf meinen Sommernachtsfeten brenn' ich doch kein popeliges Feuerwerk ab! Bin ich denn der Schützenkönig? Nein danke! Als Mitglied des gehobenen Adels erzeuge ich standesgemäß einen künstlichen Regenbogen über meinem fürstlichen Schlosspark, und dann schalte ich zusätzlich meine Wasserorgel ein und lasse die Wasserfontänen zu Melodien aus Offenbachs "Orpheus in der Unterwelt tanzen". Die tanzenden Wasserfontänen werden von mir höchstpersönlich mit farbigen Lichtern angestrahlt. Diese traumhaft-temperamentvolle Musik und meine genialen additiven Farbmischungen! Ein Hochgenuss selbst für die verwöhnteste Hochadelschickeria und die Jeunesse doree der Neureichen."

- Erkläre, wie ein Regenbogen entsteht. Wie muss der Beobachter zur Sonne stehen? Welche Farbenfolge sieht er?
- Welche additiven Grundfarben muss Baron Münchhausen mischen, um folgende Mischfarben zu erzeugen: Gelb, Weiß, Purpur und Blaugrün?



LÖSUNG O 22

O 23 Die Schnirkelschneckenorgie



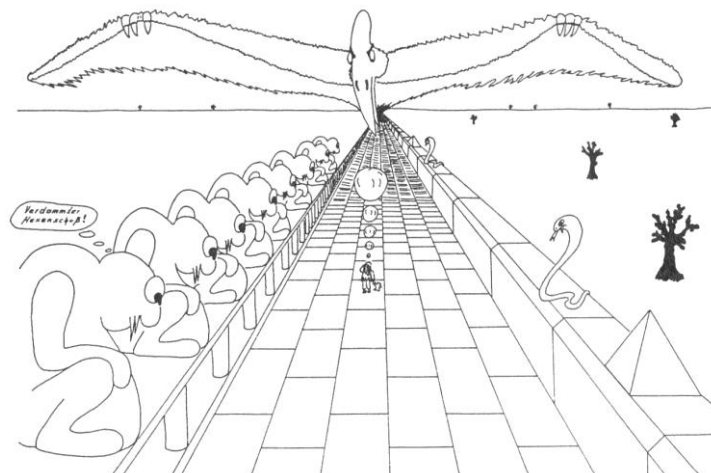
Das diesjährige Schnirkelschneckenschmausefest bei Max artet mal wieder zu einer Orgie aus. Vom vielen Trinken, Tanzen, Knutschen, Singen und Grölen ist die ganze Schnirkelschneckenbande so überdreht, dass sie sich aus lauter Übermut unter Verwendung von handelsüblicher Lebensmittelfarbe* ein mitternächtliches Schockfarbenmenü zubereitet. Als Vorspeise gibt es knallrote Hähnchenfleischstreifen in schwarzer Bienenhonigsoße, danach folgen blaue Spaghetti mit grünem Sahnehäubchen,... . Tja, Leute, da läuft einem auch als Leser das Wasser im Munde zusammen (bitte nicht das Buch besabbeln!).

Schnecke Max besitzt die subtraktiven Grundfarben Blaugrün, Gelb und Purpur. Welche Farben muss er mischen, um Rot, Schwarz, Blau und Grün zu erhalten?

- * Mit den handelsüblichen Lebensmittelfarben lassen sich wirklich schöne Schweinereien anstellen. Probiere es selbst einmal aus.

LÖSUNG O 23

O 24 Der Traumflattermann



Oma Bertha ist eine begeisterte Computergraphikerin. In wochenlanger Kleinarbeit hat sie ihren ersten Computerfilm mit dem Titel "Der Traumflattermann" (siehe Skizze) geschaffen.

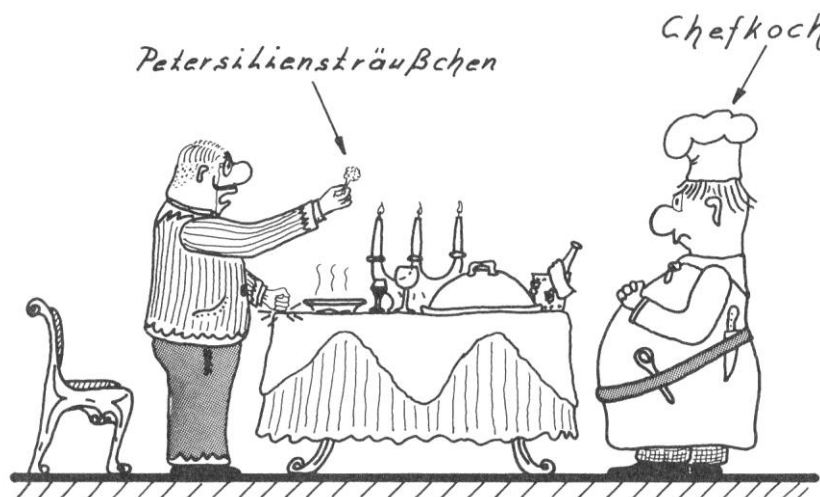
- a) Endlich kann sie sich die phantastisch-utopische Story auf ihrem Farbmonitor ansehen. Nun zeigt es sich, ob die Animation (Bewegung der Trickfiguren) und die Farbgebung stimmt.

Betrachte das Bild auf einem Farbmonitor kurzzeitig mit einer Lupe und erkläre, wieso Oma Bertha, gemütlich in ihrem Sessel sitzend, so viele verschiedene wunderhübsche Farben wahrnehmen kann.

- b) Natürlich soll Oma Berthas Meisterwerk "Der Traumflattermann" auch als farbiger Bildband unter das Volk gebracht werden. Um welche Art von Farbmischung handelt es sich beim Farbdruck?

LÖSUNG O 24

O 25 Der Skandal im Goumettempel



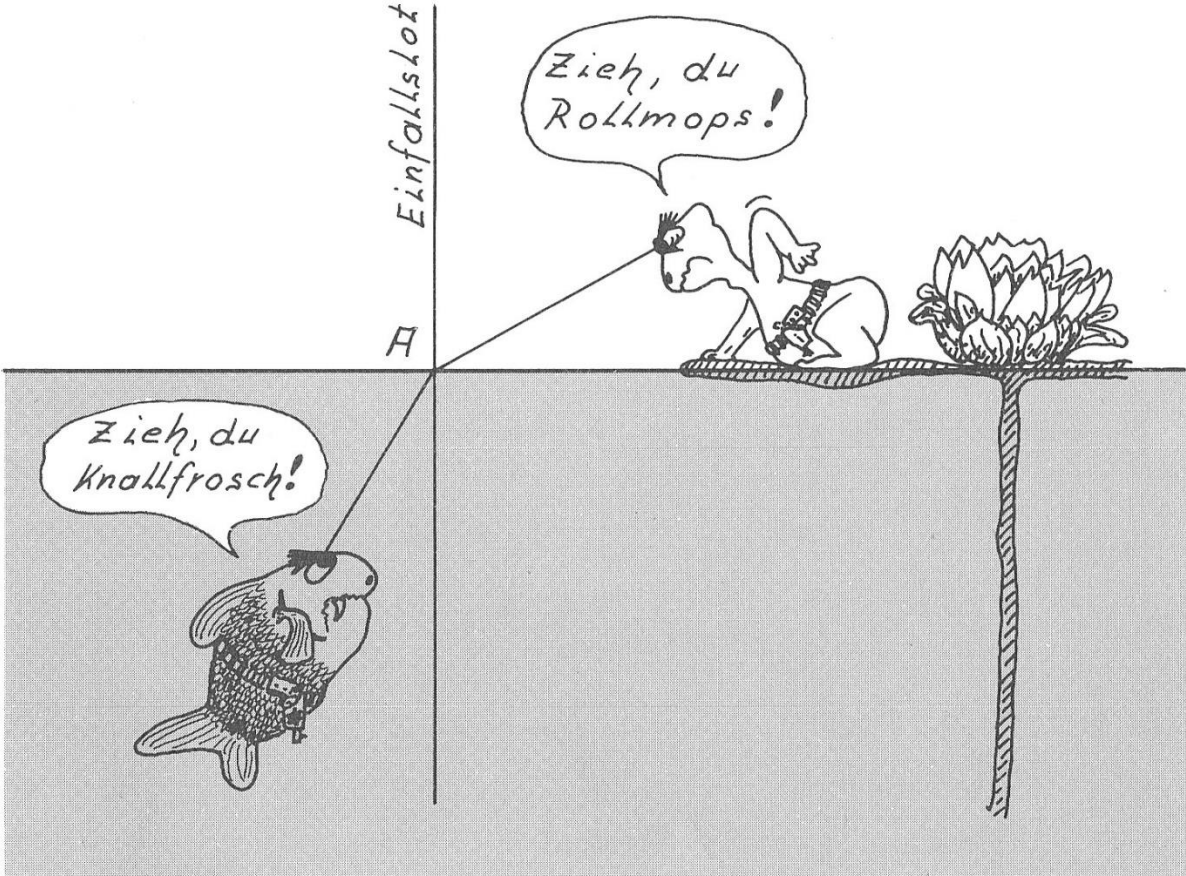
"Das ist ein Skandal ohnegleichen! Das kostet sie alle Sterne!", tobt Baron Münchhausen im "Goumettempel", dem nobelsten Feinschmeckerrestaurant von Bad Einstein. Als Michelinbeauftragter und Ritter des guten Geschmacks ist in sein High-Society-Jackett natürlich ein kleines, hochmodernes Lebensmittellabor integriert. Nur so konnte er den Chefkoch durch eine spektralanalytische Untersuchung in flagranti ertappen.

In der frischgehackten Petersilie, mit der Münchhausens Filet de sole á la bretonne bestreut war, entdeckte Münchhausen ein gesundheitsgefährdendes chemisches Element. Pfui Deibel!!

Erkläre, wie Baron Münchhausen mittels einer Spektralanalyse das gesundheitsgefährdende chemische Element nachweisen konnte. Erläutere vorher jedoch den Unterschied zwischen einem kontinuierlichen Spektrum und einem Linienspektrum.

LÖSUNG O 25

Lösungen zur Optik



O 1 Lösung

Münchhausen spinnt! Da es keinen vollkommenen Spiegel gibt, verringert sich die Energie des Lichtstrahls bei jeder Reflexion. Aufgrund der hohen Ausbreitungsgeschwindigkeit von Licht ($v = 300.000 \text{ km/s}$) finden in der Thermoskanne in kürzester Zeit viele Reflexionen statt, sodass sich die gesamte Strahlungsenergie innerhalb einer sehr kleinen Zeitspanne in innere Energie umgewandelt hat. Die Wände der Thermoskanne sind jetzt etwas wärmer geworden, doch in der Thermoskanne ist es dunkel.

[Zurück zur Aufgabe O 1](#)

O 2 Lösung

a)

Geg.: $t = 8,64$ Lichtjahre, $v = 300.000 \text{ km/s}$, $1 \text{ a} = 365 \text{ d}$

Ges.: s in km

Vor.: Wir verwandeln zuerst 8,64 Jahre in Sekunden und rechnen dann mit der Gleichung $v = s/t$ den Weg s aus.

Lsg.: $1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$
 $1 \text{ d} = 24 \cdot 3600 \text{ s} = 86.400 \text{ s}$
 $1 \text{ a} = 365 \cdot 86.400 \text{ s} = 31.536.000 \text{ s}$
 $8,64 \text{ a} = 8,64 \cdot 31.536.000 \text{ s} = 272.471.040 \text{ s}$

$$\underline{t = 272.471.040 \text{ s}}$$

$$\begin{aligned} v = s/t &\Rightarrow s = v \cdot t \\ s &= 300.000 \text{ km/s} \cdot 272.471.040 \text{ s} \\ s &= \underline{\underline{81.741.312.000.000 \text{ km} \approx 81,7 \text{ Billionen km}}} \end{aligned}$$

Erg.: Der Stern Sirius ist 81,7 Billionen Kilometer von der Erde entfernt.

b)

Geg.: $s = 21.288.000.000.000.000.000 \text{ km}$, $1 \text{ a} = 365 \text{ d}$, $v = 300.000 \text{ km/s}$ (aus Aufgabenteil a)

Ges.: t

Vor.: Wer Potenzrechnung kann, der kann den Taschenrechner benutzen. Ansonsten muss man alles "zu Fuß" rechnen.

Lsg.: $v = s/t$

$$t = s/v$$

$$t = \frac{21.288.000.000.000.000.000 \text{ km}}{300.000 \frac{\text{km}}{\text{s}}}$$

$$t = 70.960.000.000.000s = \frac{70.960.000.000.000}{31.536.000} \text{ a}$$

Wert aus Teilaufgabe a)

$$\underline{\underline{t = 2.250.127 \text{ a}}}$$

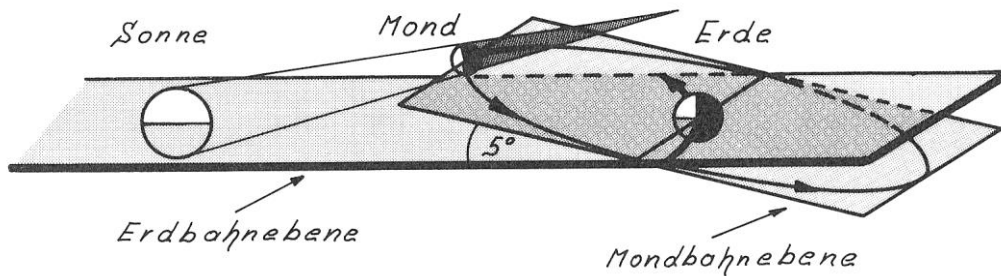
Erg.: Das Licht des Andromedanebels braucht 2,25 Millionen Jahre, um die Erde zu erreichen.

[Zurück zur Aufgabe O 2](#)

03 Lösung

Baron Münchhausen ist ein Halunke! Er wollte uns täuschen, indem er uns die Bewegungsvorgänge nur in der Draufsicht zeigte.

Die Ebene, in der der Mond die Erde umläuft (Mondbahnebene) ist gegenüber der Ebene, in der die Erde die Sonne umläuft (Erdbahnebene), um ca. 5° geneigt. Aus diesem Grund liegen Sonne, Erde und Mond nicht zweimal im Monat auf einer Geraden, sondern viel seltener.



[Zurück zur Aufgabe O 3](#)

04 Lösung

- a) Eine möglichst punktförmige Lichtquelle, z.B. eine Klarglaslampe mit kleinem Glühwendel.
- b) Zwei punktförmige Lichtquellen.
- c) Je kleiner der Abstand zwischen Lichtquelle und Pappschablone und je größer der Abstand zwischen Pappschablone und Mauer ist, desto größer ist der Schatten.

[Zurück zur Aufgabe O 4](#)

05 Lösung

a)

Geg.: $G = 7 \text{ m}$, $B = 16 \text{ cm}$, $b = 40 \text{ cm}$

Ges.: g

Vor.: Die gesuchte Größe g berechnen wir mit dem Abbildungsgesetz.

Lsg.: $B/G = b/g \Rightarrow g = \frac{b \cdot G}{B}$

$$g = \frac{0,4 \text{ m} \cdot 7 \text{ m}}{0,16 \text{ m}}$$

$$\underline{\underline{g = 17,5 \text{ m}}}$$

Erg.: Der Baum steht 17,5 m von der Lochblende der Camera obscura entfernt.

b)

Geg.: $B = 14 \text{ cm}$, $g = 80 \text{ m}$, $b = 45 \text{ cm}$

Ges.: G

Vor.: Abbildungsgesetz $B/G = b/g$ nach G umstellen.

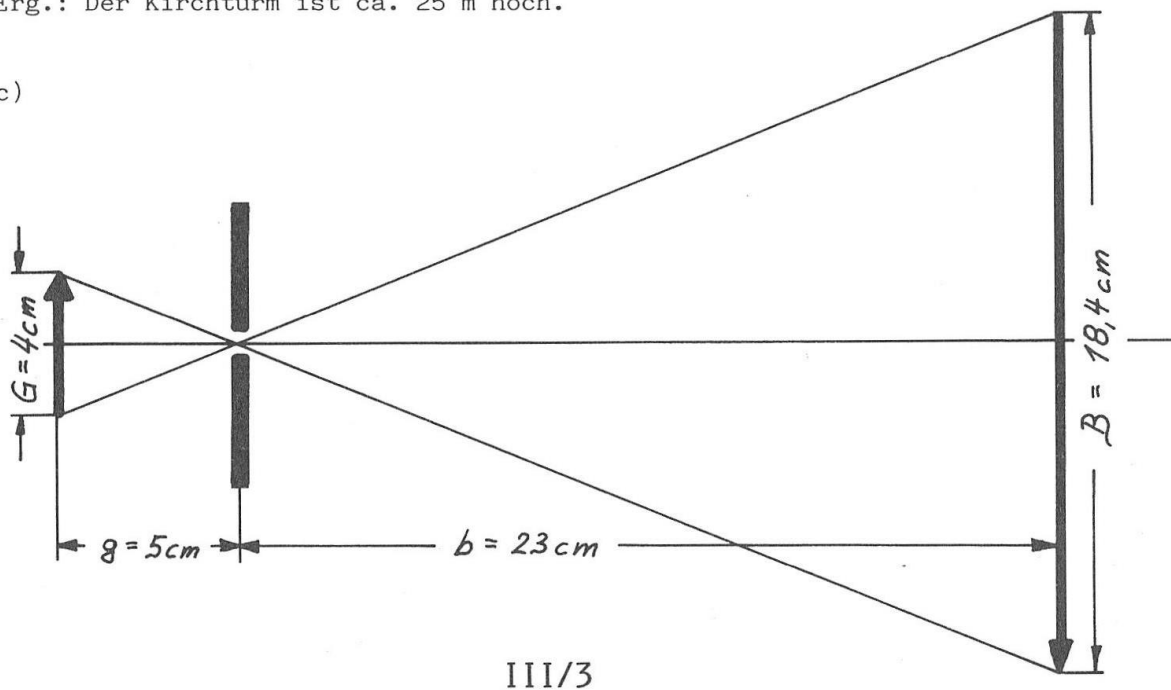
Lsg.: $B/G = b/g \Rightarrow G = \frac{g \cdot B}{b}$

$$G = \frac{80 \text{ m} \cdot 0,14 \text{ m}}{0,45 \text{ m}}$$

$$\underline{\underline{G = 24,89 \text{ m}}}$$

Erg.: Der Kirchturm ist ca. 25 m hoch.

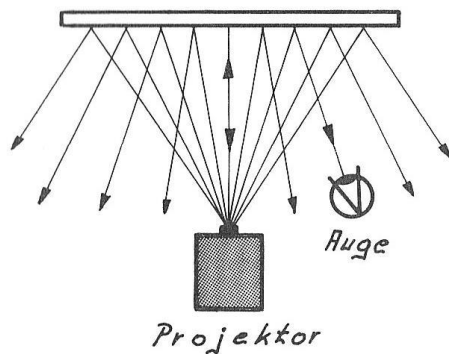
c)



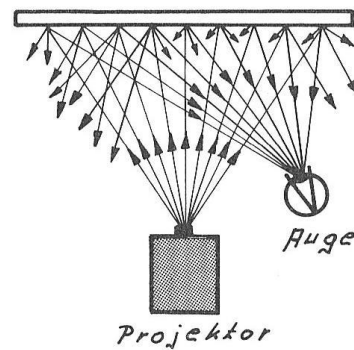
[Zurück zur Aufgabe 0 5](#)

O 6 Lösung

a) Ein Spiegel als "Leinwand"
(Reflexion)



b) Eine handelsübliche Leinwand
(Streuung)



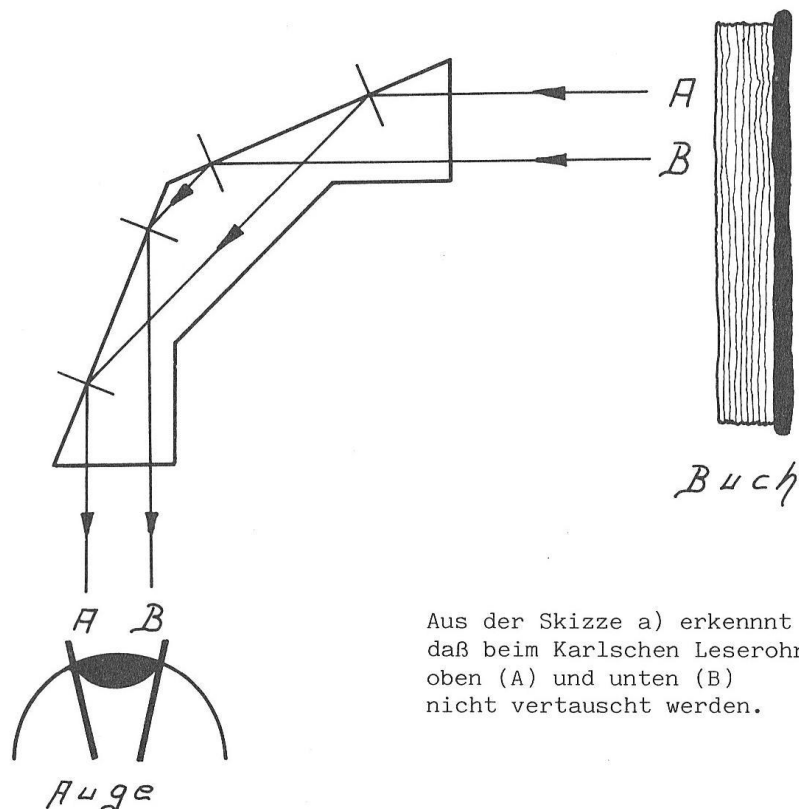
Das vom Projektor ausgesandte Licht wird von einem Spiegel nach dem Reflexionsgesetz reflektiert. Deshalb fällt nur ein schmales Strahlenbündel in das Auge des Zuschauers. Er sieht also nur einen kleinen Bildausschnitt (Skizze a).

Eine handelsübliche Leinwand wirft das Licht jedoch nach allen Seiten zurück (Streuung), sodass von jedem Punkt der Leinwand Licht in das Auge des Zuschauers fällt. Er sieht das ganze Bild (Skizze b).

[Zurück zur Aufgabe O 6](#)

O 7 Lösung

Skizze a)

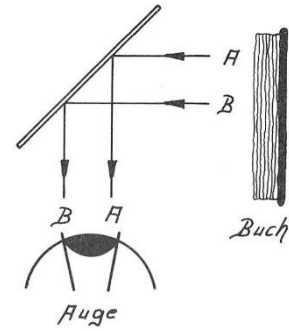


Aus der Skizze a) erkennt man, daß beim Karlschen Leserohr oben (A) und unten (B) nicht vertauscht werden.

Skizze b)

Bei dem um 45° geneigten Einzelspiegel werden oben (A) und unten (B) vertauscht.

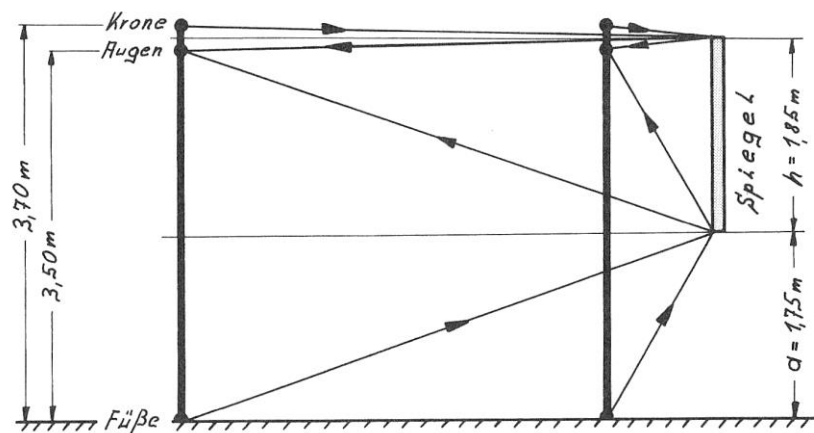
Stellt der Kranke das Buch nun auf den Kopf dann sind links und rechts vertauscht. Es bleibt also dabei, Opa Karls Erfindung ist Weltklasse! Und wer es nicht glaubt, der kann es mit zwei Taschenspiegeln ja einmal ausprobieren



[Zurück zur Aufgabe O 7](#)

O 8 Lösung

Wir beantworten alle drei Fragen anhand einer Skizze.

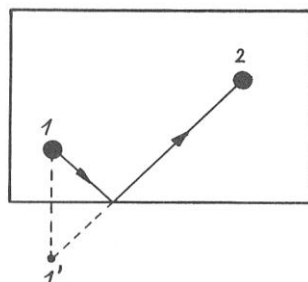


- Aus der Skizze ergibt sich eine Spiegelgröße von $h = 1,85 \text{ m}$.
- Aus der Skizze folgt weiterhin, dass sich die Unterkante des Spiegels $a = 1,75 \text{ m}$ über dem Fußboden befinden muss.
- Aus der Skizze folgt auch, dass der Abstand zwischen Stiefmutter und Spiegel ohne Bedeutung ist; denn wenn sich Stiefmutter Oma Bertha vom Spiegel entfernt, wird der Einfallswinkel in gleichem Maße kleiner wie der Reflexionswinkel. Dadurch fällt z.B. der Lichtstrahl, der von der Fußspitze ausgeht (siehe Skizze) und an der Spiegelunterkante reflektiert wird, unabhängig vom Abstand immer in Oma Berthas Auge

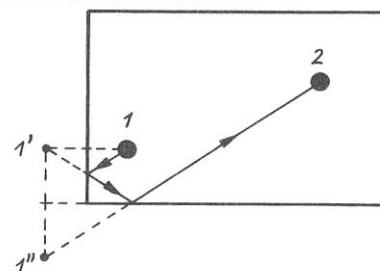
[Zurück zur Aufgabe O 8](#)

O 9 Lösung

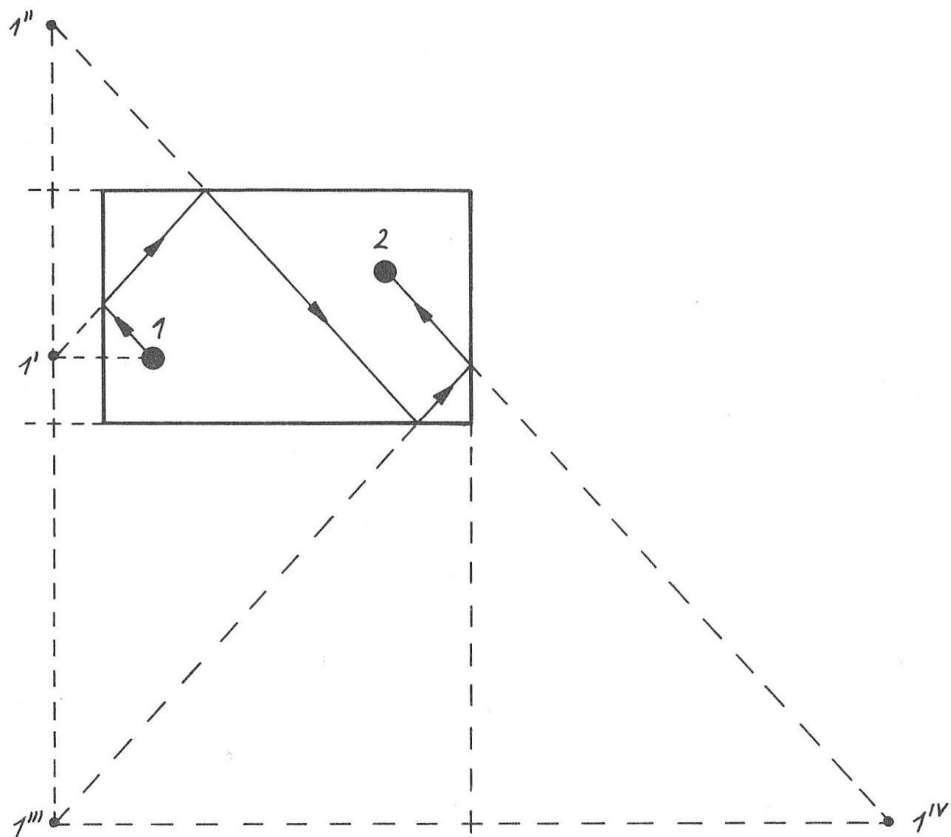
Einfachreflexion



Zweifachreflexion

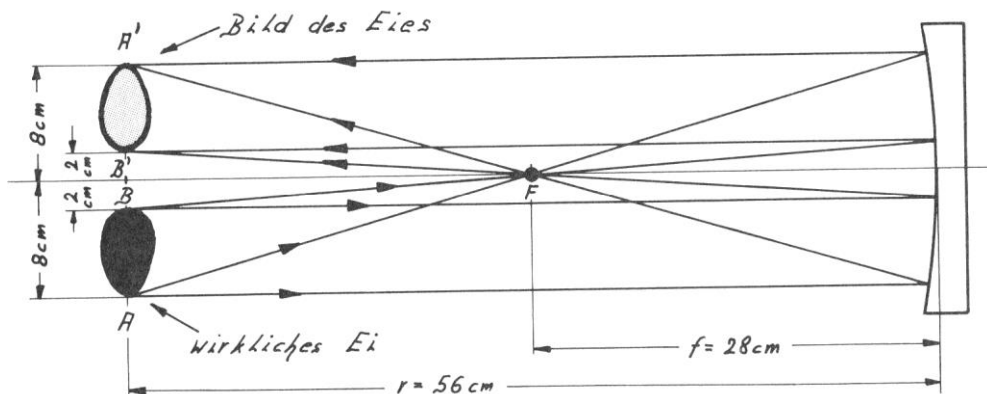


Vierfachreflexion



[Zurück zur Aufgabe O 9](#)

O 10 Lösung



Aus der Konstruktion erkennt man, dass man das Bild des Eies auch geometrisch um die optische Achse hätte spiegeln können, um den Ort des wirklichen Eies zu erhalten.

[Zurück zur Aufgabe O 10](#)

O 11 Lösung

a)

Geg.: $g = 50 \text{ cm}$, $b = -10 \text{ cm}$

anstelle von Luft Wasser vor dem Auge, so sieht Max alle Gegenstände nur noch unscharf, da die Lichtbrechung nun zu gering ist.

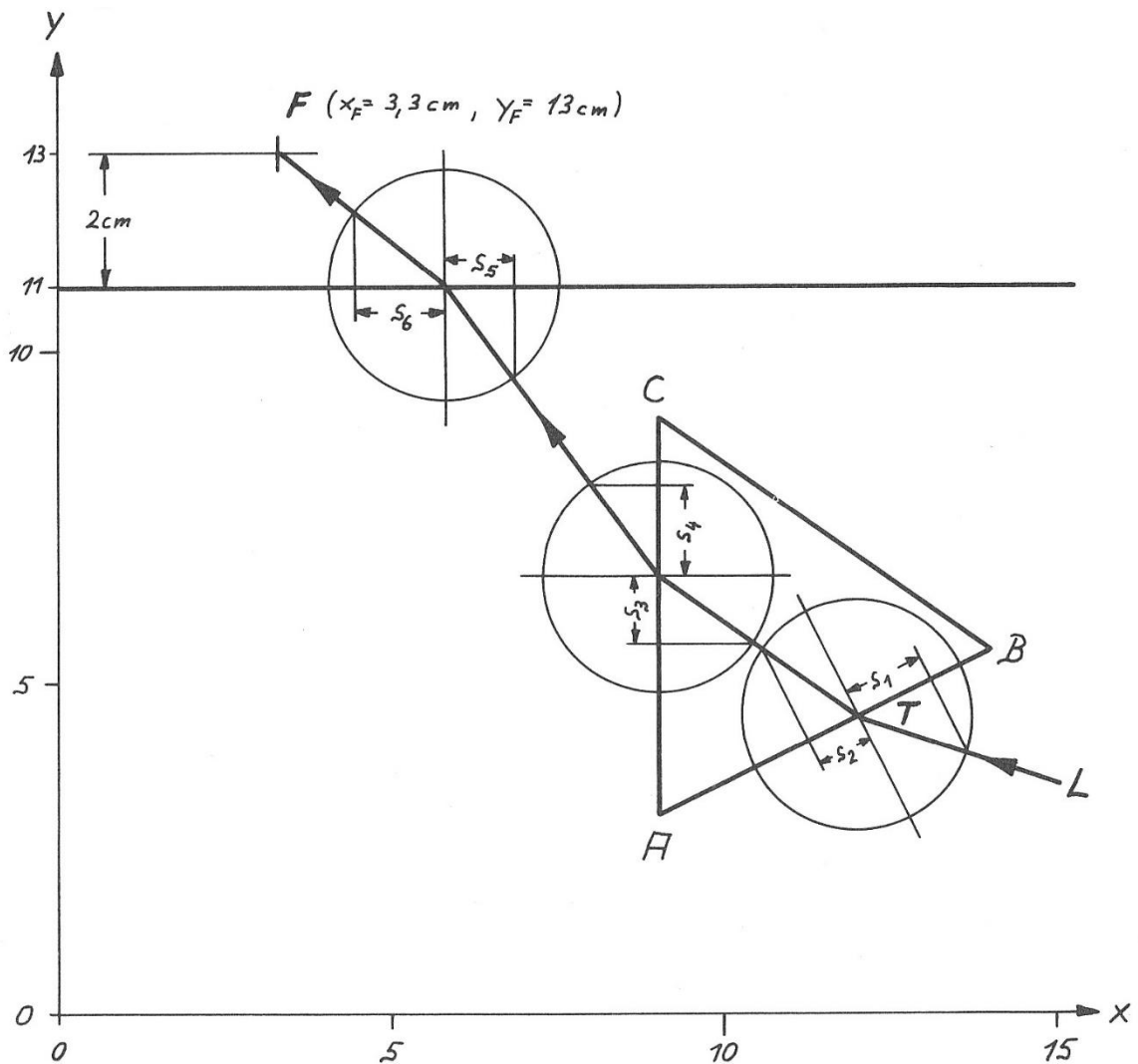
[Zurück zur Aufgabe O 12](#)

O 13 Lösung

- a) Unter der vereinfachenden Annahme, dass die Kugeln beim Durchgang durch die Grenzfläche Luft/Wasser nicht abgelenkt werden, folgt laut Aufgabenskizze, dass die Kugeln über die Köpfe der beiden Kontrahenten hinwegfliegen, wenn beide genau in Blickrichtung zielen.
- b) Na, klar! Kurti hätte gewonnen, denn ein Laserstrahl gehorcht dem Brechungsgesetz.

[Zurück zur Aufgabe O 13](#)

O 14 Lösung



Rechnung zur Skizze:

$$n_{W,F} = \frac{s_1}{s_2} \Rightarrow s_2 = \frac{s_1}{n_{W,F}} = \frac{12\text{mm}}{1,4} = \underline{\underline{8,6 \text{ mm}}}$$

$$n_{W,F} = \frac{s_4}{s_3} \Rightarrow s_4 = s_3 \cdot n_{W,F} = 10 \text{ mm} \cdot 1,4 = \underline{\underline{14\text{mm}}}$$

$$n_{L,W} = \frac{s_6}{s_5} \Rightarrow s_6 = s_5 \cdot n_{L,W} = 10,1 \text{ mm} \cdot 1,33 = \underline{\underline{13,4 \text{ mm}}}$$

Erg.: Der gefährliche Punkt F hat die Koordinaten $x_F = 3,3 \text{ cm}$; $y_F = 13 \text{ cm}$.

[Zurück zur Aufgabe O 14](#)

O 15 Lösung

a)

Geg.: $f = 400 \text{ mm}$, $g = 4 \text{ m}$

Ges.: b

Vor.: Simpel! $1/f = 1/g + 1/b$ nach b umstellen.

Lsg.: $1/f = 1/g + 1/b \Rightarrow 1/b = 1/f - 1/g$

$$\Rightarrow 1/b = \frac{g-f}{f \cdot g} \Rightarrow b = \frac{f \cdot g}{g-f}$$

$$b = \frac{40 \text{ cm} \cdot 400 \text{ cm}}{400 \text{ cm} - 40 \text{ cm}}$$

$$\underline{\underline{b = 44,4 \text{ cm}}}$$

Erg.: Der Abstand zwischen Sammellinse und Leinwand muss $44,4 \text{ cm}$ betragen.

b)

Geg.: $f = 400 \text{ mm}$, $g = \infty$

Ges.: b

Vor.: $1/f = 1/g + 1/b$ mit $g = \infty$

Lsg.: $g = \infty \Rightarrow 1/g = 0 \Rightarrow 1/f = 1/b \Rightarrow f = b$

$$\underline{\underline{b = 400 \text{ mm} = 40 \text{ cm}}}$$

Erg.: Für einen unendlich weit entfernten Gegenstand muss der Abstand zwischen Linse und Leinwand 40 cm betragen.

c)

Geg.: $f = 400 \text{ mm}$, $b = 64 \text{ cm}$

Ges.: g

Vor.: $1/f = 1/g + 1/b$ nach g umstellen

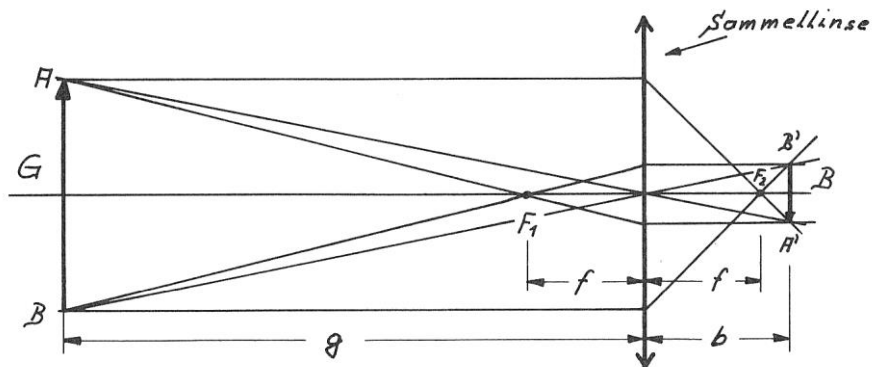
Lsg.:

$$1/f = 1/g + 1/b \Rightarrow 1/g = 1/f - 1/b \Rightarrow 1/g = \frac{b-f}{f \cdot b}$$

$$\Rightarrow g = \frac{f \cdot b}{b-f} = \frac{400 \text{ mm} \cdot 64 \text{ cm}}{64 \text{ cm} - 40 \text{ cm}} = \underline{\underline{106,7 \text{ cm}}}$$

Erg.: Der Abstand zwischen Gegenstand und Sammellinse darf nicht kleiner als 106,7 cm sein.

d)



[Zurück zur Aufgabe O 15](#)

O 16 Lösung

a)

Geg.: $V = 4$, $s_o = 25 \text{ cm}$

Ges.: f

Vor.: /

Lsg.: $V = s_o/f \Rightarrow f = s_o/V = 25 \text{ cm}/4 = \underline{\underline{6,25 \text{ cm}}}$

Erg.: Die Brennweite der Lupe beträgt 6,25 cm

b)

Geg.: $f = 6,25 \text{ cm}$

Ges.: D

Vor.: /

Lsg.: $D = 1/f = 1/6,25 \text{ cm} = 1/0,0625 \text{ m} = \underline{16 \text{ dpt}}$

Erg.: Die Lupe hat einen Brechwert von 16 Dioptrien.

c)

Man bildet die Sonne mit der Lupe auf einen nicht brennbaren Gegenstand, z.B. auf einen weißen Suppenteller, ab. Nun misst man die Bildgröße B und die Bildweite b . Wenn die Gegenstandsweite g (mittlerer Abstand Erde-Sonne ca. 150 Millionen Kilometer) bekannt ist, kann man mit der Abbildungsgleichung

$$B/G = b/g \Rightarrow G = (g \cdot B)/b$$

den Sonnendurchmesser G bestimmen.

[Zurück zur Aufgabe O 16](#)

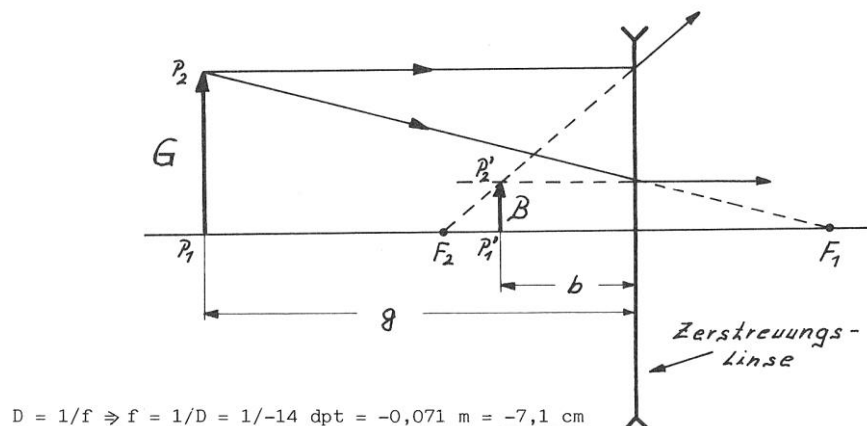
O 17 Lösung

a) Der Kurgast lügt! Da er stark kurzsichtig ist (siehe Text), muss er eine Brille mit Zerstreuungslinsen tragen. Eine Zerstreuungslinse kann aber auf Hannelores Nase kein Bild von der Sonne (Brennpunkt) erzeugen.

b) Kurzsichtigkeit: Der Augapfel ist zu lang. Deshalb liegen die Bildpunkte von weiter entfernten Gegenständen vor der Netzhaut, sodass auf der Netzhaut nur ein unscharfes Bild entsteht. Durch das Tragen von Zerstreuungslinsen erreicht man, dass die Bildpunkte wieder auf der Netzhaut liegen.

Weitsichtigkeit: Der Augapfel ist zu kurz. Deshalb liegen die Bildpunkte von nahen Gegenständen hinter der Netzhaut. Durch das Tragen von Sammellinsen erreicht man, dass die Bildpunkte wieder auf der Netzhaut liegen.

c)



Da die Brennweite negativ ist, mussten wir, anders als bei einer Sammellinse, den Brennpunkt F_2 auf der gegenstandzugewandten Seite, den Brennpunkt F_1 auf der gegenstandsabgewandten Seite einzeichnen. Bei der Konstruktion des Bildes erhielten wir deshalb nur einen scheinbaren Bildpunkt P'_2 durch die rückwärtige Verlängerung der gebrochenen ausgezeichneten Strahlen. Das Bild kann also nicht mit einem Schirm aufgefangen werden. Es ist virtuell.

[Zurück zur Aufgabe O 17](#)

O 18 Lösung

Geg.: $G = 36 \text{ mm}$, $b = 2,5 \text{ m}$, $B = 60 \text{ cm}$

Ges.: f

Vor.: Kein Problem für uns! Mit den Abbildungsgleichungen $B/G = b/g$ und $1/f = 1/g + 1/b$ lösen wir die Aufgabe und beweisen damit, dass wir auch das Zeug zu einem echten Casanova besitzen.

$$\text{Lsg.: } B/G = b/g \Rightarrow g = \frac{b \cdot G}{B} = \frac{250 \text{ cm} \cdot 3,6 \text{ cm}}{60 \text{ cm}} = 15 \text{ cm}$$

$$1/f = 1/g + 1/b = 1/f = \frac{b+g}{g \cdot b}$$

$$\Rightarrow f = \frac{g \cdot b}{b+g} = \frac{15 \text{ cm} \cdot 250 \text{ cm}}{250 \text{ cm} + 15 \text{ cm}} = \underline{\underline{14,15 \text{ cm}}}$$

Erg.: Die Sammellinse muss eine Brennweite von 14,15 cm besitzen.

[Zurück zur Aufgabe O 18](#)

O 19 Lösung

Geg.: $x = 3 \text{ mm}$, $t = 0,05 \text{ s}$, $g = 15 \text{ m}$, $f = 28 \text{ mm}$

Ges.: v

Vor.: Mit $v = s/t$ können wir die Geschwindigkeit des Autos berechnen, wenn wir den in der Zeit t zurückgelegten Weg s kennen. Bezeichnen wir den Weg s mit G (Gegenstandsgröße) und die Bildunschärfe x mit B (Bildgröße), so können wir mit Hilfe der Abbildungsgleichungen $B/G = b/g$ und $1/f = 1/g + 1/b$ den Weg s berechnen.

Lsg.: $B/G = b/g \Rightarrow G/B = g/b$; mit $s = G$ und $x = B$ folgt $s/x = g/b$

$$\Rightarrow s = x \cdot g/b \quad (1)$$

(2) in (1) einsetzen

$$s = x \cdot \frac{g \cdot (g-f)}{f \cdot g}$$

$$1/f = 1/g + 1/b \Rightarrow 1/b = 1/f - 1/g$$

$$\Rightarrow 1/b = \frac{g-f}{f \cdot g} \quad (2)$$

$$s = 0,003 \text{ m} \cdot \frac{15 \text{ m} - 0,028 \text{ m}}{0,028 \text{ m}}$$

$$\underline{s = 1,6 \text{ m}}$$

$$v = s/t = \frac{1,6 \text{ m}}{0,05 \text{ s}} = 32 \text{ m/s} = 32 \cdot \frac{3600 \text{ km}}{1000 \text{ h}} = \underline{\underline{115,2 \text{ km/h}}}$$

Erg.: Die Geschwindigkeit des Autos betrug $32 \text{ m/s} = 115,2 \text{ km/h}$.

[Zurück zur Aufgabe O 19](#)

O 20 Lösung

Eine maximale Vergrößerung erreicht Eligius, wenn er die Linse $f_1 = 200 \text{ cm}$ als Objektivlinse und die Linse $f_4 = 5 \text{ cm}$ als Okularlinse verwendet; denn die Fernrohrvergrößerung V berechnet sich wie

$$V = \frac{f_{Ob}}{f_{Ok}} = \frac{200 \text{ cm}}{5 \text{ cm}} = \underline{\underline{40}}$$

Die Objektivlinse erzeugt von sehr weit entfernten Objekten ein reelles Bild in ihrer Brennebene, die auch zugleich die Brennebene der Okularlinse ist. Somit beträgt der Linsenabstand x :

$$x = f_{ob} + f_{ok} = 200 \text{ cm} + 5 \text{ cm} = \underline{\underline{205 \text{ cm}}}$$

[Zurück zur Aufgabe O 20](#)

O 21 Lösung

Beim Mikroskop liegt das Objekt annähernd in der Brennebene der Objektivlinse, sodass gilt $f_{ob} \approx g$. Dadurch erhalten wir mit

$$V = B/G = b/g = 10 \text{ cm}/0,4 \text{ cm} = 25$$

ein 25-fach vergrößertes reelles Zwischenbild. Dieses Zwischenbild betrachten wir durch das Okular, welches das Zwischenbild noch einmal 10-fach vergrößert. Die Gesamtvergrößerung beträgt also

$$V = V_{ob} \cdot V_{ok} = 25 \cdot 10 = \underline{\underline{250}}$$

[Zurück zur Aufgabe O 21](#)

O 22 Lösung

- a) Ein Regenbogen kann immer dann beobachtet werden, wenn es regnet und die Sonne scheint, oder wenn Münchhausen seine tolle Regenbogenanlage einschaltet. Dann tritt das weiße Licht in die Regentropfen ein, wird gebrochen und spektral zerlegt. Nachdem die farbigen Strahlen an der Rückseite der Regentropfen reflektiert worden sind, treten sie unter erneuter Brechung wieder aus.

Steht ein Beobachter mit dem Rücken zur Sonne, so sieht er unter einem bestimmten Winkel einen Regenbogen in den Spektralfarben Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau, Violett (von außen nach innen).

b) Gelb = Rot + Grün

Weiß = Rot + Grün + Blau

Purpur = Blau + Rot

Blaugrün = Blau + Grün

[Zurück zur Aufgabe O 22](#)

O 23 Lösung

Rot = Gelb + Purpur

Schwarz = Gelb + Purpur + Blaugrün

Blau = Purpur + Blaugrün

Grün = Gelb + Blaugrün

[Zurück zur Aufgabe O 23](#)

O 24 Lösung

a) Betrachtet man den Bildschirm eines Farbfernsehgerätes mit der Lupe, so sieht man, dass das farbige Bild aus sehr vielen Farbpunkten aufgebaut ist. Man entdeckt jedoch nur Farbpunkte in den additiven Grundfarben Rot, Grün und Blau. In größerem Abstand vom Fernsehgerät kann unser Auge die Farbpunkte nicht mehr einzeln wahrnehmen. Es sieht eine durch additive Farbmischung entstandene Mischfarbe.

b) Auch beim Farbdruck besteht das Bild aus vielen kleinen Punkten. Man verwendet meist die subtraktiven Grundfarben Purpur, Gelb und Blaugrün sowie Schwarz. Die auf weißes Papier gedruckten Farbpunkte können nebeneinander liegen oder sich überdecken. Liegen sie nebeneinander, dann nimmt der Betrachter eine Mischfarbe wahr, die durch Farbaddition auf der Netzhaut seines Auges entsteht. Überdecken sich die Farbpunkte auf dem Papier, so entsteht die Mischfarbe durch Farbsubtraktion.

[Zurück zur Aufgabe O 24](#)

O 25 Lösung

Erhitzte feste und flüssige Stoffe senden Licht aus, welches sich mittels eines Prismas in ein kontinuierliches Spektrum zerlegen lässt. Zerlegt man mit einem Prisma das Licht von erhitzten Gasen und Dämpfen, so sieht man kein kontinuierliches Farbband von Rot bis Violett, sondern nur einzelne farbige Linien. Ein solches Linienspektrum gibt Auskunft über das jeweilige lichtaussendende Element. Es ist sozusagen die "Unterschrift" des Elementes.

Baron Münchhausen weiß, dass erhitzte Gase und Dämpfe ein Linienspektrum aussenden und dass jedem Element ein eigenes typisches Linienspektrum zugeschrieben werden kann.

Deshalb muss Münchhausen eine Petersilienprobe durch Erhitzen in den dampf- bzw. gasförmigen Zustand überführen und das ausgesandte Licht spektral zerlegen. Die so erhaltenen Spektren sind die Linienspektren, der Elemente, die in der Probe enthalten sind. Nun muss Münchhausen nachsehen, ob das Linienspektrum des giftigen Elementes dabei ist.

[Zurück zur Aufgabe O 25](#)