

Zur Einführung in die Mikroskopie : 4. Übung : wir spielen mit dem Brennglas

Autor(en): **Clemençon, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Pilzkunde = Bulletin suisse de
mycologie**

Band (Jahr): **55 (1977)**

Heft 7

PDF erstellt am: **27.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-937362>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

SZP Schweizerische Zeitschrift für Pilzkunde

Offizielles Organ des Verbandes Schweizerischer Vereine für Pilzkunde
und der Vapko, Vereinigung der amtlichen Pilzkontrollorgane der Schweiz

BSM Bulletin Suisse de Mycologie

Organe officiel de l'Union des sociétés suisses de mycologie et de la Vapko,
association des organes officiels de contrôle des champignons de la Suisse

| | |
|---------------------------|---|
| <i>Redaktion:</i> | Adolf Nyffenegger, Muristrasse 5, 3123 Belp, Tel. 031 81 11 51. Vereinsmitteilungen müssen bis am letzten Tag, literarische Einsendungen spätestens am 20. des Vormonats im Besitze des Redaktors sein, wenn sie in der laufenden Nummer erscheinen sollen. |
| <i>Druck und Verlag:</i> | Druckerei Benteli AG, 3018 Bern, Tel. 031 55 44 33, Postcheck 30-321. |
| <i>Abonnementspreise:</i> | Schweiz Fr. 24.–, Ausland Fr. 26.50, Einzelnummer Fr. 3.15. Für Vereinsmitglieder im Beitrag inbegriffen. |
| <i>Insertionspreise:</i> | 1 Seite Fr. 200.–, ½ Seite Fr. 110.–, ¼ Seite Fr. 60.–. |
| <i>Adressänderungen:</i> | melden Vereinsvorstände bis zum 2. des Monats an <i>Ernst Mosimann, Schulhausstrasse 15, 3076 Worb.</i> |
| <i>Nachdruck:</i> | auch auszugsweise, ohne ausdrückliche Bewilligung der Redaktion verboten. |

55. Jahrgang – 3018 Bern, Juli 1977 – Heft 7

Zur Einführung in die Mikroskopie

4. Übung: Wir spielen mit dem Brennglas

Material: Ein Brennglas oder eine Taschenlupe, Papier und ein Taschenrechner, ein guter Freund, der «au!» schreit, wenn man mit dem Brennglas seine Haut ansengt.

Jedermann weiss, dass starke Linsen auch starke Brenngläser sind. Aber was ist eigentlich eine starke Linse, und warum brennen nicht alle Brenngläser gleich heiss? Und was hat das alles überhaupt mit Mikroskopie zu tun? Nun, Brennweiten sind elementare Grössen jeder Linsensysteme und somit auch der Fotoapparate und Mikroskope. «Starke» Linsen geben «starke» Mikroskope.

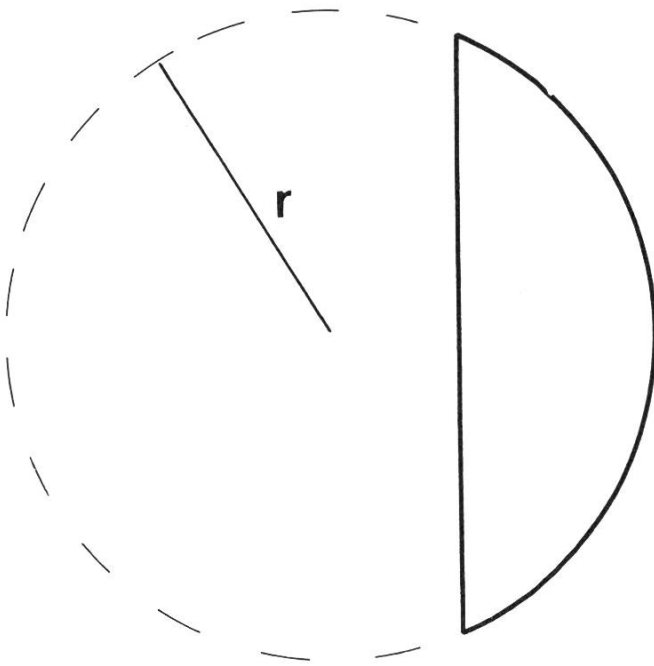
Brennpunkt, Brennweite und Lichtstärke einer Linse

Das altbekannte Brennglas hat seine Bezeichnung von der Tatsache, dass man damit die Sonnenstrahlen so stark konzentrieren kann, dass ein brennend heisser «Punkt» entsteht. Der «Punkt» ist in Wirklichkeit ein rundes Scheibchen, ein Abbild der Sonne. Wir wissen alle aus eigener Erfahrung, dass die Brennwirkung am grössten und der «Brennpunkt» am kleinsten ist, wenn die Linse einen ganz bestimmten, durch Probieren rasch gefundenen Abstand vom zu brennenden Objekt hat. Dieses Objekt ist ja oft heimtückischerweise die Hand eines Freundes! Der gefundene Abstand ist die Brennweite der Linse, die in der Optik mit f (focus = Brennpunkt) bezeichnet wird.

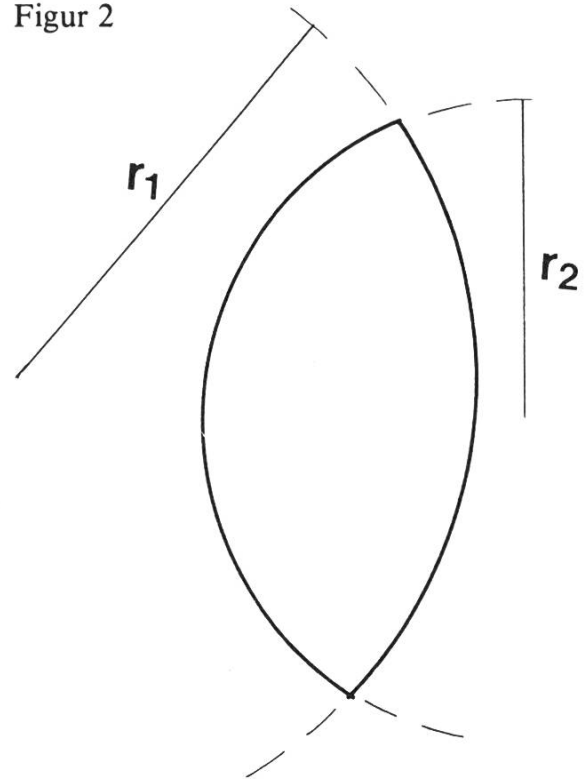
Und noch etwas wissen wir aus Erfahrung: Je kürzer die Brennweite, desto stärker das Brennglas, weil der Brennpunkt kleiner und heisser ist. Und wir wissen auch, dass starke Brenngläser stärker gewölbt sind als schwache. Buben haben einen grossen Respekt vor den stark gewölbten Gläsern ihrer Freunde, aber keinen vor den schwach gewölbten.

Neben der Wölbung spielt aber noch der Durchmesser der Linse eine Rolle für die Brennkraft des Glases. Dies ist ganz einfach zu verstehen. Eine grosse Linse erfasst viel mehr Sonnenstrahlen als eine kleine und konzentriert sie im Brennpunkt. Experimentell lässt sich das nachprüfen,

Figur 1



Figur 2



indem vor eine grosse Linse eine Karte mit verschiedenen grossen Löchern gestellt wird. Beobachtet wird die Helligkeit des Brennpunktes und die Heizkraft der Linse auf dem Handrücken des Freundes. In der Optik wird die Karte mit dem Loch als «Blende» bezeichnet. Die Linse wird abgeblendet.

Die Stärke des Brennglases wird also von zwei Faktoren bestimmt: der Wölbung und dem Durchmesser. Je grösser die Wölbung und je grösser der Durchmesser, desto stärker das Brennglas. Wir können auch sagen: je kürzer die Brennweite und je grösser der Durchmesser, desto stärker das Brennglas. Die Brennkraft (oder Lichtstärke, was das gleiche bedeutet) wird durch die Formel (1) definiert:

$$(1) \quad B = \frac{d}{f}$$

Die Umkehrung von (1), also $f:d$, wird in der Fotografie universell als Mass der Lichtstärke einer Linse oder eines Objektivs gebraucht. «Blende 11» heisst, dass die Brennweite 11mal länger als der Blendendurchmesser ist.

Beziehung zwischen Wölbung der Linse und ihrer Brennweite

Je stärker gewölbt die Linse, desto kürzer die Brennweite. Wir nehmen zunächst einen einfachen Fall, nämlich eine Linse, deren eine Seite flach, die andere gewölbt ist. Solche Linsen heissen plankonvexe Linsen und sind Kugelsegmente. Die Wölbung wird als Länge des Kugelradius dargestellt (Figur 1). Kleiner Kugelradius r ergibt grosse Wölbung. Also, je kleiner r , desto kürzer die Brennweite f .

Die Brennweite hängt aber noch von der spezifischen Brechkraft n des Materials ab, aus der die Linse gemacht ist. Eine Linse aus Plastik ist schwächer als eine gleich geformte Linse aus Glas. Die Beziehung zwischen f , r und n lautet für plankonvexe Linsen:

$$(2) \quad f = \frac{r}{n-1}$$

Der Brechungsindex n für Glas ist etwa 1,5 (er hängt von der Glassorte ab), für Plastik etwa 1,4. Eine Linse mit dem Wölbungsradius von 5 cm hat also die folgenden Brennweiten:

$$\text{für Glas} \quad f = \frac{5 \text{ cm}}{1,5 - 1} = 10 \text{ cm}$$

$$\text{für Plastik} \quad f = \frac{5 \text{ cm}}{1,4 - 1} = 12,5 \text{ cm}$$

Diese Werte gelten, wenn die Linsen in der Luft gebraucht werden. Wie steht es nun, wenn dieselben Linsen im Wasser zur Anwendung kommen? Die obige Formel (2) zeigt im Nenner den Wert $n-1$, wobei n der Brechungsindex des Linsenmaterials, 1 der Brechungsindex der Luft ist. Es muss nun an Stelle von 1 der Brechungsindex des die Linse umgebenden Materials gesetzt werden:

$$(3) \quad f = \frac{r}{n_L - n_u} \quad (n_L = \text{Brechungsindex der Linse}, n_u = \text{Brechungsindex der Umgebung})$$

Für Wasser ist $n = 1,33$, und für die beiden schon berechneten Linsen ergeben sich somit:

$$\text{Glaslinse in Wasser:} \quad f = \frac{5 \text{ cm}}{1,5 - 1,33} = 29,4 \text{ cm}$$

$$\text{Plastiklinse in Wasser:} \quad f = \frac{5 \text{ cm}}{1,4 - 1,33} = 71,4 \text{ cm}$$

Beide Linsen sind in Wasser wesentlich schwächer als in Luft.

Für beidseitig gewölbte Linsen, deren Wölbungen verschieden sind, nämlich r_1 und r_2 (Figur 2), deren Material (verschiedene Glas- oder Plastiksorten) den Brechungsindex n_L hat und die sich in verschiedener Umgebung (Luft, Wasser, Öl) befinden, kann die Brennweite f nach der allgemeinen Formel (4) berechnet werden.

$$(4) \quad \frac{1}{f} = (n_L - n_u) \cdot \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$$

Ich überlasse es dem Leser und seinem Taschenrechner, sich einige Linsen zu berechnen (zu Ihrer Kontrolle: eine Glaslinse mit den Wölbungsradien 6 cm und 4 cm hat in Wasser die Brennweite von 14,12 cm).

Bisher haben wir nur mit einer einzigen Linse gearbeitet. In Wirklichkeit aber arbeiten wir mit Objektiven, die immer aus mehreren Linsen zusammengesetzt sind. Nehmen wir wieder einen ganz einfachen Fall an. Jedermann kennt die Taschenlupe mit zwei unmittelbar übereinander montierten, unabhängig einschlagbaren Linsen. Mit einer solchen Lupe stehen uns drei verschiedene Brennweiten zur Verfügung, nämlich f_1 der ersten Linse, f_2 der zweiten Linse und f' beider Linsen zusammen. Die Formel (5) erlaubt uns, f' zu berechnen.

$$(5) \quad \frac{1}{f'} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

Beispiel: Eine doppelte Taschenlupe hat die Brennweiten $f_1 = 5 \text{ cm}$ und $f_2 = 3 \text{ cm}$. Wie gross ist die gesamte Brennweite?

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{5 \text{ cm}} + \frac{1}{3 \text{ cm}} = \frac{3 \text{ cm} + 5 \text{ cm}}{15 \text{ cm}^2} = \frac{8}{15 \text{ cm}} \quad f' = \frac{15 \text{ cm}}{8} = 1,875 \text{ cm}$$

Das zweilinsige System $f_1 = 5 \text{ cm}$, $f_2 = 3 \text{ cm}$ kann also durch eine einzige Linse von $f = 1,875 \text{ cm}$ ersetzt werden.

Für mehrlinsige Systeme wird die Sache rasch kompliziert, aber es gilt immer, dass schliesslich und endlich eine einzige Gesamtbrennweite erreicht wird. Jedes Objektiv kann also theoretisch durch eine einzige Linse ersetzt werden, was die weiteren Berechnungen enorm erleichtert. In der Praxis jedoch tut man das nicht, weil es sonst nicht möglich wäre, die zahlreichen Linsenfehler, von denen wir noch ausgiebig sprechen müssen, zu korrigieren.

Es war früher üblich, die Brennweiten der Mikroskop-Objektive anzugeben, ähnlich wie das heute noch für die Foto-Objektive getan wird. Meist geschah dies in Bruchteilen von Zoll. Beispiel: Das Objektiv markiert « $1/12$ » hat eine Brennweite von $1/12$ Zoll = 2,17 mm, wenn der Zoll zu 25,4 mm genommen wird.

Die Vergrösserung

Ein Brennglas kann als Projektionslinse betrachtet werden. Der Brennpunkt ist ja das projizierte Bild der Sonne! Wenn wir in einem Zimmer stehen, können wir ohne Mühe das Fenster mit dem Brennglas auf ein Blatt Papier abbilden und stellen fest, dass das Bild auf dem Kopf steht. Zudem ist das Bild viel kleiner als das Fenster. Wenn wir uns nun bei gleichbleibender Anordnung von Bild, Linse und Fenster den Strahlengang umgekehrt vorstellen, also vom Bild zum Fenster, dann sehen wir, wie ein Projektionsapparat arbeitet. Natürlich muss das kleine Bild, das Diapositiv, hell durchleuchtet werden, und an Stelle des Fensters steht eine Leinwand. Welches ist nun die Vergrösserung eines Projektionsapparates? Wir wissen alle, dass das vom Projektionsabstand und von der Brennweite des Projektions-Objektivs abhängt. Die Formel (6) gibt die Beziehung an.

$$(6) \quad V = \frac{L}{f} \quad (L = \text{Abstand der Leinwand von der Linse, } f = \text{Brennweite der Linse})$$

Beispiel: $L = 5 \text{ m}$, $f = 10 \text{ cm}$ $V = 500 \text{ cm} : 10 \text{ cm} = 50$

In der zweiten Übung (SZP, Juli 1976) haben wir gesehen, dass das Mikroskop auch ein Bild projiziert. Es wird dabei L , die Projektionslänge, vom Fabrikanten auf 160 mm festgelegt. Bei älteren Modellen ist das meist 170 mm. Die Eigenvergrösserung eines Mikroskop-Objektivs ergibt sich demnach aus der Formel (6), die nun an Stelle von L eben die 160 mm enthält, sehr einfach.

Beispiele:

a) Unser Objektiv « $1/12$ » von vorhin hat $f = 2,17 \text{ mm}$. Die Eigenvergrösserung ist somit $160 \text{ mm} : 2,17 \text{ mm} = 73,7$. Wird dasselbe Objektiv mit einem alten Stativ zusammen verwendet, wird die Eigenvergrösserung $170 : 2,17 = 78,3$.

b) Ein modernes Objektiv hat 40fache Eigenvergrösserung. Die Projektionslänge ist auf 160 mm fixiert. Wie gross ist die Brennweite des Objektivs?

Aus (6) leitet sich leicht $f = \frac{1}{V}$ ab. $f = 160 \text{ mm} : 40 = 4 \text{ mm}$

Das wär's für diesmal. Das nächste Mal wird eine andere, in der Mikroskopie sehr wichtige Linsengrösse besprochen: die Öffnung.

H. Cléménçon, Lausanne