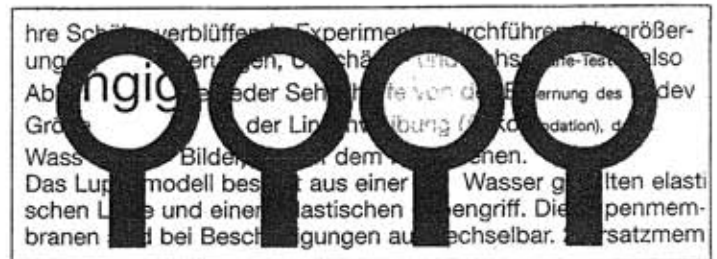


## Akkomodationslupe

### Achtung!

Die gelieferten, unbenutzten Lupen müssen vor Beginn der Experimente mit dest. oder zumindest demineralisiertem Wasser gefüllt werden! (Siehe ausführliche Arbeitsanleitung 1. in der einfachheitshalber statt demineralisiert nur von „Wasser“ geschrieben steht)



Bei längerem Liegen der gefüllten Lupen können sich innerhalb der Lupe möglicherweise Luftblasen gebildet haben. Vor Beginn der Übungen unbedingt entfernen (siehe ausführliche Arbeitsanleitung 1.)

Mit Hilfe dieser Akkomodationslupe mit variabler Linse führen Ihre Schüler interessante Experimente durch: Vergrößerungen, Verkleinerungen, Unschärfe- und Sehschärfe-Tests, also die Abhängigkeit der Sehschärfe von der Entfernung des Bildes und von der Größe der Linsenwölbung (Akkomodation). Dazu Bilder, die auf dem Kopf stehen.

Das Lupenmodell besteht aus einer mit Wasser gefüllten elastischen Linse und einem ebenfalls mit Wasser gefüllten elastischen Lupengriff. Die Lupenmembranen sind bei evtl. Beschädigungen auswechselbar. 2 Ersatzmembranen werden mitgeliefert.

*Es empfiehlt sich die Anschaffung eines 10-er Satzes.*

### **Kurzfassung**

Die Voreinstellung der Lupe ist bikonkav, dadurch erhält man eine geringe Bildverkleinerung (z.B. bei Auswahl eines Schriftsatzes). Durch Druck auf den elastischen Griff erfolgt die Wölbung der Linse in eine bikonvexe Form und das Schriftbild wird jetzt vergrößert. Wird die Lupe direkt an das Auge gehalten, verschwimmen die Umrisse. Durch Griffdruck wird die Schrift scharf. Bei größerer Entfernung der Schrift von der Lupe muss zur Scharfeinstellung die Linsenwölbung durch nachlassenden Druck flacher werden (Akkomodationsvorgang). Auf dem Kopf erscheint das Bild, wenn die Lupe außerhalb ihrer Brennweite vom Auge weg gehalten wird.

### **Ausführliche Arbeitsanleitung**

Brillenträger sollten ausprobieren, ob und wann sie ihre Sehhilfe aufsetzen oder abnehmen, um die Phänomene beobachten zu können.

1. **Das Füllen der Lupen mit Wasser.** Ziehen Sie Griff und Linse der Lupe auseinander und legen Sie beide Teile in eine hinreichend mit Wasser gefüllte Schüssel. Mit leichten Pumpbewegungen füllen Sie Griff und Linse mit Wasser, so dass keine Luftblasen zurückbleiben. Die Öffnungen sollen dabei nach oben zeigen, damit die Luftblasen entweichen können. Um die Linse blasenfrei zu bekommen empfiehlt es sich, diese unter Wasser mit dem Nippel nach oben zu halten und dann mit dem Zeigefinger an einer der zwei Oberkanten der Membran entlang zu streichen. Dadurch drücken Sie die letzten Luftreste aus dem Linsenkörper. Anschließend wird der Griff am vorderen Ende **zusammengedrückt** und unter Wasser auf den Zapfen der Lupe aufgesteckt. Nach dem Loslassen des Griiffs saugt dieser etwas Wasser aus dem optischen Teil, wodurch die Membran sich ein wenig nach innen wölbt. Dadurch ent-

steht eine bikonkave Form, die als Verkleinerungslinse wirkt. Sollte eine solche Verkleinerung nicht zu beobachten sein, dann wurde der mit Wasser gefüllte Griff nicht genügend zusammengedrückt. **Die Experimente gelingen nur, wenn die Lupen voll getrocknet sind.**

2. Sorgen Sie an den Arbeitsplätzen für eine gute Beleuchtung.
3. Für die Experimente verwenden Sie am besten **gedruckte Schriftsätze**.
4. Prüfen Sie vor jedem Experiment nach, ob alle Lupen blasenfrei sind und sich in einem bikonkaven Zustand befinden. Die benutzte Schrift muss verkleinert zu erkennen sein.
5. Verteilen Sie die Lupen mit Schriftsätzen am besten an 2er – oder 3-er Schülergruppen.

### Durchführung

Mit den nachfolgenden Experimenten werden wichtige Vorgänge der Linsenakkommodation beim Menschen nachvollzogen.

- a. Verkleinerung: Wenn Sie die Lupe dicht über die Schrift halten und wenn sich die Membran in der leicht bikonkaven Voreinstellung befindet (siehe Anleitung 1.), dann lesen Sie die Schrift verkleinert.
- b. Vergrößerung: Wenn Sie auf den elastischen Griff mit Daumen und Zeigefinger drücken, dann wird die Schrift mehr und mehr vergrößert. Ursache ist die stärker werdende Linsenwölbung (Lupeneffekt).
- c. Unschärfes Bild: Wenn Sie die Lupe dicht an das Auge führen, und nicht zu weit von dem Text halten, dann ist die darunter gelegte Schrift verschwommen. Die Lupe befindet sich in einer leicht bikonkaven Form.
- d. Scharfes Bild: Wenn Sie jetzt auf den Griff drücken, dann wird bei entsprechender bikonvexen Wölbung der Lupenmembran die Schrift scharf.
- e. Größere Entfernung der Schrift zur Lupe: Wenn Sie den Abstand der Lupe zur Schrift wesentlich vergrößern, wird die Schrift wieder unscharf. Bei einem minimalen Nachlassen des Griffdrucks verflacht die Linsenwölbung und das Bild gewinnt wieder an Schärfe. Dieser Vorgang entspricht dem Akkomodationsvorgang der Augenlinse.  
Arbeiten Sie mit den Schülern den Akkomodationsvorgang mit Hilfe von Skizzen und Beispielen ausführlich durch. (siehe auch Art. 130.113 Augenfunktionsmodell mit variabler Linse).
- f. Das Bild steht auf dem Kopf: Halten Sie die Lupe mit halbgestrecktem oder gestrecktem Arm vor Ihr Auge und suchen Sie sich ein markantes, gut sichtbares Objekt aus. Das Bild in der Lupe ist vertikal in der natürlichen Richtung zu sehen. Drücken Sie dann den elastischen Lupengriff kräftig durch, so dass sich eine starke Linsenwölbung ergibt. Der Gegenstand „dreht sich um“ und steht auf dem Kopf. Die Lupe befindet sich nämlich vom Auge her gesehen jetzt außerhalb ihrer Brennweite, so dass sich die Bildstrahlen überkreuzen und das Bild umdrehen (optischer Effekt).

### Wichtige Behandlungshinweise:

Bitte Vorsicht im Umgang mit den verletzlichen Membranen, die mit keinen spitzen oder stumpfen Gegenständen berührt werden dürfen.

### Auswechseln der Membranen bei Beschädigungen:

Die Halteringe werden mit einem Messer abgehoben. Vorher wird der Kunststoffgriff abgezogen und das Wasser aus dem Griff und aus der Membran gedrückt. Nach dem Entfernen der alten Membran wird die neue Folie auf den Kernring gelegt, sie muss deutlich an den Rändern überstehen. Anschließend wird der Haltering wieder aufgedrückt. Das Gleiche gilt für die andere Seite.

Mit einer scharfen Schere oder mit einem Rasiermesser schneiden Sie die überstehende Folie rundherum ab. Anschließend füllen Sie Griff und Akkomodationslupe mit Wasser, wie unter „Ausführliche Arbeitsanleitung“ 1. **Das Füllen der Lupe mit Wasser** beschrieben. Einen Membranwechsel können Sie beliebig oft vornehmen. Der ersten Lieferung werden 2 Ersatzmembranen beigelegt.

### Hinweis auf Experimentiersatz Auge:

Die Akkomodationslupe ist auch in Verbindung mit dem Schlüterschen Augenmodell (Experimentiersatz Auge, Art. 130.110) als Korrekturlinse gut einsetzbar.