



SCHOOL-SCOUT.DE

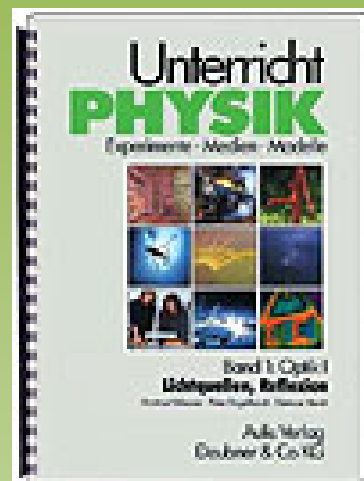
Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

*Unterricht Physik: Optische Geräte - Experimente, Medien,
Modelle*

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de



Inhalt

Vorwort	4
1. Einleitung	5
2. Struktur des Inhaltsbereiches und Basiswissen	6
3. Didaktische Leitvorstellungen	12
4. Literaturhinweise	12
5. Unterrichtsvorschläge	13
5.1 Fernrohre	13
5.2 Mikroskop	21
5.3 Fotoapparat	25
5.4 Diaprojektor	29
5.5 Tageslichtprojektor	33
6. Verzeichnis der Unterrichtsmaterialien	36
7. Anhang	70

Vorwort

Hinweise zur Funktion und zum Aufbau der Reihe Unterricht Physik

- Für die Vorbereitung eines guten experimentellen Physikunterrichts mit einem möglichst hohen Anteil an Selbsttätigkeit der Schüler ist ein hoher Zeitaufwand von Seiten der Physiklehrkräfte erforderlich.
- Häufig ist das Material (Fachliteratur zu den verschiedenen Teilgebieten, Medien, Hintergrundinformation usw.) für die umfassende Vorbereitung nur sehr verstreut zugänglich oder manchmal nur äußerst mühevoll, nicht rechtzeitig oder auch gar nicht greifbar.
- Die vorstehenden Punkte werden drastisch verstärkt, wenn die das Fach Physik erteilenden Lehrkräfte keine Fachausbildung durchlaufen haben, also fachfremd unterrichten müssen.

Diese Reihe setzt sich daher zum Ziel, die Vorbereitungsarbeit durch eine Strukturierung und unterrichtsbezogene Aufarbeitung im Sinne von Bereitstellung von detaillierten Vorschlägen der Unterrichtsdurchführung bis hin zu fertigen Schülerarbeitsblättern, die direkt kopiert werden können, stark zu straffen. Die dadurch eingesparte Vorbereitungszeit kann damit für eine weitere gedankliche Durchdringung der zu vermittelnden Inhalte sowie für eine Optimierung des allgemeinen Vermittlungsprozesses genutzt werden.

Diese Reihe richtet sich in erster Linie an die Physiklehrkräfte, die in der Sekundarstufe tätig sind, wenngleich viele Materialien, wie z. B. fertig ausgearbeitete Schülerarbeitsblätter und z. B. Anleitungen zum Bau von physikalischen Geräten oder Spielzeugen, für die Hand von Schülerinnen und Schülern bestimmt sind. Die Reihe ist schulformübergreifend konzipiert und erlaubt durch entsprechende Auswahl, unterschiedliche Zusammenstellung bzw. Anpassung im Sinne einer Differenzierung einen flexiblen Einsatz.

Alle Bände sind in ihrem Aufbau einheitlich gegliedert. In einer **(1) Einleitung** wird das Thema des Bandes in den großen Rahmen des Physikunterrichtes eingeordnet. Der Abschnitt **(2) Struktur des Inhaltsbereiches und Basiswissen** gibt zunächst eine Übersicht über die Un-

terrichtseinheit und deren Abfolge wieder. Dabei wird auch auf Weiterführungs- und Differenzierungsmöglichkeiten hingewiesen. Das Basiswissen beinhaltet in sehr übersichtlicher und damit auch zwangsläufig sehr knapper Form die grundlegenden fachlichen Inhalte, die den Hintergrund für das Thema des Bandes darstellen. Im Kapitel **(3) Didaktische Leitvorstellungen und Gesamtplanungsfeld** kommen die grundlegenden Leitlinien, die bei der unterrichtlichen Umsetzung der im jeweiligen Band angesprochenen Thematik verfolgt werden sollen, zur Sprache. Die Gewichtung der verschiedenen Aspekte wie z.B. zu erwartende Lernschwierigkeiten, fachmethodische Überlegungen und Schülervorstellungen usw. hängt natürlich von dem Themenbereich des jeweiligen Bandes ab. Nach **(4) Literaturhinweise** folgen die **(5) Unterrichtsvorschläge**, die zusammen mit den Unterrichtsmaterialien den Hauptteil eines jeden Bandes bilden. Die verschiedenen Unterrichtseinheiten werden in Unterrichtsschritte gegliedert und diese dann ganz konkret unterrichtsmethodisch aufbereitet. Die dazugehörigen Arbeitsblätter (sie sind teilweise auch für die häusliche Durchführung von einfachen Experimenten und für den Bau von einfachen physikalischen Geräten in der Freizeit gedacht) sind im Abschnitt **(6) Verzeichnis der Unterrichtsmaterialien** enthalten. Jeder Unterrichtseinheit ist ein Ablaufplan der einzelnen Schritte unter Zuordnung oder zugehörigen Ziele und der vorgeschlagenen Arbeitsmaterialien vorangestellt. Teilweise sind spezielle Materialien (wie z.B. Transparente) in einer Medientasche dem Band beigelegt.

Den Abschluss des Bandes bildet ein **(7) Anhang**.

Da es sich um erprobte Unterrichtsvorschläge handelt, sollte ein problemloser Einsatz im Rahmen der jeweils geschilderten Konzeption möglich sein.

Der Verlag

Die Herausgeber

1 Einleitung

In den Bänden Optik I und Optik II wurden die grundlegenden Konzepte der elementaren Strahlenoptik entwickelt: die Sender-Strahlungs-Empfänger-Vorstellung des Sehens und die Fleck-zu-Fleck-Abbildung durch Lichtbündel beim ebenen Spiegel und bei Linsen.

In dem vorliegenden Band werden diese Ergebnisse auf zusammengesetzte Geräte angewendet: Fernrohr, Mikroskop, Fotoapparat und Diaprojektor. Diese optischen Geräte sind den Schülerinnen und Schülern aus ihrem Alltag bekannt, ihre optische Funktion allerdings noch nicht.

Fernrohr, Mikroskop, Diaprojektor und Tageslichtprojektor haben primär die Funktion, den Sehwinkel zu vergrößern. Diese Funktion wird beim Fernrohr und beim Mikroskop deutlich hervorgehoben, Gemeinsamkeiten und Unterschiede werden besprochen.

Der Diaprojektor stellt wegen seiner prinzipiell komplexen Funktionsweise erhebliche Anforderungen an die Schülerinnen und Schüler. Neben Teilerklärungen auf relativ niedrigem Niveau für alle kann der Diaprojektor in seinen weiterführenden Aspekten für besonders leistungsstarke und interessierte Schüler genutzt werden. Die Funktionsweise des Tageslichtprojektors entspricht weitgehend derjenigen des Diaprojektors.

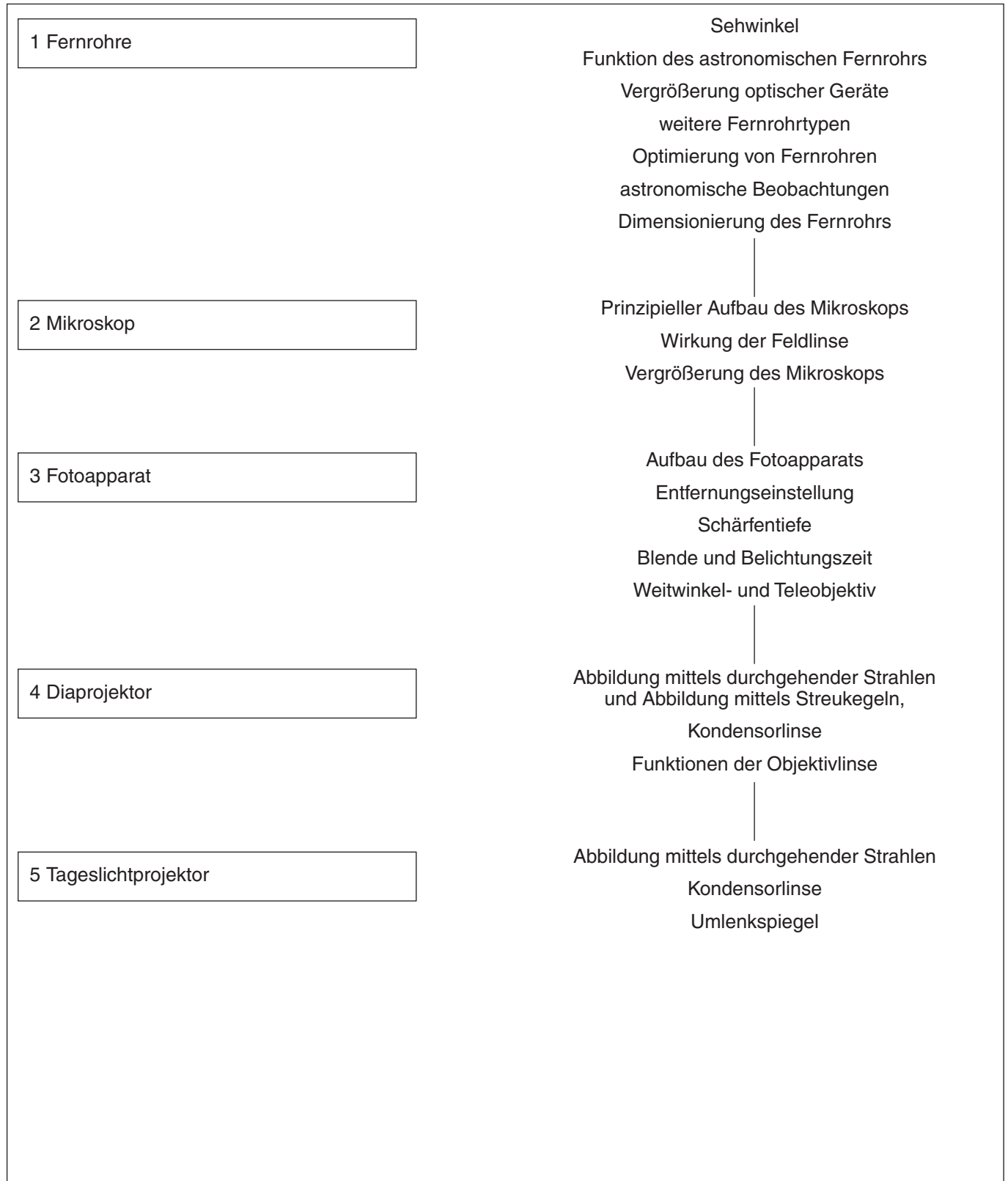
Eine Geräteliste mit den für diesen Band benötigten Experimentiermaterialien kann angefordert werden bei:

- Leybold Didactic GmbH
Leyboldstraße 1
50330 Hürth
- Maphy
58730 Fröndenberg-Strickherdicke
- Opitec
Postfach 20, Hohlweg 1
97232 Giebelstadt-Sulzdorf
Online-Bestellung: www.opitec.de
- Phywe Systeme GmbH
Robert-Bosch-Breite 10
37070 Göttingen
- Elwe-Lehrgerätebau
Steinfeldstraße 5
08248 Klingenthal
- Astro-Media
Pilziggrund 67
97076 Würzburg

2 Struktur des Inhaltsbereiches und Basiswissen

2.1 Übersicht über die Unterrichtseinheiten

Das folgende Flussdiagramm gibt eine Übersicht über die Inhalte und die Abfolge der Unterrichtseinheiten



2.2 Basiswissen

Der Sehwinkel

Die Größe des Bildes auf der Netzhaut hängt davon ab, unter welchem Winkel Lichtstrahlen von den äußeren Begrenzungen des Gegenstandes P_1 und P_2 in das Auge fallen.

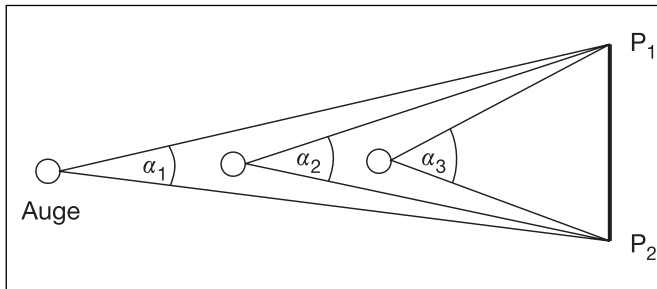


Abb. 1

Damit vom menschlichen Auge zwei Gegenstandspunkte noch als getrennt wahrgenommen werden können, darf dieser Sehwinkel nicht kleiner als etwa ein Sechzigstel Grad (eine Bogenminute) sein. Dann ist das Bild auf der Netzhaut ca. $5 \mu\text{m}$ groß und dies entspricht dem durchschnittlichen Abstand zweier Zapfen. Ein kleinerer Abstand der Sinneszellen zur Verbesserung des Auflösungsvermögens wäre wegen der Beugungseffekte aufgrund der Begrenzung durch die Pupillenöffnung sinnlos. Ein Gegenstandspunkt wird in ein Beugungsscheibchen mit einem Durchmesser von etwa $5 \mu\text{m}$ abgebildet.

Der Sehwinkel kann offensichtlich vergrößert werden, wenn der Gegenstand näher an das Auge gebracht wird. Oft ist dies nicht oder nur begrenzt möglich. Den Mond kann man nicht näher heran holen und selbst Jugendliche können auf Gegenstände nicht mehr akkommodieren, die näher als 10 cm zum Auge sind; bei älteren Menschen liegt der Nahpunkt sehr viel weiter weg vom Auge. Durch Einfügen von Linsensystemen in den Strahlengang kann der Sehwinkel vergrößert werden und das genau ist die Funktion von Fernrohr und Mikroskop.

Der prinzipielle Aufbau des *astronomischen Fernrohrs* und des *Mikroskops* ist weitgehend identisch: Eine Sammellinse erzeugt ein reelles Zwischenbild, das mit einer zweiten Sammellinse als Lupe betrachtet wird. Detaillierte Beschreibungen des Aufbaus und der Funktion der verschiedenen Typen von Fernrohren sind ausführlich in den Texten zu den Unterrichtseinheiten enthalten und sollen hier nicht noch einmal dargestellt werden.

Zur Helligkeit und Größe von Fernrohrbildern

Die folgende Abbildung macht deutlich, dass das Objektiv des Fernrohrs – durch Verdichtung des eintretenden Lichtbündels auf eine geringere Querschnittsfläche – viel mehr Licht einfängt als das unbewaffnete Auge.

Die Lichtkonzentration erfolgt nicht nur für das eingezeichnete achsenparallele Bündel, sondern auch für andere schiefparallele Lichtbündel, die von einem Gegenstandspunkt „im Unendlichen“ ankommen. Wird das Netzhautbild durch die Lichtkonzentration heller?

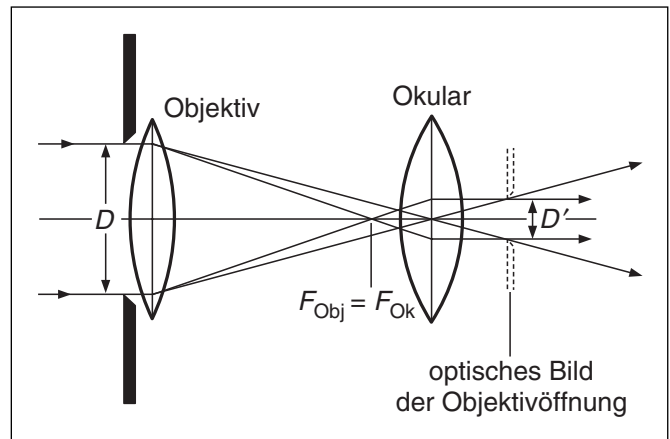


Abb. 2

Die Beantwortung dieser Frage erfordert eine Fallunterscheidung für verschiedene Beobachtungssituationen bzw. Einsatzzwecke des Fernrohrs.

(i) terrestrische Anwendungen

Der Durchmesser des vom Objektiv aufgefangenen und vom Auge maximal verwertbaren Lichtbündels wird im Vergleich zum unbewaffneten Auge zwar von D' auf D vergrößert (Faktor $V = D/D'$). Im selben Verhältnis vergrößert sich aber auch die Höhe des Bildes auf der Netzhaut. Die Lichtdichte ändert sich also nicht.

Bei Verwendung eines Fernrohrs entfällt auf die einzelne Sehzelle genau so viel Energie wie bei Beobachtung mit bloßem Auge. Bei terrestrischen Beobachtungen sieht man z. B. einen Landschaftsausschnitt größer, aber nicht heller!

(ii) astronomische Anwendungen

Bei der Beobachtung des Sternenhimmels ist zu beachten, dass auch das stärkste Fernrohr lediglich punktförmige Bilder von Fixsternen erzeugen kann. Der Sehwinkel bleibt hier immer unterhalb einer Bogenminute. Das Netzhautbild eines Fixstern ist dabei so klein, dass es nicht einmal die Fläche einer einzigen Sehzelle vollständig abdeckt.

Bei Verwendung eines Fernrohrs erhält die getroffene Sehzelle mehr Licht, der Fixstern wird grundsätzlich heller gesehen. Die verwertbare Lichtmenge erhöht sich um den Faktor V^2 .

Bei astronomischen Sternbeobachtungen sind die Bilder heller, aber nicht größer.

Bemerkung: Für die Beobachtung größerer Objekte wie Sonne und Planeten und Galaxien gelten die Überlegungen unter (i).

Die Vergrößerung des Fernrohrs

Das Netzhautbild ist dem Tangens des Sehwinkels proportional. Als Vergrößerung definiert man deshalb

$$V = \frac{\tan \alpha_F}{\tan \alpha_0},$$

wobei α_F der Sehwinkel mit dem Fernrohr und α_0 der Sehwinkel des unbewaffneten Auges ist. Für kleine Winkel gilt

$$V = \frac{\alpha_F}{\alpha_0}$$

Aus der Folie 6.4.3 liest man ab:

$$\tan \alpha_F = \frac{B_Z}{f_{Ok}}$$

und

$$\tan \alpha_0 = \frac{B_Z}{f_{Obj}}$$

Damit wird

$$V = \frac{f_{Obj}}{f_{Ok}}$$

Auflösungsvermögen

Fernrohre, Mikroskope und Fotoapparate enthalten Linsefassungen, die zu Beugungseffekten und diese wiederum zu einer Einschränkung des Auflösungsvermögens der optischen Geräte führen. Eine vereinfachte Theorie der Beugung an einer Lochblende mit dem Durchmesser D führt (bei *Fraunhofer'scher* Beugung) zu einer rotationssymmetrischen Beugungsfigur, wobei für das erste Beugungsminimum die Bedingung

$$\sin \alpha_{\min} = 1,22 \lambda / D$$

gilt. λ ist die Wellenlänge des verwendeten Lichtes.

Meist benutzt man das *Rayleigh-Kriterium* für die Auflösungsgrenze. Danach darf des Beugungsscheibchens des einen Gegenstandspunktes höchstens im ersten Minimum des Beugungsscheibchens des zweiten Gegenstandspunktes liegen und der zugehörige minimale Winkelabstand ist dann durch obige Beziehung gegeben.

Für das Auflösungsvermögen des Mikroskops benutzt man eine andere Beziehung. Der minimale Abstand der beiden Gegenstandspunkte sei a_{\min} . Die Gegenstandsweite ist näherungsweise gleich der Brennweite f der Objektivlinse. Für den maximalen Winkelabstand gilt dann mit der Näherung für kleine Winkel ($\sin \alpha \approx \alpha$, Winkel im Bogenmaß), mit $\alpha \approx a_{\min}/f$ und der obigen Beziehung

$$1,22 \frac{\lambda}{D} = \sin \alpha_{\min} \approx \frac{a_{\min}}{f},$$

oder umgestellt

$$a_{\min} = f \cdot 1,22 \lambda / D.$$

Oft findet man in der Literatur eine Formulierung, in der die numerische Apertur $A_N = n \sin(u)$ verwendet wird ($2u$ ist der Öffnungswinkel zur Objektivlinse, s. Abb. 3, und n die Brechzahl). Ersetzt man wie oben für kleine Winkel den Sinus durch den Tangens, dann ist $A_N \approx nD/2f$.

$$a_{\min} = 0,61 n \lambda / A_N$$

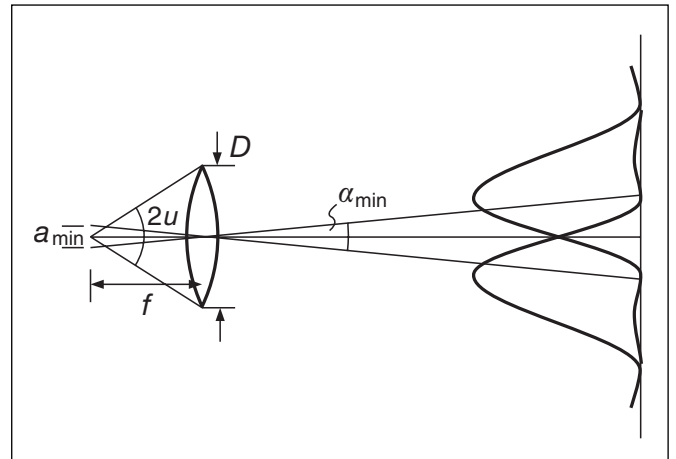


Abb. 3: Minimal auflösbarer Abstand

Befindet sich vor dem Objektiv ein Immersionsöl mit der Brechzahl n , dann ist dort λ durch λ/n zu ersetzen:

$$a_{\min} = 0,61 \lambda / A_N$$

Aus dieser Beziehung folgt, dass der minimale, noch auflösbare Abstand kleiner wird, wenn Licht mit kürzerer Wellenlänge verwendet wird (was bei sichtbarem Licht sehr begrenzt ist) oder die numerische Apertur größer wird.

Immersionsobjektiv

Fügt man zwischen Objekt und Objektivlinse eine Flüssigkeit (so genanntes Immersionsöl) mit hohem Brechungsindex ($n \approx 1,52$) ein, dann erhöht sich die numerische Apertur und damit das Auflösungsvermögen. Wichtig ist weiterhin, dass dadurch der Öffnungswinkel, unter dem Licht in die Objektivlinse eintreten kann, sehr viel größer wird (die Totalreflexion ist weitgehend ausgeschaltet) und damit die Lichtstärke erheblich größer wird.

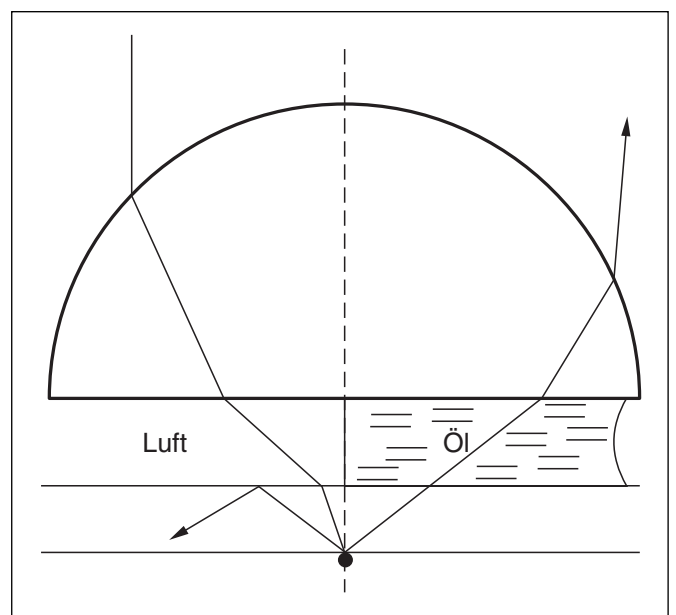


Abb. 4: Vergrößerung der Apertur durch ein Immersionsöl: Vergleich des Öffnungswinkels bei einem Trockenobjektiv (Luft vor der Objektivlinse) und einem Immersionsobjektiv



SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

*Unterricht Physik: Optische Geräte - Experimente, Medien,
Modelle*

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de

