

# Okulare. Teil 1, Okulartypen und Eigenschaften

Autor(en): **de Lignie, Jan / Fankhauser, Beat**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **astro sapiens : die Zeitschrift von und für Amateur-Astronomen**

Band (Jahr): **5 (1995)**

Heft 3

PDF erstellt am: **27.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-896815>

## **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.

# Okulare

## Teil 1: Okulartypen und Eigenschaften

Jan de Lignie, Beat Fankhauser

Heutzutage ist eine fast unüberschaubare Menge an Okularen auf dem Markt erhältlich. Leider schweigen Prospekte sich mehrheitlich über deren Eigenschaften aus. Man erhält leicht den Eindruck, dass jedes Okular für alle Teleskope gleich gut geeignet sei. Dem ist aber nicht so. Im ersten Teil dieses Artikels soll es deshalb darum gehen, die verschiedenen Okulartypen und deren Eigenschaften aufzuzeigen. In der nächsten Ausgabe werden in einem zweiten Teil die Ergebnisse des am diesjährigen Teleskoptreffen durchgeführten Okulartests diskutiert.

### Die Wirkung des Okulars

Ein Okular hat dasselbe Funktionsprinzip wie eine Lupe (vgl. Abb. 1). Auf der objektivzugewandten Seite besitzt es einen Brennpunkt  $F_{Ok}$ . Dort sitzt auch die sogenannte Feldblende; sie begrenzt das sichtbare Feld und verfolgt den Zweck, Abbildungsfehler des verwendeten Linsensystems einzugrenzen. Wie in Abbildung 2 dargestellt, kann aus der Brennweite des Okulars  $f_{Ok}$  und dem Durchmesser der Feldblende  $D_{Fb}$  das sog. scheinbare Gesichtsfeld  $SG$  des Okulars berechnet werden:

$$SG = 2 \arctan\left(\frac{D_{Fb}}{2f_{Ok}}\right).$$

Es handelt sich dabei um nichts anderes als den Sehwinkel ( $2\alpha'$  in Abb. 1), unter dem das von der Feldblende begrenzte Bild wahrgenommen wird. Setzen wir nun das Okular ans Teleskop, so betrachten wir

das vom Teleskopobjektiv erzeugte Bild  $B$  wie mit einer Lupe. Es wird durch das Okular vergrössert. Wie gross die erreichte Vergrösserung  $V$  ist, lässt sich berechnen:

$$V = \frac{f_{Ob}}{f_{Ok}}.$$

Diese Zahl  $V$  gibt an, unter einem um wievielfach grösseren Winkel  $\alpha'$  man ein Objekt sieht als von blossen Auge ( $\alpha$ ). (Dies gilt nur für kleine Winkel. Für grössere Winkel lautet der genaue Zusammenhang  $V = \tan \alpha' / \tan \alpha$ .) Aus der Vergrösserung und dem scheinbaren Gesichtsfeld des Okulars lässt sich noch der betrachtete Ausschnitt am Himmel, das sog. wahre Gesichtsfeld  $WG$  berechnen:

$$WG = \frac{SG}{V}.$$

Ein Beispiel: Ein Plössl-Okular mit 20 mm Brennweite und  $50^\circ$  schein-

barem Gesichtsfeld wird an einem Teleskop mit 1200 mm Brennweite verwendet. Die resultierende Vergrößerung ist  $1200 \text{ mm} : 20 \text{ mm} = 60$  fach, das wahre Gesichtsfeld demnach  $50^\circ : 60 = 0.83^\circ$  oder  $50'$ .

Eine weitere Eigenschaft des Okulars besteht in der Bündelung des Lichtkegels des Objektivs. Unser Auge kann den in ein 200-mm-Objektiv eintretenden Lichtzylinder vorerst nicht aufnehmen, da sich die Pupille in unserem Sehorgan nur auf etwa maximal 7 mm öffnet. Objektiv und Okular verkleinern (konzentrieren) für uns diesen Lichtzylinder (vgl. Abb. 3), und zwar genau um den Betrag der Vergrößerung  $V$ . Diesen komprimierten Lichtzylinder nennt man die Austrittspupille AP des Okulars:

$$AP = \frac{D_{Ob}}{V}$$

Ein Beispiel: Mit dem oben erwähnten Plössl-Okular am 200-mm-Objektiv beträgt die Vergrößerung

60fach. Der aus dem Okular austretende Lichtzylinder hat demnach einen Durchmesser von  $200 \text{ mm} : 60 = 3.3 \text{ mm}$ .

Da Okulare auf Refraktion beruhen, weisen sie Farbfehler auf. Nun kann man diese durch geeignete Kombination oder Anordnung der Linsen fast auf Null reduzieren. In der folgenden Beschreibung wird deshalb für jeden Okulartyp angegeben, wie gut die Farbkorrektur ist. Eine weitere wichtige Eigenschaft ist die Reflexfreiheit eines Okulars. An jeder Übergangsfläche von Glas zu Luft und umgekehrt wird ein Teil des Lichts reflektiert. Dieses Licht geistert nun im Okular umher, führt zu deutlich sichtbaren Reflexen und zu einem generellen Kontrastverlust. Des weiteren geht dadurch an jeder Luft-Glas-Übergangsfläche Licht verloren (man spricht von durchschnittlich 4%). Abhilfe schafft man diesem Problem heutzutage, indem durch Aufdampfen einer (Vergütung) oder mehrerer (Multivergü-

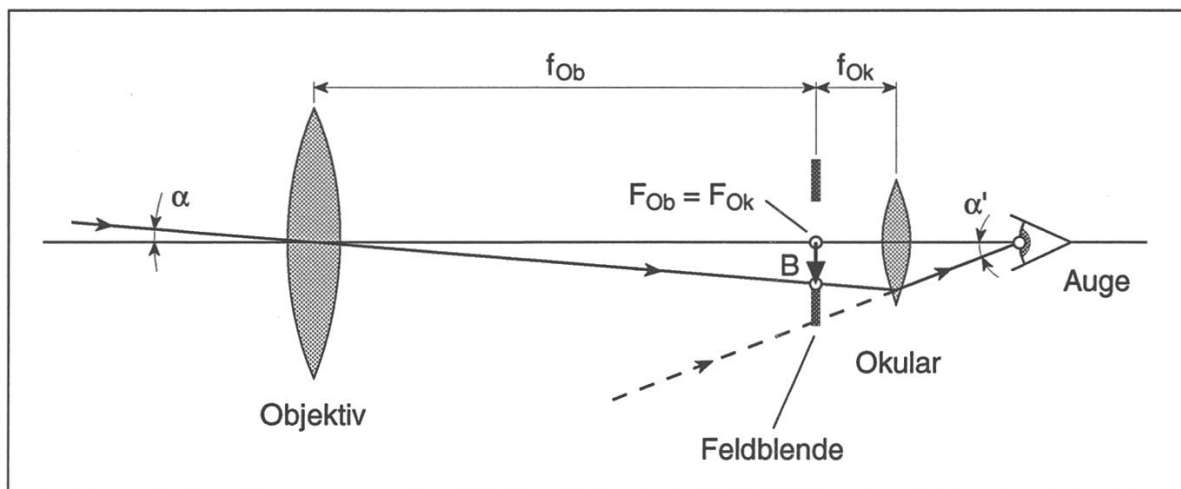


Abb. 1: Strahlengang durch ein Teleskop und Wirkung des Okulars als Lupe.

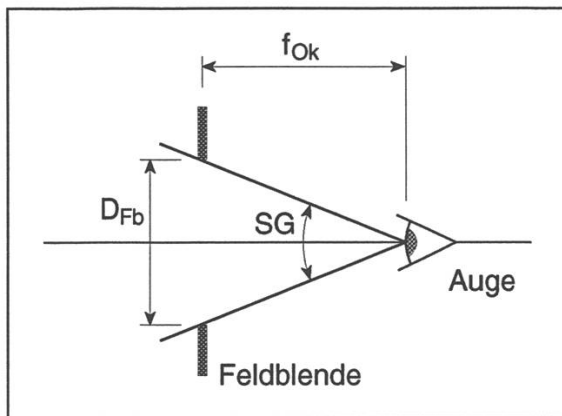


Abb. 2: Berechnung des scheinbaren Gesichtsfeldes  $SG$  (siehe Text).

tung) feiner Schichten die Reflexion von Licht stark unterdrückt wird. Es ist sogar so, dass Reflexfreiheit und Lichtübertragung (Transmission) eines Okulars heutzutage eher durch die Qualität der Vergütung bestimmt werden als wie früher durch eine möglichst geringe Anzahl Linsen. Aus diesem Grund ist es auch möglich geworden, achtlinsige Okulare herzustellen, die sich hinsichtlich Kontrast und Transmission kaum von ihren vierlinsigen Konkurrenten unterscheiden!

## Okulartypen und ihre Eigenschaften

- *Zweilinsige Konstruktionen* mit den Bezeichnungen Huygens, Ramsden (Abb. 4) und Huygens-Mittenzwey (H.-M.) waren früher die Standardokulare. Sie besitzen scheinbare Gesichtsfelder von 30 bis 50° und weisen nur geringe Reflexe auf. Bei Zweilinsern kann aber nur entweder der Farbfehler oder der Astigmatismus korrigiert werden. Um

beide Fehler gleichzeitig zu korrigieren, braucht es mindestens vier Linsen. Okulare dieses Typs sind deshalb vor allem für Übersichtsbeobachtungen geeignet. Leider werden sie heute fast nur noch für Billigstteleskope angeboten, von woher auch der eigentlich unberechtigt schlechte Ruf herrührt. Die grosse Einschränkung für Zweilinsler besteht, aufgrund ihres geringen Korrekturgrades, in der ausschliesslichen Verwendbarkeit an Teleskopen mit sehr kleinen Öffnungsverhältnissen. Erst bei einem Öffnungsverhältnis von etwa  $f/10$  erhält man scharfe Sterne in der Bildmitte, ab etwa  $f/15$  eine gute Schärfe über das gesamte Bildfeld!

- *Kellner-Okulare* sind wie die Ramsden aufgebaut, besitzen jedoch eine sog. achromatische Augenlinse. Das Gesichtsfeld ist auf maximal 40° beschränkt. Die Farbkorrektur ist weniger gut als bei den Vierlinsern, entspricht eher derjenigen eines Erfle. Diese Okulare zeigen bei schlechter Vergütung deutliche Reflexe. Aus diesem Grund eignen sich Kellner-Okulare am besten für Übersichts- und Deep-Sky-Beobachtungen. Durch den höheren Korrekturgrad finden sie bereits an Teleskopen mit einem Öffnungsverhältnis von  $f/8$  sinnvolle Verwendung.

- *Orthoskopische Okulare* besitzen vor der Augenlinse eine verkittete Dreifachlinse. Ihre Herstellung ist wegen den erforderlichen engen Toleranzen recht anspruchsvoll, weswe-

gen es bessere und schlechtere Orthos gibt! Das scheinbare Gesichtsfeld beträgt zwischen  $40$  und  $45^\circ$ , die Farbkorrektur ist gut. Sie sind reflexarm und eignen sich aufgrund der ausgezeichneten Kontrastübertragung besonders für die Planetenbeobachtung. Auch weisen sie selbst an Teleskopen mit einem Öffnungsverhältnis von  $f/5$  noch eine gute Mittenschärfe auf. Ihren Namen verdanken sie der für Messzwecke (z.B. an Doppelsternen) ungemein geschätzten Verzeichnungsarmut (siehe nächstes Kapitel).

- *Plössl-Okulare* sind wiederum ähnlich wie die Ramsden aufgebaut, bestehen jedoch aus zwei Achromaten. Sie weisen deshalb bis an den Gesichtsfeldrand eine ausgezeichnete Farbfehlerkorrektur auf (dies kann man besonders gut beobachten, wenn man ein Plössl mit einem gewöhnlichen Erfle an Sonne und Mond vergleicht). Das scheinbare Gesichtsfeld beträgt zwischen  $45$  und  $50^\circ$ . Ab Öffnungsverhältnissen von etwa  $f/6$  und kleiner ist nur noch eine geringe Randunschärfe zu bemerken. Die Plössl sind sehr universelle Okulare und eignen sich für Beobachtungen aller Art.

- *Erfle-Okulare* sind fünf- oder sechslinsig und besitzen scheinbare Gesichtsfelder um  $65^\circ$ . Es gibt auch modifizierte Versionen dieses Typs wie z.B. *TeleVue* «Widefield» oder *Meade* «Wide Angle». Die Farbkor-

rektur verschlechtert sich mit zunehmendem Abstand von der Bildmitte rasch, was an Mond und Sonne stört. Ihre Anwendung an verschiedenen Teleskopen ist ebenfalls eingeschränkt: Erst ab Öffnungsverhältnissen von etwa  $f/8$  wandert die Randunschärfe so weit von der Bildfeldmitte weg, dass sie einigermaßen erträglich wird. Bei  $f/5$  erhält

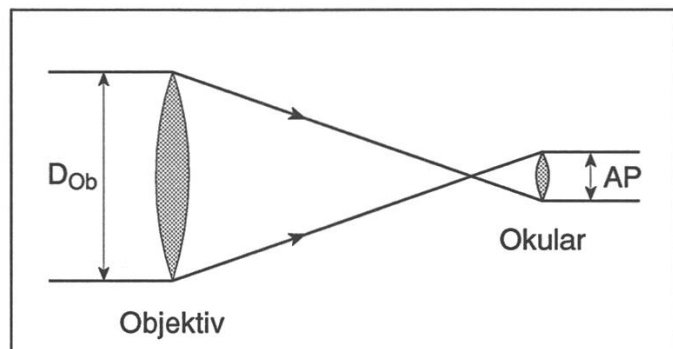


Abb. 3: Die Größe der Austrittspupille.

man nicht mal mehr in der Bildfeldmitte scharfe Sterne. Die Erfles sind also wie die Zweilinser ideale Okulare an langbrennweitigen Instrumenten und eignen sich v.a. für die Beobachtung von Deep-Sky-Objekten.

- *Neuartige kurzbrennweitige Weitwinkelokulare* wie z.B. «Nagler» von *TeleVue* und «Ultra Wide Angles» von *Meade* basieren auf der Tatsache, dass man für ein Okular eine Barlowlinse so berechnen kann, welche dieselben Abbildungsfehler mit umgekehrten Vorzeichen hat. Dank ihrer integrierten, fehlerkompensierenden Barlowlinse sind diese Okulare erstens hochkorrigiert und weisen eine aussergewöhnlich gute

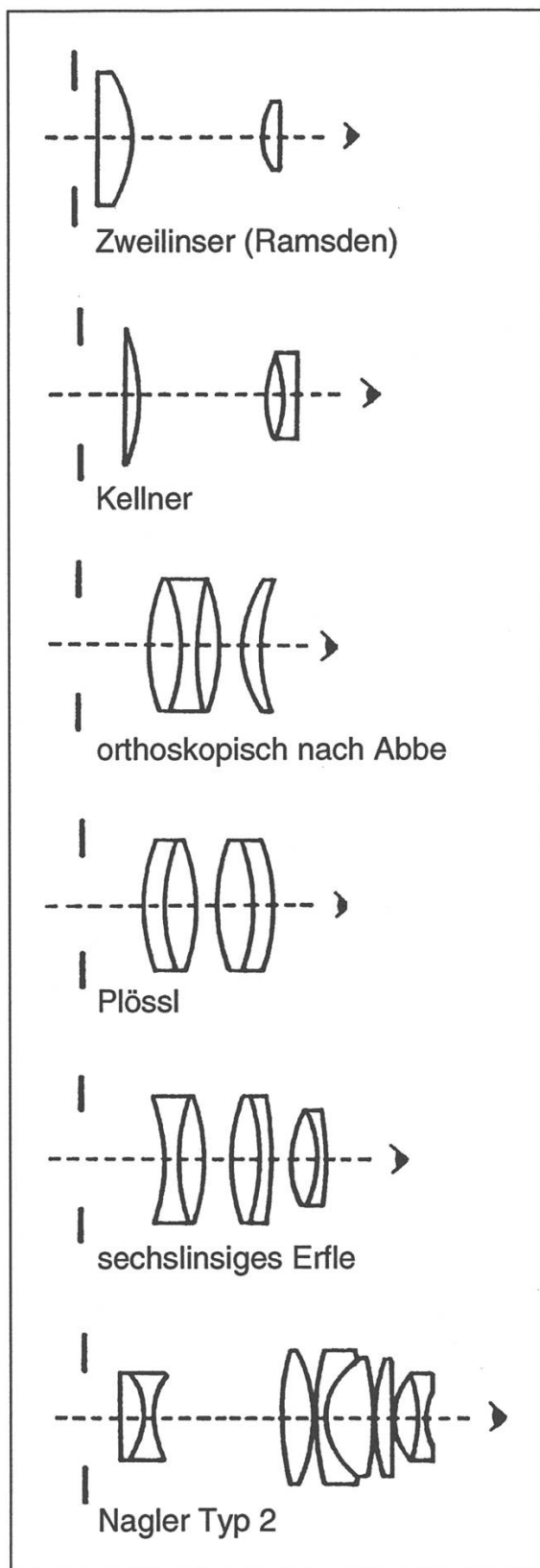


Abb. 4: Die im Text beschriebenen Okularbauformen.

Schärfe bis an den Rand eines scheinbaren Gesichtsfeldes von etwa  $80^\circ$  auf. Zweitens sind sie dank der Barlow-bedingten Brennweitenverlängerung auch für Öffnungsverhältnisse bis etwa  $f/4.5$  geeignet. Die Farbkorrektur fällt etwa dreimal besser aus als diejenige eines Erfle, ein Farbfehler ist in den äusseren Bereichen des Bildfeldes dennoch wahrnehmbar. In längeren Brennweiten als etwa 14 mm würden diese Okulare jedoch extrem gross und schwer. *TeleVue* hat deshalb einen neuen «Nagler Typ II» entwickelt, der statt den sieben Linsen des «Nagler Typ I» deren acht hat. Diese Okulare mit den Brennweiten 12, 16 und 20 mm sind zwar kleiner und leichter als sie es in der ursprünglichen Nagler-Typ-I-Bauweise wären, weisen aber eine weniger gute Bildschärfe auf und leiden zudem stärker unter Geisterbildern (= Reflexionen) heller Sterne.

- *Neuartige langbrennweitige Weitwinkelokulare* sind die «Panoptic» von *TeleVue*. Es sind sechslinsige Okulare, deren Berechnung erst durch die modernen computergestützten Ray-Tracing-Verfahren möglich geworden ist. Ihre Gesichtsfelder betragen gut  $65^\circ$ . In ihren Eigenschaften bzgl. Farbkorrektur, Randschärfe und Eignung an kurzbrennweitigen Teleskopen bis  $f/5$  gelten sie als bisher einzigartig für Weitwinkelokulare im Brennweitenbereich über 20 mm.

Weitere, zum Teil ausführlichere Informationen über Okulartypen

sind in [1] S. 73–76, in [2] S. 157–191 und in [3] S. 215–229 zu finden.

### Die Verzeichnung

Als Verzeichnung bezeichnet man die Bildverzerrung in Okularen. Man kann z.B. bei Betrachtung eines Millimeterpapiers feststellen, dass im Randbereich des Gesichtsfeldes gerade Linien verbogen und eine bestimmte Streckenlänge grösser oder kleiner erscheint als in der Bildmitte (vgl. Abb. 5). Dies rührt von einem über das Gesichtsfeld nicht konstanten Vergrößerung her. Dabei gibt es zwei Varianten: Bei der sog. kissenförmigen Verzeichnung (Abb. 5 links) nimmt der Abbildungsmaßstab gegen aussen hin zu, die Vergrößerung wird gegen aussen grösser. Bei tonnenförmiger Verzeichnung (Abb. 5 rechts) wird jedoch die Vergrößerung gegen den Bildfeldrand kontinuierlich kleiner.

Astronomische Okulare werden für den Amateurmarkt selten auf Verzeichnung korrigiert, da diese bei der allgemeinen Beobachtung kaum stört. Es ist heute sogar so, dass die Hersteller eine Erhöhung des Verzeichnungsgrades zugunsten einer verbesserten Randschärfe in Kauf nehmen. Hingegen spielt die Stärke der Verzeichnung bei der Berechnung des wahren Gesichtsfeldes eine wichtige Rolle. Misst man das wahre Gesichtsfeld eines Okulars über die Durchlaufzeit eines

Sterns und berechnet daraus das scheinbare Gesichtsfeld, wird man meist feststellen, dass das gemessene scheinbare Gesichtsfeld oft wesentlich kleiner ausfällt als die Angabe des Herstellers. Ein Beispiel: Für das 15 mm *TeleVue* Widefield ergab sich gemäss dem Okulartest in SuW [4] ein scheinbares Gesichtsfeld von  $59.3^\circ$ . Das Gesichtsfeld wird vom Hersteller jedoch mit  $65^\circ$  ange-

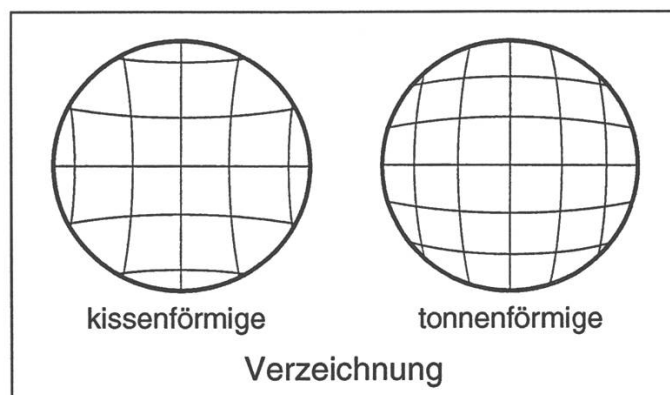


Abb. 5: Verzeichnungsformen eines Okulars.

geben. Das wahre Gesichtsfeld am Himmel ist demnach etwa 10% kleiner als man aufgrund der Herstellerangabe erwarten würde! Im erwähnten Test zeigte das Widefield denn auch eine starke, kissenförmige Verzeichnung.

### Ausserachsiale Abbildungsfehler

Wie in der Beschreibung der Eigenschaften jeweils diskutiert wurde, zeigen die verschiedenen Okulartypen deutliche Unterschiede in der Schärfe bei Verwendung an demselben Teleskop. Dies ist in erster Linie eine Folge des unterschiedlichen Korrekturgrades von ausserachsia-

len Abbildungsfehlern. Schwach korrigierende Okulare wie etwa die Zweilinser zeigen nur an langbrennweitigen Instrumenten eine befriedigende Schärfe über das gesamte Bildfeld; sie werden mit den grossen Abbildungsfehlern kurzbrennweitiger Instrumente nicht fertig. Die Nagler- und Panoptic-Okulare wurden jedoch speziell für die Verwendung an kurzbrennweitigen Instrumenten korrigiert ( $f/5$  bis  $f/8$ ). Eine zusätzliche Problematik besteht darin, dass Okulare und Teleskopoptiken unterschiedlich gekrümmte Brennebenen aufweisen können. Es wäre möglich, ein Okular mit einer Krümmung der Brennebene entsprechend derjenigen des verwendeten Teleskops herzustellen. Somit könnte auch eine optimale Fehlerkompensation von Teleskop und Okular erreicht werden (siehe dazu in [1], S. 189).

## Einblickverhalten und Augenabstand

Das Einblickverhalten jedes Okulars ist eine subjektive Empfindung, die von Beobachter zu Beobachter verschieden ausfällt. Es kommt z.B. auch darauf an, ob man mit oder ohne Brille beobachtet. Grundsätzlich sollte deshalb jedes Okular vor dem definitiven Kauf getestet werden, und zwar in der Nacht. Trotzdem können dem Leser Kriterien mitgegeben werden, die eine engere Auswahl erleichtern sollten. Bei den meisten Okulartypen steigt mit zu-

nehmender Brennweite auch der Augenabstand an, von wo aus das gesamte Bildfeld überblickt werden kann. Dies hat seine Auswirkungen auf den Sehkombfort. Nehmen wir gewöhnliche Plössl-Okulare als Beispiel: Bei Brennweiten kleiner als

Optimale Brennweitenbereiche	
Okulartyp	Brennweitenbereich
Kellner	12 bis 25 mm
orthoskopisch	6 bis 18 mm
Plössl	13 bis 21 mm
Erfle	20 bis 25 mm (teilweise bis 32 mm)
Nagler	7 bis 13 mm
Panoptic	22 bis 27 mm

Tab. 1: Optimale Brennweitenbereiche aufgrund des Sehkombforts (ohne Brille).

13 mm wird der Augenabstand so gering, dass das gesamte Gesichtsfeld nur durch Anpressen des Auges ans Okular ersichtlich ist. Im Brennweitenbereich von 13 bis 21 mm steigt der Augenabstand stetig an; man hat aber in jedem Fall ein bequemes Einblickverhalten (ohne Brille). Bei Brennweiten über 25 mm wird jedoch der Augenabstand so gross, dass man Schwierigkeiten hat, das Auge in der richtigen Position zu halten (Wir nennen derartige Okulare 'Helikopterokulare'!). Abhilfe schaffen kann man diesem Problem nur mittels einer Augenmuschel, die das Auge im richtigen



Abstand hält. Auf jeden Fall ergibt sich durch die Brennweitenabhängigkeit des Augenabstandes ein optimaler Brennweitenbereich für jeden Okulartyp (Tab. 1).

**Austrittspupille und Kontrast**

Die Austrittspupille ist wichtig, weil sich allgemeingültige Seheigenschaften unseres Auges über die Grösse der Austrittspupille ausdrücken lassen. Somit können mit einer optimalen Austrittspupille die geeigneten Vergrößerungen für Teleskope jeder Öffnung berechnet werden. (Zur Erinnerung: Die Austrittspupille für ein Okular wird aus dem Durchmesser des Teleskopobjektivs geteilt durch die resultierende Vergrößerung berechnet). Folgendes Beispiel soll das Gesagte verständlich machen: Im allgemeinen wird für die Planetenbeobachtung eine optimale Grösse der Austrittspupille von 0.5 bis 1 mm angegeben. Woher dieser Erfahrungswert stammt, kann man sich folgendermassen vorstellen: Je mehr man die Vergrößerung an einem Planeten steigert, desto geringer wird seine Flächenhelligkeit (er

blendet weniger). Gleichzeitig sinkt auch der übertragene Kontrast. Das Auge benötigt jedoch für die Erfassung von Details auf der Planetenoberfläche eine bestimmte Grösse und einen bestimmten Kontrast. Irgendwo erreichen wir deshalb eine optimale Vergrößerung, wo maximale Detailsichtbarkeit herrscht. Wird die Vergrößerung weiter erhöht, verschwinden die feinsten sichtbaren Details wegen der erfolgten Reduktion des übertragenen Kontrasts. Diese Details sind jetzt unter die Wahrnehmbarkeitsschwelle des Auges gefallen.

Ähnliches gilt auch für die Beobachtung von Deep-Sky-Objekten: Die optimale Vergrößerung mit dem höchstmöglichen Kontrast zwischen Objekt und Himmelshintergrund ist dann erreicht, wenn der Himmel gerade schwarz wird, also die Himmelhelligkeit gerade unter die Wahrnehmbarkeitsschwelle des Auges gefallen ist. Und die entsprechende Austrittspupille liegt für jedes Teleskop bei etwa 1.5 mm! Für Weitwinkelbeobachtungen ist die Grenze durch die maximale Öff-

Empfohlene Austrittspupillen (AP)	
Weitwinkelbeobachtungen	ca. 3 bis 4 mm AP
Deep-Sky-Beobachtungen	1 bis 2 mm AP je nach Durchsicht
Planetenbeobachtung	0.5 bis 1 mm AP je nach Seeing, Teleskoptyp und Planet
Enge Doppelsterne	ca. 0.5 mm AP

Tab. 2: Zusammenstellung der empfohlenen Austrittspupillen.

nungsweite der Pupille in unserem Auge gegeben (maximal 4 bis 8 mm, je nach Alter). Ist die Austrittspupille jedoch grösser als etwa 4 mm, so erscheint der Himmel bereits so hell (grau!), dass Kontrast und damit auch Ästhetik des Bildes übermässig leiden. Erst bei Einsatz von Filtern, welche die Himmelshelligkeit wieder verringern, macht eine Austrittspupille über 4 mm Sinn. Es gibt auch Objekte wie zum Beispiel gewisse Planetarische Nebel, die nach einer höheren Vergrößerung verlangen, damit Details zum Vorschein kommen. Hier kann keine Regel angegeben werden: Es muss bei jedem dieser Objekte die optimale Vergrößerung bestimmt werden. So ermittelte einer der Autoren (J.d.L.) für den Saturnnebel (NGC 7009) in seinem 25-cm-f/5-Newton-Teleskop eine optimale Vergrößerung um 1000fach! Hierzu ist zu bemerken, dass unser Auge Mühe hat, ein Bild

mit einer Austrittspupille kleiner als 0.5 mm ruhig zu halten. Für die Beobachtung von Doppelsternen an der Auflösungsgrenze kann wieder ein genauer Wert für die Austrittspupille angegeben werden: Erst bei einer Austrittspupille von etwa 0.5 mm ist die Vergrößerung genügend gross, damit zwei sich berührende Beugungsscheibchen überhaupt wahrgenommen werden können.

### Scheinbare Gesichtsfelder

Falls Sie sich bereits Gedanken über eine Optimierung Ihrer Okularsammlung machen, sollten Sie bei der vergleichenden Berechnung von wahren Gesichtsfeldern folgendes beachten: Zwischen einem 13 mm Nagler und einem 13 mm Plössl besteht kein Unterschied bezüglich der Detailsichtbarkeit. Die resultierende Vergrößerung für ein Objekt ist in beiden Okularen exakt dieselbe, das Objekt wird von beiden Okularen gleich gross und mit demselben Kontrast dargestellt. Das Nagler zeigt einfach ein wesentlich weiteres Feld um das Objekt. Hingegen hat ein 21 mm Plössl ein ungefähr gleich grosses wahres Gesichtsfeld wie das 13 mm Nagler: Man sieht z.B. denselben Kugelsternhaufen in beiden Okularen eingebettet in ein gleich grosses Umgebungsfeld

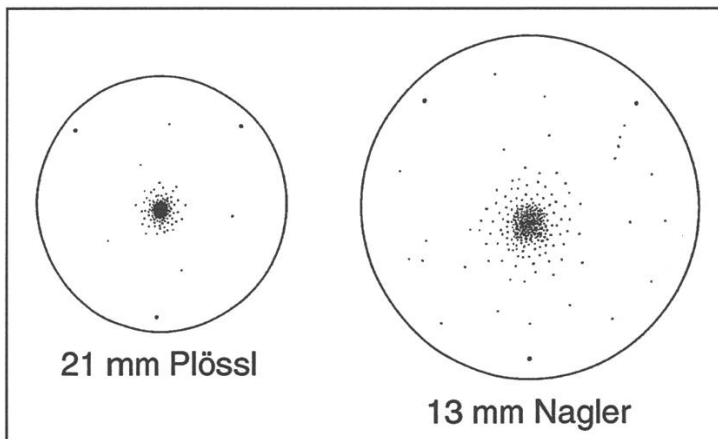


Abb. 6: Abbildungsbeispiel eines Kugelsternhaufens durch zwei verschiedene Okulartypen mit demselben wahren aber unterschiedlich grossen scheinbaren Gesichtsfeld.

(vgl. Abb. 6). Aber im Nagler ist die Vergrößerung und damit auch das Auflösungsvermögen höher sowie der Himmelshintergrund dunkler. Resultat: Im Nagler sind schwächere Sterne sichtbar und das Bild ist insgesamt grösser und eindrücklicher. Obwohl man in beiden Okularen dasselbe wahre Gesichtsfeld hat, befindet man sich mit dem Nagler näher bei der optimalen Vergrößerung für Deep-Sky-Objekte! ☆

Im zweiten Teil dieses Artikels in as 4/95 berichten wir über den am diesjährigen Teleskoptreffen durchgeführten Okulartest und geben Empfehlungen

über Okulartypen und deren Beobachtungszweck ab.

*Quellenverzeichnis*

- [1] Dickinson, Terence; Dyer, Alan: The Backyard Astronomer's Guide. Sky Publishing Corp., Belmont.
- [2] Rutten, Harrie; van Venrooij, Martin: Telescope Optics – Evaluation and Design. Willman-Bell, Inc., Richmond 1984.
- [3] Texereau, Jean: How to Make a Telescope. Willman-Bell, Inc., Richmond 1984.
- [4] Wolf, Christian: Okulare von 10 bis 15 mm Brennweite, in: Sterne und Weltraum 31, 330 (5/92) und 31, 413 (6/92).

**"INTES" 150/1500mm  
Maksutov-Cassegrain**



Höchste Schärfe  
zum  
günstigen Preis!

**NEU: "INTES"  
228/2280mm!**

Refraktoren:  
BORG, ZEISS  
"INTES" Spektive  
CCD Kameras  
Montierungen  
Fotoapparate  
Gross-Feldstecher  
Stereomikroskope  
Zubehör etc. Occasionen

**RYSER OPTIK**

Kleinhüningerstrasse 157 4057 Basel

Unterlagen:

Tel 061 631 31 36

Fax 061 631 31 38