

Handferngläser:
Anwendung, Bewertung und Auswahl

Holger Merlitz

4. August 2011

Inhaltsverzeichnis

1	Anwendungsprofile für Handferngläser	3
1.1	Die Generalisten	3
1.2	Ferngläser für Reise und Wanderung	4
1.3	Ferngläser für Nacht und Dämmerung	5
1.4	Handferngläser in der As-tronomie	6
1.5	Militärferngläser	8
1.6	Ferngläser zur See	12
1.7	Ferngläser mit Bildstabilisierung	13
1.8	Die Kompakten	16
1.9	Operngläser	17
2	Testen von Ferngläsern	19
2.1	Labortests	19
2.2	Der Schnelltest am Ladentisch	20
2.2.1	Der allererste Eindruck: Design, Haptik, Ergonomie	21
2.2.2	Check auf weitere Ausschluß-Kriterien	21
2.2.3	Bewertung der optischen Leistung	23
2.3	Testen im Feld	24
2.3.1	Streulichtresistenz	24
2.3.2	Geisterbilder	27
2.3.3	Randschärfe	29
2.3.4	Dämmerungsleistung	30
2.3.5	Chromatische Aberration	31
2.3.6	Ergonomie und Haptik	32
3	Kleine Kaufberatung: Was brauche ich?	34
3.1	Was die Premiumklasse bietet	35
3.2	Die Mittelklasse: Suche nach dem Kompromiß	36
3.3	Schnäppchenjagd	39
3.4	10 Gebote zur Fernglaswahl	40

Vorwort

Dieses Manuskript ist Bestandteil eines Buches mit dem Titel *Handferngläser*, das sich in einem (langsamen) Prozeß der Entstehung befindet. Innerhalb dieses Buches formt es den dritten und letzten Teil, der sich vornehmlich mit der Fernglaspraxis beschäftigt. Geplant ist, daß diesem Text in dem fertigen Buch ein Teil zur Fernglasoptik, und ein zweiter Teil zur visuellen Optik und Wahrnehmungspsychologie vorangestellt werden. Ich habe den vorliegenden Abschnitt als eigenständiges Manuskript ausgekoppelt, weil er weitgehend selbsttragend ist und als eigenständiges, kompaktes Kompendium zur Fernglaspraxis von Interesse sein mag. Dieser Teil des Buches ist frei verfügbar, unterliegt jedoch dem Urheberrecht und darf ohne Genehmigung des Autors nicht, auch nicht in Teilen, für kommerzielle Zwecke verwendet werden.

Holger Merlitz, August 2011

Kapitel 1

Anwendungsprofile für Handferngläser



Abbildung 1.1: Das Swarovski 8.5x42 EL (Swarovision, links) und sein Vorgänger (rechts) gehören zu den Top-Allzweckgläsern. Sehfeld: 133m/1000m bzw. 130m/1000m

1.1 Die Generalisten

Als *Generalisten* betrachtet man im allgemeinen Ferngläser mit 8x bis 10x Vergrößerung bei Objektiven um die 40mm Durchmesser. Dies hat natürlich seine Gründe:

Zunächst muß beachtet werden, daß ein solches Fernglas typischerweise 700-800 Gramm wiegt und somit noch relativ leicht und kompakt ist, so daß es sich uneingeschränkt freihändig verwenden läßt. Selbst wenn es über längere Zeit um den Hals getragen werden muß, erfordert das noch keine sportlichen Extremleistungen. Darüberhinaus sind die Objektive bereits groß genug, um bei den üblichen Vergrößerungen noch relativ weite Austrittspupillen zu garantieren — bei einem der häufig zu findenden 8x42 sind es so-

gar 5.25mm, die das Fernglas bereits dämmerungstauglich machen. Wer stattdessen auf höhere Vergrößerungen setzt, der hat mit einem 10x42 noch immer mehr als 4mm Austrittspupille, genug um bei normalem Tageslicht auch Tiere im Wald oder Vögel in einem schattigen Dickicht zu beobachten. Es ist daher nicht überraschend, daß dieses 40mm Kaliber die beliebtesten Instrumente der Ornithologen stellt, und daß die Hersteller des Premiumsektors sich mit ihren Innovationsanstrengungen primär auf diese Instrumentenklasse konzentrieren. Folglich gibt es eine sehr große Auswahl an hochklassigen Ferngläsern dieser Kategorie, und jeder potentielle Käufer dürfte hier dem Inhalt seiner Brieftasche angemessen fündig werden.

In Fernglasforen wird nicht selten davon berichtet, das 40mm Fernglas sei den Geräten der 30mm Klasse aufgrund einer höheren Auflösung überlegen. Das ist mitnichten der Fall. Wie an anderer Stelle bereits angesprochen, kommen Handferngläser niemals in die Bereiche der Maximalvergrößerung, so daß zumindest bei der Tagesbeobachtung die Auflösung ausschließlich durch die Vergrößerung und das Auge beeinflusst wird. Ein 40mm Fernglas liefert bei gegebener Vergrößerung größere Austrittspupillen als ein 30mm Fernglas, genau das ist sein Vorteil. Damit wird sein Anwendungsbereich zu schwächeren Lichtverhältnissen hin erweitert. In der Dämmerung kann man dann in der Tat behaupten, das Fernglas mit größeren Objektiven zeige mehr Details — nicht aufgrund einer höheren Auflösung, son-



Abbildung 1.2: Das 8x30 EII von Nikon (Sehfeld: 154m/1000m), ein sehr kompaktes Reisefernglas mit erstaunlich weitem Sehfeld

den weil die kleinere Optik dann schon nicht mehr ausreichend Licht liefert.

1.2 Ferngläser für Reise und Wanderung

Bei Ferngläsern der 30mm Klasse steht die Mobilität im Vordergrund, wobei man, anders als bei den Kompaktferngläsern, noch keine signifikanten Leistungseinbußen in Kauf zu nehmen hat. Die Geräte der 30mm Klasse sind daher die idealen *immer dabei* Ferngläser für die Reise oder für ausgedehnte Wanderungen. Den besten Kompromiß für die Vergrößerung findet man dabei mit der Wahl eines 8x Gerätes, weil man auf diese Weise die Vorteile eines weiten Sehfeldes, eines ruhigen, zitterfreien Bildes (auch nach körperlicher Anstrengung) und einer noch relativ weiten Austrittspupille vereint. So bieten viele Ferngläser der 8x30 oder 8x32 Klasse Sehfelder von 140m/1000m, und die Austrittspupillen von 3.75mm bzw. 4mm erlauben Beobachtungen auch in schattigen Bereichen oder an trüben Tagen. Der entscheidende Vorteil dieser Ferngläser ist natürlich deren Gewicht, das sich meist im Rahmen von 500-600 Gramm bewegt.

Neben den Ferngläsern mit 8x bieten einige Hersteller auch die 10x Versionen des Ka-

libers 30mm an. Hier ist zu berücksichtigen, daß man sich den erhöhten Vergrößerungsfaktor mit einer kleinen Austrittspupille um die 3mm erkauft, so daß sich der Einsatzbereich dieser Ferngläser auf die Tagesbeobachtung reduziert. Umgekehrt gab es in der Vergangenheit wiederholt Versuche, Ferngläser der Spezifikation 7x30 oder gar 6x30 auf den Markt zu bringen. Diese wären in der Tat nützliche Alternativen zum 8x30, mit erheblich verbesserten Dämmerungseigenschaften. Leider erfordern solche Ferngläser aufgrund des an anderer Stelle bereits diskutierten Zwischenbilddurchmessers

$$d = F \cdot \frac{\text{Sehfeld in m}}{1000 \text{ m}} \quad (1.1)$$

größere Prismendimensionen, wenn man den reduzierten Vergrößerungen entsprechend weitere Sehfelder fordert, denn die Objektivbrennweite F läßt sich nicht beliebig herunterfahren — der Strahlengang würde einfach zu kurz und auch die Aberrationen wären kaum noch beherrschbar. Mit entsprechend dimensionierten Prismen würden solche 6x30 Ferngläser ihren Gewichtsvorteil gegenüber der 40mm Klasse weitgehend einbüßen. Als Beispiel sei das russische Kronos 6x30 Weitwinkel Fernglas der Firma ZOMZ (Zagorsky Optiko-Mekhanicheskoy Zavod) genannt, das mit reichlich 11 Grad zwar einen angemessen weiten Schwinkel bot, dafür aber 750 Gramm auf die Waage brachte und somit im Gewichtsbereich eines typischen 40mm Fernglases lag. Aus diesem Grunde hat sich die 6x30 oder 7x30 Spezifikation mit angemessen weiten Sehfeldern auf dem Markt nicht durchsetzen können.

Eine interessante Zwischenstufe zwischen den *Generalisten* und den mobilen Ferngläsern stellt das 7x35 Format dar. Dieses war in den 1960er und 1970er Jahren weit verbreitet, wurde dann aber zunehmend von den 8x32 und 8x42 Formaten verdrängt. Das 7x35 kombiniert die Vorteile seiner relativen Kompaktheit, selbst bei weiten Sehfeldern, mit einer guten Dämmerungstauglichkeit und der



Abbildung 1.3: Das Leitz 7x35 Trinovid (Sehfeld: 150m/1000m), aus heutiger Sicht ein Hybrid zwischen Generalist und Wanderglas, mit Uppendahl Prismen

für 7x Ferngläser typischen enormen Schärfentiefe. Es gibt also einige Argumente, die für dieses Format als ein alternatives Universalformat sprechen, zumindest für diejenigen Anwender, denen es nicht auf hohe Vergrößerungen ankommt. Legendär war das Leitz Trinovid 7x35 B mit Uppendahl Prismen, das von 1965 bis 1983 gebaut wurde und bei einem Sehfeld von 150m/1000m nur 550g wog (dabei allerdings nicht wasserdicht war). Leider ist das 7x35 inzwischen vollständig aus dem Marktsektor hochwertiger Ferngläser verschwunden.

1.3 Ferngläser für Nacht und Dämmerung

Wie an anderer Stelle diskutiert, sollten Ferngläser für die Dämmerung Austrittspupillen von mindestens 5mm, und Nachtgläser Austrittspupillen von mehr als 6mm aufweisen. Um unter diesen Randbedingungen dennoch eine ausreichend hohe Vergrößerung erzielen zu können, sind diese Ferngläser mit Objektiven von mindestens 40mm auszustatten. So liefert ein Fernglas der Spezifikation 7x40, typisch für ein Militärfernglas des Warschauer Pakts, eine Austrittspupille von 5.7mm und

ist daher ein ausgezeichnetes Dämmerungsfernglas. Nachtgläser benötigen noch größere Objektive. Als Standardglas für den Jäger auf dem Nachtansitz gilt das 8x56, das mit 7mm Austrittspupille reichlich Reserven liefert, die viele Menschen mittleren Alters sogar schon nicht mehr vollständig nutzen können.

Anders als bei Ferngläsern für die Tagesbeobachtung genießt bei den Dämmerungs- und Nachtferngläsern die Transmission eine besondere Relevanz: Mit zunehmender Dunkelheit kommt es auf jedes einzelne Photon an, das ein solches Fernglas passieren kann. Grundsätzlich sind hier Ferngläser mit verkitteten Porro- oder Abbe-König Prismen im Vorteil, weil sie die geringste Anzahl an Luft-Glas Übergängen aufweisen. Bei Schmidt-Pechan Prismen ist eine Verspiegelung erforderlich, die nur unter großem Aufwand eine Effizienz erreicht, die derjenigen einer Totalreflexion zumindest nahe kommt. Aus diesem Grunde zeigen Schmidt-Pechan basierte Dachkantgläser oft eine charakteristische Transmissionskurve, die wesentlich von den Eigenschaften dieser Verspiegelung mitbestimmt wird. Hier ist auch zu berücksichtigen, daß das menschliche Auge in der Dämmerung allmählich vom Tagessehen der Zapfen zum Nachtsehen der Stäbchen wechselt. Letztere haben ihre Empfindlichkeitskurve zu kürzeren Wellenlängen hin verschoben, und ein gutes Nachtglas wird diesen Umstand in seiner Transmissionskurve berücksichtigen, d.h. den für Metallverspiegelungen typischen Einbruch in den kurzwelligen Bereichen des Spektrums weitgehend vermeiden.

Weite Sehwinkel sind ebenfalls, oder gerade, in der Nacht von Bedeutung, weil die rezeptiven Felder der Retina sich in den peripheren Bereichen differenzieren und dabei wertvolle Informationen zum Nachtsehen beitragen, etwa bei der Konturerkennung, Bewegungserkennung, und der Unterdrückung von Rauschen durch Bündelung der Rezeptoren. Es ist daher als Nachteil zu werten, daß viele Standardnachtgläser der 8x56 (oder auch 7x50) Klasse aus Gewichtsgründen meist mit kleinen



Abbildung 1.4: Schnittmodell des 8x50 Nobilem Super von Carl Zeiss Jena (Sehfeld: 140m/1000m), ein Nachtglas mit großem Sehfeld und breiter stereoskopischer Basis

Schwinkeln um die 50 Grad ausgerüstet sind. Ein klassische Jägerglas, das 8x56 Dialyt von Hensoldt, fällt in diese Kategorie, während das 8x56 Zeiss Victory FL einen scheinbaren Sehwinkel von immerhin 60 Grad liefert und sich damit positiv aus der Masse der engsichtigen Nachtgläser hervorhebt. Beiden Beispielen ist gemeinsam, daß sie als Dachkantgläser relativ eng zusammenstehende Objektivlinsen aufweisen, was sich nachteilig auf die stereoskopische Tiefenwahrnehmung auswirkt. Hier ist zu beachten, daß unser visuelles System gerade im Falle fortgeschrittener Dunkelheit nur noch begrenzt Informationen zur Tiefenwahrnehmung zur Verfügung hat, weil etwa Oberflächendetails, die die plastische Form des Gegenstandes betonen, nicht mehr sichtbar sind, und das Detailsehen folglich durch ein Kontursehen ersetzt wird. Die zuverlässigste Information zur Tiefenstaffelung der Umgebung stammt dann aus der stereoskopischen Wahrnehmung, und hier sind die Ferngläser des Porro-Typs von Vorteil.

Zusammenfassend kann man sagen, daß das Nachtfernglas idealerweise ein Porro Fernglas mit weitem Sehfeld und Austrittspupille jenseits 6mm sein sollte. Als positives Beispiel sei das 8x50 Nobilem Super genannt, das in den

frühen 1980er Jahren von Zeiss Jena gebaut wurde. Es hatte mit 6.25mm zwar etwas weniger Austrittspupille als ein 8x56, aber dieser Unterschied ist nur noch in Ausnahmefällen signifikant. Dafür bot das Nobilem jedoch stolze 64 Grad scheinbaren Schwinkels, und, wegen seiner breiten Bauweise, ein hervorragendes 3D-Sehen, Eigenschaften, die das Auffinden und Identifizieren von Objekten in fortgeschrittener Dunkelheit unterstützen.

1.4 Handferngläser in der Astronomie

Grundsätzlich eignen sich alle Ferngläser auch für den Einsatz am Sternhimmel. So ist es ein besonderes Vergnügen, in perfekter Dunkelheit mit einem niedrig vergrößernden Weitwinkelfernglas die Bereiche der Milchstraße zu durchstöbern. Andere Objekte kommen erst bei mittleren Vergrößerungen zur Geltung, und wieder andere sind so kompakt, daß sie idealerweise durch ein montiertes Großfernglas bei hohen Vergrößerungen betrachtet werden.

Auch bei astronomischen Beobachtungen kommt der Austrittspupille eine besondere Bedeutung zu. Anders als beim Teleskop, das nicht selten für Detailbeobachtungen an Mond oder Planeten im Bereich der Maximalvergrößerung eingesetzt wird, benutzt der Astronom das Handfernglas jedoch meist für Übersichtsbeobachtungen ausgedehnter Sternfelder oder Gasnebel, oder für das Auffinden schwächerer Objekte, die anschließend mit größeren Instrumenten im Detail betrachtet werden. Die Austrittspupille des Handfernglases sollte auf jeden Fall groß genug sein, um das Nachtsehvermögen des Auges ideal zu nutzen. Interessanterweise ist dies nicht unbedingt bei der Maximalpupille von 7mm der Fall, denn auch das Auge bildet ja nicht ideal, sondern mit Aberrationen ab, und diese Aberrationen nehmen in den äußeren Bereichen der Augenpupille überproportional zu. Beim normalen Nachtsehen spielt das keine Rolle, da es in der

Dunkelheit ohnehin an Feinstrukturen mangelt, die aufzulösen man noch in der Lage wäre. Bei astronomischen Beobachtungen ist das anders: Hier gibt es jede Menge feiner Sterne, an denen sich die Aberrationen des Auges, insbesondere die sphärische Aberration und der Astigmatismus, negativ bemerkbar machen. Es ist daher von allzu großen Austrittspupillen im allgemeinen abzuraten, wenn man nicht gerade sehr ausgedehnte, lichtschwache und strukturarme Himmelsobjekte, wie etwa den Nordamerikanebel, Cirrusnebel, oder Galaxien wie M33 ins Visier nehmen möchte. In solchen Fällen kann man getrost auch zu seinem 7x50 Fernglas greifen und die maximale Austrittspupille nutzen. In den meisten Situationen bietet jedoch eine Austrittspupille von etwa 5mm einen besseren Kompromiß zwischen maximalem Licht und guter Abbildungsleistung des Auges.

Ein weiterer Faktor, der in Astronomenkreisen oft diskutiert wird, hängt mit der Leuchtdichte des Himmelshintergrunds zusammen: In Stadtnähe oder bei Mondlicht ist der Himmel nie perfekt dunkel, sondern zeigt aufgrund einer Restleuchtdichte eine leichte Graufärbung. Nun wird gelegentlich behauptet, lichtschwache Himmelsobjekte kämen in dieser Situation bei kleinerer Austrittspupille besser zur Geltung, weil dann der Himmelshintergrund durch das Fernglas schwarz erscheine und somit der Kontrast optimal sei. Andernfalls würde das Objekt regelrecht im Hintergrundlicht "absaufen". Eine simple Berechnung der Kontrastfunktion stellt diese Behauptung allerdings in Frage: Sei L_H die Leuchtdichte des Himmelshintergrunds, und $L_G > L_H$ die Leuchtdichte einer zu beobachtenden Galaxie. Dann berechnet sich der Kontrast als Quotient aus Differenz und Summe beider Leuchtdichten, also

$$K = \frac{L_G - L_H}{L_G + L_H} . \quad (1.2)$$

Jetzt nehmen wir an, daß wir die Austrittspupille ein wenig vergrößern, so daß deren Fläche sich um den Faktor d vergrößert. In diesem



Abbildung 1.5: Fujinon 10x50 FMT-SX2 (Sehfeld: 114m/1000m), ein klassisches Fernglas für die freihändige Himmelsbeobachtung

Falle erhöhen sich die Leuchtdichten L_H und L_G gleichermaßen um den Faktor d , und der Kontrast bleibt identisch K . Es ist wohl eher der Fall, daß eine große Austrittspupille auch bei aufgehelltem Himmelshintergrund die Beobachtung von ausgedehnten Objekten nicht entscheidend behindert. Dafür kommt allerdings eine ästhetische Komponente zur Geltung: Objekte erscheinen vor einem schwarzen Himmel einfach schöner.

Der Kontrast hängt jedoch sehr wohl von der Qualität des Instruments ab, und schlechte Vergütungen, unvollständig auspolierte Linsenflächen oder fehlende Streulichtblenden können den Kontrast und damit die Wahrnehmungsschwelle für lichtschwache Objekte entscheidend beeinflussen. Von allzu preisgünstigen Angeboten der bekannten Supermarktketten sollte man daher die Finger lassen — auch bei der Himmelsbeobachtung führt die Investition in Qualität zu deutlich sichtbaren Leistungssteigerungen.

Ein weiterer für die Astronomie relevanter Faktor ist die Grenzgröße der Sterne, die das Instrument eben noch zeigen kann. Nun sind Sterne ganz besondere Beobachtungsobjekte: Sie sind so weit entfernt, daß man sie als Lichtquellen nicht mehr auflösen vermag. Selbst wenn man durch ein Teleskop

die Maximalvergrößerung erreicht, erscheint der Stern im Okular lediglich als Beugungs-scheibchen. Beim Fernglas bewegt man sich nochmals weit unterhalb dieser Maximalvergrößerung, und das, was wir als Stern wahrnehmen, ist stets die Punktbildfunktion unseres Auges, die sich auch dann nicht ändert, wenn wir die Vergrößerung in einem vernünftigen Rahmen variieren. Dafür wird der Stern mit zunehmender Vergrößerung allerdings heller, weil diese auf die Leuchtstärke denselben Einfluß hat wie eine Änderung der Distanz. Somit wird klar, daß bei der Wahrnehmung punktförmiger Objekte die Vergrößerung ein entscheidender Faktor sein muß. In der Astronomie hat sich der empirisch bestimmte, nach Alan Adler benannte *Adlerindex* als Leistungsfaktor für die Grenzgröße eines Fernglases etabliert. Der Adlerindex ist das Produkt aus Vergrößerung und der Wurzel aus der freien Öffnung, $I_A = m \cdot \sqrt{D}$, und man erkennt hier sehr deutlich die Dominanz der Vergrößerung über die Öffnung. Ed Zarenski hat in ausführlichen Messungen die Gültigkeit des Adlerindex verifiziert und seinerseits zusätzliche Faktoren eingeführt, mit deren Hilfe die Fernglasqualität ebenfalls berücksichtigt werden soll¹. Was ist dann also das ideale Handfernglas für den Astronomen? Das in diesem Abschnitt Gesagte impliziert, daß das ideale Fernglas für diesen Anwendungsbereich nicht existiert — zu verschieden sind die Anforderungen, die unterschiedliche Beobachtungsobjekte an das optische Instrument stellen. Wer ein gutes Fernglas besitzt, der wird es mit Erfolg auch in der Astronomie verwenden können. Wer sich ein Neues zulegen möchte, der wird wohl zuerst zu einem Fernglas der 10x50 Klasse greifen: Eine große Öffnung, gepaart mit der eben noch freihändig nutzbaren Vergrößerung, idealerweise mit einem weiten Sehwinkel und mit guter Randschärfe. Es ist kein Wunder, daß das 10x50 Fujinon FMT-SX2, das all diese Eigenschaften vereint und dar-

überhinaus mit einer hochklassigen Vergütung ausgestattet ist, einen Kultstatus unter den Astronomen genießt. Nach Erkenntnissen des Autors verwendet das 10x50 FMT-SX2, anders als das 7x50, sogar Triplets als Objektive. Aber selbst das viel ältere und preisgünstige 10x50 Dekarem (oder Jenoptem) von Zeiss Jena, mit hervorragender Mittenschärfe und sehr weitem Sehwinkel (bei allerdings geringer Randschärfe), genießt noch immer den Respekt der Amateurastronomen, auch wenn es nur noch auf dem Gebrauchtwarenmarkt zu finden ist.

1.5 Militärferngläser

Über Militärferngläser kann man ganze Bücher schreiben, und glücklicherweise hat Hans Seeger dies in überaus kompetenter Weise bereits getan². Daher können wir uns hier auf einige Kernpunkte zu diesem interessanten Thema beschränken.

Bis zum Ende des zweiten Weltkrieges (und im Ostblock sogar bis in die späten 1980er Jahre) war die Fernglasentwicklung maßgeblich auf den Militäreinsatz ausgerichtet, und dieser Umstand spiegelt sich in den besonderen Eigenschaften solcher Geräte wieder: Zuerst müssen Militärferngläser robust sein, was sich natürlich im Gewicht niederschlägt. Ferner sind Soldaten meist junge, gesunde Leute mit einer sehr weiten Akkommodationsbreite. Aus diesem Grunde müssen die Optiken nicht übermäßig auf Bildfeldwölbung korrigiert werden, so daß ältere Leute sich dann über die schlechte Randschärfe dieser Ferngläser beklagen. Auch waren die Soldaten in der Vergangenheit, anders als heute, nur selten Brillenträger, und viele Militärferngläser hatten daher Weitwinkelokulare mit eher kurzem Austrittspupillen-Längsabstand. Ausnahmen gab es immer dann, wenn die

¹Ed Zarenski, *CN Report: Limiting Magnitude in Binoculars*, auf www.cloudynights.com

²Hans Seeger, *Militärische Ferngläser und Fernrohre in Heer, Luftwaffe und Marine/Military Binoculars and Telescopes for Land, Air and Sea Service*, ISBN 3-00-000457-2 (2002)



Abbildung 1.6: Zeiss Jena EDF 7x40 der NVA (Sehfeld: 131m/1000m)

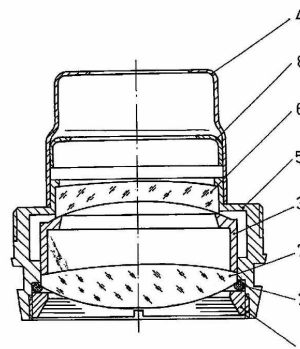


Bild 4 **Objektiv**
1 - Verschraubring; 2 - Dichttring; 3 - Zwischenring; 4 - Blendrohr; 5 - Objektivfassung; 6 - Linse; 7 - Linse; 8 - Blende

Abbildung 1.7: EDF 7x40 (Tele-)Objektiv mit Luftspalt (Scan aus der Instandsetzungsvorschrift)

Optiken gemeinsam mit Gasmasken benutzbar sein sollten. In solchen Fällen gab es reichlich Austrittspupillen-Längsabstand von 20mm oder mehr.

Es fehlt hier der Raum, eine komplette Auflistung der überaus reichhaltigen Palette an Militäroptiken vorzunehmen, selbst wenn man sich auf die Phase nach den Weltkriegen beschränkt. Ganz allgemein kann man zusammenfassen, daß es in der Bundeswehr drei Haupttypen von Handferngläsern gab, mit den Spezifikationen 8x30 (als weitaus häufigstes Fernglas des Heeres), 10x50 (auch *Artilleriefernglas* genannt) und 7x50 (vornehmlich bei der Marine, aber auch in anderen Teilen der Streitkräfte als Nachtglas anzutreffen). In den Staaten des Warschauer Pakts waren Ferngläser der Spezifikation 7x40 weit verbreitet, die sich sehr gut zur Beobachtung in der Dämmerung eignen. Sie tauchten erst in den frühen 1990er Jahren in größeren Stückzahlen auf den Flohmärkten der westlichen Staaten auf und waren wegen ihrer zum Teil beeindruckenden optischen Leistung nicht nur unter Sammlern, sondern auch unter Anwendern begehrt. Im Folgenden soll, stellvertretend für die gesamte Klasse militärischer Handferngläser, nur das EDF im Detail diskutiert werden.

Das Zeiss Jena 7x40 EDF (*Einheits-Doppelfernrohr*) der Nationalen Volksarmee

der ehemaligen DDR erzielt auf dem Gebrauchtwarenmarkt noch heute Preise um die 500 Euro. Es ist ein gutes Beispiel für den enormen Aufwand, den man in Jena noch in den späten 1970er Jahren bei der Entwicklung von Militäroptiken betrieben hat. Albrecht Köhler berichtet auf seiner Webseite³, daß die Entwicklung dieses Fernglases, inklusive diverser Feldtests mit Versuchspersonen, nicht weniger als 10 Jahre in Anspruch genommen hat. Das Resultat war ein recht kompaktes Dachkantfernglas — ungewöhnlich für diesen von Porro-Gläsern dominierten Einsatzbereich. Das EDF zeigt dennoch die für Militärferngläser typischen Merkmale: Die Einzelokularverstellung, die einerseits unkompliziert und robust ist und andererseits das Fernglas sicher vor eindringender Feuchtigkeit schützt, eine dicke Gummierung zum Schutz gegen mechanische Belastungen, und eine eingebaute Strichplatte zur Entfernungsmessung.

Guido Thürnagel liefert auf seiner Webseite weitere Informationen zu diesem Fernglas⁴. Dazu hat er die Instandsetzungsvorschrift A050/1/501 der NVA ausgewertet, die interessante Details zu dem EDF enthält: Die kurze Bauform dieses Fernglases wird durch

³www.akoehler.de, EDF 7x40

⁴<http://home.arcor.de/thuernagel/edf.htm>

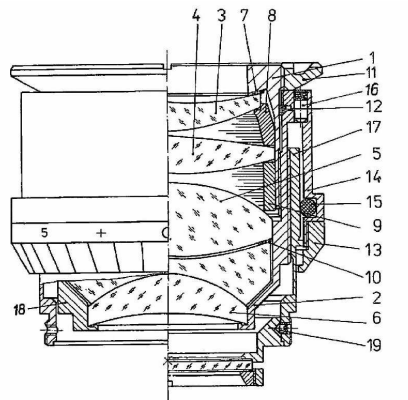


Bild 2 Okular
1 - Fassung; 2 - Fassung, rechte; 3 - Linse; 4 - Linse; 5 - Linse;
6 - Feldlinse; 7 - Dichttring; 8 - Fassungtring; 9 - Abtandertring;
10 - Dichttring; 11 - Ring; 12 - Rundring; 13 - Dichttring;
14 - Grifftring; 15 - Rundring; 16 - Stift; 17 - Tubus; 18 - Fassung, links; 19 - Gewindestift

Abbildung 1.8: EDF 7x40 Okular: Eine ungewöhnliche Bauart (Scan aus der Instandsetzungsvorschrift)

ein Tele-Objektiv Design mit Luftspalt erzielt, wodurch die mechanische Baulänge kürzer als die Brennweite ausfällt. Bei dem Okular mit 3-1-1 Konstruktion (wobei die 3-er Gruppe sogar noch einen Luftspalt zu haben scheint) muß es sich um eine komplett unabhängige Entwicklung handeln — man achte insbesondere auf die konkaven Linsenaußenflächen sowohl bei der Feld- als auch bei der Augenlinse. Es liefert einen sehr großen Austrittspupillen-Längsabstand von $>20\text{mm}$ bei einem allerdings nur mäßigen scheinbaren Sehwinkel von 53 Grad. Die Abbildungsleistung ist dafür sehr hoch, und auch die Randschärfe fällt deutlich besser aus als der bei Militärgläsern übliche Standard. Das Umkehrsystem ist ein klassisches Schmidt-Pechan, noch ohne Phasenkorrektur, was bei der geringen Vergrößerung von 7x allerdings noch nicht ins Gewicht fällt.

Die Instandsetzungsvorschrift A050/1/501 der NVA beschreibt die turnusmäßigen Prüfungen anlässlich der jeweiligen Instandsetzungen des EDF:

- **Dichtheit:** Andrücken-Überdruck: Innerer Überdruck 50.7 kPa. Forderung: Druckabfall unzulässig.
- **Tauchwasserprüfung:** Tauchtiefe: 1 m.

Wassertemperatur: 10°C bis 15°C niedriger als Gerätetemperatur (dadurch Unterdruck im Gerät). Dauer: 1 h. Forderung: kein Wasser und Beschlag im Innenraum.

- **Fallprüfung:** Fallhöhe: 0,75 m. Richtung: auf Breitseite gestreckt liegend, 1 Fall.
- **Schlagprüfung:** Beschleunigung 15 g. Impulsdauer: 5 bis 10 ms. Richtung: 250 Schläge auf Objektiv stehend, 150 Schläge auf Breitseite gestreckt liegend, 150 Schläge auf Schmalseite gestreckt liegend.
- **Schlagprüfung:** Beschleunigung 120 g. Impulsdauer: 1 bis 5 ms. Richtung: 2 Schläge auf Objektiv stehend, 4 Schläge auf Breitseite gestreckt liegend, 4 Schläge auf Schmalseite gestreckt liegend.
- **Vibrationsbelastung:** Frequenzbereich: 30 bis 80 Hz. Beschleunigung: 6 g. Dauer: 2 h auf Objektivseite stehend, 1 h auf Breitseite gestreckt liegend, 1 h auf Schmalseite gestreckt liegend.
- **Kältebeständigkeit:** -50°C , Dauer 2 h, nachdem die Geräte die geforderte Temperatur angenommen haben, Gummiteile bis -40°C .
- **Wärmebeständigkeit:** $+60^{\circ}\text{C}$, Dauer 2 h, nachdem die Geräte die geforderte Temperatur angenommen haben. Forderung: Kein Fettauslaufen.
- **Zyklische Temperaturprüfung:** obere Temperatur: $+60^{\circ}\text{C}$, untere Temperatur: -50°C . Dauer: 5 Zyklen je 2 h. Forderung: Kein Fettauslaufen.
- **Lagertemperatur:** $+80^{\circ}\text{C}$, Dauer 1 h, nachdem die Geräte die geforderte Temperatur angenommen haben. Forderung: Kein Fettauslaufen.
- **Beständigkeit gegenüber Seenebel:** Temperatur: $+27^{\circ}\text{C}$. Dauer: 168 h. Zusammensetzung: Natriumchlorid 27 g/l,

Magnesiumchlorid 6 g/l, Kalziumchlorid (wasserfrei) 1 g/l, Kaliumchlorid 1 g/l.
Forderung: Keine Korrosion.

Die an Militärferngläser anderer Länder gestellten Anforderungen mögen in Details variieren, bewegen sich aber grundsätzlich in einem ähnlichen Rahmen wie die hier angeführten Prüfbedingungen.

Das EDF hatte in seiner ursprünglichen Variante einen starken Gelbstich, bedingt durch spezielle Glassorten, die durch den Zusatz von Ceroxid strahlenresistent waren. Nach Aussagen Albrecht Köhlers wurde das EDF in den Tests auch radioaktiver Strahlung einer Dosis von 0.8 bis 1.2×10^4 Röntgen pro Stunde (über eine Dauer von 10 Stunden) ausgesetzt — für einen Menschen wäre dies das 40-fache einer letalen Dosis. Damit sollten zumindest die Ferngläser einen nuklearen Austausch überleben, wobei sich die Transmission infolge von Strahlenschäden um nicht mehr als 50% reduzieren durfte. Der Gelbstich ist das Resultat einer hohen Absorption des kurzwelligen (violetten) Lichts und hat in der Anwendung durchaus auch Vorteile: Bei der Verwendung am Wasser oder über Schneeflächen wird ein Blenden durch reflektiertes Sonnenlicht verhindert, und bei trübem Wetter wirkt der Farbstich kontrastverstärkend. Die effektive Gesamttransmission des Fernglases wird wegen der geringen Gewichtung des Violetten bei der Wahrnehmung nur unwesentlich beeinträchtigt. Eine Vielzahl von Militärferngläsern wird aus diesem Grunde zusammen mit Gelbfiltern ausgeliefert, die bei Bedarf einen ganz analogen Effekt bewirken. Zum EDF gab es zusätzliche Graufilter für den Einsatz unter besonders intensiven Lichtverhältnissen.

Eine Besonderheit stellen auch die Teleskopaugenmuscheln aus Weichgummi dar, die sich perfekt der Gesichtsform anpassen und somit das seitliche Eindringen von Streulicht verhindern. Brillenträger drücken diese Augenmuscheln weiter zusammen, um den optimalen Abstand zur Austrittspupille zu finden. Der komplette Fernglaskörper ist von einer di-

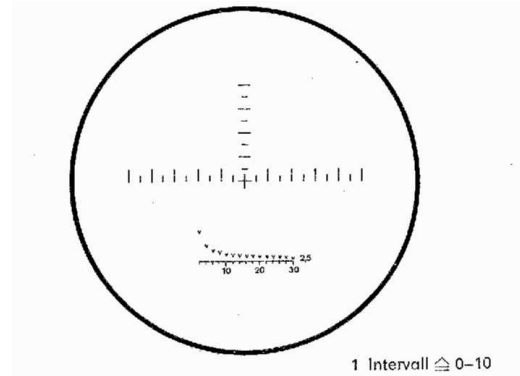


Abbildung 1.9: EDF 7x40 Strichplatte, Scan aus der Bedienungsanleitung

cken Gummierung ummantelt, die sich zum Reinigen abnehmen läßt, und die Objektive lassen sich mit am Fernglas befestigten Deckeln aus Hartlastik, die fest einrasten, sicher verschließen.

Das EDF ist, wie nahezu alle Militärferngläser, mit einer Strichplatte zum Abschätzen von Entfernungen ausgestattet. Das militärische Winkelmaß *Strich* entspricht dabei einer Distanz von einem Meter auf 1000 Meter Entfernung. Die Strichplatte enthält meist Markierungen in Abständen von 5 Strich. Ein Soldat hat dann die Längen und Breiten von typischen Fahrzeugen zu kennen, etwa 2.5m Breite eines Lastwagens, 4m Breite oder 10m Länge eines schweren Kampfpanzers. Die Entfernung des Fahrzeugs wird dann mit der sogenannten MKS-Formel berechnet:

$$E = \frac{M \cdot K}{S}, \quad (1.3)$$

wo M die Breite des Zieles in Meter ist, S die an der Strichplatte abgelesene Breite in Strich, und K der konstante Umrechnungsfaktor 1000 (entsprechend 1000m auf 1km). Erstreckt sich also ein Panzer der Länge $M = 10$ m über $S = 5$ Strich, dann wäre er etwa 2km entfernt, bei 20 Strich wären es nur 500m. Die Strichplatte des EDF hat als Besonderheit zusätzlich vertikale Markierungen, die die scheinbare Größe eines Gegenstands der Höhe 2.5m für unterschiedliche Entfernungen angibt. In ei-

ner Ausführung des EDF kann die Strichplatte nach Umlegen eines Hebels auch beleuchtet werden, wobei als Lichtquelle eine integrierte, mit radioaktivem Tritium gefüllte und mit einer fluoreszierenden Leuchtschicht ummantelten Glaskapsel dient.

Das Fernglas hat zusätzlich einen internen Filter zur Infraroterkennung, der sich etwas umständlich über das linke Okular einschwenken läßt. Dieser Filter war bei den Militärferngläsern des Wahrschauer Paktes weit verbreitet, in seinem Nutzen allerdings beschränkt: Am Tage läßt er sich über ein Sichtfenster durch das Tageslicht aktivieren. Dabei werden Elektronen in einer Leuchtschicht durch die Photonen des Tageslichts in einen angeregten Zustand gehoben, der metastabil ist, weil ein direkter Übergang in den Grundzustand verboten ist. Photonen des nahen Infrarot (die das Sichtfenster aber nicht passieren können) heben diese Elektronen dann in einen weiteren Zustand, von dem aus sie unter Abgabe sichtbaren Lichts zurück in den Grundzustand fallen. In der Nacht lassen sich mit dem eingeschwenkten Filter auf diese Weise Infrarotscheinwerfer orten — sie erscheinen als verwaschener Lichtfleck durch das ansonsten dunkle Okular (der eingeschwenkte Filter läßt praktisch kein sichtbares Licht passieren). Gemäß der Bedienungsanleitung des EDF war es auf diese Weise möglich, einen Infrarotscheinwerfer der Leistung 45W aus einer Distanz von 1500m aufzuklären. Inzwischen sind diese Filter völlig überflüssig, weil keine Armee mehr eine Schußfeldbeleuchtung mit Infrarotscheinwerfern vornimmt, seitdem sich die Wärmebildgeräte im Nachteinsatz durchgesetzt haben.

Ein Nachfolger des EDF wird noch heute gebaut, unter dem Namen 7x40 B/GA von der Firma Docter in Eisfeld. Allerdings hat es inzwischen keine strahlenresistenten (und gelben) Gläser mehr, Infraroterkennung und Tritiumbeleuchtung sind ebenfalls entfernt, und die Strichplatte ist nur noch optional vorhanden. Eine Version mit der Spezifikation 10x42 existiert ebenfalls. Diese Geräte gehören sicher

zu den robustesten Ferngläsern, die man für Geld kaufen kann, allerdings sind das Gewicht von rund 1kg und die etwas umständliche Einzelfokussierung nicht jedermanns Geschmack.

Für die Beobachtung in der Nacht werden beim Militär seit langem auch Nachtsichtgeräte eingesetzt. Diese spielen im zivilen Marktsektor jedoch eine untergeordnete Rolle und sollen hier nicht im Detail ausgeführt werden.

1.6 Ferngläser zur See

An optische Instrumente, die auf Binnengewässern oder gar auf dem offenen Meer Verwendung finden, werden besondere Anforderungen gestellt. Sonnenlicht wird vielfach an der Wasseroberfläche reflektiert und findet leicht seinen Weg in den optischen Strahlengang — ausgezeichnete Streulichtresistenz steht daher ganz oben im Pflichtenheft eines Marinefernglases. Ein solches Fernglas hat auch wasserdicht zu sein, insbesondere auf dem Meer, wenn die Gischt das aggressive Salzwasser auf dem Instrument verteilt. Bei hohem Seegang geht es auch schon mal ruppig zu, die mechanischen Anforderungen eines Marineglases sind daher mindestens so hoch wie die eines Militärfernglases.

Ansonsten sind die gebräuchlichen Spezifikationen abhängig von der Dimension des Schiffes: Auf einem Luxusdampfer oder einem Flugzeugträger mit Lagestabilisierung lassen sich, fast wie auf dem Festland, montierte Großferngläser mit hohen Vergrößerungen einsetzen. Auf kleineren Schiffen macht der Seegang aber jede Beobachtung zu einem schwierigen Balanceakt. Das klassische Bootfernglas ist daher das 7x50, das eine niedrige Vergrößerung mit einer weiten Austrittspupille vereint. Letztere erleichtert das schnelle Ansetzen des Fernglases und den *instantanen Blick*, ohne daß die Augenpupillen auf dem schwankenden Schiff umständlich auf die Austrittspupillen abgestimmt werden müssen. Ein Porro-Design erhöht die stereoskopische Tiefenwahrnehmung, die jedoch auf dem offenen

Meer wegen der z.T. großen Distanzen nur eingeschränkt nutzbar ist. Viele Marineferngläser sind zusätzlich mit einem integrierten Kompaß ausgestattet, der über ein Sichtfenster die Beobachtungsrichtung anzeigt.

Über der Wasseroberfläche macht sich die bei Handferngläsern übliche kissenförmige Verzeichnung besonders unangenehm bemerkbar, weil sich während der Beobachtung, beim Heben und Senken des Fernglases, die Horizontlinie ständig durchbiegt. Diese Verzeichnung der *Kimm* wird als besonders unnatürlich und unästhetisch empfunden. Es wurde daher vorgeschlagen, speziell für den Marinegebrauch verzeichnungsfreie Ferngläser einzusetzen⁵, da auch der Globuseffekt über der flachen Wasseroberfläche praktisch nicht zum Tragen kommt.

Legendär waren die U-boot Ferngläser aus der Zeit des zweiten Weltkrieges von Zeiss (blc), mit der Spezifikation 8x60, die weite Sehfelder mit einer großen Austrittspupille und einen weiten Austrittspupillen-Längsabstand kombinierten. Dazu wurden bei der sog. zweiten Bauform Porro II Prismen eingesetzt, die das Fernglas weniger klobig ausfallen ließen. Nach Einschätzung mancher Fernglasexperten repräsentieren diese Geräte einen historischen Höhepunkt der Fernglas-technik, weil kein Handfernglas jemals wieder ähnlich hohe Standards bzgl. Einblickverhalten und Beobachtungskomfort erreichen konnte.

Gute, auf den Marinebedarf spezialisierte Ferngläser gibt es allerdings auch heute noch. Auf keinen Fall sollte man hier alternativ zu billigen Importen aus Fernost greifen — Probleme mit eindringendem Seewasser, Streulicht und mechanischen Schäden sind unter diesen Umweltbedingungen vorprogrammiert. Ein Beispiel für ein hochwertiges Marineglas ist das Docter 7x50 NAVIDOC, das mit seiner



Abbildung 1.10: Docter 7x50 NAVIDOC mit Kompaß (Sehfeld: 128m/1000m). Auffällig sind die Teleskopaugenmuscheln, die das von der Seite einfallende Streulicht effektiv abschirmen.

Einzelfokussierung absolut wasserdicht ist. Es hat Teleskopaugenmuscheln aus Weichgummi, die das allgegenwärtige seitliche Streulicht effektiv abschirmen, und Prismen, die miteinander verkittet sind, was die Anzahl der Luft-Glas Übergänge reduziert und die Justierstabilität erhöht. Das NAVIDOC hat auch eine geringe Verzeichnung und vermeidet auf diese Weise die unatürlichen Krümmungen der Horizontlinie. Unter Seglern beliebt ist auch das 7x40 EDF der ehemaligen NVA (Abbildung 1.6), das kompakter ausfällt und daher auch mit einer Hand ans Auge geführt werden kann.

In den letzten Jahren wurden zunehmend auch im nicht-professionellen Bereich bildstabilisierte Handferngläser eingesetzt, die insbesondere auf kleineren Booten ihre Vorteile ausspielen. Diese werden im folgenden Abschnitt separat diskutiert.

1.7 Ferngläser mit Bildstabilisierung

Versuche ergaben, daß bei freihändiger Beobachtung ein durchschnittlicher Beobachter seine maximale relative Fernglasleistung bei einer Vergrößerung von 8x erreicht⁶. Wie an an-

⁵Börries von Breitenbuch, persönliche Korrespondenz, und Hans Seeger, *Militärische Ferngläser und Fernrohre in Heer, Luftwaffe und Marine/Military Binoculars and Telescopes for Land, Air and Sea Service*, ISBN 3-00-000457-2 (2002)

⁶Jürgen Nolting, Markus Kiesel: *Verwackelt? Bestimmung der Sichtlinienstabilität stabilisierter Fern-*

derer Stelle bereits diskutiert, ist die relative Fernglasleistung definiert als $V_F/(m \cdot V_A)$ mit dem Visus V_A des unbewaffneten Auges, dem Visus V_F mit Fernglas (freihändig) und der Vergrößerung m . Jenseits von 8x wird die Auflösung zunehmend von der Handunruhe beeinträchtigt. Bis zu einer Vergrößerung von etwa 10x lassen sich Ferngläser noch sinnvoll freihändig einsetzen. Von der Fensterbank aus, wenn die Ellenbogen aufgestützt werden können, ist eine Erhöhung auf 12x oder, in selten Fällen, bis 15x noch möglich. Dennoch sollte man bei Vergrößerungen jenseits 10x lieber zum Stativ greifen, um die Leistung des Fernglases voll ausschöpfen zu können. So jedenfalls lautete die klassische Lehre — mit dem Aufkommen der Bildstabilisierung sind der freihändigen Beobachtung inzwischen jedoch neue Bereiche erschlossen worden.

Es klingt wie ein Traum, der endlich in Erfüllung geht: Man kombiniert die Bildruhe eines Stativs mit der Flexibilität und Dynamik der freihändigen Beobachtung. Es erscheint daher auf den ersten Blick seltsam, daß nicht bereits alle hochwertigen Ferngläser mit einer Bildstabilisierung ausgestattet sind. Auch dafür gibt es natürlich Gründe: Die Bildstabilisierung erfordert eine komplexe Mechanik, und es ist daher extrem schwierig, ein solches Fernglas hinreichend robust für den Beobachtungsalltag auszulegen. Ein bildstabilisiertes Fernglas ist daher stets empfindlicher als ein konventionelles Fernglas, oder aber erheblich teurer. Auf jeden Fall ist es schwerer und klobiger. Dazu kommt, daß ein solches Gerät (mit wenigen Ausnahmen) eine Stromversorgung benötigt, die integrierten Batterien erfordern zusätzlichen Platz und erhöhen das Gewicht, und bei längeren Touren müssen auch noch Ersatzbatterien stets griffbereit mitgeführt werden.

Die vermutlich ersten bildstabilisierten Ferngläser wurden in den 1970er Jahren von der US-amerikanischen Firma Fraser-Volpe

für das Militär entwickelt⁷. Unabhängige Entwicklungen erfolgten von der weißrussischen (damals sowjetischen) Firma Peleng und von Fujinon. Diese erste Generation von Bildstabilisierung beruhte auf Prismen, die von der Bewegung des Gehäuses entkoppelt werden konnten und durch schnell rotierende Kreisel stabilisiert wurden. Aufgrund der Drehimpulserhaltung widersetzt sich ein solcher Kreisel einem äußeren Zwang, und werden mehrere dieser Kreisel, die in unterschiedlichen Ebenen rotieren, an das Prisma gekoppelt, so bleibt dieses lagestabil innerhalb des vorgegebenen mechanischen Spielraums. Diese *kreiselstabilisierten* Ferngläser waren extrem teuer und schwer, und bis zum Zusammenbruch der Sowjetunion, als die ersten Peleng Modelle auf dem Gebrauchtwarenmarkt auftauchen, nicht auf dem freien Markt zu erwerben.

Im Jahre 1990 stellte Zeiss dann einen komplett unterschiedlichen Ansatz zur Bildstabilisierung vor: Beide Prismen sind hier fest miteinander verbunden und gemeinsam über eine federgedämpfte kardanische Aufhängung mit dem Gehäuse gekoppelt. Bewegt sich das Gehäuse, so reagiert das Prismensystem aufgrund seiner Massenträgheit mit Verzögerung, und die überdämpfte Federung wirkt wie ein Tiefpaßfilter, der hochfrequente Schwingungen unterdrückt. Diese *Trägheitsstabilisierung* benötigt keine Stromquelle und wurde im Zeiss 20x60 S eingesetzt. Das Zeiss funktioniert gut, ist aber mit 1660 Gramm recht schwer und unhandlich und noch immer zu teuer für den durchschnittlichen Konsumenten. Eine Variation dieser Bauweise, bei der allerdings das Lichtbündel durch viel zu kleine Prismen erheblich beschnitten wurde, gab es auch aus russischer Herstellung.

Erst mit der Integration moderner Mikroelektronik in den späten 1990er Jahren wurden stabilisierte Ferngläser leichter, billiger und somit interessant für den nicht-professionell orientierten Marktsektor. Auch

gläser, DOZ 7, S. 34 (2004)

⁷G. Parker, *The story of stabilized binoculars*, New Scientist, p. 5441, Nov. 1978



Abbildung 1.11: Canon 18x50 IS (Sehfeld: 65m/1000m), ein Gerät mit einem relativ geringen Gewicht von 1200g. Foto: Canon Inc.

hier existieren unterschiedliche Ansätze für den Mechanismus der Stabilisierung: Beim sog. *Vari-angle* Prinzip befindet sich im Strahlengang eine doppelte Glasscheibe, deren Zwischenraum mit einer ölartigen Flüssigkeit gefüllt ist. Dieser Zwischenraum ist von einem flexiblen Balgen umschlossen, der das Öl am Auslaufen hindert. In der Nullstellung stehen die Platten parallel zueinander, so daß das gesamte optische Bauelement sich wie eine einzige planparallele Platte verhält. Unter Verwendung von Elektromagneten lassen sich die Platten gegeneinander verkippen, wodurch der Lichtkegel anstelle einer Planplatte jetzt ein Prisma durchläuft und entsprechend seitlich versetzt wird. Auf diese Weise lassen sich Zitterbewegungen des Gehäuses ausgleichen, die gleichzeitig über elektronische Beschleunigungssensoren registriert werden. Diese Methode der Stabilisierung ist in den Canon IS Modellen realisiert, die sich durch ein relativ geringes Gewicht auszeichnen, allerdings für einen harten Einsatz nicht ausgelegt sind. Ein anderer Zugang zur Stabilisierung ist über ein direktes Verstellen der Umkehrprismen unter Verwendung kleiner Elektromotoren möglich. Diese Methode wird unter anderen in den *Techno-Stabi* Ferngläsern von Fujinon verwendet.

Die Arbeitsgruppe um Jürgen Nolting von der Fachhochschule Aalen hat Messungen

durchgeführt, in denen die Effektivität der verschiedenen Stabilisierungssysteme verglichen wurde⁸. Dabei wurden die Ferngläser von Versuchspersonen so gehalten, daß nur ein Okular zur Beobachtung genutzt wurde, während eine kleine Videokamera durch das zweiten Okular jede Zitterbewegung aufzeichnete. Verglichen wurde das 14x40 Techno-Stabi von Fujinon mit dem 18x50 IS von Canon und dem 20x60 S von Zeiss. Die Vorteile der Stabilisierung wurde bei allen drei Exemplaren klar aufgezeigt. Die elektronische Stabilisierung zeigte sich jedoch der mechanischen insgesamt überlegen: Beim Zeiss gab es spezielle Vibrationsfrequenzen, etwa um 4.5 Hz, 11 Hz und 17 Hz, die sehr effektiv unterdrückt wurden, während bei 7 Hz, 14 Hz und 21 Hz die Stabilisierung praktisch wirkungslos war. Dies sind typische Eigenschaften eines mechanisch gedämpften Systems, das unvermeidbare Resonanzen aufweist. Mit den elektronisch stabilisierten Ferngläsern war die Dämpfung bei Frequenzen jenseits von 5 Hz stets nahezu perfekt. Das Fujinon zeigt dann noch Vorteile gegenüber dem Canon bei Schwingungen großer Amplitude, und das Canon kann den Vorteil einer schnelleren Antwort nach Drücken des Stabi-Knopfes für sich verbuchen.

Zusammenfassend kann man sagen, daß die elektronische Stabilisierung, die von Canon, Fujinon und inzwischen auch von einigen weiteren Herstellern eingesetzt wird, den rein mechanischen Ansatz von Zeiss überlebt hat, und letzterer nur dann noch von Vorteil ist, wenn auf die Stromversorgung unbedingt verzichten werden muß. Das Vari-angle System von Canon funktioniert sehr gut bei hochfrequenten Zitterbewegungen kleiner Amplituden von weniger als 1 Grad, d.h. freihändige Beobachtung, auf festem Untergrund stehend. Darüber hinaus sind die Canon IS Modelle recht leicht und preiswert, aber nicht sonderlich robust. Die Fujinon Techno-Stabi Modelle (und

⁸Jürgen Nolting, Markus Kiesel: *Verwackelt? Bestimmung der Sichtlinienstabilität stabilisierter Ferngläser*, DOZ 7, S. 34 (2004)

nahezu identische, unter dem Markennamen Nikon angebotene Modelle) sind eher für den professionellen Gebrauch ausgelegt, kompensieren auch Schwingungen größerer Amplituden bis etwa 5 Grad und können somit auch von Fahrzeugen oder kleinen Booten aus verwendet werden. Im Vergleich zu den Canon IS gelten sie als robuster, sind dafür aber auch recht schwer und teuer. Mittlerweile gibt es sogar kreiselstabilisierte Ferngläser, die für zivile Anwendungen konzipiert sind, wie das Fujinon Stabiscopes oder das Fraser-Volpe Aviator. Diese Ferngläser sind nochmals robuster ausgelegt, aber auch entsprechend schwer: Mit 40mm Objektiven wiegen sie um die 2kg. Bei extremen Vibrationen, wie sie etwa in Hubschraubern auftreten, bieten diese kreiselstabilisierten Ferngläser jedoch die einzige befriedigende Lösung, weil hier auch die Techno-Stabi Geräte aufgrund der Drehzahlbegrenzung der Stellmotoren überfordert sind.

Aus Kreisen der Amateurastronomen gibt es durchwachsene Berichte über die Vorteile stabilisierter Handferngläser. Auf der positiven Seite wird ein Gewinn bei der Grenzgröße lichtschwacher Sterne verbucht. Auf der anderen Seite gibt es auch Berichte über eine unsaubere Sternabbildung bei aktivierter Stabilisierung. Es ist wohl so, daß ein stabilisiertes Handfernglas bei der astronomischen Anwendung keinen vollwertigen Ersatz für ein montiertes Fernglas darstellt. Dazu kommt, daß diese Ferngläser meist zu kleine Austrittspupillen aufweisen, um für die astronomische Beobachtung von Nutzen zu sein. Tatsächlich fällt der Haupteinsatzbereich dieser Ferngläser in die Tagesbeobachtung, entweder von schwankendem Untergrund aus, oder wann immer weite Distanzen überbrückt werden müssen. Ein klassisches Beispiel für den letzteren Fall wäre eine Kreuzfahrt, auf der man vom Schiff aus kilometerweit entfernte Küstenstriche beobachten möchte.

Das letzte Wort zur Bildstabilisierung bei Handferngläsern ist noch lange nicht gesprochen. In den kommenden Jahren ist ein weiterer Fortschritt auf diesem Gebiet der Fernglas-

technologie schon vorprogrammiert, so daß man in absehbarer Zeit mit kompakten, leichten und hochklassigen Stabi-Ferngläsern rechnen darf, die den Vergrößerungsbereich zwischen 8x und 20x revolutionieren werden. Noch höhere Vergrößerungen werden auch in Zukunft von einem Stativ aus genutzt werden, weil die erforderlichen Objektivdurchmesser das Instrument zu schwer für den Handgebrauch machen.

1.8 Die Kompakten

Kompaktferngläser definieren eine Klasse von Optiken, die, etwas salopp gesprochen, für die Westentasche konzipiert sind. Diese Geräte haben meist Objektivdurchmesser im Bereich von 20-25mm und wiegen typischerweise nur 300-400 Gramm. Sie sind auf maximale Mobilität ausgelegt, und es ist nicht erstaunlich, daß man dabei Abstriche in der Leistung sowie im Beobachtungskomfort hinnehmen muß.

Der kleine Objektivdurchmesser führt zu kleinen Austrittspupillen: Ein 8x24 Fernglas hat noch 3mm, ein 10x24 nur noch 2.4mm Pupillendurchmesser. Dies sind daher ausgesprochene Tageslicht-Spezialisten: Selbst in der frühen Phase der Dämmerung, im Wald, oder bei trübem Wetter muß man damit leben, daß die Austrittspupille bereits die Augenpupille beschneidet und somit ein dunkles, detailarmes Bild liefert. Um Gewicht einzusparen, verzichten nahezu alle Hersteller von Kompaktferngläsern auf weite Sehfelder, und scheinbare Sehwinkel von 50 Grad sind daher Standard — ein Panoramablick ist ausgeschlossen. Ferner bleibt in den engen Tuben wenig Platz für Streulichtfallen, so daß diese Ferngläser unter Gegenlichtbedingungen nicht selten Probleme mit dem Kontrast bekommen. Die kleinen Objektive implizieren meist auch kürzere Brennweiten, und die Okulare müssen wegen $m = F/f$ ebenfalls eine kürzere Brennweite haben, um die vorgegebene Vergrößerung zu liefern. Kurzbrennweitige Okulare implizieren aber meist auch kurze Austrittspupillen-



Abbildung 1.12: Sowietisches 6x24 der Firma KOMZ (Sehfeld: 200m/1000m), eine sinnvolle Variante des Kompaktfernglases.

Längsabstände, wodurch die Kompakten einen schlechten Einblick bekommen, insbesondere für Brillenträger. Schließlich ist auch klar, daß solche Ferngläser nicht besonders robust ausfallen, da man aus Gewichtsgründen auf eine solide Fokussiermechanik oder schwere Gummiarmierungen verzichten muß. Das Fokussiergerät ist filigran und mit Handschuhen kaum zu bedienen, und es bereitet Mühe, das kleine und leichte Fernglas bei Vergrößerungen von 8x bis 10x ruhig zu halten.

Aus all diesen Gründen sollte man Kompaktferngläser stets als eine Notlösung betrachten. Als solche leisten sie gute Dienste, denn es ist immer besser, ein kompaktes Glas mit Abstrichen in der Leistung dabei zu haben als gar kein Fernglas. Man möge keinesfalls in die Falle tappen und glauben, die Defizite dieser Fernglasklasse durch die Wahl eines teuren Premiumglases eliminieren zu können: Die oben angesprochenen Einschränkungen sind physikalischer Natur und lassen sich grundsätzlich nicht vermeiden. Allerdings gab es in der Vergangenheit bereits Lösungen, bei denen einige dieser Nachteile vermieden werden konnten. Der wichtigste Zugang zur Problemlösung ist die Wahl einer Vergrößerung, die den relativ kleinen Objektivdurchmessern dieser Fernglasklasse Rechnung trägt.

Als positives Beispiel sei zunächst das sowjetische 6x24 Fernglas der Firma KOMZ

genannt: Passend zum Objektivdurchmesser von 24mm wurde eine relativ geringe Vergrößerung von 6x gewählt. Das Fernglas hat auf diese Weise eine ordentliche Austrittspupille von 4mm, einen gewaltigen Sehwinkel von 11.4 Grad (etwa 68 Grad scheinbaren Seh winkels), ist ruhig und stabil zu halten, und der Austrittspupillen-Längsabstand von 15mm bewegt sich in Bereichen, wie man sie von 8x30 Ferngläsern her kennt. Ein Nachteil ist sein verhältnismäßig hohes Gewicht von knapp 500g, mit dem es ebenfalls beinahe in den Bereich der leichtesten 8x30 Ferngläser vordringt. Eine noch genialere Lösung war das Leitz 6x24 Amplivid, ein Dachkantglas mit einem kompakten Spiegel-Prisma Umkehrsystem, das sogar einen 12 Grad weiten Sehwinkel liefern konnte, bei allerdings kurzem Austrittspupillen-Längsabstand von 11mm. Dafür brachte es nur 350g auf die Waage. Ein echtes Fliegengewicht war das Zeiss Jena 6x18 Kompaktglas, dessen 170g allerdings mit einem Tunnelblick und viel Plaste erkaufte werden mußten.

Die erwähnten positiven Ansätze für Kompaktferngläser werden heutzutage, zumindest im Marktsektor hochwertiger Geräte, leider nicht mehr umgesetzt. Die Premiumhersteller bieten ausschließlich engsichtige Kompaktgläser mit zu hohen Vergrößerungen und zu kleinen Austrittspupillen an. Offensichtlich handelt es sich hier um ein Marketingproblem: Ferngläser mit niedrigen Vergrößerungen lassen sich nicht so leicht an den Mann bringen. Hier herrscht Aufklärungsbedarf, denn die Botschaft, daß weniger in manchen Fällen mehr bedeutet, gilt ganz besonders für den Vergrößerungsfaktor bei den Kompaktferngläsern.

1.9 Operngläser

Eine eigene Sonderkategorie der Kompaktferngläser bilden die *Operngläser*. Sie dienen dem Zweck, einem Betrachter das Geschehen auf der Bühne heranzuführen, ohne dabei den



Abbildung 1.13: 2.3x40 Opernglas (Sehfeld: $>400\text{m}/1000\text{m}$), original aus sowjetischer Herstellung, hier ein chinesisches Fabrikat.

Schwinkel allzu sehr zu beschneiden, damit der Überblick nicht verlorengeht. Aus diesem Grunde werden die Operngläser mit niedrigen Vergrößerungen im Bereich 2-4x ausgestattet. Hier findet die galileische Bauform noch ihre Nische, denn aufgrund der fehlenden Umkehrprismen bauen sie extrem kurz und wirken daher weniger indiskret oder aufdringlich. Wie bereits angesprochen, befindet sich die Austrittspupille bei diesen Ferngläsern im Innern des Gerätes, und infolge dessen hängt das Sehfeld einer solchen Optik kritisch von der Distanz zwischen Auge und Okularlinse ab. Man neigt dazu, möglichst nah an das Gerät heranzurücken, und nimmt dennoch stets eine verwaschene, undefinierte Sehfeldbegrenzung wahr. Das Einblickverhalten dieser Operngläser ist daher schlecht, und mit Brille zieht sich das Sehfeld zu einem Tunnel zusammen.

Ein Beispiel für ein recht gelungenes Opernglasdesign ist das von M. Rusinov entworfene 2.3x40, das in den folgenden Jahrzehnten fleißig kopiert wurde⁹. Es liefert einen sehr weiten realen Schwinkel von etwa 20 bis 25 Grad, wobei die Randunschärfe in einem noch erträglichen Rahmen bleibt. Dieses Opernglas läßt sich durchaus auch in der Astronomie als Übersichtsglas einsetzen, das mit seinem Sehwinkel komplette Sternbilder erfassen kann. Dessen optischer Aufbau ist publiziert und in

⁹M.M. Rusinov, USSR Patent, LEOP, P81, 83-764333/37, SU-974-321

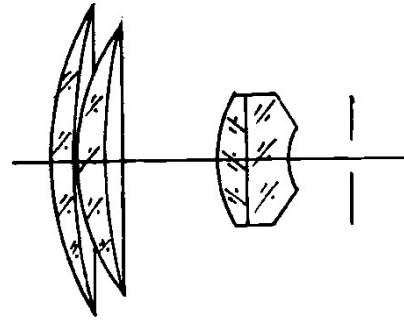


Abbildung 1.14: Aufbau des 2.3x40

Abbildung 1.14 gezeigt¹⁰. Es leistet dem Autor auch hervorragende Dienste auf Konferenzen, wann immer die Präsentatoren einen zu kleinen Schriftsatz verwenden oder allzu filigrane Diagramme zeigen.

¹⁰Kaichang Lu, Yafei Zhu and Songgao Kang, *New type of large-angle binocular microtelescopes*, SPIE Vol. 1527, Current Developments in Optical Design and Optical Engineering, p. 413 (1991)

Kapitel 2

Testen von Ferngläsern

Wer vor der Anschaffung eines neuen Fernglases steht, der hat eine enorme Auswahl von Modellen zur Verfügung, unter denen er zu wählen hat. Selbst wenn Format und Preissektor bereits weitgehend bestimmt sind, bleibt noch immer die Wahl zwischen diversen Marken oder Herstellern. Ein Vergleich muß also her, der die endgültige Entscheidung für ein bestimmtes Modell erleichtert. Im Internet existieren diverse Diskussionsforen mit zahllosen Erfahrungsberichten, geschrieben von Anwendern mit sehr unterschiedlichen Ansprüchen und Erfahrungen. Es existieren auch Testberichte in Fachzeitschriften, manchmal mit langen Zahlentabellen, gewonnen in den Labors der einschlägigen Prüfstellen. All diese Informationen sind hilfreich, sollten aber stets mit einer gewissen Skepsis betrachtet werden: Am Ende des Tages ist man selbst mit dem Fernglas unterwegs, und was dann zählt ist einzig und allein die eigene Erfahrung mit dem Instrument. Es gibt daher keinen besseren Test als denjenigen, den man selber durchgeführt hat.

Dieses Kapitel soll einige Hinweise geben, wie ein solches Testen in der Praxis aussehen kann. Die hier vorgestellten Methoden sind in keinsten Weise die einzig möglichen, haben sich in der Praxis jedoch vielfach bewährt. Das Kapitel ist in einzelne Abschnitte unterteilt, in deren Verlauf der Testaufwand sukzessive zunimmt, vom Schnelltest im Laden bis hin zu ausgedehnten Feldtests, die auch ein seriöser Hersteller seine Prototypen unterziehen sollte, und die mehrere Tage in Anspruch neh-

men können. Hier hat jeder selbst zu entscheiden, wie weit er das Spiel treiben möchte. Eine Warnung sei jedenfalls vorweg genommen: Das Testen kann auch zu einem Selbstzweck werden und dabei am eigentlichen Gebrauchswert des Fernglases vorbeiziehen. Schließlich sucht man in den einzelnen Prüfungen nach extremen Testsituationen, in denen das Hervortreten subtiler Mängel provoziert werden soll. Tritt unter diesen Bedingungen in der Tat eine Schwäche zutage, so bedeutet das nicht automatisch, daß das Fernglas auch bei der normalen Anwendung Probleme bereiten muß. Eine nüchterne und ausgewogene Analyse der Resultate ist daher gefordert, ein Aspekt, den viele Erfahrungsberichte im Internet vermissen lassen.

2.1 Labortests

Labortests werden von den Fernglasherstellern routinemäßig im Rahmen der Qualitätskontrollen durchgeführt. Hier existieren international genormte Prüfmethode, nach denen sich der Tester zu richten hat. Ähnliches gilt auch für manche Fachzeitschriften, die die Prüflinge im Rahmen ihrer Produkttests entweder in den Labors der Hersteller oder von unabhängigen Prüfstellen kostenpflichtig untersuchen lassen. Die Prüflinge werden auf optische Eigenschaften und mechanische Robustheit untersucht.

Albrecht Köhler hat auf seiner Internetseite eine Aufstellung der Normen aufgelistet, nach denen die optischen Werte geprüft wer-

den¹. Dazu gehören die Messung von Vergrößerung, Eintrittspupille, Austrittspupille, Sehfeld, Austrittspupillen-Längsabstand, Eignung für Brillenträger, Fehlsichtigkeitsausgleich und Nullpunkt der Dioptrieeinstellung (jeweils DIN ISO 14490-1), Grenzauflösungsvermögen (DIN ISO 14490-7), Bildgüte (DIN ISO 9336-3), Transmission (DIN ISO 14490-5), Streulicht (DIN ISO 14490-6) und binokulare Justierung (DIN ISO 14490-2). Die Bildgüte wird über die Kontrastübertragungsfunktion bestimmt, deren Messung jedoch aufwendig ist. Das Streulicht mißt man mit einer großen Photometerkugel, und zur Prüfung der Brillentauglichkeit gibt es einen eigenen Adapter, der an das Okular angesetzt wird.

Mechanische Robustheit und Wasserdichte werden auf sehr ähnliche Weise geprüft wie an dem Beispiel des EDF gezeigt (Abschnitt 1.5), also durch Rütteln, Schlagen, unter Wasser tauchen, Einfrieren, Rösten und andere Mißhandlungen. Die Stiftung Warentest gibt in ihrem Testheft (September 2006) einige weitere Details preis, etwa die Umwelt- und Temperaturprüfungen (DIN ISO 10109-4 und DIN ISO 9022), Stoßprüfungen (DIN 58390) und Abrieb (DIN 58196-4).

Keine dieser Prüfmethoden ist dem Fernglasbenutzer unmittelbar zugänglich. Wer vorhat, sein Fernglas unter besonders niedrigen Temperaturen zu verwenden, was insbesondere Astronomen betrifft, der wird es sich nicht nehmen lassen, den Prüfling mal für eine Nacht in der Gefriertruhe zu lagern und anschließend zu testen, ob Fokussierung und andere mechanische Teile noch immer funktionsfähig sind. Ist das nicht der Fall, so wurden ungeeignete Schmiermittel verwendet, die in der Kälte gehärtet sind, was zu einem vorübergehenden Totalausfall des Instruments führen kann. Davon abgesehen bleibt dem Käufer jedoch nur die Wahl, den mechanischen Prüfungen der Hersteller zu vertrauen, in Internet-Foren nach Langzeiterfahrungen anderer Be-



Abbildung 2.1: Weniger zu empfehlen: Tests auf mechanische Robustheit oder Wasserdichte laufen nicht immer zerstörungsfrei ab (mit freundlicher Genehmigung: Barry Simon)

sitzer zu suchen und beim Kauf wie auch im Einsatz einen gesunden Menschenverstand an den Tag zu legen. Wer bei seiner Auswahl allzu sehr auf ein minimales Gewicht Wert legt, der kann nicht gleichzeitig die Robustheit eines Militärglases erwarten, und ein Fernglas der 100 Euro Liga ist aller Wahrscheinlichkeit nach nie auf dem Rütteltisch des Herstellers gewesen.

2.2 Der Schnelltest am Ladentisch

In den seltensten Fällen wird ein Käufer die Gelegenheit haben, gleich mehrere Ferngläser, die für den Einkauf in Frage kommen, zwecks ausführlicher Tests mit nach Hause zu nehmen. Es ist daher unumgänglich, eine Vorentscheidung bereits im Laden zu treffen. Mit etwas Erfahrung ist es durchaus möglich, innerhalb von zehn Minuten erstaunlich viel über die Eigenschaften eines Fernglases zu erfahren, und dieser Abschnitt soll eine kleine Anleitung für einen solchen Laden-Schnelltest bieten.

¹www.akoehler.de, Prüfen von Fernrohren

2.2.1 Der allererste Eindruck: Design, Haptik, Ergonomie

Die Werbepsychologie weiß es seit langem, auch wenn der kritische Käufer es gern bestreiten mag: Entscheidend ist oft der erste Eindruck: Bauchgefühl siegt über rationale Bewertung der technischen Eigenschaften. Es ist nicht zu bestreiten, daß ein Fernglas mit ansprechendem Design und wertigem Äußeren einen bleibenden Eindruck hinterläßt, dessen Glanz auch einzelne technische Schwächen, die in der folgenden Testprozedur aufgedeckt werden mögen, zu überscheinen droht. Eine wichtige Aufgabe des Schnelltests besteht also auch darin, Funktion vor Schönheit zu setzen, denn letztere wird im späteren Feldeinsatz eine denkbar untergeordnete Rolle spielen.

Schon beim ersten Ansetzen des Fernglases sollten bereits folgende Faktoren Beachtung finden:

- Läßt sich das Gerät mühelos anpassen, das heißt ...
- ...ist die Knickbrücke weder zu leicht noch zu schwergängig?
- ...lassen sich die Augenmuscheln, falls verstellbar, auf einen vernünftigen Abstand stellen, so daß das Sehfeld des Fernglases weitgehend überblickt werden kann?
- Entspricht das Sehfeld den Erwartungen, oder hat man es mit einem Tunnelblick zu tun?
- Liegen die Ränder der Augenmuscheln irgendwo unangenehm auf, so daß man bei längerer Anwendung Druckstellen befürchten muß?
- Wie ist die Balance des Fernglases? Liegt es sicher und bequem in der Hand?
- Ist die Oberfläche griffig, damit das Fernglas auch mit verschwitzten Händen oder mit Handschuhen noch sicher bedient werden kann?

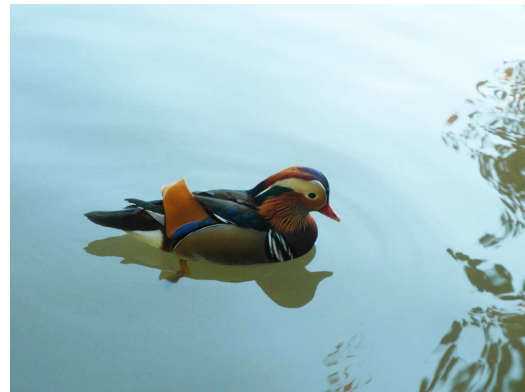


Abbildung 2.2: Viele Fernglasanwender möchten ihre Geräte auch im Nahbereich einsetzen, daher ist die minimale Naheinstellung zu beachten

Im nächsten Schritt folgt das Fokussieren auf ein geeignetes Testobjekt. Dabei ist, insbesondere bei höheren Vergrößerungen, darauf zu achten, daß das Fokussieren ohne ein Umgreifen der Hände erfolgen kann und das Fernglas zu jedem Zeitpunkt der Manipulation in der optimalen Haltung verbleibt. Das Fokussierrad sollte leichtgängig, aber präzise und ohne jegliches mechanisches Spiel verstellbar sein. Bei dieser Gelegenheit sollte auch gleich der komplette Fokussierbereich abgefahren werden, um zu verifizieren, daß das Fokussierrad stets mit identischem Kraftaufwand dreht und dabei nirgends hakt oder anderweitig unregelmäßig läuft. Gleiches gilt für die Dioptriekorrektur, die jedoch schwergängiger drehen oder, alternativ, arretierbar sein sollte, damit sie sich nicht unabsichtlich verstellen kann.

Hat das Fernglas diese ersten Hürden genommen, kann man sich zunächst einem anderen Kandidaten zuwenden, oder gleich in die zweite Phase der Prüfung übergehen.

2.2.2 Check auf weitere Ausschlußkriterien

Es ist ratsam, sich vor dem Kauf eine Liste von KO-Kriterien zusammenzustellen, welche die Auswahl der möglichen Kandidaten von vornherein einschränkt. Wer etwa Insek-

ten im Nahbereich beobachten will, der wird ein Fernglas, das eine minimale Fokusbildung von 5m hat, schnell wieder zur Seite legen. Die Nahdistanz läßt sich glücklicherweise auch in dem kleinsten Laden bereits überprüfen. Dabei ist darauf zu achten, daß sich das Testobjekt bequem und ohne allzusehr schielen zu müssen anvisieren läßt. Ferngläser vom Porro Typ sind hier weniger geeignet, weil deren weite Objektivabstände wegen der damit verbundenen ausgeprägten Parallaxe das Anpeilen von Nahzielen erschweren. So erreicht man bei Dachkantgläsern typische Naheinstellungen von 2m oder noch etwas darunter, bei Porro Gläsern jedoch nicht unter 3m. Wer sich an einen bestimmten Drehsinn des Fokussierendes gewöhnt hat, und nicht vorhat, sich eventuell umzustellen, der sollte an dieser Stelle überprüfen, ob in diesem Modell die gewohnte Drehrichtung vom Nahpunkt Richtung Unendlich auch wirklich realisiert ist.

Ein unentbehrliches Hilfsmittel für den Schnelltester ist die handliche Taschenlampe, auch wenn diese nicht selten ein Stirnrunzeln des Verkäufers provoziert. Damit sollten alle sichtbaren Linsenoberflächen auf eventuell vorhandene Schäden abgesucht werden, auch von der Okularseite her in das Instrument geleuchtet und beim gleichzeitigen Blick durch das Objektiv auf Verschmutzungen im Fernglasinneren geachtet werden. Ein paar einzelne Staubkörner, oder auch Luftblasen im Glas, stellen jedoch kein Problem dar, weil sie zu keinerlei Einschränkungen der Abbildungsleistung führen. Bei dieser Gelegenheit kann auch ein Blick auf die Oberflächenvergütungen geworfen werden. Die verschiedenen Reflexe, hervorgerufen an den Glasoberflächen, sollten farbig und möglichst schwach, das heißt von geringer Intensität sein. Ein heller, weißer Reflex deutet hingegen auf eine unvergütete Oberfläche hin. Leuchtet man in den vorderen Tubus hinein, so sollten möglichst keine metallisch glänzenden Teile zu sehen sein, die später im Feldeinsatz zu Streulicht führen können. Stattdessen sollte man in matt lackierte Tuben blicken, die idealerweise mit zusätzlichen



Abbildung 2.3: Der Blick in den Tubus. Links: Imitat eines Militärfernglases mit metallisch spiegelnden Wänden. Rechts: Streulichtblenden im Zeiss Jena 7x40 EDF (die Reflexe stammen vom Blitzlicht, das an den Objektiven reflektiert wurde)

Streulichtblenden ausgestattet sind.

Um die Kollimation des Fernglases zu prüfen, sollte ein möglichst weit entferntes Ziel anvisiert werden. Dies kann in einem kleineren Geschäftsraum zu Problemen führen, aber es sollte in solch einem Fall möglich sein, sich vor die Tür zu bewegen und ein markantes Objekt zu finden, sei es eine Kirchturmuhre oder eine Dachantenne. Beim Fokussieren ist darauf zu achten, daß ausreichend Überhub vorhanden ist, das Fokussierendes also nicht bereits nahe am Anschlag der maximalen Entfernungseinstellung angelangt ist, weil andernfalls bei noch größeren Entfernungen oder bei Kurzsichtigkeit des Beobachters keine Reserven mehr vorhanden wären. Das Objekt sollte nach sorgfältigem Einstellen des Fernglases vollständig entspannt zu sehen sein. Ist ein Schielen erforderlich, oder gar ein Doppelbild sichtbar, so ist das Fernglas nicht kollimiert. Besteht der Verdacht auf Dekollimation, so ist folgendermaßen vorzugehen: Man schließe ein Auge und beobachte das Objekt für einige Zeit nur monokular. Dann öffne man das zweite Auge. Sieht man für einen kurzen Augenblick doppelt, so stimmt die Kollimation nicht, auch wenn beide Augen kurz darauf wieder eine Superposition beider Bilder erreichen. Ein solches Fernglas würde während einer längeren Beobachtungsphase Kopfschmerzen oder trä-



Abbildung 2.4: Glücklicherweise darf man sich schätzen, wer mehrere Ferngläser zum direkten Vergleich zur Hand hat

nende Augen verursachen.

Hat das Fernglas alle KO-Kriterien passiert, so ist es zu einem ernsthaften Anwärter für den Kauf geworden. Es folgen einige Kurztests zur optischen Leistungsfähigkeit. An dieser Stelle wird man vermutlich noch weitere potentielle Kandidaten zur Hand haben, so daß die folgenden Prüfungen idealerweise im direkten Vergleich erfolgen, mit dem Ziel, das am besten geeignete Gerät herauszufinden.

2.2.3 Bewertung der optischen Leistung

Eine endgültige Bewertung der optischen Eigenschaften ist nur während ausgedehnter Feldtests möglich, aber eine erste Einschätzung läßt sich durchaus auch innerhalb von zehn Minuten an einem Messestand, Kaufhaus oder Optikfachgeschäft gewinnen.

Gute Testobjekte sind selbstleuchtende Reklameschilder, die es in Kaufhäusern zuhauf gibt. Man fokussiert sorgfältig auf die Mitte des Sehfeldes und überprüft dann die Randschärfe, indem man einen ausgesuchten Buchstaben langsam durch das Sehfeld schwenkt. Die Kante des Schildes wird im Randbereich einen Farbsaum zeigen. Man schwenke diese Kante langsam in Richtung des gegenüberliegenden Sehfeldrandes, währenddessen der Farbsaum in den zentralen Bereichen des Seh-

feldes zunächst verschwindet und dann wieder auftaucht. Diese laterale chromatische Aberration (Farbquerfehler) ist unvermeidbar, sollte sich aber in Grenzen halten. Während dieses Schwenkvorgangs wird man meist ein Durchbiegen dieser Kante beobachten: Die beiden Enden biegen sich zunehmend von der Sehfeldmitte weg, während die Kante in die Randbereiche des Sehfeldes bewegt wird. Dies ist die kissenförmige Verzeichnung, die den Globuseffekt eliminieren soll. Bleibt die Kante bei diesem Test stets schnurgerade, so ist das Fernglas verzeichnungsfrei, und manche Beobachter werden beim Schwenken dann den Globuseffekt wahrnehmen. Folgt man hier einem Gegenstand beim Schwenken mit dem Auge, so scheint dieser Richtung Rand auch ein wenig zusammengedrückt zu werden, weil man in diesem Falle schräg auf den Bildraum schaut. Die kissenförmige Verzeichnung erzeugt jedoch den Effekt eines konkav gekrümmten Bildraumes, bei dem eine solche Stauchung nicht mehr auftritt. Diese Verzeichnung ist daher nicht als Mangel des Fernglases anzusehen, solange sie nicht zu stark ausfällt.

Befindet sich eine leuchtstarke, möglichst punktförmige Lichtquelle in Sichtweite, so kann man auf Geisterbilder (Reflexionen an den Glasoberflächen) testen, indem man die Lampe anvisiert und gleichmäßig durch das Sehfeld schwenkt. Es ist auch sinnvoll, die Bereiche in unmittelbarer Nähe dieser Lichtquelle anzupeilen, und zwar derart, daß sich die Lampe gerade außerhalb des Sehfeldes befindet. Auf diese Weise kann man die Resistenz des Fernglases gegen Streulicht prüfen. Weitere Details zu diesen Tests werden im nächsten Abschnitt im Rahmen der Feldtests behandelt werden.

Farbtreue und Transmission des Fernglases lassen sich am einfachsten mit dem Papiertest überprüfen, der von Walter E. Schön bereits vor Jahrzehnten an Fotoobjektiven demonstriert wurde: Man nehme ein weißes Blatt Papier und ein Fernglas, das in umgekehrte Richtung derart gehalten wird, daß das Papier aus einem Abstand durch das Ob-

ektiv betrachtet werden kann. Das Umgebungslicht sollte möglichst neutral sein, idealerweise Tageslicht, aber selbst bei künstlichem Licht lassen sich bereits recht genaue Aussagen über Transmission und Farbstich treffen. Hier ist es sinnvoll, zwei Ferngläser, eines in der linken und das andere in der rechten Hand, direkt miteinander zu vergleichen. Ferngläser können an dieser Stelle unterschiedliche Farbnuancen zeigen, die entweder in Richtung gelb/orange (warme Farbabstimmung) oder Richtung grün/blau (kühle Farbabstimmung) tendieren. Eine solche Farbabstimmung hängt von den charakteristischen Transmissionseigenschaften der Oberflächenvergütungen oder, falls vorhanden, von der Reflexionskurve der Prismenverspiegelung ab. Ein sehr leichter Farbstich ist nicht als Mangel zu werten, da er bei der Beobachtung keine nachteiligen Folgen hat.

Hat sich während dieser Testprozeduren ein Kandidat herauskristallisiert, so sollte man abschließend noch einen Blick auf das mitgelieferte Zubehör werfen. Der Trageriemen sollte montiert und auch ausprobiert werden. Gleiches gilt für eventuell vorhandene Objektiivschutzkappen, die nicht zu lose sein dürfen. Falls eine Tasche mitgeliefert wird, sollte diese nicht zu eng sein, damit das Fernglas schnell und ohne Verstellen der Knickbrücke verstaut werden kann, und gut schließen, so daß sie sich beim Tragen im Feld nicht unbemerkt öffnen kann. Mängel beim Zubehör sind jedoch nicht unbedingt als KO-Kriterien zu werten, weil man Zubehör notfalls auch in anderen Fachgeschäften nachkaufen kann.

2.3 Testen im Feld

Erst beim Feldeinsatz in freier Natur offenbaren sich die subtileren Charaktereigenschaften eines Fernglases. Aus diesem Grunde gehörten einst zur Entwicklung eines neuen Fernglases auch ausgedehnte Feldtests von Prototypen mit freiwilligen Testern. Die dabei festgestellten Mängel konnten dann noch vor der



Abbildung 2.5: Die Natur bietet Lichtverhältnisse, die sich in einem Labortest nur unzureichend simulieren lassen

Markteinführung des Gerätes beseitigt werden. Leider wird heutzutage auf eine solche Feldtestphase aus Kostengründen meist verzichtet, und man verläßt sich in den Entwicklungsbüros weitgehend auf die Ergebnisse von Computersimulationen, die jedoch stets nur ein idealisiertes Modell des real existierenden Fernglases behandeln können. So ist es praktisch unmöglich, das Streulichtverhalten der Optik allein durch das Raytracing akkurat zu beurteilen, denn dazu müsste das Programm die Oberflächeneigenschaften eines jeden Schraubchens berücksichtigen, und die Reflektivitäten aller Oberflächen als Funktion der Einfallswinkel kennen. Daher ist man zusätzlich auf standardisierte Labortests angewiesen, in denen man einige der Streulichteigenschaften des Gerätes beurteilen kann — andere nicht. Schließlich bietet die freie Natur Beobachtungssituationen und Beleuchtungsverhältnisse, die bei weitem vielfältiger sind als jeder genormte Labortest. Der Feldeinsatz stellt daher noch immer die eigentliche Feuerprobe für das Instrument dar, und es ist immer wieder beeindruckend zu sehen, wie auch hochkarätige Premiumgläser in der freien Wildnis schon mal an ihre Grenzen stoßen.

2.3.1 Streulichtresistenz

Die Anfälligkeit für Streulicht ist eine sehr charakteristische Eigenschaft jeder einzelnen



Abbildung 2.6: Austrittspupillen. Links: Hensoldt 10x50 Dialyt mit hell beleuchteten Prismenrändern. Rechts: Zeiss (Oberkochen) 10x50, mit gut abgeschirmten Prismen

Optik. Es gibt kein Fernglas, das perfekt gegen Streulicht geschützt ist, das auf solch vielfältige Art und Weisen in den Strahlengang gelangen kann. Der Streulichttest sollte daher nicht auf eine einzelne Testsituation beschränkt bleiben, sondern als permanenter Bestandteil der kompletten Testprozedur unter allen erdenklichen Umständen durchgeführt werden.

Im Prinzip kann Streulicht an jeder Stelle des Strahlengangs auftreten, und es ist in vielen Fällen sogar möglich, dessen Ursprung näherungsweise zu lokalisieren, ohne das Fernglas zu öffnen. Man nehme als Beispiel die Abbildung 2.6, in der die Austrittspupillen zweier Ferngläser zu sehen sind. Man erkennt links beim Hensoldt, daß die Austrittspupille durch helle Strukturen eingerahmt ist: Hier handelt es sich um die reflektierenden Kanten des Abbe-König Prismas, das nicht ordnungsgemäß abgeschirmt wurde. Zusätzlich gibt es, etwa um 4 Uhr, nahe am Rand der Austrittspupille, eine weitere helle Struktur, *Nebenpupille* genannt. Diese entsteht, wenn Licht von außerhalb des Seh winkels in das Prisma eindringt und über einen alternativen Strahlenweg das Okular erreicht. In diesem Falle handelt es sich um ein 10x50 Fernglas, so daß die Austrittspupille 5mm mißt. Am Tage ist die Pupille des Beobachters stets kleiner als 5mm und das Fernglas zeigt ein einwandfreies Bild. Erst in der Dämmerung, wenn die Augenpupille sich öffnet und dabei Licht von der

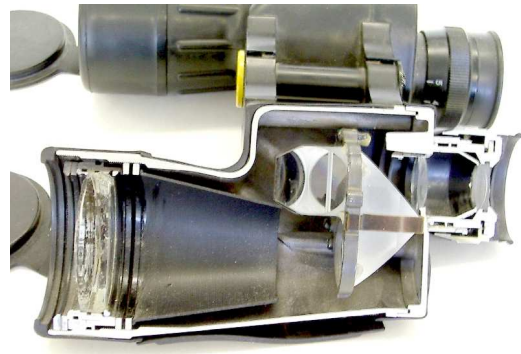


Abbildung 2.7: Aufgeschnittenes Fujinon 7x50 MTR (mit freundlicher Genehmigung: Bill Cook).

Nebenpupille und den Prismenrändern aufnimmt, fällt der Kontrast des Bildes schlagartig ab. Dies ist ein typischer Fall von Streulicht, das sich erst unter bestimmten Beleuchtungsverhältnissen bemerkbar macht.

In der rechten Hälfte von Abbildung 2.6 sieht man die Austrittspupille des Zeiss 10x50 Porros mit einer weit besseren Abschirmung des Streulichts. Zwar gibt es auch hier außerhalb der Austrittspupille noch matt leuchtende Bereiche, aber in einem ausreichend weiten Abstand, um harmlos zu bleiben: Erst wenn die Augenpupille sich deutlich über 6mm weitet, besteht die Gefahr, mit diesen Strukturen in Kontakt zu kommen — bis dahin ist es aber bereits so dunkel, daß die hier (bei Tageslicht) fotografierten Aufhellungen bereits nicht mehr zu sehen sind.

In Abbildung 2.7 ist eine Maßnahme zu sehen, mit der man die oben angesprochenen Streulichtprobleme auf effektive Weise minimieren kann: Innerhalb des Objektivtubus existiert ein zweiter, innerer Tubus, der matt schwarz lackiert und eng an den Strahlenverlauf des Lichtkegels angepaßt ist. Auf diese Weise wird Licht, das etwa von links unten durch das Objektiv einfällt, daran gehindert, auf direktem Wege in das obere Porro Prisma einzudringen und somit unter Umständen eine Nebenpupille zu erzeugen. Als weitere Maßnahme könnte man hier auch direkt vor den

Prismeneingang noch eine kurze Streulichtblende plazieren, um die Innenwand des Streulichttubus, an der eventuell Reflexe durch sehr schräg streifendes Licht auftreten können, zu neutralisieren.

Ein solcher Streulichttubus ist sehr effektiv, erhöht jedoch das Gewicht des Fernglases, so daß oft darauf verzichtet wird. Alternativ können stattdessen die matten Seitenwände des oberen Prismas geschwärzt, und die beiden reflektierenden Seiten durch ein Blech abgedeckt werden. Dieses Blech muß dabei so am Prisma befestigt werden, daß es nicht aufliegt, weil andernfalls die Totalreflexion verloren ginge. Porro Prismen sollten ferner an der Basis eine kleine Kerbe besitzen, um flach streifendes Streulicht abzufangen. Bei Schmidt-Pechan Prismen sollte sich in der Lücke zwischen beiden Prismen eine Lochblende befinden, um mögliches Streulicht nochmals zu reduzieren.

Streulicht kann auch jenseits der Prismen am Okular entstehen. Dies ist sehr häufig zu beobachten, wenn das Fernglas für ein weites Lichtbündel ausgelegt ist, das aber nicht vollständig genutzt wird. Ein klassisches Beispiel wäre ein 10x42, zu dem ein 8x42 der gleichen Baureihe existiert. Aus Kostengründen benutzen beide identische Gehäuse und unterscheiden sich voneinander nur in den Okularen. Da das 8x42 meist ein weiteres Sehfeld hat, sind Blenden und Prismen auf das entsprechende weitere Lichtbündel ausgelegt. Das große Zwischenbild wird bei der 10x42 Variante erst durch das Okular beschnitten, weil man den Aufwand spart, sämtliche Streulichtfallen an die 10x42 Konfiguration anzupassen. In diesem Falle werden spezielle Maßnahmen zur Streulichtunterdrückung im oder vor dem Okular benötigt, weil andernfalls Okulartubus oder Linsenränder mitten im Strahlenkegel liegen und somit beleuchtet werden. Die Linsenränder sollten mit einem Speziallack geschwärzt werden, was jedoch in Handarbeit erfolgen muß und daher aufwendig ist.

Eine effektive Situation zum Testen auf Streulicht findet man in der Dämmerung,



Abbildung 2.8: Waldrand nach Sonnenuntergang: Der noch hell erleuchtete Himmel kann hier auf effektive Weise Streulichtprobleme des Fernglases offenbaren

wenn der Himmel noch hell erleuchtet ist und Teile der Landschaft bereits im Dunkeln liegen, etwa ein Waldrand in Richtung des Sonnenuntergangs. In der Dämmerung sind die Augenpupillen bereits geweitet, so daß die notorisch für Streulicht anfälligen Ränder der Austrittspupille von Relevanz sind. Beobachtet man dann Strukturen im Bereich des Waldrandes, so erkennt man nicht selten einen erheblichen Kontrastverlust, hervorgerufen durch schräg von oben (außerhalb des Sehwinkels) einfallendes Licht, das nicht effektiv genug abgeschirmt wird. Um die Wirkungsweise eines solchen diffusen Streulichts zu verstehen, rufen wir uns die Kontrastfunktion in Erinnerung:

$$K = \frac{L_1 - L_2}{L_1 + L_2} . \quad (2.1)$$

Hier steht L_1 für die Leuchtdichte eines Objekts (etwa ein Reh), das vor dem Hintergrund der Leuchtdichte L_2 (Baumstämme) aufzuklären ist. In der dargestellten Situation sind beide Leuchtdichten unter den Schatten spendenden Bäumen bereits recht gering, und die Differenz $L_1 - L_2$ ist nochmals geringer. Jetzt nehmen wir ein über das gesamte Sehfeld hinweg homogenes Streulicht der Leuchtdichte L_s an, das zu den beiden anderen Leuchtdichten addiert werden muß. Auf diese Weise erhalten

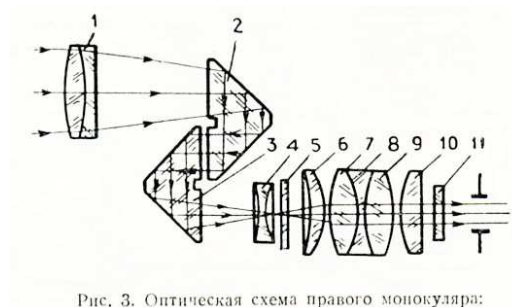


Abbildung 2.9: Schematischer Aufbau des sowjetischen BPO 7x30 (aus dem beiliegenden Handbuch)

wir den neuen Kontrast zu

$$K = \frac{L_1 - L_2}{L_1 + L_2 + 2 \cdot L_s}, \quad (2.2)$$

und dieser kann je nach Intensität L_s erheblich geringer ausfallen.

Streulicht, das nahe am oder innerhalb des Okulars entsteht, erzeugt meist einen diffusen Schleier, der jedoch auf die Randbereiche des Bildes begrenzt bleibt. Tritt das Licht nur von oben in den Tubus ein, wie es beim Waldrand in der Dämmerung der Fall ist, so beobachtet man oft einen diffus leuchtenden sichelförmigen Schleier im unteren Randbereich des Sehfeldes. Objektive mit Luftspalt sind ebenfalls anfällig für Streulicht, insbesondere dann, wenn sie nicht perfekt auspoliert sind. In diesem Falle beobachtet man einen nahezu gleichförmigen Kontrastverlust des kompletten Bildes ('whiteout'), der sich jedoch mit selbstgebastelten Streulichtblenden, die einfach auf die Objektivfassungen geschoben werden, effektiv eliminieren läßt. Die Hersteller sollten sich diesen Effekt zunutze machen und ausziehbare Gegenlichtblenden, wie es sie seit vielen Jahren bei Kameraobjektiven gibt, in Betracht ziehen. Das allgemeine Streulichtverhalten eines Fernglases könnte durch diesen — technisch betrachtet — recht simplen Zusatz erheblich verbessert werden.

2.3.2 Geisterbilder

Geisterbilder entstehen durch Reflexe heller Objekte an Luft-Glas Übergängen. Streng genommen handelt es sich bei Geisterbildern ebenfalls um Streulicht, jedoch sollten sie aufgrund ihrer besonderen Entstehungsweise und ihrer diagnostischen Relevanz separat behandelt werden. Die Abbildung 2.9 läßt erahnen, an wievielen Stellen das einfallende Strahlenbündel auf eine Glasoberfläche trifft, bevor es schließlich die Austrittspupille erreicht. Eine unvergütete Glasoberfläche reflektiert etwa 5% des einfallenden Lichts, mit Einfachvergütung sind es etwa 1.5%, mit moderner Mehrfachvergütung weniger als 0.5%. Das reflektierte Licht wird in die entgegengesetzte Richtung zurückgeworfen, kann dort abermals auf eine Glasoberfläche treffen und im ungünstigsten Falle wieder in das einfallende Strahlenbündel gelangen. Auf diese Weise entsteht ein zweites, mehr oder weniger unscharfes Abbild eines Gegenstandes.

Die Entstehung eines solchen Geisterbildes erfordert daher eine gerade Anzahl von Reflexionen, wobei man im Falle von zwei Reflexionen von einem Geisterbild erster Ordnung spricht, im Falle von vier Reflexionen von einem Geisterbild zweiter Ordnung, und so fort. Bei modernen Vergütungen sind nur Geisterbilder erster Ordnung von Belang, und diese haben, bei einer Transmissivität von $T = 0.995$ bereits eine um den Faktor $(1 - T)^2 \approx 0.000025$ geringere Intensität als das direkte Abbild des Gegenstandes. Damit ist klar, daß solche Geisterbilder nur in der Nacht an hellen Lichtquellen zu beobachten sind. Der Faktor 0.000025 entspricht in der Astronomie einer Verminderung um mehr als elf Größenklassen, so daß der Mond als einziges nächtliches Himmelsobjekt in der Lage ist, sichtbare Geisterbilder zu generieren.

Bei älteren Ferngläsern mit Einfachvergütung liegt die Transmissivität einer Glasoberfläche bei $T = 0.985$ und die Intensität des Geisterbildes um den Faktor $(1 - T)^2 \approx 0.00023$ geringer als das Original, was einer



Abbildung 2.10: Lichter unterschiedlicher Intensität dienen dem Test auf Geisterbilder

Verminderung um neun Größenklassen entspricht, so daß die Venus unter ungünstigen Umständen bereits sichtbare Geisterbilder erzeugen kann. Schlimmer wird es, wenn das Fernglas nicht vollvergütet ist, sondern aus Kostengründen einzelne Oberflächen unvergütet bleiben. Dies ist bei billigen Ferngläsern nicht selten der Fall — oft verzichtet man hier auf die Vergütung der Prismenflächen. In diesem Fall kann zwischen nicht-verkitteten Porro Prismen ein Geisterbild generiert werden, das sich von dem Originalbild um den Faktor $(1 - 0.95)^2 \approx 0.0025$ unterscheidet, und das sind nur noch etwas über sechs Größenklassen. Die hellsten Sterne und Planeten können hier also bereits störende Reflexe erzeugen, und ein Stadtpanorama erzeugt in der Nacht dann ein Feuerwerk von Geisterbildern.

Aus dem bisher Gesagten wird deutlich, daß helle, möglichst punktförmige Lichtquellen die idealen Testobjekte für eine Analyse der Geisterbilder darstellen. Dazu wird die Lichtquelle, etwa eine 300m entfernte helle Straßenlaterne, durch ein langsames Schwenken des Fernglases über das Sehfeld gefahren, und dabei Anzahl und Intensität der Geisterbilder begutachtet. Auf diese Weise ist es möglich, Erkenntnisse über die Qualität der Vergütungen zu Gewinnen. Allerdings muß betont werden, daß es noch weitere Faktoren gibt, die ihren Einfluß auf die beobachtbaren Geisterbilder geltend machen. Einzelheiten des opti-

schen Aufbaus des Instruments können Größe, Intensität und Position der Geisterbilder beeinflussen. Befindet sich eine Glasoberfläche sehr nahe an der Fokalebene, so trifft an dieser Stelle das Abbild einer punktförmigen Lichtquelle nahezu perfekt fokussiert und mit einer hohen Leuchtdichte auf das Glas, wobei entsprechend auffällige Reflexe entstehen können. Dies ist nicht selten bei Militärferngläsern zu beobachten, die an ihren Strichplatten besonders störende Geisterbilder generieren.

Bei Dachkantgläsern tritt in diesem Experiment ein weiterer Effekt auf, der bei Porro Gläsern abwesend ist: Die Dachkante durchteilt das Sehfeld wie ein sehr feiner Faden. Dabei entsteht ein Beugungseffekt, der sich bei der Beobachtung der Straßenlaterne als ein kurzer Lichtbalken bemerkbar macht, der mitten durch das Abbild der Lichtquelle läuft. Dieser 'Spike' ist senkrecht zur Richtung der Dachkante orientiert, und da beide Dachkanten des linken und rechten Tubus unterschiedliche Orientierungen haben, erscheint dieser Beugungseffekt beim binokularen Sehen wie ein Lichtkreuz, in dessen Zentrum die Lichtquelle sitzt. Die Intensität dieser sich kreuzenden Lichtbalken scheint eine Funktion der Dachkanten-Dicke zu sein, so daß eine hochgenau geschliffene Dachkante hier geringere Reaktionen hervorruft als eine weniger aufwendig geformte Dachkante. Es ist allerdings auch der Fall, daß die für Dachkantgläser typische Phasendifferenz beider Halbstrahlen einen ganz ähnlichen strahlenartigen Effekt verursacht². Falls also die Phasenkorrektur nur unvollständig gelungen sein sollte, dürften Anteile dieses Spikes auch dem mangelhaften P-Belag angelastet werden.

Abgesehen von diesen Spikes müssen die Positionen der Geisterbilder der Rotationssymmetrie des optischen Systems Rechnung tragen. Aus diesem Grunde liegen alle Geisterbilder exakt übereinander, wenn das Abbild der

²Adolf Weyrauch und Bernd Dörband, *P-Belag: Verbesserte Abbildung bei Ferngläsern durch phasenkorrigierte Dachprismen*, Deutsche Optikerzeitung, Nr. 4 (1988)

Straßenlaterne sich im Zentrum des Sehfeldes befindet. Bewegt man das Bild von der Mitte weg, so verschieben sich alle Geisterbilder, auf eine Weise, daß sie stets auf einer Geraden liegen, die durch das Abbild der Lichtquelle verläuft. Wird beispielsweise das Bild der Laterne nach links verschoben, so bewegen sich alle Geisterbilder, die diesseits der Fokalebene (Nahe dem Auge) entstehen, nach rechts, und diejenigen Geisterbilder, die jenseits der Fokalebene (Richtung Objektiv) entstehen, nach links, aber schneller als das Hauptbild, so daß sie stets eine gerade Linie bilden. Auf diese Weise gelingt es mit etwas Erfahrung sogar, Informationen über den optischen Aufbau der Instruments zu gewinnen.

In manchen Fällen beobachtet man neben dem Bild der Laterne ein zweites, meist unscharfes Abbild, dessen Position sich relativ zum Hauptbild nicht ändert, auch wenn beide innerhalb des Sehfeldes verschoben werden. Dieses entsteht meist nur in einem der beiden Tuben und verschwindet, wenn man monokular durch das andere Okular beobachtet. Hier handelt es sich um einen Reflex, der aufgrund eines ungenau geformten Prismas entsteht. Dies ist nicht selten bei billigen Dachkantgläsern zu beobachten, falls die sehr geringe Toleranz für den 90° Dachkantwinkel nicht eingehalten wurde.

Der Test auf Geisterbilder liefert folglich eine Fülle von Informationen über den Zustand des optischen Instruments. Einschränkend sollte aber darauf hingewiesen werden, daß es sich hier um einen extrem empfindlichen Test handelt — die Diagnosen betreffen Reflexe, die zum Teil zehntausend mal schwächer sind als das Hauptbild. Das Auffinden einzelner Geisterbilder an einer Straßenlaterne in der Nacht impliziert also nicht unbedingt Qualitätseinbußen bei der konventionellen Anwendung des Fernglases, und ist daher auch nicht automatisch ein Grund zur Beunruhigung. Daher sollte man nicht der Versuchung erliegen, bei einem Vergleichstest hochwertiger Ferngläser eventuell beobachtete feine Unterschiede in den Geisterbildern als Qualitätskriterien her-

anzuziehen. Dieser Test dient vielmehr als ein kurzer ‘Checkup’ weniger hochwertiger Ferngläser auf möglicherweise unvergütete Glasoberflächen, schlecht geschliffene Dachkanten oder unpräzise geformte Prismen.

2.3.3 Randschärfe

Ein Stern ist eine mathematisch perfekte Punktlichtquelle, und daher ein ideales Testobjekt für die Güte der Abbildung. Zu beachten ist dabei, daß Abbildungsfehler sowohl im Fernglas als auch im Auge auftreten, und daß man aus diesem Grunde bei der Interpretation der Beobachtungen mit Bedacht vorgehen muß. Ein heller Stern erscheint den meisten Beobachtern nicht punktförmig, sondern etwas zerfasert, mit spitzen ‘Zacken’. Dies hängt mit der sphärischen Aberration des Auges zusammen und hat mit dem Instrument nichts zu tun. Dieser Effekt verschwindet jedoch bei lichtschwächeren Sternen sehr schnell, so daß Sterne zweiter bis dritter Größenklasse sich besser als Testobjekte eignen als die allerhellsten Sterne. Selbstverständlich sollte ein Beobachter, der unter Astigmatismus leidet, nur mit seiner individuell angepaßten Brille beobachten.

Jedes brauchbare Fernglas hat einen Stern in seiner Sehfeldmitte perfekt punktförmig abzubilden, und ist das einmal nicht der Fall, dann hat man es mit einer grob fehlerhaften Optik zu tun, bei der man auf ein weiteres Testen bereits verzichten kann. Schwenkt man den Stern nun langsam Richtung Sehfeldrand, dann wird man eine zunehmend unscharfe Abbildung feststellen. Die Entscheidung, bis wann ein Stern noch perfekt erscheint und ab wann man ihn unscharf nennt, ist sehr individuell, jedoch konsistent bei einem Beobachter, der mehrere Ferngläser miteinander vergleicht und dabei dasjenige mit der besten Randschärfe auszuwählen hat. Denkt man sich eine imaginäre radiale Linie vom Zentrum bis zum Rand, versehen mit Markierungen von Null (Zentrum) bis 100% (Rand), so zeigt ein durchschnittliches Fernglas meist

punktförmige Sterne innerhalb eines Bereiches, der innerhalb der 60% Markierung liegt. Eine gute Randschärfe ist geboten, wenn sich dieser Bereich bis etwa 80% erstreckt, und in seltenen Fällen findet man punktförmige Sterne bis etwa 90% Richtung Sehfeldrand. Selbstverständlich schneiden hier Ferngläser mit kleinen Sehfeldern meist besser ab als Weitwinkelgläser. Es kann daher bei einem Vergleich mehrerer Ferngläser gleicher Vergrößerung auch sinnvoll sein, anstelle des prozentualen Bereichs lieber den absoluten Bereich der perfekten Abbildung (in Grad) anzugeben.

Die beobachtbare Randunschärfe ist nahezu immer ein Resultat mehrerer Aberrationen, die gleichzeitig zum Tragen kommen. Die Bildfeldwölbung ist nicht selten ein dominanter Faktor, sehr leicht daran zu identifizieren, daß man den Stern durch erneutes Nachfokussieren auch fernab der Sehfeldmitte wieder scharfstellen kann. Das Verwenden einer Bildbrennlinse kann daher bei der Konstruktion des Okulars bereits zu einer erheblich verbesserten Randschärfe führen. Ferner spielen Koma und Astigmatismus im Randbereich eine zunehmende Rolle, und natürlich auch die laterale chromatische Aberration.

Die Randunschärfe sollte, ausgehend von der Sehfeldmitte, auch in mehreren Richtungen geprüft werden, da es in der Praxis durchaus vorkommt, daß sie sich nicht vollständig isotrop verhält. Weil das optische System an sich zentralsymmetrisch ist, kann es sich in einem solchen Fall nur um einen Justierfehler handeln. Man beobachtet jedoch gelegentlich, daß die besagte Asymmetrie in beiden optischen Tuben genau gleich ausfällt, und zwar derart, daß die untere Sehfeldhälfte schärfer erscheint als die obere. Hier liegt der Verdacht nahe, daß der Hersteller durch eine absichtliche Manipulation versucht, die Randunschärfe seines Fernglases zu kaschieren, denn im Beobachtungsalltag hat man die detailreichen Objekte, also Gegenstände in der Landschaft, meist in der unteren Sehfeldhälfte, während im oberen Bereich der relativ



Abbildung 2.11: In zunehmender Dämmerung gehen Oberflächendetails verloren, und das Erkennen von Konturen und Bewegungen gewinnt an Bedeutung

strukturlose Himmel liegt. Bei der Astronomie ist das natürlich nicht der Fall, und eine unsymmetrische Unschärfeverteilung eines Sternfeldes wirkt in einem hohen Maße unästhetisch.

Sternbilder lassen sich auch zur Abschätzung des realen Seh winkels heranziehen. Man sucht sich ein bekanntes Sternbild und wählt ein Paar von Sternen derart, daß es gerade noch in das Sehfeld paßt, um anschließend unter Verwendung eines Sternkataloges den entsprechenden Winkelabstand zu bestimmen. Es kursieren auch Sternkarten im Internet, die solche Winkelabstände bereits enthalten und ausgedruckt werden können.

2.3.4 Dämmerungsleistung

Die Leistungsfähigkeit eines Fernglases sollte unter möglichst variablen Lichtverhältnissen beurteilt werden. Die Dämmerung ist daher eine für den Tester besonders ergiebige Phase, bei der innerhalb von 1-2 Stunden der Übergang von der Tages- zur Nachtbeobachtung stattfindet. Während dieser Übergangsphase findet nicht nur eine kontinuierliche Änderung der Beleuchtung statt, sondern auch ein hoch komplizierter Transformationsprozeß bei der optischen Wahrnehmung: Die Augenpupillen weiten sich und erreichen die peripheren Bereiche der Austrittspupillen — welchen Einfluß dieser Sachverhalt auf das Streulichtver-

halten haben kann, wurde in Abschnitt 2.3.1 diskutiert. Die Eigenschaften unseres ‘Sensors’ (der Netzhaut) ändern sich auf dramatische Weise: Zunächst steigt lediglich die Empfindlichkeit, dann treten Verschiebungen der Farbwahrnehmung auf, während der Rotanteil in der spektralen Empfindlichkeitskurve heruntergefahren wird. Dann wird das Zapfensehen durch das Stäbchensehen ersetzt, wobei die Farbunterscheidung komplett verloren geht. Die Lichtempfindlichkeitskurve verschiebt sich als Ganzes in Richtung kürzerer Wellenlängen. Gleichzeitig nimmt das Auflösungsvermögen im zentralen Bereich des Sehfeldes dramatisch ab und verteilt sich dabei homogener — Unterschiede zwischen fovealem und peripherem Sehen werden geringer. Während mit zunehmender Dunkelheit sämtliche Feindetails verloren gehen, übernehmen rezeptive Felder neue Aufgaben bei der Wahrnehmung, wie etwa das Erkennen von Konturen und Bewegungen, auch fernab der Sehfeldmitte.

Ein Fernglas, das keine vollständig flache Transmissionskurve aufweist, ändert die spektrale Zusammensetzung des Lichtes, und dieser Umstand kann in der Dämmerung von Belang werden. Optiken, die speziell für die Dämmerung optimiert sind, weisen gerade im kurzwelligen Bereich eine besonders hohe Transmission im auf. Andererseits verlieren diejenigen Ferngläser, die am Tage mit einer herausragenden Korrektur der chromatischen Aberration glänzen, weitgehend ihren Vorteil in der Dämmerung, wenn starke Kontraste verschwunden sind. Dafür wird jede Streulichtanfälligkeit jetzt zu einem echten Problem, weil die ohnehin bereits geringe Kontrastfunktion nochmals geschwächt wird. Eine hohe Gesamttransmission, am Tage ohne Belang, wird bei zunehmender Dunkelheit, wenn jedes zusätzliche Photon das Signal-zu-Rauschverhältnis positiv beeinflusst, zu einem Vorteil.

Beim Dämmerungstest wird der Beobachter zunächst darauf achten, wie lange das Fernglas noch eine möglichst akkurate Farbwiedergabe gewährleistet, und anschließend die Wieder-

gabe von Details (Baumrinde, einzelne Blätter in Sträuchern) beurteilen. Eine sinnvolle Bewertung ist hier allerdings nur im direkten Vergleich verschiedener Ferngläser möglich. Schließlich, in fortgeschrittener Dunkelheit, sollte beurteilt werden, inwieweit eine allgemeine Orientierung beim Blick durch das Fernglas noch möglich ist. Dazu gehört es, den Standort des Beobachters in Relation zu den umliegenden Objekten zu definieren und deren Entfernungen und Eigenschaften möglichst genau zu bestimmen. Unter solchen Beobachtungsbedingungen sind weite Sehfelder von Vorteil, die es erlauben, jedes einzelne Objekt eingebettet in seiner Umgebung abzubilden, und ferner eine weite stereoskopische Basis, die es erleichtert, die dreidimensionale Anordnung der Objekte zueinander zu finden. Es ist höchst lehrreich, hier mit Ferngläsern unterschiedlicher Formate und Eigenschaften zu experimentieren. Entscheidend ist jedoch, daß das Auge in jeder Phase der Beobachtung vollständig an die entsprechenden Lichtverhältnisse adaptiert ist, was voraussetzt, daß man sich dem Einfluß künstlicher Lichtquellen entzieht.

2.3.5 Chromatische Aberration

Die CA fällt insbesondere dann ins Auge, wenn man es mit hohen Kontrastübergängen zu tun hat. Hochspannungsmasten sind ideale Testobjekte, weil sie, von einem geeigneten Abstand aus betrachtet, zahlreiche solcher Übergänge in allen Bereichen des Sehfeldes liefern. Zunächst sollte das Zentrum des Sehfeldes überprüft werden, in dem keinerlei Farbsäume zu sehen sein dürfen: Eine CA sollte paraxial nur in Form eines Farblängsfehlers auftreten, der aber bei den für Handferngläser üblichen geringen Vergrößerungen unterhalb der Auflösungsgrenze des Auges bleiben sollte. Mit anderen Worten: Bei Handferngläsern sollte das Sehfeldzentrum stets frei von Farbsäumen sein. Ist das nicht der Fall, dann liegt das in den meisten Fällen daran, daß die Augenpupille nicht konzentrisch auf der Aus-



Abbildung 2.12: Hochspannungsmasten: Ideal für den Test auf Farbsäume

trittspupille liegt, weil etwa der Augenabstand an der Knickbrücke nicht stimmt, oder das Fernglas ungenau angesetzt wurde. Dies kann leicht passieren, insbesondere wenn die Austrittspupille des Fernglases groß ist. Hier sollte man jedoch pingelig sein, um nicht zu falschen Ergebnissen zu kommen. Gibt es auch nach dem sorgfältigsten Ansetzen der Optik noch immer Farbsäume in der Sehfeldmitte, dann ist das Fernglas höchstwahrscheinlich dejustiert und sollte repariert werden. In einem solchen Falle ist es wahrscheinlich, daß beide Tuben unterschiedliche Resultate zeigen, weil das doppelte Auftreten einer identischen Dejustage nicht zu erwarten ist.

Nachdem die Sehfeldmitte überprüft ist, kann man sich den Randbereichen zuwenden. Hier wird man durch jedes Fernglas mehr oder weniger starke Farbsäume erkennen — die laterale CA, auch Farbquerfehler genannt, ein Resultat der chromatischen Vergrößerungsdifferenz. Doch selbst wenn es dem Hersteller gelingen sollte, diese Vergrößerungsdifferenz zu eliminieren, ist noch immer nicht garantiert, daß diese Farbsäume endgültig verschwunden sind: Beim Blick in den Randbereich rückt die Augenpupille zur Seite und liegt somit nicht mehr konzentrisch auf der Austrittspupille. Diese Verschiebung der Augenpupille, verbunden mit einer leichten Verkippung, ist dann die Hauptursache für die noch zu beobachtenden Farbsäume. Es dürfte technisch ein Ding

der Unmöglichkeit sein, diese Effekte vollständig zu eliminieren, aber sie lassen sich zumindest reduzieren, und dieser Test dient dazu, herauszufinden, wie erfolgreich der Hersteller mit seinen Bemühungen gewesen sein mag.

2.3.6 Ergonomie und Haptik

Nachdem der erste Eindruck zur Haptik des Gerätes bereits beim Kauf im Laden gewonnen wurde, kann es draußen im Feld dann noch einmal zu Überraschungen kommen: Das Fernglas, mit einem üppigen Vergrößerungsfaktor versehen, läßt sich nach einer mehrstündigen Tour auf einmal nicht mehr so entspannt und ruhig halten wie noch am Ladentisch. Die Fokussierung läuft in der Kälte plötzlich viel schwergängiger als zuvor, und der Trageriem, zuvor noch als unwichtige Beigabe betrachtet, übernimmt auf einmal eine tragende Rolle, aber in einem anderen Sinne als erhofft, indem er nämlich fleißig drückt und scheuert.

Es kann nicht oft genug betont werden: Eine abschließende Bewertung von Ergonomie und Haptik eines Fernglases gewinnt man nicht durch flüchtiges Herumfingern im Laden, und schon gar nicht bei endlosen Diskussionen in Internetforen. Und da jeder sein Fernglas auf individuelle Art und Weise einzusetzen gedenkt, ist es auch kaum möglich, hier allgemeingültige Hinweise zu geben, abgesehen von der Binsenweisheit, daß jeder sein Fernglas erst beim Einsatz im Feld finden kann. Offensichtlich hängen die Ansprüche, die ein Beobachter an Haptik und Ergonomie stellen, wesentlich von dem Einsatzort des Gerätes ab: Wird es stationär verwendet, auf dem Ansitz, der Brücke eines Schiffes, oder der Fensterbank, dann wird man weniger auf Gewicht und Ergonomie achten als beim mobilen Einsatz, bei dem das Fernglas stundenlang am Körper bleibt. Die Testprozedur ist also denkbar trivial: Man benutze es in einer Umgebung, und in einer Art und Weise, in der man es auch in Zukunft zu verwenden gedenkt, und achte auf Probleme, die sich bei der Bedienung auftun, und die voraussichtlich nicht auf mitt-

lere Sicht durch Gewöhnung und Erfahrung eliminierbar sind. Manche Unannehmlichkeiten rücken erst nach mehrfachem Gebrauch in den Vordergrund, und dann ist es nicht selten bereits zu spät, um das Fernglas noch einmal umzutauschen. Dies sollte, ohne Groll, als Lehrgeld verbucht werden, das unvermeidbar ist für jeden, der sich schrittweise zu einem erfahrenen Fernglasanwender entwickelt.

Kapitel 3

Kleine Kaufberatung: Was brauche ich?

Wer sich ein Fernglas zulegen möchte, der wird idealerweise eine Kaufstrategie im Kopf haben, auf die er bei seiner Produktwahl zurückgreifen kann. Eine sorgfältig vorbereitete Kaufentscheidung könnte man in drei Phasen einteilen:

- **Phase I:** Welchen Fernglastype sollte ich ins Auge fassen? Hier kommt es auf eine möglichst genaue Definition des geplanten Anwendungsprofils an, mit dessen Hilfe die Spezifikation des zukünftigen Fernglases einzugrenzen ist.
- **Phase II:** Wieviel Geld bin ich bereit zu investieren? Für mehr Geld kann man mehr Leistung erwarten. Aber ist das immer so? Gibt es Einschränkungen, eventuell auch Alternativen, mit denen ich das Optimale für meinen Zweck herausholen kann, ohne gleich das Bankkonto zu plündern?
- **Phase III:** Nach Festlegen von Spezifikation und Preisbereich — für welches konkrete Modell soll ich mich entscheiden, und warum? Hier ist entscheidend zu wissen, wo genau man Kompromisse bei den Eigenschaften und Leistungsdaten des Gerätes akzeptieren kann, und wo nicht.

Das Kapitel 1 sollte dazu dienen, Hilfestellungen für Phase I zu liefern. Im folgenden

Abschnitt wollen wir einige Details zu Phase II aufgreifen. Bei Phase III ist der Leser dann auf sich allein gestellt — niemand kann ihm die endgültige Entscheidung für ein konkretes Modell abnehmen. Nach aufmerksamer Lektüre der vorangegangenen Kapitel sollte es ihm jedoch nicht schwerfallen, das seinen individuellen Bedürfnissen entsprechend optimale Fernglas zu identifizieren.

Es sollte damit klar sein, daß es sich in diesem Kapitel um eine Kaufberatung, nicht um eine Kaufempfehlung handeln kann. Auch wenn in den folgenden Abschnitten einzelne Modelle als ausgesuchte Beispiele vorgestellt werden, so ist diese Auswahl alles andere als vollständig und auch nicht als ein exklusiver Geheimtip zu verstehen. Es gibt schließlich noch weit mehr empfehlenswerte Modelle auf dem Markt, und in jedem Jahr kommen neue hinzu. Die hier aufgeführten, allgemein gehaltenen Regeln zum Kauf eines geeigneten Fernglases sind jedoch weitgehend zeitlos und werden auch nach einigen Jahren noch ihre Relevanz behalten.

3.1 Was die Premiumklasse bietet

Ein Top-Fernglas kostet inzwischen über 1500 Euro. Ist es das eigentlich wert? Die Antwort auf diese recht simple Frage ist von überraschender Komplexität. Zuerst muß man sich im Klaren darüber sein, an welchen Stellen des Produktionsablaufs diese Kosten überhaupt auftreten.

Es besteht kein Zweifel daran, daß die Ferngläser der Premiumklasse auch die Leistungsspitze auf dem Markt repräsentieren — zahllose Vergleichstests der letzten Jahrzehnte, durchgeführt von Experten aus unterschiedlichsten Anwendungsbereichen, haben das wiederholt und mit konsistenten Ergebnissen demonstriert. Der Fernglasmarkt verhält sich also nicht wie etwa der Markt der Luxusuhren, wo sich hohe Preise eher durch Markennamen und Exklusivität als durch Leistung definieren. Es steckt eine aufwendige Technologie in den Top-Ferngläsern, mit der man die in diesem Marktsegment vorherrschenden hohen Preise weitgehend rechtfertigen mag.

Zusätzliche Kosten entstehen bereits bei der Auswahl des Materials: Ein ehrgeiziges optisches Design erfordert nicht selten die Verwendung teurer Spezialgläser, die einen erhöhten Aufwand sowohl bei der Herstellung als auch bei der Bearbeitung implizieren. So benötigen exotische Glassorten Zusätze, die perfekt in die Schmelze eingebracht werden müssen, wobei Schwierigkeiten bei der Homogenisierung auftreten können (Schlierenbildung). Spezialgläser sind oft auch brüchiger als Standardgläser und somit schwieriger zu bearbeiten.

Hochwertige Prismen- und Linsenoberflächen erfordern einen langsamen Schleif- und Polierprozess, um mechanische Verformung durch Wärmebildung zu vermeiden, und eine lange Bearbeitungszeit, um hinreichend glatte Oberflächen zu garantieren. Es folgen die Oberflächenvergütungen, die bei billigsten Ferngläsern aus einer einzelnen Schicht, bei hochwertigen Gläsern aus einem Dutzend La-



Abbildung 3.1: Rotes Logo: Leica 8x32 Ultra-vid HD (Sehfeld: 135m/1000m), ein sehr leichtes und kompaktes Fernglas mit einer hohen Farbsättigung des Bildes.

gen bestehen können. Im letzteren Fall wird die spektrale Transmission der Oberfläche für den sichtbaren Wellenlängenbereich auf über 99.5% angehoben. Die Dachkantprismen erfordern den Phasenkorrekturbelag, der mitnichten das Resultat einer Standardprozedur ist. Auch hier gibt es qualitativ hochwertige Beläge, die aufwendig zu fertigen und zu prüfen sind. Prismen vom Schmidt-Pechan Typ erfordern die Verspiegelung einer Seitenfläche, und bei hochwertigen Ferngläsern handelt es sich dabei um eine dielektrische Verspiegelung, die aus 30 oder mehr einzelnen Lagen bestehen kann, wodurch eine Reflektivität von 99% erreicht wird.

Abgesehen von der Fertigung der optischen Bauelemente ist auch eine präzise Platzierung dieser Elemente im Fernglaskörper notwendig. Hier ist zu beachten, daß ein anspruchsvolles optisches Design auch sehr niedrige Toleranzen mit sich führt, so daß jedes einzelne Bauteil, jeder Distanzring und jede Fassung hochgenau gefertigt werden muß. Diese Toleranzen müssen auch unter erheblichen mechanischen und thermischen Belastungen eingehalten werden, und dabei einen möglichst gleichbleibenden Bedienungskomfort liefern — ein kältestarrer Fokussierknopf wird bei einem Premiumglas genauso wenig toleriert wie aus-



Abbildung 3.2: Blaues Logo: Zeiss 8x32 Victory FL (Sehfeld: 140m/1000m), liefert ein sehr helles Bild und ist dabei nahezu frei von Farbsäumen.

gelaufenes Fett, nachdem das Fernglas einige Stunden in einem sommerheißen Auto verbracht hat. Druckwasserdichte ist inzwischen eine Selbstverständlichkeit bei Ferngläsern in diesem Marktsektor. Erschwerend kommt hinzu, daß unter den Top-Herstellern auch ein Konkurrenzkampf um die leichtesten Geräte geführt wird. Das Gehäuse sollte daher nicht nur robust, sondern auch noch möglichst leicht sein, was besonders hochwertige Materialien erfordert, die zum Teil dünnwandig und somit sehr präzise gefertigt werden müssen. Für den Fall, daß dennoch etwas schief geht, bietet der Hersteller eine langjährige Garantieleistung, und dazu müssen die Werkstätten über viele Jahre hinweg Ersatzteile auf Lager halten.

Die Premiumgläser haben also einiges an Aufwand hinter sich und womöglich noch einiges vor sich, wenn sie fabrikneu ihren Besitzer finden. Doch zahlt sich all der Aufwand auch aus, bieten diese Ferngläser dann auch wirklich einen sichtbaren Mehrwert an optischer Leistung? Dies ist eine ausgesprochen subjektive Fragestellung. Von einem technischen Standpunkt aus gilt hier, wie immer, das *Gesetz vom abnehmenden Ertragszuwachs*: Je mehr zusätzlichen Aufwand man in die Produktion steckt, desto geringer wird die zusätzliche Ausbeute. Das bedeutet, daß die Ferngläser mit erhöhtem Aufwand zwar immer besser

werden, aber eben immer langsamer besser.

Nichtsdestoweniger ist der Kauf eines Premiumglases die sicherste Methode, um an ein sehr gutes Fernglas zu kommen. Man kann im Prinzip nicht viel falsch machen, denn technisch gesehen sind diese Ferngläser auf dem neuesten Stand und somit das Beste, was man für Geld kaufen kann. Dazu kommt, daß diese Ferngläser einen Namen haben, und somit einen hohen Wiederverkaufswert, der positiv zu Buche schlägt, wenn man nach Jahren des Gebrauchs auf ein neueres Modell wechseln möchte.

Entscheidend für die erfolgreiche Suche nach einem Fernglas ist jedoch, daß man als Käufer seine Auswahl keinesfalls ausschließlich anhand der technischen Daten oder anhand von Erfahrungsberichten trifft. Gerade in der Premiumklasse sind die Ferngläser bereits so ausgereift und liegen so eng beieinander, daß die wichtigsten Entscheidungskriterien oft subjektiver Natur sind: Gefällt mir der Einblick? Auch durch meine Brille noch? Wie ist die Haptik und die Balance — liegt es ruhig in der Hand, kann ich schnell und akkurat fokussieren, ohne dabei die optimale Haltung aufgeben zu müssen? Sagt mir das Zuberhör zu, oder muß ich gegebenenfalls Zubehör von einem anderen Anbieter nachkaufen? Schließlich noch eine kritische Frage, die im Einzelfall sehr viel Geld sparen kann: Brauche ich wirklich all die Leistung und all die Vorteile, ob offensichtlich oder scheinbar, oder könnte ich eventuell auch mit einem weniger exklusiven Fernglas glücklich werden? Diese letztere Frage bringt uns zu den Ferngläsern der Mittelklasse.

3.2 Die Mittelklasse: Suche nach dem Kompromiß

Auf die Frage, welche Eigenschaften ein *Mittelklassefernglas* definieren, gibt es keine eindeutige Antwort. Ein solches Fernglas sollte deutlich preisgünstiger sein als ein durchschnittliches Gerät der entsprechenden Premi-

umklasse, dabei aber bereits alle grundlegenden Qualitätsstandards erfüllen. Insbesondere sollte ein solches Gerät keine ausufernde Qualitätsstreuung, wie man sie nicht selten bei Billiggläsern antrifft, aufweisen, also ein wohl definiertes Leistungsniveau repräsentieren. Erfahrungsgemäß ist das bei Ferngläsern ab etwa 300 Euro recht durchgängig der Fall, so daß man die Mittelklasse zwischen 300 Euro und vielleicht 2/3 des in der Premiumklasse üblichen Preisniveaus ansiedeln mag.

Was unterscheidet ein solches Fernglas von einem Top-Fernglas? Das komplette optische Design ist weniger anspruchsvoll, um den technischen Aufwand in einem angemessenen Rahmen zu halten. Nicht selten weisen diese Ferngläser etwas weniger Sehfeld auf, als man es vom Premiumsegment her gewohnt ist. Damit erzielt man eine erträgliche Randschärfe, ohne auf hochgradig komplexe Okularkonstruktionen zurückgreifen zu müssen. Gleichzeitig reduziert man damit Größe und Gewicht der Prismen — eine Rücklage, die dazu verwendet wird, um das zusätzliche Gewicht teilweise zu kompensieren, das mit den weniger hochwertigen Gehäusematerialien einhergeht. Wer also mit einem reduzierten Sehfeld leben kann, oder alternativ mit einer reduzierten Randschärfe und einem höheren Gesamtgewicht, der mag hier für sich bereits einen geeigneten Kompromiß gefunden haben.

In der Mittelklasse sind inzwischen Ferngläser mit dem 'ED' Siegel, mit dem eine Reduktion der chromatischen Aberration durch Verwendung von Spezialgläsern beworben wird, weit verbreitet. In der Praxis gibt es jedoch, ob mit oder ohne ED, beträchtliche Unterschiede in der Quantität der chromatischen Aberration. Hier ist es unerlässlich, im Detail zu prüfen, ob das Fernglas sein Prädikat auch wirklich verdient. Allerdings benötigt auch nicht jeder Nutzer eine besonders aufwendige Korrektur der chromatischen Aberration, die ihren Vorteil erst dann voll ausspielt, wenn man häufig mit starken Kontrastübergängen zu tun hat: Schwarzer Vogel vor hellem Himmelshintergrund wäre ein klassisches Beispiel. Zwar



Abbildung 3.3: Edelporro: Nikon 10x42 SE (Sehfeld: 105m/1000m), optische Leistung fast auf Premium-Niveau, aber mit altmodischen Gummistülpmuscheln und nicht wasserdicht

beobachtet man allgemein, daß eine gute Korrektur der chromatischen Aberration auch den Mikrokontrast des Bildes verbessert, wobei die Feinstrukturen von rauen Oberflächen schärfer und 'knackiger' herausgestellt erscheinen. Wer jedoch meist im Wald, in der Dämmerung oder gar in der Nacht beobachtet, für den stellen Optiken mit konventionellen Gläsern keine nennenswerte Einschränkung dar. Ferngläser für das Militär oder für die Jagd benötigen daher keine Spezialgläser zur Reduktion von Farbsäumen, und wer sein Fernglas zur Landschaftsbeobachtung meist im Fernbereich verwendet, kann ebenfalls mit chromatischer Aberration leben, weil die atmosphärische Extinktion bereits alle scharfen Kontrastübergänge weichgewaschen hat. Dasselbe gilt auch für die Astronomie, mit einer Ausnahme: Bei der Mondbeobachtung machen sich Farbsäume deutlich bemerkbar.

Vergütungen der Linsen und Verspiegelung der Schmidt-Pechan Prismen sind in der Mittelklasse auf niedrigerem Niveau als man es von der Premiumklasse her kennt, und hier beobachtet man einen direkten Zusammenhang mit dem Preis: Bei Ferngläsern der gehobenen Mittelklasse haben diese Unterschiede noch einen marginalen Einfluß auf die Ge-



Abbildung 3.4: Aus Tschechien: Meopta 8x32 Meostar B1 (Sehfeld: 138m/1000m), ein kompaktes Gehäuse und ein guter Einblick, aber Prismen nur mit Silberverspiegelung. Die Meostar Reihe bietet ein gutes Preis/Leistungsverhältnis in der gehobenen Mittelklasse

samtleistung des Fernglases. Nicht selten spart man hier bei Dachkantgläsern des Schmidt-Pechan Typs an der Verspiegelung der Prismen: Eine preisgünstige Silberverspiegelung tritt an die Stelle der teuren dielektrischen Verspiegelung. Diese Maßnahme ist mit einer reduzierten Transmission im kurzen Wellenlängenbereich verbunden, was einen (sehr leichten) Gelbstich des Bildes erzeugen kann. Manche Beobachter stören sich daran und fordern eine perfekt neutrale Farbwiedergabe. Andere nutzen die Vorteile dieses wärmeren Farbtons, der dazu führt, daß das Bild bei Sonnenschein weniger stark blendet und, insbesondere bei Beobachtungen im Fernbereich, einen geringfügig höheren Kontrast aufweisen kann, weil stark streuende kurzwellige Photonen unterdrückt werden.

An dieser Stelle sei auch daran erinnert, daß Ferngläser mit Porro Prismen weder Verspiegelungen benötigen noch Phasenkorrekturen, und dabei weit höhere Fertigungstoleranzen ohne Einschränkungen der optischen Leistung erlauben. Porro Ferngläser bieten daher nicht selten preisgünstige Alternativen zu Dachkantgläsern für diejenigen, die mit den Nachteilen dieses Fernglastype, etwa das höhe-



Abbildung 3.5: Klassiker: Das Zeiss 7x42 Diavlyt (Sehfeld: 150m/1000m), mit weitem Sehfeld und hervorragendem Einblick, ist trotz seiner altmodischen Augenmuscheln und fehlender Wasserdichte ein auf dem Gebrauchtwarenmarkt hoch gehandeltes Fernglas

re Gewicht und die bei zentraler Fokussierung meist eingeschränkte Wasserdichte, leben können.

Anders als im Premiumsegment stößt man in der Mittelklasse auch auf 'schwarze Schafe'. Hier handelt es sich um Ferngläser, die sehr billig produziert, aber, mit vollmundigen Werbesprüchen versehen, für viel Geld angeboten werden. Meist erkennt man solche Tricks sehr schnell an der mangelhaften Qualität der Vergütung, die an hellen Lichtquellen starke Geisterbilder erzeugt, an der unzureichenden Streulichtunterdrückung, oder an der mangelhaften Mechanik, wie etwa eine unpräzise Fokussierung oder wackelige Drehaugenmuscheln. Vorsicht ist geboten bei hochpreisigen Angeboten mit wenig bekannten, oft deutsch klingenden Markennamen, die sich auf den zweiten Blick als chinesische Importe einer Briefkastenfirma entpuppen.

Abschließend sei daran erinnert, daß es auch noch ehemalige Premiumgläser auf dem Gebrauchtwarenmarkt gibt. Viele davon erreichen auch heute noch das Leistungsniveau der gehobenen Mittelklasse und sind daher als ernstzunehmende Alternativen anzusehen. Entscheidend bei der Auswahl eines Gebrauchten ist, abgesehen von der notwendigen

Vorsicht vor eventuell leicht zu übersehenden Schäden, das Baujahr des Veteranen. Hier ist zu beachten, daß die Mehrfachvergütung Ende der 1970er Jahre flächendeckend in der Premiumklasse etabliert war, und der P-Belag Ende der 1980er Jahre zum Standard wurde. Um ein Gebrauchtfernglas hoher Leistungsfähigkeit zu erhalten, sollte man bei Dachkantgläsern auf einen P-Belag bestehen und, falls es sich um ein Porro handelt, auf das Vorhandensein einer Mehrfachvergütung achten.

Gerade für den Fernglasfreund, der mehr als nur eine spezielle Anwendung im Auge hat, bietet die Mittelklasse oft interessante Alternativen. Anstatt 1800 Euro für die 'eierlegende Wollmilchsau' aus dem Premiumsegment auszugeben, mag es vorteilhaft sein, zwei bis drei Ferngläser der Mittelklasse im Schrank zu haben, und je nach Bedarf das am besten geeignete Gerät mit auf Tour zu nehmen. Bei der Tagesbeobachtung hat man ein leichtes 8x30 dabei, in der Dämmerung lieber ein 7x42, oder für den Sternhimmel ein 10x50. Diese drei Geräte mögen zusammen weniger zu Buche schlagen als etwa ein 8x42 Premiumglas, dabei jedoch in ihren jeweiligen Anwendungsbereichen deutlich mehr Leistung erbringen.

3.3 Schnäppchenjagd

Die Jagd nach dem billigen, aber dennoch hinreichend leistungsfähigen Fernglas wird von einer Vielzahl von Fernglasfreunden mit großer Leidenschaft betrieben. Dabei erfordert sie ein hohes Maß an Erfahrung und Intuition, weil andernfalls mit hoher Zielsicherheit Fehlkäufe erfolgen und dabei mehr Geld in den Sand gesetzt wird als beim einmaligen Kauf eines guten Mittelklassefernglases.

Im Preisbereich unter 300 Euro hat man bei der Leistung des Fernglases immer erhebliche Kompromisse in Kauf zu nehmen. Es kommt also darauf an, sich auf diejenigen Eigenschaften des Gerätes zu konzentrieren, die einem besonders wichtig sind, wohl wissend, daß manch andere Ansprüche nicht



Abbildung 3.6: Hart im Nehmen: Das Hensoldt 8x30 Fero-D 16 der Bundeswehr (Sehfeld: 122m/1000m), wasserdicht und robust, dabei fast brillentauglich — ein preisgünstiges Gebrauchtglas für die Reise

erfüllt werden können. Wenn es um optische Leistung geht, sind in diesem Preissektor die Porro Gläser fast immer im Vorteil, weil es praktisch unmöglich ist, hinreichend präzise Dachkantprismen mit halbwegs anspruchsvollen Beschichtungen für so wenig Geld herzustellen.

Vorsicht ist bei Erfahrungsberichten geboten. In diesem Preissektor ist mit einer erheblichen Qualitätsstreuung zu rechnen, denn eine Endkontrolle des fertigen Produkts durch den Hersteller findet hier aus Kostengründen oft nicht mehr statt. Wenn also ein Ferngläser von bestimmten Mängeln seines Fernglases berichtet, so mag das nächste Exemplar schon wieder an ganz anderen Stellen Probleme haben. Die Endkontrolle findet beim Kunden statt, und der sollte seine Aufgabe ernst nehmen, um sich später im Feldeinsatz Enttäuschungen zu ersparen.

Es ist keine Überraschung, daß die Schnäppchenjagd zu einem wesentlichen Anteil auf den Online-Auktionsplattformen ausgelebt wird. Hier kann man mit etwas Glück für wenig Geld ein anspruchsvolles Fernglas vergangener Tage erwerben. Es sei aber dringend geraten, sich vor der Auktion beim Verkäufer ein Rückgaberecht garantieren zu lassen. Lehnt er dies kategorisch ab, so ist davon auszugehen, daß



Abbildung 3.7: Unendliche Weiten: Asahi Pentax 8x40 (Sehfeld: 166m/1000m), ein Relikt aus Zeiten, in denen leidlich gute Superweitwinkel-Ferngläser noch marktfähig waren, heutzutage nur noch als Schnäppchen zu finden

er von der Qualität seines Gerätes nicht überzeugt ist. In diesem Falle darf man getrost die Finger davon lassen.

Ferngläser der unteren Preisklassen sind meist weder robust noch wasserdicht — auch wenn das nicht selten vollmundig versprochen wird. Ausnahmen sind gebrauchte Militärferngläser, die oft in großen Stückzahlen auftauchen und für relativ wenig Geld zu erwerben sind. Solche Geräte garantieren eine ordentliche Optik und sind gleichzeitig anspruchlos in Umgang und Pflege. Nachteilig sind meist das relativ hohe Gewicht, eine unbequeme Einzelokularverstellung und gelegentlich auch integrierte Laserfilter, die einen störenden Grünstich erzeugen können. Dafür erhält man ein robustes Reiseglas, das man, anders als ein teures Premiumglas, ruhig auch mal im Hotelzimmer lassen kann.

Von allzu preisgünstigen Angeboten sollte man auf jeden Fall Abstand halten. Ein Fernglas ist grundsätzlich ein Präzisionsinstrument, dessen Funktion nicht nur von präzise geformten Linsen abhängt, sondern auch von einer akkuraten mechanischen Konstruktion, die dafür zu sorgen hat, daß die optischen Baugruppen mit zum Teil 1/100 Millimeter Genauigkeit aufeinander abgestimmt werden.

Das ist für wenige Euro nicht zu machen, auch in China nicht, und wer sich an solch einem Billigimport versucht, der hat anschließend ein Gerät in der Hand, mit dem Kopfschmerzen wegen unzulänglicher Kollimation vorprogrammiert sind. Letztlich trägt ein solcher Kauf daher nur zur globalen Umweltverschmutzung bei. Wer mehr Geld investiert und dabei mit Bedacht vorgeht, indem er vor dem Einkauf sein Anwendungsprofil analysiert, der kauft nur einmal und verbringt stattdessen wertvolle Stunden mit der Beobachtung.

3.4 10 Gebote zur Ferngläserwahl

Zum Abschluß sollen die Erkenntnisse der vorangegangenen Kapitel in einer kurzen Liste von Merkgeregeln zum Ferngläserkauf konzentriert werden:

1. **Selber ausprobieren.** Kein Internet-Erfahrungsbericht kann den individuellen Eindruck beim Blick durch ein Fernglas ersetzen.
2. **Geiz ist ungeil.** Wer Qualität kauft, der kauft nur einmal. Wer sein Anwendungsprofil kennt, der spart Geld, nicht an der Leistung.
3. **Diversifizierung.** Drei Mittelklasse-Ferngläser können eventuell mehr leisten als ein einzelnes Hochleistungsfernglas.
4. **Vorsicht Vergrößerung.** Weniger bedeutet mehr Sehfeld, Schärfentiefe und einen ruhigen, entspannten Einblick.
5. **Vorsicht Austrittspupille.** Am Tage um die 4mm, in der Dämmerung mindestens 5mm, bei Nacht mindestens 6mm. Wer zuviel kauft, schleppt unnötig, wer zuwenig kauft, verliert Detail.
6. **Vorsicht Transmission.** Eine hohe (und entsprechend teure) Transmission macht sich erst bei Dämmerungs- oder Nachtpläsern voll bezahlt.

7. **Vorsicht Leichtgewicht.** Gespart wird oft am Sehfeld und an der Robustheit/Präzision der Mechanik.
8. **Vorsicht Dachkante.** Gerade im unteren und mittleren Preisbereich erhält man mit einem Porro oft eine höhere optische Leistung.
9. **Vorsicht Zubehör.** Zu enge Taschen, lose Objektivdeckel oder unbequeme Trageriemen sind häufig übersehene Ärgernisse.
10. **Vorsicht Gebrauchtwaren:** Ein leistungsfähiges Gebrauchtglas benötigt Mehrfachvergütung (ab etwa 1980), und, falls Dachkantglas, auch einen P-Belag (ab etwa 1990).

Dieser Text ist ein Auschnitt aus einem Fernglasuch, das sich im Prozeß der Entstehung befindet. Alle Teile sind, wie immer, urheberrechtlich geschützt ...
Holger Merlitz, 2011