



Edition
Harri 
Deutsch 

Handferngläser

Funktion, Leistung, Auswahl

von

Holger Merlitz

2. Auflage

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsselberger Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr.: 57747

Autor:

Holger Merlitz arbeitet als Physiker an einem deutschen Forschungsinstitut.

Er beschäftigt sich nebenberuflich mit dem Testen von Ferngläsern im Feldeinsatz, als Berater von Optikherstellern und – wenn das Wetter mitspielt – als Amateurastronom.

Eine langjährige aktive Teilnahme an verschiedenen Internet-Diskussionsforen hat ihm die Fragen vor Augen geführt, die er in diesem Buch zu beantworten sucht.

2. Auflage 2019, unveränderter Nachdruck 2020

Druck 5 4 3 2

ISBN 978-3-8085-5775-4

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2019 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten

<http://www.europa-lehrmittel.de>

Umschlaggestaltung: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald;

Hintergrundbild © mbolina – stock.adobe.com, Fernglasbild © Leica Camera AG

Druck: Totem, 88-100 Inowroclaw, Polen

Vorwort zur 2. Auflage

Nachdem die erste Auflage auf so viel positive Resonanz gestoßen ist, liegt hiermit die stark erweiterte Neuauflage der *Handferngläser* vor. Anregungen und kritische Kommentare zahlreicher Leser haben zu diesem vollständig überarbeiteten und aktualisierten Buch beigetragen, wofür der Autor zu tiefem Dank verpflichtet ist.

Auf vielfachen Wunsch wurde ein neues, einführendes Kapitel aufgenommen, um den Einsteiger mit der Terminologie und der Funktion des Fernglases vertraut zu machen. Es trägt dazu bei, die *Handferngläser* zu einem eigenständigen Werk zu machen, das auch ohne Zuhilfenahme weiterer Literatur genutzt werden kann.

Die technischen Kapitel wurden an vielen Stellen überarbeitet, dabei Darstellungen vereinfacht und Inhalte homogenisiert. Wichtige Stichworte und mathematische Formeln sind nun optisch hervorgehoben, um dem Leser beim Blättern eine schnelle Orientierung zu ermöglichen.

Ein zentrales Anliegen bleibt weiterhin, die enge Verknüpfung von Fernglastechnik und visueller Wahrnehmung herzustellen und so zu einer soliden Grundlage der visuellen Beobachtung zu gelangen, die es erlaubt, quantitative Aussagen zur Leistungsfähigkeit eines fernoptischen Instruments zu treffen. Der nächste Schritt ist dann, aus diesen Erkenntnissen Kapital zu schlagen und zu verstehen, welches Fernglas für welchen Einsatzzweck und Beobachter die ideale Lösung sein könnte.

In diese Auflage wurde ein reich illustrierter Praxisbericht von Gerhard Eller über seinen Fernglaseigenbau aufgenommen, der bei vielen Lesern auf Resonanz stoßen dürfte. Was Letztere – im Gegensatz zum Autor – leider nicht erleben können, ist die erstaunliche Leistungsfähigkeit dieses Selbstbaus im praktischen Einsatz. Kaum eines der kommerziell vertriebenen Instrumente dürfte ähnlich nahtlos mit dem Auge des Beobachters harmonieren und dabei diese perfekte Illusion vermitteln, direkt in das Motiv einsteigen zu können.

In den vergangenen fünf Jahren gab es einiges an Bewegung auf dem Fernglasmarkt, das in dieser aktualisierten Auflage berücksichtigt ist. Unverändert bleibt der Anspruch der *Handferngläser*, auch einen kritischen Blick auf das Marktgeschehen zu werfen und zu analysieren, welche Trends den Bedürfnissen des anspruchsvollen Beobachters entgegenkommen und welche wohl vornehmlich von kommerziellen Interessen getrieben sind. Die Suche nach dem optimalen Fernglas der Zukunft hält an und wird auch nie enden; das Marketing allein wird jedoch nicht dazu befähigt sein, die entscheidenden Akzente zu setzen, die erforderlich sind, um sich diesem Ziel zu nähern.

Holger Merlitz,

Dresden, im Oktober 2018

Vorwort zur 1. Auflage

Heute sind Ferngläser Allgemeingut – dabei erinnere ich mich noch an die Zeit, als nach dem zweiten Weltkrieg der Besitz eines Fernglases von den Besatzungsmächten dem Waffenbesitz gleich unter hohe Strafe gestellt war. Das Wissen um ihre Konstruktion ist inzwischen allgemein verfügbar.

Ferngläser sind Gebrauchsgegenstände.

Sie sind notwendige Ausrüstungsgegenstände für Militär, Seefahrer und Jäger, die, auf den Beobachtungsergebnissen basierend, lebensentscheidende Entschlüsse treffen. Hier bedarf es deshalb bei der Beschaffung einer sorgfältigen Auswahl nach Verwendungszweck und -ziel. Nur das Beste ist gut genug, um der Verantwortung des Nutzers gerecht werden zu können.

Ferngläser können auch nützliche Werkzeuge zur Erbauung an schönen Landschaften (Wanderer), Tieren (Birdwatcher, Safariteilnehmer), oder zur Himmelsbeobachtung (Astronom) sein. Sie machen Freude.

Ferngläser dienen auch der Eitelkeit, sie sind gesellschaftlich als den Träger auszeichnende Prestigeobjekte wirksam. Dagegen hilft kein Buch, auch dieses nicht, leider.

Die Vielfalt an Lösungsmöglichkeiten für verschiedene Aufgabenstellungen wie Vergrößerung, die eigentlich »Entfernungsverkleinerung« oder »Heranholfaktor« heißen sollte, Helligkeit, Handlichkeit (Gewicht, Balance, Form, materialbedingte Haptik) ist schier unendlich. Untereinander beeinflussen sie sich, sind häufig kontraproduktiv. Daraus folgt: Technische Lösungen sind immer Kompromisse. Zum Glück gibt es auch sehr gute.

Darüber hinaus haben Ferngläser noch viele andere Eigenschaften, die uns dieses Buch näher bringen wird. Beispiel: Die an in einer Entfernungsebene liegenden Objekten erkennbare Randunschärfe wird von Marketingleuten geißelt, statt als Gleitsichtbrilleneffekt für das Nahscharfsehen positiv dargestellt zu werden. Der Kunden-Nutzen wird einem Verkaufsargument geopfert: Nur der Sterngucker braucht ein geebnetes Bildfeld!

Dieses Buch, von einem Sachverständigen verfasst, erklärt verständlich die komplexen Zusammenhänge der Funktion einzelner Elemente eines Fernglases und macht seinen Leser so zum Kundigen. Es kann damit Kaufentscheidungen in die dem Verwendungszweck entsprechende Richtung lenken und Enttäuschungen durch Fehlinvestitionen vermeiden helfen. Damit richtet sich dieses Buch nicht nur an Verbraucher, sondern ebenso an den Handel (Kaufberater) als auch an die Industrie (Entwicklung, Marketing). Es ist von einem von der Ferngläser herstellenden Industrie unabhängigen Wissenschaftler geschrieben, der die Globalisierung sehr persönlich nimmt: er lehrt an einer chinesischen Universität. Das spricht für seine markenunabhängige Neutralität.

Börries von Breitenbuch,

Fernglasexperte und Sammler, Wennigsen, 30. 12. 2012

Danksagung

Dieses Buch ist nicht im Alleingang entstanden. Weite Teile des Inhalts sind das Resultat zahlloser Diskussionen des Autors mit anderen Fernglasfreunden und -fachleuten. Insbesondere hat das Internet mit seinen Diskussionsgruppen die Kommunikation zwischen Menschen unterschiedlichster Herkunft möglich gemacht. Der Autor ist daher den Betreibern und Teilnehmern diverser Diskussionsforen, insbesondere auf www.juelich-bonn.com, forum.astronomie.de, www.cloudynights.com und www.birdforum.net, zu tiefem Dank verpflichtet.

Für hilfreiche Beiträge zu diesem Buch möchte der Autor den folgenden Personen seinen besonderen Dank aussprechen: Peter Abrahams, Jochen Balla, Walter Besenmatter, Martin Birkmaier, Dominique Blach, Börries von Breitenbuch, Dick Buchroeder, Bill Cook, Jan van Daalen, Gerhard Eller, Graham Ellsbury, Stefan Emsel, Beat Fankhauser, Dale Forbes, Odo Genser, Gijs van Ginkel, Erich Grahmann, Stephen Green, M. Kanowski, Beat Kohler, Albrecht Köhler, Stefan Korth, Henry Link, Tobias Mennle, Stefan Merklein, Mathias Metz, Bernd Müller, Klaus Müscher, David W.J. Norton, Hermann Oldenburg, Arek Olech, Manfred Peperkorn, Andreas Perger, ferner dem »Rezensenten«, Daniel Rotter, John Russel, Frank Schäfer, Reinhard Schauerte, Clemens Schmidt, Hans Seeger, Berry Simon, Fan Tao, Volker Tautz, Andreas Walkling, Hans Weigum, Andreas Werner, Heiko Wilkens, Ed Zarenski und Christophe Zumstein.

Ein ganz besonderer Dank geht jedoch an Klaus Horn vom Verlag Europa-Lehrmittel, ohne dessen geduldige Mitarbeit dieses Buch nicht existieren würde.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur 2. Auflage	i
Vorwort zur 1. Auflage	iii
1 Einleitung	1
2 Ferngläser – der Einstieg	3
2.1 Das Prismenfernglas: Ursprung und Wandlung	3
2.2 Porro- und Dachkantfernglas	4
2.3 Vergrößerung	5
2.4 Objektivdurchmesser und Austrittspupille	7
2.5 Sehwinkel und Sehfeld	8
2.6 Zur Handhabung von Ferngläsern	10
2.7 Jedes Fernglas ist ein Kompromiss	12
I Grundlagen zur Fernglastechnik	15
3 Die optische Abbildung	17
3.1 Licht im Vakuum	17
3.2 Brechungsgesetz	18
3.3 Brechzahl und Dispersion	20
3.4 Optische Gläser	21
3.5 Raytracing einer Linse	24
3.6 Abbildungsgleichung	26
3.7 Abbildungsfehler	29
3.7.1 Longitudinale chromatische Aberration	29
3.7.2 Sphärische Aberration	29
3.7.3 Bildfeldwölbung	30
3.7.4 Astigmatismus	32
3.7.5 Koma	33
3.7.6 Laterale chromatische Aberration	35
3.8 Optisches Design	35

4	Das Teleskop	37
4.1	Fernrohr Keplerscher Bauweise	37
4.1.1	Funktionsprinzip	37
4.1.2	Öffnungsverhältnis	38
4.1.3	Vergrößerung und Verzeichnung	39
4.1.4	Sehwinkel und Sehfeld	40
4.2	Fernrohr Galileischer Bauweise	41
4.3	Das virtuelle Bild, Schärfentiefe	43
4.4	Wellenoptik	45
4.4.1	Huygensches Prinzip	45
4.4.2	Beugungsbedingte Auflösungsgrenze	46
4.4.3	Reflexmindernde Vergütungen	47
5	Umkehrsysteme	51
5.1	Porro-Systeme	51
5.1.1	Totalreflexion	51
5.1.2	Porro I	53
5.1.3	Porro II	55
5.1.4	Perger-System (Ein Beitrag von Dr. Andreas Perger)	56
5.2	Dachkantssysteme	58
5.2.1	Schmidt-Pechan-System	58
5.2.2	Abbe-König-System	61
5.2.3	Uppendahl-System	62
5.2.4	Spiegel-Prismen-Umkehrsysteme	63
5.2.5	Verspiegelungen	65
5.2.6	Phasenverschiebung und deren Korrektur	66
6	Anatomie des Fernglases	71
6.1	Objektive für Ferngläser	71
6.1.1	Achromatische Objektive	71
6.1.2	ED-Objektive	72
6.1.3	Apochromaten	73
6.2	Okulare für Ferngläser	75
6.2.1	Okulare für kleine Sehwinkel	75
6.2.2	Weitwinkelokulare	76
6.3	Fokussiermechanismen	79
6.3.1	Drei unterschiedliche Konstruktionsweisen	80
6.3.2	Besonderheiten bei der Beobachtung im Nahbereich	82
6.4	Dimension des Strahlenbündels	84
6.4.1	Reduzierter Glasweg	84
6.4.2	Dimension des Zwischenbildes	85
6.4.3	Prismeneingangsweite	86

6.5	Fallbeispiele	87
6.5.1	8x42 und 10x42 Fernglas	87
6.5.2	8x30 und 6x30 Weitwinkel-Ferngläser	88
6.5.3	7x50 Weitwinkel Fernglas	89
6.6	Blendensysteme	91
6.7	Abdichtung und Füllung eines Fernglases	92
7	Bericht über ein selbstgebautes Hochleistungsfernglas (von Gerhard Eller)	97
II	Optische Wahrnehmung	103
8	Das Auge	105
8.1	Das Auge als optisches Instrument	105
8.2	Gesichtsfeld	106
8.3	Pupillenweite	106
8.4	Akkommodationsbreite	109
8.5	Aberrationen des Auges	109
8.6	Die Photorezeptoren der Retina	111
8.7	Tages- und Nachtsehen	113
8.8	Dämmerungssehen: Stiles-Crawford-Effekt	114
8.9	Datenverarbeitung in der Retina	116
9	Wahrnehmungspsychologie	119
9.1	Wahrnehmungsgesetze	119
9.1.1	Riccoscher Satz, Pipersche Regel und Weber-Fechnersches Gesetz	120
9.1.2	Wahrnehmungsgesetz von Berek	122
9.2	Farbwahrnehmung	125
9.3	Stereoskopische Tiefenwahrnehmung	127
9.3.1	Weitere Zugänge zur Tiefenwahrnehmung	128
9.4	Visueller Bildaufbau	129
9.5	Optischer Fluss	131
9.6	Visuelle Verzeichnung	132
10	Auge und Fernglas: Die Synthese aus Mensch und Maschine	135
10.1	Lichtstrom und Vergrößerung	135
10.2	Fernrohrleistung: Sehschärfe	138
10.3	Nutzleistung: Freihand vs. aufgelegt	140
10.4	Nutzleistung der Sichtungsschwelle	141
10.5	Nutzleistung im astronomischen Einsatz	144
10.5.1	Größenklassen von Sternen	144
10.5.2	Astroindizes für die Grenzgrößen	145

10.5.3	Grenzgrößen in Berek's Modell	146
10.5.4	Vergleich mit Beobachtungsdaten	148
10.6	Atmosphärische Einflüsse auf die Nutzleistung	150
10.7	Farbkontrast, Helligkeit und Farbsättigung	153
10.8	Schärfentiefe	155
10.9	Tiefenauflösung und Kulisseneffekt	157
10.10	Verzeichnung und Globuseffekt	159
10.11	Die Suche nach der optimalen Verzeichnung	160
10.12	Brille und Fernglas	163
III Ferngläser in der Anwendung		167
11 Anwendungsprofile für Handferngläser		169
11.1	Die Generalisten	169
11.2	Ferngläser für Reise und Wanderung	170
11.3	Ferngläser für Nacht und Dämmerung	171
11.4	Handferngläser in der Astronomie	172
11.5	Militärferngläser	174
11.6	Ferngläser zur See	178
11.7	Ferngläser mit Bildstabilisierung	180
11.8	Die Kompakten	182
11.9	Operngläser	185
11.10	Digitalferngläser	186
12 Testen von Ferngläsern		189
12.1	Labortests	189
12.2	Der Schnelltest am Ladentisch	191
12.2.1	Der allererste Eindruck: Design, Haptik, Ergonomie	192
12.2.2	Check auf weitere Ausschluss-Kriterien	193
12.2.3	Bewertung der optischen Leistung	195
12.3	Testen im Feld	196
12.3.1	Streulichtresistenz	197
12.3.2	Geisterbilder	200
12.3.3	Randschärfe	202
12.3.4	Dämmerungsleistung	203
12.3.5	Chromatische Aberration	205
12.3.6	Einblickverhalten und Seherlebnis	206
12.3.7	Ergonomie und Haptik	208
13 Kleine Kaufberatung		211
13.1	Was die Premiumklasse bietet	211

13.2	Die Mittelklasse: Suche nach dem Kompromiss	214
13.3	Schnäppchenjagd	217
13.4	Zehn Gebote zur Fernglaswahl	219
IV	Anhang	221
14	Zum Weiterlesen	223
14.1	Optik	223
14.2	Wahrnehmung	223
14.3	Ferngläser in der Praxis	223
14.4	Ferngläser, Historisches	224

Abbildungsverzeichnis

1.1	Übersicht der Handferngläser und ihre Anwendungsbereiche	1
2.1	Zeiss (Jena) 8x40 Delactis	3
2.2	Porro- und Dachkantfernglas	4
2.3	Kennzahlen am Fernglas	5
2.4	Vergrößerung	6
2.5	Landschaft in verschiedenen Vergrößerungen	7
2.6	Austrittspupille	7
2.7	Schwinkel	9
2.8	Abstandseinstellung der Okulare	10
2.9	Dioptrieneinstellung und Augenmuskeln	11
2.10	Diverse Porro-Ferngläser	12
3.1	Farbspektrum des sichtbaren Lichts mit Fraunhoferlinien.	17
3.2	Snelliussches Brechungsgesetz	18
3.3	Strahlenverlauf in einer Glasplatte	19
3.4	Optische Gläser (Schott-Katalog)	22
3.5	Reintransmission, BK7 und BaK4 HT	23
3.6	Strahlenverlauf: Plankonvexlinse	24
3.7	Plankonvexlinse, Detailansicht	25
3.8	Plankonvexlinse, umgekehrt	27
3.9	Zur Abbildungsgleichung	27
3.10	Sphärische Aberration	30
3.11	Strahlenverlauf zur Bildfeldwölbung	31
3.12	Bildfeldwölbung	32
3.13	Astigmatismus	33
3.14	Koma	33
3.15	Abbesche Sinusbedingung	34
3.16	Laterale chromatische Aberration	35
4.1	Keplersches Fernrohr	38
4.2	Verzeichnung: Kissenförmig und tonnenförmig	40
4.3	Galileisches Fernrohr	42
4.4	Schärfentiefe (Strahlenverlauf)	43
4.5	Huygenssches Prinzip	45
4.6	Airy Scheibchen und Rayleigh-Kriterium	46

4.7	Reflexminderung	48
5.1	Totalreflexion	52
5.2	Porro I (Strahlengang)	53
5.3	Porro I (3D-Strahlengang)	53
5.4	Asymmetrisches Porro I-Prisma	54
5.5	Zeiss (Oberkochen) 10x50	54
5.6	Porro II-Prisma (Strahlengang)	55
5.7	Porro II-Prisma (Foto)	56
5.8	Ross 10x50 Stepmur	56
5.9	Perger-Prisma (Strahlengang)	57
5.10	Perger-Prisma (3D-Strahlengang)	58
5.11	Schmidt-Pechan-Prisma (Strahlengang)	59
5.12	Schmidt-Pechan-Prisma (3D-Strahlengang)	59
5.13	Schmidt-Pechan-Prismenblock	60
5.14	Abbe-König-Prisma (Strahlengang)	61
5.15	Abbe-König-Prisma (3D)	61
5.16	Abbe-König-Prismenblock	62
5.17	Uppendahl-Prisma (Strahlengang)	62
5.18	Uppendahl-Prisma (3D)	63
5.19	Hybrid-Umkehrsystem nach Ludewig und Schade	64
5.20	Zeiss (Jena) 6x18	64
5.21	Reflektivität, dielektrischer- vs. Silberbelag	65
5.22	Abbildungsfehler durch Phasenverschiebung	66
5.23	Geometrische Phase	67
5.24	Phasenkorrektur	68
6.1	Achromatisches Objektiv (Strahlengang)	71
6.2	Swift 8.5x44 Audubon ED	73
6.3	Achromasie und Apochromasie	74
6.4	Klassischer Apochromat	74
6.5	Kellner-Okular	75
6.6	Orthoskopisches Okular	76
6.7	Erfle-Okular	77
6.8	Berechnung des Durchmessers der Okularlinse	77
6.9	Nagler-Okular	78
6.10	Swarovski 10x42 EL WB (Schnittmodell)	79
6.11	Bildweite vs. Gegenstandsweite	79
6.12	Innenfokussierung (schematisch)	80
6.13	Zeiss 8x32 Victory (Schnittbild)	81
6.14	Zeiss 8x30 B Dialyt (Schnittbild)	81
6.15	Leitz 7x40 Trinovid (Schnittbild)	82

6.16	Pentax 6.5x21 Papilio	83
6.17	Reduzierter Glasweg	85
6.18	Prismenfernglas (Strahlengang)	86
6.19	6x30 und 8x30 (Größenvergleich)	88
6.20	Nikon 7x50 IF Wide angle	89
6.21	Massen der Prismen eines 7x50 Fernglases	90
6.22	Miyauchi 7x50 Binon	90
6.23	Blendensystem (Strahlengang)	91
6.24	Kerbung eines Porro-Prismas	92
6.25	Chinesisches 8x30 Militärfernglas	93
6.26	Zeiss 8x30 Porro (Schnittbild)	93
7.1	Selbstbau 12x62	97
7.2	Objektive des 12x62	98
7.3	Okulare des 12x62	98
7.4	Prismen des 12x62	99
7.5	Weitere Komponenten des 12x62	99
7.6	Streulichtblenden des 12x62	100
7.7	Prismencluster des 12x62	100
7.8	Prismengehäuse des 12x62	101
8.1	Auge (Modell)	105
8.2	Gesichtsfeld	106
8.3	Maximale Pupillenweite vs. Alter	107
8.4	Pupillenweite vs. Umgebungsleuchtdichte	108
8.5	Akkommodationsbreite vs. Alter	109
8.6	Chromatische Aberration (Auge)	110
8.7	Spektrale Empfindlichkeit (Auge)	112
8.8	Auflösung vs. Schwinkel	113
8.9	Auflösung vs. Umgebungsleuchtdichte	114
8.10	Stiles-Crawford-Effekt	115
8.11	Konvergenz in der Retina	116
8.12	Laterale Inhibition	117
8.13	Mach'sche Streifen	118
9.1	Landoltring	120
9.2	Riccoscher Satz	121
9.3	Bereks Leuchtdichtefunktionen	122
9.4	Kontrastschwelle vs. Objektdurchmesser	123
9.5	Schwellenentfernung vs. Umgebungsleuchtdichte	124
9.6	Spektrale Intensitätsverteilung des Tageslichts	126
9.7	Simultankontrast	126

9.8	Parallaxe	127
9.9	Tiefenauflösung vs. Entfernung	128
9.10	Blickbewegungsverlauf	130
9.11	Optischer Fluss mit Expansionspunkt	131
9.12	Optischer Fluss, Rotationsbewegung	132
9.13	Helmholtz-Schachbrett	132
9.14	Visuelle Verzeichnung	133
10.1	Normalvergrößerung	135
10.2	Untervergrößerung	136
10.3	Übervergrößerung	136
10.4	Booster	137
10.5	Testtafel für das Auflösungsvermögen	138
10.6	Schärfenutzleistung vs. Vergrößerung	140
10.7	Kontrastschwellen-Nutzleistung (junger Beobachter)	142
10.8	Kontrastschwellen-Nutzleistung (Beobachter älteren Jahrgangs)	143
10.9	Grenzgröße von Sternen	145
10.10	Grenzgrößen von Sternen, verschiedene Modelle	148
10.11	Grenzgröße von Sternen, skaliert	149
10.12	Spektrale Transmission der Atmosphäre	151
10.13	Kowa 8.5x44 Prominar mit Objektivfilter	152
10.14	Transmissionskurve (Zeiss Jena EDF	153
10.15	Transmissionskurven (Zeiss und Leica)	154
10.16	Nahpunkt vs. Vergrößerung	156
10.17	Schärfebereich vs. Fokussierentfernung	156
10.18	Tiefenauflösung, Zeiss (Oberkochen) 10x50	158
10.19	RISO-I 7x40 stereoskopisches Fernglas	158
10.20	Optischer Fluss bei tonnenförmiger Verzeichnung	159
10.21	Relative Sollverzeichnung	161
10.22	KOMZ BPO 7x30	162
10.23	Fernglasbeobachtung mit Brille	164
11.1	Leica 8x42 Noctivid	169
11.2	Nikon 8x30 EII	170
11.3	Leitz 7x35 Trinovid	171
11.4	Zeiss 8x54 Victory HT	171
11.5	Swarovski 10x56 SLC WB	173
11.6	Fujinon 10x50 FMT-SX2	174
11.7	Zeiss (Jena) 7x40 EDF	175
11.8	Objektiv des EDF 7x40	175
11.9	Okular des EDF 7x40	176
11.10	Strichplatte des EDF 7x40	177

11.11	Steiner Commander 7x50	179
11.12	Canon 12x36 IS II	181
11.13	KOMZ 6x24 BPC	183
11.14	Leitz 6x24 Amplivid	184
11.15	Chinesisches 2.3x40 Opernglas	185
11.16	2.3x40 Opernglas (Schnittbild)	185
11.17	Sony Digitalfernglas	186
12.1	Unterwassertest	191
12.2	Ente im Wasser	192
12.3	Blick in den Objektivtubus	193
12.4	Vignettierung der Austrittspupille	194
12.5	Papiertest	196
12.6	Lichtspiele	197
12.7	Streulicht an Austrittspupillen	197
12.8	Fujinon 7x50 MTR	198
12.9	Streulichttest	199
12.10	KOMZ BPO 7x30 (Strahlengang)	200
12.11	Hong Kong bei Nacht	201
12.12	Dämmerung am Ganesh Himal	204
12.13	Hochspannungsmasten	205
12.14	blc (Zeiss Jena) 8x60 der Kriegsmarine mit Nikon WX	206
12.15	SARD 6x42 Mark 43	207
12.16	Zeiss (Jena) 8x60 (Okulare)	208
13.1	Zeiss 10x42 Victory SF	212
13.2	Leica 7x42 Ultravid HD Plus	212
13.3	Swarovski 8x32 EL WB	213
13.4	Nikon 8x42 Monarch HG	215
13.5	Zeiss 8x32 Conquest HD	215
13.6	Meopta 8x32 Meostar B1	216
13.7	Zeiss 7x42 Dialyt und Leica 10x50 Trinovid BA	217
13.8	Hensoldt 8x30 Fero-D 16	217
13.9	Kowa 6x30 YF	218
13.10	Bushnell Rangemaster 7x35	218
13.11	Zeiss (Jena) 10x50 Jenoptem	219

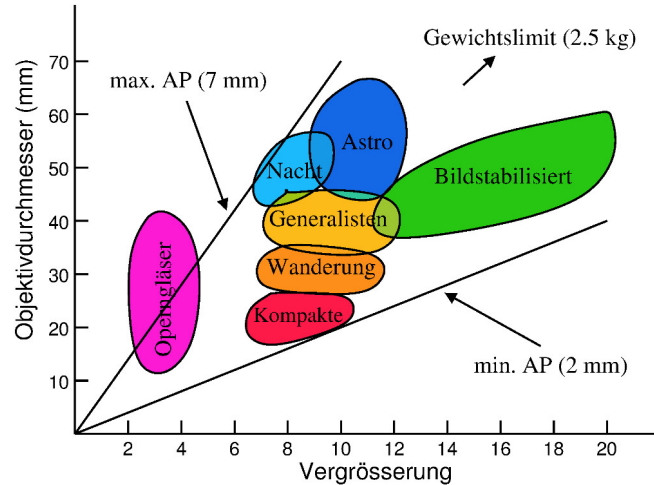
1 Einleitung

Dieses Buch befasst sich mit der Technik, dem Leistungsvermögen und dem praktischen Einsatz von Handferngläsern. Dabei wird der Versuch unternommen, eine Brücke zu schlagen zwischen unterschiedlichen Fachbereichen wie der technischen Optik, der Physiologie des Auges und der Wahrnehmungspsychologie – die Fernglasbeobachtung ist ja nichts anderes als ein technisch unterstützter Wahrnehmungsvorgang, der als eine Mensch-Maschine-Wechselwirkung interpretiert werden kann.

Handferngläser umspannen den Vergrößerungsbe- reich zwischen 2x und 20x, sowie Objektivdurch- messer zwischen 15–70 mm (Abbildung 1.1). Be- grenzende Faktoren sind dabei der Durchmesser der Augenpupille, der zwischen 2 mm am Tage und 7 mm in der Nacht variiert, und die Muskulatur, die das sinnvoll nutzbare Gewicht einer freihändig gehaltenen Optik auf etwa 2.5 kg limitiert. Ferner verhindert die Handunruhe Vergrößerungen jenseits des 12-fachen, sofern nicht bildstabilisierte Optiken eingesetzt werden. In Kapitel 11 werden die Anwen- dungsprofile unterschiedlichster Handferngläser im Detail diskutiert.

Dieses Buch beginnt mit einem Übersichtskapitel, das der erfahrene Fernglasanwender überspringen kann. Der Abschnitt dient dem Anfänger als Ein- stieg in die Thematik und als Vorbereitung auf die technisch anspruchsvolleren Texte.

Diese beginnen mit Kapitel 3, in dem ein grund- legendes Verständnis zur Physik und Technik der optischen Abbildung vermittelt wird. Auf eine allzu formale Begriffsbildung soll hier zugunsten eines in- tuitiven Verständnisses des Abbildungsvorgangs ver- zichtet wird. In den folgenden beiden Kapiteln zur Funktion des Teleskops und der Umkehrsysteme wer-



1.1

Übersicht der Handferngläser und ihre Anwendungsbereiche. AP steht für die Austrittspupille.

den die Einzelkomponenten, die ein Fernglas ausma- chen, in allen Details diskutiert. Dabei werden auch Fragestellungen angesprochen, die in anderen Bü- chern zum Thema Fernglas meist zu kurz kommen, wie etwa die Schärfentiefe oder die Phasenkorrektur der Dachkantprismen. Auch die Eigenschaften des kürzlich entwickelten Perger-Umkehrsystems sowie der neuen HT-Gläser von Schott sollen hier erstmals vorgestellt werden. Schließlich liefert das Kapitel 6 zur Anatomie des Fernglases die Synthese der tech- nischen Kapitel, indem es das Zusammenspiel aller Komponenten miteinander analysiert.

Eine wohlverdiente Verschnaufpause und einen Blick in die Eingeweide eines Fernglases bietet der in Kapitel 7 reproduzierte Praxisbericht von Gastautor Gerhard Eller über seinen Fernglaseigenbau.

Der zweite Teil des Buches befasst sich mit der visuellen Wahrnehmung, wobei zunächst die Funktionsweise des Auges als optisches Instrument, und anschließend die Retina in ihren Eigenschaften als Sensor sowie als erste Instanz der Informationsverarbeitung behandelt werden. Das folgende Kapitel 9 diskutiert wichtige Grundlagen zur visuellen Wahrnehmung, die von Wahrnehmungspsychologen seit Jahrzehnten in mühevollen Versuchsreihen zusammengetragen werden. Dabei wird das Wahrnehmungsgesetz von Max Berek, das sich mit den Schwellen von Objekten befasst, ebenso diskutiert wie jüngere Erkenntnisse zum visuellen Bildaufbau, zum optischen Fluss und zur Verzeichnung des visuellen Raumes. Das Kapitel 10 behandelt schließlich die Kombination aus Fernglas und Beobachter: Die Mensch-Maschine. Es werden quantitative Ergebnisse zur Nutzleistung von Ferngläsern unter diversen Einsatzbedingungen, Formeln zur Schärfentiefe sowie zur stereoskopischen Tiefenauflösung hergeleitet. Erstmals wird auch eine Beschreibung des Globuseffekts vorgestellt, die quantitative Aussagen zur Wahl der optimalen Verzeichnung eines Handfernlasses unter Berücksichtigung seines Einsatzbereiches erlaubt.

Der letzte Teil dieses Buches ist der Fernglaspraxis gewidmet. Anwendungsprofile, Test und Kauf eines geeigneten Fernlasses werden diskutiert, wobei die Erkenntnisse aus früheren Kapiteln wertvolle Entscheidungshilfen liefern werden.

Dieses Buch richtet sich an den neugierigen Fernglasanwender, der sein Instrument besser zu verstehen sucht – etwa, um dessen Leistungsreserven voll ausschöpfen zu können, oder auch, um sich optimal auf eine anstehende Neuanschaffung vorzubereiten. Wer Ferngläser verkauft, wird hier eine reiche Auswahl an Informationen und Argumenten finden, die es ihm erlauben, seinem Kunden das richtige Instrument zu empfehlen. Selbst mancher Spezialist, der einen Blick über den Tellerrand seiner Profession wagen möchte, dürfte in diesem

Buch fündig werden: Der Konstrukteur, der mehr darüber erfahren möchte, was mit dem Strahlenbündel jenseits der Austrittspupille noch passiert, oder der Wahrnehmungspsychologe, der nach ernsthaften Anwendungsmöglichkeiten seiner Modelle in der Beobachtungspraxis Ausschau hält.

Quantitative Aussagen wären ohne die Sprache der Mathematik nicht möglich. Aus diesem Grunde wird in den folgenden Kapiteln, wann immer nötig, auch auf mathematische Formulierungen zurückgegriffen. Diese bewegen sich jedoch auf dem Niveau elementarer Funktionen, während auf höhere Mathematik konsequent verzichtet werden kann. Zudem wird auch derjenige Leser, der sich mit Formeln grundsätzlich nicht anzuverwandeln vermag, auf seine Kosten kommen: Sämtliche Ergebnisse werden analysiert und diskutiert, wichtige Formeln werden in zahlreichen Abbildungen grafisch dargestellt, sodass die entscheidenden Schlussfolgerungen auch nach dem Überspringen mathematischer Herleitungen zugänglich bleiben.

Zum Schluss bleibt die Hoffnung des Autors, dass es ihm gelingen sei, das Fernglas aus einer ungewohnten Perspektive darzustellen, und dass der Leser sein Verständnis um die technischen Zusammenhänge des Fernlasses und des Fernglassehens auf unterhaltsame, manchmal auch anspruchsvolle Weise vertiefen mag.