

# Inhalt

<b>Verzeichnis der Formelzeichen und Abkürzungen</b> .....	XIV
<b>1 Grundlagen zur Anatomie, Physiologie und Dioptrik des Auges</b> .....	1
1.1 Anatomie und Physiologie .....	1
1.1.1 Aufbau des Auges .....	1
1.1.2 Der Tränenfilm .....	3
1.1.3 Die Hornhaut .....	4
1.1.3.1 Gestalt .....	4
1.1.3.2 Schichten .....	5
1.1.3.3 Versorgung .....	5
1.1.4 Die Augenlinse .....	6
1.1.5 Der Glaskörper .....	7
1.1.6 Die Netzhaut .....	7
1.2 Transmission der Augenmedien ....	10
1.3 Dioptrik .....	13
1.3.1 Das Normalauge .....	13
1.3.2 Das fehlsichtige Auge .....	15
1.3.3 Prinzip der optischen Korrektion einer Fehlsichtigkeit .....	17
1.3.4 Bildentstehung im Auge .....	18
1.3.5 Das akkommodierende Auge .....	18
<b>2 Subjektive monokulare Refraktionsbestimmung für die Ferne</b> .....	2
2.1 Bestimmung der sphärischen Werte .	20
2.1.1 Nebel-Methode und Donders-Methode .....	20
2.1.2 Rot-Grün-Methode (Bichromatische Methode) .....	22
2.2 Bestimmung des Astigmatismus ....	23
2.2.1 Kreuzzylinder-Methode .....	23
2.2.1.1 Aufbau und Wirkung eines Kreuzzylinders .....	24
2.2.1.2 Anwendung der Kreuzzylinder-Methode zur Ermittlung der Korrektionswerte für den Astigmatismus ..	26
2.2.1.3 Theoretische Ergänzungen zur Kreuzzylinder-Methode .....	32
2.2.2 Zylinder-Nebel-Methode .....	35
2.2.2.1 Anwendung von drehbaren Astigmatismus-Prüfscheiben .....	35
2.2.2.2 Anwendung von Strahlenfiguren ...	38
2.2.3 Raubitschek-Pascal-Methode (Pfeilschatten-Methode) .....	39
2.2.4 Rot-Grün-Methode (Bichromatische Methode) .....	40
2.2.5 Sonstige Methoden .....	40
2.3 Bestimmung der Sehschärfe .....	40
2.3.1 Definition der Sehschärfe (Visus) ..	41
2.3.2 Meßverfahren zur Ermittlung der Sehschärfe .....	42
2.3.3 Objektive Bestimmung der Sehschärfe .....	44
2.4 Ergebnis und Dokumentation der subjektiven monokularen Refraktionsbestimmung für die Ferne ....	45
<b>3 Subjektive binokulare Prüfung für die Ferne</b> .....	46
3.1 Bedeutung und Zielstellung .....	46
3.2 Begriffe und Definitionen zum Binokularsehen .....	48
3.3 Forderungen an binokulare Prüfmethode n .....	57
3.4 Prüfmethode n .....	58
3.4.1 Methode nach H.-J. Haase mit dem Polatest .....	58
3.4.1.1 Aufbau des Gerätes .....	58
3.4.1.2 Beschreibung der Binokularteste ...	60
3.4.1.3 Einfache Erscheinungsformen der Teste bei Heterophorien .....	65
3.4.1.4 Testwahrnehmungen bei verschiedenen Stadien der Heterophorien und Ermittlung geeigneter Korrekturen .	67
Testwahrnehmung bei motorisch kompensierten Heterophorien bei Fixationsdisparation erster Art bei Fixationsdisparation zweiter Art	
3.4.1.5 Ablauf der Binokularprüfung .....	72
Heterophorie Refraktionsgleichgewicht Aniseikonie Stereopsis	
3.4.1.6 Hinweise zur Justierung der Meßbrille .....	76
3.4.1.7 Ergebnis und Dokumentation der binokularen Prüfung für die Ferne ..	76

3.4.2	Methoden mit projizierten Testzeichen	77	4.3.1.2	Berechnung des Nahzusatzes	103
3.4.2.1	Grundsätzliches zur Polarisation von Testzeichen bei Projektion	77	4.3.1.3	Berechnung des Schärfbereiches	104
3.4.2.2	Tests zur Messung der Heterophorie	79	4.3.1.4	Festlegung der Nahzusätze für beide Augen unter Berücksichtigung optometrischer Besonderheiten	106
3.4.2.3	Tests zur Prüfung des Refraktionsgleichgewichtes	81	4.3.2	Rot-Grün-Methode	107
3.4.2.4	Tests zur Prüfung des Stereosehens	82	4.4	Prüfung des Binokularsehens in der Nähe	107
3.4.2.5	Vier-Lichter-Test nach Worth zur Heterophorie- und Dominanzprüfung	82	4.4.1	Prüfung der Heterophorie in der Nähe	107
3.4.3	Trenner-Methode nach Turville (TIB-Verfahren: Turville Infinitive Balance Test)	85	4.4.1.1	Konvergenz beim Nahsehen	107
3.4.3.1	Prinzip	85	4.4.1.2	Justierung der Prüflinsen	108
3.4.3.2	Messungen zur Heterophorie	86	4.4.1.3	Meßmethoden	109
3.4.3.3	Prüfung des Refraktionsgleichgewichtes	86	4.4.1.4	Teste zum Nachweis anomalen Konvergenzverhaltens	110
3.4.3.4	Ermittlung der Aniseikonie	87	4.4.1.5	Wertung der Meßergebnisse und Schlußfolgerungen	112
3.4.3.5	Prüfung auf Zyklophorie	87	4.4.2	Prüfung von Akkommodationsgleichgewicht und Nah-Refraktionsgleichgewicht	113
3.4.3.6	Prüfung des Stereosehens	87	4.4.3	Prüfung des Stereosehens	114
3.4.3.7	Bemerkungen zur Zuverlässigkeit der Meßergebnisse	88	4.4.4	Überprüfung des Nahsehvermögens	115
3.4.4	Maddox-Zylinder-Methode	88	4.4.4.1	Überprüfung des Schärfbereiches	115
3.4.4.1	Prinzip	88	4.4.4.2	Feststellung der Nahsehschärfe	116
3.4.4.2	Messungen zur Heterophorie	89	4.5	Nahastigmatismus	117
3.4.4.3	Messungen zum Strabismus	89	4.6	Akkommodationsstörungen	117
3.4.5	Verdopplungsmethode nach v. Graefe	90	4.6.1	Zentrale Akkommodationsstörungen	117
3.4.6	Weitere Tests zur Messung der Fixationsdisparation	91	4.6.2	Periphere Akkommodationsstörungen	118
3.5	Prüfmöglichkeiten zur Aniseikonie und zum Stereosehen	93	4.7	Ergebnis und Dokumentation der binokularen Prüfung für die Nähe	118
3.5.1	Aniseikonie	93	5	<b>Analytische Methode zum Zusammenwirken von Akkommodation und Konvergenz</b>	120
3.5.1.1	Definition	93	5.1	Grundsätzliches zur Methode	120
3.5.1.2	Prüfmethoden	93	5.2	Der ACA-Quotient	120
3.5.1.3	Netzhautbildgrößen	94	5.3	Arbeitsschritte der Methode	121
3.5.1.4	Aniseikonie bei Anisometropie	94	5.4	Anmerkungen zur Methode	124
3.5.1.5	Korrektur	95	6	<b>Erkenntnisse im Zusammenhang mit Refraktionsbestimmung und der Prüfung des Binokularsehens</b>	126
3.5.2	Stereosehen	95	6.1	Häufigkeiten optometrischer Befunde	126
3.6	Anmerkungen zur Korrektur von Heterophorien	96	6.2	Refraktionszustände in Abhängigkeit vom Alter	128
4	<b>Subjektive Nahprüfung</b>	98	6.3	Altersabhängige Funktionen	129
4.1	Grundsätzliches zu Akkommodation, Presbyopie und Nahprüfung	98	6.4	Sehschärfe in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern	130
4.2	Maximaler Akkommodationserfolg	99			
4.3	Prüfmethoden	102			
4.3.1	Methode auf der Basis des maximalen Akkommodationserfolges cc	102			
4.3.1.1	Messung des Nahpunkt Abstandes mit Fernkorrektur und Berechnung des maximalen Akkommodationserfolges cc	102			

<b>7</b>	<b>Geräte, Ausrüstungen und Vorschriften für die subjektive Refraktionsbestimmung</b> .....	132	7.6.2.2	Handhabung .....	162
7.1	Hilfsmittel und Geräte zur Gewinnung von Meßdaten für die Justierung optischer Prüfsysteme .....	132	7.6.3	Automatische Scheitelbrechwert-Meßgeräte .....	163
7.1.1	Meßmittel für die Pupillendistanz	132	7.6.3.1	Prinzip	163
7.1.1.1	PD-Maßstab	132	7.6.3.2	Handhabung und Meßmöglichkeiten	164
7.1.1.2	Pupillenabstandsmesser	132	<b>8</b>	<b>Objektive Meßverfahren</b> .....	166
7.1.1.3	Scheitelabstandsmesser (Keratometer)	133	8.1	Einführende Bemerkungen	166
7.2	Optische Prüfsysteme	134	8.2	Skioskopie	166
7.2.1	Refraktionsprüfsatz mit Meßbrille	134	8.2.1	Fleckskioskopie	166
7.2.1.1	Refraktionsprüfsatz	134	8.2.1.1	Aufbau des Fleckskioskops und Handhabung	166
7.2.1.2	Meßbrille	138	8.2.1.2	Strahlengänge	167
7.2.2	Phoropter	140	8.2.1.3	Methoden	168
7.2.3	Vision-Analyser nach <i>Humphrey</i>	142	8.2.2	Strichskioskopie	170
7.2.4	Optorefraktor nach <i>Reiner</i>	143	8.2.3	Meßgenauigkeit	171
7.3	Sehzeichen (Optotypen)	145	8.3	Refraktometrie	172
7.3.1	Arten von Optotypen	145	8.3.1	Prinzip	172
7.3.2	Größen-Abstufungen von Optotypen	148	8.3.2	Visuell-manuelle Refraktometer	172
7.3.3	Untersuchungs- und Meßbedingungen	149	8.3.2.1	Refraktometer mit BildschärfEinstellung	172
7.3.3.1	Prüfentfernungen	149	8.3.2.2	Refraktometer mit KoinzidenzEinstellung	174
7.3.3.2	Lichttechnische Bedingungen	149	8.3.3	Automatische Refraktometer	175
7.3.3.3	Anordnung und Anzahl der Optotypen	149	8.3.3.1	Grundsätzliches zur Erfassung und Bestimmung der Meßwerte	175
7.4	Ausrüstungen und Geräte zur Darbietung von Sehzeichen für die Fernprüfung	150	8.3.3.2	Gerätetypen und deren Meßverfahren	176
7.4.1	Durchleuchtete Sehproben	150	8.3.4	Meßgenauigkeit	179
7.4.2	Bedruckte Tafeln	150	8.4	Ophthalmometrie	179
7.4.3	Sehzeichenprojektoren	150	8.4.1	Prinzip	179
7.4.4	Monitore oder CCD-Displays	152	8.4.2	Ophthalmometer	180
7.5	Geräte und Hilfsmittel zur Darbietung von Sehzeichen für die Nahprüfung	152	8.4.3	Fotokeratometer	182
7.5.1	Nahprüfgeräte	152	<b>9</b>	<b>Brillenlinsen</b> .....	185
7.5.2	Leseprobentafeln	154	9.1	Werkstoffe und deren Eigenschaften	185
7.5.3	Demonstrationsgeräte für den Nah-Sehschärfbereich	155	9.2	Abbildungseigenschaften und Formen von Brillenlinsen	190
7.6	Scheitelbrechwert-Meßgeräte	155	9.3	Entspiegelung von Linsen	194
7.6.1	Okular-Scheitelbrechwert-Meßgerät	155	9.4	Einstärkenlinsen	195
7.6.1.1	Optisches Prinzip	155	9.4.1	Flächengestaltung	195
7.6.1.2	Mechanische Bauteile	157	9.4.2	Spezifische Wirkungen	198
7.6.1.3	Handhabung	157	9.5	Mehrstärkenlinsen	203
7.6.1.4	Umgerüstetes Scheitelbrechwert-Meßgerät zur direkten Ermittlung des Gebrauchswertes dicker Linsen	160	9.5.1	Zweistärkenlinsen	203
7.6.2	Projektions-Scheitelbrechwert-Meßgeräte	160	9.5.1.1	Konstruktive Merkmale	204
7.6.2.1	Aufbau	160	9.5.1.2	Dioptrische Wirkungen der Nahteile	207
			9.5.1.3	Zusätzlich prismatische Wirkungen beim Blick durch die Nahteilbereiche	212
			9.5.1.4	Spezielle Ausführungsformen	213
			9.5.2	Dreistärkenlinsen	215
			9.5.3	Gleitsichtlinsen	215

9.6	Reiz- und Blendschutzlinsen . . . . .	221	12.2.1	Reaktionen des visuellen Systems auf extreme Belastung bei Ausübung von Tätigkeiten mit hohen Sehansforderungen . . . . .	273
9.6.1	Reizschutzlinsen . . . . .	221	12.2.2	Bedeutung von Sehfehlern für arbeitsbedingte Sehbeschwerden bei Tätigkeiten mit hohen Sehansforderungen . . . . .	276
9.6.2	Blendschutzlinsen . . . . .	223	12.2.3	Arbeitsbedingte Komponenten und ihre Beziehungen zum optometrischen Befund . . . . .	278
9.6.3	Fototrope Linsen . . . . .	224	12.3	Skalierung von Tätigkeiten mit hohen Sehansforderungen . . . . .	279
9.6.4	Blendschutzlinsen mit Polarisationswirkung . . . . .	226	12.4	Tätigkeitsbereiche mit spezifischen visuellen Besonderheiten . . . . .	281
9.7	Filterlinsen für medizinische Anwendungen . . . . .	227	12.4.1	Bildschirmarbeitsplätze . . . . .	281
9.8	Prismatische Wirkungen bei Linsen . . . . .	231	12.4.2	Mikroskoparbeitsplätze . . . . .	283
<b>10</b>	<b>Aspekte der Brillenanpassung im Hinblick auf ein beschwerdefreies Sehen . . . . .</b>	<b>232</b>	12.4.3	Bereiche mit ultravioletter Strahlung . . . . .	283
10.1	Justierung der Meßbrille . . . . .	232	12.4.3.1	Generelle Bemerkungen . . . . .	283
10.2	Sitz von Brillenfassungen und Justierung von Brillenlinsen . . . . .	234	12.4.3.2	Wichtige Begriffe . . . . .	283
10.2.1	Kriterien für anatomisch gerechten Sitz von Brillenfassungen . . . . .	234	12.4.3.3	Schwellenwerte und Grenzwerte . . . . .	284
10.2.2	Forderungen zur Justierung von Brillenlinsen und Überprüfung gefertigter Brillen . . . . .	236	12.4.3.4	Natürliche Strahlung . . . . .	284
10.2.3	Justierung von Brillenlinsen und Anpassung von Brillenfassungen unter Anwendung von Computertechnologie . . . . .	246	12.4.3.5	Bemerkungen zu Lichtquellen und ophthalmologischen Instrumenten . . . . .	286
<b>11</b>	<b>Kontaktlinsen . . . . .</b>	<b>249</b>	12.4.3.6	Bemerkungen zu Technologien mit UV-Strahlung . . . . .	287
11.1	Materialeigenschaften . . . . .	249	12.4.3.7	Fotosensibilisierende Wirkung von Pharmaka . . . . .	289
11.2	Materialien . . . . .	251	12.5	Tauglichkeitsbeurteilung zur Ausübung von Tätigkeiten mit hohen Sehansforderungen . . . . .	289
11.3	Gestalt und optische Daten . . . . .	255	12.5.1	Prinzipielle Betrachtungen . . . . .	289
11.4	Auswirkungen auf Komponenten des Sehvermögens . . . . .	261	12.5.2	Sehschnelltest-Geräte . . . . .	289
11.5	Indikationen . . . . .	264	12.5.3	Screening . . . . .	290
11.5.1	Optische Indikationen . . . . .	264	12.5.4	Vorsorgeuntersuchung gemäß G 37 „Bildschirm-Arbeitsplätze“ . . . . .	291
11.5.2	Medizinische Indikationen . . . . .	267	12.5.4.1	„G 37 Bildschirm-Arbeitsplätze“ . . . . .	291
11.5.3	Berufliche Indikationen . . . . .	268	12.5.4.2	Kritische Anmerkungen . . . . .	294
11.5.4	Spezifische Anwendungsvarianten . . . . .	268	12.6	Komponenten des Sehvermögens in Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren . . . . .	294
11.6	Kontraindikationen . . . . .	269	12.7	Kontrastempfindlichkeit . . . . .	296
11.7	Bemerkungen zur Hygiene von Kontaktlinsen . . . . .	270	12.7.1	Begriffe . . . . .	296
<b>12</b>	<b>Ergoptometrische Aspekte . . . . .</b>	<b>272</b>	12.7.2	Kontrastempfindlichkeit in Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren . . . . .	298
12.1	Bemerkungen zu generellen Trends und Beanspruchungskonzept . . . . .	272	12.7.3	Meßmethoden . . . . .	300
12.2	Erkenntnisse zu Reaktionen des visuellen Systems auf Belastung, zu Sehfehlern und zu arbeitsbedingten Komponenten . . . . .	273	<b>13</b>	<b>Refraktionsbestimmung bei Sehschwachen . . . . .</b>	<b>307</b>
			13.1	Grundsätzliche Bemerkungen . . . . .	307
			13.1.1	Gesetzliche Bestimmungen . . . . .	307
			13.1.2	Augenerkrankungen . . . . .	308

13.2	Durchführung der Prüfung für die Ferne .....	311	14.3	Elektronisch vergrößernde Hilfsmittel .....	346
13.2.1	Monokulare Fernprüfung mit variabler Prüfdistanz .....	311	14.3.1	Merkmale und Kenngrößen .....	346
13.2.2	Monokulare Fernprüfung mit vergrößerndem Hilfsmittel .....	312	14.3.2	Stationäre Bildschirmgeräte .....	349
13.3	Binokulare Verträglichkeitskontrolle .....	314	14.3.3	Kameraanschluß an Fernsehgeräte ..	350
13.4	Nahprüfung .....	314	14.3.4	Transportable Lesegeräte .....	352
			14.3.5	EDV-Großschriftsysteme .....	353
<b>14</b>	<b>Vergrößernde Sehhilfen und ihre Anwendungsmöglichkeiten .....</b>	<b>316</b>	14.4	Texterkennungs-Vorlesesysteme ...	354
14.1	Grundsätzliche Zusammenhänge, Definitionen und Begriffe .....	316	14.5	Weitere Hilfsmittel und Hinweise ..	354
14.2	Optisch vergrößernde Sehhilfen ...	320	<b>15</b>	<b>Hinweise zur Anamnese .....</b>	<b>358</b>
14.2.1	Lupen .....	320	15.1	Angaben des Patienten .....	358
14.2.1.1	Eigenschaften .....	320	15.2	Überprüfung bisher verordneter Sehhilfen .....	360
14.2.1.2	Normalausführungen .....	323	15.3	Inspektion der Augen .....	360
14.2.1.3	Spezielle Ausführungen .....	329	<b>16</b>	<b>Glossar</b>	
14.2.1.4	Lupen als Brillen .....	330		„Ausgewählte Begriffe“ .....	362
14.2.2	Fernrohrbrillen .....	335	<b>Literatur .....</b>	<b>382</b>	
14.2.2.1	Fernrohrbrillen nach System <i>Galilei</i> .....	335	<b>Bildquellennachweis .....</b>	<b>394</b>	
14.2.2.2	Fernrohrbrillen nach System <i>Kepler</i> .....	340	<b>Sachregister .....</b>	<b>395</b>	
14.2.3	Monokulare .....	342			
14.2.4	Lupenbrillen .....	344			
14.2.5	Geräte mit optisch stark vergrößern-der Wirkung .....	345			