

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Grundlagen zur Anatomie, Physiologie und Dioptrik des Auges</b>	19
1.1	<b>Anatomie und Physiologie</b>	19
1.1.1	<b>Aufbau des Auges</b>	19
1.1.2	<b>Der Tränenfilm</b>	21
	Lipidschicht	21
	Wässrige Schicht	21
	Mucinschicht	22
1.1.3	<b>Die Hornhaut</b>	23
	Gestalt	23
	Schichten	23
	Versorgung	24
1.1.4	<b>Die Augenlinse</b>	25
1.1.5	<b>Der Glaskörper</b>	25
1.1.6	<b>Die Netzhaut</b>	26
	Struktur	26
	Rezeptoren	27
	Verarbeitung optischer Information	28
<b>1.2</b>	<b>Transmission der Augenmedien</b>	29
<b>1.3</b>	<b>Dioptrik</b>	32
1.3.1	<b>Das Normalauge</b>	32
1.3.2	<b>Das fehlsichtige Auge</b>	34
1.3.3	<b>Prinzip der optischen Korrektur einer Fehlsichtigkeit</b>	36
1.3.4	<b>Bildentstehung im Auge</b>	38
1.3.5	<b>Das akkommodierende Auge</b>	39
<b>2</b>	<b>Subjektive monokulare Refraktionsbestimmung für die Ferne</b>	41
<b>2.1</b>	<b>Bestimmung der sphärischen Werte</b>	41
2.1.1	<b>Nebel-Methode</b>	42
2.1.2	<b>Donders-Methode</b>	42
<b>2.2</b>	<b>Bestimmung des Astigmatismus</b>	43
2.2.1	<b>Kreuzzylindermethode</b>	43
	Der Kreuzzylinder	44
	Theorie der Kreuzzylindermethode	45
	Praxisempfehlungen zur Durchführung der Kreuzzylindermethode	51
	Hinweise zur Durchführung der Kreuzzylindermethode	53
	Theoretische Ergänzungen zur Kreuzzylindermethode	53
2.2.2	<b>Zylinder-Nebel-Methode</b>	57
	Anwendung von drehbaren Astigmatismus-Prüfscheiben	57
	Anwendung von Strahlenfiguren	60
2.2.3	<b>Raubitschek-Pascal-Methode (Pfeilschattenmethode)</b>	60
2.2.4	<b>Sonstige Methoden</b>	62
<b>2.3</b>	<b>Spezielle Methoden für den Feinabgleich</b>	62
2.3.1	<b>Kreuzmustertest nach Wilms</b>	63
2.3.2	<b>Rot-Grün-Tests</b>	63
	Einfacher bichromatischer Test	63
	Bichromatischer Test nach Pistor	64
	Anmerkungen zur Genauigkeit von bichromatischen Tests	64
<b>2.4</b>	<b>Sehschärfe</b>	65
2.4.1	<b>Definition der Sehschärfe</b>	65
	Zu beachtende Spezifika	66
	Besonderheiten bei Trennschwierigkeiten	66
2.4.2	<b>Messverfahren zur Ermittlung der Sehschärfe</b>	66
	Subjektive Ermittlung der Sehschärfe	66
	Objektive Bestimmung der Sehschärfe	69
<b>2.5</b>	<b>Ergebnis und Dokumentation der subjektiven monokularen Re- fraktionsbestimmung für die Ferne</b>	70

<b>3</b>	<b>Subjektive binokulare Prüfung für die Ferne</b>	71
3.1	<b>Bedeutung und Zielstellung</b>	71
3.1.1	Refraktionsgleichgewicht	71
3.1.2	Fusion	72
3.1.3	Stereopsis (Stereosehen)	72
3.1.4	Aniseikonie	72
3.2	<b>Begriffe und Definitionen zum Binokularsehen</b>	73
3.3	<b>Forderungen an binokulare Prüfmethode</b>	84
3.4	<b>Polatestmethode nach H.-J. Haase</b>	85
3.4.1	Geräte	85
	Klassische Ausführung	85
	Computergenerierte Systeme	87
3.4.2	<b>Beschreibung der Binokularteste</b>	88
	Einfache Erscheinungsformen der Tests bei assoziierten Heterophorien	90
	Testwahrnehmungen bei assoziierten Heterophorie	95
3.4.3	<b>Durchführung der Binokularprüfung</b>	101
	Hinweise zur Justierung der Messbrille	101
	Messung der prismatischen Werte zur Korrektur der assoziierten Heterophorie	101
	Überprüfung hinsichtlich Refraktionsgleichgewicht	104
	Überprüfung der Stereopsis	106
	Ermittlung der Aniseikonie	107
3.4.4	<b>Dokumentation der binokularen Prüfung für die Ferne</b>	107
3.4.5	<b>Anmerkungen zur Korrektur der mit den Polatesten ermittelten assoziierten Heterophorien</b>	108
3.5	<b>Methoden mit projizierten Testzeichen</b>	109
3.5.1	<b>Helle polarisierte Zeichen auf dunklem Grund</b>	109
	Kreuztest	109
	Kreuz-Ring-Test nach <i>Schober</i>	110
	Hakentest	110
3.5.2	<b>Dunkle Zeichen auf hellem polarisiertem Grund</b>	111
	Dissoziierender Sehprobentest	111
	Bichrom-Balance-Test nach <i>Osterberg</i>	112
	Stereotest nach <i>Osterberg</i>	112
3.5.3	<b>Dunkle polarisierte Zeichen auf hellem Grund</b>	113
3.6	<b>Methoden verschiedener Autoren</b>	114
3.6.1	<b>Trenner-Methode nach <i>Turville</i> (TIB-Verfahren: <i>Turville</i> Infinite Balance Test)</b>	114
	Prinzip	114
	Messungen zur assoziierten Heterophorie	115
	Prüfung des Refraktionsgleichgewichtes	116
	Prüfung des Stereosehens	116
	Ermittlung der Aniseikonie	117
	Prüfung auf Zyklophorie	117
	Bemerkungen zur Zuverlässigkeit der Messergebnisse	117
3.6.2	<b><i>Maddox</i>-Zylinder-Methode</b>	117
	Prinzip	117
	Messungen zur Heterophorie	118
	Messungen zum Strabismus	119
3.6.3	<b>Verdopplungsmethode nach v. <i>Graefe</i></b>	119
	Prinzip	120
	Heterophorieprüfung	120
	Refraktionsgleichgewichtsprüfung	120
3.6.4	<b>Vier-Lichter-Test nach <i>Worth</i></b>	121
3.6.5	<b><i>Bagolini</i>-Test</b>	123
3.7	<b>Messungen der Fixationsdisparität (fixation disparity)</b>	124
3.7.1	Gebräuchliche Tests	124
3.7.2	Prismen-Fixationsdisparitätskurve	125
3.8	<b>Prüfmöglichkeiten zum Stereosehen</b>	126
3.9	<b>Prüfmöglichkeiten zur Aniseikonie</b>	127
3.9.1	Definition	127
3.9.2	Netzhautbildgrößen	127
3.9.3	Aniseikonie bei Anisometropie	128
3.9.4	Prüfmethode	129
3.9.5	Korrektur	129

<b>4</b>	<b>Subjektive Nahprüfung</b> .....	130
<b>4.1</b>	<b>Grundsätzliches zu Akkommodation, Presbyopie und Nahprüfung</b> .....	130
4.1.1	Akkommodation und Presbyopie .....	130
4.1.2	Aufgabe der Nahprüfung .....	131
<b>4.2</b>	<b>Maximaler Akkommodationserfolg</b> .....	131
4.2.1	<b>Definitionen</b> .....	132
	Maximaler Akkommodationserfolg des unkorrigierten Auges, bezogen auf die Hauptebene des Auges .....	132
	Maximaler Akkommodationserfolg des korrigierten Auges, bezogen auf die Hauptebene des Auges .....	133
	Maximaler Akkommodationserfolg des korrigierten Auges, bezogen auf den Ort der Korrektionslinse .....	133
4.2.2	<b>Einfluss hochgradiger Fehlsichtigkeiten</b> .....	133
4.2.3	<b>Besonderheiten bei Anisometropie</b> ..	134
4.2.4	<b>Besonderheiten bei Kontaktlinsen</b> ..	134
4.2.5	<b>Messmethoden auf der Basis des maximalen Akkommodations-erfolges cc</b> .....	134
	Messung des Nahpunktabstandes .....	134
	Berechnung des Nahzusatzes .....	136
	Berechnung des Schärfenbereiches ..	137
4.2.6	<b>Rot-Grün-Methode</b> .....	138
<b>4.3</b>	<b>Prüfung des Binokularsehens in der Nähe</b> .....	139
4.3.1	<b>Generelle Aspekte</b> .....	139
	Konvergenz beim Nahsehen .....	139
	Prüflinsenjustierung .....	140
4.3.2	<b>Messmethoden</b> .....	141
	Methode mit dem Polatest .....	141
	<i>Maddox-Zylinder-Methode</i> .....	141
	<i>v. Graefe-Methode</i> .....	141
	Methode mit <i>Maddox-Wing-Test</i> ....	141
	Methode mit Nahprüfgerät nach <i>Schenk</i> .....	141
4.3.3	<b>Prüfung verschiedener Sehleistungsparameter</b> .....	142
	Akkommodationsgleichgewicht und Nahrefraktionsgleichgewicht .....	142
	Ermittlung der Nahsehschärfe .....	144
	Ermittlung des Schärfenbereichs .....	144
	Prüfung des Stereosehens .....	145
<b>4.4</b>	<b>Tests zum Nachweis anomalen Konvergenzverhaltens</b> .....	147
4.4.1	<b>Modifizierter Kreuztest</b> .....	147
4.4.2	<b>Stereozifferntest</b> .....	148
<b>4.5</b>	<b>Wertung der Messergebnisse und Schlussfolgerungen</b> .....	148
<b>4.6</b>	<b>Ergebnis und Dokumentation der binokularen Prüfung für die Nähe</b> ..	149
4.6.1	<b>Messergebnis</b> .....	149
4.6.2	<b>Befunddokumentation</b> .....	150
4.6.3	<b>Rezeptangaben</b> .....	150
4.6.4	<b>Anmerkung</b> .....	150
<b>4.7</b>	<b>Festlegung der Nahzusätze für beide Augen unter Berücksichtigung optometrischer Besonderheiten</b> ..	150
<b>4.8</b>	<b>Bemerkungen zum Nahastigmatismus</b> .....	151
<b>4.9</b>	<b>Akkommodationsstörungen</b> .....	152
4.9.1	<b>Zentrale Akkommodationsstörungen</b> .....	152
4.9.2	<b>Periphere Akkommodationsstörungen</b> .....	153
<b>5</b>	<b>Analytische Methode zum Zusammenwirken von Akkommodation und Konvergenz</b> .....	154
<b>5.1</b>	<b>Grundsätzliches zur Methode</b> .....	154
<b>5.2</b>	<b>Der ACA-Quotient</b> .....	154
5.2.1	<b>Geometrischer ACA-Quotient</b> .....	154
5.2.2	<b>Individueller ACA-Quotient</b> .....	155
<b>5.3</b>	<b>Arbeitsschritte der Methode</b> .....	156
5.3.1	<b>Berechnung der Donders-Linie</b> .....	156
5.3.2	<b>Ermittlung der Phorielinie</b> .....	156
5.3.3	<b>Ermittlung der Vergenzgrenzen</b> ....	157
5.3.4	<b>Ermittlung der positiven und negativen relativen Akkommodation</b> ..	157

5.3.5	Kennzeichnung des Bereiches „binokulares Einfachsehen“ .....	158	5.4	<b>Anmerkungen zur Methode</b> .....	159
5.3.6	Ableitung der Zone „komfortables binokulares Einfachsehen“ .....	158	5.4.1	Hinweise zur praktischen Durchführung .....	159
5.3.7	Festlegung der Korrektionswerte ...	158	5.4.2	Kritische Betrachtungen zur Methode .....	159

**6 Hinweise zu optometrischen Untersuchungen, zu optometrischen Lösungen bei hohen Sehanforderungen und bei spezifischen Befunden, Erkenntnisse zu optometrischen Befunden und Sehfunktionen** .....

6.1	<b>Hinweise zur Durchführung optometrischer Untersuchungen</b> .	161	6.3	<b>Sehprobleme bei Schulkindern</b> ...	166
6.1.1	Vermeidung von tendenziell ins Minus tendierenden Korrektionswerten ...	161	6.3.1	Grundsätzliches .....	166
6.1.2	Vermeidung von tendenziell ins Plus tendierenden Korrektionswerten ...	161	6.3.2	Syndrome .....	167
6.1.3	Aufdecktest am Polatest .....	161		Lese-Rechtschreib-Schwäche .....	167
6.1.4	Alternierende Beobachtung am Polatest .....	162		Aufmerksamkeits-Defizit-Hyperaktivitäts-Störung (ADHS) .....	167
6.1.5	Beobachtung von Einstellbewegungen	162		Dyskalkulie .....	167
6.1.6	Ermittlung geringer Hyperphorien durch spezielle Fragestellung .....	162		Teilleistungsschwächen .....	168
6.1.7	Alternierendes Zudecken der Augen bei sehgeschwachen Patienten .....	163	6.3.3	Spezifika des Lesevorgangs .....	168
6.2	<b>Spezifische optometrische Lösungen</b> .....	163	6.3.4	Spezifische Besonderheiten bei optometrischen Messungen ...	169
6.2.1	Minimierung physikalisch-optisch bedingter Sehbeeinträchtigungen ..	163	6.3.5	Optometrische Korrekturen .....	169
	Anisometropie .....	163	6.3.6	Farbfiltermethode nach <i>Helen Irlen</i> .	170
	Prismatische Wirkungen beim Blick in die Nähe .....	164	6.4	<b>Erkenntnisse zu optometrischen Befunden und Sehfunktionen</b> .....	171
6.2.2	Optometrische Lösungen bei berufsbedingten Sehanforderungen	164	6.4.1	Häufigkeit optometrischer Befunde	171
6.2.3	Optometrische Lösungen bei spezifischen Befunden .....	166		Ametropien .....	171
	Ophthalmologisch-pathologische Befunde .....	166		Altersstruktur .....	171
	Klinisch-pathologische Befunde .....	166	6.4.2	Refraktionszustände in Abhängigkeit vom Alter .....	172
			6.4.3	Altersabhängige Funktionen .....	173
			6.4.4	Sehschärfe in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern .....	174

**7 Geräte, Ausrüstungen und Vorschriften für die subjektive Refraktionsbestimmung** .....

7.1	<b>Messmittel für die Pupillendistanz</b>	175	7.2	<b>Optische Prüfsysteme</b> .....	177
7.1.1	PD-Maßstab .....	175	7.2.1	Refraktionsprüfsatz .....	177
7.1.2	Pupillenabstandsmesser .....	175		Prüflinsen .....	177
7.1.3	Scheitelabstandsmesser (Keratometer) .....	176		Prüfleisten .....	179
				Blenden, Filter .....	179

Kreuzzylinder .....	180	<b>7.4</b>	<b>Ausrüstungen und Geräte zur Darbietung von Sehzeichen für die Fernprüfung .....</b>	197
Zylinderkompensator .....	180			
Simultantest nach <i>Biessels</i> .....	180			
Drehprisma nach <i>Herschel</i> .....	182	<b>7.4.1</b>	<b>Durchleuchtete Sehproben .....</b>	197
<b>7.2.2 Messbrille .....</b>	182	<b>7.4.2</b>	<b>Bedruckte Tafeln .....</b>	198
HSA-Einstellung .....	183	<b>7.4.3</b>	<b>Sehzeichenprojektoren .....</b>	198
Neigung .....	183	<b>7.4.4</b>	<b>Monitore oder CCD-Displays .....</b>	199
Zentrierung .....	183			
Achsenausrichtung .....	184	<b>7.5</b>	<b>Geräte und Hilfsmittel zur Darbietung von Sehzeichen für die Nahprüfung .....</b>	200
<b>7.2.3 Phoropter .....</b>	184			
<b>7.2.4 Vision Analyser nach <i>Humphrey</i> ....</b>	186	<b>7.5.1</b>	<b>Nahprüfgeräte .....</b>	200
<b>7.2.5 Optorefraktor nach <i>Reiner</i> .....</b>	189	<b>7.5.2</b>	<b>Leseprobentafeln .....</b>	202
<b>7.3 Sehzeichen (Optotypen) .....</b>	190	<b>7.6</b>	<b>Scheitelbrechwertmessgeräte ....</b>	202
<b>7.3.1 Arten von Optotypen .....</b>	190	<b>7.6.1</b>	<b>Okular-Scheitelbrechwertmessgerät</b>	203
<i>Landolt</i> -Ring .....	190		Optisches Prinzip .....	203
Buchstaben .....	190		Mechanische Bauteile .....	205
Ziffern .....	192		Handhabung ohne	
<i>Snellen</i> -Haken und <i>Pflüger</i> -Haken ....	192		Prismenkompensator .....	205
Kinderbilder .....	193		Handhabung mit	
<i>Goldmann</i> -Test ( <i>Foucault</i> -Test) .....	195		Prismenkompensator .....	208
<b>7.3.2 Größenabstufungen von Optotypen .</b>	195	<b>7.6.2</b>	<b>Projektions-</b>	
Logarithmische Stufung .....	195		<b>Scheitelbrechwertmessgeräte .....</b>	208
Arithmetische Stufung .....	195	<b>7.6.3</b>	<b>Automatische</b>	
Geometrische Stufung .....	196		<b>Scheitelbrechwertmessgeräte .....</b>	209
<b>7.3.3 Untersuchungs-</b>			Prinzipien .....	209
<b>    und Messbedingungen .....</b>	196		Handhabung und Messmöglichkeiten	211
Prüfentfernungen .....	196			
Lichttechnische Bedingungen .....	196			
Anordnung und Anzahl				
der Optotypen .....	196			
<b>8 Objektive Messverfahren .....</b>	213			
<b>8.1 Einführende Bemerkungen .....</b>	213	<b>8.3</b>	<b>Refraktometrie .....</b>	220
<b>8.2 Skiaskopie .....</b>	213	<b>8.3.1</b>	<b>Prinzip .....</b>	220
<b>8.2.1 Fleckskiaskopie .....</b>	213	<b>8.3.2</b>	<b>Visuell-manuelle Refraktometer ....</b>	221
Aufbau des Fleckskiaskops,			Refraktometer mit	
Beleuchtungsstrahlengang			Bildschärfeeinstellung .....	221
und Handhabung .....	213		Refraktometer mit	
Beobachtungsstrahlengang .....	214		Koinzidenzeinstellung .....	222
Methoden .....	216	<b>8.3.3</b>	<b>Automatische Refraktometer .....</b>	224
<b>8.2.2 Strichskiaskopie .....</b>	218		Grundsätzliches zur Erfassung	
Aufsuchen der			und Bestimmung der Messwerte ....	224
Hauptschnittrichtungen .....	219		Gerätetypen und	
Neutralisation der			deren Messverfahren .....	225
beiden Hauptschnitte .....	219	<b>8.3.4</b>	<b>Messgenauigkeit .....</b>	229
<b>8.2.3 Messgenauigkeit .....</b>	219			

<b>8.4 Ophthalmometrie</b> .....	229	<b>8.5 Wellenfrontanalyse</b> .....	235
8.4.1 Prinzip .....	229	8.5.1 Prinzip der Wellenfrontdarstellung .	235
8.4.2 Ophthalmometer .....	229	8.5.2 Anwendung der Wellenfrontanalyse	236
8.4.3 Keratometer .....	232		
<b>9 Brillenlinsen</b> .....	238		
<b>9.1 Werkstoffe und deren Eigenschaften</b> .....	238	<b>9.4 Mehrstärkenlinsen</b> .....	259
9.1.1 Kenngrößen .....	238	9.4.1 Zweistärkenlinsen .....	259
9.1.2 Werkstoffe .....	239	Konstruktive Merkmale .....	260
Krongläser .....	239	Dioptrische Wirkungen der Nahteile .	264
Schwerflintgläser .....	240	Zusätzliche prismatische Wirkungen	
Kunststoffe .....	240	beim Blick durch die Nahteilbereiche	268
9.1.3 Transmissionseigenschaften .....	241	Spezielle Ausführungsformen .....	270
9.1.4 Hartbeschichtung .....	243	9.4.2 Dreistärkenlinsen .....	272
9.1.5 Entspiegelung .....	244	9.4.3 Gleitsichtlinsen .....	272
		Prinzip .....	272
		Konstruktionsmerkmale .....	273
<b>9.2 Abbildungseigenschaften und Formen von Brillenlinsen</b> .....	246	Darstellungsarten, Gravuren	
9.2.1 Abbildungsfehler .....	246	und Bezugspunkte .....	274
9.2.2 Flächen von Brillenlinsen .....	248	Hinweise zur Anwendung .....	276
Freiformflächen .....	248	9.4.4 Nahbereichslinsen .....	277
9.2.3 Durchbiegung von Brillenlinsen ....	248		
		<b>9.5 Reiz- und Blendschutzlinsen</b> .....	278
<b>9.3 Einstärkenlinsen</b> .....	250	9.5.1 Reizschutzlinsen .....	278
9.3.1 Flächengestaltung .....	250	Farblose Linsen .....	279
Linsen mit sphärischen und		Roséfarbige Linsen .....	279
torischen Flächen .....	250	Uropal-Linsen .....	279
Linsen mit asphärischen Flächen ....	250	Filterschicht-Linsen .....	280
Freiformflächen .....	252	9.5.2 Blendschutzlinsen .....	280
Linsen mit Flächenkombinationen		9.5.3 Fototrope Brillenlinsen .....	281
für höhergradige Fehlsichtige .....	252	9.5.4 Blendschutzlinsen	
9.3.2 Spezifische Wirkungen .....	254	mit Polarisationswirkung .....	283
Dioptrische Wirkung			
bei Nahgebrauch .....	254	<b>9.6 Filterlinsen für medizinische</b>	
Dioptrische Wirkungen		<b>Anwendungen</b> .....	284
sphärotorischer Brillenlinsen in		9.6.1 Indikationen .....	284
horizontaler und vertikaler Richtung	256	9.6.2 Arten von Filterlinsen .....	284
Farbsaum .....	259		
		<b>9.7 Filterlinsen für Glasbläser</b> .....	290
		<b>9.8 Prismatische Wirkungen</b>	
		bei Linsen .....	290

<b>10</b>	<b>Aspekte der Brillenanpassung im Hinblick auf ein beschwerdefreies Sehen</b> .....	292
10.1	<b>Justierung der Messbrille</b> .....	292
10.2	<b>Sitz von Brillenfassungen und Justierung von Brillenlinsen</b> .....	294
10.2.1	<b>Kriterien für anatomisch gerechten Sitz von Brillenfassungen</b> .....	294
	Stege .....	294
	Bügel .....	295
	Vorneigungswinkel .....	296
	Hornhautscheitelabstand .....	296
10.2.2	<b>Überprüfung der Justierung von Brillenlinsen in gefertigten Brillen</b> ..	296
	Justierung von sphärotorischen Einstärkenlinsen .....	297
	Justierung von asphärischen Einstärkenlinsen .....	300
	Justierung von Mehrstärkenlinsen ...	302
	Justierung von Gleitsichtlinsen .....	304
10.2.3	<b>Ermittlung der Justierdaten für Gleitsichtlinsen</b> .....	304
10.2.4	<b>Justierung von Brillenlinsen unter Anwendung von Computer- technologie</b> .....	308
<b>11</b>	<b>Kontaktlinsen</b> .....	310
11.1	<b>Materialeigenschaften</b> .....	310
11.2	<b>Materialien</b> .....	312
11.2.1	<b>Harte Materialien</b> .....	312
11.2.2	<b>Formstabil-flexible Materialien</b> ....	312
11.2.3	<b>Weiche wasserhaltige Materialien</b> ..	314
11.2.4	<b>Silikongummi</b> .....	314
11.2.5	<b>Silikonhydrogele</b> .....	314
11.2.6	<b>Transmission von UV-Strahlung</b> ....	314
11.3	<b>Gestalt und optische Daten</b> .....	315
11.3.1	<b>Gesamtdurchmesser</b> .....	315
11.3.2	<b>Flächengestaltung</b> .....	316
11.3.3	<b>Mehrstärkenkontaktlinsen</b> .....	318
11.3.4	<b>Spezielle Ausführungsformen</b> .....	321
11.4	<b>Auswirkungen auf Komponenten des Sehvermögens</b> .....	321
11.4.1	<b>Netzhautbildgröße</b> .....	321
11.4.2	<b>Blickfeld</b> .....	321
11.4.3	<b>Akkommodation</b> .....	323
11.4.4	<b>Konvergenz</b> .....	323
11.4.5	<b>Binokularesehen (assoziierte Heterophorie)</b> .....	323
11.4.6	<b>Spectacle blur (Sattlerscher Schleier)</b> .....	324
11.5	<b>Indikationen</b> .....	324
11.5.1	<b>Optische Indikationen</b> .....	324
	Myopie höheren Grades .....	324
	Hyperopie höheren Grades .....	325
	Astigmatismus .....	325
	Irreguläre Hornhautvorderfläche ....	325
	Keratokonus .....	326
	Anisometropie .....	327
	Einseitige Aphakie .....	327
	Beidseitige Aphakie .....	328
11.5.2	<b>Medizinische Indikationen</b> .....	329
	Rezidivierende Erosion .....	329
	Keratitis .....	329
	Symblepharon .....	329
	Trichiasis .....	329
	Iriskolobom, Aniridie, Albinismus ....	329
	Nystagmus .....	329
	Progressive Myopie .....	330
	Hautallergien .....	330
	Medikamententräger .....	330
11.5.3	<b>Berufliche Indikationen</b> .....	330
11.5.4	<b>Spezifische Anwendungsvarianten</b> ..	330
	vT-Kontaktlinsen .....	330
	Austauschkontaktlinsen .....	330
11.6	<b>Kontraindikationen</b> .....	331
11.6.1	<b>Medizinische Aspekte</b> .....	331
11.6.2	<b>Berufliche Aspekte</b> .....	331
11.6.3	<b>Physikalisch-optische Aspekte</b> .....	332
11.7	<b>Bemerkungen zur Hygiene von Kontaktlinsen</b> .....	332
11.7.1	<b>Reinigung</b> .....	332
11.7.2	<b>Desinfektion</b> .....	332
11.7.3	<b>Aufbewahrung</b> .....	332
11.7.4	<b>Benetzung</b> .....	333
11.7.5	<b>Anwendungsvarianten</b> .....	333

<b>12 Ergoptometrische Aspekte</b> .....	334	
<b>12.1 Bemerkungen zu Anforderungen, Belastung und Beanspruchung</b> ....	334	
	Fotosensibilisierende Wirkung von Pharmaka .....	355
<b>12.2 Erkenntnisse zu Reaktionen des visuellen Systems</b> .....	336	
<b>12.2.1 Reaktionen des visuellen Systems auf extreme Belastung</b> .....	336	
Auswirkungen der visuellen Belastung auf die Akkommodation ..	336	
Auswirkungen der visuellen Belastung auf Sehleistungskomponenten .....	337	
Auswirkungen auf Dunkelruhelage von Akkommodation und Vergenz ...	337	
Auswirkungen auf Lidschlagverhalten	338	
<b>12.2.2 Sehfehler als Ursache für Sehbeschwerden bei Tätigkeiten mit hohen Sehanforderungen</b> .....	339	
<b>12.2.3 Arbeitsbedingte Komponenten und ihre Beziehungen zum optometrischen Befund</b> .....	341	
Sehentfernungen .....	341	
Sehanforderungen .....	341	
Beleuchtung .....	341	
Kopf- und Augenbeschwerden .....	341	
Assoziierte Heterophorien und Beschwerden .....	341	
Sehvermögen, Beschwerden, Leistung .....	342	
<b>12.3 Skalierung von Tätigkeiten mit hohen Sehanforderungen</b> .....	343	
<b>12.3.1 Charakteristische Tätigkeitsmerkmale</b> .....	343	
<b>12.3.2 Skalierung</b> .....	343	
<b>12.4 Tätigkeitsbereiche mit spezifischen visuellen Besonderheiten</b> .....	346	
<b>12.4.1 Bildschirmarbeitsplätze</b> .....	346	
<b>12.4.2 Mikroskoparbeitsplätze</b> .....	349	
<b>12.4.3 Tätigkeiten bei reduziertem Beleuchtungsniveau</b> .....	349	
<b>12.4.4 Bereiche mit ultravioletter und sichtbarer Strahlung</b> .....	349	
Generelle Bemerkungen .....	349	
Wichtige Begriffe .....	350	
Schwellenwerte und Grenzwerte ....	350	
Natürliche Strahlung .....	351	
Bemerkungen zu Lichtquellen .....	353	
Bemerkungen zu Technologien mit UV-Strahlung .....	355	
<b>12.5 Tauglichkeitsbeurteilung zur Ausübung von Tätigkeiten mit hohen Sehanforderungen</b> .....	357	
<b>12.5.1 Prinzipielle Betrachtungen</b> .....	357	
<b>12.5.2 Sehschnelltestgeräte</b> .....	358	
<b>12.5.3 Screening</b> .....	359	
<b>12.5.4 Vorsorgeuntersuchung gemäß G37 „Bildschirmarbeitsplätze“</b> .....	360	
G37 „Bildschirmarbeitsplätze“ .....	361	
Kritische Anmerkungen .....	363	
<b>12.6 Das Sehvermögen beeinflussende Faktoren</b> .....	363	
<b>12.7 Kontrastempfindlichkeit</b> .....	366	
<b>12.7.1 Begriffe</b> .....	366	
<b>12.7.2 Kontrastempfindlichkeit in Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren</b> .....	368	
Erkrankungen im Bereich der vorderen Abschnitte des Auges .....	370	
Erkrankungen im Bereich der Netzhaut .....	370	
Erkrankungen im Bereich des Sehnervs, des Chiasmus und des Kortex .....	370	
Pharmakologische Einflüsse und Allgemeinerkrankungen .....	371	
<b>12.7.3 Messmethoden</b> .....	371	
Streifenmuster zur Ermittlung der Kontrastempfindlichkeit .....	371	
Teste zur Ermittlung der Optotypenerkennbarkeit bei reduziertem Kontrast .....	373	
Kontrastempfindlichkeitsbestimmung mittels spezifischer Teste .....	377	
<b>12.8 Farbwahrnehmung</b> .....	377	
<b>12.8.1 Generelle Bemerkungen</b> .....	377	
<b>12.8.2 Farbtheorien</b> .....	378	
<i>Young-Helmholtz</i> -Theorie .....	378	
<i>Hering</i> -Theorie (1834–1918) .....	379	
<b>12.8.3 Messungen zum Farbsehvermögen</b> ..	379	
Pseudoisochromatische Tafeln .....	379	
Farblegetests .....	380	
Anomaloskope .....	382	
<b>12.8.4 Angeborene Farbfehlsichtigkeiten</b> ..	384	
Störungen höheren Grades .....	384	

Störungen geringeren Grades .....	385	Subtraktive Farbmischung .....	388
Spezifika angeborener		Binokulare Farbensteropsis .....	388
Farbfehlsichtigkeiten .....	385	Sättigung von Farben .....	389
<b>12.8.5 Erworbene Farbfehlsichtigkeiten</b> ..	387	Farbarten .....	389
Generelle Bemerkungen .....	387	Farbsehvermögen bei Tieren .....	389
Klassifizierungen .....	387	<b>12.8.7 Chromatopsie</b> .....	389
<b>12.8.6 Phänomenologische Aspekte</b>			
des Farbensehens .....	388		
<b>13 Sehvermögenreduzierende Aspekte</b> .....	390		
<b>13.1 Augenerkrankungen</b> .....	390	<b>13.2 Augenglasbestimmung</b>	
<b>13.1.1 Typische Erkrankungen</b>		<b>bei Sehschwachen</b> .....	398
<b>und ihre Merkmale</b> .....	390	<b>13.2.1 Monokulare Refraktionsbestimmung</b>	
Hornhauterkrankungen .....	390	<b>für die Ferne</b> .....	398
Katarakt (grauer Star) .....	390	Monokulare Refraktionsbestimmung	
Linsenluxation .....	390	für die Ferne mit	
Makuladegenerationen .....	390	variabler Prüfdistanz .....	399
Retinopathia diabetica .....	391	Monokulare Refraktionsbestimmung	
Tapetoretinale Degenerationen .....	392	für die Ferne mit vergrößerndem	
<i>Usher</i> -Syndrom .....	392	Hilfsmittel .....	400
Netzhautablösung (Ablatio retinae) ..	392	<b>13.2.2 Verträglichkeitskontrolle der</b>	
Retinopathia promaturorum .....	392	<b>Korrektionswerte für die Ferne</b> .....	401
Kolobom .....	392	Monokulare Verträglichkeitskontrolle	401
Albinismus .....	393	Binokulare Verträglichkeitskontrolle .	401
Nystagmus .....	393	<b>13.2.3 Nahprüfung</b> .....	402
Farbsinnstörungen .....	393		
<b>13.1.2 Glaukom</b> .....	393	<b>13.3 Gesetzliche Bestimmungen</b> .....	403
Pathologische Merkmale .....	393		
Tonometrie .....	393		
Perimetrie .....	395		
<b>14 Vergrößernde Sehhilfen und ihre Anwendungsmöglichkeiten</b> .....	406		
<b>14.1 Definitionen, Begriffe und Parameter</b> .....	406	<b>14.2.2 Ermittlung der Vergrößerung</b>	
<b>14.1.1 Definitionen und Begriffe</b> .....	406	<b>für das Sehen in der Nähe</b> .....	411
<b>14.1.2 Parameter</b> .....	407	Rechnerische Ermittlung der	
Vergrößerung und		erforderlichen Vergrößerung .....	411
Sehfelddurchmesser .....	407	Experimentelle Ermittlung	
Vergrößerung und Arbeitsabstand ..	408	der notwendigen Vergrößerung .....	412
Vergrößerung, Tiefenschärfe		<b>14.2.3 Auswahl vergrößernder Hilfsmittel</b> .	412
und Schärfentiefe .....	409		
Beleuchtung und Sehschärfe .....	409	<b>14.3 Optisch vergrößernde Sehhilfen</b> ..	413
Blenden (Pupillen und Luken) .....	409	<b>14.3.1 Lupen</b> .....	413
		Eigenschaften .....	413
<b>14.2 Erforderliche Vergrößerungen</b> .....	410	Handlupen ohne Beleuchtung .....	416
<b>14.2.1 Vergrößerung für das Sehen</b>		Handlupen mit Beleuchtung .....	421
<b>in die Ferne</b> .....	410	Große Standlupen .....	424
		Brillen als Lupen .....	424

14.3.2 Fernrohrbrillen .....	428	14.4.3 Transportable Bildschirmgeräte ....	441
Fernrohrbrillen nach System <i>Galilei</i> ..	428	14.4.4 Vergrößerung durch Anschluss-	
Fernrohrsysteme nach <i>Kepler</i> .....	434	möglichkeit an Fernsehgeräte .....	442
14.3.3 Geräte mit optisch stark		14.4.5 Elektronische Lupen .....	442
vergrößernder Wirkung .....	437	14.4.6 Datenverarbeitungssysteme .....	443
		Großschriftsysteme .....	443
14.4 Elektronisch vergrößernde		Texterkennungs-vorlesegeräte .....	443
Hilfsmittel .....	439	14.5 Weitere Hilfsmittel .....	446
14.4.1 Definitionen und Begriffe .....	439	14.5.1 Leseplatte und Konzepthalter .....	446
14.4.2 Stationäre Bildschirmgeräte .....	439	14.5.2 Leuchten .....	447
Lesegeräte .....	439	14.5.3 Lebenspraktische Hilfen .....	448
Geräte mit zusätzlicher Kamera			
für die Ferne .....	440		
<b>15 Hinweise zur Anamnese</b> .....	449		
15.1 Angaben des Patienten .....	449	15.1.6 Lese-Rechtschreib-Schwäche	
15.1.1 Sehbeeinträchtigungen .....	449	(Legasthenie) .....	451
15.1.2 Schmerzen .....	450	15.2 Überprüfung bisher	
15.1.3 Lichtempfindlichkeit .....	450	verordneter Sehhilfen .....	451
15.1.4 Zeitliche Aspekte der		15.3 Inspektion der Augen .....	452
geschilderten Sachverhalte .....	450		
15.1.5 Arbeitsbedingungen .....	451		
<b>16 Glossar „Ausgewählte Begriffe“</b> .....	453		
<b>Literatur</b> .....	482		
<b>Bildquellenverzeichnis</b> .....	493		
<b>Verzeichnis der Eigennamen</b> .....	494		
<b>Sachverzeichnis</b> .....	498		
<b>Verzeichnis der Formelzeichen und Abkürzungen</b> .....	520		
<b>Ablaufplan zur Bestimmung von Sehhilfen</b> .....	526		
<b>Die Gullstrandschen Werte für das schematisierte Auge</b> .....	528		