



Abb. 2.1 Kopfwangshaltung zur Fixationsaufnahme. Die Patientin (mit beidseitiger Abduzensparese) kann ohne Kopfdrehung weder mit dem rechten noch mit dem linken Auge den Geradeausblick aufnehmen. Binokularsehen ist in keiner Blickrichtung möglich. Hier gestattet nur eine erhebliche Kopfdrehung die Fixationsaufnahme wenigstens eines Auges, während das andere umso mehr von der normalen Stellung abweicht.

2.1.4 Pathologische Augenbewegungen

Normalerweise ist jede Kontraktion eines Augenmuskels mit der Erschlaffung seines Antagonisten verbunden. Bestimmte Krankheitsbilder sind aber dadurch charakterisiert, dass die **Minderung der Entspannungsfähigkeit** Ursache der Motilitätsstörung ist. Bei den **Koinnervationssyndromen** (siehe Kap. 4.2) und bei Bindegewebs- oder Muskeleinklemmung durch eine **Orbitafraktur** oder bei einigen Muskelerkrankungen (siehe Kap. 4.1) ist primär die physiologische Entspannung eines Muskels gestört.

Wenn beim Versuch der Adduktion der M. rectus lateralis nicht nachgibt, bewirkt die Innervation des M. rectus medialis entweder keine Adduktion oder gleichzeitig mit dieser eine pathologische Augenbewegung.

► **Sekundärfolgen pathologischer Augenbewegungen.** Adduktion ohne gleichzeitige Entspannung des M. rectus lateralis ist möglich, wenn der Bulbus sich nicht um seinen Drehpunkt dreht, sondern am entspannungsunfähigen M. rectus lateralis entlang nach hinten gerollt wird. Dabei nähert sich das Auge den Muskelursprüngen. Diese **Bulbusretraktion** mit Lidspaltenverengung ist eine typische Folge aller Erkrankungen mit Verlust der Entspannungsfähigkeit eines geraden Augenmuskels (► Abb. 2.2). Die bei analogen Störungen der schrägen Augenmuskeln zu erwartende Protrusio bulbi ist selten auffällig. Die Zugkraft des Augenmuskels, die hierbei 80 g [28] erreichen kann, bewirkt eine **Augeninnendruckerhöhung**.

Andererseits kann die Kontraktion des M. rectus medialis sogar bei totaler Starre oder Kokontraktion des Antagonisten eine Bulbusdrehung um den Drehpunkt bewirken, wenn das Resultat dieser Kontraktion eine **Vertikaldeviation** ist [19], [23], [29]. Weil die Insertionen beider Horizontalmotoren vor dem Äquator liegen, führt jede Hebung oder Senkung des Bulbus zu einer Verkür-

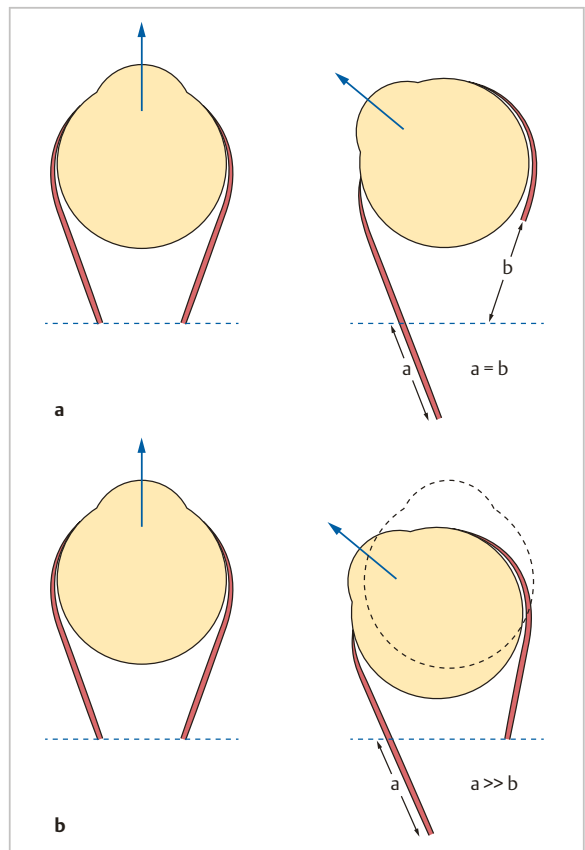


Abb. 2.2 Bulbusretraktion bei mangelnder Entspannung des Antagonisten.

- a** Bei einer normalen Augenbewegung verkürzt sich der Agonist in dem Maß, um das der Antagonist verlängert wird. Die Lage des Augendrehpunkts bleibt unverändert.
- b** Wenn diese entsprechende Verlängerung nicht eintritt, ist eine Verkürzung des Agonisten möglich, sofern das Auge nicht um seinen Drehpunkt dreht, sondern insgesamt zu den Muskelursprüngen hin bewegt wird. Diese Retraktion wird deutlicher sein, wenn sogar eine Verkürzung des Antagonisten eintritt (Koinnervationssyndrome).



Abb. 2.3 Patientin mit rechtsseitigem, divergentem Retractionssyndrom. Zu beachten ist die Vertikaldeviation des betroffenen Auges (Hypotropie beim Adduktionsversuch unterhalb der Horizontalen und Hypertropie beim Adduktionsversuch oberhalb der Horizontalen, jeweils mit roten Linien markiert).

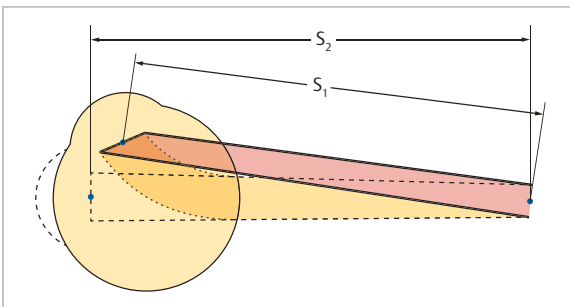


Abb. 2.4 Vertikaldeviation bei mangelnder Entspannung des Antagonisten. Wenn bei der Kontraktion eines geraden Augenmuskels die entsprechende Entspannung des Antagonisten nicht eintritt, ist eine Verkürzung des Agonisten auch dann möglich, wenn der Bulbus nach oben oder unten ausweicht.
Verlauf der Augenmuskeln in Primärposition (gestrichelte Linie), nach Elevation bei intakter Intermuskularmembran und normal funktionierenden Pulleys (gepunktete Linie) und nach Elevation bei pathologisch gedehnter Intermuskularmembran (fette Linie).

zung der Distanz zwischen Ursprung und Insertion der Horizontalmotoren (► Abb. 2.3, ► Abb. 2.4). Diese Vertikaldeviation ist ein häufiges Symptom der Kokontraktionssyndrome und wird begleitet von **Sekundärveränderungen des Bandapparats** (Hembänder, Tenon-Kapsel, Intermuskularmembran).

Strabismus kann auch Folge der **Verlagerung eines Augenmuskels** sein. Die Eso-Hypotropie (selten Exo-Hypotropie) bei **hoher Myopie** geht mit einer kaudalen Verlagerung des M. rectus lateralis einher, der – einer Bulbusektasie ausweichend – im lateral-unteren Quadranten den kürzesten Weg zwischen Ursprung und An-

satz nimmt. Durch die Verlagerung wird die Abduktion vermindert und die Senkung verstärkt. Besteht die Störung nur einseitig, resultiert eine Eso-Hypotropie, besteht sie beidseitig, kann eine reine Esotropie entstehen, weil die Hebungsdefizite sich aufheben (sog. **Strabismus fixus** bei hoher Myopie).

Frühkindlicher Strabismus convergens mit großem Schielwinkel zeigt manchmal eine auffällige Einschränkung der Abduktionsfähigkeit beider Augen. Diese Patienten benutzen beim Blick nach rechts nur das linke, beim Blick nach links nur das rechte Auge (**Kreuzfixation** – gekreuzte Fixation – crossed fixation). Der gesamte Blickbereich wird überdeckt durch zwei jeweils monokulare Blickfelder, die sich kaum überschneiden. In diesem Stadium ähnelt die Erkrankung einer Abduzensparese. Die Untersuchung und der weitere Verlauf der Erkrankung (spontane oder durch Okklusionsbehandlung unterstützte Vergrößerung des monokularen Blickfelds beider Augen) erlauben in der Regel den Ausschluss einer Parese.

Literatur

- [1] Arruga A, Bérard PV, Campos E, Fells P, Kaufmann H, Lang J, Lanthony P. E.S.A. Terminology Committee, Transactions. In: Kaufmann H, ed. 19th Meeting European Strabismological Association; 1991: 337
- [2] Bernasconi O, Klainguti G. Peut-on parler de déviation torsionnelle primaire et secondaire dans la paralysie du grand oblique? Klin Monatsbl Augenheilkd 1998; 212: 286–288
- [3] Bielschowsky A. Die Lähmungen der Augenmuskeln (Die Motilitätsstörungen der Augen). In: Graefe-Saemisch. Handbuch der gesamten Augenheilkunde. 2. Aufl. Bd. VIII, Kap. XI, Nachtrag 1. 1907/1932
- [4] Crone RA. Diplopia. Amsterdam: Excerpta Medica. New York: Elsevier; 1973
- [5] DIN, Deutsches Institut für Normung. Optik: Augenoptik und Augenschutz. Berlin: Beuth; 1991
- [6] Duane A. A new classification of the motor anomalies of the eye, based upon physiological principles. Ann Ophthalmol Otol 1896; 5: 969
- [7] Duke-Elder S, Wybar K. Ocular Motility and Strabismus. In: Duke-Elder S, ed. System of Ophthalmology. London: Kimpton; 1973

- [8] Fink WH. Surgery of the oblique Muscles of the Eye. St. Louis: Mosby; 1951
- [9] Fink WH. Surgery of the vertical Muscles of the Eye. 2nd ed. Springfield: Charles C Thomas; 1962
- [10] Gobin MH. Sagittalization of the oblique muscles as a possible cause for the „A“, „V“, and „X“ Phenomena. *Brit J Ophthalmol* 1968; 52: 13
- [11] Graefe A. Symptomenlehre der Augenmuskellähmungen. Berlin: Peters; 1867
- [12] Graefe A. Motilitätsstörungen. In: Graefe-Saemisch. Handbuch der gesamten Augenheilkunde. 2. Aufl. Bd. VIII, Kap. XI. 1898
- [13] Helveston EM, Krach D, Plager DA et al. A new classification of superior oblique palsy based on congenital variations in the tendon. *Ophthalmology* 1992; 99: 1609–1615
- [14] Hering E. Über die Rollung des Auges um die Gesichtslinie. A von Graefes Arch Klin Exp Ophthalmol 1869; 15 (1. Abt): 1
- [15] Hofmann FB, Bielschowsky A. Über die der Willkür entzogenen Fusionsbewegungen der Augen. *Pflügers Arch Ges Physiol* 1900; 80: 1–40
- [16] Hofmann FB. Die Lehre vom Raumsinn. IV: Augenbewegungen. In: Graefe-Saemisch. Handbuch der gesamten Augenheilkunde. 2. Aufl. Bd. III, Kap. VIII. 1920/1925
- [17] Javal E. Manuel du Strabisme. Paris: Masson; 1896
- [18] Jonkers GH, Vader J, Weil HJ. Ergebnisse der orthoptischen Behandlung von dekompenzierten Phorien. *Klin Mbl Augenheilk* 1960; 136: 449
- [19] Kaufmann H, Kolling G, Hartwig H. Das Retraktionssyndrom von Stilling-Türk-Duane. *Klin Monatsbl Augenheilk* 1981; 178: 110–115
- [20] Krüger KE. Physiologische und methodische Grundlagen der Pleoptik und Orthoptik. Leipzig: VEB Thieme; 1972
- [21] Lang J. Strabologische Terminologie und Informatik. *Klin Mbl Augenheilk* 1985; 186: 231
- [22] Lang J. Strabismus. 3. Aufl. Bern: Huber; 1986
- [23] Liesch A, Simonsz HJ, Török B. What causes up- and downshoot in adduction? In: Kaufmann H, ed. *Transact 20th Meeting Europ Strabismolog Ass Brussels*; 1992: 23
- [24] Maddox EE. Die Motilitätsstörungen des Auges. (Autorisierte deutsche Ausgabe von Asher W.) Leipzig: Deichert; 1902
- [25] Manley RR, ed. *Symposium on horizontal ocular Deviations*. St. Louis: Mosby; 1971
- [26] von Noorden GK, Campos EC. *Binocular Vision and ocular Motility*. 6th ed. St. Louis: Mosby; 2005
- [27] Ruete CGT. *Lehrbuch der Ophthalmologie*. Braunschweig: Vieweg; 1853
- [28] Scott AB. Extraocular Muscle Forces in Strabismus. In: Bach-Y-Rita P, Collins CC, eds. *The Control of Eye Movements*. New York: Academic Press; 1971: 327
- [29] Scott AB. Höhenschiel, ausgelöst durch Horizontal-Muskeln. In: Kommerell G, Hrsg. *Augenbewegungsstörungen*. München: Bergmann; 1978: 97
- [30] Simonsz HJ. *The Mechanics of Sqint Surgery*. Habil-Schrift Giessen. Paris: C.E.R.E.S.; 1990
- [31] Simonsz HJ, Reckert I, Török B. Längen-Spannungs-Messungen von Obliqui bei Schieloperationen zur Differenzierung von Trochlearis-Paresen und Strabismus sursoadductorius. *Klin Monatsbl Augenheilk* 1992; 200: 414
- [32] Steffen H, Krügel Z, Holz FG et al. Erworbene vertikale Diplopie bei Makuladystrophie als Modell für obligate Fixationsdisparität. *Ophthalmologie* 1996; 93: 383–386
- [33] Stevens GT. Die Anomalien der Augenmuskeln. 1. Teil: *Archiv für Augenheilkunde* 1888; 18: 445–458 (Übersetzung von Beselin A). 2. Teil: *Archiv für Augenheilkunde* 1890; 21: 325–336 (Übersetzung von Beselin A)
- [34] Worth C. Das Schielen. (Autorisierte deutsche Ausgabe von Oppenheimer EH.) Berlin: Springer; 1905

Die strabologische Terminologie hat sich seit dem 19. Jahrhundert entwickelt und ist ohne die Kenntnis klassischer Literatur kaum verständlich. Deshalb enthält die Literaturlistung auch Publikationen, die die Entwicklung der Terminologie beeinflusst haben, ohne im Text diskutiert zu werden.

2.2 Heterophorie und Asthenopie

G. Kommerell, W. Rüssmann

Hermann Mühlendyck danken wir für viele gute Ideen und anregende freundschaftliche Diskussionen über viele Jahre.

2.2.1 Einleitung

Ist es nicht erstaunlich, dass die meisten Menschen ihre Augen gemeinsam benutzen können und nicht schielen? Man bedenke: Die Augen müssen genau auf die richtige Entfernung konvergieren, auch bei Rechts-, Links-, Auf- und Abblick. Dass das Gehirn diese Aufgabe bewältigen kann, verdankt es dem **Fusionsregelkreis**. Wenn die Augen von der zur Sehentfernung passenden Vergenzstellung abweichen, „bemerkt“ das Gehirn die Disparität: Die Bilder beider Augen liegen nicht mehr auf korrespondierenden Netzhautstellen. Daraufhin sendet das Gehirn so lange Korrekturbefehle an die Augenmuskeln, bis die Vergenzstellung zur Sehentfernung passt. In diesem Fusionsregelkreis fungiert die Disparität als Fehlersignal, das Gehirn als Regler und die Augenmuskeln sind die Stellglieder. In einem Selbstversuch kann man sich vom Funktionieren des Fusionsregelkreises überzeugen, indem man durch ein Prisma (am besten mit Basis außen) schaut. Die zunächst wahrgenommenen Doppelbilder werden durch eine Korrekturbewegung der Augen prompt zusammengeführt.

Wird ein Auge verdeckt, ist es nicht mehr nötig, die Augen der Entfernung entsprechend genau auszurichten. Der Fusionsregelkreis funktioniert dann nicht mehr, da ihm das Fehlersignal der Disparität vorenthalten wird. Die Folge ist, dass sich die Vergenzstellung bei vielen Menschen ein wenig ändert. Die resultierende Abweichung von der Idealstellung (Orthostellung) wird als *verborgenes Schielen*, *latentes Schielen* oder *Heterophorie* bezeichnet.

Bei den meisten Menschen ist die Heterophorie kleiner als 3°. Dies liegt daran, dass die Vergenzstellung beim natürlichen Sehen dauernd nachgeeicht wird. Nach einer Unterbrechung des Fusionsregelkreises „erinnert“ sich das Gehirn noch eine Zeit lang an die Innervation, die es an die Augenmuskeln während des natürlichen Sehens ausgesandt hat.

Auch diesen Eichvorgang kann man in einem Selbstversuch studieren. Man trägt ein Prisma für etwa 5 Minuten (das Prisma sollte nicht zu stark sein, so dass man noch fusionieren kann und nicht doppelt sieht). Misst man die Heterophorie vor und nach dem Tragen des Prismas, wird man feststellen, dass sich die Heterophorie der durch das Prisma aufgezwungenen Augenstellung weitgehend angepasst hat.

Bei einigen Menschen funktioniert diese Eichung nicht gut. Die Folge ist, dass die Heterophorie große Werte annehmen kann. Manche Menschen strengt es an, ihre Heterophorie, ob klein oder groß, durch Fusion zu überwinden. In diesen Fällen ist eine Behandlung angezeigt.

2.2.2 Typischer Befund

Die untersuchte Person hat beidseits eine Sehschärfe von 1,25 und eine Exophorie (latentes Außenschielen, häufigste Heterophorieform). Sie fixiert mit gerade gehaltenem Kopf bei Blick geradeaus ein kleines Fixierobjekt (Sehzeichen entsprechend der Sehschärfe 0,8) in 5 m Entfernung (► Abb. 2.5a).

Zunächst prüft man das linke Auge auf manifestes Schielen mit dem einseitigen Abdecktest: Das rechte Auge wird abgedeckt, das linke wird beobachtet. Das linke Auge bewegt sich nicht. Es liegt kein manifestes Schielen des linken Auges vor (► Abb. 2.5b). Nun folgt der Aufdecktest rechts: Beide Augen werden beobachtet. Das rechte Auge wird freigegeben. Es macht eine langsame Bewegung von außen nach innen (Fusionsbewegung), weil es hinter der Abdeckscheibe nach außen abgewichen war. Das linke Auge bleibt unbewegt (► Abb. 2.5b, c).

Dann untersucht man das rechte Auge auf manifestes Schielen: Das linke Auge wird abgedeckt, das rechte wird beobachtet. Das rechte Auge bewegt sich nicht. Es liegt kein manifestes Schielen des rechten Auges vor (► Abb. 2.5d). Es folgt der Aufdecktest links: Beide Augen werden beobachtet. Das linke Auge wird freigegeben. Es macht eine langsame Bewegung von außen nach innen (Fusionsbewegung), weil es hinter der Abdeckscheibe nach außen abgewichen war. Das rechte Auge bleibt unbewegt (► Abb. 2.5d, e).

Verwendet man eine Abdeckscheibe aus Mattglas (wie in ► Abb. 2.5 angedeutet), kann man die Stellung des abgedeckten Auges unmittelbar beobachten. Bei dem beschriebenen Befund diagnostiziert man eine Exophorie, wenn man sicher ist, dass

- die Vertikalmeridiane (12-Uhr-Meridiane) beider Augen parallel stehen, dass also keine Zyklodeviation vorliegt,
- beide Augen foveolar fixieren,
- keine intermittierende Form des manifesten Außenschielen vorliegt und
- eine Augenmuskellähmung ausgeschlossen ist.

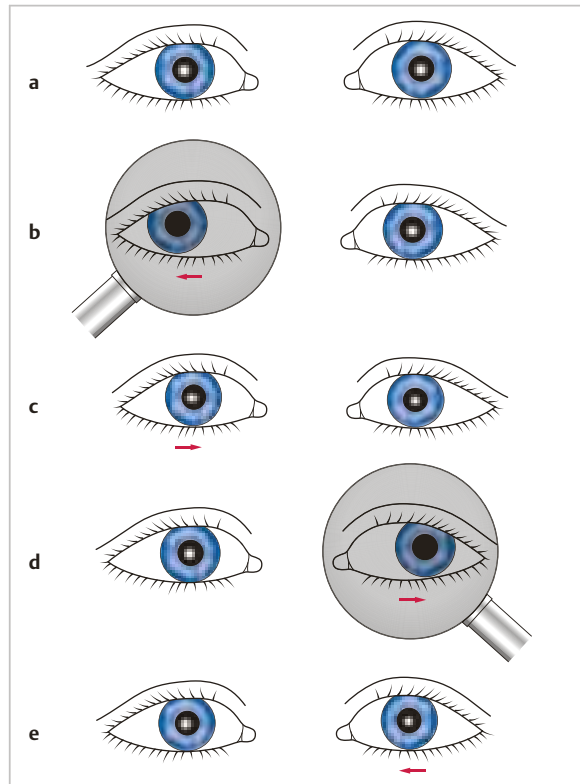


Abb. 2.5 Typischer Befund bei Exophorie. Erläuterungen im Text.

- Beide Augen sind auf das geforderte Blickziel ausgerichtet: Keine Schielabweichung
- Nach Verdecken des rechten Auges weicht dieses in eine divergente Position ab, das linke Auge fixiert weiter das geforderte Blickziel
- Nach Freigabe des rechten Auges kehrt dieses auf das geforderte Blickziel zurück
- Nach Verdecken des linken Auges weicht dieses in eine divergente Position ab
- Nach Freigabe des linken Auges kehrt dieses auf das geforderte Blickziel zurück

Bei der hier gegebenen Sehschärfe (1,25 beidseitig) kann foveolares Fixieren unterstellt werden. Ist dies nicht der Fall, bedarf es weiterer Untersuchungen.

2.2.3 Begriffe und Häufigkeit

Der Winkel zwischen den Fixierlinien beider Augen wird als *Vergenzstellung* bezeichnet, der Winkel zwischen den Vertikalmeridianen als *Zyklodivergenzstellung*. Wenn sich die Fixierlinien beider Augen im angeblickten Objekt schneiden und ihre Vertikalmeridiane zueinander parallel sind, dann liegt *Orthostellung* (*Orthovergenz*) vor.

Besteht eine Differenz zwischen der Orthostellung und der bei Öffnung des fusionalen Regelkreises gefundenen Vergenzstellung, so spricht man von *Heterophorie*.

Seit Ogle (1967) [16] unterscheidet man zwischen der **dissoziierten** und der **assoziierten Heterophorie**.

► **Dissoziierte Heterophorie.** Bei der Messung werden die Augen sensorisch dissoziiert, indem man völlig unterschiedliche Bilder anbietet, z. B. dem linken Auge ein kleines Sehzeichen und dem rechten Auge die homogene Fläche eines Okkluders oder einen Lichtpunkt durch ein Dunkelrotglas. Besteht eine Differenz zwischen der Orthostellung und der bei Aufhebung der Fusion gefundenen Vergenzstellung, so spricht man von *dissoziierter Heterophorie* (nicht zu verwechseln mit dissoziiertem Schielen, bei dem nicht der Sehreiz, sondern die Motorik der beiden Augen dissoziiert ist).

► **Assoziierte Heterophorie.** Fixationsdisparität weist auf eine assoziierte Heterophorie hin. Wie groß eine assoziierte Heterophorie ist, zeigt sich nicht an der Größe der Fixationsdisparität, sondern an der Stärke des Prismas, das zum Verschwinden der Fixationsdisparität benötigt wird (siehe Kap. Messung der Fixationsdisparität, ► Abb. 2.8a–c).

Statt Heterophorie sind auch die Begriffe *latentes Schielen* und *latenter Strabismus* gebräuchlich. Besteht keine Heterophorie, spricht man von *Orthophorie*.



Merke

Orthophorie ist – insbesondere bei Blick in die Nähe – mehr Ideal- als Normalzustand. Statistische Untersuchungen (Tait, 1951 [22]) haben ergeben, dass Heterophorien bei 70–80 % der Bevölkerung vorkommen. Heterophorie führt nur selten zu Beschwerden [8].

2.2.4 Klassifikation

Heterophorien können nach **folgenden Kriterien** eingeteilt werden (► Tab. 2.2):

- Richtung der Abweichung
- Abhängigkeit von der Blickrichtung
- Abhängigkeit von der Sehentfernung

2.2.5 Ätiologie und Pathophysiologie

Die *Ursache* der Heterophorie ist *weitgehend unklar*. Diskutiert wurden **mechanisch-anatomische, akkommodative** und **neurogene Faktoren**.

Mechanisch-anatomische Momente scheinen von untergeordneter Bedeutung zu sein. Es ist nämlich bekannt, dass weder starke Verdrängungen des Auges, z. B. durch

Tab. 2.2 Klassifikation der Heterophorien nach verschiedenen Gesichtspunkten.

Heterophorien	Kennzeichen
Einteilung nach der Richtung der Abweichung	
<i>Horizontalphorie</i>	
Esophorie	nach innen
Exophorie	nach außen
<i>Vertikalphorie</i>	
Positive Vertikalphorie (+VD) (Hyperphorie rechts = Hypophorie links)	rechtes Auge höher als linkes
Negative Vertikalphorie (-VD) (Hyperphorie links = Hypophorie rechts)	linkes Auge höher als rechtes
<i>Zyklophorie/Vertikalmeridiane in A- oder V-Stellung</i>	
Inzyklophorie	in A-Stellung
Exzyklophorie	in V-Stellung
Einteilung nach der Änderung der Abweichung mit der Blickrichtung	
Heterophorie	keine Änderung der Blickrichtung (konkomitierend)
Anisophorie (latente Parese, unterschiedliche prismatische Wirkung seitenverschiedener Brillengläser)	Änderung der Blickrichtung (inkomitierend)
Einteilung nach der Differenz der Abweichungen für Ferne und Nähe	
Esophorie mit Divergenzinsuffizienz	größere Abweichung bei Fernblick nach innen
Exophorie mit Divergenzexzess	größere Abweichung bei Fernblick nach außen
Esophorie mit Konvergenzexzess	größere Abweichung bei Nahblick nach innen
Exophorie mit Konvergenzschwäche	größere Abweichung bei Nahblick nach außen

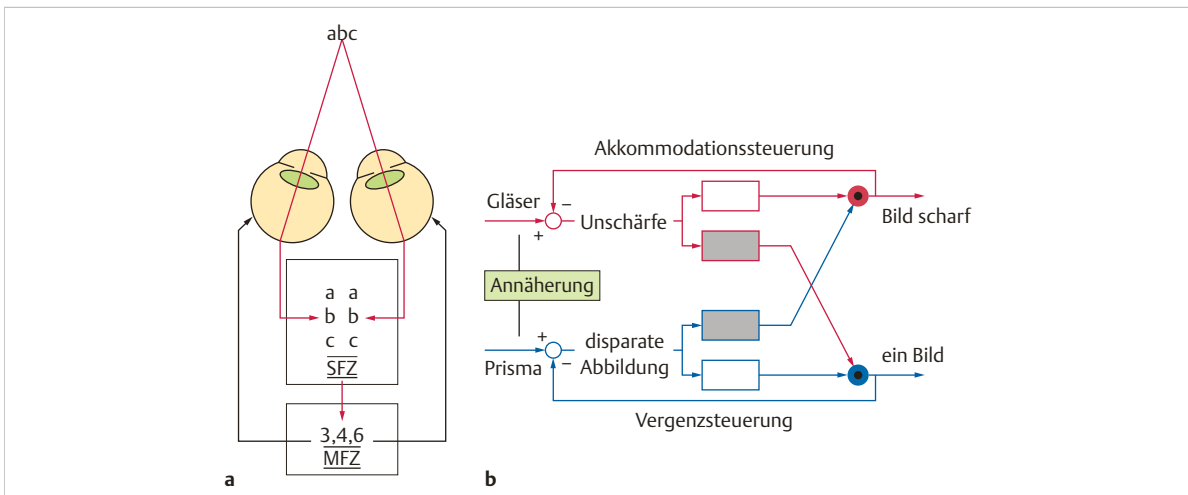


Abb. 2.6 Neurovisuelles Regelsystem.

- a Fusionsregelkreis.** Gegenstände auf dem Horopter (abc) werden am Augenhintergrund auf korrespondierenden Netzhautstellen abgebildet. Die Bildinformation gelangt über die Sehbahn in das „Sensorische Fusionszentrum“ (SFZ). Dort werden die bei Vergenzfehlern auftretenden Bildunterschiede (Bilddisparitäten) ermittelt und dem „motorischen Fusionszentrum“ (MFZ) mitgeteilt. Das MFZ generiert Korrekturimpulse über die Augenmuskelnkerne und -nerven (3, 4, 6 = oculomotorius, trochlearis und abducens) an die Augenmuskeln, die eine fusionale Vergenzbewegung auslösen. Dadurch wird die Bilddisparität beseitigt.
- b Akkommodations- und Fusionsregelung.** Bildunschärfe bei Übersichtigkeit, Objektannäherung oder Vorsatz eines Minusglases aktivieren die Akkommodation (oberer Bildteil), bis das Bild scharf ist. Parallel zur Akkommodation wird die Konvergenz aktiviert (unterer Bildteil). Objektentfernung oder Vorsatz eines Plusglases bewirken eine entgegengesetzte Reaktion mit Abnahme von Akkommodation und Konvergenz. Disparate Abbildung (Diplopie) bei Prismenvorsatz oder Fehlstellung der Augen (unterer Bildteil) aktivieren das Vergenzsystem zu einer Fusionsbewegung (fusionale Konvergenz oder Divergenz).

eine Mukozele der Stirnhöhle, noch ausgedehnte Eingriffe an den äußeren Augenmuskeln oder ihren Hüllen (z. B. Kestenbaum-Operation, Plombenaufnäherung oder Cerclage wegen Netzhautablösung) eine Heterophorie induzieren. Offenbar kann der Grundtonus der äußeren Augenmuskeln so angepasst werden, dass keine Heterophorie entsteht.

Vieles spricht dafür, dass Heterophorie eine ungenügende Anpassungsfähigkeit des sensomotorischen Regelsystems anzeigt (► Abb. 2.6a, b).

2.2.6 Heterophorie und Fixationsdisparität

Schon Hofmann und Bielschowsky (1900) haben vermutet, dass die motorische Fusion hinter der Verschiebung haploskopischer Objekte zurückbleibt. Ogle hat dieses Phänomen als *Fixation Disparity* = Fixationsdisparität bezeichnet [16].

Messung der Fixationsdisparität

Bei der Fixationsdisparität ist die Vergenzfehlstellung so klein, dass sie beim einseitigen Abdecktest nur mithilfe aufwendiger Registriertechnik beobachtet werden kann. Als gangbaren Weg für die Praxis haben Ogle et al. [16]

eine Messmethode vorgeschlagen, bei der abgefragt wird, wie der Untersuchte eine bestimmte Testfigur wahrnimmt (► Abb. 2.7a, b).

Bei orthophoren Versuchspersonen kann eine **Fixationsdisparität mit Prismen** induziert werden:

- Prismen Basis außen führt zu Exodisparität.
- Prismen Basis innen führt zu Esodisparität.

Mit vertikaler Ausrichtung der Prismenbasis lassen sich Hyper- bzw. Hypodisparitäten hervorrufen. Wird die Prismenbelastung auf der Abszisse (nach rechts Basis außen, nach links Basis innen), die Fixationsdisparität auf der Ordinate (nach oben Esodisparität, nach unten Exodisparität) in ein Diagramm eingetragen, erhält man eine **Fixationsdisparitätskurve** (► Abb. 2.8a–c). Die Abbrüche der Fixationsdisparitätskurve zeigen an, dass die Prismenbelastung zu Diplopie des binokular dargebotenen Hintergrundbilds oder zu Exklusion eines Noniusstrichs geführt hat. Die horizontale Ausdehnung (Länge) der Kurve entspricht der motorischen Fusionsbreite, die vertikale Ausdehnung (Höhe) der Kurve der Fähigkeit, Bildunterschiede im Binokularsehen ohne Diplopie oder Exklusion zu verarbeiten.

Bedeutung der Fixationsdisparität

Die Fixationsdisparität, die an monokularen Markierungen (z. B. Noniusstrichen) wahrgenommen wird, entspricht nicht genau der unter natürlichen Sehbedingungen vorhandenen Fixationsdisparität. Der Grund ist, dass die Fusion durch Lücken im Hintergrundmuster gestört ist. Im Bereich der monokularen Markierungen sind Lücken unvermeidlich. Diese Lücken stören die Fusion selbst dann, wenn – wie bei dem in ► Abb. 2.11 dargestellten Mallett-Test – auch ein zentrales binokulares Fixierobjekt angeboten wird [5]. Trotz oder gerade wegen der Abweichung vom natürlichen Sehen zeigt eine mit monokularen Markierungen festgestellte Fixationsdisparität, dass die Vergenz dazu neigt, in eine bestimmte Richtung auszubrechen. Entsprechend weist Fixationsdisparität auf das Vorliegen einer Heterophorie hin. Ob die Fixationsdisparität klein oder groß ist (gemessen, wie in ► Abb. 2.7a, b dargestellt), spielt in der Praxis keine Rolle. Von Bedeutung ist allein, ob überhaupt eine Fixationsdisparität vorhanden ist und wie stark das Prisma sein muss, mit dem die Fixationsdisparität beseitigt werden kann. Die Stärke dieses Korrektionsprismas entspricht der Größe der assoziierten Heterophorie (► Abb. 2.8a–c).

Heterophorie und Akkommodations-Konvergenz-Kopplung

Die Kopplung von Akkommodation und Konvergenz äußert sich so (► Abb. 2.6b):

Akkommodation, ausgelöst durch Objektannäherung oder durch Vorsatz von Gläsern mit negativem Brechwert, bewirkt eine Zunahme der akkommodativen Konvergenz. Nachlassen der Akkommodation bei Objektentfernung oder Vorsatz von Gläsern mit positivem Brechwert bewirkt eine Abnahme der akkommodativen Konvergenz.

2.2.7 Asthenopische Beschwerden

Bei **Diagnostik und Therapie der Heterophorie** sind zu bewerten:

- Beschwerden
- Allgemeinzustand
- Organbefund
- Refraktion
- Akkommodationsverhalten
- Abweichung von der Orthostellung bei Ausschluss der Fusion
- motorische und sensorische Fusion

Patienten mit Heterophorie können über Missempfindungen klagen. Dabei kommen vor allem die **folgenden Beschwerden** in Betracht:

- allgemeines Unwohlsein
- rasche Ermüdbarkeit
- Kopfschmerzen
- gelegentliches Doppelsehen
- Verschwommensehen

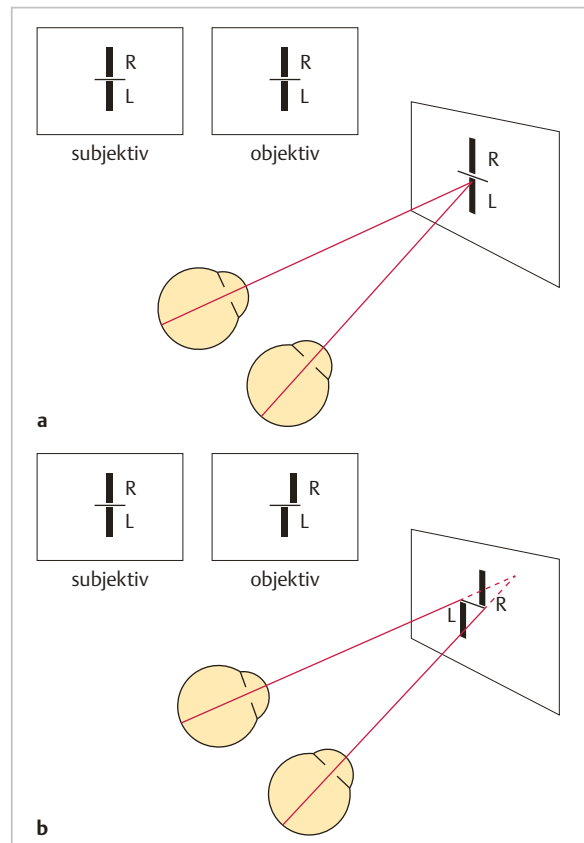


Abb. 2.7 Messung der Fixationsdisparität. Die beiden Augen fixieren durch ein Haploskop einen jeweils monokular sichtbaren Noniusstrich auf einem binokular angebotenen Hintergrund (hier schematisch durch den rechteckigen Rahmen angedeutet).

- a** Orthophore Personen schieben den oberen (nur dem rechten Auge sichtbaren) Noniusstrich so, dass er auch objektiv genau über dem unteren (nur dem linken Auge sichtbaren) Noniusstrich steht: Sie haben keine Fixationsdisparität.
- b** Der Untersucher kann an der Versetzung zwischen oberem und unterem Noniusstrich die Richtung und das Ausmaß der Fixationsdisparität ablesen. Exophore zeigen meist eine Exo-Fixationsdisparität. Um zu erreichen, dass der obere Noniusstrich genau über dem unteren zu stehen scheint, schieben sie den oberen (nur dem rechten Auge sichtbaren) Noniusstrich so weit nach rechts, bis er sich in der Netzhautmitte des rechten Auges abbildet. Esophore zeigen meist eine Eso-Fixationsdisparität.

Solche Beschwerden sind allerdings nicht ohne Weiteres auf die Augen zu beziehen. Im Einzelfall kann man nie mit Sicherheit von einem ursächlichen Zusammenhang zwischen Beschwerden und Heterophorie ausgehen. Immer gilt es, Wahrscheinlichkeiten abzuwägen.

Kopfschmerzen, allgemeines Unwohlsein und rasche Ermüdbarkeit können auch durch viele nichtokuläre Krankheiten hervorgerufen werden. Auf eine ursächliche Rolle der Heterophorie weisen mangelnde Ausdauer bei Naharbeit oder beim Distanzwechsel sowie vor allem

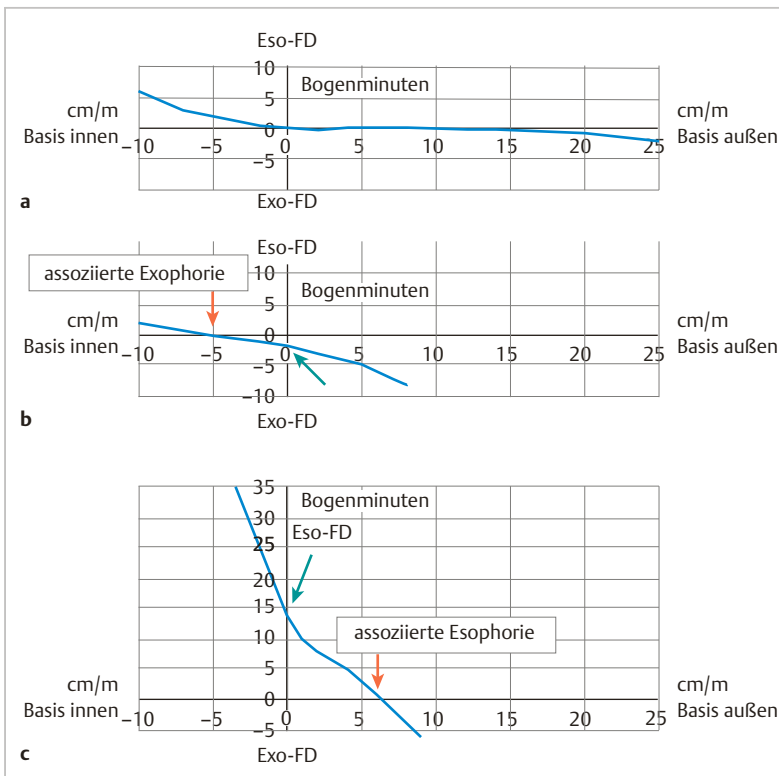


Abb. 2.8 Fixationsdisparitätskurven. Die Fixationsdisparität (Ordinate in Bogenminuten, nach oben Eso-Fixationsdisparität = Eso-FD), nach unten Exo-Fixationsdisparität = Exo-FD) wird gegen die Prismenbelastung aufgetragen (Abszisse in cm/m, nach rechts Basis außen, nach links Basis innen). [3], [16].

- Orthophore zeigen ohne Prismenvorsatz und bei geringen bis mittleren Prismenbelastungen keine oder wenig Fixationsdisparität.
- Bei Exophoren findet sich häufig schon ohne Prismen eine Exo-Fixationsdisparität, in diesem Fall 2 Bogenminuten (Exo-FD, grüner Pfeil von unten). Zu Null wird die Fixationsdisparität mit 5 cm/m Basis innen. Der Wert dieses „Nullstellungsprismas“ entspricht der assoziierten Exophorie (roter Pfeil von oben).
- Esophore zeigen ohne Prismen oft eine Eso-Fixationsdisparität, in diesem Fall 14 Bogenminuten (Eso-FD, grüner Pfeil von oben). Zu Null wird die Fixationsdisparität mit 7 cm/m Basis außen (= assoziierte Esophorie, roter Pfeil von oben).

Doppelbildwahrnehmung hin. Unscharfes Sehen bei strukturell normalen Augen lässt an eine (eventuell nicht altersbedingte) Akkommodationsstörung denken.

Bei Schmerzen oder Brennen im Bereich der Augen und vermehrter Lichtempfindlichkeit muss weniger an Heterophorie als an Konjunktivitis, Iritis oder Glaukom gedacht werden.

Merke

Von hoher diagnostischer Bedeutung ist, zu welcher Zeit die Beschwerden auftreten und wann sie sich verschlimmern.

Charakteristisch für eine Fehlfunktion der Augen ist, wenn die Beschwerden im Lauf des Tages stärker werden, morgens beim Aufwachen aber noch nicht vorhanden sind. Ferner kann ein zeitlicher Zusammenhang mit Tätigkeiten, die genaues Sehen über lange Zeit erfordern, einen Hinweis auf eine Fehlfunktion der Augen bieten. Stets sind aber andere Erklärungsmöglichkeiten in Betracht zu ziehen. So können z. B. Beschwerden, die an einem neuen Computerarbeitsplatz aufgetreten sind, damit zusammenhängen, dass die Aufgabe komplexer wurde oder dass sich Spannungen mit neuen Mitarbeitern ergeben haben.

Merke

Von asthenopischen Beschwerden oder von **Asthenopie** spricht man, wenn ein ursächlicher Zusammenhang mit einer fehlerhaften Funktion der Augen wahrscheinlich ist. Beschwerden durch strukturelle Veränderungen der Augen fallen nicht unter den Begriff Asthenopie.

Oft wird im Nachhinein ein ursächlicher Zusammenhang angenommen, wenn sich die Beschwerden eines Patienten nach einer bestimmten Behandlung gebessert haben, z. B. nach dem Tragen einer neuen Brille mit oder ohne Prismen oder nach Sehübungen. Leider ist diese Beurteilung „ex juvantibus“ (= aufgrund einer Hilfe) nicht treffsicher. Zum einen können sich die Beschwerden allein durch eine verständnisvolle Anteilnahme und Zuwendung des Therapeuten gebessert haben. Zum anderen ist eine „Regression to the mean“ in Betracht zu ziehen. Darunter versteht man Folgendes: Bei vielen Patienten wechselt die Intensität der Beschwerden spontan. Zum Beispiel können Kopfschmerzen an manchen Tagen schlimm, an anderen Tagen kaum vorhanden sein. Ärztlichen Rat suchen die Patienten in der Regel zu einer Zeit, in der die Beschwerden stark sind. Nach der schlimmen Phase pendeln sich die Beschwerden allein durch den Spontanverlauf auf das mittlere Ausmaß ein, unabhängig davon, ob eine Behandlung erfolgte.

Um Fehlschlüsse aufgrund von Suggestion und „Regression to the mean“ zu vermeiden, wird die Wirksamkeit einer Behandlung durch doppelblinde Studien geprüft, bei denen weder der Therapeut noch der Patient weiß, ob eine Therapie erfolgte oder ein Placebo verabreicht wurde. Leider gibt es für die Behandlung heterophoriebedingter Beschwerden noch keine Studie, die diesem Anspruch genügt. Deshalb muss man sich bei der Beurteilung des ursächlichen Zusammenhangs zwischen Heterophorie und Beschwerden und bei der Auswahl des Behandlungsverfahrens auf Erfahrung stützen, die an einzelnen Patienten oder Fallserien ohne Kontrollgruppe gewonnen wurde. Für die Wirksamkeit einer Therapie spricht, wenn eine beobachtete Besserung mit einem bekannten Mechanismus erklärt werden kann. Ist dies nicht der Fall, sollte man die Wirksamkeit der Therapie skeptisch beurteilen.

Leider ist unklar, auf welche Weise eine Heterophorie zu den oben genannten Beschwerden führen kann. Dies sei am Beispiel des Kopfschmerzes erläutert. Unwahrscheinlich ist, dass die mit der motorischen Fusion einhergehende Anspannung die Augenmuskeln überfordert. Dagegen spricht, dass Schmerz auch bei kleinwinkliger Heterophorie vorkommt und dass großwinkliger Heterophorie nicht immer zu Schmerz führt. Ferner spricht gegen eine Überforderung der Augenmuskeln, dass diese bereits bei Geradeausblick, also „in Ruhe“, in einer Spannung von ca. 8 Gramm (0,08 Newton) gehalten werden (siehe Kap. 1.2.2) und dass die Änderung ihrer Spannung bei Blickwendungen wesentlich größer ist als die zur Überwindung üblicher Heterophoriewinkel verlangte. Eher kommt in Betracht, dass die fusionale Überwindung der Heterophorie nicht die Augenmuskeln überfordert, sondern die für Fusion zuständigen Hirnregionen. Nach dieser Hypothese ist der durch Heterophorie hervorgerufene Kopfschmerz ein Spannungskopfschmerz, vergleichbar dem Kopfschmerz, der durch psychischen Stress oder durch schwierige gedankliche Aufgaben ausgelöst werden kann [2]. Spannungskopfschmerzen betreffen den ganzen Kopf. Demnach ist zu erwarten, dass durch Heterophorie erzeugte Schmerzen nicht bevorzugt in der Augenregion auftreten. Umgekehrt sollte man die Angabe eines Patienten, er verspüre seine Schmerzen vor allem im Bereich der Augen, nicht als Hinweis darauf werten, dass eine Heterophorie die Ursache sei.

Zuweilen wird angenommen, dass Heterophorie zu Bindehautreizung mit Augenbrennen führen könnte. Ob es diese ursächliche Verknüpfung tatsächlich gibt und wie sie funktionieren könnte, ist jedoch unklar.

Es sind Fälle von **Legasthenie** berichtet worden, in denen sich die Lese-Rechtschreib-Schwäche nach Prismenkorrektur einer Heterophorie bzw. einer „Winkelfehlsichtigkeit“ besserte [21]. Nicht belegt ist jedoch, dass es sich dabei um eine therapeutische Wirkung handelte, die über Suggestion hinausging.



Merke

Eine sorgfältige Anamnese erleichtert und verkürzt die Diagnostik:

- frühere Schielerkrankungen
- familiäre Häufung von Anisometropie, Amblyopie oder Schielerkrankung
- zeitlicher Zusammenhang mit Brillenwechsel

Wenn man dem Patienten zuhört und sich zunächst darauf beschränkt, durch gelegentliche nichtverbale Äußerungen („hmm“ oder Kopfnicken) Teilnahme zu signalisieren, wird man in den meisten Fällen ein ziemlich vollständiges Beschwerdebild bekommen und sich auf wenige Nachfragen beschränken können. Dabei ist zu klären, ob es sich um ein monokulares oder binokulares Problem handelt (Verschwinden der Diplopie oder Besserung der Beschwerden oder der Sehschärfe bei Verschluss eines Auges). Auch den Arbeitsbereich sollte man sich genau beschreiben lassen.

Asthenopie und Organbefund

Die Klagen des Patienten führen zu Verdachtsdiagnosen, die geklärt werden müssen (► Abb. 2.9)

Augenbrennen, Fusionsstörungen und monokulare Diplopie werden bisweilen durch organische Erkrankungen des Auges oder seiner Anhangsgebilde verursacht. Deshalb **müssen ausgeschlossen werden:**

- Störungen der Tränensekretion
- Bindehautentzündung
- einäugiges Doppelsehen durch Unregelmäßigkeit der brechenden Medien
- Gesichtsfeldstörungen durch Schäden an Netzhaut oder Sehbahn

Refraktion und Akkommodation

Bei Brillenträgern wird erfragt, wann und wie die letzte Brille bestimmt und verordnet wurde (subjektiver Abgleich oder nach vorheriger objektiver Refraktionsbestimmung) und ob sich seitdem die Beschwerden geändert haben. Die getragene Brille muss überprüft werden. Gleitsichtgläser haben manchmal eine falsche Seitenzentrierung oder eine zu hohe/zu tiefe Progressionszone. Bei Zylindergläsern ist auf die Ausrichtung der Achsen zu achten. Bei starkem Astigmatismus können Achsenfehler neben asthenopischen Beschwerden auch eine Kopfneigung in die Richtung verursachen, in welche die Zylinderachse gedreht werden muss.

Asthenopische Beschwerden sind häufiger auf eine nicht oder falsch korrigierte Refraktionsanomalie als auf eine Heterophorie zurückzuführen. Deshalb muss man **besonders achten auf eine angemessene Korrektur**

Klagen des Patienten	Verdachtsdiagnose	Klären
Augenbrennen Augenrötung	→ endokr. Orbitopathie	→ Lidzeichen, Bewegungsdefizit → Internist, Nuklearmedizin
	→ Dyslakrimie	→ Schirmer-Test ohne/mit Anästhesie, Break up- Time
	→ Konjunktivitis	→ Spaltlampe, Abstrich
	→ Glaukom	→ Tonometrie, Ophth (Papille), GF
	→ Astigmatismus	→ Refraktion
Augendruck, Stirn- kopfschmerz	→ Heterophorie	→ vgl. unten
	→ Sinusitis	→ Druckdolenz NAP V, 1 u. V, 2 → HNO
	→ Glaukom	→ Tonometrie, Ophth (Papille), GF
	→ latente Hyperopie	→ Refraktion
Helmkopfschmerz Hemiekranie, Flimmern	→ überkorrig. Myopie	→ vgl. unten
	→ Heterophorie	→ vgl. unten
Blendung	→ Zervikalmigräne	→ Orthopäde
	→ Migräne	→ Neurologe
Unschärfe	→ Dyslakrimie, Konjunktivitis, Glaukom	→ Spaltlampe
	→ Medientrübung	→ Refraktion
	→ Astigmatismus	→ Abdecktest, Binokularprüfung
	→ intermitt. Exotropie	→ vgl. unten
	→ Heterophorie	→ vgl. unten
Verzerrtsehen	→ Refraktionsproblem	→ Mydriasis bei Abdecktest Fernvisus binok. << monok.
	→ Akkommodativ komp. Fernexophorie	
Binok. Diplopie	→ Astigmatismus	→ Ophth (Makula)
	→ Makulopathie	→ Encephalomyelitis disseminata
	→ Nystagmus	
Binok. Diplopie	→ latentes/manifestes Begleit- oder Lähmungsschielen (Immer auch an Myasthenie denken!!)	
	→ dekomp. Mikrotropie	→ konkomit. Winkel, ARK
	→ Heterophorie	→ konkomit. Winkel, NRK/SBES
	→ dekomp. Esophorie	→ konkomit. Winkel, NRK/SBES
	→ Abduzensparese	→ inkomit. Winkel, NRK → Stauungspapille?
	→ dekomp. Nahexophorie	→ konkomit. Winkel, NRK/SBES
	→ Konvergenzparese	→ Pupillomotorik, Akkommodation
	→ Trochlearisparese	→ Kopfneigung, Zyklotropie, Senkungsdefizit
	→ Senkerparese	→ Senkungsdefizit
	→ Trochlearisparese	
→ endokr. Orbitopathie	→ Lidzeichen, Hebungdefizit	

Abb. 2.9 Differenzialdiagnose der Asthenopie. Bedeutung der Abkürzungen: ARK: anomale retinale Korrespondenz, NRK: normale retinale Korrespondenz, SBES: subnormales Binokularsehen, BR: Blickrichtung, F: Ferne, N: Nähe, GF: Gesichtsfeld, HNO: Hals-Nasen-Ohrenarzt, NAP: Nervenaustrittspunkte, Ophth: Ophthalmoskopie.

- der Hyperopie,
- der möglicherweise vorhandenen juvenilen Akkommodationschwäche,
- der Presbyopie und
- des Astigmatismus.

Auch ist zu bedenken, dass einzelne Patienten im Nahbereich eine andere Astigmatismuskorrektur benötigen als beim Blick in die Ferne.

Merke



Eine Überprüfung der getragenen Brille sowie eine monokulare und binokulare Refraktionsbestimmung sind die Grundlage aller weiteren Maßnahmen.