

## 1 REFRAKTION

### 1.1 Emmetropie

Emmetropie = Normalsichtigkeit

Beim normalsichtigen oder emmetropen Auge fallen die parallelen Sehstrahlen eines in der Ferne liegenden Objektes direkt auf die Netzhautenebene. Die Gesamtbrechkraft beträgt ca. 63 Dioptrien wobei der Großteil (ca. 43 Dioptrien) von der Hornhaut gebrochen wird, und der kleinere Anteil (ca. 23 Dioptrien) von der Linse. Die Augenlänge beim normalen Auge beträgt im Durchschnitt ca. 23,5 mm.

### 1.2 Ametropie

Ametropien = Fehlsichtigkeiten

Es gibt verschiedene Ametropien, die einzeln oder in Kombination auftreten können. Man unterscheidet sphärische Fehlsichtigkeiten, die Myopie = Kurzsichtigkeit und die Hyperopie = Übersichtigkeit. Weiters gibt es den Astigmatismus, auch Stabsichtigkeit genannt, welcher alleine oder in Kombination mit Myopie oder Hyperopie auftreten kann. Außerdem gibt es die Presbyopie oder Alterssichtigkeit welche bei jedem Menschen circa ab dem 50. Lebensjahr auftritt.

#### 1.2.1 Sphärische Ametropien

Prinzipiell unterscheidet man:

- eine Achsenametropie, wo die Bildebene aufgrund einer zu langen oder zu kurzen Achsenlänge des Auges, bei normaler Brechkraft, nicht auf der Netzhaut zu liegen kommt.

- und eine Brechungsametropie, wo die Bildebene aufgrund einer zu starken oder zu schwachen Brechkraft (entweder der Hornhaut oder der Linse), bei normaler Achsenlänge des Auges, nicht auf der Netzhaut zu liegen kommt.

##### 1.2.1.1 Myopie

Die Myopie oder Kurzsichtigkeit ist die häufigste Ametropie.

Bei der Myopie wird paralleles Licht aus der Ferne vor der Netzhaut scharf abgebildet und daher auf der Netzhautenebene unscharf abgebildet. Die Myopie ist meistens durch eine zu lange Achsenlänge des Auges hervorgerufen. Der Myope sieht in der Ferne unscharf. Wo der Myope in der Nähe scharf sieht hängt vom Ausmaß der Myopie ab.

Zum Beispiel: Ein Myoper mit minus 2 Dioptrien sieht Gegenstände in 50 cm Abstand scharf. Die Akkommodation oder Naheinstellung erlaubt diesem Myopen auch noch näher liegende Gegenstände scharf zu sehen. Um das Bild auf die Netzhaut zu bringen, werden Zerstreuungslinsen (= Konkave- = Minus-Linsen) verwendet.

### 1.2.1.1 Hyperopie

Bei der Hyperopie oder Übersichtigkeit, welche im Volksmund üblicherweise als Weitsichtigkeit bezeichnet wird, wird paralleles Licht (aus der Ferne) hinter der Netzhaut scharf abgebildet und daher auf der Netzhautebene unscharf abgebildet. Bei der Hyperopie kann durch Akkommodation oder Naheinstellung der Fehler ausgeglichen werden. Durch die Verstärkung der Brechkraft der Linse wird das Bild auf die Netzhaut verlagert. Dies gelingt nur bei noch intakter Akkommodation. Der junge Hyperope sieht in der Ferne und in der Nähe durchaus scharf, jedoch nur unter ständiger Akkommodation. Durch übermäßige Akkommodation bei Naharbeit kommt es zu Symptomen wie rascher Ermüdung und Kopfschmerzen. Die Hyperopie wird mit Sammellinsen (= Konvexe- = Plus – Linsen) korrigiert.

### 1.2.2 Presbyopie

Bei der Presbyopie, oder Alterssichtigkeit, kommt es zu einem Verlust der Elastizität der Linse und damit zu einer zunehmenden Schwäche der Akkommodation. Beträgt die Akkommodationsbreite weniger als 3 Dioptrien, was spätestens mit ungefähr 50 Jahren der Fall ist, kann bei normaler Lesedistanz nicht mehr scharf gesehen werden. Zur Korrektur der Presbyopie werden sphärische Plus – Gläser verwendet. Daher benötigt ein vollkommen presbyoper Patient, ohne jegliches Akkommodationsvermögen (meistens ab dem 55 Lebensjahr) eine Lesebrille von ca. +3 Dioptrien, damit er in 33 cm, einem üblichen Leseabstand, scharf sieht.

### 1.2.3 Astigmatismus

Der Astigmatismus wird auch Stabsichtigkeit genannt. Im Idealfall ist die Oberflächenkrümmung der Hornhaut sphärisch, das heißt die Hornhaut bricht entlang aller Meridiane gleich stark. Das Auge kann so einen Punkt als Punkt auf der Netzhaut abbilden. Ist die Hornhaut entlang eines Meridians stärker gekrümmt als im dazu senkrecht liegenden Meridian, erfolgt die Abbildung des Punktes strichförmig.

Wir sprechen von einem regulären Astigmatismus nach der Regel, wenn die Hornhaut in der vertikalen Achse stärker gekrümmt ist als horizontal, wie im Beispiel gezeigt. Das horizontal einfallende Licht wird regelrecht gebrochen, allerdings wird das vertikal einfallende Licht durch die stärkere Hornhautkrümmung entlang des vertikalen Meridians stärker gebrochen. Dadurch entstehen 2 Brennpunkte. Zwischen diesen entsteht das so genannte Sturm'sche Konoid. Genau in der Mitte zwischen den beiden Brennpunkten, oder eigentlich Brennlinien, befindet sich der Kreis ‚kleinster Verwirrung‘. Dort sieht der Patient relativ am besten, allerdings trotzdem unscharf.

Zur Korrektur wird ein Zylinderglas verwendet. Aus einem Glaszylinder wird ein Segment ausgeschnitten. Die Achse dieses Plus-Zylinders, einer konvexen Sammellinse, steht jetzt vertikal, also bei 90°. Daher wird das horizontale Licht gebrochen, das vertikale allerdings nicht, da es nur auf plane Flächen auftrifft. Mit dem Zylinder in dieser Position lässt sich ein Astigmatismus mit der Regel korrigieren. Der hintere Brennpunkt bzw. die Brennlinie wird nach vorne geholt, es entsteht ein gemeinsamer Brennpunkt und der Astigmatismus ist somit korrigiert.

Ein regulärer Astigmatismus gegen die Regel liegt vor, wenn die Hornhaut horizontal stärker gekrümmt ist als vertikal, also genau umgekehrt zum vorigen Beispiel. Außerdem kann die Achse des Astigmatismus schräg liegen, dann spricht man von einem regulären Astigmatismus obliquus.

Ein irregulärer Astigmatismus entspricht einer unregelmäßigen Hornhautkrümmung entlang eines Meridians, z.B. durch eine Verletzung. Dieser kann nur durch eine Kontaktlinse korrigiert werden.

### 1.3 Subjektive Refraktion

Bei der subjektiven Refraktionsbestimmung wird das Ausmaß der Fehlsichtigkeit bestimmt. Der Untersucher setzt der Patientin eine Probierbrille auf. Die Probierbrille wird für jeden Patienten individuell eingestellt, um den bestmöglichen Sitz zu gewährleisten.

Daraufhin wird ein Auge, in diesem Fall das linke Auge, abgedeckt. Nun wird die Patientin aufgefordert, mit dem rechten Auge eine für sie gerade noch lesbare Zeile auf der Lesetafel zu betrachten.

Im Gläserkasten befinden sich sphärische Linsen: Plus- oder Sammellinsen in schwarz, Minus- oder Zerstreuungslinsen in rot. Sowie auch zylindrische Linsen in plus und minus, wobei bei uns konventionell Pluszylinder angewendet werden.

Der Untersucher beginnt mit dem Einsetzen eines sphärischen Glases von plus 0,5 Dioptrien mit der gleichzeitigen Frage, ob das Bild damit schlechter wird. Die Patientin gibt an, damit schlechter zu sehen. Somit kann eine Hyperopie ausgeschlossen werden.

Nun wird der Patientin ein sphärisches Glas mit minus 0,5 Dioptrien vorgesetzt mit der Frage, ob das Sehen dadurch besser wird. Die Patientin gibt an, damit besser zu sehen. Daraufhin wird noch ein Glas mit minus 0,5 Dioptrien eingesetzt. Die Patientin gibt an, nochmals deutlich besser zu sehen und die kleinsten Zeilen erkennen zu können. Beide Gläser mit minus 0,5 Dioptrien werden durch ein Glas mit minus einer Dioptrie ersetzt.

Jetzt wird der Patientin zusätzlich ein Glas mit minus 0,25 Dioptrien vorgesetzt, welches erneut eine kleine Verbesserung für die Patientin bringt. Beide Gläser werden erneut durch ein -1,25 dpt Glas ersetzt.

Das Vorsetzen eines weiteren Glases mit minus 0,25 Dioptrien bringt der Patientin keine bessere Lesbarkeit, und führt zu einer merklichen Verkleinerung des Bildes. Daher wird auf dieses Glas verzichtet. Und somit ist das beste sphärische Glas mit minus 1,25 Dioptrien bestimmt, was einer leichten Myopie entspricht.

Zur Feststellung eines möglichen Astigmatismus wird die subjektive Kreuzzylinderprobe durchgeführt. Der Kreuzzylinder dient dazu, die Achse und die Stärke des Astigmatismus zu finden. Nachdem bei uns konventionell Plus-Zylinder-Linsen zur Korrektur des Astigmatismus angewandt werden, ist die Achse entlang der zwei weißen Punkte entscheidend.

Der Untersucher hält den Kreuzzylinder mit der Achse (entlang der weißen Punkte) horizontal. Anschließend dreht er den Kreuzzylinder um, wodurch die Achse vertikal zu liegen kommt. Die Patientin gibt an, die vertikale Achse bei 90 Grad zu bevorzugen.

Daraufhin wird ein Zylinderglas mit plus 0,5 Dioptrien, Achse vertikal auf 90 Grad eingesetzt. Um den Zylinder sphärisch auszugleichen wird ein sphärisches Glas mit der Hälfte der Zylinderstärke mit umgekehrten Vorzeichen eingesetzt. Also bei plus 0,5 Dioptrien Zylinder, ein sphärisches Glas mit minus 0,25 Dioptrien.

Jetzt muss die genaue Achse des Astigmatismus gefunden werden. Dafür wird der Kreuzzylinder mit dem Stiel entlang der Achse des Zylinderglases gehalten.

Die Patientin vergleicht die Möglichkeit weißer Punkt in Richtung 135 Grad oder in Richtung 45 Grad. Die Patientin entscheidet sich für die Achse in Richtung 135 Grad, daraufhin wird die Achse um 20 Grad, von 90 Grad auf 110 Grad gedreht. Wieder wird der Stiel des Zylinders entlang der Achse des Zylinderglases gehalten. Die Patientin entscheidet sich für die Achse in Richtung 90 Grad. Die Achse wird um 10 Grad zurück auf 100 Grad eingestellt.

Um die Stärke des Astigmatismus festzustellen, wird die Plus Achse (weiße Punkte) und dann die Minus Achse (rote Punkte) auf die ermittelte Achse von 100 Grad gehalten. Die Patientin gibt an mit beiden Kreuzzylinderpositionen ähnlich schlecht zu sehen. Daher wird die Zylinderstärke von plus 0,5 Dioptrien belassen.

Die endgültige Refraktion des rechten Auges beträgt minus 1,5 Dioptrien Sphäre mit einem plus Zylinder von 0,5 Dioptrien auf 100 Grad.

## 1.4 Objektive Refraktion

### 1.4.1 Skiaskopie

Die Skiaskopie, auch Schattenprobe genannt, wird vor allem bei Kindern zur Ermittlung der Refraktion durchgeführt. Über den lichtdurchlässigen Spiegel des Skiaskops wird die Pupille des Auges beleuchtet und durch Bewegen des Lichtstriches die Schattenwanderung in der Pupille beobachtet.

### 1.4.2 Autorefraktometer

Der Autorefraktometer dient zur objektiven, automatisierten Refraktionsbestimmung. Der Patient muss ein Objekt im virtuell Unendlichen fixieren, während der Untersucher eine oder mehrere Messungen auslöst. Die gemessene Refraktion wird auf einem Ausdruck angegeben.

## 2 SEHSCHÄRFE

Unter der zentralen Sehschärfe, dem Visus, versteht man das anguläre Auflösungsvermögen des Auges. Sie wird definiert durch die Fähigkeit, zwei Punkte, die dicht beieinander liegen, als zwei getrennte Objekte wahrzunehmen. Dieses optische Auflösungsvermögen wird als Trennschärfe, Minimum separabile, bezeichnet und ist eine Leistung des Zapfenapparates der Netzhautmitte, oder Fovea.

Zur Fernvisusbestimmung wird ein Sehzeichen in 5 m Entfernung angeboten. Die Öffnung eines Ringes, oder die Dicke von Sehzeichen, z.B. Buchstaben oder Ziffern, beträgt 1 Winkelminute, also ein 60stel eines Grades. Das Licht, das von einem solchen Sehzeichen reflektiert wird trifft auf die Sinneszellen der Netzhaut auf. Um ein solches Sehzeichen zu erkennen muss jeweils 1 unerregte Sinneszelle zwischen 2 erregten liegen. Beim Gesunden beträgt der Zapfenreihenabstand 2,5 Mikrometer. Der kleinste Winkel zwischen den beiden Punkten, der eine Differenzierung zweier Punkte gestattet, stellt die Auflösungsschwelle dar. Die Sehschärfe wird angegeben als der Kehrwert dieses Sehwinkels in Winkelgraden.

Die Normale Sehschärfe ist definiert als Visus gleich 1 und entspricht einem Sehwinkel von 1 Winkelminute. In einer Entfernung von 5 m, wie in unserem Beispiel, sollte die Öffnung bzw. Strichdicke des Sehzeichens 1,5 mm entsprechen. Ein Sehzeichen das näher angeboten wird muss demnach bei konstantem Sehwinkel kleiner sein. Jeder Sehschärfenwert kann so durch eine Dezimalzahl angegeben werden.

Bei Ausfall von Photorezeptoren, wie in diesem Beispiel, sinkt das Auflösungsvermögen und daher auch der Visus, es kann nur die Öffnung eines größeren Ringes erkannt werden.

### 2.1 Fernvisus

Zur Untersuchung des Fernvisus sine correctione, also ohne Brillenkorrektur, wird das nicht untersuchte Auge abgedeckt und die Patientin aufgefordert, Zeilen von oben nach unten vorzulesen. Die kleinste fehlerfrei gelesene Zeile ergibt den Fernvisus in diesem Fall 0,5. Nach einer erfolgten Refraktion wird der Fernvisus cum correctione, also mit Brillenkorrektur, ermittelt.

Bei stark eingeschränktem Sehvermögen wird die Sehfunktion folgendermaßen überprüft:

Die Patientin deckt das nicht untersuchte Auge dicht mit der Handfläche ab. Der Untersucher überprüft mit einem Lämpchen, ob Lichtempfinden vorhanden ist. Bei einem positiven Ergebnis wird das Vorhandensein von Lichtprojektion aus den 4 Hauptrichtungen (links, rechts, unten, oben) überprüft. Danach wird das Erkennen von Handbewegungen aus einer Entfernung von einem Meter untersucht. Daraufhin wird das Fingerzählen ebenfalls aus einer Entfernung von einem Meter untersucht.

Wenn all dies erkannt wird, kann der so genannte 1-Meter-Visus ermittelt werden. In diesem Beispiel, in dem die Patientin nur die erste Zeile fehlerfrei lesen kann, die normalerweise jemand mit einem Visus von 1,0 aus einer Entfernung von 30 Metern lesen kann, wäre der Visus 1/30.

## 2.2 Nahvisus

Bei der Überprüfung des Nahvisus, wird eine Lesetafel auf einer Entfernung von 33 cm gehalten und der kleinst mögliche Text, der lesbar ist, ermittelt.

## 3 ÄUSSERES AUGE

### 3.1 Inspektion

Die Untersuchung der Augen beginnt mit der Inspektion des äußeren Auges. Mit einer Visitenlampe können die Lider, die Bindehaut und die Hornhaut beurteilt werden. Bei der Bindehaut wird auf eine mögliche Rötung, ödematöse Verdickung oder das Vorhandensein von Sekret oder einem Fremdkörper geachtet.

### 3.2 Lidspalte

Die Lidspalte ist normalerweise „mandelförmig“ und wird mittels angelegtem Lineal vermessen. Beim Geradeausblick beträgt die Höhe ungefähr 7-10 mm. Das Oberlid bedeckt ca. 1-2 mm des oberen Hornhautrandes. Der untere Lidrand ist 1-2 mm vom Limbus entfernt. Bei diesem Patienten besteht am echten Auge eine Ptosis, das Herabhängen des Oberlides.

Die Lidspalte wird auch bei Blick nach unten und nach oben beurteilt.

### 3.3 Ektropionieren

Beim Ektropionieren des Oberlides werden, bei Blick nach unten, die Wimpern mit Daumen und Zeigefinger gefasst, etwas nach unten gezogen, und dann rasch um ein am oberen Tarsusrand gehaltenes Stäbchen nach oben gewendet. Das Lid kann in dieser Position gehalten werden, um zum Beispiel einen Fremdkörper zu entfernen.

Beim Ektropionieren des Unterlids wird der Patient aufgefordert nach oben zu schauen. Der Untersucher zieht das Unterlid mit einem Tupfer nach unten.

### 3.4 Tränenwegsspülung

#### *Basics*

Physiologischer Weise gelangt die Tränenflüssigkeit durch das obere und untere Tränenpünktchen, über das obere und untere Tränenkanälchen, die sich zu einem gemeinsamen Tränenwegskanälchen vereinigen, in den Tränensack. Von dort gelangt die Tränenflüssigkeit über den Tränennasengang, der unterhalb der unteren Nasenmuschel endet, in den Nasenrachenraum.

Zur Tränenwegsspülung wird zuerst das Tränenpünktchen mit einem Dilatator aufgedehnt. Die Tränenwegssonde ist auf einer mit Kochsalz gefüllten 2 ml Spritze aufgesteckt. Zunächst wird die Spritze im rechten Winkel zur Lidkante gehalten und die Sonde durch das Tränenpünktchen eingeführt. Nach ca. 1-2 mm wird die Spritze um 90 Grad gekippt, sodass die Sonde in Richtung Nase zeigt und den anatomischen Verhältnissen entsprechend parallel zum Lidrand liegt. Vorsichtig sondiert man so weit wie möglich nasalwärts, um dann die Flüssigkeit der Spritze zügig zu entleeren.

Bei durchgängigen Tränenwegen gelangt die Spülflüssigkeit orthograd in den Nasenrachenraum.

Besteht eine Enge oder gar ein Verschluss der Tränenwege, gelangt die Flüssigkeit retrograd über ein oder beide Tränenpünktchen in den Bindehautsack.

#### *Video*

Zur Tränenwegsspülung muss das obere und untere Tränenpünktchen mit dem Dilatator aufgedehnt werden. Danach wird mit einer Sonde über das Tränenpünktchen der Tränenkanal sondiert, der Anatomie entsprechend zuerst senkrecht, danach parallel zur Lidkante. Die Sonde wird soweit es möglich ist vorgeschoben und dann Spülflüssigkeit injiziert. Bei durchgängigem Tränenweg rinnt die Flüssigkeit über die Nase in den Rachen, der Patient schluckt.

### 3.5 Hornhautsensibilität

Die Prüfung der Hornhautsensibilität erfolgt mittels eines ausgedrehten Zellstofftupfers. Von der Seite kommend, und ohne Berührung der Wimpern, wird die Hornhaut zentral berührt. Die Patientin wird gefragt, ob im Seitenvergleich zwischen den Augen ein Unterschied in der Empfindung besteht. Typischerweise findet man eine solche Hyposensibilität bei einer Herpeskeratitis.

### 3.6 Exophthalmometrie

#### *Basics*

Die Exophthalmometrie nach Hertel dient der Bestimmung der Tiefenlage des Augapfels in der Augenhöhle. Zwei um 45° geneigte Spiegel sind an einem Maßstab angebracht. Einer davon ist entlang des Maßstabes verschiebbar. Von vorne ist beidseits eine mm Skala sichtbar und über die Spiegel kann die Tiefenlage der beiden Augäpfel gemessen werden.

Die Spiegel werden nun so weit voneinander verschoben, dass das Gerät mit den beiden Sporen seitlich an den lateralen Orbitakanten dicht angelegt werden kann. Der Abstand des Hornhautscheitels von der seitlichen Orbitakante ist über die Spiegel sichtbar und wird mittels Skala abgelesen. In diesem Beispiel besteht ein Enophthalmus des linken Auges, das einige mm tiefer als das rechte Auge liegt.

#### *Video*

Zur Messung mit dem Exophthalmometer wird die Patientin aufgefordert, geradeaus zu schauen. Der Untersucher schiebt die beiden Rahmen so weit zueinander, bis deren Sporen an den temporalen Orbitaländern anliegen.

Um sicherzustellen, dass kein Parallaxenfehler entsteht, sollte der rote Kontrollstrich in der Skalenausnehmung bei 18 mm zu liegen kommen. Über den Spiegel sieht der Untersucher die untere Hälfte der Hornhautoberfläche in der Seitenansicht. Darüber ist eine Millimeterskala, an der die Scheitelhöhe der Hornhautoberfläche abgelesen wird, in diesem Fall 15 mm.

Der Abstand der Orbitaländer, der so genannte Basiswert, wird auf der Skala der Gleitschiene abgelesen.

## **4 VORDERER ABSCHNITT**

### **4.1 Spaltlampe**

#### *Basics*

Die Spaltlampe setzt sich zusammen aus einem Binokularmikroskop und einer schwenkbaren Beleuchtungseinheit, beide auf einer beweglichen Plattform angebracht.

Um durchsichtige Gewebe, wie es die Hornhaut und Linse sind, darzustellen, wird ein Lichtspalt verwendet, welcher seitlich schwenkbar ist. Damit können ‚optische Schnitte‘ durch die transparenten Teile des Auges, wie Hornhaut, Vorderkammer, Linse und Glaskörper, gelegt werden.

Durch seitliches schwenken des Lichtspaltes ist die Tiefenlokalisierung von Veränderungen im Auge möglich.

Im dargestellten Beispiel wird der Lichtspalt zuerst von links kommend in einem Winkel von 45 Grad eingestellt. In dieser Einstellung ist die Hornhaut als gekrümmter Lichtstreifen etwas links von der Mitte im Foto sichtbar, hier rot dargestellt. Die Linsenvorderfläche ist rechts davon sichtbar, in blau dargestellt. Zwischen Hornhaut und Linsenvorderfläche befindet sich die Vorderkammer, in grün eingefärbt. Die Linse, in blau eingefärbt, lässt sich ebenfalls in ihrer gesamten Dicke bis zur Linsenrückfläche darstellen.

Wenn der Lichtspalt von 30° oder nur 5° von links kommt bzw. von der rechten Seite, ändert sich die Darstellung der Strukturen des vorderen Augenabschnittes entsprechend.

Ändern Sie mit der Maus den Einstrahlwinkel des Lichtspaltes und fahren sie entweder im Foto oder in der Augenskizze über die dargestellten Strukturen, um die Zugehörigkeit zu sehen.



### *Video*

Die Spaltlampe ist das wichtigste Untersuchungsinstrument in der Augenheilkunde. Sie setzt sich zusammen aus einem Binokularmikroskop und einer schwenkbaren Beleuchtungseinheit, die beide auf einer beweglichen Plattform angebracht sind. Damit kann über einen Lenkhebel die Position der Spaltlampe relativ zum untersuchten Auge des Patienten verändert werden.

Bei der Untersuchung stützt der Patient das Kinn auf eine höhenverstellbare Kinnstütze und lehnt die Stirne an ein Kopfband an. Es sollten die Augen in Höhe der Höhenmarke zu liegen kommen.

Ohne zusätzliche Linsen können mit der Spaltlampe das gesamte äußere Auge (Lider, Bindehaut), der vordere Augenabschnitt (Hornhaut, Vorderkammer, Iris, Linse) und der vordere Anteil des Glaskörpers direkt untersucht werden.

Durch Drehen des Lenkhebels kann die Höhe des Ausschnitts verändert werden. Durch Verschieben der Spaltlampe relativ zum Auge des Patienten können verschiedene Strukturen des vorderen Augenabschnittes scharf gestellt werden. Zum Beispiel: Bei scharfer Darstellung der Hornhaut sind andere Strukturen unscharf abgebildet, in diesem Fall die Linse. Wenn die Linse jetzt scharf dargestellt werden soll, muss die Spaltlampe näher zum Auge verschoben werden, die Hornhaut ist jetzt unscharf zu sehen.

Um durchsichtige Gewebe, wie es die Hornhaut und Linse sind, biomikroskopisch darzustellen, bedarf es einer besonderen Beleuchtungsvorrichtung, die einen „optischen Schnitt“ durch diese Gewebe ermöglicht. Hierzu wird ein Lichtspalt verwendet welcher sowohl in der Breite als auch Höhe verändert werden kann. Zusätzlich ist dieser Lichtspalt seitlich schwenkbar, wobei die Rotationsachse genau mit der Brennweite des Mikroskops zusammentrifft. Durch seitliches Schwenken des Lichtspaltes ist die Tiefenlokalisierung von Veränderungen im Auge möglich. Am Mikroskopteil der Spaltlampe lässt sich auch die Vergrößerung ändern.

## **4.2 Tränenfilm**

### *Basics*

Der Tränenfilm schützt das Auge vor dem Austrocknen, liegt auf Hornhaut und Bindehaut und setzt sich aus drei Schichten zusammen:

- Die muköse Schicht wird von den Becherzellen der Bindehaut gebildet und liegt dem Hornhautepithel an.
- Die wässrige Schicht wird von der Tränendrüse gebildet. Sie macht 98% des Tränenfilms aus.
- Die Lipidschicht wird von den Talgdrüsen des Lidrandes gebildet und ist ca. 1µm dick. Sie stellt die Grenzschicht zwischen wässriger Phase und gasförmiger Umgebung dar. Ihre Aufgabe ist es v.a., vor Verdunsten des Tränenfilms zu schützen.

Trotzdem nimmt die wässrige Phase kontinuierlich ab, bis sie lokal fehlt und auch die Fettschicht unterbrochen ist. Jetzt wird der nächste Lidschlag ausgelöst und die Hornhaut neuerlich mit Tränenflüssigkeit benetzt.

Länger anhaltende Benetzungsstörungen oder Verletzungen führen durch Austrocknung zu Defekten im Hornhautepithel. Diese Stellen, an denen das Epithel fehlt lassen sich ebenfalls unter Fluoresceinfärbung gut darstellen.

*Video*

#### **4.2.1 Fluorescein Färbung**

Zur Anfärbung des Tränenfilms lässt man den Patienten nach oben schauen und ekstropioniert vorsichtig mit einem Finger das Unterlid. Mit einem Fluorescein-Streifchen wird der Farbstoff im unteren Bindehautsack aufgetragen. Der Tränenfilm ist an der Spaltlampe bei eingeschwenktem Blaulicht gelbgrün zu sehen.

#### **4.2.2 Schirmer Test**

Dieser Test misst in erster Linie die wässrige Komponente des Tränenfilms. Die Patientin wird angewiesen geradeaus und leicht nach oben zu schauen. Ein Filterpapierstreifen wird an einem Ende 5mm umgeknickt und im äußeren Liddrittel in den unteren Fornix conjunctivae eingehängt. Nach 5 Minuten werden die Filterpapierstreifen entfernt und die befeuchtete Strecke in mm gemessen. Der Normwert liegt bei einer Befeuchtung von mehr als 10 mm.

### **4.3 Keratometrie**

*Basics*

Mit dem Keratometer nach Javal kann man die Hornhautkrümmung, oder die Krümmungsradien, messen. Das Gerät besteht aus zwei beleuchteten Figuren, oder Testmarken, die auf einem halbkreisförmigen Bogen angebracht sind: Eine grüne, rechteckige und eine orange, stufenförmige Testmarke. Diese werden auf die Hornhaut des Patienten projiziert und vom Untersucher über ein Okular betrachtet. Im Okular sieht der Untersucher die beiden reflektierten Testmarken und bringt diese durch Verstellen ihres Abstands zueinander zur Berührung. Schwarze Linien innerhalb der Testfiguren werden durch Schwenken des Gerätes zu einer durchgehenden Geraden gebracht. Die Achse wird notiert. Dann wird das Gerät um 90° gedreht. Wenn die Testmarken nicht ineinander greifen, besteht eine ‚sphärische‘ Hornhaut, also kein Hornhaut-Astigmatismus. Wenn allerdings die orange Testmarke in die grüne hineinragt, also diese überlappt, kann man die Differenz der Krümmungen entlang der Hauptmeridiane in Dioptrien ablesen. Eine Stufe der orangenen Testmarke entspricht einer Dioptrie Hornhaut-Astigmatismus. Die Achse des Zylinders kann dann ebenfalls abgelesen werden und liegt entlang der schwarzen Linie.

In diesem Beispiel ragt die orange Testmarke 2 Stufen in die Grüne und das entlang der vertikalen Achse, das entspricht einem Hornhaut-Astigmatismus von plus 2 Dioptrien bei 90°, daher liegt ein regulärer Astigmatismus mit der Regel vor.

Wenn die Testmarken verzogen abgebildet werden liegt ein irregulärer Astigmatismus vor, welcher mit zylindrischen Brillengläsern nicht korrigierbar ist, sondern höchstens mit Kontaktlinsen.

#### *Video*

Mit dem Keratometer nach Javal kann man die Hornhaut-Krümmung, oder auch Hornhaut-Radien, messen.

Das Gerät projiziert eine orange gefärbte, rechteckige Figur und eine grüne stufenförmige Figur, die auf einem halbkreisförmigen Bogen angebracht und verschieblich sind, auf die Hornhaut.

Während der Patient auf ein Fixierlicht schaut, muss der Untersucher die orange und grüne Figur zur Berührung bringen. Dabei muss die schwarze Linien durch Schwenken des Gerätes zu einer durchgehenden Geraden werden. Dann dreht man das Gerät um 90°. Man liest entlang beider Achsen die Winkelgrade und die Radien ab.

Wenn die beiden Radien, unterschiedlich sind, liegt ein Hornhaut-Astigmatismus vor. In diesem Beispiel + 2 Dioptrien bei einer Achse von 75°.

## 4.4 Gonioskopie

### *Basics*

Nach Oberflächenanästhesie der Hornhaut wird das Gonioskop nach Goldmann mit Kontaktgel auf den Augapfel aufgesetzt. Der in der Goniolinse eingebaute Spiegel ist 62° geneigt und erlaubt den Einblick auf den gegenüberliegenden Bereich des Kammerwinkels. Durch Drehen des Gonioskops um 360° kann der Kammerwinkel zirkulär unter beliebiger Vergrößerung an der Spaltlampe eingesehen werden.

Folgende Strukturen sind bei offenem Kammerwinkel einsehbar: das Trabekelmaschenwerk, als vordere Begrenzung die Schwalbe'sche Linie als Abgrenzung zur Hornhaut, und als hintere Abgrenzung der Skleralsporn. Nicht sichtbar ist der Schlemm'sche Kanal der hinter dem Trabekelmaschenwerk liegt. Bei engem oder verschlossenem Kammerwinkel, wie beim Glaukomanfall, ist das Trabekelband nicht einsehbar, da sich die Iris vor dieses wölbt bzw. anlegt.

### *Video*

Das mit Kontaktgel bedeckte Gonioskop wird auf die vorher betäubte Hornhaut aufgesetzt. Der Lichtstrahl wird über einen im Gonioskop gekippt angebrachten Spiegel so umgelenkt, dass der Untersucher Einblick in den Kammerwinkel hat.

## 5 TONOMETRIE

### 5.1 Applanations Tonometrie

#### *Basics*

Das Applanations-tonometer nach Goldmann besteht aus einem Kunststoffzylinder, der mit einer Torsionswaage verbunden ist, deren Druck über eine Stellschraube verändert werden kann. Nach Eintropfen des Patienten mit dem Tropfengemisch aus Lokalanästhetikum und Fluorescein wird der Kunststoffzylinder langsam auf die Hornhaut aufgesetzt. Die applanierte Hornhautfläche wird durch den transparenten Zylinder mit der Spaltlampe beobachtet. Er ist durch ein Prisma in zwei Halbkreise unterteilt, die um 3 mm voneinander versetzt sind, um eine genauere Messung zu ermöglichen. Der Messzylinder soll auf die Hornhaut so zentriert werden, dass beide Halbkreise jeweils 180 Grad des Umfanges umfassen, also ähnlich groß sind. Über das Stellrad wird der Druck des Zylinders auf die Hornhaut so lange erhöht und die beiden Halbkreise vergrößert, bis ihre beiden Innenränder einander gerade berühren. In dieser Stellung ist die applanierte Zone 7,4 mm<sup>2</sup> groß und der Augeninnendruck kann an der Skala des Stellrades abgelesen werden, in diesem Beispiel 25 mmHg.

#### *Video*

Bei der Applanations-tonometrie muss der Patientin zuerst ein Augentropfengemisch aus einem Oberflächenanästhetikum und Fluorescein-Farbstoff eingetropt werden. Danach wird die Messeinheit eingeschwenkt. An der Spaltlampe wird der Blaulichtfilter eingestellt. Das vorher desinfizierte Messköpfchen wird langsam, unter Beobachtung über das Okular der Spaltlampe, der Hornhaut angenähert. Sobald das Messköpfchen die Hornhaut berührt, erscheinen dem Untersucher im Spaltlampenokular zwei versetzte grün-gelbe Halbkreise. Nun wird mittels Stellschraube der Applanationsdruck solange verändert, bis sich die Halbkreise an den Innenseiten berühren.

### 5.2 Indentations Tonometrie

#### *Basics*

Nach Oberflächenanästhesie der Hornhaut wird das Indentationstonometer nach Schiötz auf die Hornhaut aufgesetzt. Es besteht aus einer im Zentrum perforierten zylinderförmigen Hülse. An deren unterem Ende befindet sich eine Fußplatte zum Aufsetzen auf die Hornhaut und am oberen Ende ein Messzeiger. Ein beweglicher Senkstift, der durch ein Gewicht belastet wird, führt durch diesen äußeren Schaft und deltet die Hornhaut ein. Das Ausmaß der Eindellung wird über das Einsinken des Metallstifts durch den Zeiger abgelesen. Ist der Augeninnendruck gleich Null, daher das Auge ganz weich, deltet der Senkstift die Hornhaut stark ein und der Zeiger schlägt größer aus. Ist der Augeninnendruck sehr hoch, z.B. 60 mmHg, kann der Senkstift die Hornhaut nur minimal eindellen und der Zeiger schlägt nur wenig aus.

#### *Video*

Die Indentationstonometrie wird am liegenden Patienten durchgeführt. Nach Oberflächenanästhesie der Hornhaut wird das Indentationstonometer nach Schiötz senkrecht auf die Hornhautmitte

aufgesetzt. Dabei drückt der Tonometerstift die Hornhaut ein. Dieser Tonometerstift ist mit einem Zeiger verbunden, dessen Ausschlag über eine Skala abgelesen werden kann. Je geringer der Augeninnendruck, desto tiefer sinkt der Tonometerstift ein und desto größer ist der Zeigerausschlag. Der ermittelte Wert wird mittels Umrechnungstabelle in mmHg angegeben.

### 5.3 Palpatorischer Augendruck

#### *Video*

Der intraokulare Augendruck kann auch palpatorisch geschätzt werden. Bei Abwärtsblick legt der Untersucher beide Zeigefingerspitzen auf das Oberlid. Abwechselnd wird nun ein sanfter Druck auf den Bulbus ausgeübt. Bei normalem intraokularem Augendruck lässt sich so der Bulbus leicht eindrücken. Bei hohem intraokularem Augendruck ist der Bulbus härter und nicht mehr eindrückbar.

## 6 NETZHAUT

### 6.1 Ophthalmoskopie

#### 6.1.1 direkte Ophthalmoskopie

##### *Basics*

Bei der direkten Ophthalmoskopie sitzt der Patient dem Untersucher gegenüber. Das direkte Ophthalmoskop besteht aus einer Lichtquelle, einem Spiegel und der so genannten Rekoss-Scheibe, die verschiedene Linsen enthält, um die Refraktionen von Patient und Untersucher auszugleichen. Das Ophthalmoskop wird knapp vor das Auge des Patienten gehalten, so dass das Licht auf die Netzhaut des Patienten trifft. Die von diesem Areal der Netzhaut des untersuchten Auges ausgehenden Strahlen fallen, bei geeigneter Wahl der Linse im Ophthalmoskop mittels Rekoss-Scheibe parallel ins Auge des Untersuchers ein und bilden dieses Bild in der Makula des Beobachters scharf ab. Dieser Vorgang entspricht dem Scharfstellen einer Kamera, Das Bild wird dementsprechend vom Beobachter als ein aufrechtes, und stark vergrößertes Bild wahrgenommen.

##### *Video*

Während die Patientin geradeaus über die Schulter des Untersuchers schaut, nähert sich dieser mit dem Ophthalmoskop dem Auge ca. 15° von temporal kommend. Bei der Untersuchung des linken Auges nimmt der Untersucher das Ophthalmoskop in die linke Hand und verwendet sein linkes Auge. Mit der anderen Hand wird der Patientenkopf geführt. So sollte der nasal liegende Sehnervenkopf, die Papille, sichtbar werden. Das entstehende Bild wird durch Drehen an der Rekoss-Scheibe scharf gestellt, um Ametropien der Patientin und des Untersuchers auszugleichen.

In diesem Fall wird durch die nicht erweiterte enge Pupille gespiegelt. Die Papille ist scharf begrenzt, gut gefärbt und hat eine zentrale kleine Exkavation. Durch Verkippen des Augenspiegels können andere Areale des hinteren Augenpols dargestellt werden. Die Netzhautgefäße zeigen ein normales Kaliber und sind leicht geschlängelt.

### 6.1.2 indirekte Ophthalmoskopie

#### *Basics*

Bei der indirekten Ophthalmoskopie sitzt oder steht der Untersucher dem Patienten gegenüber. Vor das Auge des Patienten wird eine Sammellinse gehalten. Die Lichtquelle liegt zwischen Beobachter und Sammellinse. Das von der Netzhaut des Patienten reflektierte Licht wird durch die Sammellinse zu einem umgekehrten reellen Bild vereinigt und in der Bildebene der Linse, zwischen dieser und Beobachter abgebildet. Um das Bild betrachten zu können, muss der Untersucher auf die Bildebene akkommodieren. Das so entstehende Bild auf der Netzhaut des Untersuchers wird vom Untersucher als vergrößertes, verkehrtes Bild gesehen, was von Nachteil ist. Allerdings kann die Netzhaut binokular, also stereoskopisch, betrachtet werden, und der Netzhautausschnitt, der bei der indirekten Ophthalmoskopie gesehen wird, ist auch deutlich größer als bei der direkten Ophthalmoskopie.

#### *Video*

Das indirekte Ophthalmoskop wird am Kopf des Untersuchers getragen und besteht aus einer Lichtquelle und einer Lupenbrille. Der Patient wird im Liegen untersucht. Der Abstand zwischen Untersucher und Patient beträgt ungefähr eine Armlänge. Der Untersucher nimmt eine Lupenlinse zwischen Zeigefinger und Daumen und hält sie, während er sich mit den anderen Fingern an der Stirn- und Brauengegend abstützt, etwa 7-10cm vor das Patientenauge.

Die indirekte Ophthalmoskopie ermöglicht durch ihre geringe Vergrößerung ein relativ großes Netzhautareal zu überblicken. Dies ist vor allem bei Untersuchungen der Netzhautperipherie vorteilhaft.

Um sämtliche Netzhautareale untersuchen zu können, fordert man den Patienten auf, in verschiedene Blickrichtungen zu schauen. Zu beachten ist, dass das Bild sowohl auf den Kopf gestellt als auch seitenverkehrt erscheint.

### 6.1.3 indirekte Ophthalmoskopie mit Volk 90

#### *Video*

Die indirekte Ophthalmoskopie ist auch an der Spaltlampe möglich. Hier wird ebenfalls eine Lupenlinse zwischen Spaltlampe und Patientenauge gehalten. Beim Blick geradeaus kann im Spalt der hintere Pol mit Papille und Macula beurteilt werden, durch Blick in die verschiedenen Richtungen die gesamte Netzhaut.

### 6.1.4 Dreispiegelglas

#### *Basics*

Nach Oberflächenanästhesie der Hornhaut wird das Dreispiegelglas nach Goldmann mit Hilfe eines Kontaktgels auf den Augapfel aufgesetzt. Bei Blick durch den zentralen Teil des Glases wird der hinter Pol bis zu einem Winkel von 30 Grad als virtuelles aufrechtes Bild dargestellt. Der 1. Spiegel ist 60 Grad zur Vorderfläche des Glases geneigt und erlaubt die Beurteilung der mittleren Netzhaut-Peripherie bis etwa zum Äquator. Der 2., so genannte periphere Spiegel, ist um 67 Grad geneigt. Mit ihm lässt sich die Netzhaut-Peripherie beurteilen. Ein 3. Spiegel, Ora- oder Gonio-Spiegel, ist 73 Grad

geneigt und kann zur Darstellung der Ora serrata oder des Kammerwinkels verwendet werden. Mit dem Spiegel kann ein sektorieller Bildausschnitt von ca. 15 Grad beobachtet werden. Durch Drehen des Dreispiegelglases um 360° wird die Netzhaut zirkulär beurteilt.

#### *Video*

Für die Untersuchung mit dem Dreispiegelglas muss die Pupille des Patienten maximal erweitert sein. Nach Oberflächenanästhesie der Hornhaut wird das mit Kontaktgel bedeckte Dreispiegelglas auf die Hornhaut aufgesetzt. Nun kann die Netzhaut über ein zentrales „Fenster“ oder einen der drei verschiedenen geneigten Spiegel im Dreispiegelglas gesehen werden. Durch die zentrale Linse des Dreispiegelglases sieht man die Netzhautmitte. Dieses Bild ist seitengleich und aufrecht. Der große, wenig geneigte Spiegel zeigt die mittlere Peripherie, der mittlere, etwas stärker geneigte Spiegel die Netzhautperipherie (der kleine, sehr stark geneigte Spiegel dient der Gonioskopie). Durch Drehen des Goldmannglases kann die gesamte Netzhaut untersucht werden.

## 6.2 Angiografie

Die Fluoreszenzangiografie ist eine Untersuchung, die zur Darstellung der Netz- und Aderhautdurchblutung dient. Nach Legen eines venösen Zuganges wird der Patient vor die Funduskamera gesetzt. Zu Beginn werden Aufnahmen des Fundus ohne Farbstoff gemacht. Alle gemachten Aufnahmen werden digital gespeichert und können über einen Bildschirm gezeigt werden. Anschließend wird ein fluoreszierender Stoff (Natrium Fluorescein oder Indocyaningrün) intravenös appliziert. Nachdem der Farbstoff über die Arteria ophthalmica die Netzhaut erreicht hat, werden Bilder der frühen arterio-venösen (nach 10 Sekunden), der späten arterio-venösen (nach 1 1/2 Minuten) und der späten venösen (nach 3 Minuten) Phase gemacht.

Hier ein Fall von altersbedingter Makuladegeneration. Die Patientin hatte auf diesem Auge einen Visus von 0,1. Auf der Farbaufnahme sind eine retinale Blutung und harte Exsudate erkennbar. In der Fluoreszenzangiografie stellt sich eine Mehrkomponenten Läsion dar, mit 2 klassischen Anteilen, die sich in den späteren Aufnahmephasen zeigen. Es wurde eine photodynamische Therapie durchgeführt. Danach blieb der Visus, über inzwischen Jahre stabil. Die Angiografie ist unauffällig.

## 7 NEUROOPHTHALMOLOGIE

### 7.1 Pupille

#### 7.1.1 direkte und indirekte Reaktion

##### *Basics*

Zur Überprüfung der direkten und indirekten Pupillenreaktion wird jeweils ein Auge mit einem Lämpchen beleuchtet. Man beobachtet die Reaktion der Pupille auf der beleuchteten Seite und die der anderen Seite. Im Normalfall sind die Pupillen rund, isokor und reagieren prompt und seitengleich auf direktes und indirektes Licht.

Im Falle eines Horner Syndroms besteht eine Anisokorie aufgrund einer Miosis auf der erkrankten Seite – in unserem Beispiel rechts. Im Dunkeln, ohne Beleuchtung ist die Anisokorie ausgeprägter als bei Beleuchtung der Pupillen.

#### *Video*

Bei der Infrarot-Pupillografie wird auf das Auge ein Infrarotlicht gerichtet. Das hauptsächlich von der Netzhaut durch die Pupille reflektierte Licht wird über einen Photodetektor aufgenommen. Die Pupillenweite kann so aufgezeichnet werden.

Bei Raumlicht und im abgedunkelten Raum werden beide Augen abwechselnd mit einem Lämpchen beleuchtet.

### **7.1.2 Swinging Flashlight Test**

#### *Basics*

Beim Swinging Flashlight Test wird ein Auge mit einem Lämpchen von schräg unten für ca. 3 Sekunden beleuchtet, danach folgt ein rascher Wechsel zum anderen Auge. Das erste Auge verursacht eine Verengung beider Pupillen. Beim Wechseln des Lichtstrahls auf das 2. Auge bleibt die Engstellung der Pupillen gleich.

Bei einem relativ afferenten Pupillendefekt werden beide Pupillen, beim Wechseln des Lichtstrahls auf das erkrankte Auge, weit - da hier das Licht weniger intensiv wahrgenommen wird. In unserem Beispiel liegt ein relativ afferenter Pupillendefekt am rechten Auge vor.

#### *Video*

Im abgedunkelten Raum beleuchtet man mit einem Lämpchen ein Auge von schräg unten für ca. 3 Sekunden, danach folgt ein rascher Wechsel zum anderen Auge. Das erste Auge verursacht eine Verengung beider Pupillen. Beim Wechseln des Lichtstrahls auf das 2. Auge bleibt die Engstellung der Pupillen gleich.

Zuletzt wird das Lämpchen der Nasenspitze näher gebracht. Beim Gesunden ist neben der Konvergenzbewegung der beiden Bulbi eine Verengung der Pupillen zu sehen.

### **7.2 Motilität**

Zur Prüfung der Motilität wird die Patientin aufgefordert, in die Hauptblickrichtungen zu schauen. Es wird beurteilt, ob beide Augen sich dabei gleichermaßen bewegen. Am Ende wird das Fixationslicht zur Nasenspitze geführt um die Konvergenzbewegung der Augen zu kontrollieren.

#### **7.2.1 3. Hirnnerv**

Der Nervus Oculomotorius, der 3. Hirnnerv, gelangt von seinem Kerngebiet, ventral im Mittelhirn, begleitet von parasympathischen Fasern zur Innervation des M. sphincter pupillae und M. ciliaris, zur



Orbita und innerviert den Musculus rectus superior, den Musculus rectus medialis, den Musculus rectus inferior und den Musculus obliquus inferior sowie den Musculus levator palpebrae.

Hier sehen Sie ein Beispiel einer Parese des Nervus Oculomotorius der rechten Seite. Der Patient wird aufgefordert einem Lämpchen nachzuschauen. Neben der typischen Bewegungseinschränkung ist bei einer kompletten Oculomotoriusparese auch eine weite Pupille und eine Ptosis zu beobachten.

#### **7.2.2 4. Hirnnerv**

Der Nervus Trochlearis, der 4. Hirnnerv, ist der einzige Hirnnerv der auf die Gegenseite kreuzt und dorsal des Hirnstammes austritt. Da er besonders dünn und lang ist, ist er vor allem bei Traumen leicht verletzbar. Der Nervus Trochlearis innerviert den Musculus obliquus superior.

#### **7.2.3 6. Hirnnerv**

Der Nervus Abducens, der 6. Hirnnerv, gelangt von seinem Kerngebiet, ventralseitig in der Brücke, über einen ebenfalls langen Verlauf zur Orbita und innerviert den Musculus rectus lateralis.

Hier sehen Sie ein Beispiel einer Parese des rechten Nervus Abducens. Der Patient wird aufgefordert einem Lämpchen nachzuschauen. Typischerweise ist das rechte Auge in seiner Abduktionsbewegung eingeschränkt.

### **7.3 Strabismus**

#### **7.3.1 Hirschberg Test**

Die Prüfung der Lichtreflexbilder nach Hirschberg dient der Untersuchung auf manifestes Schielen. Der Patient sitzt aufrecht und fixiert mit beiden Augen ein Lämpchen in 1 m Entfernung. Der Untersucher betrachtet die Position des Reflexbildes auf der Hornhaut. Die Abweichung des Reflexbildes vom Zentrum der Pupille wird in mm geschätzt und notiert. Befinden sich die Augen des Patienten in einer geraden Stellung, auch Orthostellung genannt, liegen die Reflexbilder in beiden Augen symmetrisch zueinander.

Bei manifestem Schielen hat das schielende Auge eine Reflexverschiebung. Die Reflexverschiebung nimmt mit der Größe des Schielwinkels zu.

#### **7.3.2 Abdecktests**

Beim wechselseitigen Abdecktest fixiert die Patientin ein kleines Lämpchen. Das linke und das rechte Auge werden abwechselnd abgedeckt und es wird auf eine Einstellbewegung der Augen geachtet.

Der einseitige Abdecktest ist zum Nachweis eines manifesten Schielens, auch Heterotropie genannt, geeignet. Folgt auf die Abdeckung des einen Auges eine Einstellbewegung des anderen Auges, besteht ein manifestes Schielen.

## 7.4 Gesichtsfeld

Das Gesichtsfeld ist der Bereich der Umwelt, den ein geradeaus schauendes Auge wahrnehmen kann.

Die Gesichtsfeld-Außengrenzen liegen nasal bei 50 Grad, unten bei 70 Grad, temporal bei 100 Grad, oben bei 60 Grad und werden durch die anatomischen Verhältnisse bestimmt:

In der vertikalen Ebene schränkt der Bau der Augenhöhle das Gesichtsfeld durch den Augenbrauenwulst nach oben und durch den Oberkieferknochen nach unten ein. In der horizontalen Ebene wird das Gesichtsfeld nasalwärts durch die Nase und temporal durch das Jochbein begrenzt. Im Zentrum liegt die Makula, die Stelle des schärfsten Sehens und 15 Grad temporal davon der blinde Fleck, der durch das Fehlen von Sinneszellen durch den Sehnervensaustritt bedingt ist.

Das Ergebnis der Gesichtsfelduntersuchung gibt den Seheindruck wider, wie es vom Patienten wahrgenommen wird. Man beachte, dass das Gesichtsfeld immer ein spiegelverkehrtes und auf dem Kopf stehendes Abbild der Netzhaut ist.

Beim Gesunden ist die Empfindlichkeit für Lichtunterschiede in der Makula, dem Fixierpunkt, am höchsten und nimmt zur Peripherie hin ab. So lässt sich das Gesichtsfeld als Empfindlichkeitsberg darstellen. Die x- und y-Achse geben die Gesichtsfeldfläche an, auf der z-Achse wird die Empfindlichkeit für Leuchtdichteunterschiede aufgetragen. Die Perimetrie ermittelt die ‚Oberflächenkontur‘ dieses Berges.

Bei der kinetischen Perimetrie wird ein Prüfpunkt, z.B. eine große, helle Lichtmarke, mit konstanter Reizstärke von peripher nach zentral bewegt, bis der Patient durch ein Signal angibt ihn wahrgenommen zu haben. Ein kleinerer Prüfpunkt wird später erkannt, das heißt, wenn die Entfernung von der Makula bereits kleiner ist.

Bei der statischen Perimetrie wird ein ortsfester Prüfpunkt, z.B. in der Peripherie mit wechselnder Reizstärke dargeboten. Diejenige Helligkeit, die bei wiederholter Messung mit 50% Wahrscheinlichkeit eine Wahrnehmung auslöst bezeichnet man als Schwellenleuchtdichte. Bei einem Prüfpunkt, der näher zur Makula liegt, benötigt der Patient eine geringere Helligkeit, um ihn wahrzunehmen.

### 7.4.1 Konfrontations Perimetrie

Bei der Konfrontationsperimetrie deckt die Patientin ein Auge mit der Handfläche ab, und fixiert mit dem zu untersuchenden Auge den Untersucher. Entlang der Hauptmeridiane werden die Außengrenzen des Gesichtsfelds bestimmt. Dabei sollten immer beide Arme ausgestreckt werden, um zu verhindern, dass die Patientin aufgrund der Schulterposition die Richtung der bewegenden Finger erraten kann. Es werden die Finger bewegt und dabei langsam nach innen geführt. Die Patientin gibt an wann sie die Bewegung das erste Mal wahrnimmt. Zusätzlich zur Außengrenze des Gesichtsfelds, wird im mittleren Gesichtsfeldbereich untersucht ob das Zählen von Fingern möglich ist.

Um eine inkomplette, beginnende Hemianopsie aufzudecken, kann eine rote Farbmarke von der einen in die andere Gesichtsfeldhälfte bewegt werden. Die Patientin wird gefragt ob sie beim Überqueren der Mittellinie einen Unterschied in der Farbsättigung wahrnimmt.

### 7.4.2 Kinetische Perimetrie

Die kinetische Perimetrie wird am Kugelperimeter nach Goldmann durchgeführt. Das nicht zu untersuchende Auge wird abgedeckt. Die Patientin stützt ihren Kopf auf der Kopfstütze ab und wird angewiesen auf ein zentrales Fixierlicht zu schauen. Der Untersucher kontrolliert die Fixation der Patientin über ein Fernrohr und zentriert das Auge. Eine Lichtmarke wird entlang der Meridiane von außen nach innen verschoben. Sobald die Patientin den Lichtpunkt wahrnimmt, gibt sie ein Signal mit einem Druckknopf. Der Untersucher bewegt die Lichtmarke entlang mehrerer Meridiane von außen nach innen und markiert die Punkte, wo diese zuerst erkannt werden.

Dieser Untersuchungsgang lässt sich auch mit lichtschwächeren und kleineren Lichtmarken wiederholen, die sich am Gerät einstellen lassen. Dadurch entstehen konzentrische Kreise, die den jeweiligen Außengrenzen entsprechen und auch Isopteren genannt werden.

### 7.4.3 Statische Perimetrie

Die statische Perimetrie, auch Computerperimetrie genannt, läuft vollautomatisch ab. Nach Abdecken des nicht zu untersuchenden Auges, stützt die Patientin den Kopf in die Kopfstütze, und wird angewiesen das Fixierlicht anzuschauen. Das Auge wird vom Untersucher über den Bildschirm genau zentriert, und das Programm gestartet. Statische Lichtpunkte werden in Ihrer Helligkeit solange variiert bis die Orts-Reizschwelle bestimmt ist, also die Helligkeit bei der ein Punkt gerade noch wahrgenommen werden kann. Heute wird fast ausschließlich diese Perimetrie-Methode verwendet. Das Ergebnis lässt sich als Graustufenausdruck darstellen.

### 7.4.4 Amsler Netz

Kleine zentrale Skotome können mit dem Amsler-Netz gut aufgedeckt werden. Hierzu hält der Patient die Tafel in der üblichen Lesedistanz. Nach Abdecken eines Auges wird der zentrale Punkt fixiert. Skotome werden als fehlende Gitterteile erkannt. Ein Verzerrtsehen, genannt Metamorphopsie, verursacht durch Veränderungen der Makula, führt zu einer Biegung der geraden Linien.

## 8 ANDERE

### 8.1 Anamnese

Für die aktuelle Anamnese ist zunächst wichtig ob ein Auge oder beide Augen betroffen sind. Es wird gefragt seit wann die Veränderung besteht, ist sie plötzlich aufgetreten, oder allmählich, haben die Symptome zugenommen, sind sie stabil oder nehmen sie ab, werden sie ständig oder nur zeitweise bemerkt.

Wie ist die Sehverschlechterung?

Ist das Sehen verschwommen, ist ein Blendungsgefühl vorhanden, werden gerade Linien verzerrt gesehen, bestehen Gesichtsfeldausfälle, ein teilweiser oder kompletter Sehverlust, werden schwarze Punkte, Lichtblitze oder Lichtringe beschrieben.

Wie sind die Schmerzen

Sind sie pulsierend, oder kontinuierlich, eher oberflächlich also stechend oder brennend, oder eher dumpf, eventuell mit gleichzeitigen Kopfschmerzen.

Gibt es einen Zusammenhang mit einem Trauma?

Zur Erhebung der Vorgeschichte wird nach Operationen, Traumen und Entzündungen an den Augen gefragt.

Zur Familienanamnese wird gefragt, ob vielleicht Augenerkrankungen wie z.B. das Glaukom, in der Familie aufgetreten sind.

Auch die Anamnese zu Allgemeinerkrankungen kann von Wichtigkeit sein, da bei verschiedenen systemischen Erkrankungen mit einer Augenbeteiligung zu rechnen ist: wie z.B. bei Diabetes mellitus, Blutdruck- und Durchblutungsproblemen, Erkrankungen des rheumatischen Formenkreises, oder Tumoren.

## 8.2 Ultraschall

Die Ultraschalluntersuchung am Auge erfolgt nach oberflächlicher Betäubung. Nach Desinfektion und Anbringen von Kontaktgel am Schallkopf, wird dieser auf den Augapfel aufgesetzt. Durch Schwenken des Schallkopfes können verschiedene Bereiche des Auges echografisch dargestellt werden.

Es werden wahlweise A- und B-Scans durchgeführt und aufgezeichnet.

Der Schallkopf kann auch bei geschlossenem Auge angewendet werden.

Auf diesem B-Scan sieht man den Bulbus, den Sehnerven und extraokuläre Muskeln

Auf diesem A-Scan werden die Zacken der Grenzflächen zwischen unterschiedlichen Medien dargestellt: die Hornhautzacken, die Zacken der Linsenvorder- und -rückfläche sowie auch die Netzhaut- und Sklerazacken.

## 8.3 Farbttests

### 8.3.1 Farnsworth Test

Der Farnsworth Farbttest besteht aus 16 Farbsteinen, die sich durch geringe Farbabstufung von einander unterscheiden. Nach Vorgabe des ersten Farbsteines muss der Patient die restlichen Steine entsprechend der Regenbogenfarben in die richtige Reihenfolge bringen. Zur Überprüfung der richtigen Reihenfolge sind die Farbsteine an der Rückseite fortlaufend durchnummeriert. Anschließend wird die Reihenfolge in einem Kreisdiagramm eingezeichnet. Dadurch lassen sich die verschiedenen Farbsinnstörungen ablesen.

### 8.3.2 Ishihara Tafeln

Die Farbtafeln nach Ishihara dienen der Erfassung von Rot-Grün Farbschwächen. Die Tafeln werden aus 75cm Entfernung für wenige Sekunden gezeigt. Die Auswertung erfolgt mittels beiliegender Tabelle.

## 8.4 Dunkeladaptation

Bei Bestimmung der Dunkeladaptation mit dem Adaptometer wird die mit der Zeit zunehmende Netzhautempfindlichkeit getestet. Der Patient sitzt vor einer Halbkugel. Zuerst erfolgt über 5 Minuten die Helladaptation mit einer Leuchtdichte von  $1000 \text{ Candela/m}^2$ . Sofort nach Abschalten der Beleuchtung wird in bestimmten Zeitabständen über 30 Minuten ein Testreiz – hier ein Streifenmuster -, mit abnehmender Leuchtdichte angeboten, und bezogen auf die Zeit die Schwellenleuchtdichte des Testreizes festgestellt. Diese wird jeweils auf einem Millimeterpapier eingestanz.

Am Ende werden die Markierungen verbunden. Die Kurve zeigt in den ersten Minuten einen steilen Verlauf, der durch die Zapfenadaptation bestimmt ist, und geht am Kohlrauschen Knick in die Stäbchenadaptation über.