UNIVERSITÄT LEIPZIG

Praktikumsanleitung zum Versuch „Sehprüfungen“

UNIVERSITÄT LEIPZIG
MEDIZINISCHE FAKULTÄT
CARL-LUDWIG-INSTITUT FÜR PHYSIOLOGIE

VERSION 2025

Stichwörter: *dioptrischer Apparat des Auges (Struktur, Normalwerte), Akkommodation, Augenspiegeln, Duplizitätstheorie (photopisches und skotopisches System), Adaptation, Sehfehler (Refraktionsanomalien bzw. Ametropien: Myopie, Hyperopie, Astigmatismus), Gesichtsfeld (Normalform, Skotome, Hemianopsien), Blickfeld, EEG, visuell evozierte Potentiale (VEP), Mittelungsverfahren, Sehbahn*

Lernziele zur Praktikumsvorbereitung:

Nach der Vorbereitung zum Praktikumsversuch sind die Studierenden in der Lage:
- die Lichtbrechung im Auge sowie den Mechanismus der Nahakkommodation zu erklären,
- die wesentlichen Arten von Fehlsichtigkeiten (Refraktionsanomalien bzw. Ametropien) zu charakterisieren und Methoden zu deren Bestimmung zu erklären,
- wesentliche Funktionen der Photorezeptoren wie Farbsehen oder Hell- und Dunkeladaptation sowie deren Störungen zu erklären
- die Sehbahn zu beschreiben und Methoden zu ihrer Funktionsprüfung zu erklären

A Einleitung

1. Bestimmung der Akkommodationsbreite nach Scheiner

Das Auge ist durch Akkommodation in der Lage, Gegenstände in einem bestimmten Entfernungsbereich scharf auf der Netzhaut abzubilden. Als Akkommodationsbreite bezeichnet man den Bereich der variablen Brechkraft zwischen maximaler (Fernpunkt; Linse gespannt, Brechkraft klein) und minimaler (Nahpunkt, Linse abgekugelt, Brechkraft groß) Gegenstandsweite, bei der noch eine scharfe Abbildung auf die Netzhaut möglich ist. Die Angabe der Akkomodationsbreite erfolgt in Dioptrien (dpt). Sie nimmt von etwa 12 - 14 dpt im Alter von 10 Jahren auf etwa 1 dpt im Alter von 70 Jahren ab. Dabei verlagert sich der Nahpunkt von etwa 8 cm bis zu 100 cm vor den Hauptpunkt des Auges (Ursache: Eigenelastizität der Linse und Kraft des Ziliarmuskels nehmen mit fortschreitendem Alter immer mehr ab). Die Entfernung zwischen Fern- und Nahpunkt wird als **Akkommodationsstrecke** bezeichnet. Sie ist bei Fehlsichtigen stark verändert.

Beim Scheiner’schen Optometer (= Messinstrument zur Bestimmung der Akkomodationsbreite) wird eine Nadel oder ein dünner Draht durch zwei feine Löcher in einer Blende fixiert. Diese Blende befindet sich dicht vor dem zu prüfenden Auge; der Abstand der Löcher voneinander muss kleiner sein als der Pupillendurchmesser. Bei Akkommodation des Auges auf den Gegenstand werden die durch die Löcher tretenden beiden Strahlenbündel auf der Netzhaut zu einem Bild vereinigt. Gegenstände, welche außerhalb der Akkommodationsstrecke liegen, erzeugen durch die Zweilochblende Doppelbilder. Die Unterscheidung zwischen einfach und doppelt gesehenem Gegenstand beim Scheiner’schen Versuch ist leichter zu treffen als die zwischen scharf und unscharf bei der Leseprobe.

2. Gesichtsfeldbestimmung (Perimetrie)

Als Gesichtsfeld bezeichnet man die Gesamtheit aller Umweltpunkte, über die das Auge bei fixiertem Blick Informationen (Helligkeit, Form, Bewegung, Farbe) liefert. Der zentrale Teil des Gesichtsfeldes wird auf der Fovea centralis abgebildet (Sehgrube; Ort maximaler Sehschärfe), während die peripheren Anteile extrafoveal abgebildet werden. Die Fixierung eines Gegenstandes durch die Blickmotorik hat den Sinn, diesen in der Fovea abzubilden.

Gesichtsfeldausfälle (Skotome[1]) haben je nach Lage und Ausdehnung unterschiedliche Bedeutung. Ausfälle der Fovea sind besonders schwerwiegend.

Die subjektive Methode der Perimetrie, d.h. die systematische Ausmessung des Gesichtsfeldes, stellt eine wichtige Ergänzung der Fundusbeobachtung[2] dar, da sie häufig durch den Untersucher nicht nachweisbare Störungen aufdeckt und Hinweise auf die Ursachen gibt (z.B. Hemianopsien = "Halbseitenblindheit").

Mit Hilfe des Perimeters werden die Gesichtsfelder für weißes und farbiges Licht bestimmt. Die Versuchsperson stützt das Kinn auf den Halter und fixiert mit einem Auge den Mittelpunkt des Perimeterkreises bzw. der Halbkugel. Die Lichtflecken werden von lateral langsam zum Zentrum bewegt. Das Ablesen des Raumwinkels erfolgt, wenn die Versuchsperson die Marke zum ersten Male erkennen kann (bei farbiger Marke auf wirkliche Farberkennung achten!).

Zu jedem Bestimmungspunkt der Gesichtsfeldgrenze gehören wie bei jeder sphärischen Ortsbestimmung zwei Ablesungen:

- Winkelmaß auf dem Perimeterkreisbogen (0° - 90°)
- Meridianabweichung (Rotationswinkel) des Perimeterkreises von der Waagerechten (0° - 360°).

3. Bestimmung der Sehschärfe (Visus)

Die Visusbestimmung ist die häufigste sehphysiologische Untersuchung zur Erfassung der Sehleistung unter photopischen Bedingungen.

Es wird festgestellt, wie groß der Abstand zweier Bildpunkte ist, die aus einer definierten Entfernung noch getrennt wahrgenommen werden können. Dazu benutzt man Buchstaben- oder Zahlentafeln bzw. sog. Landolt'sche Ringe mit unterschiedlichen Öffnungen. Vom Normalsichtigen werden Zeichen noch aufgelöst, wenn sie sich um eine Winkelminute unterscheiden (Grenzwinkel α in Winkelminuten).

$$Visus = \frac{1'}{\alpha}$$

Der Visus ist damit dimensionslos und liegt bei jungen Erwachsenen zwischen 1,0 und 1,6. Zur Visusbestimmung in der Praxis wird das Verhältnis aus Betrachterdistanz und angegebenem Sollwert auf der Sehtafel benutzt. Gewöhnlich wird ein Betrachterabstand von 5 m gewählt. In diesem Abstand kann eine emmetrope Person akkommodationslos scharf sehen.

$$Visus = \frac{Betrachterabstand\ \ [m]}{Sollwert\ \ der\ \ Sehtafel\ \ [m]}$$

Die Zeichen der Sehtafel sind so angegeben, dass der Sollwert der Entfernung entspricht, bei der das Zeichen unter dem Winkel einer Winkelminute gesehen wird. Ein Visus von 5/50 = 0,1 bedeutet beispielsweise, dass die Person ein Zeichen nur noch in 0,5 m Entfernung erkennen kann, das der Normalsichtige auf eine Distanz von 5 m erkennt. Für die Fovea centralis bedeutet ein Sehwinkel von einer Winkelminute den Abstand zweier Bildpunkte von 5 µm. Zwei Punkte können dann getrennt wahrgenommen werden, wenn zwischen zwei erregten Zapfen mindestens ein unerregter liegt (Prinzip der lateralen Inhibition). Von der Fovea centralis zur Netzhautperipherie nimmt die Sehschärfe unter photopischen Bedingungen kontinuierlich ab. Unter skotopischen Bedingungen ist die Sehschärfe parafoveal am größten (ca. 0,1). Am blinden Fleck (Austrittstelle des Sehnervs aus dem Auge) beträgt der Visus Null.

4. Untersuchung des Augenhintergrundes (Ophthalmoskopie/Funduskopie)

Die Untersuchung des Augenhintergrundes dient der Beurteilung von Retina (Netzhaut), retinalem Pigmentepithel, Chorioidea (Aderhaut), Papille (Sehnervenkopf) und Macula lutea (gelber Fleck) mit Fovea centralis. Sie besitzt außerdem allgemeines medizinisches Interesse, da dies die einzige Körperstelle ist, an welcher der Zustand der Blutgefäße unmittelbarer Beobachtung zugänglich ist. Die Kontrolle des Verlaufs verschiedener Allgemeinerkrankungen wie Diabetes mellitus, Hypertonie und Arteriosklerose ist damit möglich. Aus einer Vorwölbung der Papilla n. optici kann auf intrakranielle Prozesse (erhöhter Hirndruck) geschlossen werden.
Um den Augenhintergrund sichtbar zu machen, müssen die einfallenden Lichtstrahlen aus der gleichen Richtung kommen, in die die von der Netzhaut reflektierten verlaufen. Theoretisch müsste damit die Lichtquelle im Auge des Beobachters liegen, andernfalls erscheint die Pupille schwarz.
Praktisch wird diese Bedingung durch den 1851 von Hermann von Helmholtz eingeführten Augenspiegel erfüllt. Es ist ein Hohlspiegel mit einer zentralen Bohrung und einem Handgriff. Der Beobachter schaut durch das Loch in das Probandenauge und lenkt das Licht einer neben dem Kopf des Probanden befindlichen Lichtquelle mit dem Hohlspiegel in dessen Auge.

Man unterscheidet das Spiegeln im aufrechten Bild und das Spiegeln im umgekehrten Bild.

[1] Skotos : Finsternis [2] Fundus oculi: Augenhintergrund

a) Spiegeln im aufrechten Bild (ohne Hilfslinse). Sowohl Untersucher als auch Proband sehen akkommodationslos in die Ferne. Dabei wirkt das Probandenauge als Lupe. Die Vergrößerung ist relativ stark (ca. 15 fach) und der sichtbare Netzhautausschnitt klein.

b) Spiegeln im umgekehrten Bild (mit Hilfslinse). Vor das Auge wird eine Sammellinse von 13 dpt gehalten. Der Untersucher muss auf die Entfernung des reellen Bildes akkommodieren. Die Vergrößerung ist geringer (ca. 5 fach) und der sichtbare Netzhautausschnitt größer.

Eine Weiterentwicklung des Helmholtz-Spiegels stellen Ophthalmoskope (aber auch Otoskope und Laryngoskope) dar. Im Handgriff ist die Lichtquelle mit einem Umlenkspiegel integriert, so dass das Licht parallel in das betrachtete Auge (Ohr, Kehlkopf) gelenkt werden kann. Es entfällt damit das etwas umständliche Positionieren der Lichtquelle und Ausrichten des Hohlspiegels. Außerdem enthalten diese Geräte eine Optik zur Korrektur eventueller Fehlsichtigkeiten des Untersuchers.

5. Prüfung von Farbfehlsichtigkeiten/-sehschwächen mit Farbtafeln und dem Anomaloskop („Spektralfarbenmischapparat“)

Der Mensch besitzt 3 verschiedene Fotorezeptortypen, welche ein Farbensehen ermöglichen (Zapfen mit unterschiedlicher Spektralempfindlichkeit; Rot-, Grün- und Blauzapfen). Farbenfehlsichtigkeiten „Anomalien“ = veränderte spektrale Eigenschaften von entsprechenden Zapfentypen) sind häufiger als Farbenblindheit („Anopien“ = Ausfall von enstprechenden Zapfentypen). Protanomale sind rotschwach, Deuteranomale grünschwach, Tritanomale (selten auftretend) blauviolettschwach. Da die Prot- und Deuteranomalie sowie -anopie X-chromosomal rezessiv vererbt werden, treten sie häufiger bei Männern (ca. 8%) als bei Frauen auf (ca. 0.4%). Die Untersuchung auf Farbsinnesstörungen ist in vielen Bereichen des Alltags- und Berufslebens von Bedeutung und teilweise gesetzlich vorgeschrieben.
Ein einfaches qualitatives Verfahren dazu stellen die sog. pseudoisochromatischen Farbtafeln („Ishihara-Tafeln“) dar. Sie enthalten Zahlen, die aus zahlreichen verschiedenen Farbtupfern bestehen. Der Farbtüchtige erkennt die Zahl, während der Farbuntüchtige keine oder eine falsche Zahl liest.
Für die qualitative und quantitative Beurteilung der am häufigsten auftretenden Rot/Grün-Farbenfehlsichtigkeiten wird das Anomaloskop benutzt. Hierbei wird das Prinzip der additiven Farbenmischung genutzt. Dem Probanden werden zwei halbkreisförmige Testfelder präsentiert. Im unteren Testfeld ist ein spektrales Gelb als Referenz vorgegeben. Im oberen Testfeld sollen die individuellen Rot- und Grünanteile sowie die Helligkeit so lange variiert werden, bis der subjektive Farbeindruck dem Referenzgelb entspricht. Der Anomaliequotient (AQ) ergibt sich aus:

$$AQ = \frac{Grünanteil\ der\ Vp/Rotanteil\ der\ Vp}{Grünanteil\ N/Rotanteil\ N}$$ N: Normwert der Farbtüchtigen

6. Visuell evozierte Potentiale (VEP)

Bei den visuell evozierten Potentialen (VEP) handelt es sich um elektrische Potentialdifferenzen, die durch wiederholte visuelle Stimulation (meist Musterumkehr oder Blitzreize) induziert und über dem okzipitalem Kortex an der Kopfhaut abgeleitet werden. VEPs werden zur funktionellen Diagnostik der afferenten Sehbahn genutzt und spielen z.B. bei der Diagnostik der Multiplen Sklerose eine bedeutende Rolle. Klinisch relevante Parameter sind die Latenzzeit und Amplitude des primär cortikalen Potentials bei 100 ms (P100), da dieses die größte und stabilste Ausprägung aufweist.

Im Versuch erfolgt die visuelle Reizung mit einem Schachbrettmuster, bei dem die Kontraste in einer gewählten Reizfrequenz invertiert werden. Der Proband blickt aus 1 m Entfernung mit einem Auge (das andere Auge wird abgedeckt) auf einen Fixpunkt des Musters. Die Ableitelektroden werden über dem okzipitalen Kortex (Messelektrode, Ableitelektrode) und am frontalen Punkt (Indifferenzelektrode) befestigt. Nach 60-100 Reizen wird das gemittelte VEP vom Rechner dargestellt.

7. Messungen an der Hornhautvorderfläche (Keratometrie)

An der Gesamtbrechkraft des Auges (ca. 59 dpt) im akkommodationslosen Zustand ist die Hornhaut (Cornea) mit rund 70 % beteiligt. Die Brechkraft der Hornhaut wird wesentlich durch deren Krümmung bestimmt. Bei einer „gesunden“ Hornhaut ist der zentrale Teil der Hornhautvorderfläche nahezu sphärisch (kugelförmig) gekrümmt, zur Peripherie hin nimmt der Krümmungsradius ab (nasal stärker als temporal und superior stärker als inferior). Stärkere Abweichungen von diesen regulären Krümmungseigenschaften der Hornhaut führen jedoch zu Veränderungen in der Brechkraft der Hornhaut und dazu, dass die ins Auge einfalleneden Lichtstrahlen nicht mehr punktförmig auf der Netzhautebene abgibildet werden können. Man spricht dann von (kornealem) Astigmatismus (gr. A = nicht, Stigma = Punkt, also Brennpunktlosigkeit). Selbst beim Normalsichtigen ist in der Regel die Hornhautkrümmung in der Vertikalebene geringfügig größer als in der Horizontalebene. Die

Brechkraftunterschiede bewegen sich dort um 0,5 dpt und werden als physiologischer Astigmatismus bezeichnet. Eine Korrektur ist nicht erforderlich, da vom Sehsystem eine neuronale Kompensation erfolgt.

Funktionsweise des Keratometers: Von einem vor dem fixierten Auge beweglichen Projektor werden konzentrische Lichtkreise auf die Cornea projiziert und das reflektierte Licht mit einer Kamera im Zentrum des Projektors erfasst. Die Abweichungen von der idealen Kreisform werden von einem Computersystem in entsprechende Abweichungen der Geometrie der Hornhaut von der Kugelform umgerechnet. Orten mit gleicher Brechkraft werden gleiche Farben zugeordnet. In der Frontalansicht der Hornhaut ergeben sich wie auf einer Landkarte unterschiedlich farbige Flächen. Der Computer errechnet die größten Brechkraftunterschiede in zwei Raumachsen und gibt den Brechkraftunterschied und die Lage der Achsen an. Die dreidimensionale Rekonstruktion der Cornea gestattet die Diagnose von Abnormalitäten der Hornhaut. Moderne Keratometer, wie sie beim Augenarzt oder Optiker genutzt werden, funktionieren meist nach einem sehr ähnlichen Prinzip.

8. Adaptometrie (Beschreibung des Verfahrens zur Messung der Dunkeladaptation)

Histologisch finden sich in der Retina zwei Rezeptortypen: Zapfen und Stäbchen. Diese morphologische Doppelnatur der Netzhaut ist Ausgangspunkt für die Duplizitätstheorie (v. Kries). Diese Duplizität bezieht sich nicht nur auf die Rezeptoren, sondern ebenso auf die danach geschalteten nervale Elemente: Man spricht von einem photopischen System, das für das Sehen im Hellen und von einem skotopischen System, das für das Sehen in der Dämmerung und in der Nacht verantwortlich ist. Der Übergang vom photopischen zum skotopischen System und umgekehrt geschieht durch **Adaptation (Bereichseinstellung)**.

Der Verlauf der Dunkeladaptation lässt sich mit dem Adaptometer erfassen. Der Proband wird 10 min lang bei 1000 cd/m^2 helladaptiert. Danach wird die zunehmende Empfindlichkeit während des Dunkelaufenthaltes durch logarithmisch in ihrer Helligkeit verminderte Testreize gemessen. Der Proband muss entscheiden, ob er den gebotenen Testreiz bekannter Helligkeit sieht oder nicht. Kann der Testreiz noch nicht erkannt werden, wird gewartet, bis die Empfindlichkeit des Auges so weit zugenommen hat, dass der Reiz gerade eben wahrgenommen wird. Sobald dies dem Versuchsleiter signalisiert wird, drückt er einen Markierungsstift. Mit diesem wird in ein Koordinatensystem (Abszisse: Zeit, Ordinate: Empfindlichkeit oder Schwellenintensität) eingezeichnet, zu welchem Zeitpunkt ein Testreiz bekannter Helligkeit gesehen wird. Sobald ein Testreiz wahrnehmbar wird, muss seine Intensität sofort vermindert werden, und die Prüfung beginnt von neuem. Kurz nach Beendigung der Helladaptation können die gebotenen Testreize meist sofort gesehen werden, und die Intensität muss gleich herabgesetzt werden. Zur Erleichterung der Entscheidung, ob ein Testreiz erkennbar ist oder nicht, kann derselbe zeitweilig durch Schließen einer Blende ausgeschaltet werden. Erst nach etwa 45 min ist die maximale Empfindlichkeit der Netzhaut erreicht. Da die Dunkeladaptation nur an einem „isolierten“ Probanden möglich ist, wird auf die Durchführung des Verfahrens verzichtet.

B Durchführung und Protokoll / Ergebnisse

1. Bestimmung der Akkommodationsbreite nach Scheiner

Der Proband nimmt immer den gleichen Abstand zur Blende ein. Die Strecke Hornhautscheitel bis Blende wird einmal gemessen (+1,3 mm Hornhaut bis Linse dazuaddieren). Die weiteren Messungen erfolgen immer von der Blende bis zur Nadel und ergeben mit der zuvor gemessenen statischen Strecke den Gesamtmesswert.

1. Bestimmung des Nahpunktes:
- durch 3maliges Heranrücken und 3maliges Wegrücken der Spitze an das fixierende Auge
- Abstand zwischen Blende und Standort der Nadel bei erstmaligem Doppeltsehen bzw. erstmaligem Scharfsehen der Spitze messen

2. Bestimmung von Nah- und Fernpunkt mit vor das Auge gesetzter Sammellinse (3 dpt)
- Nahpunkt und Fernpunkt: in der gleichen Weise wie 1.

Protokoll

Berechnen Sie die Akkommodationsstrecke in Metern mit und evtl. (nur bei Myopie = Kurzsichtigkeit möglich) ohne Sammellinse sowie die dazugehörigen Akkommodationsbreiten in Dioptrien.

$$Akkommodationsbreite\ \ [dpt] = \frac{1}{Nahpunkt\ \ [m]} - \frac{1}{Fernpunkt\ \ [m]}$$

Beim Emmetropen (Normalsichtigen) ist der Abstand des Fernpunkts sehr groß, so dass die Berechnung der Akkommodationsbreite näherungsweise nach folgender Formel erfolgen kann:

$$Akkommodationsbreite\ \ [dpt] \approx \frac{1}{Nahpunkt\ \ [m]}$$

Tragen Sie ihre Ergebnisse in die untenstehende Tabelle ein.

Welche klinisch relevanten Informationen kann man aus der Bestimmung der Akkommodationsbreite gewinnen?

Ergebnisse am Scheiner'schen Optometer							
Parameter	Messung						Mittelwert
	auf Auge zu (⇐)			von Auge weg (⇒)			
	1	2	3	4	5	6	
Nahpunktabstand ohne Zusatzlinse							m
Fernpunktabstand ohne Zusatzlinse (nur mögl. bei Myopie $>$ 3 dpt)							m
Nahpunktabstand mit Sammellinse							m
Fernpunktabstand mit Sammellinse							m
Akkommodationsstrecke ohne Zusatzlinse (nur mögl. bei Myopie $>$ 3 dpt)							m
Akkommodationsstrecke mit Sammellinse							m
Akkommodationsbreite ohne Zusatzlinse							dpt
Akkommodationsbreite mit Sammellinse							dpt

2. Gesichtsfeldbestimmung (Perimetrie)

Es werden die Gesichtsfeldgrenzen mit einem **weißen** und einem **farbigen** Lichtpunkt für **ein Auge** bestimmt. Die Messungen beginnen in der Waagerechten, für die folgenden Messungen wird der Perimeterkreisbogen um je **30°** in gleicher Richtung weitergedreht, bis ein voller Kreis durchlaufen ist.

Protokoll

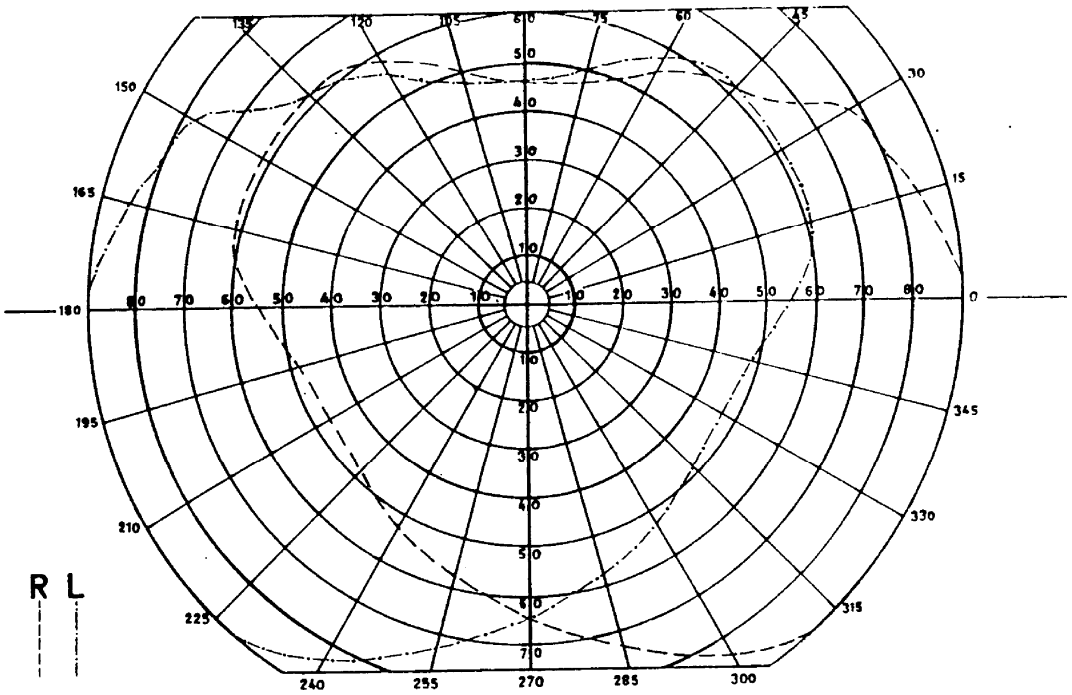
Markieren Sie das vermessene Auge.

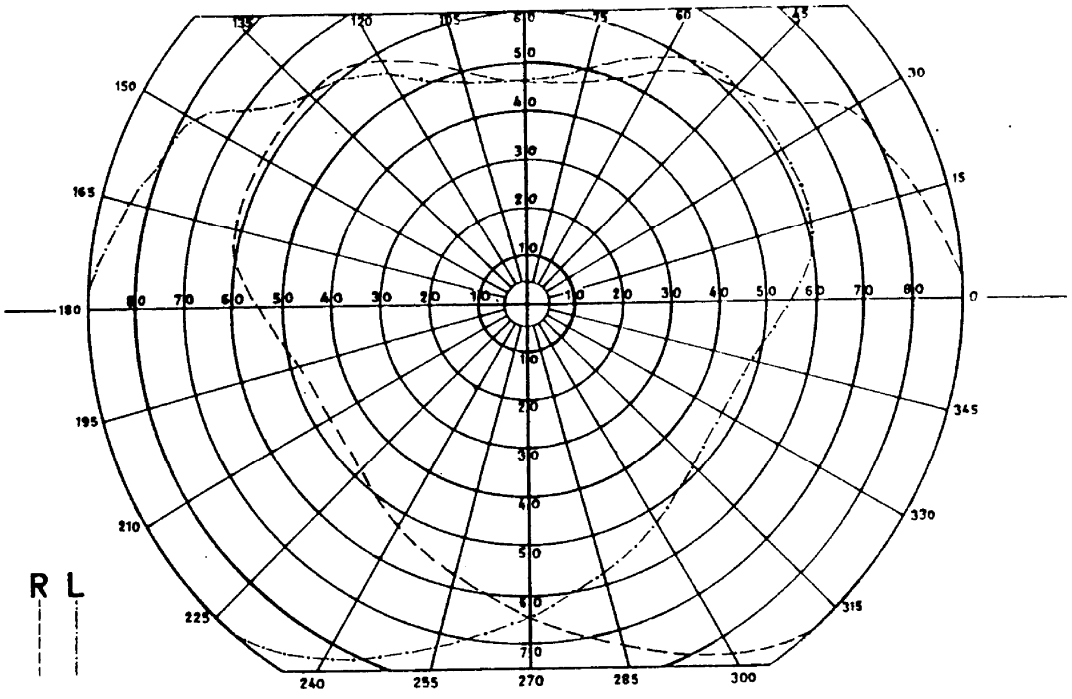
Tragen Sie die ermittelten Werte in die unten stehenden Abbildungen ein und verbinden sie die Punkte.

Tragen Sie in der Horizontalebene auch den **blinden Fleck** ein!

Wie unterscheiden sich die Gesichtsfelder für weiße und farbige Lichtpunkte?

Welche klinisch relevanten Informationen kann die Bestimmung des Gesichtsfeldes liefern?





3. Bestimmung der Sehschärfe (Visus)

Protokoll

Bestimmen mit Hilfe von Sehtafeln für **beide** Augen (unter Verwendung etwaiger **Sehhilfen**!) getrennt ihren Visus, wobei das andere Auge mit der flachen Hand bzw. einer Augenklappe abgedeckt wird.

$$\boldsymbol{Visus} = \frac{Betrachterabstand\ \ [m]}{Sollwert\ \ der\ \ Sehtafel\ \ [m]}$$

	rechtes Auge	linkes Auge
Visus		
Sehtest für Fahrerlaubnis: Visus mind.	0,7	

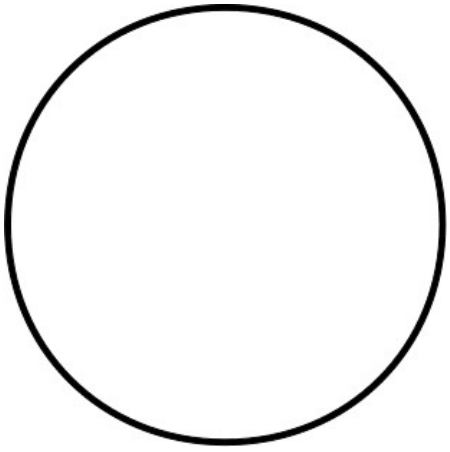
4. Untersuchung des Augenhintergrundes (Ophthalmoskopie/ Funduskopie)

1. Augenspiegeln am Modellauge:
   - Ophthalmoskop vor das Auge des Untersuchers halten (Nasenflügel als Fixationspunkt)
   - Annäherung an das Demonstrationsauge
   - Veränderung der Position vor dem Demonstrationsauge bei konstanter Entfernung, um auch die Teile des Augenhintergrundes zu erfassen, die bei Betrachtung in der optischen Achse verdeckt liegen

2. Augenspiegeln am Demonstrationskopf:
   - analog zur Vorgehensweise am Modellauge

Protokoll

Zeichnen Sie den beobachteten Augenhintergrund (Gefäße, Papilla nervi optici, Macula lutea bzw. Fovea centralis). Handelt es sich um ein rechtes oder linkes Auge?



5. Farbsehen

Die Testpersonen werden am Gerät eingewiesen.

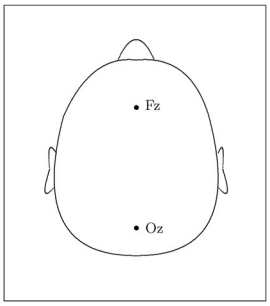
Protokoll

Lesen Sie den Anomaliequotienten AQ der Versuchsperson (Vp) ab.

$$AQ = \frac{Grünanteil\ der\ Vp/Rotanteil\ der\ Vp}{Grünanteil\ N/Rotanteil\ N}$$ N ist der Normwert der Farbtüchtigen

Wie ist der Normbereich für den Anomaliequotienten?

6. Visuell Evozierte Potentiale (VEP)



Die Ableitpositionen der Elektroden (Fz –frontaler Punkt, Oz –okzipitaler Kortex)

Protokoll

Übernehmen Sie skizzenhaft den Zeitverlauf des VEP's.

Tragen Sie ihre Ergebnisse (Latenzzeiten) in die Tabelle ein.

Bezeichnung	Latenzzeit (Normwert)	Latenzzeit (Wert des Probanden)
N75	75 ms	
P100	100 ms	
N140	140 ms	

Welche klinische Anwendung gibt es für die VEP's?

7. Keratometrie

Protokoll

Beschreiben Sie kurz das Grundprinzip der Messung.

Welche klinische Anwendung gibt es?

Wie kann ein Astigmatismus korrigiert werden?

Was ist ein physiologischer Astigmatismus?

8. Adaptometrie

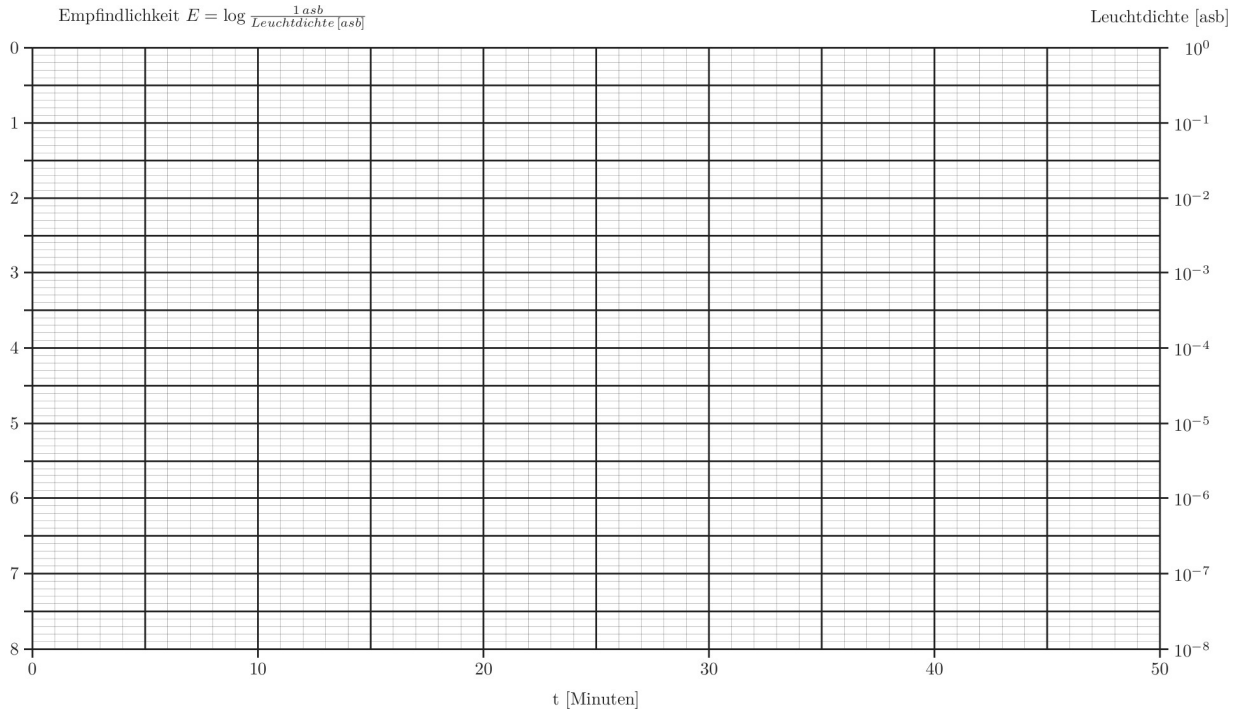
Protokoll

Empfindlichkeit E	Zeit t (min)
0,4	1
0,9	1,5
1,4	3
1,9	6
2,4	7,5
2,5	9
2,9	10
3,4	12
3,7	13
3,9	15,5
4,1	20
4,3	27

Die oben stehenden Werte wurden in einem früheren Praktikum erhoben. Tragen Sie diese in das nachfolgende Diagramm ein!

Welche Mechanismen tragen zur Dunkeladaptation bei?

Markieren Sie den Kohlrauschknick. Was passiert dort?



Registier-Adaptometer nach Prof. Hartinger. (1 $Apostilb\ \ (asb) = \frac{1\ cd}{\pi \cdot m^2}$)