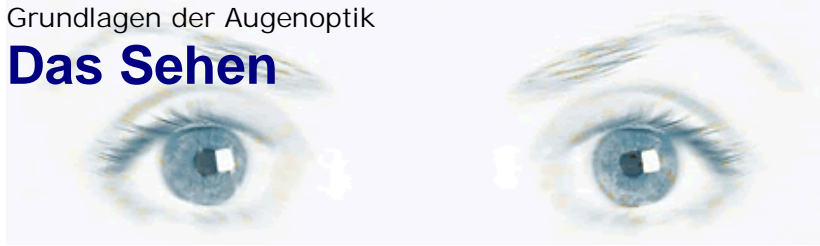


Grundlagen der Augenoptik

Das Sehen



Der Mensch ist ein stark auf visuelle Umweltorientierung ausgerichtetes Wesen. Entsprechend ausgeprägt und entwickelt sind die dafür notwendigen Organe: Die Augen und das Gehirn. Damit Sehen möglich ist, muss von der Pupille bis zu den grauen Zellen alles optimal zusammenspielen.

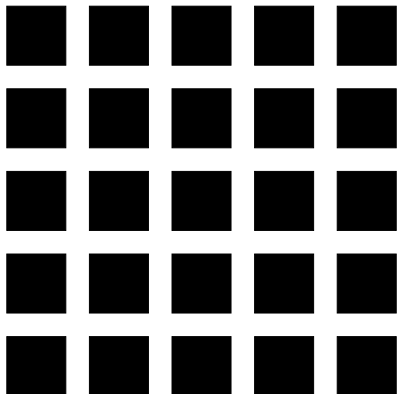
Grundlagen der Augenoptik

1/8	Das Auge
2/8	Das Sehen
3/8	Fehlsichtigkeiten
4/8	Augenoptik
5/8	Brillen
6/8	Kontaktlinsen
7/8	Seh- & Augenpflege
8/8	Sehtests

Inhalt

- Wir sehen mit dem Gehirn
- Sehen in Ferne und Nähe
- Das beidäugige Sehen
- Die Sehschärfe
- Sehen bei Nacht

Wir sehen mit dem Gehirn



Was wir wie sehen, bestimmt das Gehirn:

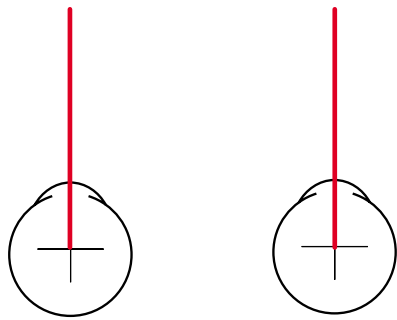
Wir sehen graue Kreise an den Ecken der Quadrate aufblitzen — doch diese existieren nur in unserer Vorstellung! Das Gehirn sucht und kreierte im Gesehenen automatisch Muster und Ergänzungen.

Wie kein anderes Organ sind die Augen eng mit dem **Gehirn** verbunden, man kann sogar der Ansicht sein, dass die Augen eine sensorische Verlängerung des Gehirns darstellen. In der Tat sind die grauen Zellen in die Sehvorgänge stark involviert: Einerseits verarbeitet das Gehirn die **Nervenreize** zu Bildmustern, vergleicht diese mit Bekanntem und weist ihnen Bedeutungen zu — dies alles geschieht in Sekundenbruchteilen. Erst im Gehirn entstehen die Bilder, die wir „sehen“. Andererseits steuert das visuelle Zentrum des Gehirns auch die **feinmotorischen Augenbewegungen**: Z.B. das Einschwenken der Augen beim Sehen in die Nähe; das Erweitern und Verkleinern der Pupille, um den Lichteinfall zu regeln oder das Beugen der Augenlinse via die feinen Zillarmuskeln, um den Fokus scharf zu stellen.

Zum Zuge kommt diese **Anpass- und Feinkorrektionsfähigkeit des Bildes** auch bei der Kompensation etwa einer leichten Übersichtigkeit oder bei einer latenten Schielstellung. Das Abweichen des Blicks wird eine durch laufende Gegensteuerung ausgeglichen — eine verstärkte, aber unbewusste **Sehanstrengung**, die mit der Zeit ermüden kann. Von Vorteil ist die hohe Anpassfähigkeit unseres visuellen Systems auch bei **Gleitsichtbrillen** und **Multifokallinsen**, wo sich die Augen an eine neue Blicktechnik gewöhnen müssen.

Gut Sehen = entspannt und ermüdungsfrei Sehen!

Das Sehen in Ferne und Nähe



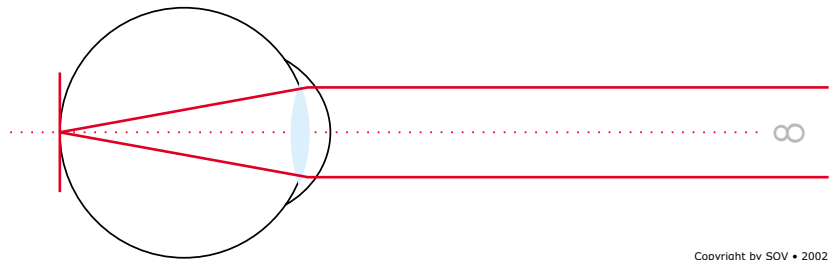
Blick in die Ferne

In entspannter Ruhestellung ist der Blick unserer Augen in die Ferne gerichtet; die Blickachsen der beiden Augen liegen im Regelfall parallel. Leichte Abweichungen in der natürlichen Anlage werden vom visuellen System kompensiert.

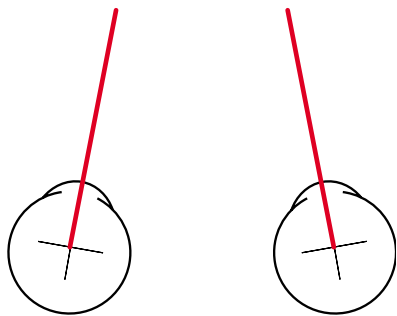
Auch die Augenlinse, das Fokussiersystem jedes einzelnen Auges, ist in entspanntester Lage auf Weitblick eingestellt.

Blick in die Ferne (monokular)

Das normalsichtige, in der Fachsprache emmetrope Auge hat in Ruhestellung seinen Brennpunkt auf der Netzhaut. Alles, was vom Auge betrachtet wird, fällt genau auf die Netzhautgrube, auf die Zone des schärfsten Sehens.



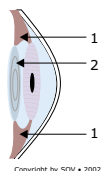
Copyright by SOV • 2002



Blick in die Nähe

Beim Blick in die Nähe stellt sich das visuelle System auf die verkürzte Distanz ein: Die Augen schwenken nach Innen (**Konvergenz**) und die Linsen der einzelnen Augen stellen entsprechend scharf. Durch das Zusammenziehen der Ziliarmuskeln erhöht sich die Krümmung der Augenlinse, bis das Objekt deutlich abgebildet wird. Dieser Anpassvorgang der Augenlinse nennt sich **Akkommodation**.

Durch eine zunehmende Versteifung der Linse schon ab dem 10. Lebensjahr verringert sich dieses Anpassvermögen im späteren Lebensalter. Ein Kleinkind sieht Dinge scharf, die gleich vor seiner Nasenspitze sind, im Alter von 40 bis 50 Jahren liegt dieser **Nahpunkt** 30-50 cm und mehr von den Augen weg



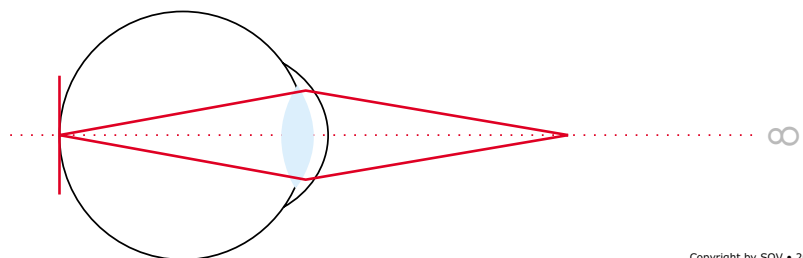
- 1) Ziliarmuskeln
- 2) Linse

Copyright by SOV • 2002

Siehe 3/8 FEHLSICHTIGKEITEN > Presbyopie / Alterssichtigkeit

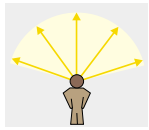
Blick in die Nähe (monokular)

Durch **Akkommodation** (Ziliarmuskeln verstärken die Beugung der Augenlinse) kann das Auge den Punkt des deutlichsten Sehens auf die gewünschte Distanz bzw. bis zum Nahpunkt vorverlegen.

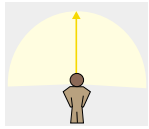


Copyright by SOV • 2002

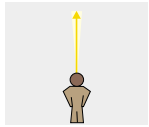
Das beidäugige Sehen



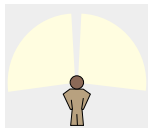
Blickfeld:
Bereich, der sich bei unbewegtem Kopf durch *Augenbewegungen deutlich* überblicken lässt.



Gesichtsfeld:
Bereich, den man wahrnehmen kann, während man etwas mit dem Blick fixiert.



Zentrale Tagessehstärke
Zone des deutlichsten bzw. schärfsten Sehens.



Peripheres Sehen
Visuelle Wahrnehmung ausserhalb der zentralen Zone des schärfsten Sehens.

Das beidäugige oder binokulare Sehen ist wesentlich für Richtungswahrnehmung und Tiefenschärfe. Erst der beidäugige Stereoblick ermöglicht gutes räumliches Sehen.

Im Normalfall ist ein Augenpaar genau aufeinander abgestimmt; die Seheindrücke beider Augen verschmelzen zu einer gemeinsamen Wahrnehmung (**Binokularsehen**). Diese Fusion der beiden Seheindrücke erfolgt weitgehend unbewusst und wird durch motorische (Muskelbewegungen) und sensorische (Schaltvorgänge im Nervensystem) Aktivitäten gesteuert. Stört eines der Augen den Fusionsvorgang massiv (z.B. durch Schielen oder starke Fehlsichtigkeit), kann es vom visuellen System unterdrückt werden.

Zentrum und Peripherie: Wirklich scharf sehen wir am Tage nur jeweils dort, wo wir genau Hinblicken. Je weiter von diesem Punkt entfernt, desto unschärfer wird das Bild. Da der Blick häufig springt und die Umgebung „abtastet“, werden wir von unserem visuellen System trotzdem mit einem angenehmen Gesamtbild versorgt.

Die Sehschärfe



Der Landoltring

Ist ein Normzeichen zur testmässigen Bestimmung der Sehschärfe. Es gilt dabei, die Lage der Ringöffnung zu erkennen.

Auflösungsvermögen

Das **Auflösungsvermögen** eines visuellen Systems bezeichnet dessen Fähigkeit, dicht benachbarte Punkte oder Linien getrennt wahrzunehmen. Das Auflösungsvermögen des Auges wird von einer Vielzahl von Faktoren mitbestimmt:

- Form und Orientierung der Objekteinheiten
- Leuchtdichte und Farbe von Objekt und Umfeld
- Dauer der Wahrnehmungszeit
- Aufmerksamkeit des Betrachters
- Bekanntheit des Objekts (Gewöhnung)
- optische Qualität des Netzhautbildes
- Adaptationszustand des Auges
- Bildort auf der Netzhaut

Das fehlsichtige Auge hat seinen Brennpunkt entweder vor oder hinter der Netzhaut. Dies kann mit Brillengläsern oder Kontaktlinsen korrigiert werden.

Visus	Sehvermögen
2.000	überdurchschnittlich
1.600	sehr gut
1.250	
1.000	gut / ausreichend
0.800	
0.630	0,6 = <i>verkehrstauglich</i>
0.500	herabgesetzt
0.400	
0.320	
0.250	
0.200	stark herabgesetzt
0.160	
0.125	
0.100	

Sehschärfewerte in logarithmischer Abstufung nach DIN EN 8596

Sehschärfe in Visus

In der Augenoptik wird die **Sehschärfe (Visus)** mit speziellen Sehzeichen bestimmt. Gemessen wird die kleinstmöglich erkennbare Zeichengrösse unter normalen Tageslichtbedingungen, jeweils einzeln links und rechts sowie beidäugig, wobei die binokulare Sehschärfe meist höher ist als die als monokulare bzw. einäugige.

Das Resultat gibt Auskunft über die zentrale Tagessehschärfe. Der Wert **Visus 1** manchmal auch „**Visus 100%**“ genannt, entspricht einem **Durchschnittswert** für gutes Sehen. Definiert ist dieser Wert wie folgt: Wenn zwei Punkte, die sich im Abstand von einer Winkelminute (= 1/60 Grad) befinden, als getrennt wahrgenommen werden können. Im angelsächsischen Raum ist ein anderes Bewertungssystem verbreitet (Visus 1 = 20/20 Sehschärfe)

siehe 8/8 SEHTESTS > Visustest

Sehen bei Nacht

siehe 1/8 DAS AUGE > Netzhaut



Sofort- und Daueradaptation

Der Dunkeladaptationszustand nach 3-5 Minuten wird als Sofort-Adaptation bezeichnet, nach mind. 30 Minuten als Daueradaptation. Beide Adaptationsarten sind voneinander unabhängig, jemand kann also eine gute Sofort- aber schlechte Daueradaptation haben.

Bei weit geöffneten Pupillen kommt die optische Leistung des Auges voll zum Tragen. Dabei können sich leichte Sehfehler bemerkbar machen, deren Vorhandensein man im Alltag gar nicht merkt, da sie durch die höhere Tiefenschärfe der kleineren Pupille kompensiert werden.

Nachts sind alle Katzen grau — Für das Sehen bei Tag und bei Nacht hat die Natur unterschiedliche „Lösungen“ entwickelt, d.h. zwei verschiedene Typen von Sehzellen: **Stäbchen** für ein Schwarzweiss-Bild bei geringer Leuchtdichte und **Zäpfchen** für das farbige Sehen bei Tage. Die nachtaktiven Eulen z.B. haben nur Stäbchen-Sehzellen, Eichhörnchen hingegen nur Zäpfchen und sind nachts praktisch blind.

Das menschliche Auge ist mit beiden Sehzellen-Typen ausgerüstet. Das **zentrale Sehen** mit hoher Detailschärfe bei gutem Licht erfolgt durch die Zapfen, die auf der Netzhaut am Punkt des schärfsten Sehens (Fovea, der Pupille gegenüber) am häufigsten vorhanden sind. Fällt bei Nacht und Dämmerung kein intensives Licht durchs Auge ein, werden die lichtempfindlichen Stäbchen rund um die Fovea aktiv. Dort wo bei Tag der Punkt des schärfsten Sehens war, ist jetzt ein **Nachtblindheitsfleck**. Am schärfsten sieht man Nachts also dann, wenn man leicht am Zielobjekt vorbeischaut.

Die Umstellung der Augen vom Hell- zum Dunkelsehen wird Adaptation genannt. Die **Pupillen** öffnen sich weit, um möglichst alles Licht einzulassen. Darunter leidet, ähnlich wie bei einer Fotokamera, die **Tiefenschärfe**. Die Sehleistung wird beträchtlich reduziert, man sieht am besten auf mittlere Distanzen. Zudem geht auch das **dreidimensionale Sehen** (Tiefenempfindung) weitgehend verloren und damit die Fähigkeit, die Grösse von Objekten zu schätzen. Entscheidend für das gute Sehen in der Nacht sind jedoch vor allem die Adaptationsreaktionen auf der Netzhaut, wo sich die Sehzellen durch langsame photochemische Prozesse auf die verändernde Lichtintensität einstellen.