Netzhaut (Retina)

Die Netzhaut besitzt einen lichtempfindlichen (Pars optica rtinae) und einen unempfindlichen Teil (Pars caeca retinae). Unempfindlicher und empfindlicher Teil gehen an der Grenzlinie (Ora serrata) ineinander über. Der lichtempfindliche Abschnitt zeigt einen geschichteten Bau, der durch den Wechsel von zellreichen und zellarmen Schichten gekennzeichnet ist.

Abb. 1 Grafik zur Architektur von Iris, Linse sowie den Augenhäuten

Der Pfeil markiert den Übergang der Pars caeca in die Pars optica, an der Ora serrata.

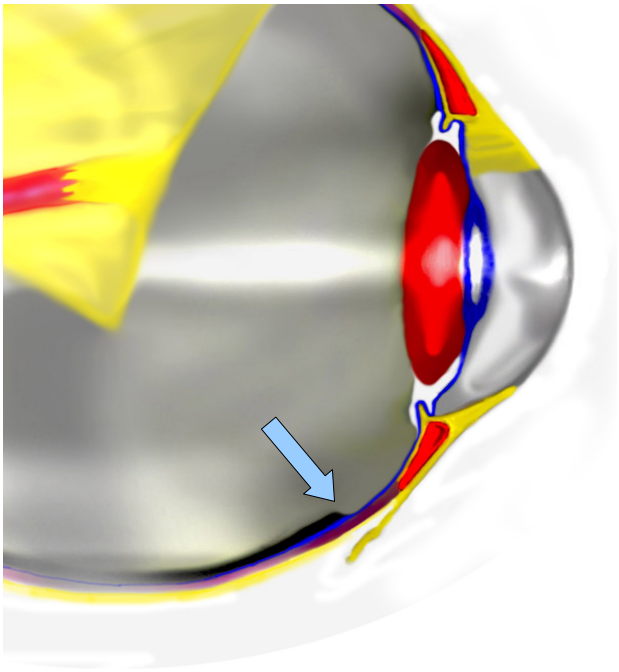
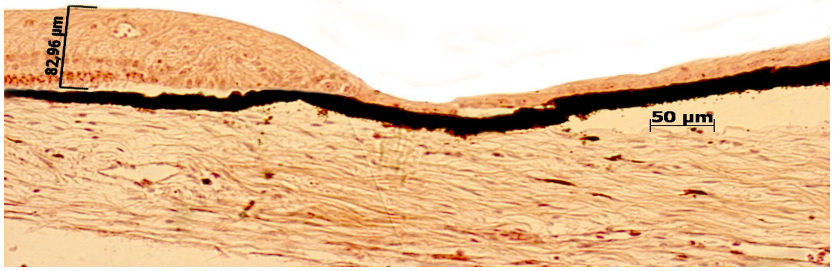


Abb. 2 Ora serrata retinae

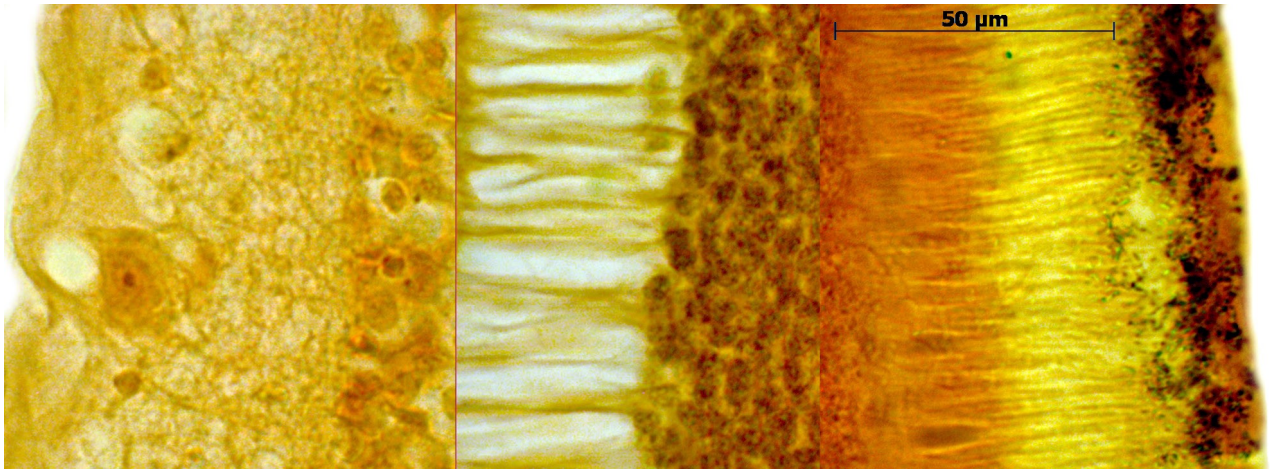


Der lichtempfindliche Teil der Retina setzt sich aus mehreren Schichten zusammen und wird als Stratum nervosum bezeichnet. Unter der Retina liegt die Choreoidea mit ihrem Pigmentepithel.

Das Pigmentepithel absorbiert das einfallende Licht und verhindert so störende Reflexionen. Die Enden der Zapfen und Stäbchen der Retina sind in die Epithelzellen der Pigmentschicht eingebettet. Zapfen und Stäbchen unterliegen der stetigen Regenration, deshalb müssen die Pigmentzellen die abgestoßenen Zellreste phagozytieren. Darüber hinaus tauschen Pigmentzellen und die Sinneszellen (Stäbchen/Zapfen) Stoffe aus. Entsprechend der embryonalen Herkunft gehört das Pigmentepithel zur Choreoidea. Der Glaskörper drängt die Retina gegen das Pigmentepithel und

sorgt für einen engen Kontakt. Die Retina ist ein vorgelagerter Teil des Hirns, und der aus ihr entspringende Sehnerv (Nervus poticus) ist eigentlich ein Tractus opticus, der das verschlüsselte optische Bild in Form neuronaler Erregungsmuster weiterleitet.

Abb.3 Retina, Auge Mensch, HE-Färbung



Deutlich sichtbar gliedert sich die Netzhaut in Schichten.

Richtung des Lichteinfalls

Bau des Stratum nervosum

Am Stratum nervosum fällt der Wechsel zwischen zellreichen und zellarmen Schicht auf.

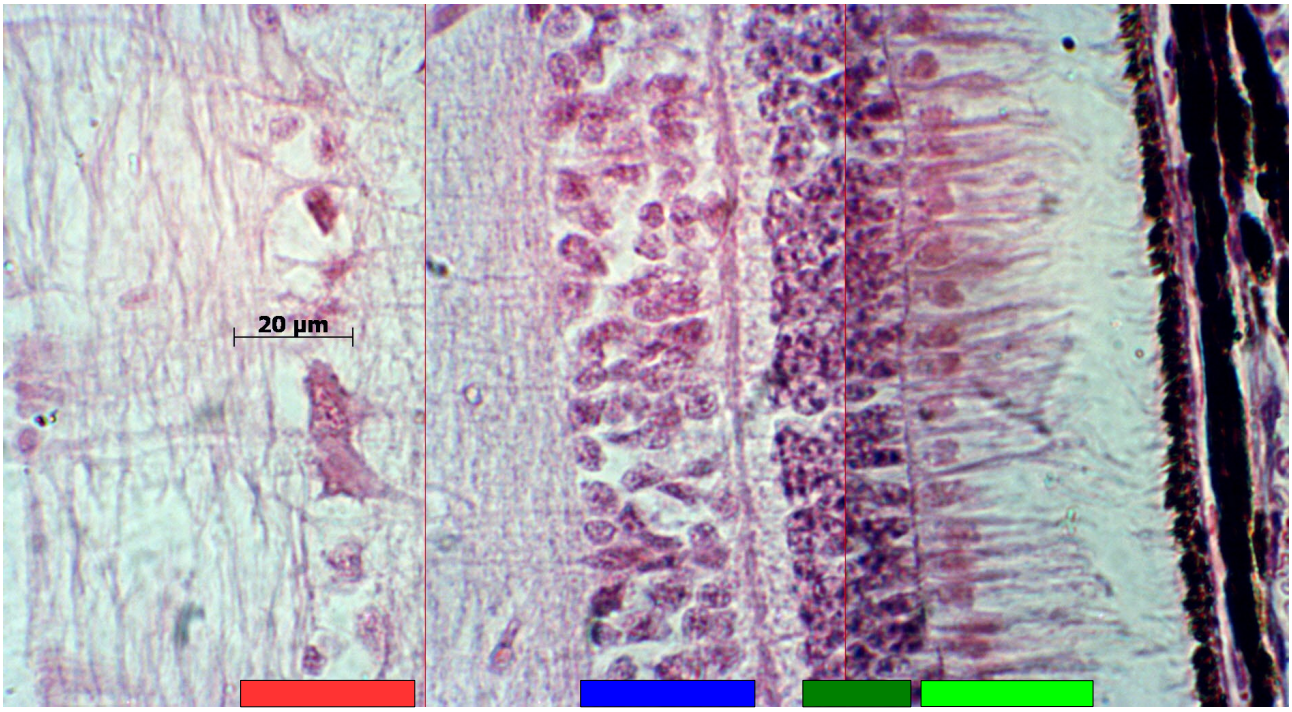
Stäbchen und Zapfen sind Zellfortsätze der unipolaren Rezeptorzellen. Aus physiologischer Sicht bilden Stäbchen und Zapfen das erste Neuron, das am Sehvorgang beteiligt ist. Die Zellkerne liegen dich beieinander und haben zur Bezeichnung äußere Körnerschicht geführt.

Stäbchen reagieren auf die im Licht enthaltene Energie und verursachen im Gehirn ein charakteristisches Erregungsmuster, das die Wahrnehmung von hell und dunkel verursacht.

Von den Zapfen existieren im menschlichen Auge drei Sorten, die durch verschiedene Wellenlängenbereiche erregt werden. Eine Sorte reagiert besonders auf Wellenlängen des grünes Lichts, eine andere Sorte reagiert auf blaues Licht und die dritte Sorte auf Wellenlängen für den roten Farbreiz. Die Zapfen verursachen durch die selektive Reaktion mit den jeweiligen Wellenlängenbereichen des Lichtes ein Erregungsmuster in den Neuronen des Großhirns, die zur Wahrnehmung von Farbtönen führt.

Das zweite Neuron des Sehvorgangs wird von bipolaren Nervenzellen gebildet, die in der inneren Körnerschicht lokalisiert sind. Multipolare Nervenzellen (Gliazellen) bilden das dritte Neuron.

Abb. 4 Retina Mensch, HE-Färbung



3. Neuron (Ganglienzellen)

2. Neuron
bipolore Nervenzellen
innere Körnerschicht

1. Neuron mit Stäbchen/Zapfen
unipolare Nervenzellen
äußere Körnerschicht

Exkurs zu Licht und Farbe

Farbe ist ebenso wie Geruch, Geschmack bzw. Schmerz nicht allein physikalisch definierbar, weil es durch Sinnesorgane vermittelte Wahrnehmungen sind. Der reizauslösende Faktor ist zwar chemisch und physikalisch bestimmbar (objektivierbar), die Sinneswahrnehmung jedoch ist stets individuell und somit subjektiv.

Beim Farbreiz wird der Farbton durch die Wellenlänge des Lichtes bestimmt (objektiver Teil).

Helligkeit der Farbwahrnehmung und Sättigung der Farbe werden jedoch individuell unterschiedlich bewertet: Selbst bei ein und dem selben Individuum treten Differenzen auf, wenn sich das zentrale Nervensystem in einem ausgeruhtem Zustand und einem gestressten Zustand befindet.

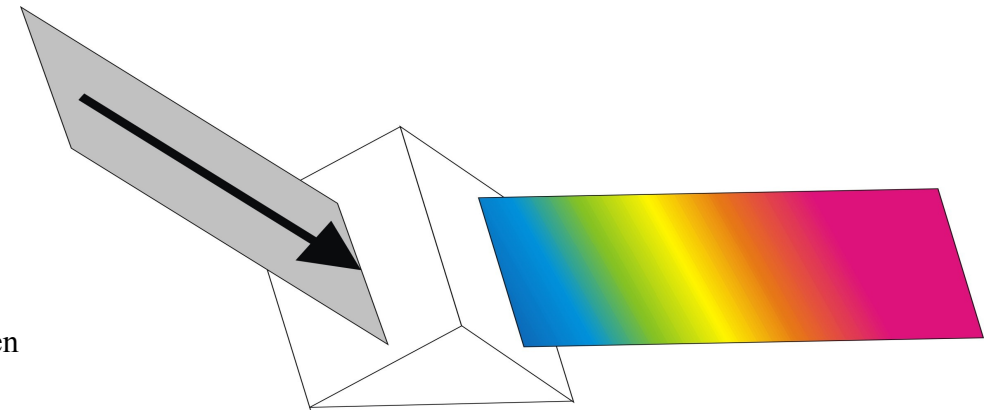
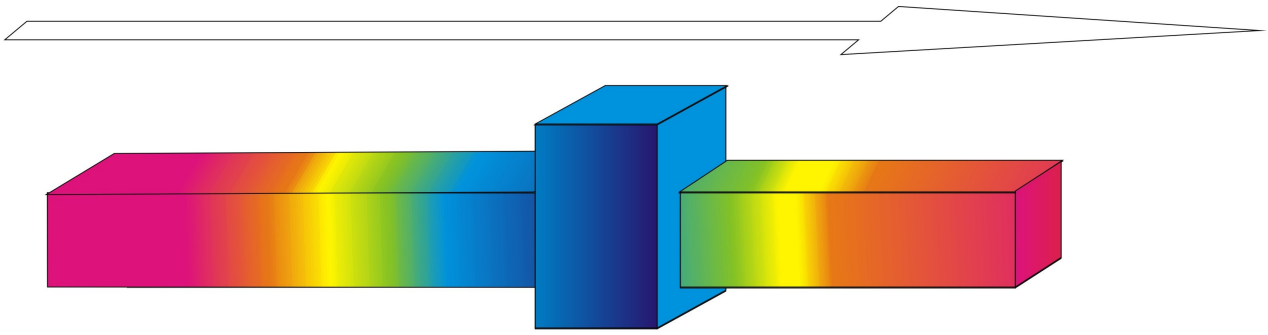


Abb. 5 Spektralfarben

polychromatisches (weißes Licht) wird durch ein Prisma in Spektralfarben zerlegt

Abb. 6 Grafik zur Farbentstehung



Warum erscheint ein Gegenstand im blauen Farbton?

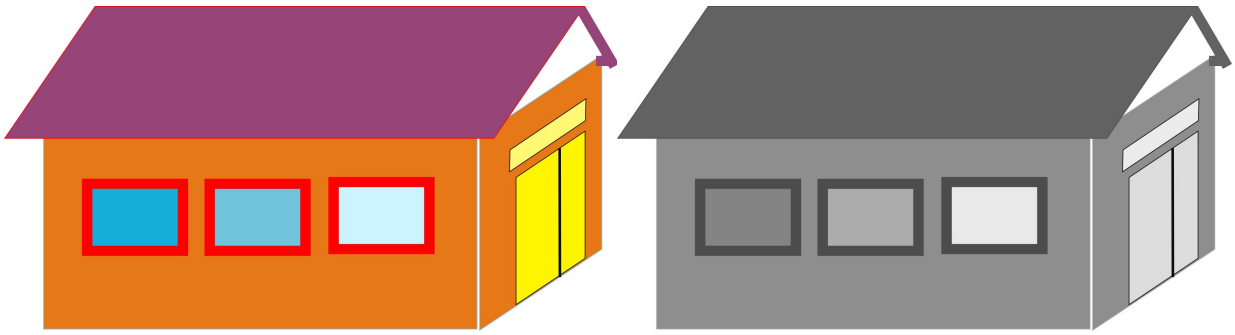
Das weiße (polychromatische) Licht fällt auf einen Körper, der die Eigenschaft besitzt, Licht zu absorbieren. Er kann dies, weil er aus Molekülen besteht, die mit den Wellen des Lichts in Wechselwirkung treten: In den Molekülen befinden sich Elemente, die durch spezifische Atombindungen zusammen gehalten werden.
Treffen die passenden Wellenlängen des einfallenden Lichts mit den Elektronen in diesen Bindungen zusammen, dann erfolgt die Absorption genau dieser Wellenlängen. Der nicht absorbierte Teil des Lichts wird an die Außenwelt abgegeben. Das menschliche Auge besitzt die Fähigkeit diese Wellenlängen als Farbreiz zu empfinden.
Der blaue Körper absorbiert von den einfallenden Lichtstrahlen jene der Wellenlängen violett, grün, gelb, orange sowie rot und kann deshalb die des blauen Spektralbereichs aussenden.

Was sind unbunte Farben?

Schwarz und Weiß nehmen in der Farblehre eine Sonderform ein: Da sie im Alltag als Farben behandelt werden erhalten sie in der Optik den Zusatz - unbunte Farbe. Absorbiert ein Körper alle Spektralbereiche gleichmäßig stark, so erscheint er schwarz. Wird die Absorption schwächer, so erscheint er grau und schließlich weiß.

Helligkeit und Sättigung

Wie hell ein Farbton ist und wie gesättigt er erscheint, dies wird im Vergleich des Farbreizes zu seinem korrelierenden Grauton bestimmt. Am leichtesten ist dieser Zusammenhang zu verstehen, wenn ein und das selbe Bild farbig und in Graustufen betrachtet wird.



Der blaue Farbton der Fenster wurde nicht verändert, ähnlich einer Farbe im Wasserglas wurde der Wasseranteil erhöht und der Farbton „verdünnt“: Die Sättigung nimmt ab und die Helligkeit .