

# SONDER- EDITION


Die aktuelle Ausgabe des Newsletters befasst sich diesmal mit dem Thema „Kein Licht ohne Augen“. Prof. Jens Martin Rohrbach bietet Ihnen mit dieser Sonderedition einen Einblick in das Thema. Der Beitrag wurde für die Ausstellung „Light my fire“ im Archäologischen Museum Hamburg-Harburg verfasst und soll die Bedeutung der Augen unterstreichen. Es wird hier das vollständige Manuskript wiedergegeben. Dieses wurde vom Museum für den Ausstellungskatalog in deutlich gekürzter Version verwendet.



Prof. Bartz-Schmidt für das Team der Augenklinik

03/2024  
KEIN LICHT OHNE  
AUGEN


Department für Augenheilkunde | Universitäts-Augenklinik Tübingen  
Redaktion: Angelika Hunder, MA | Prof. Dr. K.U. Bartz-Schmidt



Der Titel ist nur bedingt korrekt. Natürlich gibt es Licht physikalisch auch ohne Augen, aber es ist ohne Augen nicht wahrnehmbar. Licht ist der sichtbare Teil des elektromagnetischen Spektrums mit Wellenlängen zwischen ca. 400 (Violett) und 760 Nanometern (Rot). Die Entwicklung des Lichts ist an die Geschichte des Universums gebunden. Nach heutiger Auffassung entstand es mit dem Urknall vor ca. 13,8 Milliarden Jahren.

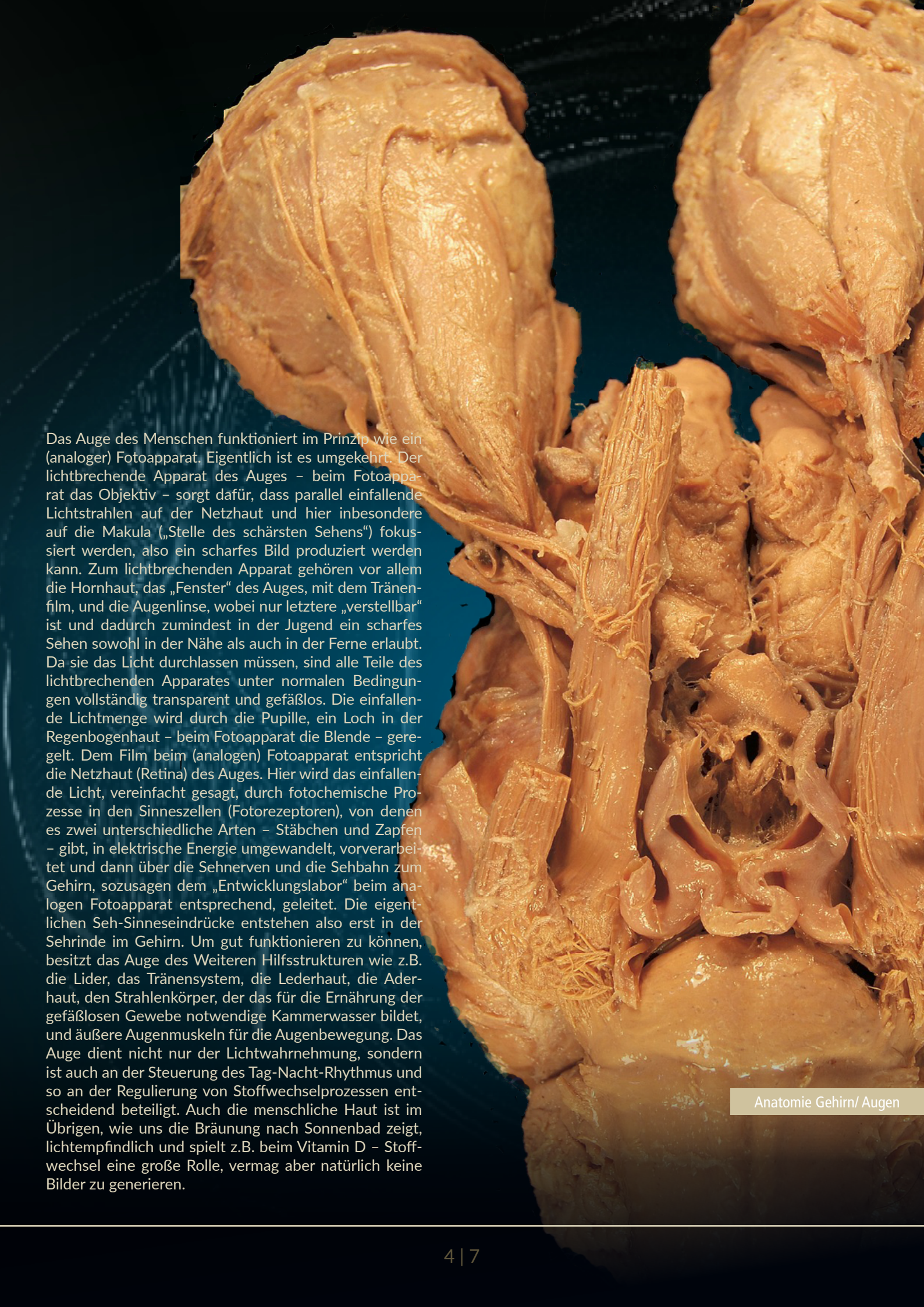
Auf der vor ca. 4,6 Milliarden Jahren entstandenen Erde konnte Leben erst durch die Fotosynthese, d.h. durch die Umwandlung von energiearmen, anorganischen in energiereiche, organische Stoffe unter dem Einfluss des Lichts, entstehen. Den Pflanzen folgten die Tiere, diesen vor ca. 300.000 Jahren die Menschen.

# KEIN LICHT OHNE AUGEN



Früh mit dem Beginn der Fauna, d.h. des Tierreichs, entwickelte die Natur Instrumente zur Lichtwahrnehmung: Augen. Schon die ersten uns fossil überlieferten Lebewesen auf der Erde, die Trilobiten („Dreilapper“), hatten vor mehr als 500 Millionen Jahren zum Teil komplexe Lichtsinnesorgane (Abb.). Trilobiten mit Augen hatten einen Überlebensvorteil gegenüber solchen ohne Augen. Licht und Augen hatten und haben also eine überragende Bedeutung für das Leben auf der Erde. Seit den Trilobiten hat die Evolution eine große Vielzahl an ganz unterschiedlichen, den jeweiligen Lebensbedingungen und Bedürfnissen der Tiere angepassten Augen mit sehr einfachen bis hoch differenzierten Bauplänen geschaffen. Kaum ein, nein wahrscheinlich kein anderes Organ besitzt eine derart große evolutionäre Vielfalt. Den durchaus sehr leistungsfähigen sogenannten Facettenaugen der Insekten stehen die Linsenaugen von Fischen, Amphibien, Reptilien, Vögeln und Säugetieren gegenüber. Die heutigen Vorstellungen über das menschliche Auge haben sich über etwa 2500 Jahre langsam geformt, und noch immer sind nicht alle Fragen restlos geklärt. Auf das Auge entfallen ca. 3/4 aller Sinneseindrücke. Es ist damit das wichtigste Sinnesorgan des Menschen.

Abb.: Versteinerter Trilobit („Dreilapper“) mit zwei Augen (Pfeile). Besondere Bestandteile in den Augen (Calcit) erlaubten die Versteinerung und somit die fossile Überlieferung. Trilobiten waren Meeresbewohner und lebten auf der Erde vor ungefähr 520 bis 250 Millionen Jahren. Ihre Augen sind das älteste Zeugnis von Lichtsinnesorganen auf unserem Planeten. (Archiv J.M.Rohrbach)



Das Auge des Menschen funktioniert im Prinzip wie ein (analoger) Fotoapparat. Eigentlich ist es umgekehrt. Der lichtbrechende Apparat des Auges – beim Fotoapparat das Objektiv – sorgt dafür, dass parallel einfallende Lichtstrahlen auf der Netzhaut und hier insbesondere auf die Makula („Stelle des schärfsten Sehens“) fokussiert werden, also ein scharfes Bild produziert werden kann. Zum lichtbrechenden Apparat gehören vor allem die Hornhaut, das „Fenster“ des Auges, mit dem Tränenfilm, und die Augenlinse, wobei nur letztere „verstellbar“ ist und dadurch zumindest in der Jugend ein scharfes Sehen sowohl in der Nähe als auch in der Ferne erlaubt. Da sie das Licht durchlassen müssen, sind alle Teile des lichtbrechenden Apparates unter normalen Bedingungen vollständig transparent und gefäßlos. Die einfallende Lichtmenge wird durch die Pupille, ein Loch in der Regenbogenhaut – beim Fotoapparat die Blende – geregelt. Dem Film beim (analogen) Fotoapparat entspricht die Netzhaut (Retina) des Auges. Hier wird das einfallende Licht, vereinfacht gesagt, durch fotochemische Prozesse in den Sinneszellen (Fotorezeptoren), von denen es zwei unterschiedliche Arten – Stäbchen und Zapfen – gibt, in elektrische Energie umgewandelt, vorverarbeitet und dann über die Sehnerven und die Sehbahn zum Gehirn, sozusagen dem „Entwicklungslabor“ beim analogen Fotoapparat entsprechend, geleitet. Die eigentlichen Seh-Sinneseindrücke entstehen also erst in der Sehrinde im Gehirn. Um gut funktionieren zu können, besitzt das Auge des Weiteren Hilfsstrukturen wie z.B. die Lider, das Tränensystem, die Lederhaut, die Aderhaut, den Strahlenkörper, der das für die Ernährung der gefäßlosen Gewebe notwendige Kammerwasser bildet, und äußere Augenmuskeln für die Augenbewegung. Das Auge dient nicht nur der Lichtwahrnehmung, sondern ist auch an der Steuerung des Tag-Nacht-Rhythmus und so an der Regulierung von Stoffwechselprozessen entscheidend beteiligt. Auch die menschliche Haut ist im Übrigen, wie uns die Bräunung nach Sonnenbad zeigt, lichtempfindlich und spielt z.B. beim Vitamin D – Stoffwechsel eine große Rolle, vermag aber natürlich keine Bilder zu generieren.


Das Sehen hat für den Menschen seit jeher einen sehr hohen Stellenwert. Seine Bedeutung ist für den modernen Menschen unter anderem mit Lesen, Computerarbeit und Führen eines Kraftfahrzeugs ungleich größer als früher. Es gibt erfülltes menschliches Leben auch ohne Lichtwahrnehmung, und die heutigen technischen Möglichkeiten vermögen Blindheit oft abzumildern. Trotzdem bleibt Blindheit eines der schwersten menschlichen Schicksale. Die meisten Menschen würden heute ein Leben im Rollstuhl einer Blindheit vorziehen. Die Menschheit versucht seit fast 3000 Jahren, eingeschränkte Sehfunktion und Blindheit zu vermeiden oder zu mindern (Abb.), und hat dabei bis heute sehr große Erfolge erzielt ohne aber den Kampf gegen die Blindheit auch nur annähernd gewonnen zu haben.



Starstecher

“  
Halt die Nadel ja gewiß im eindrehen  
/ und gieb mit fleis achtung darauff /  
das Du mit der Spitze der Nadel immer  
nach der mitte des Auges gegen der  
Uvea zukommest [...]  
”

Abb.: Operation der Linsentrübung („grauer Star“ bzw. „Katarakt“) aus dem ersten deutschsprachigen Lehrbuch für Augenheilkunde überhaupt von Georg Bartisch (1535-1607). Das Buch war mit „Das ist Augendienst“ betitelt und erschien 1583. Es ist reich illustriert. Auf dem Bild erkennt man rechts noch die weiße Pupille durch die vollständig getrübte, weitgehend lichtundurchlässige Linse, während die linke Pupille nach bereits erfolgter Operation wieder schwarz ist und so wieder Licht auf den Augenhintergrund fallen lässt. Die Operation bestand seinerzeit im „Starstich“, d.h. in der Verlagerung der getrübten Linse aus der Sehachse heraus mit einer durch die Lederhaut gestochenen Nadel. Die Linse verblieb im Auge und konnte Komplikationen hervorrufen. Ab 1750 ging man deshalb langsam dazu über, die getrübte Linse aus dem Auge zu entfernen. Seit 1949 werden künstliche Linsen in das Auge eingesetzt, um die nach Operation fehlende Brechkraft der natürlichen Linse zu ersetzen. Betäubungsmöglichkeiten im heutigen Sinn gab es im 16. Jahrhundert noch nicht. Die Patienten wurden festgehalten oder auf einem Stuhl festgebunden. Reichlich Alkohol vor dem Eingriff mag die Schmerzen gelindert haben. Um wieder besser sehen zu können, erduldeten man fast alles.



Im Mittelalter war es vor allem die seinerzeitige Intelligenz in Personen der des Lesens kundigen Mönche, die sich nicht nur mit der Augenheilkunde, sondern auch mit der Optik, also der Lehre vom Licht, und der Astronomie beschäftigten. Diese drei „Lichtdisziplinen“ haben sich seitdem wechselseitig beeinflusst und tun das bis heute noch. Die Mönche des Mittelalters waren dem Licht besonders zugetan, war dieses doch mit das Erste, was Gott nach der Schöpfungsgeschichte (1. Buch Mose, Genesis 1, 1-5) erschuf:

„Am Anfang schuf Gott Himmel  
und Erde.

Und die Erde war wüst und leer,  
und es war finster auf der Tiefe;  
und der Geist Gottes schwebte  
über dem Wasser.

Und Gott sprach:  
Es werde Licht! Und es ward Licht!

Und Gott sah, dass das Licht gut  
war. Da schied Gott das Licht von  
der Finsternis und nannte das  
Licht Tag und die Finsternis Nacht.  
Da ward aus Abend und Morgen  
der erste Tag“.

Licht und Auge gingen und gehen tief in das Theologische und Philosophische hinein. Wir merken das heute an bestimmten Redewendungen wie z.B. „Ein Licht aufgehen“, „Im Angesicht des Todes“, „Den Tod vor Augen haben“ oder „Für immer die Augen schließen“. Hieronymus Bosch (um 1450-1516) stellte sich den Tod in seinem um 1500 entstandenen Werk „Der Aufstieg der Seligen ins himmlische Paradies“ aus seinem Zyklus „Visionen aus dem Jenseits“ als eine Wanderung zum und durch das Licht vor. Licht, Natur und Augen gehören untrennbar zusammen.

www.amh.de



ARCHÄOLOGISCHES MUSEUM  
HAMBURG

STADTMUSEUM  
HARBURG

**LIGHT  
MY  
FIRE  
MENSCH  
MACHT  
FEUER**

Hamburg | [www.amh.de](#) | #amhde

FREIER  
EINTRITT FÜR  
KINDER

**11.10.2023 –  
28.04.2024**

