

## Kuhauge sezieren - Anleitung

1) Überprüfe die Aussenseite des Auges. Schau, wie viele Teile des Auges du finden kannst. Du solltest in der Lage sein, das Weiss zu sehen, die haltbare, äussere Bedeckung des Augapfels, sowie das Fett und den Muskel zu entdecken, die das Auge umgeben. Finde die Bedeckung über der Frontseite des Auges (die Hornhaut). Als die Kuh lebendig war, war die Hornhaut frei. Im Auge deiner Kuh kann die Hornhaut bewölkt sein. Schau durch die Hornhaut und die Blende und betrachte den farbigen Teil des Auges und die Pupille.

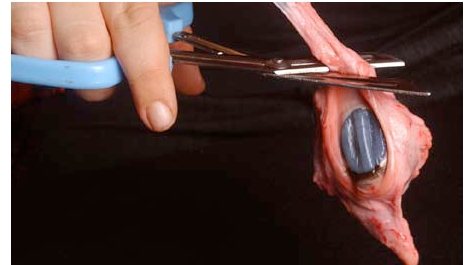
2) Schneide das Fett und den Muskel weg.

3) Benutze ein Skalpell, um einen Schnitt in die Hornhaut zu tun. (vorsichtig – schneide dich nicht!), Schneide, bis die freie Flüssigkeit unter der Hornhaut freigegeben wird. Sie wird meistens von Wasser gebildet.

4) Brauch das Skalpell, um einen Schnitt durch die Mitte des Auges zu machen.

5) Benutze eine Schere, um das Auge in zwei Hälften zu schneiden. Auf der Frontseite ist die Hälfte der Hornhaut. Die Hornhaut hilft, das Auge zu schützen. Sie hilft auch, das Licht, welches ins Auge dringt, aufzunehmen. Sobald die Hornhaut entfernt ist, setze sie auf ein Brett und schneide sie mit dem Skalpell oder dem Rasiermesser entzwei. Höre genau zu. Hörst du das Knirschen? Das ist der Ton des Skalpells, welches durch die Schichten des Gewebes knirscht. Die Hornhaut der Kuh hat viele starke Schichten. Wenn die Kuh weidet, kann das Gras an das Auge der Kuh stossen, aber die Hornhaut schützt das innere Auge.

6) Der folgende Schritt ist, die Iris herauszuziehen. Die Iris (Blende) ist zwischen der Hornhaut und der Linse. Sie kann an die Hornhaut gehaftet sein, oder sie kann an der Rückseite des Auges geblieben sein. Finde die Iris und ziehe sie heraus. Sie sollte in einem Stück heraus kommen. Du kannst sehen, dass es ein Loch in der Mitte der Iris gibt. Das ist die Pupille, das Loch, welches Licht in das Auge lässt. Die Blende schliesst oder erweitert sich, um die Grösse der Pupille zu ändern. Im schwachen Licht öffnet sich die Pupille weit und lässt viel Licht ein. Im hellen Licht schliesst die Blende, um Licht zu blockieren.



7) Die Rückseite des Auges ist mit einem Gelee gefüllt. Das ist eine Mischung von Protein und Wasser. Es gibt dem Augapfel seine Form.



8) Jetzt kannst du die Linse entfernen. Halte die Linse hoch und schau durch. Was siehst du?



9) Setze die Linse auf eine Zeitung und schau hindurch auf die Wörter. Beobachtung?



10) Schau den Rest des Auges an. Wenn noch Flüssigkeit im Augapfel ist, leere sie aus. Auf dem Inneren der rückseitigen Hälfte des Augapfels kannst du Blutgefäße sehen, die ein Teil eines dünnen fleischigen Filmes sind. Dieser Film ist die Retina.

Die Retina wird von den Zellen gebildet, die Licht ermitteln können. Die Linse des Auges benutzt das Licht, das in das Auge kommt, um ein Bild zu machen. Dieses Bild landet auf der Retina. Die Zellen der Retina reagieren auf Licht, welches auf sie fällt und schicken Signale zum Gehirn.



11) Benutze deinen Finger, um auf die Retina zu drücken. Die Retina wird an der Rückseite des Auges an einem Punkt angebracht. Findest du diesen Punkt? Das ist der Platz, wohin Nerven von allen Zellen in der Retina zusammen kommen. Alle diese Nerven bilden den Optikus, das Bündel der Nerven, das Signale vom Auge zum Gehirn trägt. Das Gehirn verwendet Informationen von der Retina, um eine Abbildung von der „Welt“ zu bilden. Der Punkt, in dem die Retina an der Rückseite des Auges angebracht ist, wird blinder Fleck genannt. Dort gibt es keine lichtempfindlichen Zellen.



12) Unter der Retina wird die Rückseite des Auges bedeckt mit glänzendem, blaugrünem Material. Dieses ist die reflektierende Schicht (Tapetum) im hinteren Bereich des Auges, die jedes Lichtteilchen, das die Netzhaut unbemerkt passiert hat, nochmals zurück auf die Netzhaut wirft.

Katzen, wie Kühe, haben ein Tapetum. Ein Katzenauge scheint zu glühen, weil das Tapetum der Katze Licht reflektiert.

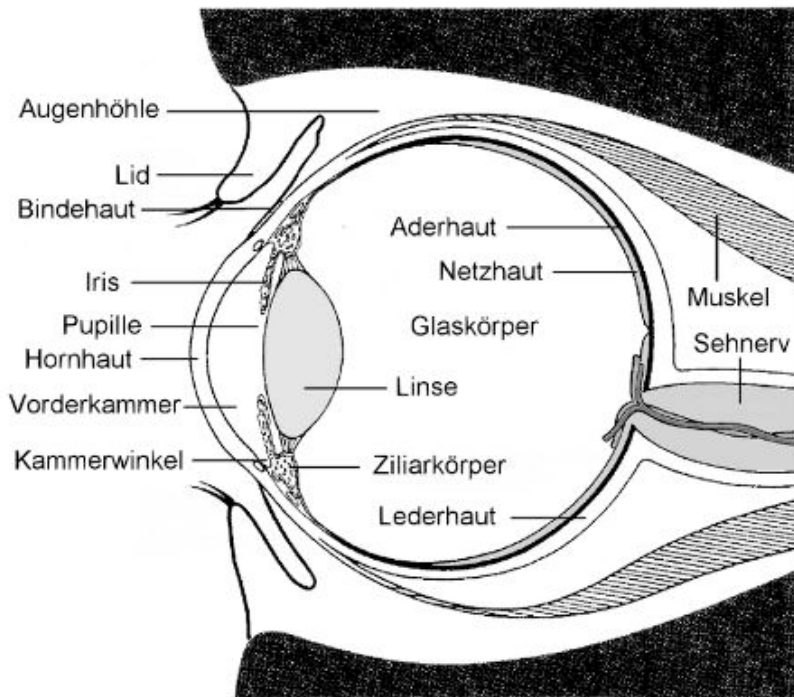


13) Betrachte die andere Seite der Rückseite des Auges. Siehst du den Sehnerv? Um die unterschiedlichen Fasern zu sehen, klemme den Nerv mit einer Schere oder deinen Fingern ein.



# Informationen zum Auge

## Querschnitt durch das menschliche Auge



### Glaskörper

Der Glaskörper füllt  $\frac{2}{3}$  des Augapfels aus und ist mit seiner geelartigen Konsistenz für den Erhalt der Form mitverantwortlich. Der Glaskörper ist normalerweise transparent und ermöglicht dadurch eine gute optische Abbildung. Er besteht zu 98,5% aus Wasser. Im Alter kann sich die gleichmässige Struktur des Glaskörpers verändern. Dann kommt es zu unregelmässigen Verdichtungen, die der Mensch als "fliegende Mücken" oder ähnliche flusenartige Gebilde wahrnimmt, die umherwandern, wenn sich das

Auge bewegt. Dies kann das Sehen leicht beeinträchtigen.

### Regenbogenhaut (= Iris)

Die wichtigste Aufgabe der Iris ist die Regulierung des Lichteinfalls im Sinne einer Blende. Die Iris hat eine zentrale, runde, bewegliche Öffnung, die Pupille. Durch zwei Muskeln kann sich die Pupille verengen oder erweitern. Der Pigmentgehalt der Iris bestimmt ihre Farbe: Blaue Augen sind wenig pigmentiert, braune Augen sind stark pigmentiert.

### Strahlenkörper (= Ziliarkörper)

Der Strahlenkörpermuskel ermöglicht einerseits die Formveränderung der Linse, andererseits kann er den Kammerwasserabfluss über den Schlemmschen Kanal beeinflussen. Die äussere Schicht des Strahlenkörpers produziert das Kammerwasser und gibt es ins Auge ab.

### Aderhaut (= Choroidea)

Die mittlere Schicht der Augapfelwand ist die Aderhaut. Sie besteht vorwiegend aus Gefässen und stellt damit das am stärksten durchblutete Gewebe des Körpers dar. Die Aderhaut sorgt für die Ernährung der äusseren Netzhaut. Durch ihre Pigmentierung verhindert sie störendes Streulicht.

### Netzhaut (= Retina)

In der Netzhaut liegen die Photorezeptoren, die durch die Aufnahme von Licht- und Farbreizen das Sehen ermöglichen. Die Photorezeptoren unterteilen sich in Zapfen und Stäbchen. Die insgesamt 6,5 Millionen Zapfen dienen dem Farbsehen bei Tag, die insgesamt 120 Millionen Stäbchen dem Schwarz-Weiss-Sehen bei Dunkelheit. über verschiedene Schaltstellen und Nervenfasern in der Netzhaut werden die Signale der Photorezeptoren über den Sehnerv an die Sehbahn im Gehirn weitergeleitet.

Das Zentrum der Netzhaut, den "gelben Fleck", ist der funktionell wichtigste Anteil der Netzhaut. Der gelbe Fleck ist für das hohe Auflösungsvermögen und das Farbsehen verantwortlich. Hier ist die Rezeptorendichte am höchsten, sie gilt als Bereich des schärfsten Sehens.

## **Sehnerv**

Die ca. 1,2 Millionen Nervenfasern der Netzhaut treffen sich im Sehnervenkopf. Durch eine kurze, runde, siebartige Öffnung in der Lederhaut treten sie in Bündeln aus und vereinen sich zum Sehnerv. Der Sehnerv verläuft 25 bis 40 Millimeter innerhalb der Augenhöhle und 10 bis 15 Millimeter innerhalb des Schädels, bevor sich beide Sehnerven vereinen und kreuzen, um dann ins Gehirn einzumünden.

## **Daten zum Auge**

Das Auge wiegt 7,5 Gramm, ist hohl und kugelförmig. Beim Erwachsenen hat es einen mittleren Durchmesser von 2,3cm (Kind 1,7). Das Volumen beträgt  $6,5 \text{ cm}^3$ . Im weissen Bereich des Auges (Lederhaut = Sklera) ist die Wand des Auges 0,3 bis 1,35mm dick. Die Hornhaut (der klare Bereich in der Mitte mit dem dahinter gelegenen schwarzen, der Pupille und dem farbigen Bereich, der Iris) ist ca. 0,5-0,6mm dick.

Die Iris mit ihrer zentralen Öffnung der Pupille, regelt wie die Blende an einer Photokamera den Lichteinfall ins Auge. Bei grosser Helligkeit ist die Pupille am kleinsten (1,2mm) und im Dunkeln am grössten (9mm). Zwischen einer Neumondnacht und gleisendem Sonnenlicht liegt ein Helligkeitsunterschied von 1 zu einer Milliarde, wobei die Iris hier nur einen Teil leisten kann, sozusagen die Vorfilterung. Der Rest wird in der Netzhaut geregelt. Die Augenfarbe entsteht durch die Färbung der Iris. Die Iris ist im Mutterleib noch hellblau und erreicht mit dem 6. Lebensmonat erst ihre volle Färbung. Die entgültige Farbe ist genetisch vorgegeben. Bei der Geburt kann man jedoch schon abschätzen in welche Richtung es geht. Hellblaue Augen bei der Geburt werden blau bleiben. Dunkelblaue oder graublaue werden eher braun werden. Ausnahme sind Albinos, hier sind die Augen bei der Geburt rötlich, weil die rote Netzhaut bedingt durch die Farbstoffarmut der Iris durchscheinen kann.

6 Muskeln bewegen es in die verschiedenen Richtungen. Fällt einer aus durch Verletzung des Muskeln selber oder des steuernden Nervens bzw. durch Fehlfunktionen in der Ansteuerung im Gehirn, tritt Schielen auf. Diese Muskeln müssen Schwerstarbeit leisten, da sie 100'000 mal pro Tag in Aktion treten um die Augen in die richtigen Richtungen zu stellen.

Die maximale Sehschärfe (100%) besteht nur im Bereich der 1,5mm im Durchmesser betragenden Fovea (Punkt des schärfsten Sehens in der Mitte der Netzhaut), hier befinden sich 147.000 Zapfen (lichtempfindliche Rezeptoren) pro Quadratmillimeter. Man vergleiche das mal mit den Bildpunkten auf einem Monitor. Insgesamt gibt es 7 Mio. Zapfen (Farbrezeptoren) und 120 Mio. Stäbchen (Schwarz-Weiss-Rezeptoren). Die Lichtempfindlichkeit der Stäbchen ist höher, daher sieht man mit zunehmender Dunkelheit nicht mehr farbig sondern nur noch grau und zudem nicht so scharf, da im Bereich mit der besten Auflösung - der Makula - nur Zapfen vorhanden sind. Die Makula ist etwas grösser als die Fovea, wobei die Fovea in der Mitte der Makula liegt. Ausserhalb der Makula beträgt die Sehschärfe weniger als 30% (vergleiche Gesichtsfeld)

Der Sehnerv, der die Bildinformationen an das Gehirn leitet, ist 3-4mm dick und hat 1 Million Fasern. Der Seheindruck, das eigentliche Bild, entsteht erst im Gehirn, dem Sehzentrum im Hinterkopf. Fällt dieses aus - z.B. durch einen Schlag auf den Hinterkopf - ist man blind, obwohl das Auge noch intakt ist.