

Abb. 17.23 Rasterelektronenmikroskopische Ansicht der Linsenfasern eines Rindes, Linse gespalten, Aufnahme PD Dr. S. Reese, München.

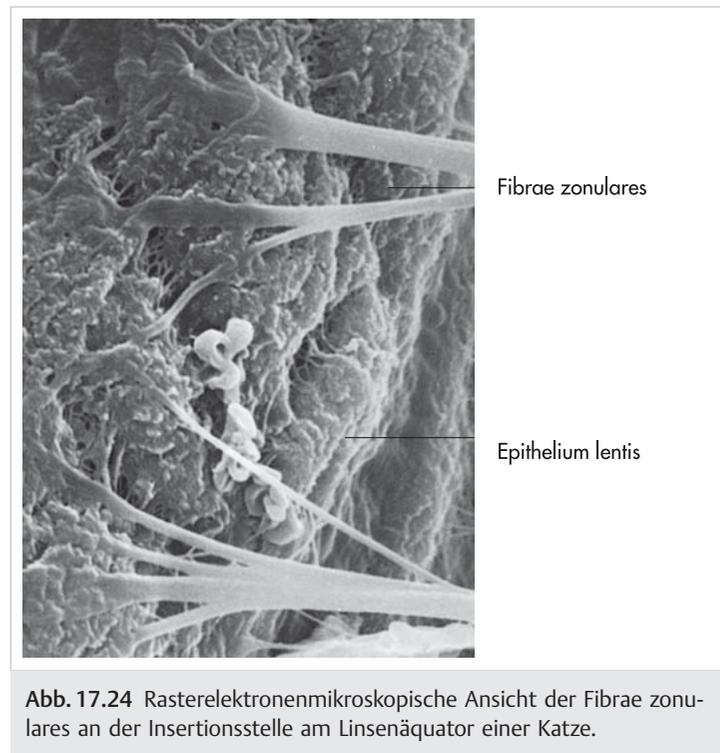


Abb. 17.24 Rasterelektronenmikroskopische Ansicht der Fibrae zonulares an der Insertionsstelle am Linsenäquator einer Katze.

## 17.2.2 Faszien und Muskeln des Augapfels

Faszien umhüllen innerhalb der Periorbita den Augapfel, den Sehnerv und die Augenmuskeln. Man unterscheidet:

- die **Fasciae musculares**, die feinstrumpffartig die Augenmuskeln umgeben und in die Augenlider einstrahlen, und
- die **Vagina bulbi (Tenon-Kapsel)**, die als Verschiebeschicht zwischen dem Augapfel und dem Orbitalfett wirkt und an der Sclera durch das Spatium episclerale getrennt wird. Diese Scheide legt sich als Vagina n. optici auch dem Sehnerv an und schließt als Muskelfaszie den M. retractor bulbi oculi mit ein.

Die **Muskeln des Augapfels** dienen der Bewegung des Bulbus oculi (► Abb. 17.28, ► Abb. 17.29, ► Abb. 17.30, ► Abb. 17.31 u. ► Abb. 17.32). Sie sind von den äußeren Augenmuskeln der Augenlider zu unterscheiden. Näheres hierzu siehe auch Kap. 3 »Faszien und Muskeln des Kopfes und des Stammes«, Kap. »Extraorbitale Muskeln der Augenlider« (S.141). Man differenziert innerhalb der Periorbita:

- vier gerade Augenmuskeln,
- zwei schiefe Augenmuskeln,
- einen M. retractor bulbi und
- einen M. levator palpebrae superioris.

Die vier geraden Augenmuskeln entspringen am freien Rand des Foramen opticum und der Fissura orbitalis, umschließen den Sehnerv, ziehen als platte Muskelzüge dorsal, ventral, lateral und medial an die entsprechenden Außenflächen des Augapfels und inserieren nahe der Hornhaut an der derb-elastischen Sclera. Man unterscheidet nach ihrer Lage einen M. rectus dorsalis, einen M. rectus ventralis, einen M. rectus lateralis und einen M. rectus medialis.

Der **untere schiefe Augenmuskel (M. obliquus ventralis)** umfasst, in der Fossa muscularis entspringend, den Augapfel ventral

mit schiefem Faserverlauf zur temporalen Außenfläche des Augapfels und inseriert unter dem seitlichen geraden Augenmuskel.

Der **obere schiefe Augenmuskel (M. obliquus dorsalis)** entspringt nahe des Foramen ethmoidale, zieht anfänglich zum nasalen Augenwinkel, biegt nachfolgend mit seiner Sehne um den Rollknorpel (Trochlea) zur dorsotemporalen Fläche und inseriert unter dem M. rectus lateralis an der Sclera.

Der **M. retractor bulbi** entspringt nahe des Foramen opticum, ummantelt allseitig den N. opticus und setzt an der Hinterfläche des Augapfels an. Er fehlt dem Menschen.

Der **M. levator palpebrae superioris** zieht vom Foramen ethmoidale zum oberen Augenlid.

Die vier geraden Augenmuskeln führen den Augapfel reflektorisch im funktionellen Zusammenwirken mit dem M. retractor bulbi in die vier Hauptrichtungen des Blickes. Die Bewegungen der Augen werden durch die Kontraktionen der beiden schiefen Augenmuskeln unterstützt, diese bewirken eine Drehbewegung um die Augenachse, der M. retractor bulbi ein Zurückziehen des Augapfels.

Die **Innervation** der meisten Augenmuskeln erfolgt durch den N. oculomotorius (III). Allein der M. obliquus dorsalis wird durch den N. trochlearis (IV), der M. rectus lateralis und der laterale Teil des M. retractor bulbi durch den N. abducens (VI) innerviert.

## 17.2.3 Augenlider (Palpebrae)

Die Augenlider stellen Schutzeinrichtungen für den Augapfel dar, sie dienen zusammen mit der Tränenflüssigkeit der Reinigung der Vorderfläche und verhindern dessen Austrocknung. Einen besonderen Schutzmechanismus bildet der Lidschlussreflex. Bei den Haussäugetieren ist neben dem Ober- und Unterlid (Palpebra superior und inferior) noch das 3. Augenlid (Palpebra tertia) entwickelt (► Abb. 17.33, ► Abb. 17.34, ► Abb. 17.35).

Das **obere** und das **untere Augenlid** liegen der freien Fläche des Augapfels an, gemeinsam bilden diese mit ihrem Rand die **Lidspalte (Rima palpebrarum)**. Am Lid unterscheidet man die



Abb. 17.25 Kammerwinkel, Regenbogenhaut und Strahlenkörper eines Rindes (Meridionalschnitt).

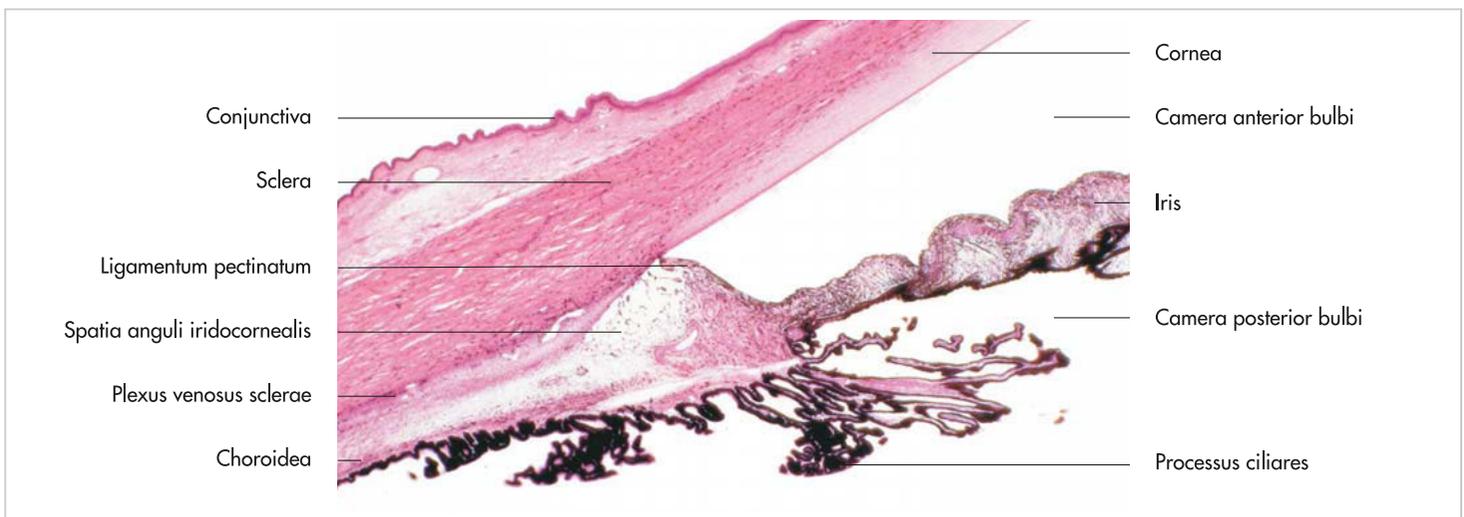


Abb. 17.26 Histologischer Schnitt durch den Kammerwinkel eines Rindes.

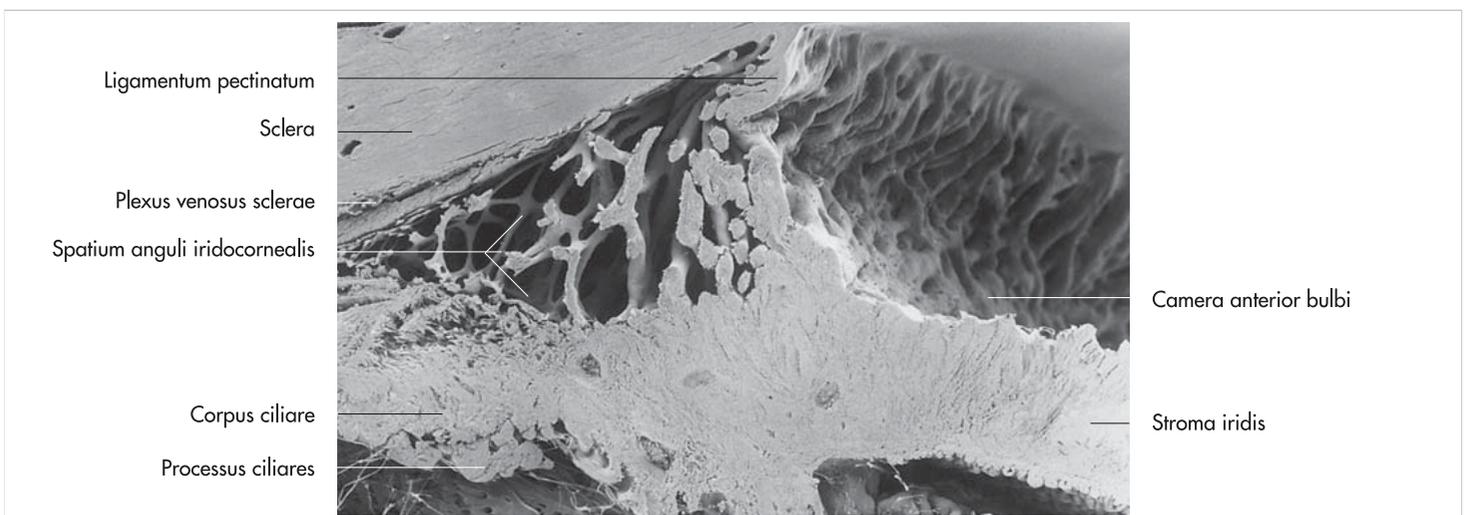


Abb. 17.27 Rasterelektronenmikroskopische Aufsicht auf den Kammerwinkel eines Pferdes.

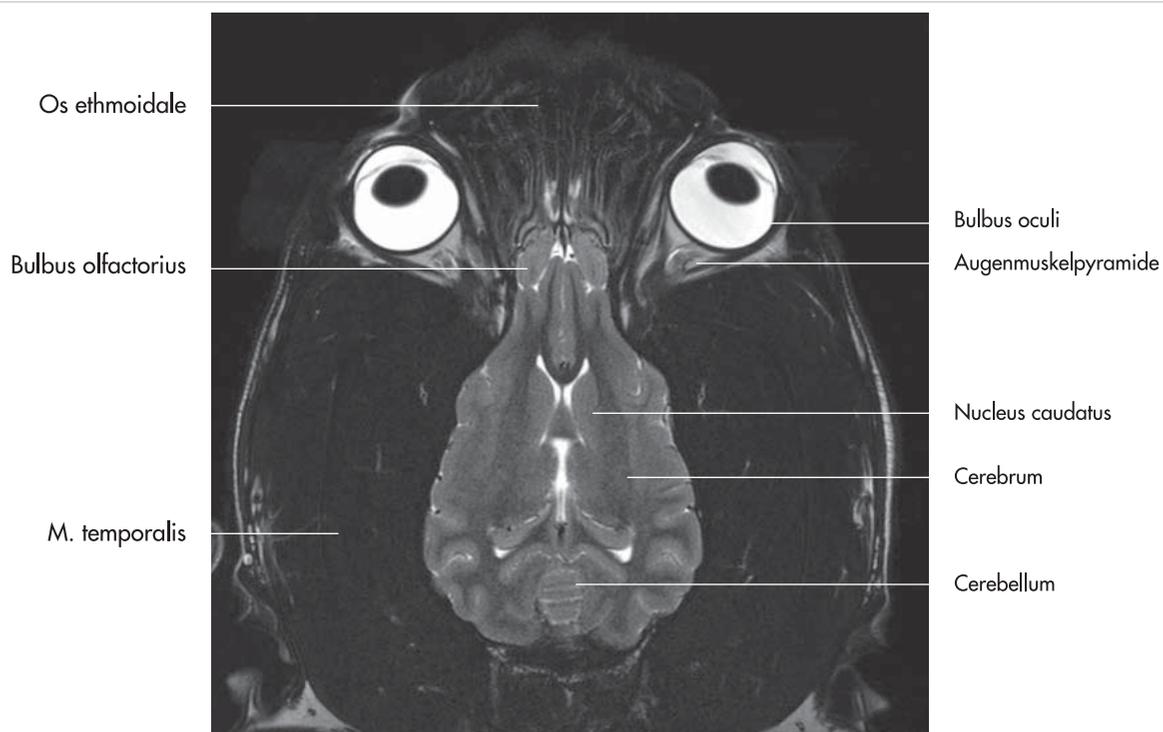


Abb. 17.28 Magnetresonanztomographie des Kopfes eines Hundes mit Lage der Augen und der Periorbita (dorsale Schnitt Ebene, T2-gewichtete Sequenz), Aufnahme Prof. Dr. E. Ludwig, Wien.

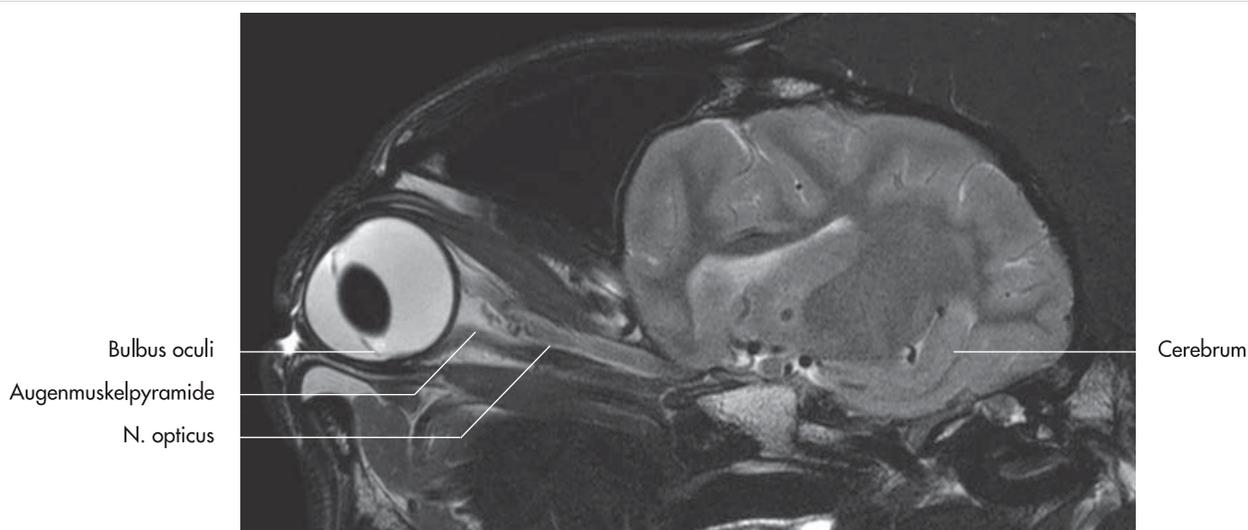


Abb. 17.29 Magnetresonanztomographie des Kopfes eines Hundes mit Lage des Auges (schräge Schnitt Ebene, parallel zum Verlauf des N. opticus, T2-gewichtete Sequenz), Aufnahme Prof. Dr. E. Ludwig, Wien.

**freie Lidkante (Margo palpebrae)** und deren vordere bzw. hintere Kante (Limbus palpebrae anterior bzw. posterior). Die vordere Kante überragen die **Wimpernhare (Cilia)**. Im medialen und lateralen **Augenwinkel (Angulus oculi medialis und lateralis)** treffen sich die Lider. Im medialen Augenwinkel liegt die beim Rind und Pferd etwa erbsengroße **Tränenkarunkel (Caruncula lacrimalis)** (► Abb. 17.33 u. ► Abb. 17.34), unter der beim Hund die **Karunkeldrüse (Glandula carunculae lacrimalis)** auftritt.

Zwischen der vorderen und hinteren Lidkante münden die **Tarsaldrüsen (Glandulae tarsales, Meibom-Drüsen)**. Die Glandulae tarsales sind modifizierte Talgdrüsen, tubuloalveolär zusammen-

gesetzt und holokrin sezernierend. Das fettige, talgige Sekret (Augenbutter) der Tarsaldrüsen überzieht die freie Lidkante und verhindert ein Überfließen der Tränenflüssigkeit (► Abb. 17.35).

Die Lider weisen als bindegewebige Grundlage eine faserreiche Lidfaszie auf, die sich nahe des freien Lidrandes in die **Lidplatte (Tarsus)** des Ober- bzw. des Unterlids (Tarsus superior und inferior) fortsetzt. Am Lidansatz strahlen quergestreifte Muskelfaserzüge des **M. orbicularis oculi** in zirkulärer Anordnung in die Lidfaszie und verbinden sich mit der Lidplatte und dem am Oberlid meist glatten **M. tarsalis**. Die Lidplatte besteht aus straffem, kollagenem Bindegewebe.

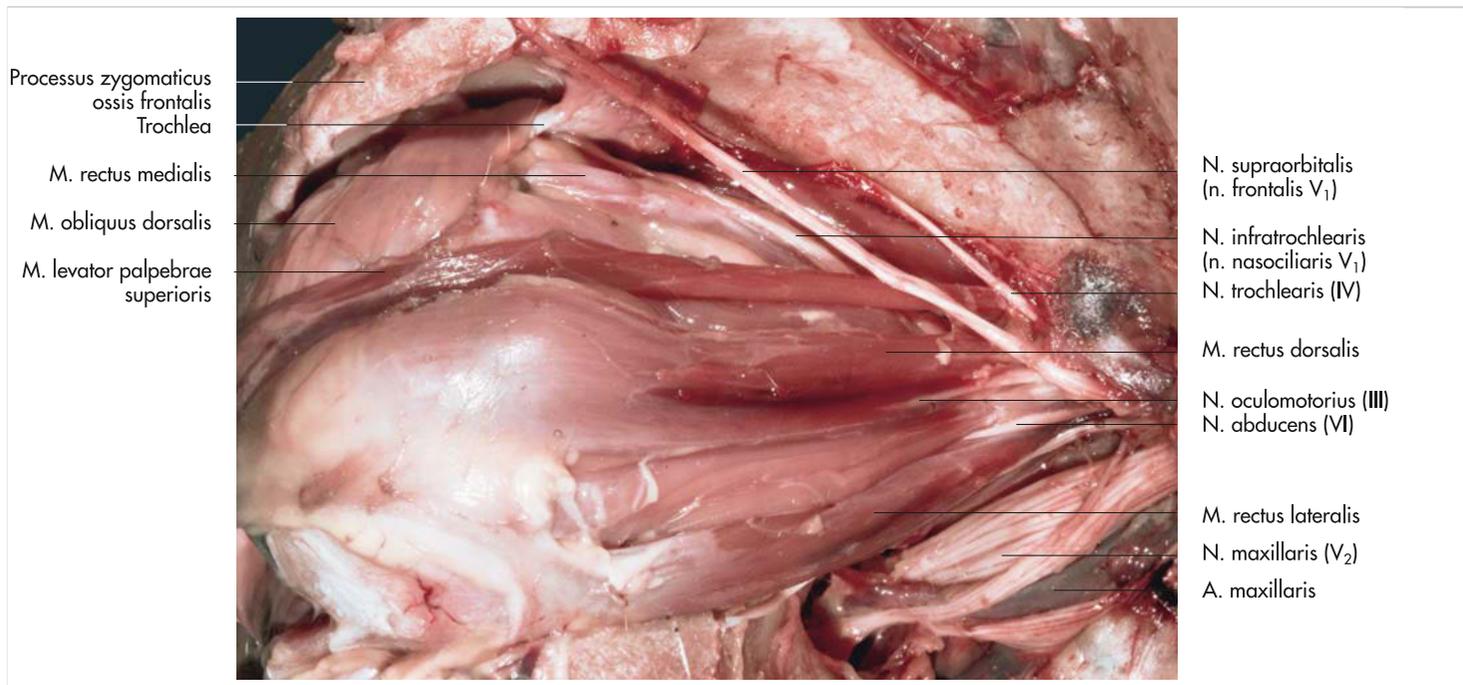


Abb. 17.30 Topographie der A. maxillaris und der Nerven im Bereich der Augenmuskelpyramide eines Pferdes.

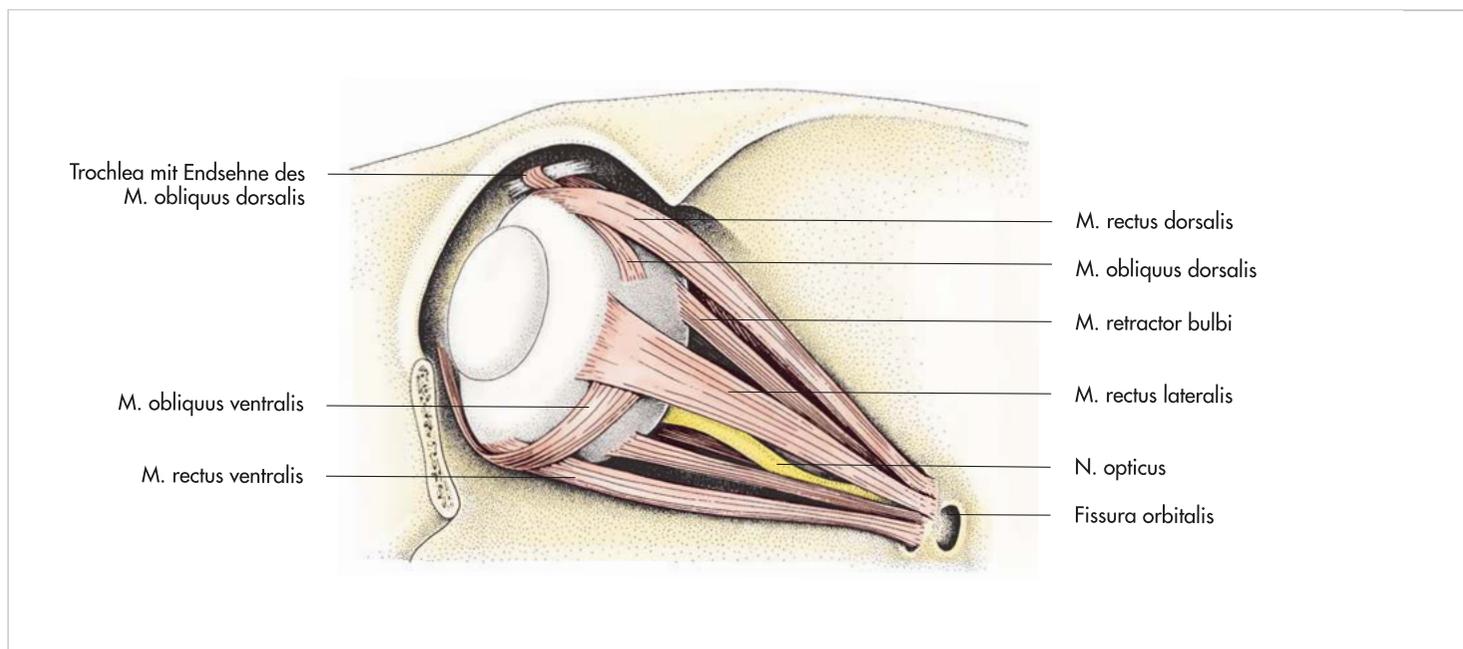


Abb. 17.31 Schematische Darstellung der knöchernen Augenhöhle und der Muskeln des Augapfels des Hundes.

Auf der **Vorderfläche (Facies anterior palpebrae)** wird das Augenlid von der äußeren, meist dicht behaarten Haut bedeckt, die an der vorderen Lidkante lange, teilweise ausgeprägte **Wimpern (Cilia)** einschließt.

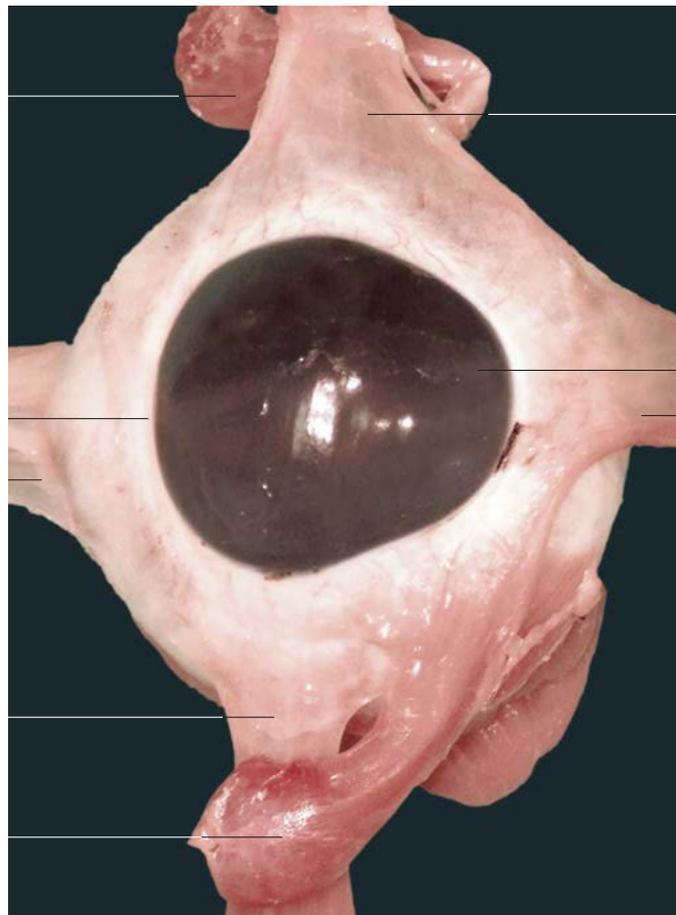
Die **Hinterfläche des Augenlides (Facies posterior palpebrae)** überzieht die **Lidbindehaut (Tunica conjunctiva palpebrae)**. Diese legt sich der gesamten Innenfläche des Augenlids an, bedeckt den Fornix conjunctivae superior und inferior und bildet auf der Vorderfläche von Sclera und Cornea die **Augenbindehaut (Tunica conjunctiva bulbi)**.

Die **Bindehaut (Conjunctiva)** ist ein mehrschichtiges Epithel mit stellenweise eingelagerten Becherzellen. Die **Eigenschicht (Lamina propria)** enthält diffuses, lymphatisches Gewebe als

Ausdruck immunologischer Abwehrreaktionen. Im Bereich des Fornix legt sich das Bindegewebe in Vorratsfalten. Auf der Vorderfläche der Sclera geht die Bindehaut allmählich in ein mehrschichtiges, unverhorntes Plattenepithel über, das die Cornea bedeckt.

Das **3. Augenlid (Palpebra tertia, Nickhaut, Membrana nictans)** liegt am nasalen Augenwinkel und stellt eine senkrecht stehende, sichelförmige **Bindehautfalte (Plica semilunaris conjunctivae)** dar (► Abb. 17.33 u. ► Abb. 17.34). Die Nickhaut wird teils von einem hyalinen Knorpel (Wiederkäuer und Hund) gestützt, teils von einem elastischen (Pferd, Schwein, Katze). Meist sind in das lockere Bindegewebe des 3. Augenlids lymphatische Ansammlungen (Noduli lymphatici aggregati conjunctivales) so-

M. obliquus dorsalis



M. rectus dorsalis

Cornea

M. rectus lateralis

Sclera

M. rectus medialis

M. rectus ventralis

M. obliquus ventralis

Abb. 17.32 Muskeln des Bulbus oculi eines Pferdes (Ansicht von vorne).

wie die Nickhautdrüsen (*Glandulae palpebrae tertiae*) eingelagert. Man unterscheidet eine oberflächliche Drüse (*Glandula palpebrae tertiae superficialis*), die bei Pferd und Katze serös, bei Rind, Schaf und Hund gemischt und beim Schwein mukös ist. Zusätzlich tritt bei Schwein und Rind eine tiefe, gemischte Drüse (*Glandula palpebrae tertiae profunda*, Harder-Drüse) auf.

### 17.2.4 Tränenapparat (Apparatus lacrimalis)

Der Tränenapparat (► Abb. 17.36) setzt sich zusammen aus:

- **tränenproduzierenden Drüsen:**
  - Tränendrüse (*Glandula lacrimalis*),
  - Nickhautdrüse (*Glandula palpebrae tertiae*) und den
- **tränenableitenden Wegen:**
  - Tränenröhrchen (*Canaliculi lacrimales*),
  - Tränensack (*Saccus lacrimalis*) und
  - Tränenkanal (*Ductus nasolacrimalis*).

Die **Tränendrüse** liegt dem Augapfel dorso-temporal an, sie ist eine tubuloalveolär zusammengesetzte, seröse Drüse (Ausnahme Schwein: mukös). Bei Fleischfressern bedeckt das Lig. orbitale diese Drüse, beim Pferd senkt sie sich in die Fossa lacrimalis ein. Im Bereich des dorso-temporalen Lidrands münden zahlreiche kleinere **Ausführungsgänge (Ductuli excretorii)** in den Konjunktivalsack (► Abb. 17.36).

Die **Tränenröhrchen** sind Bestandteile des tränenableitenden Systems, das mit den **Tränenpunkten (Puncta lacrimalia)** nahe der Tränenkarunkel beginnt. Von dort wird die Tränenflüssigkeit über die Tränenröhrchen in den **Tränensack** geleitet. Die Wand des Tränensacks ist reich an lymphoretikulären Einlagerungen. Diese sackartige Erweiterung liegt in der Fossa sacci lacrimalis des Tränenbeins.

Der sich anschließende **Tränenkanal (Ductus nasolacrimalis)** verläuft als bindegewebiges Rohr durch den knöchernen Tränenkanal des **Tränenbeins** über die Innenfläche der Maxilla auf das Nasenloch zu. Der Tränenkanal weist ebenfalls lymphatische Zellinfiltrate auf sowie einen deutlichen venösen Gefäßplexus. Gegen Ende des Kanals sind in der Lamina propria bei allen Haussäugetieren muköse Drüsen eingelagert.

Die **tränenableitenden Abschnitte** weisen tierartlich unterschiedlich erhebliche Differenzen auf.

Beim Hund sind die oberen Anteile gut sichtbar ausgebildet, distal verläuft der häutige Tränenkanal meist im Sulcus lacrimalis der Maxilla und dem ventralen Seitenwandknorpel bis zum Nasenloch. Er mündet ventral der Flügel falte an der Seitenwand oder im Nasenvorhof. Bei einem Drittel der Tiere endet der Tränenkanal unterhalb der ventralen Nasenmuschel im **ventralen Nasengang**. Diese Öffnung ist dann klinisch nicht zugänglich.

Beim Pferd sind anfänglich kleine, schlitzförmige Tränenpunkte ausgebildet, die den Zugang zu den Tränenröhrchen ermöglichen. Der Tränensack liegt unter der Tränenkarunkel, bedeckt von der Pars palpebralis des M. orbicularis oculi, im ampullenartig erweiterten, proximalen Teil des knöchernen Ductus lacrimalis. Der



Abb. 17.33 Rechtes Auge eines Pferdes mit oberem und unterem Augenlid und Blinz- oder Nickhaut (Membrana nictitans), Aufnahme Prof. Dr. H. Gerhards, München.

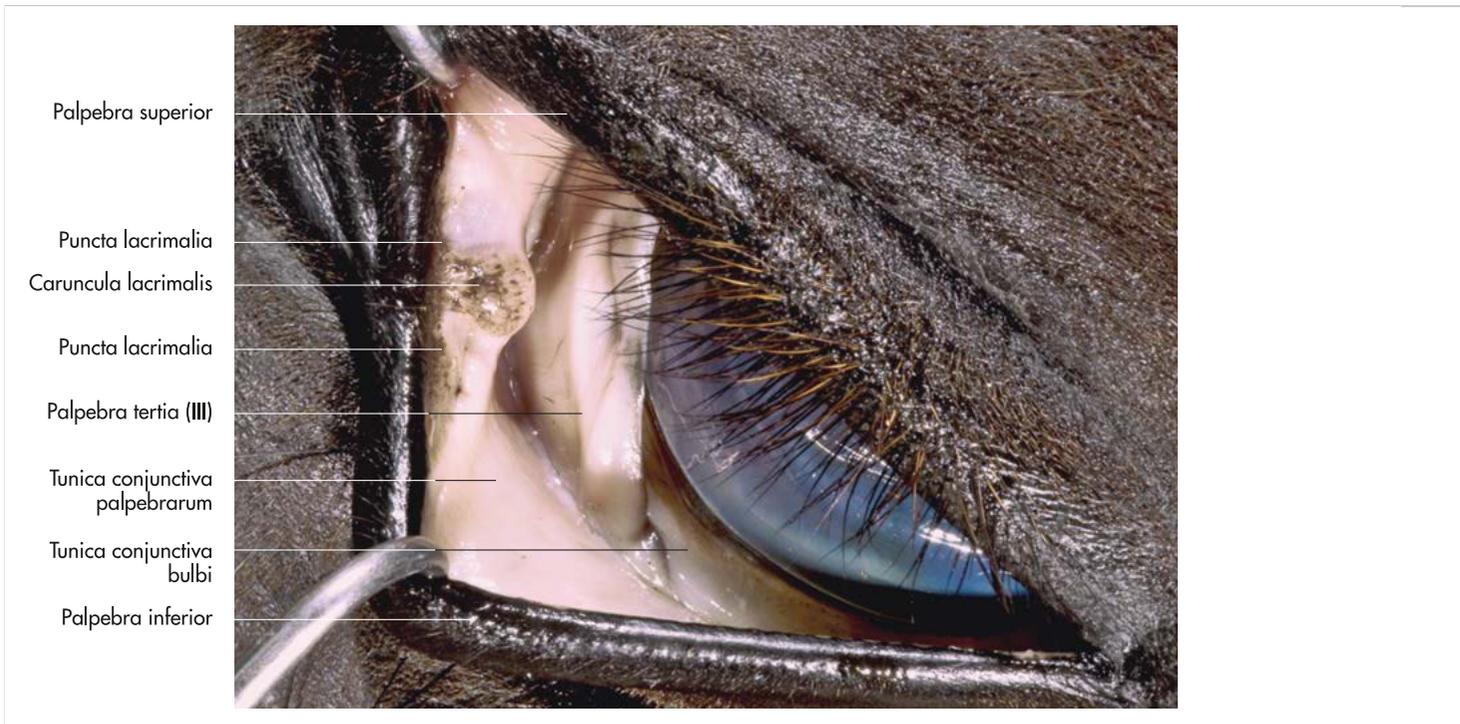


Abb. 17.34 Topographie der Caruncula lacrimalis eines Pferdes.

Ductus nasolacrimalis verläuft im Sulcus lacrimalis des Oberkiefers zum Foramen infraorbitale und zieht mit seinem verengten Mittelstück in die Schleimhaut des mittleren Nasengangs. Der Tränenang mündet beim Pferd im ventralen Winkel des Nasenlochs des **Vestibulum nasi** mit einer deutlich sichtbaren Öffnung. In seltenen Fällen besitzt der Tränenang mehrere Öffnungen.

## 17.3 Gefäße und Nerven des Auges

### 17.3.1 Gefäße des Auges

Bei den Haussäugetieren erfolgt die arterielle Versorgung des Auges über die **A. ophthalmica externa**, die aus der **A. maxillaris** entspringt. Ein Ramus anastomoticus mit der **A. ophthalmica interna** ist für die Versorgung der Retina zuständig (► Abb. 17.37, ► Abb. 17.38 u. ► Abb. 17.39). Eine **A. centralis retinae**, wie beim Menschen, gibt es bei den Haussäugetieren nicht. Für die ophthalmologische Untersuchung ist von Bedeutung, dass sich die

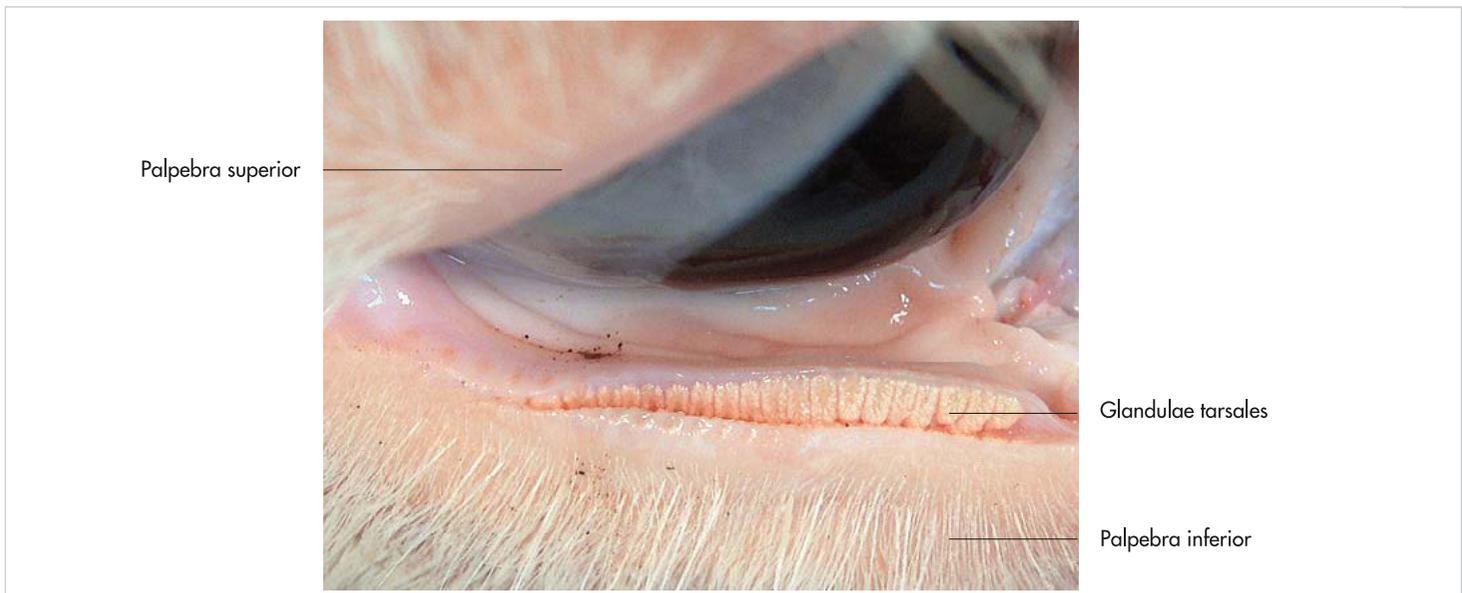


Abb. 17.35 Rechtes Auge eines Rindes mit Tarsaldrüsen am Unterlid; Präparat Dr. S. Donoso, Chile.

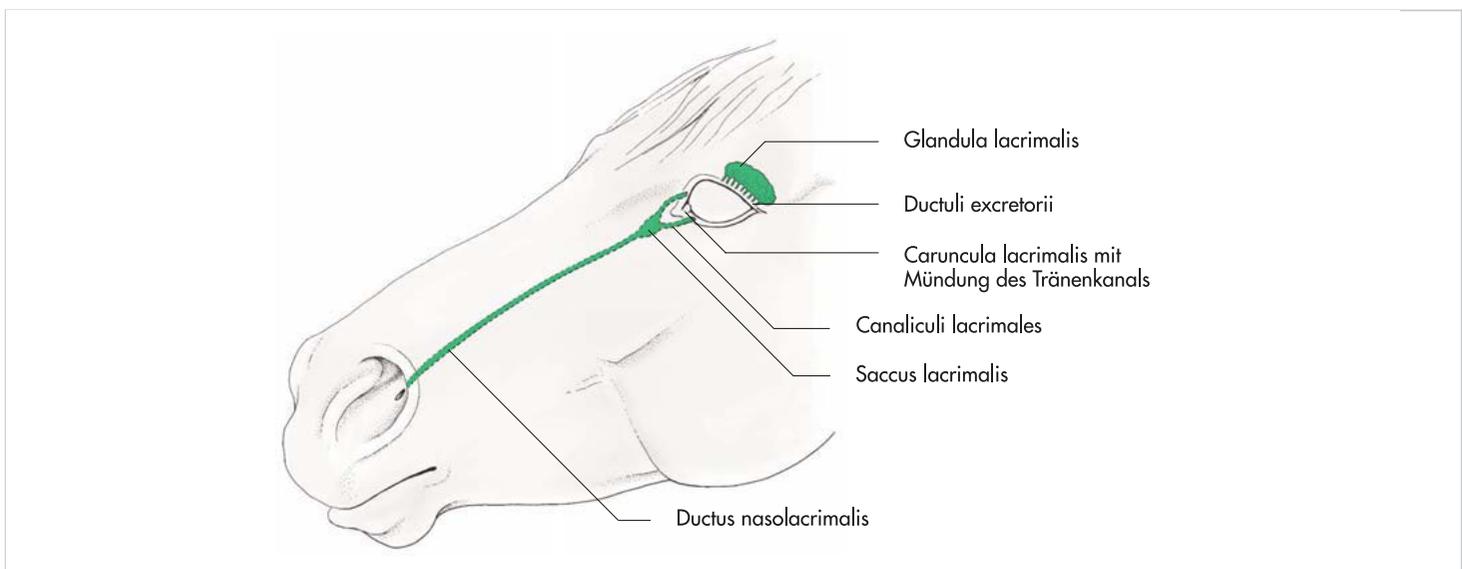


Abb. 17.36 Schematische Darstellung des Tränenapparates des Pferdes.

Gefäße des Augenhintergrundes (**Fundus oculi**) alters- und rasseabhängig unterschiedlich entwickeln (► Abb. 17.41, ► Abb. 17.42 u. ► Abb. 17.43). Dies gilt insbesondere für Hunde- und Katzenrassen.

Die **A. ophthalmica externa** versorgt die mittlere Augenhaut einschließlich des Ziliarkörpers und die Iris. Dieses Gefäß gibt Zweige nahe des Durchtritts durch die Area cribrosa an die Sclera ab – die **Aa. ciliares posteriores breves**. Beim Pferd zweigen Seitenäste zum Sehnerv und zum blinden Fleck ab, in dem sie den **Circulus vasculosus n. optici** (Zinn-Plexus) ausbilden (► Abb. 17.44). Aus diesem leiten sich die episkleralen Gefäße ab.

In der proximalen, nasalen und temporalen Augenaußenfläche verzweigt sich die **A. ophthalmica externa** in die **Aa. ciliares posteriores longae** und vernetzt sich mit den begleitenden Venen in der **Lamina choroidocapillaris** zum Gefäßsystem der Aderhaut.

Im distalen Augensegment entspringt aus den Ziliararterien an der Basis der Iris der **Circulus arteriosus iridis major** zur Versor-

gung der Iris, des Ziliarkörpers und des **M. ciliaris**, der zusätzlich aus den **Aa. ciliares anteriores** versorgt wird. Letztere versorgen auch die distalen Anteile der Sclera und die Randschlingen der Cornea. Die Bindehaut wird von einem feinen Gefäßnetz der **Aa. conjunctivales posteriores** und **anteriores** aus Ästen der vorderen Ziliararterien bzw. seitlichen Lidarterien versorgt. Die **Cornea** bleibt **gefäßlos**.

Die **Venen** verlaufen zu den entsprechenden Arterien. Im Augenhintergrund lassen sich entsprechend ihrer Lage **Venulae nasales retinae superiores** und **inferiores** bzw. **Venulae temporales retinae inferiores** unterscheiden.

Als Besonderheit kann die Ausbildung der vier **Vv. vorticosae** angesehen werden, die als Sammelvenen die ableitenden Hauptgefäße der mittleren Augenhaut aufnehmen und zum **Plexus ophthalmicus** bzw. zu den **Vv. ophthalmicae externae** führen.

Der Abfluss des Kammerwassers über den **Plexus venosus sclerae** erfolgt über die **Vv. ciliares anteriores**.



Abb. 17.37 Augenhintergrund mit Verzweigungen der Blutgefäße eines Rauhaar-Teckels, 6 Wochen. Azurblaue Aufhellung des Tapetum lucidum mit Venenbogen um den Discus n. optici, Aufnahme Prof. Dr. R. Köstlin, München.



Abb. 17.38 Augenhintergrund mit Verzweigungen der Blutgefäße eines Rauhaar-Teckels, 3½ Jahre. Das Tapetum lucidum erscheint pigmentlos und hellblau, die Venenstämme verbinden sich um den Discus n. optici bogenförmig, der tapetumfreie Sektor ist stark pigmentiert (Tapetum nigrum), Aufnahme Prof. Dr. R. Köstlin, München.



Abb. 17.39 Augenhintergrund mit Verzweigungen der Blutgefäße eines Huskys. Infolge eines Pigmentmangels erscheint der Augenfundus albinotisch, Aufnahme Prof. Dr. R. Köstlin, München.

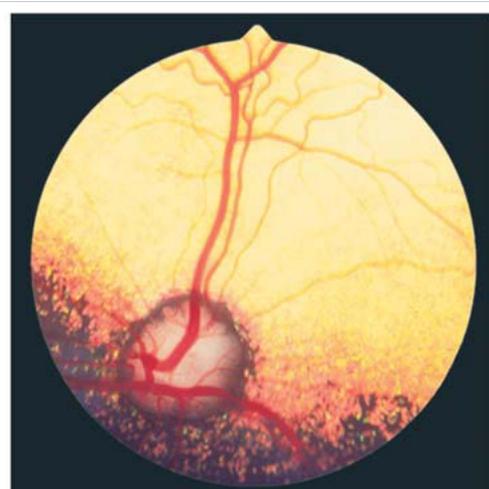


Abb. 17.40 Augenhintergrund mit Verzweigungen der Blutgefäße eines Zwergpudels. Das Tapetum lucidum ist ausgeprägt, der pigmentierte Bereich legt sich ringförmig um den Discus n. optici, Aufnahme Prof. Dr. R. Köstlin, München.

### 17.3.2 Innervation des Auges und der Nebenorgane

Die Innervation des Auges und seiner Nebenorgane erfolgt über die II. – VII. Gehirnnerven und Teile des Sympathicus. Näheres hierzu siehe auch Kap. 15 »Nervensystem« (S.513).

Der Sehnerv (N. opticus, II) ist embryologisch eine Ausstülpung des Gehirns, er übernimmt als rein sensorischer Nerv die Lichtwahrnehmung und Teile der Sehbahn.

Der N. oculomotorius (III) dient motorisch zusammen mit dem N. trochlearis (IV) und dem N. abducens (VI) der Bewegung der äußeren Augen- und Lidmuskeln. Der N. facialis (VII) innerviert den M. orbicularis oculi.

Der N. ophthalmicus (V<sub>1</sub>) verzweigt sich im Augenbereich vielfältig, er innerviert sensibel das Auge und die Augenlider. Im Einzelnen versorgt der N. frontalis das obere Augenlid, der N. lacrimalis die Haut und die Konjunktiva am äußeren Augwinkel,

der N. infratrochlearis nasale Augenpartien. Das untere Augenlid wird sensibel durch die Fasern des N. zygomaticus des N. maxillaris (V<sub>2</sub>) versorgt. Der N. trigeminus (V) ist mit den genannten Endästen für die Korneal- bzw. Lidschlussreflexbögen verantwortlich. Der N. nasociliaris versorgt als Ast des N. ophthalmicus die Aderhaut und die Hornhaut sensibel.

Das Ganglion ciliare entlässt die Nn. ciliares breves mit sensiblen, sympathischen und parasymphatischen Fasereigenschaften. Diese steuern vegetativ den Pupillarreflex und die Akkommodation der Linse. Von besonderer klinischer Bedeutung ist die Tatsache, dass über die Nn. ciliares breves mit ihren parasymphatischen Anteilen im N. oculomotorius die Kontraktion des M. sphincter pupillae und damit die Verengung der Pupille geregelt wird. Gleichzeitig wird der M. ciliaris zur Kontraktion mit nachfolgender Abrundung der Linse angeregt (Nahakkommodation). Die sympathischen Fasern der Nn. ciliares breves versorgen den M. dilatator pupillae und dienen bei Erregung der Pupillen-



Abb. 17.41 Augenhintergrund einer juvenilen Katze mit stark reflektierendem Tapetum lucidum, einem ausgeprägten Discus n. optici und dichtem Fundus, Aufnahme Prof. Dr. R. Köstlin, München.

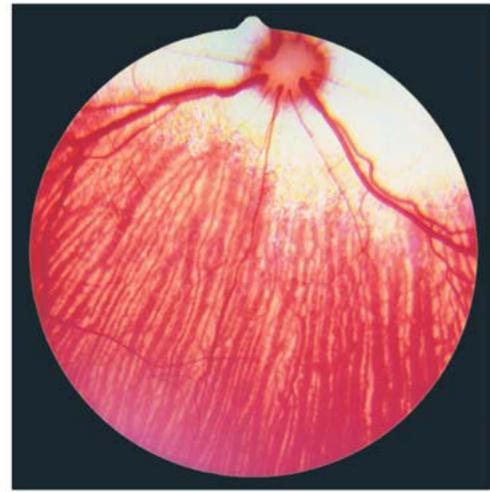


Abb. 17.42 Augenhintergrund einer ein Jahr alten, albinotischen Katze mit durchscheinender Sclera, Aufnahme Prof. Dr. R. Köstlin, München.

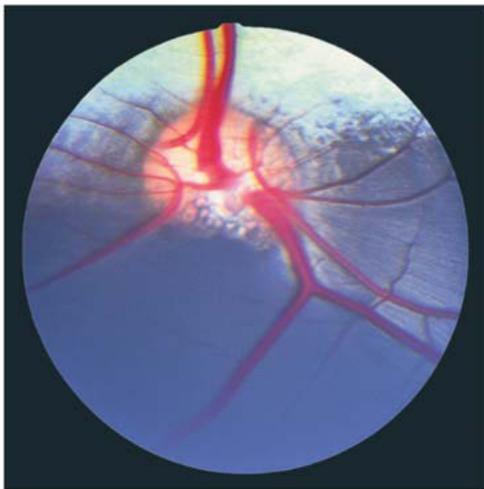


Abb. 17.43 Augenhintergrund eines Merino-Schafes, Aufnahme Prof. Dr. R. Köstlin, München.

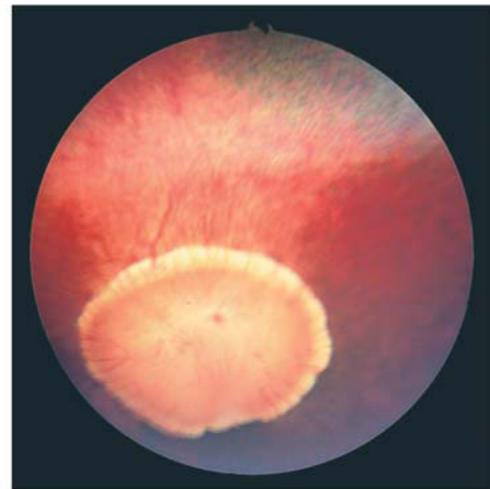


Abb. 17.44 Augenhintergrund eines Pferdes mit ausgeprägtem Discus n. optici und physiologischem Fundusalbinismus, Aufnahme Prof. Dr. H. Gerhards, München.

erweiterung. Der N. facialis (VII) versorgt über den N. petrosus major **parasympathisch** die Tränendrüsen.

## 17.4 Sehbahn und optische Reflexbahnen

Man unterscheidet **periphere** und **zentrale Abschnitte der Sehbahn**. Die peripheren Anteile umfassen die retinalen Neurone, die im blinden Fleck als N. opticus (II) aus dem Augapfel austreten, im knöchernen Canalis opticus die Schädelhöhle erreichen und sich im **Chiasma opticum (Sehnervenkreuzung)** in ihren Fasern partiell (80–90%) kreuzen. Der weiterführende **Tractus opticus** schließt nach der Kreuzung nervale Impulse des zugehörigen Auges sowie des benachbarten Auges ein.

Der Tractus opticus zieht mit seinen zentripetalen Fasern zum **lateralen Kniehöcker (Corpus geniculatum laterale)** des Thalamus, der als subkortikales, **primäres Sehzentrum** ausgebildet ist. Hier endet der periphere Abschnitt der Sehbahn. Das Corpus geniculatum laterale ist Schaltstelle zwischen Netzhaut und Sehrinde und Teil der **optischen Reflexbahnen** zugleich.

Aus dem lateralen Kniehöcker setzt sich die Sehbahn in ihrem **zentralen Abschnitt** als **Sehstrahlung (Radiatio optica)** fort und endet mit der bewussten retinalen Sinneswahrnehmung in der Sehrinde des Hirnmantels. Hierbei übernehmen die Colliculi rostrales des Mittelhirndachs überwiegend **Schalt- und Koordinationsaufgaben**. Die zentrale Sehbahn zieht als **Tractus geniculoccipitalis** zur Rinde des **Okzipitallappens**. Dort fächern sich die Endfasern auf und verteilen sich in der **Capsula interna** zur **Area optica** oder **Area striata des Hinterhauptlappens**. Näheres hierzu siehe auch Kap. 15 »Nervensystem« (S.513).

### Klinische Fachausdrücke

Beispiele für klinische Fachausdrücke, die von anatomischen Begriffen abgeleitet werden: Ablatio retinae, Cornea plana, Konjunktivitis, Linsenluxation, Linsentrübung, Retinopathie, Uveitis etc.