

Digitale Fundusphotographie am Auge des Pferdes

Anika Pachten und Hartmut Gerhards

Klinik für Pferde der Ludwig- Maximilians- Universität München

Zusammenfassung

Die photographische Darstellung des Augenhintergrundes beim Pferd ist zur medizinischen Dokumentation einzelner Befunde mittlerweile zur Routine geworden. Allerdings beschränkte sie sich bisher auf die Verwendung konventioneller Kameramodelle. Im Rahmen dieser Studie wurde erstmalig die digitale Photographie des Augenhintergrundes am Pferdeauge eingesetzt. Ziel war es vor allem, den klinischen Nutzen, die Möglichkeiten und Grenzen der digitalen Fundusphotographie, auch im Vergleich zu den bisherigen konventionellen Möglichkeiten, zu untersuchen. Dabei konnten sowohl die normale Anatomie und normalanatomische Varianten als auch einige ausgewählte pathologische Veränderungen präsentiert werden. In die Studie wurden 59 Pferde unterschiedlichen Alters und Geschlechts und verschiedener Rassen, sowie 2 Eselstuten einbezogen, die in der Zeit vom 22. 4. 2004 bis zum 22. 11. 2004 in der Klinik für Pferde der LMU München vorgestellt und behandelt wurden. Als Kamerasystem diente das Scanning Digital Ophthalmoskop® (SDO) der Firma Wild Medtech. Die Kamera lässt sich dank ihrer kompakten Bauweise und der einfachen Handhabung leicht und flexibel einsetzen und eignet sich daher gut zur Anwendung am Pferdeauge. Durch seine auswechselbaren Objektive kann man das SDO auch einsetzen, um digitale Bilder der vorderen Abschnitte des Auges anzufertigen. Die hochempfindliche schwarz- weiß Kamera und ein ein-schwenkbares Filtersystem ermöglichen außerdem die Durchführung einer Fluoreszenzangiographie in Form von Videos oder Einzelbildern. Die photographische Darstellung erfolgte bei neun Pferden im Stehen, bei 43 Pferden und einem Esel in Vollnarkose und bei sieben Pferden und einem Esel unmittelbar post mortem. Bei der Darstellung hielt die untersuchende Person mit einer Hand Kontakt zum Halfter, um bei eventuellen Abwehrbewegungen besser reagieren zu können oder die Hand wurde genutzt, um gegebenenfalls die Lider manuell zu spreizen. Mit der anderen Hand wurde die Kamera mit einem Kamera-Kornea-Abstand von wenigen Millimetern am Handgriff gehalten. Die Bilder ließen sich als Einzelaufnahmen oder als Momentaufnahmen aus Videos erstellen, wobei sich letztere am stehenden Tier als besonders geeignet erwiesen. Obwohl es sich um eine schmerzlose und nicht invasive Untersuchung handelte, war eine Sedation der Patienten bei der Darstellung im Stehen auf Grund von unruhigem Verhalten zum Schutz von Mensch, Tier und Kamera immer notwendig. Die digitale Fundusphotographie liefert dem Untersucher Bilder vom gesunden und pathologisch veränderten Augenhintergrund, die im Hinblick auf Schärfe und Auflösung in der Qualität den konventionellen Bildern kaum nachstehen. Durch das Einscannen der konventionellen Bilder verlieren diese erheblich an Schärfe, so dass die digitalen Photographien dann als qualitativ hochwertiger angesehen werden müssen. Die Natürlichkeit und das Spektrum der Farben betreffend bleiben die konventionellen Bilder jedoch unerreicht. Trotzdem ist das hier verwendete Gerät für die Dokumentation von Befunden am Pferdeauge durch seine einfache Handhabung und die zufrieden stellenden Ergebnisse im Zeitalter der digitalen Medien insgesamt als gute Alternative zu werten.

Schlüsselwörter: Pferd, Ophthalmologie, digitale Fundusphotographie, Augenhintergrund, medizinische Dokumentation

Digital fundusphotography in equine ophthalmology

Fundusphotography for documentation of single cases of fundus abnormalities has become routine in equine ophthalmology though only conventional cameras has been used. In this study digital photography in the equine fundus was applied for the first time. This paper concentrated primarily on the clinical use, the abilities and limits of the system also compared to the conventional cameras up to now. Normal anatomy and variations, as well as some specific diseases of the fundus, could be presented. This study was comprised of 59 horses of various age, sex and breed and two donkey-mares. All of these equids were treated in the in the Equine Clinic of the Ludwig- Maximilians- University of Munich, Germany, from the 22. 4. 2004 to the 22. 11. 2004. The device for this application was the Scanning Digital Ophthalmoskop® of the Wild Medtech Company. The examination of nine horses was performed on standing animals. Fortythree horses and one donkey were examined under general anesthesia, and seven horses and one donkey were examined post mortem. During the procedure the examiner was holding contact to the horse's head with one hand to prevent sudden movements or to react to them. Or he used the hand to hold the eyelids open. In the other hand he held the camera at the grip in a distance of several millimetres to the cornea. The photographs were taken as single pictures or snap shots out of a video. This way of imaging was very useful in the standing horse. Though it was a non- invasive method sedation was needed in all standing horses because of nervous behaviour. No adverse reactions resulting from the examination were observed throughout the course of this study. Due to its compactness and the easy handling the application of the camera is practical and suitable in equine ophthalmology. By changing the objectives the SDO is also able to take pictures of the anterior segment of the eye. In addition there is a sensitive black and white camera and a special filtersystem to perform a fluorescein angiography. There is the choice between real time video modus or single shots. Concerning sharpness and resolution digital fundus photography provides the examiner with images from healthy as well as pathological changed fundi of slightly less quality than conventional photography. Though after scanning the conventional photographs are losing much of their resolution compared to the digital ones. However so far there is nothing equally good with regard to the naturalness and range of colours of conventional fundus photographs. Yet, in the age of multi media, the camera used in this study proves an appropriate application to document a pathologic finding in equine ophthalmology because of its easy handling and satisfying results.

Keywords: Horse, eye, digital fundusphotography, fundus, equine ophthalmology

Einleitung

Die Photographie hat sich in den letzten vierzig Jahren in der Pferdemedizin fest etabliert. Das photographische Festhalten

von Befunden zur medizinischen Dokumentation, für Lehre und Ausbildung sowie Vorträge und wissenschaftliche Arbeiten ist mittlerweile ein fester Bestandteil in allen Teilbereichen der Pferdemedizin. In Tabelle 1 sind Befunde aufgeführt, die

eine mögliche Indikation zur Fundusphotographie darstellen. Es existieren schon seit einiger Zeit digitale Kameramodelle in der Humanmedizin, mit denen entsprechende Aufnahmen des Augenhintergrundes möglich sind. Allerdings handelt es sich meist um sog. Stand-Alone-Geräte, die die gesamte Optik, Technik und Elektronik in einem Gehäuse untergebracht haben und einen eigenen Platz benötigen, so dass diese Geräte nicht flexibel einsetzbar sind. Daher haben sie in der Großtiermedizin keinen praktischen Nutzen gebracht (Strubbe et al. 1998, Barnett et al. 1967).

Tab 1 Indikationen zur digitalen Fundusphotographie
Indications of digital fundus photography

| |
|---|
| <p>➤ Normalanatomische Variationen</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Hyperpigmentation des ventralen Papillenrandes ➤ Einziehung am ventralen Papillenrand ➤ Myelinisierung der Nervenfasern ➤ Prominente Lamina cribrosa ➤ Partieller Fundusalbinismus/Hypoplastisches Tapetum lucidum |
| <p>➤ Angeborene Erkrankungen</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Funduskolobome ➤ Netzhautdysplasie ➤ Netzhautablösung ➤ Sehnervatrophie/-hypoplasie ➤ Chorioretinitis ➤ Retinale Blutungen |
| <p>➤ Erkrankungen der Netzhaut</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Retinitis ➤ Chorioretinopathien ➤ Netzhautatrophie ➤ Netzhautablösung ➤ Pigmentretinopathien ➤ Choroiretinale Neoplasien |
| <p>➤ Erkrankungen des Sehnervs</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Sehnervatrophie ➤ Neuritis nervi optici ➤ Ischämische Neuropathie ➤ Traumatische Neuropathie ➤ Gutartige exsudative Neuropathie ➤ Exsudative neuritis nervi optici ➤ Proliferative Neuropathie ➤ Neoplasien des Sehnervs |

Erst seit kurzer Zeit stehen auch digitale Kameramodelle zur Verfügung, die Dank ihrer kompakten Bauweise und eines Handgriffes flexibel einsetzbar sind und daher auch die Darstellung des Augenhintergrundes beim Pferd mit seinen unruhigen Augenbewegungen möglich machen. Das Auge des Pferdes eignet sich auf Grund seiner Größe und der daraus resultierenden Pupillengröße besonders gut für bildgebende Verfahren (Gelatt et al. 1969, Barnett et al. 1967), allerdings scheut das Pferd als Fluchttier häufig vor neuen unbekanntem Situationen und Gegenständen, hat sehr aktive Augenbewegungen und einen ausgeprägten Kornea-Schutzreflex, der bereits durch leichtes Berühren der Wimpernhaare ausgelöst wird (Saurer 1947).

In der Literatur gibt es bisher noch keine Angaben über die Anwendung der digitalen Photographie am Augenhintergrund des Pferdes. In dieser Abhandlung sollen der klinischen Nutzen, die Möglichkeiten und Grenzen der digitalen Fundusphotographie, auch im Vergleich zu den bisherigen Möglichkeiten, verdeutlicht werden. Dabei konnten sowohl die normale Anatomie und normalanatomische Varianten als auch einige pathologische Veränderungen präsentiert werden.

Material und Methode

Für die vorliegende Studie wurden im Zeitraum vom 22. 4. 2004 bis zum 22. 11. 2004 von 59 Pferden unterschied-

lichen Alters, Geschlechts und verschiedener Rassen und zwei Eselstuten die Augenhintergründe dargestellt. Das Alter der Pferde lag zwischen 1 Jahr und 25 Jahren. Es handelte sich um Patienten die stationär in der Klinik für Pferde der LMU München vorgestellt und behandelt wurden. Bei einem Großteil der Pferde bestand eine Indikation zur Fundusphotographie, wobei auch einige augengesunde Pferde mit einbezogen wurden. In manchen Fällen wurde das andere Auge zu Vergleichszwecken mit untersucht. Bei neun Pferden konnte die Darstellung im Stehen vorgenommen werden. Bei 43 der Pferde und einer Eselstute wurde die Darstellung im Rahmen einer Allgemeinnarkose für verschiedene Ope-



Abb 1 Einsatz des Scanning Digital Ophthalmoskops®
Handling of the Scanning Digital Ophthalmoskop®

rationen in Seiten- bzw. Rückenlage vorgenommen. Auf Grund der Lagerung konnte in der Regel nur ein Auge untersucht werden. Bei 7 Pferden und der anderen Eselstute wurden unmittelbar nach der Euthanasie, die aus anderen Gründen notwendig war, die Augenhintergründe dargestellt.

Die Patientenaugen wurden mit dem Scanning Digital Ophthalmoskop® (SDO) der Firma Wild Medtec untersucht (Abb 1). Bei diesem System handelt es sich um ein auf dem SLO-HRA-Prinzip basierendes, scannendes indirektes Farbbophthalmoskop mit einem Bildwinkel von 50°, einsetzbar sowohl für die Diagnose als auch für verschiedene Lasertherapien (Humanmedizin). Es nimmt auf Grund des modularen Gerätekonzepts eine Sonderstellung ein und ist handlich, einfach, delegierbar in der Bedienung und konzipiert für den stationären und mobilen Einsatz. Bedingt durch die zeilenförmige Scantechnik ist eine gute, kontrastreiche Bildqualität, speziell bei Trübungen der vorderen Augenabschnitte zu erzielen. Das SDO ist geeignet für eine Videodarbietung in Echtzeit und für die Einzelbilddokumentation. Mit entsprechendem Zubehör, einem SDO – Objektiv für Übersichtsaufnahmen der vorderen Augenabschnitte inklusive eines Aufsatzes zur Nutzung der Spaltlampe, kann der Einsatzbereich für Diagnose und Therapie auf die vorderen Augenmedien ausgedehnt werden. Durch eine hochempfindliche Schwarz-Weiß (S/W)-Kamera plus einer besonderen Filtergruppe lassen sich Störungen im Bereich der retinalen Gefäße per Fluoreszenzangiographie (FAG) darstellen. Das besondere ist das optische Prinzip, das durch die mechanisch, elektronische Scanning-Technik völlig anders gegenüber üblichen Funduskameras gestaltet ist. Eine oszillierende Doppelschlitzeblende trennt den Beleuchtungs- und Beobachtungsstrahlengang. Dies ent-

spricht einem konfokalen Blendenprinzip, das alle störenden Reflexe eliminiert und Streulicht verhindert, wodurch die gesamte Abbildung erheblich kontrastreicher wird. Das SDO arbeitet mit einer Video-Farbkamera für Coloraufnahmen bzw. einer S/W-Kamera für FAG-Aufnahmen und beleuchtet die Netzhaut konfokal scannend mit Halogenlampenlicht in einer Intensität, die der einer Spaltlampenuntersuchung entspricht. Somit können alle Aufnahmen in Echtzeit aufgenommen werden.

Das SDO benötigt zur Bildarchivierung und Bildbearbeitung eine eigenständige Imaging-Software (Betriebssystem Microsoft Windows® XP professional Version 2002, Bildarchivierungs-/ Bildbearbeitungssystem Visdo® visual imaging system V2.511.3 von IMEDOS, Gesamtspeicherplatz 522736 kB) mit zugehöriger PC-Hardware (HW) (PC: Intel Pentium® 4 CPU 2.66 GHz, 512 MB RAM; framegrabber; Monitor: Plug and Play Monitor mit Intel® 82845 G Graphics Controller, Farbqualität 32 BIT, Bildauflösung 1600 x 1200 Pixel; Fußschalter, Drucker).

Die Imaging-SW-HW-Komponenten sind extrem wichtig, um die hohe Bildqualität die das SDO liefert, auch entsprechend umzusetzen. Größere Video-Dateien müssen komprimiert werden (Speicherplatz) bzw. in Einzelbilder zerlegt werden. Das System unterstützt primär das Dateiformat Tagged Image Format (TIF) sowie Bitmap (BMP), PiCture eXchange Datei (PCX), TarGA-Format (TGA), Joint Photographic Experts Group (JPG) und Portable Network Graphics (PNG). Die Bilder wurden als JPG- oder TIF- Dateien exportiert und auf eine handelsübliche CD-Rom gebrannt. Man hatte somit später die Möglichkeit, die Bilder auf jeden PC zu transferieren und mit handelsüblichen Grafikprogrammen zu bearbeiten.

Die Patienten wurden erst einer eingehenden ophthalmologischen Untersuchung unterzogen. Danach erfolgte die digitale photographische Darstellung in einem ruhigen abgedunkelten Raum. Bei der Darstellung im Stehen wurden die Pferde auf Grund unruhigen Verhaltens einer leichten Sedation unterzogen und teilweise im Untersuchungsstand fixiert oder auch lediglich von einer erfahrenen Hilfsperson mit einem Strick am Halfter gehalten. Es bedurfte außerdem einer weiteren Hilfsperson zur Bedienung des Gerätes (Auslösen des Fotomechanismus, Einstellung der Helligkeit, Wechsel zwischen den verschiedenen Kamerafunktionen). Die untersuchende Person hielt mit einer Hand Kontakt zum Halfter, um bei eventuellen Abwehrbewegungen besser reagieren zu können oder die Hand wurde genutzt, um gegebenenfalls die Lider manuell zu spreizen. Mit der anderen Hand wurde die Kamera am Handgriff gehalten und dem Auge angenähert (Abb. 1). Um sich einen guten Überblick zu verschaffen, wurde zunächst immer der zentrale Teil des Fundus (Grenze Tapetum lucidum-Tapetum nigrum mit zentral im Bild liegender Papille) fokussiert, wobei die optimale Lichtintensität mit Hilfe eines Illuminationsreglers an der Lichtquelle eingestellt wurde. Danach wurden anatomisch oder pathologisch interessante Bereiche in den Fokus bzw. in die Bildmitte gebracht. Das Fokussieren von Objekten gelingt hier alleine über Veränderungen des Abstandes vom Objektiv zum Objekt und in geringem Maße ist auch ein Nachfokussieren über einen Ring am Objektivtubus möglich.

Ergebnisse

Im Anschluss an die Untersuchung traten keine untersuchungsbedingten ophthalmologischen Probleme auf.

In Abbildung 2 ist der normale Fundus des linken Auges eines 11-jährigen falbenen Lusitanohengstes dargestellt. Die Aufnahme wurde als Einzelbild während einer Arthroskopie in Vollnarkose erstellt. Dabei wurden keine besonderen Funktionen der Kamera angewandt. Die Dreiteilung des Fundus in das wegen der hellen Fellfarbe hier gelblich reflektierende Tapetum lucidum, das dunkel pigmentierte Tapetum nigrum

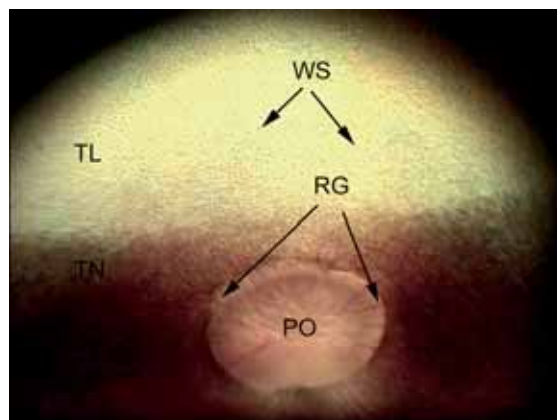


Abb 2 Lusitano, Falbe, Hengst, 14 Jahre, OS, Normaler Fundus, TL: Tapetum lucidum, TN: Tapetum nigrum, PO: Papilla optica, WS: Winslow'sche Sterne, RG: retinale Gefäße.

Lusitano, stallion, 14 years, OS, normal fundus, TL: tapetum lucidum, TN: tapetum nigrum, PO: optic disc, WS: stars of Winslow, RG: retinal bloodvessels.

und die lachs- bzw. rosafarbene Sehnervpapille ist deutlich zu erkennen. Von der Sehnervpapille aus ziehen ca. 30- 60 retinale Gefäße auf einer Länge vom 1 bis 1,5-fachen des Papillendurchmessers radiär in den Fundus hinein. Im Tapetum lucidum zeigen sich viele kleine, dunkle Punkte. Dies sind die so genannten Winslow'schen Sterne, die einen Querschnitt durch choroidale Gefäße darstellen.

Abbildung 3a zeigt den rechten Augenhintergrund eines 21-jährigen Criolloscheckwallachs. Die Aufnahme wurde als Einzelbild nach einer Vitrektomie in Vollnarkose erstellt. Es wurden keine besonderen Funktionen der Kamera eingesetzt. Im Bereich um die gesamte Sehnervpapille, besonders ventral, liegt ein partieller Fundusalbinismus vor. Bei Tieren mit heller pigmentiertem Fell liegt ein Pigmentmangel vor, so dass die choroidalen Gefäße, die sonst nicht sichtbar sind, in Erscheinung treten. Bei diesem Wallach trifft der häufig verwendete Begriff "tigroid" sehr gut zu, da dank der hell leuchtenden Farben die Ähnlichkeit mit einem Tigerfell deutlich hervortritt. Um den partiellen Albinismus darzustellen, sind die hell strahlenden und reflektierenden Farben zwar eindrucksvoll, der Rest des Bildes ist aber wegen des zu stark reflektierenden Tapetum lucidums völlig überstrahlt.

Abbildung 3b zeigt erneut den rechten Augenhintergrund des 21-jährigen Criolowallachs. Die Aufnahme wurde ebenfalls als Einzelbild nach einer Vitrektomie in Vollnarkose erstellt. Die Unschärfe im dorsalen Bildbereich resultiert aus Auflagerungen auf der Linsenrückfläche und einer

beginnenden Linseneintrübung, als Folge der ERU. Wegen der Überstrahlung wurde dieser Befund in Abbildung 3a jedoch nicht deutlich. Bei dieser Aufnahme wurde ein Graufilter in den Strahlengang eingeschwenkt, um die Überstrahlung durch das hell reflektierende Tapetum lucidum zu verhindern. Die Farben im Bereich des partiellen Albinismus erscheinen nun zwar nicht mehr so imposant und leuchtend, dafür ist das Bild als Ganzes jedoch wesentlich ausgewogener und detaillierter.

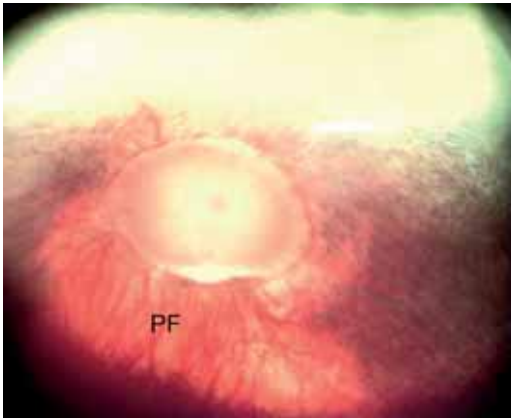


Abb 3a Criollo, Braunschecke, Wallach, 21 Jahre, OD, Partiieller Fundus-albinismus, PF: Partiieller Fundusalbinismus.
Criollo, gelding, 21 years, OD, partial fundus albinism, PF: partial fundus albinism.

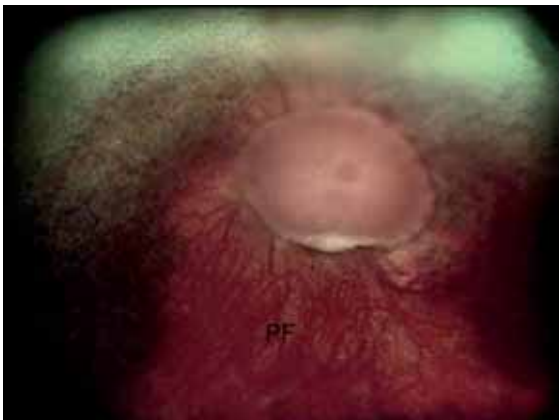


Abb 3b Criollo, Braunschecke, Wallach, 21 Jahre, OD, Partiieller Fundus-albinismus mit Graufilter, PF: Partiieller Fundusalbinismus.
Criollo, gelding, 21 years, OD, partial fundus albinism, PF: partial fundus albinism.

Abbildung 4 zeigt den rechten Augenhintergrund einer Ponystute unbekanntes Alters. Bei der Aufnahme handelt es sich um eine Momentaufnahme aus einer Videoaufzeichnung, die am sedierten, im Untersuchungsstand stehenden Pferd gemacht wurden. Es wurde ein Graufilter in den Strahlengang eingeschwenkt, um Hyperreflektionen des Tapetums zu vermeiden. Der rechte wie auch der linke Augenhintergrund dieser Ponystute weisen an mehreren Stellen des nicht-tapetalen Fundus depigmentierte Zonen mit linearen oder balkenförmigen Pigmenthypertrophien auf, die sich teilweise fast dreidimensional vorwölben. Der tapetale Fundus scheint unbeeinträchtigt zu sein. Dabei handelt es sich um eine häufige, bilaterale Veränderung bei älteren Pferden. Vermutlich stellt sie eine besondere altersgebundene Form der Pigmentretinopathie. Die Ursache ist unbekannt. Zusätz-

lich sind im Tapetum einige kleine Netzhautblutungen sichtbar.

Abbildung 5a zeigt den Augenhintergrund am rechten Auge eines 6-jährigen Westfalhengstes. Die Aufnahme wurde als Einzelbild nach einer Vitrektomie in Vollnarkose erstellt. Dabei wurden keine besonderen Kamerafunktionen eingesetzt. Bei diesem Warmbluthengst liegen erhebliche zirkumpapilläre Netzhautfalten vor, die sich weit in das Tapetum



Abb 4 Deutsches Reitpony, Schimmel, Stute, Alter unbekannt, OD, senile Retinopathie.
German riding pony, grey, mare, unknown age, OS, senile retinopathy.



Abb 5a Westfälisches Warmblut, Fuchs, Hengst, 6 Jahre, OD, Netzhautfalten.
Warmblood, chestnut, stallion, 6 years, OD, retinal folds.



Abb 5b Westfälisches Warmblut, Fuchs, Hengst, 6 Jahre, OD, Netzhautfalten.
Warmblood, chestnut, stallion, 6 years, OD, retinal folds.

nigrum hinein ausdehnen. Schon bestehende Netzhautfalten bedeuten bei einer Glaskörperoperation immer ein erhöhtes Risiko der Erblindung, da durch die Zugwirkung des Vitrektoms während der Operation eine vollständige Ablösung bewirkt werden kann. Auch für die Zukunft muss eine vorsichtige Prognose zum Erhalt der Sehfähigkeit dieses Auges ausgesprochen werden, da ein Fortschreiten der Ablösung bei solch erheblichen Falten wahrscheinlich ist. Abbildung 5b dokumentiert nochmals, wie die Netzhautfalten zu beiden



Abb 6a Hannoveraner, Fuchs, Wallach, 5 Jahre, OD, Sehnervatrophie und retinale Narben.
Warmblood, chestnut, gelding, 5 years, OD, optic disc atrophy and retinal scars.

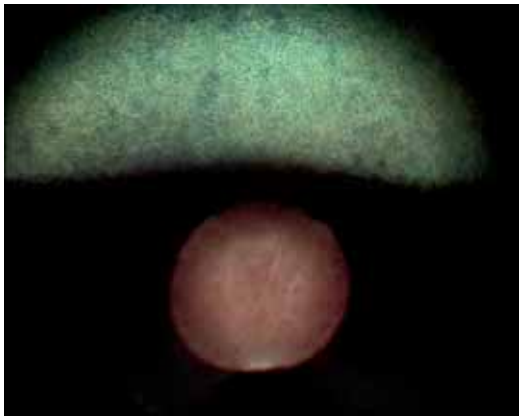


Abb 6b Hannoveraner, Fuchs, Wallach, 5 Jahre, OS, Unauffälliger Fundus.
Warmblood, chestnut, gelding, 5 years, OS, normal fundus.

Seiten der Sehnervpapille weit und baumartig verzweigt in den nicht-tapetalen Fundus hineinziehen, und unterstützt die vorsichtige Prognose.

In Abbildung 6a ist der rechte Augenhintergrund eines 5-jährigen Hannoveranerwallachs dargestellt. Bei der Aufnahme handelt es sich um eine Momentaufnahme aus einem Video, das am sedierten, im Untersuchungsstand stehenden Tier entstand. Es wurde ein Graufilter verwendet, um eine Überstrahlung der narbigen Veränderungen rund um die Sehnervpapille zu vermeiden. Ursprünglich wurde der Wallach in die Klinik für Pferde der Universität München überwiesen, da den Besitzern Reizerscheinungen des linken Auges aufgefallen waren. Im Zuge der routinemäßigen Untersuchung des zweiten Auges fiel auf, dass der Wallach auf dem rechten Auge blind zu sein schien und keine Drohgebärden oder Lichteinfall mehr wahrnahm. Die Sehnerv-

papille ist deutlich kleiner als die der linken Seite und rings um den Sehnerv liegen narbige, depigmentierte Bereiche, durch die der Reflex der Sklera schimmert. Eine elektroretinographische Untersuchung zeigte keine Erregungsbildung in der Netzhaut mehr an. Abbildung 6b zeigt den linken Augenhintergrund desselben Wallachs. Es handelt sich ebenfalls um eine Momentaufnahme aus einem Video, das am sedierten, im Zwangsstand stehenden Pferd entstand. Ursprünglich war der Wallach zur Kammerwasserpunktion

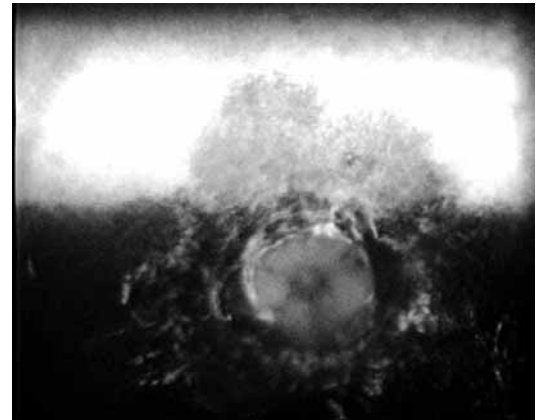


Abb 6c Hannoveraner, Fuchs, Wallach, 5 Jahre, OD, Fluoreszenzangiographie.
Warmblood, chestnut, gelding, 5 years, OD, angiography.

bzw. späteren Vitrektomie des linken Auges überwiesen worden. Der linke Augenhintergrund zeigte keine Abweichungen vom normalen Fundusbild. Im Vergleich zum rechten Auge ist der erhebliche Größenunterschied der beiden Sehnervpapillen deutlich zu erkennen. Trotz gleichen Abstands und ohne nachträgliche Vergrößerung ist die Papille des linken Auges im Durchmesser fast doppelt so groß wie die des rechten.

In Abbildung 6c ist eine Momentaufnahme aus einem Fluoreszenzangiographievideo des rechten Auges gezeigt. Die Angiographie wurde ebenfalls am sedierten, im Untersuchungsstand stehenden Tier durchgeführt. Dafür wird eine hochempfindliche schwarz-weiß Kamera mit einer besonderen Filtergruppe verwendet. Die Einstellungen lassen sich durch wenige Handgriffe am Gerät automatisch einschwenken bzw. austauschen. Das Anfluten des Fluoreszeins nahm bei diesem Auge mehr als eine Minute in Anspruch. Es stellen sich keine Netzhautgefäße mehr dar. Das Fluoreszein lässt die choroidalen Gefäße durch die geschädigte Netzhaut durchscheinen und an vielen Stellen scheint das Fluoreszein regelrecht aus den zerstörten Gefäßen ausgelaufen zu sein.

Diskussion

Die fundusphotographische Darstellung des Augenhintergrundes mit dem in dieser Arbeit verwendeten Scanning Digital Ophthalmoskop® der Firma Wild Medtech wurde von den im Stehen fotografierten Pferden in der Regel problemlos toleriert. Es war wichtig, dass der Patient sich während der Untersuchung so wenig wie möglich bewegte, was in den meisten Fällen schon durch die Verbringung in einen ruhigen, abgedunkelten Raum gewährleistet war. Manche Tiere irritierte zu Beginn der Untersuchung das vom Belüftungssystem der

Kamera erzeugte Geräusch. Nach einigen Minuten der Eingewöhnung stellte dies doch meist kein Problem mehr dar. Eine leichte Sedierung war jedoch zum Schutz von Mensch, Tier und Gerät immer notwendig. Nur besonders unruhige Tiere wurden zusätzlich noch in einen Untersuchungsstand verbracht. Eine Oberlippenstrickbremse war nie erforderlich. Die Sedation des Pferdes zur Fundusphotographie z.B. mit Xylazin wird von verschiedenen Autoren als nützliche Maßnahme beschrieben nervöse Tiere ruhigzustellen (*Strubbe et al.* 1998, *Gelatt* 1991, 1969). Im Gegensatz dazu sehen *Barnett* und Mitarbeiter die Sedation doch als meistens völlig unnötig an. Ihrer Meinung nach ist der ruhige Umgang mit dem Tier der wichtigste Faktor um gute Fundusbilder zu erlangen (*Barnett et al.* 1967). *Gelatt* wies außerdem mehrfach darauf hin, dass eine auriculopalpebrale oder supraorbitale Anästhesie beim Pferd, der eine Akinesie des Lides bewirkt, bei extremem Lidkneifen und Lidschlag von Nutzen ist (*Gelatt* 1991, 1969). Gerade bei der digitalen Darstellung war zur Gewinnung von artefaktfreien Bildern wichtig, dass die Pferde nicht mit dem Kopf schlagen oder sonstige Körperbewegungen machten. Bereits *Saurer* erkannte 1947, dass Fundusaufnahmen ohne Bewegungsunschärfe beim Pferd wegen seines lebhaften Augenspiels schwieriger als bei den anderen Haussäugetieren sind.

Bei der Darstellung in Vollnarkose war es weniger das Problem artefaktfreie Bilder zu erhalten, als vielmehr die auch in der Literatur erwähnten Nebenwirkungen der Vollnarkose zu minimieren. Das größte Problem stellte zum einen die nasoventrale Rotation des Bulbus und die reduzierte Pupillenweite dar zum anderen die schnelle Austrocknung der Hornhaut durch den außer Kraft gesetzten Lidschlag. Ein regelmäßiges Betropfen der Hornhaut war unbedingt nötig, um zu vermeiden, dass diese matt und glanzlos wurden, was zwangsläufig die Bildschärfe erheblich beeinflusste. Auf diese unerwünschten Nebenwirkungen der Allgemeinnarkose und das Abwägen dieser gegen die Vorteile der einfacheren Lagerung wird in der Literatur einstimmig immer wieder hingewiesen (*Gelatt et al.* 1991, *Gelatt et al.* 1969, *Barnett et al.* 1967, *Donovan et al.* 1964, *Luginbühl* 1958).

Eine Mydriasis wurde als äußerst hilfreich bei der photographischen Darstellung des Augenhintergrundes beurteilt. Die Mydriasis wird von verschiedenen Autoren entweder generell empfohlen (*Strubbe et al.* 1998, *Saurer et al.* 1947) oder erforderlichenfalls zusätzlich eingesetzt (*Gelatt et al.* 1969, *Barnett et al.* 1967). In der heutigen Zeit, wo ein kurzwirksames Mydriatikum wie Tropicamid zur Anwendung beim Pferd zur Verfügung steht, ist dieses Mittel der Wahl. Langzeitwirksames Atropin, wie es *Luginbühl* (1958), *Cattcott* (1952) oder *Saurer* (1947) einsetzten, sollte nur verwendet werden, wenn es auch einen therapeutischen Wert hat.

Das richtige Einstellen des Strahlenganges der Kamera erfordert etwas Übung. Besonders da dieser Vorgang sozusagen blind erfolgen muss, da man auf einen Monitor blickt und nicht direkt durch das Objektiv der Kamera. Ebenfalls erschwerend kommt das hohe Eigengewicht der Kamera hinzu, dass das Ruhighalten zu einem schwierigen Unterfangen macht und dass die Fokussierung nahezu allein durch den Kornea-Objektiv Abstand erfolgt und nicht wie bei der konventionellen Kowa Genesis eine elektrische Vorrichtung zur Fokussierung existiert. Sowohl von *Strubbe* (1998) und *Gelatt*

(1991), als auch von *Barnett* (1967) wird ein ungefähre Kamera-Kornea Abstand von 8- 10 mm für das Pferd empfohlen. Kommt man zu nahe an das Auge heran, reagiert das Pferd mit Lidkneifen und Abwehrbewegungen und das Kameraobjektiv beschlägt, ist man zu weit entfernt, entstehen Spiegelungsartefakte und Teile des Bildes werden schwarz, da die Iris den Blick versperrt. Die große ovale Pupille des Pferdes ist jedoch von Vorteil und ermöglicht eine gute Einstellung verschiedener Bereiche des Augenhintergrundes, wie schon *Gelatt* (1969) und *Barnett* (1967) feststellten.

Durch seine zeilenförmige Scantechnik besitzt das SDO ein optisches Prinzip, das völlig anders ist als das üblicher Funduskameras. Schon *Rosolen et al.* berichteten, dass diese sequentielle, "Punkt-für-Punkt" Bilderstellung präzisere Aufnahmen des Augenhintergrundes liefert (*Rosolen et al.* 2001). Eine oszillierende Doppelschlitzblende, die den Beleuchtungs- und Beobachtungsstrahlengang trennt, soll störende Reflexe eliminieren und Streulicht verhindern, wodurch die Abbildung kontrastreicher wird. Dieses physikalischen Prinzips der optischen Trennung von Beleuchtungs- und Beobachtungsstrahlengang durch eine Reflektblende, um Reflexe zu vermeiden, bediente sich bereits *Luginbühl* bei seinen Versuchen zur Darstellung des Augenhintergrundes von Haustieren (*Luginbühl* 1958).

Die Darstellung des klinisch unauffälligen Augenhintergrundes entspricht den Angaben aus der Literatur (*Barnett et al.* 2004, *Gelatt et al.* 2001, *Rebhun et al.* 1992, *Matthews et al.* 1990), wobei dank des Bildwinkels von 50° größere Abschnitte des Fundus auf einem Bild abgebildet werden konnten und so bessere Übersichtsaufnahmen entstanden sind.

Mittels digitaler Photographie lässt sich das normalanatomische Tapetum lucidum und ein partieller Fundusalbinismus (Abb.2, 3a und 3b) scharf und kontrastreich darstellen. Jedoch entsteht durch das große Reflexionsvermögen des Tapetums häufig eine Überstrahlung, so dass die einzelnen Strukturen nur schlecht voneinander abgrenzbar sind. Um dies zu vermeiden, hat es sich bewährt einen Graufilter in den Strahlengang einzuschwenken und so die Lichtintensität zu vermindern. Der Graufilter bewirkt jedoch eine erhebliche Farbverfälschung und einen Verlust der Natürlichkeit und Leuchtkraft der individuellen Farbe des Tapetums.

Es wurden zum ersten Mal einige pathologische Veränderungen am Augenhintergrund des Pferdes mittels digitaler Photographie dargestellt. Besonders erste Anzeichen einer fokalen Netzhautablösung, so genannte Netzhautfalten (*Barnett et al.* 2004, *Rebhun et al.* 1992), stellen sich außerordentlich plastisch und dreidimensional dar (Abb. 6a). Ihr Verlauf kann wegen des großen Bildwinkels weit in die Peripherie verfolgt werden (Abb. 6b). Eine Pigmentveränderung im Sinne einer senilen Retinopathie, bei der es zu balkenförmigen Pigmenthypertrophien kommt (*Barnett et al.* 2004, *Cutler et al.* 2000, *Matthews et al.* 1990), trat besonders plastisch und dreidimensional hervor (Abb.5). Auch hier bestand kaum ein Unterschied zwischen digitalen und nachträglich digitalisierten konventionellen Photographien.

Bei der in Abb. 7a dargestellten Retinopathie, als Folge einer Beschädigung des Sehnervs, mit extensiver, progressiver Depigmentierung, fokaler Pigmenthypertrophie und Verminderung der Gefäßversorgung bzw. Zerstörung der Gefäße

erwies sich die Möglichkeit zur Durchführung einer Angiographie (Abb. 7c) als ein erheblicher Vorteil gegenüber der konventionellen Kamera und das größere Bildfeld des SDO´s machte die flächige Ausdehnung der Retinopathie wie auch die Verkleinerung der Sehnervpapille deutlicher.

Insgesamt muss allerdings auch bei der Darstellung pathologischer Befunde betont werden, dass die Farbgebung und Natürlichkeit der Farben der digitalen Bilder hinter denen der konventionellen Bilder zurückstehen.

Trotzdem ist das hier verwendete Gerät für die Dokumentation von Befunden am Pferdeauge durch seine einfache Handhabung und die zufrieden stellenden Ergebnisse im Zeitalter der digitalen Medien insgesamt als gute Alternative zu werten.

Literatur

- Barnett K. C., Crispin S. M., Lavach J. D. und Matthews A. G. (2004): Equine Ophthalmology: An Atlas and Text, 2. Auflage, Elsevier, USA, Kap. 14: Fundus, 211-245
- Barnett K. C. und Keeler C. R. (1967): Fundus photography. Vet Rec 80, 624- 627
- Catcott E. J. (1952): Ophthalmoscopy in canine practice, J Am Vet med Ass 121, 35-37
- Cutler T. J., Brooks D. E., Andrew S. E., Denis H. M., Biros D. J., Gelatt K. N., Komaromy A. M. und Kallberg M. (2000): Disease of the equine posterior segment, Vet Ophthalmol 3, 73-82
- Donovan E. F. und Wyman M. (1964): Fundus photography of the dog and cat by means of the Noyori hand fundus camera, Am J Vet Res 25, 865-870
- Gelatt K. N. (2001): Color Atlas of Veterinary Ophthalmology, Equine Ophthalmology, 1. Auflage, Lippincott, Williams and Wilkins, Baltimore, 255-297
- Gelatt K. N. (1991): Ophthalmic Examination and diagnostic procedures, Textbook of Veterinary Ophthalmology, 2. Auflage, Lea & Febiger, Philadelphia, 195-236
- Gelatt K. N. und Henry J. D. Jr. (1969): Ocular Photography. Mod Vet Prac 50, 40- 48
- Luginbühl H. (1958): Die farbphotographische Darstellung des Augenhintergrundes bei verschiedenen Haustieren, Schw Arch Tierhkd 100, 187-195
- Matthews A. G., Crispin S. M. und Parker J. (1990): The equine fundus II: normal anatomical variants and colobomata, Equine Vet J Suppl 10, 50- 54
- Matthews A. G., Crispin S. M. und Parker J. (1990): The equine fundus III: pathological variants, Equine Vet J Suppl 10, 55-61
- Rebhun W. C. (1992): Retinal and optic nerve diseases, Vet Clin North Am: Equine Practice 8, 587-608
- Rosolen S. G., Saint-Macary G., Gautier V. und LeGargasson J.-F. (2001): Ocular fundus images with confocal scanning laser ophthalmoscopy in the dog, monkey and minipig. Vet Ophthalmol 4, 41-45
- Saurer H. (1947): Beitrag zur Photographie des Augenhintergrundes bei Haustieren. Schw Arch Tierhkd 89, 199-205
- Strubbe D. T. und Gelatt K. N. (1998): Ophthalmic examination and diagnostic procedures, Textbook of Veterinary Ophthalmology, 3. Auflage, Lippincott, Williams and Wilkins, Baltimore, 427-466

Dr. Anika Pachten
Klinik für Pferde
Ludwig Maximilians Universität München
Veterinärstr. 13
D-80539 München
anika.pachten@freenet.de