

Einsatzmöglichkeiten der Laserchirurgie in der Tiermedizin*

Teil 3: Laseranwendungen: Literaturübersicht und eigene Erfahrungen

K. Weigand¹, H. Gerhards¹, R. Köstlin²

Aus der Chirurgischen Tierklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München,

¹Lehrstuhl für Pferdechirurgie (Vorstand: Prof. Dr. H. Gerhards),

²Lehrstuhl für Allgemeine und Spezielle Chirurgie einschließlich Augenkrankheiten (Vorstand: Prof. Dr. U. Matis)

Schlüsselwörter: Laser – CO₂-Laser – Neodym-YAG-Laser – minimal invasive Chirurgie – Dermatologie – Ophthalmologie

Zusammenfassung: Bei der chirurgischen Laseranwendung ist neben den Gewebe- und Lasereigenschaften die Applikationstechnik der Laserstrahlung auf das Gewebe von zentraler Bedeutung. Der Einsatz von dünnen Quarzfasern zur Transmission der Laserstrahlung ermöglicht die transendoskopische Anwendung. Diese findet z. B. bei Eingriffen im Rachenbereich der Pferde zunehmend Anwendung, nicht zuletzt, da hierdurch auf eine Vollnarkose oftmals verzichtet werden kann. Im hier vorliegenden abschließenden Teil dieser Arbeit wird ein Überblick über Berichte von Laseranwendungen in verschiedenen Disziplinen gegeben. Dabei wird besonders auf Anwendungen in der Dermatologie, Ophthalmologie und auf den endoskopischen Einsatz des Lasers eingegangen.

Key words: Laser – CO₂-Laser – Neodym-YAG-Laser – Minimal invasive surgery – Dermatology – Ophthalmology

Summary: The application of laser assisted surgery in veterinary medicine. Part 3: The use of laser surgery in veterinary medicine

The transmission of the laser beam through flexible fibers enables an endoscopic application. Since this technique is minimal invasive and often does not require general anaesthesia there is an increasing interest in the use of laser techniques – for example in equine upper respiratory tract surgery.

This paper gives a review about reported laser application in the different fields of veterinary surgery with emphasis on laser practice in dermatology, ophthalmology and endoscopic laser application.

Einleitung

Die Anzahl der in Industrie und Medizin mittlerweile verwendeten Lasersysteme hat seit der Realisierung des Rubinestkörperlasers durch Dr. Theodore Maiman im Jahre 1960 immens zugenommen. In der Materialbearbeitung, Meß-, Kommunikations- und Unterhaltungstechnik ist der Laser nicht mehr wegzudenken. Der fast unüberschaubaren Anzahl dieser industriell genutzten Lasersysteme mit einer Energiedichte von bis zu einer

Million Watt pro Quadratzentimeter stehen in der Medizin etwa 20 in der therapeutischen Anwendung etablierte Laser gegenüber. Während zu Beginn der Entwicklung der Lasermedizin für vorhandene Laser nach medizinischen Anwendungen gesucht werden mußte, hat sich diese Vorgehensweise aufgrund eines besseren Verständnisses der grundlegenden Laser-Gewebe-Wechselwirkungen sowie technologischer Entwicklungen im Bereich der Laser- und Transmissionssysteme grundsätzlich geändert. So stehen heute bei der Entwicklung neuer Systeme die Vorgaben aus der Humanmedizin im Vordergrund (50, 73). In der Tiermedizin sind diese optimalen Voraussetzungen zwar nicht gegeben, jedoch sind auch hier einige Laseranwendungen dabei, einen festen Platz in der Chirurgie zu erringen.

* Herrn Prof. Dr. W. Kraft zum 60. Geburtstag gewidmet.

Im folgenden soll ein Überblick über die Einsatzmöglichkeiten des Lasers in den unterschiedlichen Sparten der Chirurgie dargestellt werden. Eine vollständige Wiedergabe der Anwendungsmöglichkeiten kann und soll nicht erfolgen. Vielmehr sollen Anregungen für einen weiteren Ausbau des Lasereinsatzes in der Tiermedizin gegeben werden. Es würde den Rahmen dieses Artikels sprengen, für jedes der erwähnten Anwendungsbeispiele die exakten Laserparameter anzugeben. Hier sei im Einzelfall auf die Originalarbeit verwiesen.

Anwendungen an der Körperoberfläche und an intra operationem geradlinig zugänglichen Strukturen in Körperhöhlen

Eines der ersten Anwendungsgebiete für medizinische Laser war die Körperoberfläche. Bereits 1963 wurde der Laser durch Goldmann in der Dermatologie eingesetzt. Der Laser besaß anfänglich vor allem zwei Hauptaufgaben: das Abtragen oder Koagulieren von Haut- und Hautanhangsgebilden und die Therapie von intrakutanen Gefäßveränderungen und -mißbildungen (4).

Anwendungen an der Haut und an intra operationem offenliegenden Strukturen

Von besonderem Interesse bei der Laseranwendung an der Haut ist der Vergleich der *Wundheilung nach Inzision* mit dem Laser und dem Skalpell. Voraussetzung hierbei ist natürlich, daß optimale Laserparameter gewählt werden und die Applikation im Fokus mit einem Strahlengang senkrecht zum Gewebe erfolgt.

In Untersuchungen konnte eine etwas geringere Wundstabilität der CO₂-Laser-Inzision am vierten Tag festgestellt werden. Die Wunde wies ferner eine verstärkte Infiltration mit Neutrophilen und eine vermehrte Deposition von Fibrin auf. Dies ist als Reaktion auf das vermehrt anfallende Debris zu sehen, wobei das Fibrin in Bereichen einer Koagulationsnekrose zu keiner festen Wundadhäsion führt. Im Kontrast hierzu enthält die Wundfläche beim Schnitt mit dem Skalpell eine Vielzahl von eröffneten Gefäßen, die die Wundheilung beschleunigen. Ab dem 12. Tag jedoch konnten keine Unterschiede in der Wundheilung mehr festgestellt werden. Eine vermehrte Nahtdehiszenz war nach der CO₂-Laser-Inzision nicht zu beobachten. Während vergleichbare Heilungstendenzen auch bei Inzisionen am Intestinaltrakt festgestellt wurden, ergab die Laserinzision an der Linea alba eine deutlich verlängerte Heilungsdauer. Dies ist vor allem damit zu begründen, daß der CO₂-Laser diese Struktur nur unzulänglich schneidet und lange Expositionszeiten und mehrere Schnittführungen zu einer beträchtlichen Nekrotisierung des Gewebes führen. So ist der Laser bei der Inzision von Haut und Darmwand dem Skalpell gleichwertig, wobei er das Nähen feiner Strukturen aufgrund

der nahezu blutlosen Inzision vereinfachen kann¹ (9, 12, 14, 15, 18). Bei mannigfaltigen Möglichkeiten der Hautinzision und des Schneidens von Gewebe wie Wundrevision, Hernienoperation, Kastration, Myektomie des M. sternothyroideus wurde der CO₂-Laser bereits eingesetzt (43, 46). Aufgrund der guten Hämostase, der geringen Wundschwellung und des oberflächlichen »Sterilisierungseffekts« werden CO₂- bzw. Nd-YAG-Laser ferner zu Eingriffen wie Mastektomie, Fistelrevision und Tumorresektion empfohlen (2, 23, 56).

In einer Untersuchung wurden 20 *perianale Fisteln* beim Hund mit dem Nd-YAG-Laser therapiert. Der Schweregrad der zu behandelnden Veränderungen wurde abhängig von der Beteiligung perianaler Areale von mild (0–90°) bis schwer (270°–360°) eingestuft. In den meisten Fällen wurde nach der Fistelrevision auch eine Sakkulektomie durchgeführt, und es war ein rektokutaner Wundverschluß nötig. Der Nd-YAG-Laser wurde hierbei für alle Inzisionen sowie die gesamte Präparation verwendet und wurde mit 13–15 Watt im cw-Modus betrieben. Die Applikation erfolgte über eine Saphirspitze am Ende der Quarzfaser. Ein primärer Wundverschluß wurde immer durchgeführt. In zwei Fällen kam es zu einer großflächigen Dehiszenz. Aufgrund des Ausmaßes der meisten Fisteln erschien eine häufig auftretende Inkontinenz als akzeptabel. In 19 Fällen bewerteten die Besitzer das Ergebnis als gut bis exzellent, so daß die Resultate nach Laseroperation besser beurteilt wurden als die nach herkömmlichen Operationen (16).

Der Komplex des *eosinophilen Granuloms* der Katze besteht aus drei Krankheitsformen, die die Haut, die Oberlippen oder die Maulhöhle betreffen und als eosinophiles Granulom im engeren Sinn, eosinophiles Geschwür und intradermales lineares Granulom in Erscheinung treten. Wie der Zusammenhang zwischen den verschiedenen Formen, so ist auch die Ätiologie der Erkrankung nicht geklärt. Bislang gelten die Kortikosteroid-, die Megestrolacetat-Applikation und die chirurgische Behandlung als die erfolgversprechendsten. In einer Arbeit wurde der CO₂-Laser in drei Fällen eingesetzt, in denen eine medikamentöse Behandlung erfolglos war. Die histopathologische Untersuchung ergab jeweils eine ulzerative Cheilitis und Stomatitis. Herkömmliche operative Exzisionen dieser Veränderungen scheinen mehr eine anatomische Deformierung als eine Heilung zu bewirken. Im cw-Betrieb kamen 6–9 Watt bei einer Leistungsdichte von ca. 4000 W/cm² zum Einsatz. Während in zwei Fällen eine einmalige Intervention ausreichte, um die Veränderungen zu behandeln, erwies sich der dritte Fall selbst nach einem zweiten Eingriff therapieresistent und konnte auch durch weitere Medikamente nicht geheilt werden. Die Operation und die postoperative Phase waren in allen Fällen unkompliziert. Der Laser erwies sich als einfach, schnell und präzise in der Anwendung. Narbengewebe entstand nicht. Wenngleich der CO₂-Laser anhand dieser Studie nicht als Patentrezept der Behandlung des eosinophilen Granuloms anzusehen ist, so sieht der Autor den Laser als hilfreiches Instrument an (27). Auch andere Untersuchungen bestätigen einen erfolgreichen Einsatz bei dieser Art von Veränderungen (2, 23).

Bei der Behandlung der *Leckdermatitis* mit dem Nd-YAG-Laser (cw-Betrieb, 20–25 Watt, 1–5 mm Abstand der Quarzfaser zum Gewebe) ließen sich bei vier Hunden

¹ Allerdings ist auf der anderen Seite das Nähen von zum Teil koagulierten Wundrändern nicht ganz einfach. Auch stellt sich bei einer Darmanastomose die Frage nach der Dichtigkeit einer derartigen Naht, da unter Umständen Teile des erfaßten Gewebes nekrotisieren können.



Abb. 1a

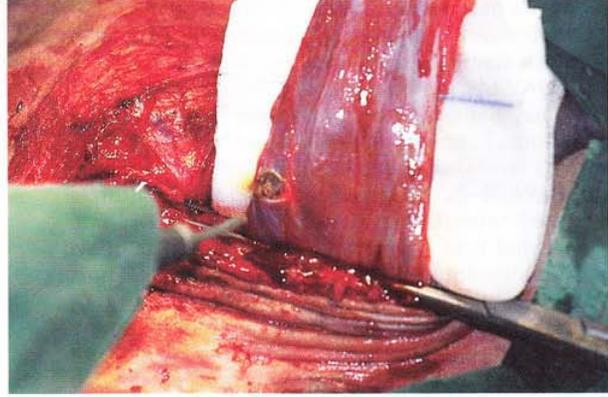


Abb. 1b

Abb. 1 Anwendung des CO₂-Lasers im Verlauf einer Kastration. a) Skrototomie. Vorne im Bild sieht man den Handapplikator. Der Spiegelgelenksarm wurde steril abgedeckt. Als Schutz vor einer ungewollten Schädigung anderer Strukturen befindet sich hinter dem zu resezierenden Gewebe ein feuchter Tupfer, der dahinterliegende Strukturen schützt («backstop»). b) Myektomie des M. cremaster.

gute Ergebnisse erzielen. Durch den koagulativen Effekt des Lasers werden kleine Blut- und Lymphgefäße und möglicherweise auch Nerven versiegelt. So sind juckende Läsionen erfolgreich therapierbar, die bislang nur schlecht auf eine Therapie ansprachen (2).

Gute Ergebnisse bei der Behandlung von *Hämangiomen* und *Warzen* erzielt der Argon-Laser. Die Wellenlängen des Argon werden vor allem von Erythrozyten absorbiert. So können Blutgefäße bis 0,5 mm Durchmesser selektiv verschlossen werden. Die Eindringtiefe an der Haut ist auf ca. 1 mm begrenzt. Tieferliegende Strukturen werden deshalb nicht beschädigt, und es bildet sich kein Narbengewebe (13).

In einem Fall von chronischer *Otitis externa* bei einem Hund mit exzessiver Bindegewebszubildung konnte der verlegte äußere Gehörgang mit dem CO₂-Laser dauerhaft rekanalisiert werden (2).

Bei der Verödung des Nervenstumpfes des N. digitalis palmaris zur Behandlung der *Podotrochlose* erwies sich der Laser nur teilweise als hilfreich. Während alle Inzisionen und Präparationen im Verlauf der Neurektomien mit dem Skalpell erfolgten, wurde mit dem CO₂-Laser bei 7 Watt und ca. 18000 Watt/cm² der proximale Nervenstumpf verödet. Wichtig war hierbei ein Schutz des umgebenden Gewebes mit gut angefeuchteten Tupfern, um eine unbeabsichtigte Bestrahlung zu vermeiden. Histologisch konnte an einigen Nervenenden nach sieben Monaten eine minimale Auswachsung des Axons festgestellt werden. Nach Ansicht der Autoren ließe sich unter Umständen eine bessere Verödung mit anderen Leistungsdichten oder dem Nd-YAG-Laser erreichen (21).

Bei der Kastration von Hengsten können die Hautinzision, die Skrototomie und das Absetzen des Hodens mit dem Laser erfolgen (Abb. 1). Während das Operationsfeld bei eigenen Untersuchungen ausgesprochen trocken war, verlängerte sich jedoch die Operationszeit. Nahtdehiszenzen wurden nicht festgestellt. Die Entstehung von postoperativen Hämatomen war bei dieser Operation kaum beeinflusst.

Perkutane Laseranwendung

Die perkutane Diskektomie mit dem Nd-YAG-Laser wurde zur Behandlung der *Diskopathie* des Hundes angewendet. Neben konservativen Behandlungen und Operationstechniken wie Fenestration und Laminektomie wurde bereits mit der Knochenbiopsiestanze eine Dekompression der Nervenwurzeln durch Volumenminderung im Bandscheibenbereich versucht. Unter Durchleuchtung wurden Punktionskanülen als Führung der Quarzfaser eingebracht. Der Nd-YAG-Laser² wurde mit 20 Watt betrieben. Nach einer Sekunde Impulsdauer erfolgte eine Pause von vier Sekunden. Bei 30–60 Wiederholungen ergab sich eine Gesamtenergie von 600–1200 Joule. Durch Verdampfen von Wasser in der Bandscheibe kommt es zu einem Schrumpfungsprozeß. Die mögliche Wiederaufnahme von Gewebeflüssigkeit könnte allerdings Rezidive nach sich ziehen. Entscheidend für den Erfolg der perkutanen Diskektomie ist eine enge Indikationsstellung. Vor allem Patienten mit monoradikulärer Schmerzsymptomatik und Lumbalgien ohne neurologische Ausfallerscheinungen besserten sich. Kontraindikationen sind freie Sequester und Hernien. Bei einem Untersuchungsgut von sechs Patienten konnte drei Tieren mit Ataxieerscheinungen nicht geholfen werden, während die übrigen bereits am ersten Tag post operationem schmerzfrei waren und zwei dies auch im Untersuchungszeitraum (ein bzw. zwei Jahre) blieben. Der dritte Patient hatte 10 Wochen post operationem einen erneuten Anfall von Radikulitis und wurde medikamentös weiterbehandelt. Bei richtiger Indikationsstellung sehen die Autoren eine sinnvolle Behandlungsmöglichkeit und geben die Erfolgsquote in der Humanmedizin mit 70–91% an (59).

² Der in dieser Studie verwendete Nd-YAG-Laser emittierte bei einer Wellenlänge von 1320 nm. Diese Emissionslinie dieses Lasers ist sehr viel schwächer als die bei 1064 nm.

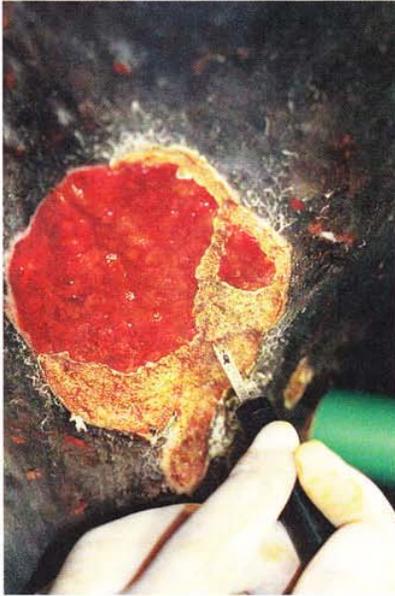


Abb. 2a Versorgung des Sarkoidbettes mit dem Laser. Während das Sarkoid mit dem CO₂-Laser (cw, 50 Watt) bereits an der Basis abgetrennt wurde, erfolgen nun ein flächenhaftes Abtragen von noch verändertem Gewebe (»swift lase«, cw, 40 Watt) und die Koagulation in der Tiefe. Klar grenzen sich die bereits koagulierten Bezirke vom vitalen Gewebe ab.



Abb. 2b Zwei große Sarkoidbette im Achselbereich. Ansicht von Abb. 2a am zweiten postoperativen Tag. Obwohl ein Hautverschluß nicht möglich war, ist die Wunde reizlos und trocken. In diesem Fall waren mehrere Operationen nötig, bis das Sarkoid vollständig verschwand.

Laseranwendung zur Tumorbehandlung

In der tierärztlichen Praxis ist eine zunehmende Häufigkeit von Tumoren – nicht zuletzt aufgrund des steigenden Durchschnittsalters der Patienten – zu erkennen. Nach chirurgischer Therapie maligner Tumoren ist eine hohe Rezidiv- und Metastasierungsrate bekannt. Neben einer chirurgischen Behandlung kommen somit Chemotherapie und Strahlentherapie und in letzter Zeit die Laserresektion und photodynamische Therapie zur Anwen-

dung. Diese Behandlungsformen werden entweder allein oder in Kombination miteinander angewendet (28).

In der Behandlung von *Plattenepithelkarzinomen* am Planum nasale von Katzen kam der Nd-YAG-Laser zum Einsatz. Plattenepithelkarzinome stellen nach Lymphosarkomen die zweithäufigste feline Tumorart dar. In einem Fall wurde im Nonkontaktverfahren (1–5 mm Abstand von der Gewebeoberfläche, 25–30 Watt, cw, 3300 Joule Gesamtenergie) in Zwei-Sekunden-Intervallen die Neoplasie koaguliert, karbonisiert und teilweise vaporisiert. Bei nur geringgradiger Wundschwellung zeigte die Katze nach der Operation kein Unwohlsein. Vier Wochen post operationem war die Läsion reepithelisiert und wies nur einen geringen Verlust der Nasenkontur auf. In diesem Fall wurden im Verlauf von 13 Monaten noch zwei weitere Laserbehandlungen durchgeführt, bis kein Tumorwachstum mehr festzustellen war. Das Leben der Katze konnte so verlängert werden und die Nase behielt ein kosmetisch zu akzeptierendes Aussehen. Als Nachteil der Laserchirurgie wird angesehen, daß die Abgrenzung der Neoplasie nicht immer deutlich zu erkennen ist, eine ungenügende Exzision jedoch zu Rezidiven führen kann. Daher empfiehlt sich unter Umständen eine Kombination mit anderen Behandlungsformen wie der photodynamischen Therapie (2, 56).

Das Prinzip der *Hyperthermiebehandlung* ist eine gleichmäßige Erwärmung von Tumorzellen über einen längeren Zeitraum hinweg, um eine Denaturierung zu erreichen. Bei schlecht zugänglichen *Maulhöhle-tumoren* wurde die Hyperthermiebehandlung erfolgreich mit dem Nd-YAG-Laser durchgeführt. Die intratumorale Temperatur konnte mit Hilfe einer intratumoralen Temperaturmessung und einer computergesteuerten Regelung für eine Stunde auf 43,2–43,5 °C erhöht werden. *Plattenepithelkarzinome* und *Melanome* zeigten zumeist eine komplette Tumorregression (49).

Equine Sarkoide konnten effektiv mit dem CO₂-Laser reseziert werden. Der sterilisierende Effekt auf das Tumorbett ist sicherlich von Vorteil bei der Rezidivprävention (44).

In der hiesigen Klinik wird der CO₂-Laser in Kombination mit dem Nd-YAG-Laser zur Tumorresektion bei Pferden eingesetzt. Hierbei werden größere Zubildungen zuerst an der Basis mit dem CO₂-Laser (cw, 40 Watt) abgesetzt und das Tumorbett dann mit Hilfe eines rotierenden Laserstrahls³ flächenhaft von Tumorgewebe gereinigt. Bei kleineren Zubildungen kann direkt mit dieser Technik das tumoröse Gewebe vaporisiert werden. Im Anschluß wird das Tumorbett mit dem Nd-YAG-Laser koaguliert, um verbliebene entartete Zellen bis zu einer Tiefe von einem Zentimeter zu zerstören (Abb. 2). Während die verruköse Form equiner Sarkoide die Laserstrahlung aufgrund des geringen Wassergehalts nur schlecht absorbiert, konnte die Rezidivrate bei anderen Sarkoidformen nach bisherigen Erfahrungen gesenkt werden. Mittlerweile ist die Laserbehandlung bei einer Reihe von Tumorarten erfolgreich durchgeführt worden. Nach vorsichtiger Tumorexzision mit dem CO₂-Laser (cw, 25–35 Watt) – ohne dabei diesen zu irritieren – sollte das Bett defokussiert bestrahlt und damit gleichsam sterili-

³ Swift lase®, Sharplan

siert werden. Während die chirurgische Exzision von beispielsweise *Mastzelltumoren* trotz umfangreicher, kompletter Exstirpation bis zu 50% Rezidive aufweist, läßt die beschriebene Lasertechnik ein besseres Ergebnis erwarten. Auch in der Behandlung von *Melanomen*, *Perianaldrüsenadenomen* und *Adenokarzinomen*, *Talgdrüsentumoren*, *Papillomen*, *Histiozytomen*, *Fibrosarkomen* und *Hämangioperizytomen* war der Laser oft hilfreich. Wenn in manchen dieser Fälle kein direkter Vorteil in der Laserapplikation zu sehen war, so war doch das postoperative Wohlbefinden der Tiere besser (2).

Eine Kombination von CO₂-Laser und Doxorubicin-Hydrochlorid zur Behandlung eines *vaginalen Fibrosarkoms* bei einer Hündin führte zur Heilung. Der Laserstrahl (*cw*, 20 Watt, Fokusbildungsdurchmesser 1,5 mm) wurde zum Teil über ein humanmedizinisches Kolposkop geleitet. Doxorubicin (30 mg/m² Körperoberfläche) wurde nach der zweiten Applikation aufgrund schwerer Nebenwirkungen (Leukopenie <1000 Zellen/mm³, Thrombozytopenie 20000 Plättchen/mm³) abgesetzt. Der Hund starb 20 Monate später an einer Bronchopneumonie. Die Sektion ergab keine Hinweise auf neoplastische Veränderungen. Durch die Kombination zweier Behandlungsschemata konnte eine komplette Heilung des Fibrosarkoms bei Erhaltung der normalen Anatomie und der Funktion des Urogenitaltrakts erreicht werden (52).

Der Lasereinsatz in der Diagnostik und Behandlung von Tumoren in Form von Laserfluoreszenzdiagnostik und der *photodynamischen Therapie* erzielt in Untersuchungen eine starke Tumorstillstandshemmung. Auch ist die Behandlung von Tumoren möglich, die aufgrund ihrer Lokalisation mit herkömmlichen Operationstechniken nicht behandelt werden können (28).

Während für die photodynamische Therapie im allgemeinen Porphyrinderivate zur Photosensibilisierung verwendet werden, wurde in einer Studie Phthalocyanin als photosensibilisierendes Agens bei Plattenepithelkarzinomen, Hämangioperizytomen, Fibrosarkomen und Mastzelltumoren verwendet. Die Hämatorporphyrinderivate werden bei einer Strahlungswellenlänge von 639 nm aktiviert. Diese Strahlung limitiert die Anwendung infolge ihrer sehr geringen Eindringtiefe auf sehr oberflächliche Strukturen. Zusätzlich ist eine Abschirmung des Patienten vor Sonnenstrahlung bis fünf Wochen danach nötig, um generalisierte Hautentzündungen zu vermeiden. Die Aktivierung von Phthalocyaninderivaten erfolgt durch Dye-Laser bei 675 nm. Dies ermöglicht eine höhere Eindringtiefe. Auch wird die Strahlung über 400 µm dicke Fasern durch Kanülen geführt perkutan appliziert. Ein weiterer Vorteil ist die kürzere Hautphotosensibilisierung. Insbesondere bei Plattenepithelkarzinomen konnten gute Ergebnisse erzielt werden. Im Moment steht zwar noch sehr wenig Datenmaterial zur Verfügung, jedoch scheint die photodynamische Therapie eine effektive und selektive Tumorzytotoxizität zu besitzen (51).

Anwendungen am Pharynx beim Kleintier

Bei 13 Hunden wurde eine *Ventrikulokordektomie* mit dem CO₂-Laser durchgeführt. Der Laser war in ein Operationsmikroskop eingekoppelt und konnte über einen Joystick gelenkt werden. Die Operationen verliefen kom-

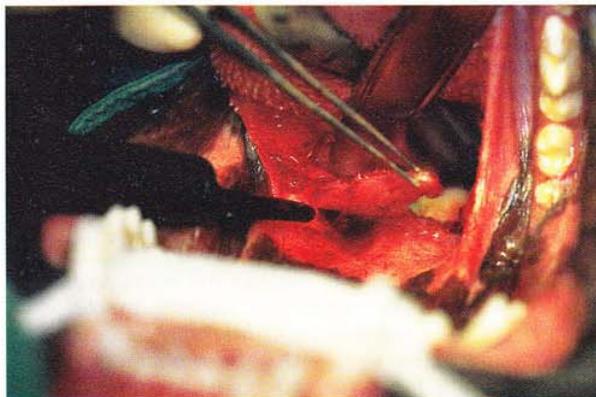


Abb. 3 Tonsillektomie mit dem CO₂-Laser beim Hund.

plikationslos. Der Autor verweist jedoch auf das Problem der sicheren Intubation und Gasversorgung des Patienten und gleichzeitig der Vermeidung einer möglichen Explosion oder Tubusbrandes bei allen laserchirurgischen Eingriffen im Atmungstrakt. Als vorteilhaft sieht er die »jet ventilation«, da zugleich der beim Lasern entstehende Rauch verdrängt wird (26).

Mit dem CO₂-Laser (*cw*-Betrieb, 45 Watt) wurde über eine ventrale Laryngotomie eine *Devokalisation* von Hunden durchgeführt. Der ventrale Zugang erstreckte sich über das Ligamentum cricothyroideum, die Inzision des Krikoids und des ersten und zweiten Trachealringes. Der gesamte Bereich von Plica vestibularis und Plica vocalis wurde auf beiden Seiten vaporisiert und die Wunde primär verschlossen. Die Heilung verlief ungestört. Dieser Zugang sollte bevorzugt werden, da er eine gute Sicht gewährleistet und die Resektion so leichter durchführbar ist (1).

Mit dem CO₂-Laser wurden ferner *Gaumensegelresektionen*, die *Resektion ausgestülpter Kehlkopftaschen* (everted laryngeal sacculles), *Tonsillektomien* und *partielle Laryngektomien* vorgenommen (Abb. 3). Die Operationen waren meist durch gute Hämostase, kürzere Operationsdauer, Minimierung der postoperativen Schmerzen und Dyspnoe gekennzeichnet (2, 11).

Anwendungsmöglichkeiten im Rahmen einer Laparoskopie

Bei der *Inzision der Linea alba* ist der CO₂-Laser dem Skalpell unterlegen. Ferner besteht bei dieser Anwendung die Gefahr einer unkontrollierten Perforation der Bauchhöhle. Die Wahrscheinlichkeit einer zusätzlichen Adhäsion von Darm an die Inzisionsstelle und einer Peritonitis wird zwar unterschiedlich beurteilt, ist jedoch gegeben. Bei der Anwendung zur *Darmresektion* ist der CO₂-Laser dem Skalpell vergleichbar (14, 15).

Untersuchungen zur Verschmelzung von Wundflächen bei einer *Darmanastomose* haben bisher noch zu keiner Anwendung unter Praxisbedingungen geführt. Der Übergang von einer beabsichtigten Versiegelung der Darmahnäse zu einer Nekrotisierung der Darmwand mit nachfolgender Durchwanderungsperitonitis stellt eine fast unkontrollierbare Gratwanderung dar (72).

Anwendung fand der CO₂-Laser (cw, 20 Watt) auch bei einer *Ovarektomie*. Bei einer Stute war das linke Ovar durch einen Sertoli-Zell-Tumor vergrößert. Der Zugang wurde von kaudoventral über die Linea alba gewählt und ergab einen guten Zugriff auf das linke, ca. 9 × 8 cm große Ovar, dessen Resektion bei einer Leistungsdichte von ca. 8000 Watt/cm² erfolgte. Nach der Resektion wurde der weitere Geschlechtstrakt überprüft, wobei eine 1,5 × 1,5 cm große Morgagni-Hydatidzyste im Infundibulum auffiel. Diese wurde bei 6000 Watt/cm² entfernt (30).

Anwendungen am Auge und dessen Adnexen

Anwendungen am Augenlid

Häufig sind an den Augenlidern fast aller Haustiere Tumoren anzutreffen. Es handelt sich hierbei meist um *Plattenepithelkarzinome*, *Sarkoide*, *Fibrome*, *Melanome*, *Basalzellkarzinome* und *Papillome*. Beim Pferd werden am häufigsten Plattenepithelkarzinome und Sarkoide diagnostiziert. Mit dem CO₂-Laser und einem defokussierten Arbeiten im divergenten Strahlengang können diese



Abb. 4 Entfernung eines Plattenepithelkarzinoms am Auge eines Pferdes. Mit dem »Swift-lase«-Aufsatz des CO₂-Lasers konnte der Tumor flächenhaft ohne größere Nekrosen abgetragen werden.

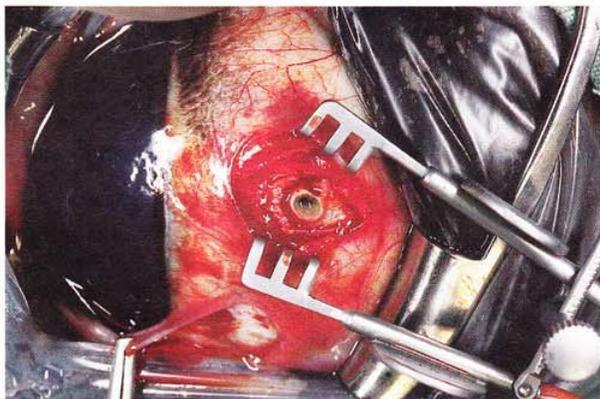


Abb. 5 Sklerotomie mit dem CO₂-Laser. Mit diesem Zugang zum inneren Auge ließen sich zahlreiche Eingriffe durchführen. Komplikationen wie Blutungen oder Schädigung von Strukturen am inneren Auge konnten nicht festgestellt werden.

Veränderungen flächenhaft abgetragen werden. Ein Schneiden ist auf jeden Fall zu vermeiden, um Läsionen tieferliegender Strukturen zu verhindern (29). Zur Differenzierung sollte im Zweifelsfall eine Feinnadelaspiration durchgeführt werden, zumal bei der Laserablation kleinerer Zubildungen keine anschließende pathohistologische Untersuchung möglich ist.

Anwendungen an Kornea und Sklera

Vor allem am Limbus, mit Beteiligung von Kornea und Sklera, werden *Plattenepithelkarzinome* entdeckt. Diese können mit dem CO₂-Laser (cw, 3–8 Watt) defokussiert vaporisiert werden. Der Laser verkürzt hierbei oftmals die Operationsdauer und vermeidet Blutungen. Postoperative Entzündungen sind kaum vorhanden und das Wohlbefinden der Tiere ist im Vergleich zu konventionellen Methoden und vor allem der Kryochirurgie deutlich gebessert. Ferner ist eine geringere Rezidivrate zu erwarten. Da kleinere Gefäße sicher versiegelt werden, erfolgt keine Ausschwemmung von tumorösen Zellen. Die Wundoberfläche ist nahezu steril und Bakterien, Viren und Pilze werden vaporisiert (17, 33, 37, 46).

In der hiesigen Chirurgischen Tierklinik konnte eine rotierende Laserstrahlung des CO₂-Lasers zur Vaporisierung eines limbalen Plattenepithelkarzinoms beim Pferd eingesetzt werden. Der Eingriff wurde unter Vollnarkose durchgeführt (Abb. 4). Postoperativ zeigte das Auge nur leichte Entzündungsreaktionen und das Tier war bei ungestörtem Allgemeinbefinden. Ein Rezidiv trat nach Angaben des Besitzers innerhalb des bisherigen Beobachtungszeitraums nicht auf.

Über einen Lasereinsatz wird bei der Behandlung einer *eosinophilen Keratokonjunktivitis* mit Granulationsgewebe am Limbus beim Pferd berichtet. Nach Exzision des Gewebes mit dem Skalpell erfolgte eine Bestrahlung mit dem Nd-YAG-Laser (9 Watt, Nonkontakt). Interessanterweise kam es in dieser Fallberichtsstudie in zwei Fällen, in denen auf den Laser primär verzichtet worden war, zu Rezidiven. Nach einer erneuten Behandlung mit Laserbestrahlung heilte der Defekt ab (7).

Der Erfolg der Vitrektomie zur Behandlung der equinen rezidivierenden Uveitis konnte durch den Einsatz des CO₂-Lasers weiter verbessert werden. Bisher war die Inzision der Sklera mit dem Skalpell eine mögliche Gefahrenquelle für Blutungen in das innere Auge, was einen nur teilweisen Erfolg der Operation bedingen kann. Mittlerweile wurden über hundert Sklerotomien mit dem Laser (25 Watt, Expositionsdauer über Fußschalter geregelt) durchgeführt, ohne daß intraokuläre Blutungen auftraten (Abb. 5).

Anwendungen am inneren Auge

Der Argon-Laser und der Krypton-Laser eignen sich ideal für Arbeiten an der Netzhaut, da ihre Strahlung von Pigmenten absorbiert wird. Zumeist ist bei der gezielten Applikation ein Kontaktglas notwendig. Dieses wird auf die Hornhaut aufgelegt und führt zu einer weiteren Bündelung und Fokussierung des Laserstrahls. *Netzhautablösungen*, *Gefäßerkrankungen* und *Offenwinkelglaukome* konnten so erfolgreich behandelt werden. Beim Offenwinkelglaukom erfolgt eine Trabekuloplastik. Hierbei werden am Trabekelwerk 100 und mehr punk-

tuelle, nichtpenetrierende Koagulationspunkte gesetzt, die den Kammerwasserabfluß verbessern. Da jedoch eine Netzhautablösung oft zu spät vom Besitzer entdeckt wird und Gefäßkrankungen und das Offenwinkelglaukom eher selten auftreten, sind diese Anwendungen in der Tiermedizin von geringerer Bedeutung. Auch ist die Netzhaut mancher Haustiere nicht so stark pigmentiert wie die des Menschen, was den Lasereinsatz deutlich einschränkt. Bei der Gonioplastik wird ein enger Iris-Kornea-Winkel geweitet. Eine Kontraktion der Iris wird durch Setzen multipler peripherer Koagulationspunkte erreicht. Durch eine Iridotomie kann eine künstliche Verbindung zwischen hinterer und vorderer Augenkammer erzeugt werden (23, 34).

Bisher wurde nur experimentell versucht, mit dem Nd-YAG-Laser eine Miosis bzw. Synechie zu behandeln. Hierbei zog sich die Iris bei der Koagulierung zusammen und erweiterte die Pupille (Abb. 6).

Die transsklerale Zyκλοkoagulation ist eine Koagulation der Pars plicata des Ziliarkörpers und konnte beim *Glaukom* des Hundes zur Verminderung der Kammerwasserproduktion eingesetzt werden. In 2–4 mm Abstand des Faserendes von der Orbita und etwa 5 mm proximal des Limbus wurde mit dem Nd-YAG-Laser ein Teil des kammerwasserproduzierenden Gewebes des Ziliarkörpers zerstört. Insgesamt erfolgten hierbei 30–40, 0,2–0,6 Sekunden lange Impulse bei 10–30 Watt. Der Augeninnendruck ließ sich nach einem kurzen postoperativen Anstieg deutlich senken (34, 36).

Die transsklerale Bestrahlung des Ziliarkörpers mit Verminderung der Kammerwasserproduktion und Senkung des Augeninnendrucks ist mit dem Q-switched Nd-YAG-Laser möglich. Da der Q-switched Nd-YAG-Laser keine Koagulationseigenschaften besitzt, sondern mit dem Prinzip der Photodisruption arbeitet, ist besonders an stark durchbluteten Strukturen die Möglichkeit einer Blutung gegeben (33, 34).

Eine Iris bombata und ein Sekundärglaukom aufgrund einer *Seclusio pupillae* sind meist Folge einer schweren Uveitis. Eine Iridotomie, Synechiotomie, Kapsulotomie oder Hyaloidotomie kann mit dem Q-switched Nd-YAG-Laser durchgeführt werden. Die Energie eines Laserimpulses beträgt hierbei 1–10 mJ und ein Impuls dauert nur acht Nanosekunden. Insgesamt wird von einer 91%igen Erfolgsrate berichtet. Alle Iridotomien in dieser Studie brachten jedoch nur einen kurzfristigen Erfolg, da sie sich aufgrund von Entzündungsreaktionen wieder schlossen. Mit der Synechiotomie, Kapsulotomie bzw. Hyaloidotomie konnte langfristig ein neuer Abflußweg geschaffen werden (8, 23).

In einer anderen Untersuchung war die hintere Kapsulotomie beim Hund nicht so erfolgreich wie beim Menschen. Als Ursache wird die beim Hund deutlich dichtere Eintrübung der hinteren Kapsel angesehen (35).

Mit dem Q-switched Nd-YAG-Laser können *Pupilleneintrübungen* nach Linsenextraktion behandelt werden. Es sollte ein zeitlicher Abstand von mindestens sechs Wochen zur Linsenextraktion eingehalten werden, damit operationsbedingte Entzündungen am inneren Auge wieder abgeklungen sind (35).

Hervorragend eignet sich der punktuell wirkende Q-switched Nd-YAG-Laser beim Lösen von Synechiestellen. Auch Sklerostomie und Sklerotomie wurden mit diesem Instrument durchgeführt (33, 35).



Abb. 6 Weitstellung der Pupille mit dem Nd-YAG-Laser. Versuchsweise wurde die Pupille infolge einer Koagulation und Schrumpfung der pigmentierten Iris weitgestellt. Beachte den Unterschied zwischen engem und weitem Teil der Pupille.

Anwendungen über ein Endoskop

Um eine Schädigung des flexiblen Endoskops bei der Anwendung des Nd-YAG-Lasers über eine Quarzfaser zu vermeiden, sollte die Laserfaser mindestens einen Zentimeter weit aus dem Arbeitskanal herausragen (65), und während des Laserprozesses immer unter Sichtkontrolle sein. Beim Einsatz des starren Endoskops wird meistens ein CO₂-Laser verwendet, der ähnlich wie beim Operationsmikroskop eingekoppelt wird. Der Laseradapter wird starr an einem Arbeitskanal befestigt. Der Laserstrahl wird in die Mitte des Kanals justiert, ohne dabei dessen Wandung zu berühren. Während der Arbeitskanal daher gerade sein muß, ist der optische Kanal gebogen, und das Okular befindet sich auf der Seite.

Anwendungen im Bereich der Nasengänge und des Pharynx

Obstruktionen im Nasengang und Rachen des Pferdes entstehen meist als Folge von *progressiven Siebbeinhämatomen, Zysten, Polypen, verdicktem Lymphgewebe, Adenokarzinomen* und *Kryptokokkosen*. Eine Röntgenuntersuchung zur Abklärung der exakten Lage und des Ausmaßes der Veränderungen sollte routinemäßig durchgeführt werden. Beim Siebbeinhämatom, welches am häufigsten diagnostiziert wird, richtet sich die Therapie neben der Lokalisation vor allem nach der Größe. Kleine Veränderungen bis zu etwa 5 cm können transendoskopisch mit dem Nd-YAG-Laser direkt vaporisiert oder aber koaguliert werden, je nachdem ob ein Kontakt- oder Nonkontakt-Verfahren mit 15 bzw. 50 Watt gewählt wird. Abgetrennte Gewebeteilchen können mit einer Fremdkörperzange entfernt werden. Bei größeren Tumoren empfiehlt sich eine Koagulation der Veränderung über drei bis vier Tage, um die Blutzufuhr zu verringern. Hierbei sollte das Siebbeinhämatom wenn möglich auch von der kaudalen Seite bestrahlt werden. Das Endoskop wird dann über die gegenseitige Nüster eingeführt und im Rachen um 180° gebogen. In einigen Fällen ist diese Behandlung für die Rückbildung oder das Absterben des Tumors ausreichend. Anderenfalls kann er über eine

Trepanation entfernt werden, wobei der Laser unter Umständen zur Blutstillung eingesetzt werden kann. Nach drei bis fünf Tagen sollte eine Kontrolluntersuchung und gegebenenfalls eine Koagulation noch verbliebener, veränderter Gewebereste erfolgen. Zur frühzeitigen Behandlung von Rezidiven empfiehlt sich nach einem, zwei und drei Monaten eine Kontrolle, bei der neu gebildete Siebbeinhämatome mit dem Laser (cw, 100 Watt, Nonkontakt-Verfahren) koaguliert werden können. Nur bei Pferden mit Karzinomen oder *Cryptococcus neoformans*-Mykosen sprach diese Art der Behandlung oftmals schlecht an (38, 58, 60, 63, 64).

Bei Zysten aller Art wird ein Lasereinsatz in zwei Arbeitsschritten angeraten. Zuerst erfolgt die Koagulation der Zystenwand (cw, 20–50 Watt, Nonkontakt) mit Erhitzen des Zysteninhaltes und Zerstörung des sezernierenden Gewebes. Danach wird die Inzision und Ablation (cw, 100 Watt im Nonkontakt oder ca. 20 Watt im Kontakt-Verfahren) der Zyste durchgeführt. Wichtig ist die vollständige Zerstörung des sezernierenden Gewebes vor der Punktion der Zyste, da die kollabierte Zyste oft nur schlecht dargestellt und gegenüber dem gesunden Gewebe abgegrenzt werden kann (60, 62, 64).

Eine transendoskopische Fensterung der ventralen Nasenmuschel zur Therapie der primären *Sinusitis* wurde erfolgreich mit dem Nd-YAG-Laser durchgeführt (20).

Die *Dorsalverlagerung des weichen Gaumens* stellt eine beim Pferd des öfteren zu findende funktionelle, pharyngeale Obstruktion dar. Im Gegensatz zu den mechanischen Obstruktionen ist vor allem ein expiratorischer Stridor zu vernehmen. Im Anleichen an konventionelle Operationsmethoden erfolgt die Resektion des freien Gaumenrandes. Dieser Eingriff kann im Kontakt- (10–14 Watt) oder Nonkontakt-Verfahren (100 Watt) durchgeführt werden. Obwohl beim Arbeiten im Nonkontakt keine sofortige Gewebetrennung zu erkennen ist, teilt sich das Gewebe aufgrund der Koagulationsnekrose meist innerhalb von 24 Stunden. Wie beim Einsatz des Cook-Hakens kann auf eine Vollnarkose verzichtet werden. Die Resektion erfolgt aber unter Sichtkontrolle über das Endoskop und weist daher weniger Komplikationen auf. Der nasale Zugang ermöglicht lediglich bei einer stationären Verlagerung den Blick auf die Begrenzung des Gaumensegels. Bei einer nur temporären Verlagerung muß versucht werden, diese unter Sedierung für die Dauer der Operation in eine bleibende Verlagerung zu verwandeln. Zur Behandlung der dorsalen Gaumenverlagerung wurde auch der CO₂-Laser eingesetzt. Im Gegensatz zum Kleintier und Menschen ist dies beim Pferd nicht per vias naturales möglich. So erfolgte die Applikation unter Vollnarkose über eine herkömmliche Laryngotomie (46, 60, 61, 64). Als Vorteil des CO₂-Lasers ist seine gegenüber dem Nd-YAG-Laser deutlich bessere Schneidwirkung bei nur minimaler Schädigung der Umgebung zu sehen. Da der CO₂-Laser jedoch im Einsatz ohne Gewebekontakt schneidet, muß mit einem »Backstop«, z. B. einem feuchten Tupfer, die Strahlung hinter der zu schneidenden Struktur gestoppt werden. Ansonsten kann es zu unbeabsichtigten Läsionen im Strahlengang kommen.

Die Behandlung und Koagulation hochgradiger *Lymphgewebshyperplasien* kann im Bedarfsfall endoskopisch mit dem Nd-YAG-Laser oder über eine Laryngotomie mit dem CO₂-Laser erfolgen (45, 46).

Anwendungen am und im Luftsack

In einer Untersuchung wurde bei drei Fällen von *Luftsackempyem* eine Fistelöffnung ventral am Luftsack knapp rostral der Luftsackklappen angelegt. Ziel war die Schaffung einer permanenten Fistel. Trotz Einlegen eines Foley-Katheters schloß sich in den drei Fällen die Fistel wieder. Nach einer anfänglichen Besserung kam es bei zwei Fällen wieder zum Empyem und die Tiere wurden euthanasiert (63).

Nach unergiebigem Versuchen der Therapie einer *Luftsackmykose* mit Spülungen erfolgte eine Bestrahlung der Veränderungen mit dem Nd-YAG-Laser. Unter Vollnarkose wurde je nach Lokalisation der Mykose in der inneren oder äußeren Luftsackbucht die A. carotis interna oder externa obliteriert. Über 10 Tage hinweg wurde das mykotisch infizierte Gewebe zwei- bis dreimal mit 20–30 Watt bestrahlt. Zwei Wochen nach dem Lasern war die Schleimhautoberfläche unauffällig (60, 62).

Die hauptsächliche Indikation für den Einsatz des Nd-YAG-Lasers im Luftsack stellt die *Luftsacktympanie* dar. Bevor eine Therapie durchgeführt wird, sollten andere potentielle Ursachen einer Umfangsvermehrung im Kehlkopfbereich ausgeschlossen und mögliche Komplikationen, wie Luftsackvereiterung und Aspirationspneumonie, abgeklärt werden.

Im Prinzip soll bei dieser Laseroperation die mediale Trennwand zwischen beiden Luftsäcken gefenestert werden. So kann die Luftansammlung in dem erkrankten Luftsack über die Luftsackklappe des gesunden Bereiches entweichen, und die Zirkulation ist wiederhergestellt. Da sich die mediale Trennwand von der tympanischen zur gesunden Seite hin vorwölbt, ist der Zugang von der gesunden Seite aus erleichtert. Unterstützen kann man diesen Effekt noch, indem man einen starren Luftsackkatheter über den erkrankten Luftsack einbringt und mit dessen stumpfem Ende die Trennwand weiter vorwölbt⁴. Über die gesunde Seite wird das Endoskop eingebracht und die Trennwand im Kontaktverfahren mit der »bare fiber« bei ca. 15–20 Watt eröffnet (60, 64, 66, 67). Diese Technik wurde bereits mehrfach mit Erfolg eingesetzt.

Alternativ kann eine Luftsackfistel angelegt werden. Hierzu wird ein Luftsackkatheter in den tympanischen Luftsack eingeführt und bis kurz vor die Luftsacköffnung wieder zurückgezogen. Anschließend wird eine Stelle dorsokaudal der Luftsackklappe vorgewölbt und mit dem Nd-YAG-Laser von der Rachenhöhle aus perforiert. Das Risiko einer Kontamination mit Futterbrei oder einer Infektion des Luftsackes scheint durch das Anlegen einer Fistel in diesem Bereich im Gegensatz zu einer salpingopharyngealen Fistel ventral zur Tubenöffnung nicht erhöht (66, 67).

Während bei einseitiger Luftsacktympanie die Fenestration der Trennwand ausreicht, um eine Dekompression zu gewährleisten, muß bei beidseitiger Tympanie zusätzlich eine Fistel angelegt werden. Es können aber auch nur

⁴ Ein weiterer Nutzen dieser Manipulation an der Luftsacktrennwand mit Hilfe eines abgebogenen Katheters ist die bessere Orientierung bei Aufsuchen einer geeigneten Stelle für die Fenestration.

zwei Fisteln angelegt und auf die Durchtrennung der Trennwand verzichtet werden (66).

An anderer Stelle wird die Teilresektion der Luftsackklappe und der teilweise hypertrophen Schleimhautfalte an der Klappeninnenseite beschrieben. Gute Ergebnisse erbrachte insbesondere die Teilresektion der Luftsackklappe. An der knorpelgestützten, medialen Seite der Luftsackklappe wurde hierbei eine Klappenteilresektion von dorsomedial nach ventral durchgeführt. Während eine ausreichende Ventilation nun ermöglicht war, blieb dennoch der pharyngeale Verschlussmechanismus der Luftsäcke und damit der Schutz vor einem Eindringen von Krankheitserregern erhalten (42).

Die Öffnung zwischen beiden Luftsäcken soll im Durchmesser ca. 2,5 cm und die oberhalb der Luftsackklappe ca. 0,5–1 cm groß sein. Durch das Einbringen eines Foley-Katheters für sieben bis zehn Tage sind Spülungen einfach durchführbar. Ferner wird der Verschluss der Fenestration durch Granulationsgewebe verhindert (66).

Anwendungen am Larynx

Eine umfangreiche Untersuchung des Lasereinsatzes am Kehlkopf galt der Behandlung der *Kehlkopflähmung*. Bei 66 Pferden wurde eine Hemiplegia laryngis sinistra zuerst unter Vollnarkose mit einer Laryngoplastik (Ersetzen der ausgefallenen Abduktionfähigkeit des M. cricoarytenoideus dorsalis durch eine feste Fixierung des Stellknorpels in Abduktionsstellung) behandelt. Nach einer Kontrolluntersuchung der Abduktionsstellung des Aryknorpels am ersten oder zweiten Tag post operationem wurde das jeweilige Pferd sediert. Ein Endoskop mit der Nd-YAG-Laserfaser im Arbeitskanal wurde über den rechten Nasengang eingeführt. Mit 100 Watt erfolgte im Nonkontaktverfahren die Koagulation der Schleimhaut des linken Ventrikels. Die Tiere erhielten anschließend 30 Tage Boxenruhe. Nach vier bis fünf Wochen und Abstoßung des abgestorbenen Ventrikels war die Heilung abgeschlossen. Die Ventrikelöffnung schien dann am medialen Rand des Processus corniculatus verklebt zu sein. Zur Vermeidung großflächiger Nekrosen und Wundheilungsstörungen sollte während der Laserbehandlung eine Gesamtenergie von 3500 Joule nicht überschritten werden. Der Laser stellt somit eine zusätzliche Behandlungstechnik dar, die zusammen mit herkömmlichen Operationstechniken oder allein eingesetzt werden kann. In dieser Untersuchung sah der Autor mehrere Vorteile des Lasers gegenüber einer Ventrikelektomie über Laryngotomie. Bei der Laryngotomie wird meist eine langwierige, sekundäre Wundheilung in Kauf genommen. Die Laryngotomiewunde ist ferner nur 2–3 cm von der Laryngoplastikinzision entfernt. So befindet sich eine infizierte Wunde in unmittelbarer Nähe der Laryngoplastik. Im Gegensatz zur konventionellen kann die Laser-Ventrikelektomie am stehenden Tier vorgenommen werden. Klinikaufenthalt und Nachversorgung waren dadurch verkürzt (63, 64).

Während diese Technik der Laser-Ventrikelektomie mit unterschiedlichen Erfolgen und leichten Abwandlungen mehrfach beschrieben wurde (41, 46, 57, 58, 60, 65), gibt es doch einige erwähnenswerte Modifikationen.

Unter Vollnarkose läßt sich im Kontaktverfahren eine Teilresektion des Stimmbandes durchführen. Hierbei werden die Plica und der M. vocalis im Rechteckschema,

beginnend am freien Rand des Stimmbandes von medial nach lateral und von posterior nach anterior, bei 25 Watt mit der »bare fiber« reseziert. Bei Bedarf entfernt man ferner die Ventrikelschleimhaut und inzidiert den M. ventricularis. Im dorsalen Bereich zwischen Aryknorpel und Schildknorpel wird das Gewebe punktuell koaguliert, um eine vollständige narbige Retraktion des hier verbliebenen Gewebes zu erreichen (53).

Im Zusammenhang mit der Durchführung einer Laryngoplastik kommt eine weitere Technik zum Tragen. Da das Pferd für die Laryngoplastik in Narkose gelegt werden muß, erfolgt in der gleichen Sitzung eine Resektion des Stimmbandes und der Stimmtasche (Ventrikulokordektomie). Als großer Unterschied zu den übrigen Techniken wird das Stimmband mit einer geeigneten Faßzange nach medial verlagert. Hierdurch kann das Gewebe erstens großflächiger abgetragen werden und zweitens ist eine chirurgische Schnittführung mit dem Nd-YAG-Laser am nichtgespannten Gewebe kaum möglich. Auch wird wirklich Gewebe reseziert und mit der Zange entnommen und verbleibt nicht bis zur Abstoßung durch den Organismus am Kehlkopf (72). Längere eigene Erfahrungen mit dieser Technik haben zu einer positiven Einschätzung geführt (Abb. 7).

Unter Vollnarkose erfolgte über eine Laryngotomie die Vaporisation der Auskleidung der linken Stimmtasche auch mit dem CO₂-Laser⁵ (45).

Exzisionen *intralaryngealen Granulationsgewebes* mit dem Nd-YAG-Laser besitzen, solange die Läsionen am Aryknorpel noch vernachlässigbar sind, eine gute Prognose. Oft treten diese Veränderungen nach Reizung der Schleimhaut des Kehlkopfes oder Arytenoidektomie und meist zusammen mit Veränderungen am Stellknorpel auf (22, 58, 64).

Das *Entrapment der Epiglottis* bzw. Umstülpen der Plica aryepiglottica und der subepiglottalen Schleimhaut über die Epiglottisspitze stellt eine bisweilen zu beobachtende Störung der Kehlkopffunktion dar. Nach Sedierung des Tieres kann über das Endoskop die Schleimhaut mit Lokalanästhetikum besprüht werden und anschließend sowohl die Nonkontakt- als auch die Kontakttechnik zur Behandlung eingesetzt werden. Auch kann das Gewebe zuerst koaguliert (50–60 Watt) und dann vaporisiert (100 Watt) werden. Im Kontaktverfahren mit dem Nd-YAG-Laser (cw, 15 Watt, evtl. Saphirspitze) sollte das umgestülpte Gewebe in der Medianen bei einer Leistungsdichte von ca. 4500 Watt/cm² vom freien Rand aus zur Epiglottisspitze hin inzidiert werden. So zieht sich das bereits getrennte Gewebe gleichsam auseinander und man bewahrt den besten Überblick. Wichtig ist die ständige Kontrolle der Lage der Epiglottisspitze, denn diese darf auf keinen Fall beschädigt werden. Am Ende des Eingriffs versucht man den Schluckreflex auszulösen, wobei sich die Lageveränderung korrigiert und die befreite Epiglottisspitze sichtbar wird. Eine manchmal zu beobachtende Schädigung der Epiglottisspitze muß wohl vor allem auf den Druck während des Entrapments zurückgeführt werden, wobei auch leicht mit dem Laser eine bleibende Schädigung gesetzt werden kann (60, 64, 68, 69).

⁵ Zur Anwendung kam hierbei eine CO₂-Hohlfaser, auf die später noch näher eingegangen wird.

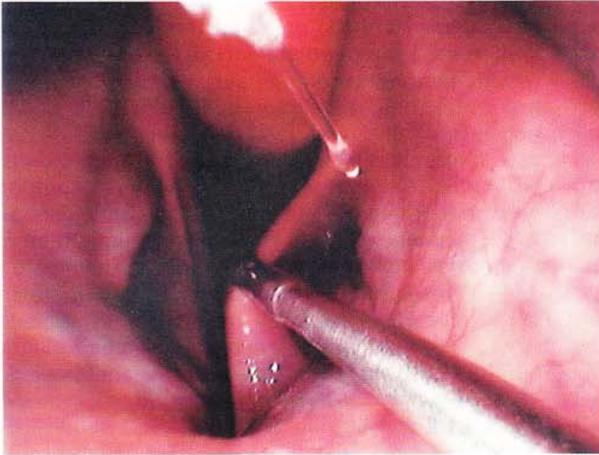


Abb. 7a Resektion des linken Stimmbandes. Während das Stimmband mit einer Faßzange positioniert wird, kann es mit der endoskopisch geführten Faser des Nd-YAG-Laser reseziert werden. Die Quarzfaser ist am Faserende abisoliert («bare fiber») und wird im direkten Gewebekontakt eingesetzt.



Abb. 7b Stimmbandresektion am ersten postoperativen Tag. Das Stimmband konnte vollständig entfernt werden. Das verbliebene nekrotische Gewebe wurde innerhalb einer Woche abgestoßen.



Abb. 7c Reseziertes Stimmband.

Ferner wurde versuchsweise eine Hohlfaser, die mit stark reflektierenden Filmen ausgekleidet war, für die Transmission der CO₂-Laserstrahlung erprobt⁶. Die Übertragung der Laserstrahlung erfolgt über Reflexionen an der Faserauskleidung. Der Außendurchmesser dieser Hohlfaser für die Endoskopie betrug 2,4 mm, so daß sie über den Arbeitskanal eines 60 cm langen Sigmoidoskopes verwendet werden konnte. Auffällig bei dieser Art der Transmission war der hohe Leistungsverlust. Am Ende der Faser stand nur noch die Hälfte der eingekoppelten Leistung zur Verfügung. Bei der sagittalen Inzision der Plica aryepiglottica wurden so 40 Watt in die Hohlfaser eingespeist, am Faserende dagegen nur noch 20 Watt gemessen. Der Leistungsverlust ist abhängig von der Faserlänge und der Faserbiegung. Bei einem dieser Eingriffe kam es aufgrund von Abwehrbewegungen des Pferdes zu einem Abknicken der Faser. Der Laser hatte sofort die Faser zerstört und ein Loch durchgebrannt. Dieses Durchbrennen der Faser stellt eine Gefahr für Patient und Personal dar (45). Da für die Lasertherapie Transmissionsysteme benötigt werden, die die Laserstrahlung sicher, verlustarm und mit der für den gewünschten Effekt notwendigen Strahlgeometrie an den Applikationsort bringen, ist nach Meinung der Autoren diese Hohlfaser kaum für den Einsatz in der Praxis geeignet.

Die Rezidivrate bei der laserchirurgischen Behandlung des Entropments der Epiglottis wird mit 5% angegeben. Eine genaue endoskopische und gegebenenfalls röntgenologische Kontrolle zur Erkennung einer hypoplastischen Epiglottis mit vorsichtiger Prognose sollte dem Eingriff vorhergehen (68, 69).

Wichtig ist beim Lasern von *Subepiglottiszysten*, daß das gesamte Zystengewebe entfernt wird und die Zyste nicht nur punktiert wird, da diese nach dem Entleeren nur schlecht vollständig abgetragen werden kann und sich dann wieder anfüllt. Es ist ferner darauf zu achten, nicht zuviel angrenzende Schleimhaut mit zu entfernen, um eine Narbengewebsbildung zu vermeiden. Wenn diese Voraussetzungen eingehalten werden, lassen sich im Vergleich des Nd-YAG-Lasers und der mechanischen Entfernung mit einer Schlinge ähnliche Ergebnisse erzielen (70). Die Eröffnung von *Abszessen an der Epiglottis* war ein weiteres Einsatzgebiet des Nd-YAG-Lasers (71).

Anwendungen in der Trachea

Intraluminales Granulationsgewebe in der Trachea – wie es nach Tracheotomien, perkutanen intratrachealen Injektionen und Aspirationen oder nach Traumen entstehen kann – konnte beim Pferd erfolgreich mit dem Nd-YAG-Laser (cw, 15 Watt, Kontaktverfahren) abgetragen werden. Abgetrennte Gewebeteile wurden mit einer über den Arbeitskanal eingeführten Faßzange entfernt (10, 55).

Anwendungen im Ösophagus

Eine radiäre Inzision einer *Ösophagusstriktur* wurde bei einer Katze mit dem Argon-Laser durchgeführt. Aufgrund dieser Striktur war bereits eine umfangreiche

⁶ Ein geringer Abstand des Faserendes zum Gewebe ist – im Gegensatz zum Spiegelgelenksarm – bei dieser Applikation notwendig, da die Lasereigenschaften stark verändert werden.

Ösophagusdilataion bis zum dritten Interkostalraum entstanden, wo sich mit Hilfe einer Kontraströntgendarstellung eine starke Lumeneinengung darstellen ließ. Endoskopisch erschien die Lumeneinengung membranös und die Schleimhautoberfläche glatt, dünn und nachgiebig. Bindegewebszubildungen als Anzeichen einer erworbenen Striktur wurden nicht festgestellt. Das weiter kaudal liegende Lumen erschien – durch die verbleibende Öffnung begutachtet – unverändert. Eine Schleimhautfalte im Ösophagus bzw. »esophageal web« wurde diagnostiziert. Ein »Ösophagus-Web« ist definiert als Striktur, die nur aus Mukosa und Submukosa besteht. Sie entsteht wahrscheinlich durch eine unvollständige embryonale Kanalisierung des Ösophagus und wird vor allem beim Menschen beschrieben (Schatzki-Ring). Da beim »web« ein Bougieren meist nur zu einem temporären Dehnen führt, wurde in diesem Fall die radiäre Inzision mit dem Laser (*cw*, 5 Watt) durchgeführt. Eine 600 μm dicke Quarzfaser wurde über den Arbeitskanal des Endoskops bis zu 2 mm nah an das Gewebe herangeführt und der Schleimhautring inzidiert. Nach der vollständigen radiären Inzision konnte das Endoskop ohne Widerstand über die Striktur weiter in die Tiefe geschoben werden. Seit dem Eingriff war das Tier klinisch unauffällig und zeigte kein Regurgitieren mehr. Bei Nachuntersuchungen wurde kein Narbengewebe festgestellt. Die radiäre Inzision ist bei einer Zikatrix im allgemeinen umstritten, da sich oft wieder Narbengewebe bildet, weshalb die mechanische Dilatation bevorzugt wird (19).

Anwendungen am Uterus

Die Bestrahlung von *Endometriumszysten* wurde bereits mehrfach mit Erfolg durchgeführt. Während glanduläre und lymphatische Zysten unterschieden werden, sind es vor allem letztere, die größer und möglicherweise bei der Nidation störend sind. Oft kommt es nach der Exzision von Endometriumszysten zu Rezidiven, da sie nicht vollständig entfernt wurden. Im Nonkontaktverfahren bei etwa 1 cm Abstand zum Gewebe sollte die gesamte Zystenoberfläche zunächst koaguliert (*cw*, 50 Watt) und damit das sezernierende Gewebe zerstört werden. Danach kann die Zyste punktiert (100 Watt) und das Zystengewebe vaporisiert werden. Vorsicht vor zu hoher thermischer Belastung der Uteruswand ist geboten, da es zu Uteruswandnekrosen mit Gefahr einer Durchwanderungssperitonitis kommen kann. Der Eingriff wird unter Sedierung gut toleriert (6).

Anwendungen am Gelenk

Während die *Heilung von Knorpeldefekten* durch Nd-YAG-Laser-Bestrahlung (25 Joule) deutlich beschleunigt wurde und nach etwa acht Wochen neuer Knorpel nachzuweisen war, hatte dies kaum einen günstigen Einfluß auf subchondrale Defekte (25, 39, 40). In einer Studie zum *Schneiden von Meniskusgewebe* erwies sich der Nd-YAG-Laser als ungeeignet, da er starke thermische Defekte in der Umgebung verursacht. Deutlich besser waren CO_2 - und Excimer-Laser, deren Schnitte dem Skalpell vergleichbar sind (5). Der CO_2 -Laser wurde zur *intraartikulären Knorpelvaporisation* und *Bearbeitung des subchondralen Knochens*

eingesetzt. Am dritten Karpalknochen von Pferden kamen Leistungen von 20 Watt bei 0,5 mm Durchmesser im Fokus, also ca. 10000 Watt/cm^2 , zur Anwendung. Anzeichen einer thermischen Beeinflussung und einer Entzündungsreaktion waren nur 50–60 μm weit in den umgebenden Knorpel festzustellen. Die Eingriffe zeichneten sich durch zügige Meniskusresektion ohne Blutungen und durch geringeres postoperatives Unbehagen und weniger Schwellung als nach mechanischer Resektion aus. Nach acht Wochen war die Knorpelheilung deutlich besser als nach mechanischer Bearbeitung. Im Gegensatz zu diesen guten Resultaten bei der Knorpelbearbeitung traten beim Knochen nach dem Lasern starke Entzündungsreaktionen verbunden mit langanhaltender Lahmheit auf. Der CO_2 -Laser ist somit im intraartikulären Einsatz nützlich zur Bearbeitung von Knorpel, vor allem in unzugänglichen Bereichen des Gelenkes. Jedoch ist eine Aufgasung des Gelenkes notwendig, da der CO_2 -Laser in Flüssigkeiten stark absorbiert wird. Holmium- und Erbium-YAG-Laser, zwei weitere Festkörperlaser mit Lanthanoiden als Lasermedium, zeigen aufgrund der besseren Absorptionscharakteristika ihrer Wellenlängen bei 2100 bzw. 2940 nm wahrscheinlich bessere Qualitäten bei der Knochenbearbeitung (39, 40, 54).

In Untersuchungen mit dem XeCl-Excimer-Laser (Lichtwellenlänge von 308 nm, 40 mJ Energie und 10- bis 70-Hz-Betrieb) konnten durch Photoablation (Expositionsdauer von wenigen Nanosekunden) präzisere Knorpelabtragungen als mit mechanischen Instrumenten durchgeführt werden. So ergänzen sich die beiden Techniken Laser und Endoskopie derart, daß Applikationen ermöglicht werden, die mit konventionellen Techniken nicht möglich sind (24).

Anwendungen im Abdomen

Die laparoskopische Lasertechnik einer *Ovarektomie* am stehenden Pferd wurde beschrieben. Indikationen hierfür sind Sterilisation, Nymphomanie, Ovarzysten, Hämatome, Abszesse und Tumoren. Der laparoskopische Zugang über die Flanke wurde gewählt und die Ovarumgebung mit Lokalanästhetikum besprüht. Nach Clippigatur der Gefäße konnte die Befestigung des Ovars laserchirurgisch durchtrennt werden (47).

Anwendungen über ein Operationsmikroskop

Während intraepitheliale *Zervixneoplasien* beim Pferd im Gegensatz zum Menschen nur selten anzutreffen sind, stellen *Adhäsionen* im Zervixbereich ein häufigeres Problem bei der Stute dar. Die derzeitigen Versuche, diese über das Operationsmikroskop mit dem CO_2 -Laser zu behandeln, brachten jedoch nur teilweise Erfolge. Grund hierfür sind sich erneut bildende Adhäsionen und Stenosen, da die Wundoberflächen während der Reepithelisierung nicht voneinander getrennt werden konnten und wieder verwuchsen. Wichtig ist eine genaue, enge Indikationsstellung: Verwachsungen am Ovar oder Uterus, Verklebungen im distalen Infundibulum des Oviduktes oder der Fimbrien und Ovarumtoren (3, 48). Da der orale Zugang zum Pharynx bei Pferden im Gegensatz zum Menschen und vielen Kleintieren nicht möglich ist, können über eine Laryngotomie Eingriffe wie Ventrikelotomie, Arytenoidotomie und Staphylektomie durchgeführt werden. Der Vorteil in der Mikrochirurgie ist

hierbei in der minimalen Gewebstraumatisierung zu sehen. Hieraus resultiert eine verbesserte Gewebefunktion, weniger Narbengewebe und eine verkürzte Rekonvaleszenzzeit. So wird von einer Wiederaufnahme des Renntrainings nach Ventrikelrektomie am siebten Tag post operationem berichtet (31).

Diskussion

Betrachtet man den grundsätzlichen Stellenwert von Lasern in der Medizin, muß zunächst die Bedeutung des Lasers bei den verschiedenen Anwendungen geklärt werden. Der Einsatz von sogenannten Soft-Lasern, die durch eine weitgehend noch ungeklärte photochemische Gewebewirkung z.B. zu einer Stimulierung der Heilung führen können, und von Lasern in der Diagnostik, wie Fluoreszenzdiagnostik und Laser-Doppler-Verfahren, wurde in diesem Artikel nicht näher besprochen und soll im folgenden unberücksichtigt bleiben. So muß der Laser entweder als Anregungsmechanismus für eine spezielle Reaktion (laserinduzierte Thermotherapie, photodynamische Therapie) oder als chirurgisches Instrument (Präparation, Resektion, Gewebefusion) gesehen werden. Den Laser als das zentrale therapeutische Verfahren kann man immer nur dann ansprechen, wenn eine bestimmte Erkrankung ausschließlich mit dem Laser behandelt werden kann. Dies ist immer dann indiziert, wenn andere Techniken versagen würden bzw. eine Kontraindikation für diese besteht oder wenn sich durch den Lasereinsatz aufwendige Operationen vermeiden lassen (4). Bei allen übrigen Einsatzmöglichkeiten, und dies ist die überwiegende Mehrheit, stellt der Laser ein adjuvantes Instrumentarium dar. So ist schließlich zwischen dem endoskopischen Einsatz des Nd-YAG-Lasers in den oberen Atemwegen am stehenden Pferd und der Verwendung des CO₂-Lasers für den Hautschnitt beispielsweise bei einer Laparotomie deutlich zu unterscheiden. Die Vorteile des Lasers, wie geringere Blutverluste und zum Teil Traumatisierung des umliegenden Gewebes, Risikoverminderung der Streuung entarteter Zellen während der Tumoroperation oder Vermeidung einer Vollnarkose, sind ferner gegenüber den Anschaffungskosten abzuwägen. Die anfängliche Euphorie, mit dem Laser das Skalpell gänzlich zu ersetzen, ist einer sachlichen Abwägung der Vor- und Nachteile eines etwaigen Lasereinsatzes und einer Einschätzung als zusätzliche Ergänzung des Instrumentariums gewichen.

Die verschiedenen Laser ergänzen sich hierbei mehr, als daß sie sich ersetzen. Wenngleich mit CO₂- und Nd-YAG-Laser Gewebe geschnitten und koaguliert werden kann, so ist doch nur jeweils eine der beiden Anwendungen optimal und die andere mehr ein Notbehelf. Auf eine direkte Gegenüberstellung von Argon-, CO₂- und Nd-YAG-Laser, gleichsam einer Auflistung, für welchen Eingriff welcher Laser zu verwenden ist, soll verzichtet werden, da es vielmehr gilt, einen vorhandenen Laser möglichst vielfältig einzusetzen. Wenngleich durch Weiterentwicklungen in der Applikationstechnik ein immer breiteres Anwendungsspektrum mit einem Laser abzudecken ist, darf die spezifische Gewebewirkung des verwendeten Lasermediums doch nie bei der Operationsplanung in Vergessenheit geraten. Vorsicht ist ferner bei der Benennung der einzelnen Gewebeeffekte geboten, da oft eine ungenaue Bezeichnung verwendet wird. So wird

in englischsprachigen Veröffentlichungen – und dies ist die überwiegende Mehrzahl – das Wort »blanching« von Gewebe mit dem Nd-YAG-Laser im Nonkontaktverfahren sowohl für Koagulieren als auch Vaporisieren verwendet. Unter Verwendung dieser Technik ist jedoch keine Gewebevaporisierung möglich.

Die bisherigen Veröffentlichungen, einschließlich der vorliegenden Arbeit, über Laseranwendungen in der Tiermedizin beziehen meist nur ein kleines Patientengut ein oder sind gar Einzelfallberichte ohne das Ergebnis einer längeren Verlaufskontrolle. So muß es im Ermessen des Operateurs liegen, inwieweit ein Bericht auf einen aktuellen Fall übertragbar ist.

In der Praxis erfreuen sich insbesondere die Laseranwendungen über die direkte und indirekte Endoskopie einer steigenden Verbreitung. Diese Art der minimal invasiven Operationstechnik wird in der Humanmedizin bereits mit großem Erfolg eingesetzt. Die wesentlichen Vorteile sind die geringere Traumatisierung des Gewebes beim Operationszugang und während der Operation und die damit verbundene frühere Genesung. Während bei einigen Eingriffen auf Vollnarkose verzichtet werden kann, muß auch bedacht werden, daß es aufgrund einer oftmals zu geringen Erfahrung und Übung mit diesen neueren Techniken zu Verlängerungen der Narkosedauer kommen kann. Während diese Art der Laseranwendung in der Tiermedizin eingeschränkt ist – zumal im Gegensatz zur Humanmedizin schönheitskosmetische Gesichtspunkte meist von untergeordneter Bedeutung sind –, empfiehlt es sich, auch die Indikation genau zu stellen und darin einen greifbaren Vorteil gegenüber konventionellen Operationstechniken zu sehen.

LITERATUR

1. Anderson SM, Lippincott CL. Devocation of dogs by carbon dioxide laser surgery. *J Am Hosp Assoc* 1991; 27: 364-6.
2. Bartels KE. Laser surgery for selected small animal soft tissue conditions. *Prog Biomed Opt/SPIE* 1991; 1424: 164-70.
3. Bellina JH. Lasers in gynecology. *Proceedings of the Annual Convention of the AAEP* 1983; 28: 191-202.
4. Berlien HP, Müller GJ, Hrsg. *Angewandte Lasermedizin/Lehr- und Handbuch für Praxis und Klinik*. Landsberg, München: ecomed 1989.
5. Black J, Sherk H, Meller M, Uppal GS, Divan J, Sazy J, Rhodes A, Lane GJ. Wavelength selection in laser arthroscopy. *Prog Biomed Opt/SPIE* 1991; 1424: 12-15.
6. Bliklager AT, Tate LP Jr, Weinstock D. Effects of neodymium:yttrium aluminum garnet laser irradiation on endometrium and on endometrial cysts in six mares. *Veterinary Surgery* 1993; 22: 351-6.
7. Brandt Kirstin, Hipp R, Wohlsein P, Deegen E. Die eosinophile Keratokonjunktivitis bei drei Pferden/Symptomatik und laserchirurgisch unterstützte Therapie. *Pferdeheilkunde* 1995; 11: 405-10.
8. Brinkmann MC, Nasisse MP, Davidson MG, English RV, Olivero DK. Neodymium-YAG laser treatment of iris bombe and pupillary block glaucoma. *Prog Vet Comp Ophthalmol* 1996; 2: 13-9.
9. Carruth JAS. Lasers in medicine and surgery. *J Medical Engineering & Technol* 1981; 8: 161-7.
10. Charton C, Tulleners E. Transendoscopic contact neodymium: yttrium aluminum garnet laser excision of tracheal lesions in two horses. *JAVMA* 1991; 199: 241-3.
11. Clark GN, Sinibaldi KR. Use of a carbon dioxide laser for treatment of elongated soft palate in dogs. *JAVMA* 1994; 204: 1779-81.

12. Cochrane JPS, Beacon JP, Creasy GH, Russell RCG. Wound healing after laser surgery / An experimental study. *Br J Surg* 1980; 67: 740-3.
13. Dismukes DE. Laser therapy of cutaneous lesions with the Argon and CO₂ laser. *Proceedings of the Annual Convention of the AAEP* 1983; 28.
14. Durante EJ. Breaking strength of CO₂-laser and scalpel blade incisions in the dog. *S Afr Vet Ass* 1992; 63: 141-3.
15. Durante EJ, Kriek NPJ. Clinical and histological comparison of tissue damage and healing following incisions with the CO₂-Laser and stainless steel surgical blade in dogs. *S Afr Vet Ver* 1993; 64: 116-20.
16. Ellison GW, Bellah JR, Stubbs WP, Van Gilder J. Treatment of perianal fistulas with Nd:YAG laser/results in twenty cases. *Veterinary Surgery* 1995; 24: 140-7.
17. English RV, Nasisse MP, Davidson MG. Carbon dioxide laser ablation for treatment of limbal squamous cell carcinoma in horses. *JAVMA* 1990; 196: 439-42.
18. Fintersbush A, Rousso M, Ashur H. Healing and tensile strength of CO₂ laser incisions and scalpel wounds in rabbits. *J Plast Reconstr Surg* 1982; 70: 360-2.
19. Golden DL, Henderson RA, Brewer WG. Use of an argon laser for transendoscopic radial incision of an esophageal web in a cat. *J Am Anim Hosp Assoc* 1994; 30: 29-32.
20. Harps O, Ohnesorge B, Deegen E. Transendoskopische Fensterung der ventralen Nasenmuschel zur Therapie der primären Sinusitis beim Pferd/Ein Fallbericht. *Pferdeheilkunde* 1996; 12: 99-104.
21. Haugland LM, Collier MA, Panciera RJ, Bellamy J. The effect of CO₂ laser neurectomy on neuroma formation and axonal regeneration. *Vet Surg* 1992; 21: 351-4.
22. Hay WP, Tulleners E. Excision of intralaryngeal granulation tissue in 25 horses using a Neodymium: YAG laser (1986-1991). *Vet Surg* 1993; 22: 129-34.
23. Klause SE. Lasers and veterinary surgery. *Continuing Education Article #3* 1990; 12: 1565-76.
24. Koort HJ. Excimer laser in the arthroscopic surgery. *Prog Biomed Opt/SPIE* 1991; 1424: 53-9.
25. Lane GJ, Sherk HH, Kollmer C, Uppal GS, Rhodes A, Sazy J, Black J, Lee S. Stimulatory effects of Nd:YAG lasers on canine articular cartilage. *Prog Biomed Opt/SPIE* 1991; 1424: 7-11.
26. Liebenberg SP, Taylor WE. The carbon-dioxide laser: its use in pharyngeal surgery in the dog. *Vet Med Small Anim Clin* 1984; 79: 497-503.
27. Manning TO, Crane SW, Scheidt VJ, Osuna Debora J. Three cases of feline granuloma complex (eosinophilic ulcer) and observations on laser therapy. *Semin Vet Med Surg* 1987; 2: 206-11.
28. Mihaljevic SY, Mihaljevic M, Grasczew G. Kombinierte diagnostische Verfahren und laserphotodynamische Therapie maligner Tumoren. Einsatz in der Kleintiermedizin. *Kleintierpraxis* 1989; 34: 225-232.
29. Miller TR. Eyelids. In: *Equine Surgery*. Auer JA, ed. Philadelphia, London: Saunders, 1992; 599-618.
30. Montgomery TC, Weakley-Jones B. CO₂ laser oophorectomy of a Sertoli cell tumor and dissection of a hydatid cyst of Morgagni of the infundibulum of a uterine tube in a mare/A case report. *J Equine Vet Sci* 1984; 4: 200-1.
31. Montgomery TC. CO₂ laser and microsurgery in the horse. *Proceedings of the Annual Convention of the AAEP* 1986; 31: 399-407.
32. Müller GJ, Müller-Stolzenburg N. Biologische Wirkung der Laserstrahlung/Potentielle Risiken für Haut und Augen. *Biotronic* 1989; 1: 55-60.
33. Nasisse MP, Davidson MG, MacLachlan NJ, Corbett W, Tate LP, Newman HC, Hardie EM. Neodymium:yttrium, aluminum, and garnet laser energy delivered transsclerally to the ciliary body of dogs. *Am J Vet Res* 1988; 49: 1972-1978.
34. Nasisse MP, Davidson MG. Laser therapy in veterinary ophthalmology/Perspective and potential. *Semin Vet Med Surg* 1988; 3: 52-61.
35. Nasisse MP, Davidson MG, English RV, Roberts SM, Newman HC. Neodymium:YAG laser treatment of lens extraction-induced pupillary opacification in dogs. *J Am Anim Hosp Assoc* 1990; 26: 275-81.
36. Nasisse MP, Davidson MG, English RV, Jamieson V, Harling DE, Tate LP. Treatment of glaucoma by use of transscleral neodymium:yttrium aluminum garnet laser cyclocoagulation in dogs. *JAVMA* 1990; 197: 350-4.
37. Nasisse MP, Jamieson VE. Cornea and sclera. In: *Equine Surgery*. Auer JA, ed. Philadelphia: Saunders, 1992; 635-48.
38. Nickels FA, Tulleners EP. Nasal passages. In: *Equine Surgery*. Auer JA, ed. Philadelphia, London: Saunders, 1992; 433-46.
39. Nixon AJ, Krook LP, Roth JE, King JM. Pulsed carbon dioxide laser for cartilage vaporisation and subchondral bone perforation in horses/Part I: Morphologic and histological reactions. *Vet Surg* 1991; 20: 200-8.
40. Nixon AJ, Roth JE, Krook L. Pulsed CO₂ laser for intraarticular cartilage vaporisation and subchondral bone perfusion in horses. *Prog Biomed Opt/SPIE* 1991; 1424: 198-208.
41. Ohnesorge B, Harps O, Deegen E. Direkte und transendoskopische Laserchirurgie beim Pferd. 13. Arbeitstagung Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft 1994; 304-15.
42. Ohnesorge B, Deegen E. Die transendoskopische Behandlung der Luftsacktympanie bei Fohlen. *Pferdeheilkunde* 1995; 11: 233-7.
43. Palmer SE. Clinical use of a carbon dioxide laser in an equine general surgery practice. *Proceedings of the Annual Convention of the AAEP* 1990; 35: 319-31.
44. Palmer SE. Carbon dioxide laser removal of a verrucous sarcoid from the ear of a horse. *JAVMA* 1989; 195: 1125-7.
45. Palmer SE. Transendoscopic and freehand use of flexible hollow fibers for carbon dioxide laser surgery in the upper airway of the horse: a preliminary report. *Prog Biomed Opt/SPIE* 1991; 1424: 218-20.
46. Palmer SE. Standing laser surgery of the head and neck. *Vet Clin North Am - Equine Pract* 1991; 7: 549-69.
47. Palmer SE. Standing laparoscopic laser technique for ovariectomy in five mares. *JAVMA* 1993; 203: 279-83.
48. Palmer SE. Surgery with lasers. 33rd Annual Congress of BEVA; Dublin 1994.
49. Panjehpour M, Overholt BF, Frazier Donita L, Klebanow ER. Hyperthermia treatment of spontaneously occurring oral cavity tumors using a computer controlled Nd:YAG laser system. *Prog Biomed Opt/SPIE* 1991; 1424: 179-85.
50. Pausewang H. Status und Perspektiven der Lasermedizin in der Bundesrepublik Deutschland. *Laser und Optoelektronik* 1991; 2: 44-9.
51. Peavy GM, Klein MK, Newman CH, Roberts WG, Berns MW. The use of chloro-aluminum sulfonated phthalocyanine as a photosensitizer in the treatment of malignant tumors in dogs and cats. *Prog Biomed Opt/SPIE* 1991; 1424: 171-8.
52. Peavy GM, Rettenmaier A, Berns MW. Carbon dioxide laser ablation combined with doxorubicin hydrochloride treatment for vaginal fibrosarcoma in a dog. *JAVMA* 1991; 201: 109-10.
53. Röcken M, Feyh J. Transendoskopische laserchirurgische Glottiserweiterung bei Hemiplegia laryngis. *Pferdeheilkunde* 1995; 11: 239-45.
54. Roth JE, Nixon AJ, Gantz VA, Meyer D, Mohammed H. Pulsed carbon dioxide laser for cartilage vaporisation and subchondral bone perforation in horses/Part I: Technique and clinical results. *Vet Surg* 1991; 20: 190-9.
55. Shappell Kristie K, Tulleners EP. Trachea. In: *Equine Surgery*. Auer JA. Philadelphia, London: Saunders, 1992; 488-95.
56. Shelley BA, Bartels KE, Ely RW, Clark DM. Use of the neodymium:yttrium-aluminum-garnet laser for treatment of squamous cell carcinoma of the nasal planum in a cat. *JAVMA* 1992; 201: 756-8.
57. Shires GMH, Adair HS, Patton CS. Preliminary study of laryngeal saccullectomy in horses, using a neodymium:yttrium aluminum garnet laser technique. *Am J Vet Res* 1990; 51: 1247-9.

58. Speirs VC, Tulleners EP, Ducharme NG, Hackett RP. Larynx. In: Equine Surgery. Auer JA, ed. Philadelphia, London: Saunders, 1992; 460-80.
59. Stickdorn S, Nolte I, Thiet W, Koch R. Zur Behandlung der Diskopathie des Hundes mit der perkutanen intradiskalen Laser-Dissektomie (PILD). Kleintierpraxis 1995; 40: 103-13.
60. Tate LP Jr., Newman HC. Applications of laser surgery. In: Current Practice of Equine Surgery. White NA, Moore JN, eds. Philadelphia: Lippincott 1990; 26-34.
61. Tate LP, Sweeney CL, Bowman KF, Newman HC, Duckett WM. Transendoscopic Nd-YAG laser surgery for treatment of epiglottal entrapment and dorsal displacement of the soft palate in the horse. Vet Surg 1990; 19: 356-63.
62. Tate LP Jr. The laser and its application in veterinary surgery. California Vet 1991; 45: 23-7.
63. Tate LP Jr., Glasser M. Six years of transendoscopic Nd:YAG application in large animals. Prog Biomed Opt/SPIE 1991; 1424: 209-17.
64. Tate LP. Application of lasers in equine upper respiratory surgery. Vet Clin North Am Equine Pract 1991; 7: 165-95.
65. Tate LP. Lasers in veterinary surgery. In: Equine Surgery. Auer JA, ed. Philadelphia, London: Saunders, 1992; 177-85.
66. Tate LP, Blikslager AT, Little EDE. Transendoscopic laser treatment of guttural pouch tympanites in eight foals. Vet Surg 1995; 24: 367-72.
67. Tetens J, Tulleners EP, Ross MW, Orsini PG, Martin BB Jr. Transendoscopic contact neodymium:yttrium aluminum garnet laser treatment of tympany of the auditory tube diverticulum in two foals. JAVMA 1994; 204: 1927-9.
68. Tulleners EP. Transendoscopic contact neodymium:yttrium aluminum garnet laser correction of epiglottic entrapment in standing horses. JAVMA 1990; 196: 1971-80.
69. Tulleners EP. Correlation of performance with endoscopic and radiographic assessment of epiglottic hypoplasia in racehorses with epiglottic entrapment corrected by use of contact neodymium:yttrium aluminum garnet laser. JAVMA 1991; 198: 621-6.
70. Tulleners EP. Evaluation of peroral transendoscopic contact neodymium:yttrium aluminum garnet laser and snare excision of subepiglottic cysts in horses. JAVMA 1991; 198: 1631-5.
71. Tulleners EP. Use of transendoscopic contact neodymium:yttrium aluminum garnet laser to drain dorsal epiglottic abscesses in two horses. JAVMA 1991; 198: 1765-7.
72. Tulleners EP. Persönliche Mitteilungen 1995.
73. Walter J, Berlien P, Müller G. Der Laser in der Tiermedizin. Der praktische Tierarzt 1989; 4: 5-11.

Dr. K. Weigand
Chirurgische Tierklinik
der Ludwig-Maximilians-Universität
Veterinärstraße 13
D-80539 München

Referat für die Praxis

Hochgradige Magenblutungen durch gepuffertes Aspirin bei einem Greyhound

Massive gastric hemorrhage induced by buffered aspirin in a Greyhound

Shaw N, Burrows CF, King RR. J Am Anim Hosp Assoc 1997; 33: 215

Aspirin (Azetylsalizylsäure) wird in der Kleintiermedizin als nichtsteroidales Antiphlogistikum häufig verwendet. Es kann erhebliche örtliche Nebenwirkungen im Magen entfalten durch direkte Schädigung der Epithelzellen und durch indirekte Schädigung infolge einer Reduktion der Prostaglandinkonzentration in der Mukosa. Die Substanz, die stark sauer reagiert, diffundiert frei in die Mukosazellen, in deren neutralem pH-Milieu sie ionisiert wird. Dadurch wird die Permeabilität der Mukosazellmembran gestört, so daß Säureionen in die Schleimhautzelle einwandern können. Außerdem kommt eine vermehrte Histaminproduktion zustande mit der Folge einer erhöhten Kapillarpermeabilität. Die Folgen sind Magenschleim-

hautödem, Blutungen, Entzündungen, Erosionen und Ulzera.

Diese Nebenwirkungen sollen durch gepufferte Salizylate zumindest herabgesetzt werden. Die Verfasser berichten aber über einen Greyhound, der gepuffertes Aspirin in einer – recht niedrigen – Dosis von 13 mg/kg KM einmal täglich während drei Tagen (übliche Dosisempfehlung: zweimal täglich 10-25 mg/kg KM) erhielt und der daraufhin Meläna und Erbrechen von Blut zeigte. Bei der klinischen Untersuchung ergab sich das Vollbild eines hypovolämischen Schocks. Endoskopisch wurden Spritzerblutungen gesehen. Die Therapie bestand aus: Infusion von Kochsalzlösung, Bluttransfusion, Cimetidin, Sucralfat sowie Cefazolin, später auch Ringer-Lösung, Omeprazol und Misoprostol. Der Hund erholte sich.

Der Fall zeigt, daß auch gepufferte Azetylsalizylsäure in niedriger Dosis in – wenn auch offensichtlich seltenen Fällen – zu massiven gastralen Blutungen führen kann, die jedoch mit der o.a. Therapie erfolgreich behandelt werden konnten.

W. Kraft, München