

Zeitschrift: Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire
ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires

Herausgeber: Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte

Band: 141 (1999)

Heft: 7

Artikel: Lama-Sedation und Anästhesie (Übersichtsartikel)

Autor: Neiger-Aeschbacher, G.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-591688>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 15.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Lama – Sedation und Anästhesie (Übersichtsartikel)

G. Neiger-Aeschbacher

Zusammenfassung

Die Überweisung von Lamas (*Llama glama*) an Tierärzte zwecks therapeutischer oder diagnostischer Massnahmen nimmt zu. Häufig sind dazu Sedation oder Allgemeinanästhesie notwendig. Manche Kenntnisse, die für Sedation und Anästhesie des domestizierten Wiederkäuers und des Pferdes zutreffen, lassen sich auch bei der Sedation und Anästhesie des Lamas anwenden. Vieles ist jedoch bei Lamas speziell zu beachten. Der Artikel gibt eine Übersicht über die heutigen Kenntnisse zu allen Aspekten der Sedation und Anästhesie des Lamas.

Schlüsselwörter: Lama – Neuweltkamel – Sedation – Anästhesie – Übersichtsartikel

Llama – sedation and anaesthesia (review article)

Increasing is the number of Llamas (*Llama glama*) referred to veterinarians for diagnostic or therapeutic procedures which frequently require sedation or anaesthesia. Much of the knowledge concerning sedation and anaesthesia of domesticated ruminants and horses can be applied to sedate or anaesthetise a llama. A variety of considerations remain special for the llama. The article reviews all aspects of today's knowledge about sedation and anaesthesia of llamas.

Keywords: Llama – New World Camelid – sedation – anaesthesia – review

Allgemeines

Die Gattung Lama (*Llama glama*) gehört zu den Neuweltkamelen. Neben der Haltung in Zoo und Zirkus gewinnt das Lama auch als Haus- und Arbeitstier (Packtier) sowie Wolleproduzent in Europa an Popularität. Als ruhige, gesellige, kooperative, aber auch stoische Herdentiere ist der Umgang mit ihnen meist einfach. Das Führen am Halfter ist empfehlenswert. Sehr aufgeregte Tiere spucken (Regurgitieren von Mageninhalt). Abdecken der vorderen Kopfhälfte mit einem Tuch sowie das Festhalten eines Ohres tragen zur Beruhigung bei. Das Verhalten innerhalb der Herde unterliegt einer Rangordnung. Heranwachsende, pubertierende und besonders von Hand aufgezogene Jungtiere beiderlei Geschlechts betrachten den Menschen als «artverwandt» und sind speziell angriffslustig (Körperpressen, Angriffe, Aufsteigen, Beissen). Selten verhalten sich auch adulte Männchen gegenüber dem Menschen aggressiv. Die Haare des Lamas wachsen nur langsam nach (Heath, 1989). Besitzer von Ausstellungstieren und Wolleproduzenten sind

deshalb ganz besonders auf eine notwendige Schur (z. B. Blutentnahme) aufmerksam zu machen.

Klinische Untersuchung und präanästhetische Vorbereitung

Zur Beurteilung des *Allgemeinzustandes* gehört das Abtasten des Körpers. Lamas werden häufig überfüttert und neigen zu Fettleibigkeit. Die Rückenmuskulatur sollte sich fest anfühlen und der Rippenbogen gut abzugrenzen sein, denn die Beckenregion erscheint auch beim übergewichtigen Tier noch als knochig. Behaarung und Höhe der Tiere täuschen ausserdem ein grösseres Gewicht vor. Das *Körpergewicht* der Neugeborenen (0–2 Wochen alt) beträgt 8–18 kg. Für Unreife spricht ein Körpergewicht von weniger als 4–8 kg; diese Tiere müssen speziell betreut werden. Die normale Gewichtszunahme liegt in den ersten Wochen bei 0,25 bis 0,5 kg pro Tag (Evans und Matthews, 1994). Jungtiere (2 Wochen bis 6 Monate alt) wiegen 20–70 kg, ausgewachsene

Weibchen 100–150 kg und Männchen 140–175 kg. Beide Geschlechter können jedoch 200 kg und mehr wiegen! Vor Sedation oder Allgemeinanästhesie sollten Lamas unbedingt gewogen werden; Probleme sind häufig auf eine Überdosierung der Wirkstoffe zurückzuführen. Die *Körpertemperatur* beträgt bei Neugeborenen und Jungtieren $\pm 39^\circ\text{C}$, bei ausgewachsenen Lamas $37,2\text{--}38,7^\circ\text{C}$ und kann nach starker Aufregung bis auf 40°C steigen. Die *Herzfrequenz* liegt bei 60–90 Schlägen pro Minute. Da oberflächliche Arterien nicht einfach zu ertasten sind, ist die Pulsbeurteilung schwierig. Auf der Ohroberfläche, der Schwanzunterseite und an den distalen Gliedmassen kann der *Puls* gefühlt und Stärke, und Regelmässigkeit können beurteilt werden. Die grösste, oberflächlich verlaufende und relativ leicht zugängliche Arterie ist die medial am Sprunggelenk liegende *A. saphena* (Fowler, 1989a). Die *Atemfrequenz* beträgt 10–30 Züge pro Minute. Das Lama hat drei *Magenkompartimente* im Gegensatz zu den vier Abteilungen bei anderen Ruminanten. Bei den in der linken Flanke des Lamas abhörbaren Magenkontraktionen lassen sich drei bis vier kaudo-kranial gerichtete Kontraktionswellen pro Minute unterscheiden. Durch *Fasten* wird das Volumen in der Abdominalhöhle verringert. Dadurch bleibt die Atemfunktion (funktionelle Residualkapazität der Lungen) besser erhalten, die Wahrscheinlichkeit des Regurgitierens nimmt ab. Ähnlich wie bei Ruminanten schlägt Fowler (1989a) einen Futterentzug während 24–48 Stunden und einen Wasserentzug für 8–12 Stunden bei geplanten Eingriffen vor; dagegen beschränken Riebold und Mitarbeiter (1989) die Zeit des Futterentzuges auf 12–18 Stunden. Gasansammlung im ersten Magenkompartiment (C-1) des anästhesierten Lamas treten im Gegensatz zur Gasansammlung im Pansen der domestizierten Wiederkäuer nicht auf (Riebold, 1996). Beim Rind führt Fasten zu Bradykardie; beim Lama scheint dies nicht zuzutreffen (Riebold, 1996).

Venenpunktion beziehungsweise Einlegen eines Verweilkatheters

Vena jugularis: Die Anatomie des Lamahalses unterscheidet sich von anderen Haustieren (Fowler, 1989c; Heath, 1989; Riebold et al., 1989). Blutentnahmen, Injektionen in die Jugularvene und besonders das Einlegen eines Verweilkatheters sind deshalb schwierig (Amsel et al., 1987; Fowler, 1989c; Heath, 1989). Die *V. jugularis* liegt sehr nahe der Karotis, aber nicht in einer Halsrinne. Auch nach dem Stauen ist die Jugularvene schlecht sichtbar. Aus ästhetischen Gründen wird häufig auf das Scheren der Haare verzichtet und somit die Blutentnahme aus der Jugularvene erschwert. Die Wahl der Punktionsstelle folgt persönlichen Präferenzen. Heath (1989) empfiehlt den Zugang an der rechten *V. jugularis*. Amsel et al. (1987) und Fowler (1989c) beschreiben ausführlich das Einlegen eines Verweilkatheters in die Jugularvene an einer kranialen und kaudalen Stelle des Halses. Der

Zugang in Nähe des fünften Halswirbels wird als zuverlässiger beurteilt (Amsel et al., 1987).

Im kranialen Halsbereich nahe des Unterkieferwinkels ist die Jugularvene zwar schlechter zu erkennen, aber das Blutgefäss liegt weiter von der Karotis entfernt und wird durch den *Musculus sternocephalicus* von dieser getrennt. Ein Nachteil dieser Punktionsstelle ist v. a. beim ausgewachsenen Männchen die bis zu einem Zentimeter dicke Haut. Ein 1 cm langer Hautschnitt reduziert die Beschädigung und das Verstopfen des Verweilkatheters mit ausgestanzten Hautpartikeln (Riebold et al., 1989). Auch ohne vorhergehende Sedation lässt sich nach Lokalanästhesie der Schnittstelle in Ruhe arbeiten. Als weitere Nachteile des oberen Halsbereiches gelten die Nähe der *Glandula parotis* und, bedingt durch das Arbeiten in Kopfnähe, häufigere Abwehrbewegungen nicht beruhigter Tiere.

Die Stelle im unteren Halsbereich befindet sich gerade oberhalb des ventralen Fortsatzes des fünften Halswirbels. Die Vorteile sind hier die dünnere Haut (etwa 3–4 mm), das gute Erkennen der Vene nach Stauen von Hand und die ruhige Halsstellung auch bei Kopfbewegung. Von Nachteil sind die starke Behaarung, die Nähe der Karotis zur Jugularvene und die unbequemere Stellung des Ausführenden bei der Venenpunktion. Wichtig ist deshalb eine gute Handhabung des Lamas, wobei der Kopf nicht seitwärts gedreht werden soll.

Komplikationen beim Einführen des Katheters können durch Punktionsversuche nahe der Venenklappen (4–5 Stück) und durch Anstechen der *A. carotis* entstehen. Das venöse Blut des Lamas enthält viel Oxyhämoglobin (Amsel et al., 1987) und erscheint deshalb relativ hellrot. Im Gegensatz zu einem Jugularvenenanstich lässt sich das bei einer unbeabsichtigten Punktion der *A. carotis* hellrot und pulsierend herausstritzende Blut einwandfrei als solches erkennen. Einschieben eines Katheters und/oder Injektionen in die *A. carotis* sind unbedingt zu vermeiden. Der Katheter muss entfernt und die Einstichstelle von Hand während etwa zwei bis zehn Minuten abgedrückt werden, um Hämatombildung zu vermeiden. Bei einer unbeabsichtigten intraarteriellen Injektion von Beruhigungsmitteln ist als geringste Komplikation mit Krampfanfällen zu rechnen.

Venen am Vorderbein (z. B. *Vena cephalica*) eignen sich bei neugeborenen und ganz jungen Tieren als Alternative zur Jugularvene. Vorteilhaft ist der gut sichtbare und gerade Verlauf der Vene. Manipulationen der Gliedmassen bei heranwachsenden und adulten Tieren sind selten ohne Sedation möglich. Die medial an der Hintergliedmasse gelegene, gut sichtbare und grosse *Vena saphena* eignet sich auch zur Katheterisierung beziehungsweise Blutentnahme. Aufgrund des Zuganges ist eine Punktion nur am liegenden Tier möglich. Gut sichtbar und zugänglich sind auch beim stehenden Tier die Venen der äusseren, jedoch stark behaarten *Thoraxwand*. Auch die Venen an *Ohr und Schwanz* sind relativ leicht zugänglich.

Bei der *Wahl des Verweilkatheters* (Über-die-Nadel-Technik) gilt als Anhaltspunkt für den Durchmesser

14–16G (ausgewachsene Lamas) beziehungsweise 18–20G (kleinere Lamas) und eine Länge von 10–14 cm für die Jugularvene; bei anderen Venen 22–16G und 4–10 cm Länge. *Indikationen* für einen Verweilkatheter sind Flüssigkeitstherapie, häufige Blutentnahmen und intravenöse Injektionsanästhesie (v. a. bei der Verwendung von Guaifenesin).

Endotracheale Intubation und Extubation

Als *Indikation* für eine Intubation gilt die Sicherung der Atemwege (besonders bei Tieren in Rückenlage und Tiefstellung der vorderen Körperhälfte), die Einschränkung der Aspiration von Speichel und Mageninhalt (nach passiver Regurgitation) (Fowler, 1989a; Riebold, 1996), die Zufuhr von Sauerstoff und/oder verdampfenden Narkosemitteln besonders bei länger dauernden Anästhesien sowie die künstliche Unterstützung oder Aufrechterhaltung der Atmung, vor allem, wenn eine Tympanie möglich ist oder bereits vorliegt. Die Intubation der Trachea ist bei einer Allgemeinnarkose immer von Vorteil. Vor der Intubation (oder vor dem Einleiten der Anästhesie mittels Maske) sollte die Mundhöhle ausgespült werden (Fowler, 1989a). Bei erwachsenen Tieren sind sehr lange Tubi notwendig (Tab. 1) (Riebold et al., 1994), deren absolut notwendige Länge durch Anhalten (Lippen bis einige Zentimeter kaudal des Larynx) abgeschätzt werden kann.

Die *Technik* der endotrachealen Intubation des Lamas ist nicht einfach und ähnlich der Intubation bei kleinen Ruminanten. Wegen der anatomischen Gegebenheiten sind die Platzverhältnisse im Oropharynx eng: geringes Öffnen des Mund, Aufwölbung der Zunge im kaudalen Teil (*Torus linguae*), geringer Abstand zwischen den Unterkieferästen, tief liegender Larynx und langes Gaumensegel, das häufig unter dem Kehledeckel liegt und den direkten Blick auf die Trachea verhindert. Beim Einschieben des Tubus kann die Manschette durch Kontakt mit Zähnen sehr leicht angerissen werden (Riebold et al., 1994). Die Wahl des Zuganges zur Trachea ist abhängig von der persönlichen Präferenz und der Erfahrung mit kleinen Wiederkäuern, Schweinen oder Kaninchen. Verschiedene Möglichkeiten beschreiben Riebold und Mitarbeiter (1994). Das Überstrecken von Kopf und Hals

(annähernd 180° der orotrachealen Achse) ist die Voraussetzung für das Einführen des Tubus über die Mundhöhle (*oroendotracheale Intubation*). Eine blind durchgeführte Intubation ähnlich wie beim Pferd ist möglich (Fowler, 1989a). Mit dem Lama in Sternallage – nach Heath (1989): «Sphinx-Stellung» – sind die besten Bedingungen für die Intubation der Trachea unter Sichtkontrolle mittels Laryngoskopie geschaffen. Eine Hilfsperson hält mit den rechts und links vom Thorax postierten Beinen das Lama in dieser Stellung. Gazeschlingen um Ober- und Unterkiefer gelegt erleichtern das Öffnen des Mundes und halten die Zunge in Position. Kopf und Hals werden dann in eine überstreckte Stellung gebracht und das Laryngoskop eingeführt. Eine gute Lichtquelle und besonders bei erwachsenen Tieren ein langer Laryngoskopspatel (minimum 25 cm, besser 35 cm lang) sind unerlässlich. Durch Druck auf den Zungengrund klappt die Epiglottis hinter dem Gaumensegel hervor. Ist das Gaumensegel sehr lang, wird dieses mittels Laryngoskopspatel leicht angehoben und gibt so den Blick auf den Larynx frei. Die direkte Manipulation der Epiglottis kann Laryngospasmus auslösen und sollte deshalb vermieden werden. Wegen der engen Platzverhältnisse wird bei der Laryngoskopie während des Vorschiebens des Endotrachealtubus der Blick auf den Larynx stark beeinträchtigt. Durch die Anwendung einer Führungshilfe für den Tubus wird auch die Intubation der Trachea erwachsener Lamas ohne grössere Probleme bewältigt. Diese wird auf einer Länge von drei bis fünf Zentimetern in die Trachea eingeschoben und der Tubus darüber gestreift. Neben kommerziell erhältlichen, oft teuren Mandrins eignen sich auch biegbare, aber weiche Plastikschläuche oder mit Isolierband abgedeckte Drähte mit stumpfem Ende. Während der Intubation ist häufig das Absaugen oder Auswischen der Pharynx-Larynx-Region nötig (Speichel, Bronchialsekret, evtl. regurgitiertes Material). Die *nasoendotracheale Intubation* über die Nasengänge ist möglich. Das vorhergehende Abtasten des schmalen Nasenganges zur Grössenbestimmung des Tubus ist unerlässlich. Um die Verletzungsgefahr zu reduzieren, muss Gleitmittel verwendet werden; ein Zusatz von Phenylephrin reduziert eventuelles Nasenbluten (Epistaxis). Nach Riebold und Mitarbeitern (1994) wird der Tubus durch das Nasenloch über den ventralen Nasengang nach medial ausgerichtet und langsam, mit leichtem Druck, eingeführt. Das schräg angeschnittene distale Tubusende zeigt dann nach lateral, und die Länge des Tubus gleitet der Nasengangschleimhaut anliegend vorwärts. Die Gefahr der Verletzung der Knochen wird so verringert (Riebold et al., 1994). Drehen des Tubus am Übergang in den Nasopharynx führt häufig zur Abschürfung der Schleimhaut und Epistaxis. Stösst man bei erwachsenen Tieren nach 10 cm auf Widerstand, so befindet sich der Tubus im mittleren Nasengang, liegt am Ethmoid, und Weiterschieben führt zu massivem Nasenbluten. Widerstand nach 25 cm bei erwachsenen Tieren weist auf Einführen in das nasopharyngeale Divertikulum hin (Riebold et al., 1994). Auch in diesem Fall muss nochmals mit der Intubation begonnen werden. Ein in

Tabelle 1: Wahl des endotrachealen Tubus anhand des Körpergewichtes und der Einführtechnik

Körpergewicht (kg)	innerer Durchmesser (mm)		Länge (cm)
	oro-tracheal	nasotracheal	
< 30	4–7	3–6	20
30–40	8–10	7–8	25–30
60–80	10–12	9–10	30–40
100	12	10	40–55
>175	14	10–12	

den Tubus eingelegtes Stilett mit nach ventral gebogener Spitze erleichtert den Übergang in den Nasopharynx und somit in die Trachea (Riebold et al., 1994). Nach Erreichen des Nasopharynx werden Kopf und Hals des Lamas überstreckt und der Tubus – nötigenfalls unter Sichtkontrolle mittels Laryngoskop – in die Trachea vorgeschoben. Riebold et al. (1994) benötigten bei der nasotrachealen Intubation des Lamas in knapp 20% der Versuche ein Laryngoskop, um den Eintritt des Tubus aus dem Nasopharynx in die Trachea besser steuern zu können. Die Manschette des Tubus sollte gleich nach der Intubation aufgeblasen und der Tubus am Unterkiefer mittels Gaze- oder Klebeband befestigt werden. Zahlreich sind die Merkmale der *korrekten Lage des Tubus* in der Trachea: Sichtkontrolle beim Einführen (Tubus rutscht durch die Stimmritze in die Trachea); während Ausatmung beschlägt Kondenswasser die Innenseite des Tubus (durchsichtiges Material Voraussetzung) und verschwindet mit der Einatmung; vor die Öffnung gehaltene Haare des Lamas oder Gazestreifen bewegen sich mit Ein- und Ausatmung; Luftstrom aus Tubus fühlbar; bei Verwendung einer Anästhesiemaschine verlaufen die Bewegungen des Atembeutels gleichzeitig mit, aber gegensätzlich zu den Thoraxbewegungen; Nachweis des ausgeatmeten Kohlendioxids (endexpiratorisches CO₂) durch Kapnometrie. Für eine Ösophagusintubation sprechen auch röchelnde, gurgelnde Geräusche (Riebold et al., 1994). Besteht Unklarheit, ob der Tubus korrekt plaziert ist, sollte der Atembeutel, auch wenn Apnoe vorliegt, nur vorsichtig zusammengepresst werden. Die über den Ösophagus in den ersten Magen gepressten Anästhesiegase führen zu Tympanie und erhöhen wiederum die Wahrscheinlichkeit des Regurgitierens (Riebold et al., 1994) beziehungsweise Refluxes. Diese Gase kehren nicht in das Atemsystem der Anästhesiemaschine zurück; das Volumen des Atembeutels nimmt ab. Laryngospasmus und aktive Regurgitation sind *Komplikationen*, denen durch genügend tiefe Anästhesie vorgebeugt werden kann (Riebold et al., 1989). Auch eine Oberflächenanästhesie (1–2 ml Lidokain 2%) des Larynx wird beschrieben (Hildebrand und Hill, 1993). Vereinzelt auftretendes Schlucken spricht für knapp genügende, gehäuft auftretendes Schlucken für eine ungenügende Anästhesietiefe. Schluckbewegungen erschweren nicht nur die tracheale Intubation, sondern begünstigen das Vorschiebens des Tubus in die Speiseröhre. Eine unbeabsichtigte Intubation des Ösophagus kann Regurgitieren auslösen! Die Intubationsversuche sollten unterbrochen werden, um Regurgitieren nicht zu provozieren, und der Ösophagus sollte abgedrückt werden, um aktives Regurgitieren zu unterbinden (Riebold et al., 1989). Der Kopf des Lamas wird tief gehalten, um nach Regurgitieren einer Aspiration vorzubeugen (Riebold et al., 1989). Vor dem nächsten Intubationsversuch wird die Mundhöhle vom Mageninhalt gereinigt. Die *Extubation* erfolgt ausschliesslich nach Rückkehr des Hustenreflexes und sollte so lange hinausgezögert werden, bis das Lama aktiv versucht, durch Kauen den Tubus aus dem Mund zu entfernen (Riebold et al., 1994).

Im Unterschied zu Pferden und Wiederkäuern sollte nicht nur das Wiedereintreten des Schluckreflexes abgewartet werden: Lamas versinken häufig erneut in tiefere Sedation, sobald der Reiz des Endotrachealtubus entfällt. Mundhöhle und Pharynx werden vor der Extubation ausgewaschen, falls während der Anästhesie Mageninhalt ausfloss. Nach Reflux wird auch der Tubus mit aufgeblasener Manschette vorsichtig während des Ausatmens aus der Luftröhre gezogen. Mit der aufgeblasenen Manschette soll das in der Trachea liegende Material (regurgitierter Mageninhalt, Speichel, Bronchialsekret, Blut) in die Mundhöhle befördert werden. Wird auf Höhe Larynx zu viel Widerstand gespürt, wird etwas Luft aus der Manschette entfernt, um das vollständige Herausziehen des Tubus zu ermöglichen. Übermässiges Husten während der Anästhesieerholungsphase ist ein Hinweis auf die Aspiration von Flüssigkeit oder Futterpartikeln (Fowler, 1989a).

Sedation und Anästhesie des Neugeborenen und sehr jungen Lamas

Wie alle neugeborenen Tiere weisen auch Lamas eine hohe Stoffwechselrate auf und sollten deshalb nur 1–2 Stunden gefastet werden. Sie werden als «pseudo-mono-gastrisch» bezeichnet, da der Magentrakt noch nicht voll ausgebildet ist. Auch die Entwicklung der Leber ist noch nicht abgeschlossen, und der Stoffwechsel anästhetischer Substanzen ist verzögert. Bei fehlender Muskelaktivität, Venendilatation durch Anästhetika und/oder schlechtem Allgemeinzustand geht sehr schnell Körperwärme verloren. Während Sedation oder Anästhesie ist unbedingt dem Wärmeverlust vorzubeugen (z. B. Alufolie). Hypothermie verringert den Bedarf an Anästhetika und verlängert die postanästhetische Erholungsphase. Ideal ist die kontinuierliche Überwachung der Körpertemperatur, um auch Wärmestau zu erkennen. Diazepam (0,2–0,5 mg/kg iv) oder Midazolam (0,2–0,5 mg/kg iv, im) können zur Sedation verwendet werden. Aufgrund der Abnahme von Herzfrequenz, Blutdruck und Körpertemperatur sowie der verzögerten Aufwachphase ist die Anwendung von Xylazin bei Neugeborenen und Risikopatienten abzulehnen. Bei schmerzhaften Eingriffen ist eine systemische (z. B. Butorphanol, Pethidin = Meperidin) oder regionale Analgesie (z. B. Ringblock mit Lidokain 2%) eventuell nach vorhergehender Sedation unerlässlich. Zur Allgemeinanästhesie sind mittels Maske verabreichte Inhalationsanästhetika hervorragend geeignet; sie sind der Anästhesie mittels Injektionsanästhetika vorzuziehen. Obwohl von Vorteil, ist die Verwendung von Isofluran bei Jungtieren keine Bedingung. Auch Kaneps et al. (1989a, b) und Jean et al. (1989) verwendeten Halothan zur Aufrechterhaltung der Anästhesie zur Frakturkorrektur. Zum Kürzen der Einleitungsphase und sofern keine Kontraindikationen bestehen (Anämie, Pneumothorax, starke gastrointestinale Gasansammlungen), kann auch Lachgas (N₂O) verwendet wer-

den. Aber auch Xylazin-Guaifenesin-Ketamin-Kombinationen wurden von einem vier Monate alten Lama gut vertragen (Jean et al., 1989). Bei länger dauernden Eingriffen wird die endotracheale Intubation empfohlen.

Sedation und Anästhesie der Jungtiere und der adulten Lamas

Grundsätzlich ist die Wahl der Wirkstoffe und der Methode sehr vom Temperament des Tieres abhängig. Tiere, die nicht an den Umgang mit Menschen gewöhnt sind, benötigen allgemein höhere Dosierungen. Je weniger sedativ wirkende Injektionsanästhetika verwendet werden, um so schneller verläuft in der Regel die Erholungsphase. Bei kranken oder geschwächten Tieren muss auf die Verwendung starker Beruhigungsmittel (z. B. Alpha-2-Agonisten) verzichtet werden. Benzodiazepine (z. B. Diazepam) eignen sich bei diesen Patienten besonders gut zur Prämedikation. Subkutane Injektionen (Halsbasis vor Schulterblatt) werden in der Regel besser geduldet (geringeres Schmerzempfinden, weniger Aufregung) als intramuskuläre (*M. semimembranosus*, *M. semitendinosus*). Bei Lamas wird ein erhöhter Vagustonus beobachtet. Somit ist eine Bradykardie während der Intubation und schmerzhafter (chirurgischer) Reize wahrscheinlich. Als Extremfälle beschreibt Riebold (1996) Sinusbradyarrhythmie (< 30 Schläge/Minute) und Sinusarrest. Deshalb empfehlen gewisse Autoren (Riebold et al., 1994; Riebold, 1996) die Prämedikation mit einem Anticholinergikum (Atropin 0,02 mg/kg iv, 0,04 mg/kg im; Glycopyrrolat 0,002–0,005 mg/kg iv, 0,005–0,01 mg/kg im), das gleichzeitig auch die Speichelsekretion vermindert. Die Wahl der Anästhetika ist auch abhängig vom geplanten Eingriff (z. B. Dauer, Ausmass, Schmerzhaftigkeit). So ist eine Kastration nach manuellem Ablegen und Festhalten mit oder ohne vorhergehende Sedation (Xylazin 0,1–0,15 mg/kg) und nach Regional- und Infiltrationsanästhesie mit Lidokain 2% möglich. Barrington und Mitarbeiter (1993) beschreiben die Kastration im Stehen nach systemischer Analgesie (Butorphanol 0,1 mg/kg 10–15 Minuten vor Eingriff) und intra- und peritesticulärer Lokalanästhesie (Lidokain 2%), während der die Lamas nur eine geringgradige Sedation zeigten, aufmerksam waren und keiner Erholung bedurften. Xylazin ist wohl das am häufigsten verwendete Beruhigungsmittel bei Lamas. Der Effekt ist abhängig vom Temperament des Tieres und der verabreichten Menge. Die in der Literatur angegebenen Xylazindosierungen sind sehr unterschiedlich. Tieferen Dosen (Xylazin 0,1–0,25 mg/kg im, iv) bewirken Ruhigstellen (in der Regel ohne Abliegen); höhere Dosen (Xylazin 0,4–0,6 mg/kg im, iv) eignen sich für eine kurze bis mittellange Sedationsdauer von 30–45 Minuten; die Tiere sind ruhig und legen sich hin (Kock, 1984; Riebold et al., 1989). In Kombination mit einer Lokalanästhesie angewandt wird genügend Analgesie für z. B. Abdominozentese, Laparoskopie, Abszessspaltung oder kompliziertere Zahnex-

traktionen gewährleistet. Kock (1984) empfiehlt zur intravenösen Nachdosierung 25–50% der erstmals applizierten Menge. Die Erholungsphase nach einer Beruhigung mit Xylazin als Einzelsubstanz dauert etwa 40–60 Minuten. Ist die Dauer des Eingriffes nicht abzuschätzen, sind die Kombination von Xylazin mit einem anderen Injektionsanästhetikum oder der Wechsel auf Inhalationsanästhesie bessere Lösungen. Die häufigsten Kombinationen von Injektionsanästhetika sind Xylazin/Ketamin, Guaifenesin/Ketamin beziehungsweise Guaifenesin/Thiobarbiturat und bei Risikopatienten Diazepam/Ketamin (Tab. 2). Sie werden nacheinander oder auch gemischt zur Einleitung und eventuell auch zur Aufrechterhaltung der Anästhesie injiziert oder infundiert und eignen sich für die unterschiedlichsten Eingriffe und Untersuchungen (Yarbrough et al., 1995; Cebra et al., 1997, 1998). Wird Guaifenesin für die Anästhesie verwendet, ist unbedingt ein Verweilkatheter zu legen, da eine versehentliche paravenöse Injektion zu Gewebereaktionen führen kann und der Wirkungseintritt nur sehr stark verzögert erfolgt. Die gute Muskelrelaxierung durch die Guaifenesininfusion erleichtert die tracheale Intubation vor allem bei erwachsenen Lamas (Riebold et al., 1994). Bei einer einmaligen Injektion von Xylazin (0,25 mg/kg iv, 0,25–0,4 mg/kg sc, im) gefolgt nach fünf bzw. 15 Minuten von Ketamin (2,5 mg/kg iv; 4–5 mg/kg sc, im) beträgt die chirurgische Anästhesiedauer etwa 15–20 Minuten (Riebold et al., 1989). Die Tiere sind jedoch für etwa 30–60 Minuten ruhiggestellt. Ähnlich in der Wirkung sind Kombinationsanästhesien von Xylazin (mit oder ohne Atropingabe), gefolgt nach etwa 10–20 min von Tiletamin/Zolazepam (Black-Schultz et al., 1993) (Tab. 2). Klein et al. (1989) verwendeten Tiletamin/Zolazepam ohne zusätzliche Gabe von Sedativa zur Ruhigstellung. Sie beobachteten eine geringgradige Atemdepression und Hypoxie sowie unterschiedliche Veränderungen der Hämodynamik. Sie schlossen aus ihrer Untersuchung an fünf Lamas, dass für chirurgische Eingriffe eine zusätzliche Sedation, systemische Analgesie oder Lokalanästhesie notwendig wäre, wobei dann der Schluckreflex eventuell nicht erhalten bleibt. Für zahmere Tiere erscheint Xylazin/Ketamin ausreichend, für wildere Lamas Tiletamin/Zolazepam geeigneter. Für sehr kurze Anästhesien zwecks schmerzloser Untersuchung oder diagnostischem Vorgehen eignen sich Thiamylal oder Thiopental (6–7 mg/kg) intravenös langsam bis zum gewünschten Effekt appliziert. Diese Methode ist billig und schnell; von Nachteil ist die sehr kurze Dauer (5–10 Minuten) der Narkose ohne Analgesie und eine unruhige (Ataxie) und bei mehrfachen Dosierungen lange Erholungsphase wegen Akkumulation. Als teure Alternative zu den Thiobarbituraten bietet sich Propofol (3,5–6 mg/kg langsam iv) an. Sein Vorteil liegt im raschen Metabolismus, in der fehlenden Akkumulation und dem somit unbedenklichen Nachdosieren sowie der sehr schnellen Erholung (Duke et al., 1997). Auch Pentobarbital (10 mg/kg iv) wird zur Narkose des Lamas vorgeschlagen (Fowler, 1989a), hat aber eine geringe therapeutische Breite. Andere Anästhetika und deren Kombi-

Tabelle 2: Wirkstoffe zur Sedation und Anästhesie des Lamas

Wirkstoff	Dosis (mg/kg)	Applikation	Anwendungsbereich	Bemerkungen	Referenz
Atropin	0,02 0,04	iv im		Speichelsekretion ↓ Herzfrequenz ↑	Black-Schultz et al. (1993), Riebold (1996)
Glycopyrrolat	0,002–0,005 0,005–0,01	iv im		Speichelsekretion ↓ Herzfrequenz ↑	Riebold (1996)
Xylazin	(0,1–0,2–) 0,25 0,25–1,0 (-2,0)	iv im	Ruhigstellung bis Ablegen, einfache und schmerzlose Untersuchungen/Eingriffe	Veränderungen von Herzfrequenz und Blutdruck, kurzfristige Analgesie, Speichelfluss ↑, Antagonisierung möglich	Fowler (1989a), Gavier et al. (1988), Heath (1989), Kock (1984), Riebold et al. (1989), Sumar und Bravo (1991)
Acepromazin	0,03–0,15	iv, im	Sedation	meist in Kombination angewandt; ungenügende Angaben in der Literatur	Fowler (1989a)
Diazepam	0,1–0,5	iv, (im)	Beruhigung, Krampfanfälle	Antagonisierung mit z. B. Flumazenil	Fowler (1989a)
Butorphanol	(0,022)–0,1–0,2	im	Analgesie, geringe Sedation	in Kombination mit einer Lokalanästhesie ist eine Kastration im Stehen möglich	Barrington et al. (1993), Cebra et al. (1997)
Butorphanol und Xylazin	0,05–0,2 0,1–0,25	iv iv	Neuroleptanalgesie; Scheren, Zahnraspeln, Kastration in Seitenlage	tiefer Dosierung: kein Abliegen; Wirkungsdauer dosisabhängig etwa 30–60 min	Brown (1994), Fowler (1989a), Riebold (1996)
Etorphin	2 mg/227 kg (2–3 mg Gesamtdosis!)	im, (sehr langsam iv)	Ausgeprägte Sedation und Analgesie	episthotonische Reflexe möglich; besser in Kombination mit Acepromazin oder Xylazin; Antagonisierung mit Diprenorphin oder Naloxon; extrem wirksam beim Mensch!!	Fowler (1989a), Sumar und Bravo (1991)
Etorphin und Acepromazin	insgesamt 3,0 mg 0,1 mg/kg	im im	Ausgeprägte Sedation und Analgesie	Etorphin extrem wirksam beim Mensch!!!	Jessup und Lance (1982)
Ketamin	5–8 2,5–5	im langsam iv	nach sedativer Prämedikation zur Anästhesieeinleitung; meist kombiniert mit Xylazin	Apnoe bei rascher iv Injektion möglich	Baird et al. (1996), Fowler (1989a), Gavier et al. (1988), Heath (1989), Lin et al. (1997), Riebold et al. (1989)
Diazepam und Ketamin	0,1–0,5 3–8	iv, im iv, im	wie Xylazin-Ketamin-Kombination	nach iv-Injektion etwa 20 min Wirkungs-dauer, aber i.d.R. ungenügend für eine endotracheale Intubation	Cebra et al. (1997), Fowler (1989a), Riebold et al. (1989), Riebold (1996)
Medetomidin und Ketamin	0,05 1,0	im im		mittelgradige Sedation, gelegentlich Abwehr bei Handhabung	Thurmon et al. (1996)
Guaifenesin	100–150	iv	zum Ablegen nach Sedation, zur Einleitung und Aufrechterhaltung der Anästhesie in Kombination mit z. B. Thiobarbiturat, Ketamin	iv-Katheter notwendig, nur in Kombination mit Lokalanästhesie genügend Analgesie	Fowler (1989a), Riebold et al. (1989)
Guaifenesin 5% und Ketamin	1,5–2,2 ml/kg 1 mg/ml Lösung	gemeinsam iv nach Wirkung	zur Einleitung und Aufrechterhaltung der Anästhesie	iv-Katheter notwendig	Kaneps et al. (1989b), Riebold et al. (1989), Riebold (1996)
Guaifenesin und Ketamin	80–100 1,6–5	iv iv	zur Einleitung und Aufrechterhaltung der Anästhesie	iv-Katheter notwendig; Wirkungs-dauer 15–20 min; gute Muskelrelaxierung, wenig Analgesie, Administration eventuell einfacher mit grosser Spritze anstatt Infusion	Cebra et al. (1997), Fowler (1989a), Hildebrand und Hill (1993), Riebold et al. (1989), Yarbrough et al. (1995)
Guaifenesin 5% und Thiobarbiturat 0,2%	2,2 ml/kg	iv	zur Einleitung der Anästhesie	iv-Katheter notwendig; Wirkungs-dauer 15–20 min; gute Muskelrelaxierung	Riebold et al. (1989)

Wirkstoff	Dosis (mg/kg)	Applikation	Anwendungsbereich	Bemerkungen	Referenz
Tiletamin/ Zolazepam (z. B. Tilet®)	4,4 1,0–2,0	im, iv	Ruhigstellung für 25–50 (–120) min	Muskelrelaxierung und Analgesie ungenügend, eventuell zusätzlich Lokalanästhesie oder Prämedikation mit Xylazin	Black-Schultz et al. (1993), Klein et al. (1989)
Thiamylal	6–10	langsam iv	zur Einleitung der Anästhesie	Wirkungsdauer 10–15 Minuten; höhere Dosis notwendig zur endotrachealen Intubation	Riebold (1996)
Thiopental	7,5–13	langsam iv	zur Einleitung der Anästhesie	Wirkungsdauer 10–15 Minuten; höhere Dosis notwendig zur endotrachealen Intubation	Riebold (1996)
Propofol	3,5–6,0	langsam iv	zur Einleitung der Anästhesie	Wirkungsdauer 5–10 Minuten; Apnoe bei schneller Injektion; rasche Erholungsphase; teuer!!	Duke et al. (1997), Riebold (1996)
Pethidin = Meperidin	2	im alle 4 h	Analgesie		Kaneps et al. (1989a)
Phenylbutazon	2–4	oral, iv	Entzündungshemmend, antipyretisch; gleiche An- wendung wie bei Nutztieren und Pferden	eventuell gleichzeitig Cimetidin 2,2 mg/kg parenteral alle 24 Stunden	Fowler (1989a)
Flunixin- Meglumin	0,25–1,1	iv alle 8–24 h	Analgetikum bei muskulo- skelettalen Problemen, gastrointestinalen Spasmen	eventuell gleichzeitig Cimetidin 2,2 mg/kg parenteral alle 24 Stunden	Black-Schultz et al. (1993), Fowler (1989a), Kaneps et al. (1989a)
Yohimbin	0,125–0,25	iv, im	Antagonisierung von Xylazin	eventuell in Kombination mit 4-Aminopyridin (0,3 mg/kg iv)	Fowler (1989a), Muir et al. (1995), Riebold et al. (1989)
Diprenorphin	doppelte Dosis des Etorphins	iv, im	Antagonisierung von Etorphin		Fowler (1989a)
Naloxon	0,04	iv, im	Antagonisierung von Etorphin		Fowler (1989a)
Atracurium	0,15	iv	Muskelrelaxierung	Dauer der maximalen Erschlaffung zirka 7 Minuten	Hildebrand und Hill (1993)

nationen sind sicherer in der Anwendung. Speziell bei nicht abzuschätzender oder auch absehbar langer Anästhesiedauer (>60 Minuten) bietet die Aufrechterhaltung der Anästhesie mittels Inhalationsanästhetika Vorteile. Erwähnenswert sind hier vor allem die gute Steuerbarkeit der Anästhesietiefe und die rasch ablaufende Erholungsphase, da die Ausscheidung und somit die Aufwachzeit fast ausschliesslich von der Abatmung der flüchtigen Anästhetika abhängt und der Metabolismus in der Leber eine zu vernachlässigende Rolle spielt. Nach einer Prämedikation (nicht immer notwendig) und dem Einleiten der Anästhesie mit Injektionsanästhetika wird nach endotrachealer Intubation die Anästhesie mit Halothan oder Isofluran in Sauerstoff weitergeführt. Nicht sedativ prämedizierte Tiere wehren sich häufig und beginnen zu spucken, wenn eine Einleitung der Anästhesie mittels Maske versucht wird (Riebold et al., 1989; Riebold, 1996). In jedem Fall sollte die Konzentration von Halothan oder Isofluran langsam erhöht werden, um Abwehr (Geruch) einzuschränken (Riebold et al., 1989).

Einfache Grundausrüstungen (Sauerstoffflasche mit Reduzierventil, Sauerstoffflussmeter, Verdampfer, Atemsystem ohne Rückatmung) ermöglichen auch eine Inhalationsanästhesie ausserhalb der Praxis. Die entstehenden

Kosten sind offensichtliche Nachteile. Bis zu einem Körpergewicht des Lamas von 200 kg kann ein normales Occasionsgerät aus der Humanmedizin verwendet werden, das in der Regel mit einem Kreissystem ausgestattet ist. Eine mit einem grösseren oder einem doppelten CO₂-Absorberkanister versehene Anästhesiemaschine ist auch für schwerere Tiere geeignet. Bei der Verwendung von Atemsystemen mit Rückatmung (Pendel-, Kreissystem) liegen die empfohlenen Frischgasflussraten für Sauerstoff (O₂) bei 20 ml/kg/min während der Einleitung und 12 ml/kg/min für die Aufrechterhaltung der Anästhesie. Nach Riebold et al. (1989) sollte ein Frischgasfluss von minimal 1 l O₂ pro Minute nicht unterschritten werden. Bei der Verwendung von N₂O (2:1 oder 1:1 im Verhältnis zu O₂) liegen die Flussraten dementsprechend höher. Bei Systemen ohne Rückatmung (z. B. Bain, T-Stück) muss der gesamte Frischgasfluss dem Zwei- bis Dreifachen des Atemminutenvolumens entsprechen, damit das abatemete Kohlendioxid aus dem Ausatmungsschenkel des Systems entfernt wird. Verdampfereinstellungen werden anhand der klinischen Beurteilung etwa zwischen 3% und 4% für die Einleitung der Anästhesie und zwischen 1,5 bis 2,5% für die Aufrechterhaltung der Anästhesie gewählt (Riebold et al., 1989). N₂O wird nach Erreichen einer stabilen Anästhesietiefe wieder abgestellt. Die Wahl

zwischen Halothan und Isofluran bestimmen die technischen Möglichkeiten und ganz besonders der Allgemeinzustand des Tieres (Cebra et al., 1998). Groom und Mitarbeiter (1995) berichten von einem sehr seltenen, beim Lama bis heute nicht beschriebenen Fall von Lebernekrose bei einem Alpaka, ein anderes Neuweltkamel, nach einer Halothananästhesie.

Endotracheale Intubation und die Möglichkeit der kontrollierten Beatmung sind unbedingte Voraussetzungen für die Anwendung von peripher wirkenden Muskelrelaxantien bei spezifischen chirurgischen Indikationen: Vereinfachung einer Frakturposition, Ruhigstellung des Auges bei ophthalmologischen Eingriffen, Verbesserung des Zugangs in den Abdominal- oder Thorakalraum. Als Zusatz zur Allgemeinanästhesie («balanced anaesthesia technique») wird zum Beispiel mit dem sehr kurz wirkenden, nicht depolarisierenden Muskelrelaxans Atracurium (0,15 mg/kg iv) (Hildebrand und Hill, 1993) eine zusätzliche Muskeler schlaffung erreicht, die auch die positive Druckbeatmung erleichtert und die nötige Dosis anderer Anästhetika zur Aufrechterhaltung eines Anästhesiestadiums verringert. Der Einsatz peripher wirkender Muskelrelaxantien ist auf Klinikverhältnisse beschränkt, da die Überwachung der neuromuskulären Blockade mittels peripherer Nervenstimulation, das Nachdosieren und die Antagonisierung des Muskelrelaxans viel klinische Erfahrung voraussetzt.

Es ist nicht unbedingt verwunderlich, aber doch bemerkenswert, dass auch bei grösseren Eingriffen häufig keine zusätzlichen Massnahmen zur Analgesie unternommen wurden, die auch nach der Injektions- oder Inhalationsanästhesie zur Schmerzlinderung in der postoperativen Erholungsphase beitragen. Möglichkeiten der analgetischen Therapie werden auch in der älteren Literatur erwähnt: Pethidin (= Meperidin 2 mg/kg im q 4 Stunden), Phenylbutazon (4 mg/kg po q 12 h) (Kaneps et al., 1989a) oder Lokal- und Regionalanästhesie (siehe dort). Grundsätzlich eignen sich auch andere Opioide (z. B. Butorphanol) und nicht-steroidale Entzündungshemmer; Angaben zur Dosierung fehlen auch in der neueren Literatur. Als Richtlinie können die Dosierungsangaben für kleine Wiederkäuer oder auch für Katze bzw. Hund herangezogen werden. Grundsätzlich soll auch die Schmerzbehandlung zu Effekt erfolgen, d. h., es muss gegebenenfalls mehrfach nachdosiert werden, bis ein schmerzloser Zustand und Wohlbefinden erreicht sind.

Komplikationen einer Allgemeinanästhesie

Passives und reflexartiges Regurgitieren sind möglich. Auslösende Faktoren für das passive Ausfliessen von Mageninhalt sind in erster Linie Erschlaffung des gastroösophagealen Sphinkters Lagerung für den chirurgischen Eingriff, zunehmender Druck sowie grosse Futtermengen im Magen (Fowler, 1989a). Durch den parasym-

pathikolytischen Einfluss von Atropin könnten die normalerweise auch während der Anästhesie stattfindenden Magenkontraktionswellen vermindert werden (Fowler, 1989a). Durch Manipulationen am Larynx (z. B. bei der Intubation) kann es zu einem reflexartigen Glottisschluss kommen, wobei ein negativer Druck während der Inspiration entsteht und dadurch Mageninhalt in den Ösophagus einfliessen kann (Fowler, 1989a). Die endotracheale Intubation sollte deshalb nur bei genügend tiefem Anästhesiestadium versucht werden.

Lokal- und Regionalanästhesie

Lokal- und Regionalanästhesien werden beim Lama noch selten eingesetzt, obwohl sie wie auch bei anderen Tierarten gut anwendbar sind (Tab. 3). Eine vorhergehende Sedation ist unter Umständen notwendig. Laparotomien unter Lokalanästhesie und andere Eingriffe am stehenden Tier sind schwierig, da sich Lamas oft in für sie unbehaglichen Situationen hinlegen (Heath, 1989; Grubb et al., 1993). Die Wahl des Lokalanästhetikums richtet sich nach erwünschtem Wirkungsbeginn (z. B. Lidokain < Bupivakain) und erwünschter Wirkungsdauer (z. B. Lidokain < Bupivakain). Über die Anatomie der *peripheren Nerven* des Lamas ist nur wenig bekannt; sie scheint sich sehr von derjenigen anderer Nutztiere zu unterscheiden (Fowler, 1989a). Die lokale Nervenblockade für Eingriffe zum Beispiel an den Gliedmassen wird deshalb selten angewandt. Die *Infiltrationsanästhesie* mit Lokalanästhetikum eignet sich für einfache Eingriffe wie Abszessspaltung, Wundversorgung, Abdominozentese, Thorakozentese, Laparoskopie. In Kombination mit einer zusätzlichen Sedation sind auch chirurgische Eingriffe wie Kastration (Barrington et al., 1993) oder eine am stehenden Lama durchgeführte Laparotomie möglich (Fowler, 1989a). Bei einer Laparotomie bietet sich als Alternative zu einer Infiltrationsanästhesie der *L-Block* in der Flanke an (Fowler, 1989a). Eine *Epiduralanästhesie* wird auch gelegentlich beim Lama angewandt (Grubb et al., 1993; Skarda, 1996). Nach Fowler (1989a) und Grubb und Mitarbeitern (1993) sind chirurgische, therapeutische und prophylaktische Massnahmen im Perineal-, Rektal- und Vaginalbereich (Nähen von Risswunden, Vermindern oder Verhindern von Tenesmus z. B. bei Rektaluntersuchungen, Geburtshilfe, Zurückverlagern eines Rektum- oder Vaginaprolapses) Indikationen für eine Epiduralanästhesie. Das Rückenmark endet bei Lamas etwa Mitte Sakrum. Die Wirbelkörper des Sakrums sind bei vielen Lamas miteinander verschmolzen. Selten ist der fünfte Sakralwirbel (S₅) frei beweglich, doch ist der S₄-S₅-Zwischenraum in der Regel zu eng, um in den Epiduralraum eindringen zu können (Fowler, 1989a). Da der Abstand zwischen dem letzten Sakralwirbel (S₅) und dem ersten Schwanzwirbel (Co₁) relativ gross und leicht zu ertasten ist, wird der Zugang in der Regel hier gewählt und seltener zwischen Co₁ und Co₂ (Grubb et al., 1993). Nach chirurgischem Vorbereiten der Injektionsstelle wird durch Auf- und Niederbe-

Tabelle 3: Lokal- und Regionalanästhesie beim Lama

Technik	Lokalisation	Wirkstoff Dosis	Wirkung (min) Beginn/Dauer	Bemerkungen	Referenz
Epidural	S ₅ -Co ₁	Lidokain 2% 1–2 ml	5 / 60	erwachsenes Lama: Kanüle 1,5 cm tief einführen	Fowler (1989a)
Epidural	S ₅ -Co ₁	Lidokain 2% 0,22 mg/kg	3–4 / 70	verdünnt mit Wasser zu Injektionszwecken 2 ml/150 kg	Grubb et al. (1993)
		Xylazin 10% 0,17 mg/kg	20 / 185	verdünnt mit Wasser zu Injektionszwecken 2 ml/150 kg; leichte Sedation möglich	Grubb et al. (1993)
		Lidokain 2% 0,22 mg/kg und Xylazin 10% 0,17 mg/kg	3–4 / 325	leichte Sedation möglich	Grubb et al. (1993)
Subdural	L ₆ -S ₁	Lidokain 2% 0,1 ml/kg	keine Angabe	weitreichende Anästhesie (Dermatome T11-L1)	Heath (1989)
gedrehter L-Block				Laparotomie in der Flanke	Fowler (1989a)

wegen des Schwanzes der sacrococcygeale Zwischenwirbelraum (S₅-Co₁) gesucht. Eine Kanüle (20 G, 2,5 cm) wird im Winkel von etwa 60° zur Schwanzbasis in den relativ oberflächlich liegenden Epiduralraum vorgeschoben. Nach Fowler (1989a) liegt der Epiduralraum eines 130 kg schweren Lamas in 1,5–2 cm Tiefe. Für Eingriffe im Perinealbereich sind 1–2 ml einer 2%-igen Lidokainlösung ausreichend, um während einer Stunde am stehenden Tier zu arbeiten (Fowler, 1989a). Grössere Volumina Lokalanästhetikums (bis 5 ml Lidokain 2%) verteilen sich mehr nach kranial, führen zu einer länger dauernden Anästhesie, beeinflussen die motorische Nervenversorgung der Hintergliedmasse (Fowler, 1989a) und haben Paralyse und Stehunsfähigkeit zur Folge (Fowler, 1989a). Kombinationen der Lokalanästhetika mit Alpha-2-Agonisten und/oder Morphinderivaten sind grundsätzlich möglich. Grubb et al. (1993) untersuchten zur Epiduralanästhesie einerseits Lidokain 2%, andererseits Xylazin 10% und drittens die Kombination beider Wirkstoffe. Die Verwendung von Lidokain garantiert einen schnelleren Wirkungseintritt. Nach der Injektion von Xylazin sind Beginn und Dauer der analgetischen Wirkung ähnlich wie die für Pferd und Rind beschriebenen (Grubb et al., 1993). Die Wirkungsdauer nimmt von Lidokain alleine angewandt (etwa 70 Minuten) über Xylazin als Einzelsubstanz (etwa 180 Minuten) bis zur Lidokain-Xylazin-Kombination (etwa 225 Minuten) stetig zu (Grubb et al., 1993). Bei der Verwendung von Xylazin im Epiduralraum kann auch Sedation auftreten (Grubb et al., 1993). Diese ist in der Regel schwach ausgeprägt, d. h. leichte Kopftiefhaltung, geringfügige Änderung der Ohrstellung oder hängende Unterlippe, und dauert etwa 20–30 Minuten.

Überdosierung von Lokalanästhetika, gekennzeichnet durch eine Stimulierung des Zentralnervensystems (Zittern, Krämpfe, Kreislaufkollaps, Atemstillstand), ist bereits durch eine einmalige Dosierung von mehr als 4,5 mg Lidokain pro Kilogramm möglich (Fowler, 1989a). Bei einem 100 kg schweren Lama entspricht diese Dosierung z. B. 22,5 ml einer 2%-igen Lidokain-Lösung für

eine Infiltrationsanästhesie zwecks Laparotomie in der Flanke! Die Therapie einer Überdosierung schliesst rasche Flüssigkeitsinfusion (z. B. intravenöse Ringer-Laktat-Lösung), Diazepam (0,5 mg/kg iv eventuell mehrfach wiederholt) zur Krampfunterdrückung und O₂-Zufuhr mittels Maske mit ein.

Überwachung und Betreuung während der Anästhesie

Um Komplikationen zu vermeiden, wird auch beim Lama die Medikamentenzufuhr so gesteuert, dass die Bedürfnisse des Patienten (Bewusstseinstrübung und Schmerzfremheit) erfüllt, aber die Beeinträchtigung des kardiovaskulären, respiratorischen, zentralnervösen und muskuloskelettalen Systems möglichst gering sind. Mittels Berühren (z. B. Reflexauslösen), Beobachten und Abhören schätzt der Anästhesist das Allgemeinbefinden des Patienten sowie *Anästhesietiefe* ein; verschiedene Geräte können zu Hilfe gezogen werden. Idealerweise erfolgt die Überwachung ohne Unterbruch; die erhobenen Parameter werden in der Regel alle fünf Minuten in einem Narkoseprotokoll notiert. Die Beurteilung der Anästhesietiefe wird durch die Anwendung mehrerer, ganz unterschiedlich wirkender Pharmaka häufig erschwert. In Abhängigkeit vom Risiko der Anästhesie (Individuum, Umfang von Untersuchung bzw. Eingriff, Kenntnisse der für die Anästhesie bzw. Chirurgie verantwortlichen Person) und der vorhandenen Möglichkeiten werden bestimmt: Herzfrequenz/-rhythmus, Pulsfrequenz/-rhythmus/-qualität, kapilläre Rückfüllungszeit, Schleimhautfarbe/-feuchtigkeit, Atemfrequenz/-rhythmus, Atemzugvolumen, endexpiratorische Kohlendioxidkonzentration, systemischer Blutdruck (entweder nicht invasiv mit Druckmanschette nach Lin et al. (1997) in Seitenlage über Metatarsalbereich und in Rückenlage am Schwanz, Grösse der Manschette für Neugeborene Nr. 4 oder Nr. 5; oder invasiv über intraarteriellen Katheter (Ohrarterie,

medial gelegene *Arteria saphena*), Körpertemperatur, Reaktionen auf äussere Reize (z. B. Hautschnitt) und Reflexe (z. B. Lidreflex). Mit zunehmender Anästhesietiefe nehmen Herzfrequenz und Blutdruck sowie Gewebedurchblutung und Atemfrequenz ab. Nach der Verabreichung eines Anticholinergikums beträgt die *Herzfrequenz* normalerweise beim anästhesierten erwachsenen Lama 80–100 Schläge/Minute und beim anästhesierten Jungtier 100–125 Schläge/Minute. Vor allem bei der Verwendung von Inhalationsanästhetika können zu Anästhesiebeginn die Werte wegen Einleitung des Bewusstseinsverlustes und Hypotension höher liegen, normalisieren sich dann innerhalb der ersten 10–20 Minuten (Fowler, 1989a; Riebold, 1996). Durch Einfluss des Parasympathikus kann es ganz plötzlich zu schwerwiegenden Bradykardien (<30 Schläge/min) kommen, so dass eine Atropingabe (0,02 mg/kg iv) notwendig wird (Riebold et al., 1989). Der *Puls* (z. B. A. saphena) fühlt sich kräftig und klopfend an und nimmt in Qualität mit zunehmender Anästhesietiefe ab (Riebold et al., 1989). Die *Schleimbäute* der Mundhöhle sollten rosa sein; Pigmenteinlagerungen erschweren häufig die Farbbeurteilung. Die *kapilläre Rückfüllzeit* sollte 1–2 Sekunden nicht überschreiten. Unabhängig von Rücken- oder Seitenlage ist die Belüftung der Lungen des anästhesierten spontan atmenden Lamas im Gegensatz zum Rind und Pferd gut (Riebold et al., 1989; Riebold, 1996). Die arteriellen Blutwerte für *Kohlendioxid- und Sauerstoffspannung sowie pH* bleiben in der Regel im Normalbereich, variieren jedoch mit der gewählten Anästhesietechnik. Die normalen *Atemfrequenzen* liegen bei 15–30 Atemzügen/Minute beim erwachsenen und bei 20–35 Atemzügen/Minute beim jungen Tier (Riebold, 1996). In fünf- bis zehnminütigen Abständen sollte während der Anästhesie der Atembeutel entsprechend einem tiefen Atemzug zusammengedrückt werden (20–30 cmH₂O Inspirationsdruck). Dieses künstliche «Seufzen» beugt der Atelektase vor und aktiviert den Oberflächenschutz («surfactant») der Alveolen (Riebold et al., 1989). Während einer Allgemeinanästhesie mit Inhalationsanästhetika liegen die systolischen, mittleren und diastolischen *Blutdruckwerte* des Lamas normalerweise bei 90–120 mmHg, 75–100 mmHg und 60–80 mmHg. Die Blutdruckwerte verhalten sich umgekehrt proportional zur Anästhesietiefe. Der mittlere Wert kann durch schmerzhafte Reize und dadurch veränderte Anästhesietiefe auf 150 mmHg steigen (Riebold et al., 1989). Ebenfalls im Gegensatz zum Rind bleibt der *Augapfel* des Lamas während der Anästhesie bewegungslos und rotiert nicht mit zunehmender Anästhesietiefe. Der *Palpebralreflex* des oberen Augenlides bleibt auch während der chirurgischen Anästhesietiefe erhalten. Spontane, nicht durch Berühren ausgelöste Bewegungen des unteren Augenlides sind Anzeichen einer oberflächlicher werdenden Bewusstlosigkeit und gemeinsam mit eventuell auftretenden Beinbewegungen Zeichen einer ungenügenden Anästhesietiefe (Riebold et al., 1989). Nystagmus während der Lamaanästhesie ist ungewöhnlich (Fowler, 1989a; Riebold et al., 1989) und steht in keinem Zusam-

menhang mit Änderungen der Anästhesietiefe (Riebold, 1996). Der *Kornealreflex* soll stets erhalten bleiben. Um Verletzungen der Kornea zu vermeiden, wird mit diesem die Anästhesietiefe nicht kontrolliert.

Über den peripheren intravenösen Katheter können *Infusionen* (z. B. Ringer-Laktat-Lösung 4–6(-11) ml/kg/h bei unkomplizierten, risikoarmen Eingriffen) (Heath, 1989; Riebold et al., 1989; Riebold, 1996), zusätzliche Medikamente (z. B. Atropin, Antibiotika, Schmerzmittel) und bei komplizierten Eingriffen an Jungtieren eventuell Transfusionen (ausgewachsene Lamas als Spender, Kreuztest nicht Bedingung [Heath, 1989]) verabreicht werden. Bei länger dauernden Anästhesien und komplizierten Eingriffen ist die *Sauerstoffzufuhr* wichtig, die am besten über einen endotrachealen Tubus erfolgt. Ein in ein Nasenloch oder eine Maske eingeführter Schlauch (minimaler O₂-Fluss 1 l/min oder 22 ml/kg/min) ist eine weniger gute Alternative (Riebold et al., 1989). Der *Lagerung* des anästhesierten Lamas ist unbedingt Beachtung zu schenken; als ebene, gepolsterte Unterlage eignet sich zum Beispiel 5 cm dicker Schaumstoff. In *Seitenlage* sollte das untere Bein leicht vorgezogen, das obere Bein abgestützt und die untenliegende Schulter gut gepolstert werden. Dadurch wird der Druck der Rippen auf die Trizepsmuskulatur verlagert und einer Schädigung sowie einer nach der Anästhesie auftretenden Lähmung des Nervus radialis vorgebeugt (Fowler, 1989a; Riebold et al., 1989). Hals und Kopf werden gestreckt. Der Kopf sollte leicht tiefer gelagert werden als der Rest des Körpers. So läuft Reflux aus der Mundhöhle ab, verbleibt nicht zwischen Kopf und Unterlage und verschmutzt so nicht das Auge (Riebold, 1996). Regurgitieren ist in linker Seitenlage wahrscheinlicher als in rechter (Fowler, 1989a). Eine Vorbedingung für die Lagerung auf dem *Rücken* ist die endotracheale Intubation (Fowler, 1989a). In Rückenlage muss der Körper gerade ausbalanciert werden, so dass die Gewichtsverteilung gleichmässig über die Kruppenmuskulatur möglich wird (Riebold, 1996). Ausserdem werden Vorder- und Hintergliedmassen gebeugt und in lockerer Stellung gehalten (Riebold, 1996). Die Hyperextension des Halses muss eventuell durch Abstützen verhindert werden. In Rückenlage verschiebt sich das Gewicht der Eingeweide auf das Diaphragma, verhindert dadurch die Entfaltung der Lungen und kann zu Ventilationsstörungen beitragen. Zusätzlich kann es zu einem verminderten Blutfluss aus dem Abdominalbereich kommen. Wird auf eine O₂-Zufuhr verzichtet, können diese kardiopulmonalen Veränderungen während der Anästhesie in Rückenlage zu einer Hypoxämie beitragen (Fowler, 1989a). Die *sternale Lagerung* ist eher selten, erleichtert aber Eingriffe im Bereich des Perinäums. Dauert die Anästhesie in Brustlage länger als zwei Stunden, ist mit Ischämie der Gliedmassen zu rechnen (Fowler, 1989a). Wird während der Anästhesie der Operationstisch gekippt und die vordere Körperhälfte tiefer gelagert als die hintere, so ist passives Regurgitieren höchstwahrscheinlich, und ein Endotrachealtubus sollte die Atemwege sichern (Fowler, 1989a).

Die *Augen* des Lamas sind sehr gross und unbedingt vor Verletzungen zu schützen. Deshalb wird das untere Auge geschlossen, bevor der Kopf abgelegt wird. Augensalbe oder künstliche Tränenflüssigkeit wird in den Konjunktivalsack eingebracht und hält die Kornea feucht. Bei Anästhesien mit Ketamin und/oder Atropin sollten die Augen mit einem Tuch abgedeckt und vor direkter Licht-einstrahlung geschützt werden, da durch die weit gestellten Pupillen Netzhautschäden auftreten können. Aufgrund der Allgemeinanästhesie und der dadurch gestörten Thermoregulation sinkt die *Körpertemperatur* ab. Besonders bei neugeborenen, jungen und geschwächten Tieren ist dem Wärmeverlust unbedingt vorzubeugen. Warmwasserzirkulierende Matten, isolierende Folien und eventuell Wärmflaschen können unter anderem helfen, die Hypothermie einzuschränken.

Aufwachphase

Ungleich zu Pferden erwachen Lamas in der Regel in Ruhe aus einer Allgemeinnarkose (Riebold et al., 1989). Die *Erholung* erfolgt innerhalb 30–60 Minuten nach Ende der Anästhetikumszufuhr. Ein Verweilen in Brustlage während mehrerer Stunden ist besonders bei geschwächten Lamas nicht aussergewöhnlich (Cebra et al., 1998). In der Untersuchung von Gavier und Mitarbeitern (1988) erholten sich die Lamas langsam von der Anästhesie mit Xylazin, Ketamin und Halothan in Sauerstoff. Die Sternallage wurde erst eine Stunde nach dem Beenden der Halothanzufuhr eingenommen, und für mehrere Stunden zeigten die Tiere gedämpftes Verhalten. An die *Antagonisierung* von verwendeten Pharmaka sollte gedacht werden, wenn sich die Erholungsphase stark in die Länge zieht. Nach Riebold und Mitarbeiter (1986) eignet sich die Kombination von Yohimbine (0,125 mg/kg iv) und 4-Aminopyridin (0,3 mg/kg iv) gut zur Antagonisierung von Xylazin (1,1 mg/kg iv). Die Ge-

schwindigkeit der Aufhebung der Sedation ist von der verwendeten Xylazindosis abhängig (Riebold et al., 1986). Doxapram ist zwecks Antagonisierung von Xylazin nutzlos (Riebold et al., 1986). Auch Atipamezol kann zu Effekt zwecks Antagonisierung der Alpha-2-Agonisten (Xylazin, Medetomidin) verwendet werden.

Im Wachzustand sind Lamas *obligate Nasenatmer* (Riebold et al., 1994), deshalb ist die Atemfunktion nach der Extubation zu überprüfen. Ein Verbleiben des Gaumensegels über (= dorsal) der Epiglottis und somit eine Behinderung des Luftstromes in die Trachea führt zu Problemen (Riebold et al., 1994). Ein Wiedereinlegen des Tubus ohne erneute Anästhesie ist in diesem Moment in der Regel nicht möglich (Riebold et al., 1994). In einer prospektiven Studie von Cebra et al. (1998) über gastrointestinale Erkrankungen der Lamas war bei mehreren Tieren nach erster Extubation eine wiederholte orotracheale Intubation wegen einer dorsalen Verlagerung des Gaumensegels nötig. Durch Überstrecken von Kopf und Hals soll Schlucken ausgelöst werden, um das Gaumensegel in die Atemstellung (d. h. unter die Epiglottis) zurückzuverlagern (Riebold et al., 1989). Dies erlaubt einen ungehinderten Luftstrom über Nasengänge und Pharynx/Larynx in die Trachea. Schwellungen der Nasenschleimhaut wegen Blutstau, bedingt durch Kopftiefhaltung während der Anästhesie, kann auch zu Atemproblemen führen. Hier liegt der Vorteil der nasoendotrachealen Intubation: Der Tubus kann bis zum Stehen des Lamas und bis zur vollständigen Erholung von der Anästhesie belassen werden. Nach Beendigung der Anästhesie ist eine *Sauerstoffzufuhr* über den Tracheotubus oder als intranasale Zufuhr nach der Extubation vorteilhaft und sicher angezeigt, wenn Dyspnoe und ungenügende Atemzugtiefe beobachtet werden (Cebra et al., 1998). Bei verlängerter Aufwachphase neugeborener, junger oder geschwächter Lamas nach langdauernder Anästhesie ist auch an *Hypothermie* zu denken.

Lama – sédation et anesthésie (revue)

De plus en plus de lamas (Llama glama) sont référés aux vétérinaires pour des procédures diagnostiques et thérapeutiques requérant souvent une sédation ou une anesthésie. La plupart des connaissances concernant la sédation et l'anesthésie des ruminants domestiques et des chevaux peuvent être appliquées au lama. Cependant ce dernier présente un certain nombre de particularités qui lui sont propres. Cet article passe en revue les connaissances actuelles de tous les aspects de la sédation et de l'anesthésie du lama.

Lama – sedazione ed anestesia

Un numero sempre crescente di lama vengono presentati nelle pratiche veterinarie a scopo diagnostico o terapeutico e in parecchi casi viene richiesta una sedazione o un'anestesia. In generale per l'anestesia e la sedazione nel lama si può attingere dal bagaglio di esperienze raccolte sui ruminanti domestici o gli equini. Ciononostante, alcune peculiarità del lama devono essere tenute in considerazione. Questo articolo riassume le conoscenze attuali sull'anestesia e la sedazione del lama.

Literatur

- Amsel S.I., Kainer R.A., Johnson L.W. (1987): Choosing the best site to perform venipuncture in a llama. *Vet. Med.* 82, 535–536.
- Anderson D.E., Gaughan E.M., Baird A.N., Lin H.C., Pugh D.G. (1996): Laparoscopic surgical approach and anatomy of the abdomen in llamas. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 208, 111–116.
- Baird A.N., Pugh D.G., Wenzel J.G., Lin H.C. (1996): Comparison of two techniques for castration of llamas. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 208, 261–262.
- Barrington G.M., Meyer T.E., Parish S.M. (1993): Standing castration of the Lama using butorphanol tartrate and local anesthesia. *Equine. Pract.* 15, 35–39.
- Black-Schultz L.L., Hanson P.D., Wilson D.G., Markel M.D. (1993): Diaphragmatic hernia in a llama. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 202, 410–412.
- Brown C.J. (1994): Castration of llamas. *Vet. Rec.* 134, 659–660 (letter).
- Cebra C.K., Cebra M.L., Garry F.B., Johnson L.W. (1997): Surgical and nonsurgical correction of uterine torsion in New World camelids: 20 cases (1990–1996). *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 211, 600–602.
- Cebra C.K., Cebra M.L., Garry F.B., Larsen R.S., Baxter G.M. (1998): Acute gastrointestinal disease in 27 New World camelids: clinical and surgical findings. *Vet. Surg.* 27, 112–121.
- Duke T., Egger C.M., Ferguson J.G., Frketic M.M. (1997): Cardiopulmonary effects of propofol infusion in llamas. *Am. J. Vet. Res.* 58, 153–156.
- Evans C.N., Matthews D.M. (1994): Llamas 101 – the basics. *TNACV Proceedings*, S. 840–844.
- Fowler M.E. (1989a): Anesthesia. In: *Medicine and surgery of South American camelids*. Iowa State University Press, Ames, Iowa 51–63.
- Fowler M.E. (1989b): Lama basics. In: *Current Veterinary Therapy (Small Animal Practice)*. R.W. Kirk (Herausgeber), W.B. Saunders Company, Philadelphia 734–737.
- Fowler M. (1989c): Physical examination, restraint and handling. *Vet. Clin. North America (Food Animal Practice)* 5, 27–35.
- Gavieir D., Kittleson M.A., Fowler M.E., Johnson L.E., Hall G., Nearenberg D. (1988): Evaluation of a combination of xylazine, ketamine, and halothane for anesthesia in llamas. *Am. J. Vet. Res.* 49, 2047.
- Groom S., Checkley S., Crawford B. (1995): Hepatic necrosis associated with halothane anesthesia in an alpaca. *Can. Vet. J.* 36, 39–41.
- Grubb T.L., Riebold T.W., Huber M.J. (1993): Evaluation of lidocaine, xylazine, and a combination of lidocaine and xylazine for epidural analgesia in llamas. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 203, 1441–1444.
- Heath R.B. (1989): Lama anesthetic programs. *Vet. Clin. North America (Food Animal Practice)* 5, 71–80.
- Hildebrand S.V., Hill T. (1993): Neuromuscular blockade by use of atracurium in anesthetized llamas. *Am. J. Vet. Res.* 54, 429–433.
- Jean G.St., Bramlage L.R., Constable P.D. (1989): Repair of fracture of the proximal portion of the radius and ulna in a llama. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 194, 1309–1311.
- Jessup D.A., Lance W.E. (1982): What every veterinarian should know about South American camelids. *Calif. Vet.* 36.
- Kaneps A.J., Riebold T.W., Schmotzer W.B., Watrons B.J., Huber M.J. (1989a): Surgical correction of congenital medial patellar luxation in a llama. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 194, 547–548.
- Kaneps A.J., Schmotzer W.B., Huber M.J., Riebold T.W., Watrons B.J., Arnold J.S. (1989b): Fracture repair with transfixation pins and fiberglass cast in llamas and small ruminants. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 195, 1257–1261.
- Klein L., Tomasic M., Olson K. (1989): Evaluation of Telazol in llamas. *Proc. Annu. Mtg. Am. Coll. Vet. Anesthesiol.* 23 (abstract).
- Kock M.D. (1984): Canine tooth extraction and pulpotomy in the adult llama. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 185, 1304–1306.
- Lin H.C., Baird A.N., Pugh D.G., Anderson D.E., Gaughan E.M. (1997): Effects of carbon dioxide Insufflation combined with changes in body position on blood gas and acid-base status in anesthetized llamas (Llama glama). *Vet. Surg.* 26, 444–450.
- Muir W.W.III, Hubbell J.A.E., Skarda R.T., Bednarski R.M. (1995): Camelide anesthesia. In: *Handbook of veterinary anesthesia*. Mosby Year Book, Inc., St. Louis 369–370.
- Riebold T.W., Kaneps A.J., Schmotzer W.B. (1989): Anesthesia in the Lama. *Vet. Surg.* 18, 400–404.
- Riebold T.W., Kaneps A.J., Schmotzer W.B. (1986): Reversal of xylazine-induced sedation in llamas, using doxapram or 4-aminopyridine and yohimbine. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 189, 1059–1061.
- Riebold T.W., Engel H.N., Grubb T.L., Adams J.G., Huber M.J., Schmotzer W.B. (1994): Orotracheal and nasotracheal intubation in llamas. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 204, 779–783.
- Riebold T.W. (1996): Anesthesia and immobilization of specific species – Ruminants. In: *Lumb and Jones' Veterinary Anesthesia*. J.C. Thurmon, W.J. Tranquilli und G.J. Benson (Herausgeber), Williams und Wilkins, Baltimore 610–626.
- Skarda R.T. (1996): Local and regional anesthetic techniques: ruminants and swine. In: *Lumb and Jones' Veterinary Anesthesia*. J.C. Thurmon, W.J. Tranquilli und G.J. Benson (Herausgeber), Williams und Wilkins, Baltimore 479–514.
- Sumar J., Bravo P.W. (1991): In situ observation of the ovaries of llamas and alpacas by use of a laparoscopic technique. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 199, 1159–1163.
- Thurmon J.C., Tranquilli W.J., Benson G.J. (1996): Anesthesia of wild, exotic, and laboratory animals. In: *Lumb and Jones' Veterinary Anesthesia*. J.C. Thurmon, W.J. Tranquilli und G.J. Benson (Herausgeber), Williams und Wilkins, Baltimore 686–735 (zitiert nach C.J. Sedgwick und A.L. Acosta: *Capture drugs*. *mod Vet Pract* (1969) 50, 32).
- Yarbrough T.B., Snyder J.R., Harmon E.A. (1995): Laparoscopic anatomy of the llama abdomen. *Vet Surg* 24, 244–249.

Korrespondenzadresse: Dr. Gina Neiger-Aeschbacher, Abteilung Veterinärnästhesiologie der Universität Bern, Länggass-Strasse 124/128, CH-3012 Bern

Manuskripteingang: 29. Oktober 1998
In vorliegender Form angenommen: 31. Dezember 1998