



## Open Access

Aus der Klinik für Pferde, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover

# Management von Komplikationen während und nach der Allgemein-anästhesie des Pferdes

Klaus Hopster

ATF-anerkannte  
interaktive Fortbildung

**Zusammenfassung:** Die Allgemeinanästhesie von Pferden unterliegt einem hohen Risiko. Die Morbiditäts- und Mortalitätsraten im Zusammenhang mit Pferde-Anästhesien deuten darauf hin, dass die Pferde eine Risikogruppe für die Entwicklung einer Vielzahl von Komplikationen darstellen. Retrospektive, prospektive und multizentrische Studien zur Untersuchung Anästhesie-assoziiierter Komplikationen und der verschiedenen Faktoren, die die Erfolgsrate der Allgemeinanästhesie beeinflussen, konnten zeigen, dass bei Pferden zehnmal häufiger ein Anästhesie-assoziiierter Todesfall zu erwarten ist als bei Hunden und Katzen und 5000- bis 8000-mal häufiger als Menschen. Die Komplikationsraten sind noch höher, wenn das Pferd als Notfall präsentiert wird. Die häufigsten Todesursachen sind demnach der Herzstillstand oder der postoperative Kreislaufkollaps, Frakturen langer Röhrenknochen und Myopathien. Ein erhöhtes Todesrisiko wurde mit der Art der Operation (Frakturversorgung, Kolikoperation), Dauer der Anästhesie (höheres Risiko für längere Anästhesien), Zeitpunkt der Operation (außerhalb der regulären Arbeitszeit) und der Lagerung in Zusammenhang gebracht. Auch das Alter spielt eine Rolle: Pferde im Alter zwischen zwei und sieben Jahren haben ein geringeres Risiko, Fohlen jünger als ein Monat ein erhöhtes Risiko. Ein frühzeitiges Management intraoperativer Komplikationen wie Atem- oder Herz-Kreislauf-Zwischenfälle ist notwendig, um die Inzidenz von postoperativen Komplikationen zu reduzieren. Der folgende Artikel gibt einen Überblick über häufige Komplikationen während der Narkose und der frühen postoperativen Phase und deren Therapie.

**Schlüsselwörter:** *Dyspnoe, Hypoxie, Hypotension, Myopathie, Neuropathie*

## Management of anaesthetic-associated complications in horses

**Summary:** Anaesthetizing horses is risky business. Morbidity and mortality rates associated with equine anaesthesia suggest that horses are at high risk for the development of a wide variety of anaesthetic and anaesthesia-associated complications. Retrospective, prospective, and multicenter studies investigating anaesthesia-associated adverse events and the various factors influencing the outcome of equine anaesthesia suggest that horses are 10 times more likely to suffer an anaesthesia-associated fatality than dogs and cats and 5000 to 8000 times more likely to die from anaesthesia than humans. Fatality rates are even higher if the horse presents for anaesthesia and surgery as an emergency. The leading causes of death were cardiac arrest or postoperative cardiovascular collapse, fractures, and myopathies. Increased risk of death was associated with the type of surgery (fracture repair, colic), duration of anaesthesia (higher risk for longer anaesthesia time), timing of surgery (outside of regular hours), dorsal recumbency and age. Horses between the ages of 2 and 7 years old had a lower risk of death; foals younger than 1 month old had a greater risk. Early management of intraoperative complications as respiratory or cardiovascular impairments is necessary to reduce the incidence of postoperative complication. The following review gives an overview of common complications during general anaesthesia and the early postoperative period and how to treat them.

**Keywords:** *Dyspnoea, Hypoxemia, Hypotension, Myopathy, Neuropathy*

► Auch wenn sich die Narkose bei den Pferden in den letzten Jahren immer weiterentwickelt hat, können weiterhin weder die Sedierung noch die Allgemeinanästhesie als risikofrei betrachtet werden (Johnston et al., 2002).

Bei Eingriffen am stehenden und sedierten Tier steht die Gefahr unkontrollierter Abwehrbewegungen und des Niedergehens im Vordergrund, während bei der Allgemeinanästhesie regelmäßig Hypoxien, Hypotension und Probleme im Rahmen der Aufstehphase vorkommen (Johnston et al., 2002).

## Management von intraoperativen Komplikationen

### Therapiemöglichkeiten bei Atemwegsproblemen

Von einer Hypoxie spricht man, wenn der blutgasanalytisch ermittelte Sauerstoffpartialdruck im arteriellen Blut unter 70 mmHg sinkt. Eine solche Hypoxie tritt besonders häufig bei Patienten auf, die aufgrund des Eingriffs in Rückenlage oder in eine Trendelenburg-Position verbracht werden und/oder bei denen das Abdomen mit einem Gas distensiert werden muss (Robinson, 1991).

### Zentrale Analeptika

Der Einsatz von Doxapram bei Pferden mit Anästhetika-bedingter Brady- oder Apnoe ist umstritten. Während der Anästhesie sollte Doxapram nicht eingesetzt werden, sondern vornehmlich bei postanästhetischen Atemstörungen. Eine Behandlung mit Doxapram ist zudem erst indiziert, wenn eine Beatmung nicht möglich ist (Dosis nach Injektions- oder Inhalationsnarkose: 0,5–1 mg/kg nach Wirkung). Hohe Dosen können bei Tieren nach Anästhesien mit halogenierten Kohlenwasserstoffen und nach Anwendung von Sympathomimetika oder Atropin zu Herzarrhythmien führen.

### Intubation

Das Pferd ist ein obligatorischer Nasenatmer und somit stärker als andere Spezies während der Allgemeinanästhesie dem Risiko einer Atemwegsverlegung ausgesetzt. Dies gilt insbesondere, da beim adulten Pferd nahezu immer  $\alpha_2$ -Agonisten zur Sedierung und zentralen Muskelrelaxation vor der Gabe von Anästhetika verabreicht werden. Diese Arzneistoffe haben nicht nur atemdepressive Wirkungen, sondern bewirken auch eine Relaxation der Pharynx- und Laryngealmuskulatur, die zu einer teilweisen oder gar vollständigen Atemwegsobstruktion beiträgt (Löscher et al., 2002). Daher sollte grundsätzlich beim narkotisierten, adulten Pferd die Platzierung eines Endotrachealtubus in Erwägung gezogen werden. Der so offen gehaltene Atemweg erlaubt auch eine Überdruckbeatmung des Pferdes, falls es zu einem plötzlichen Atemstillstand kommt.

### Erhöhung des inspiratorischen Sauerstoffangebots

Als erste Therapiemaßnahme ist zu prüfen, ob durch eine Erhöhung der inspiratorischen Sauerstofffraktion das arterielle Sauerstoffangebot erhöht werden kann. Dies ist insbesondere häufig dann der Fall, wenn die Pferde über eine Injektionsnarkose erhalten werden und während der Allgemeinanästhesie Raumluft atmen. In diesem Fall kann die inspiratorische Sauerstoffkonzentration durch Insufflation von reinem Sauerstoff entweder über die Nüster oder über einen Tracheotubus erhöht werden. Dabei ist zu beachten, dass bei einem adulten Pferd mit einem Körpergewicht von 500 bis 600 kg mindestens eine Sauerstoffflussrate von 10 Litern eingestellt werden sollte (Mason et al., 1987).

### Anpassen der Lagerung

Wird das Pferd während der Einleitung der Allgemeinanästhesie aus seiner physiologischen Stellung in die Seiten- oder Rückenlage verbracht, so hat dies gravierende Auswirkungen auf den Gasaustausch in der Lunge zur Folge. Dies hängt damit zusammen, dass sowohl die Ventilation als auch die Durchblutung der Lunge der Schwerkraft unterliegen und gleichzeitig das Lungengefäßsystem ein Niederdrucksystem darstellt. Unter physiologischen Bedingungen sind die alveoläre Ventilation und die pulmonal arterielle Blutversorgung in allen Bereichen der Lunge optimal einander angepasst, nicht zuletzt aufgrund der optimierten anatomischen Position der Lunge im Verhältnis zu Zwerchfell und Magen-Darm-Trakt. Nachweislich wirkt sich eine Rückenlage deutlich stärker negativ auf den Gasaustausch aus als die Seitenlage. So werden in lateraler Lage fast ausschließlich die oben liegenden Anteile der Lunge ausreichend ventiliert. In Rückenlage ist die Situation deswegen problematischer, da der Gastrointestinaltrakt einen Druck auf die Dorsalhälfte des Zwerchfells und somit weite Teile der Lunge ausübt und den pulmonalen Gasaustausch negativ beeinflusst. In den betroffenen Bezirken stellt sich zunehmend eine Atelektasenbildung (Kompressionsatelektasen) ein, die von einer Zunahme des intrathorakalen und abdominalen Blutvolumens sowie einem

Tonusverlust des Zwerchfells am Ende der Ausatemungsphase begleitet wird. Aus diesem Grund sollte, wenn dies der chirurgische Eingriff erlaubt, die Rückenlage immer nur so kurz wie möglich gehalten werden. Außerdem ist bei vergleichbaren OP-Bedingungen aus anästhesiologischer Sicht die Seitenlage der Rückenlage vorzuziehen.

### Verbesserung der pulmonalen Perfusion

Um das Ventilations-Perfusions-Verhältnis zu verbessern, kann den Pferden langsam Acepromazin verabreicht werden mit dem Ziel, die Durchblutung der Lunge zu verbessern (Marntell et al., 2005). Dies sollte jedoch nur unter Blutdruckkontrolle erfolgen. Durch die Vasodilatation und die bessere Perfusion kommt es zu einer Reduktion des pulmonalen Totraums. Allerdings ist diese Maßnahme nicht bei kreislaufinstabilen Patienten empfehlenswert, weil oftmals der Blutdruck nach Verabreichung von Acepromazin deutlich abfällt. Es empfiehlt sich daher, Acepromazin langsam nach Effekt nur bei elektiven, kreislaufstabilen Patienten einzusetzen, und zwar entweder bereits im Rahmen der Narkoseprämedikation oder während der Allgemeinanästhesie.

Eine weitere Möglichkeit, die pulmonale Perfusion zu verbessern, ist die Verabreichung von Salbutamol, einem  $\beta_2$ -Sympathomimetikum, welches in Aerosolform als Humanmedikament verfügbar ist (Robertson und Bailey, 2002). Werden 2–3  $\mu\text{g}/\text{kg}$  des Aerosols mehrfach während der frühen Phase der maschinellen Überdruckbeatmung in die Einatemungsluft des anästhesierten Pferdes verabreicht, erreicht der Arzneistoff primär die gut belüfteten Lungenbezirke und ruft dort gezielt eine Vasodilatation der perialveolären Gefäße hervor. Bedingt durch die so erreichte regionale Abnahme des Gefäßwiderstandes in den Pulmonalarterien erreicht mehr Blut wieder gut ventilierte Lungenbezirke und verbessert damit das Ventilations-Perfusions-Verhältnis und damit die arterielle Oxygenierung. Allerdings ist die Anwendung von Salbutamol technisch aufwendig und scheint auch ausschließlich bei bereits mechanisch ventilierten Pferden positive Effekte zu haben.

### Beatmung

Nahezu alle Pferde hypoventilieren unter dem Einfluss einer Allgemeinanästhesie (Schatzmann 1983). Die Indikationen für eine kontrollierte Beatmung sind zwar vielfältig, dennoch muss die Entscheidung im Einzelfall vom Status des Pferdes abhängig gemacht und unter Berücksichtigung der Vor- und Nachteile getroffen werden. >>



Abbildung 1: Eine Pumpe als Notfall-Ersatz für ein fehlendes Druckbeatmungsgerät bei Atemstillstand unter Feldbedingungen.



Abbildung 2: Ein Demand-Ventil für die Notfallbeatmung mit einer Sauerstoffdruckflasche.



>> Eine absolute Indikation zur Beatmung ist der Atemstillstand. Falls ein Atemstillstand unter Feldbedingungen auftritt und kein Druckbeatmungsgerät zur Hand ist, kann die kurzzeitige Beatmung auch mittels einfacher Hilfsmittel wie einer Pumpe (Abb. 1) oder eines Demand-Ventils (Abb. 2) erfolgen. Während das Demand-Ventil zwar nur unter Zuhilfenahme einer Sauerstoffdruckflasche eingesetzt werden kann, bietet es allerdings auch den Vorteil der Beatmung mit reinem Sauerstoff.

Die Therapie einer Hypoxie erfordert eine Druckbeatmung, für die Großtierbeatmungsgeräte erforderlich sind. Die Druckbeatmung führt jedoch zu einer Verringerung des Herzschlagvolumens, da während der Inspirationsphase der Druck im Brustraum die Venen komprimiert und damit den venösen Rückstrom zum Herzen behindert. Aus diesem Grund muss bei Pferden mit Blutdruck- und Kreislaufproblemen der Druck entsprechend vorsichtig gewählt werden. Eine gute Kreislauf- und Blutdrucküberwachung sind daher unbedingt notwendig.

**Kontrollierte Beatmung mit intermittierend positiver Druck-Beatmung:** Das übliche Beatmungsprotokoll beim Pferd ist eine intermittierende Druckbeatmung. Hier werden Volumina von 12–15 ml je kg KGW verwendet. Eine Anpassung des Inspiration-zu-Expiration-Verhältnisses zugunsten der Inspirationszeit (von I:E = 1:2 auf 1:1) kann helfen, die alveoläre Ventilation zu verbessern.

Bei der kontrollierten Beatmung werden sowohl das Atemzugvolumen als auch die Atemfrequenz vom Anästhesisten bestimmt. Um die Inspiration bei der kontrollierten Beatmung aktiv zu vollziehen, ist beim Großpferd ein end-inspiratorischer Druck von etwa 25–30 cm H<sub>2</sub>O notwendig. Die Expiration erfolgt passiv. Der

Druck sinkt dann wieder auf den atmosphärischen Druck von 0 cm H<sub>2</sub>O ab. Die kontrollierte Beatmung stellt einen sicheren Weg dar, den PaCO<sub>2</sub> konstant bei Werten zwischen 35–45 mmHg zu halten. Dagegen garantiert der Einsatz der kontrollierten Beatmung mit IPPV keine ausreichende Oxygenierung und kann eine durch einen Rechts-links-Shunt verursachte arterielle Hypoxämie nicht signifikant verringern (Schatzmann, 1983). Untersuchungen beim Menschen zeigten, dass sich die quantitative Ausprägung von Atelektasen bei kontrollierter Beatmung nicht von der spontanen Beatmung unterscheidet. Darüber hinaus verursacht die kontrollierte Beatmung eine deutliche Beeinträchtigung des Herz-Kreislauf-Systems. Dies geschieht zum einen aufgrund der durch die intrathorakale Druckerhöhung bedingten Kompression der im Mediastinum befindlichen Teile der V. cava und des Herzens. Dadurch kommt es zur Reduktion des Herzminutenvolumens. Zum anderen beeinträchtigen die erniedrigten PaCO<sub>2</sub>-Werte das Herz-Kreislauf-System und sorgen für eine Dämpfung des Sympathikotonus und damit für eine schlechtere Regulation des arteriellen Blutdrucks.

**Kontrollierte Beatmung mit PEEP:** Bei der positiven end-expiratorischen Druckbeatmung (positive end expiratory pressure, PEEP) erfolgt die Ausatmung über ein Ventil, welches im Atemsystem einen positiven Druck gegenüber der Umgebung erzeugt. Bei der Expiration sinkt somit der intrapulmonale Druck nicht wieder auf den atmosphärischen Druck von 0 cm H<sub>2</sub>O ab, sondern es bleibt ein vorbestimmtes Druckniveau erhalten.

Der Effekt einer Applikation von PEEP während der Narkose wurde vor allem in der Humanmedizin ausführlich untersucht. Die klinische Anwendung beim Pferd liefert jedoch unterschiedliche, teilweise gegensätzliche Ergebnisse. Einige Autoren berichten von einer Steigerung des PaO<sub>2</sub> unter PEEP-Beatmung mit einem Druck von 10 cm H<sub>2</sub>O, andere konnten mit gleichem PEEP keine signifikante Veränderung des Sauerstoffpartialdrucks beobachten (Nyman und Hedenstierna, 1989; Wilson und Mc Feely, 1991; Pauritsch, 1997). Eine effektive Reduktion der Atelektasen und des Shuntanteils konnte ebenfalls nicht gezeigt werden. Allenfalls eine Zunahme der funktionellen Residualkapazität und ein Anstieg der Compliance durch die PEEP-Beatmung werden beschrieben. In einer Studie über die pulmonalen Auswirkungen von steigenden PEEP-Werten wurde gezeigt, dass es ab einem PEEP von 20 cm H<sub>2</sub>O zu einem signifikanten Anstieg des PaO<sub>2</sub>, der funktionellen Residualkapazität und einem signifikanten Abfall der Shuntfraktion kommt. Durch den Einsatz beim Risikopatienten konnte eine bestehende Hypoxämie beseitigt werden (Wilson und Soma, 1990).

**Aktive Rekrutierung der Lunge:** Als Alternative zur dauerhaften Beatmung mit erhöhtem PEEP wird die intermittierende Hyperinflation bei dauerhaftem null end-expiratorischem Druck genannt. Diese Beatmungsstrategie zeigte in einer Studie an Hunden, dass zwar eine Zunahme von Compliance und funktioneller Residualkapazität, aber keine Verbesserung des PaO<sub>2</sub> erreicht werden können. Pauritsch (1997) kam bei Anwendung dieses Beatmungsschemas bei Pferden zu gleichen Ergebnissen. In weiteren Untersuchungen zeigte sich allerdings, dass die Anwendung dieser intermittierenden Hyperinflation mit PEEP die Oxygenierung von Pferden in Rückenlage deutlich verbessert (Hopster et al., 2011).

**Unerwünschte Wirkungen der Beatmung:** Jede Form der Beatmung stellt einen Eingriff in die Physiologie der Ventilation dar. Wird ein Tier beatmet, muss die Luft über die äußeren Atemwege unter Druck in die Lunge gebracht werden. Der ursprüngliche Abfall des intrathorakalen Drucks während der physiologischen Inspiration hat neben der Saugwirkung auf die Luft zusätzlich Saugwirkung auf das venöse Blut im Thorax. Die Veränderungen des Drucks innerhalb des Thorax durch die Beatmung behindern den venösen Rückstrom zum Herzen und führen zu einem zusätz- >>

» lichen Abfall des durch die Narkose ohnehin schon beeinträchtigten arteriellen Blutdrucks (Schatzmann, 1983). Zudem konnte bei der Druckbeatmung mit PEEP beobachtet werden, dass das Herzminutenvolumen zurückgeht und die kardiovaskulären Nebenwirkungen zunehmen. Statistisch signifikante Änderungen zur IPPV-Beatmung werden erst ab einem PEEP von 20 cm H<sub>2</sub>O manifest. Durch die PEEP-Beatmung fehlt eine druckfreie Phase am Ende der Expiration, in der sich das Herz erholen kann. Durch die künstliche Beatmung kann es, insbesondere bei unsachgemäßer Anwendung, zu einem Überblähen und Überdehnen der Alveolen kommen. Dies tritt vor allem bei Beatmung mit zu großen Volumina und zu hohem inspiratorischen Druck auf.

## Therapiemöglichkeiten bei Kreislaufproblemen

Die häufigste Nebenwirkung der meisten Anästhetika ist eine negative Beeinflussung des Kreislaufs. Diese kommt durch eine direkte negative Wirkung auf das Herz oder ihre gefäßbeeinflussenden Effekte zustande.

Aufgrund der engen Korrelation zwischen intraoperativer Hypotension und postoperativer Myopathie sollte ein mittlerer arterieller Blutdruck unter 60 mmHg unmittelbar therapiert werden (Bonagura und Muir, 1991). Neben der Reduzierung der Narkosetiefe ist in den meisten Fällen eine weiterführende Kreislauftherapie notwendig, die bereits parallel eingeleitet werden sollte.

### Flüssigkeitstherapie

Das Ziel der Flüssigkeitstherapie ist die Therapie von Kreislaufinsuffizienzen aufgrund von hypovolämischen Schocksituationen. Hier ist neben kristalloiden Lösungen vor allem der Einsatz kolloidaler Lösungen angezeigt.

**Isotone kristalloide Infusionslösungen:** Zwei Arten kristalloider Infusionslösungen werden in der Regel beim Pferd angewendet: Vollelektrolytlösungen (Ringer, Ringer-Laktat etc.) und 0,9%ige Kochsalzlösung.

Isotone kristalloide Infusionslösungen werden zur Rehydratation und zur Aufrechterhaltung des Flüssigkeitshaushalts verwendet. Sie verteilen sich gleichmäßig im extrazellulären Raum, eine vollständige Äquilibration ist in der Regel 40 bis 60 Minuten nach der Infusion erreicht. Da der interstitielle Extrazellulärraum etwa dreimal größer ist als der vasale Extrazellulärraum, bleiben von 1 Liter Infusionslösung nach 60 Minuten noch etwa 250 ml in den Gefäßen (Berne und Levy, 1997). Kommt es im Rahmen der Allgemeinanästhesie zu einem deutlichen Abfall des Blutdrucks, kann durch einen Flüssigkeitsbolus von 10–30 ml/kg Körpergewicht und eine damit verbundene Erhöhung des Zirkulationsvolumens die Kreislaufsituation verbessert werden.

**Hypertone kristalloide Infusionslösungen:** Hypertone kristalloide Infusionslösungen (7,5%ige hypertone Kochsalzlösung) besitzen eine achtfach höhere Tonizität als Plasma und werden daher vor allem in Notsituationen verwendet, um eine schnelle Volumenauffüllung des vasalen Raums zu ermöglichen. Die Infusion von 2 Litern 7,5%iger Kochsalzlösung expandiert im Gefäßkompartiment auf etwa 15 Liter. Daher sind die Infusionslösungen gut geeignet, um bei Schockpatienten die Zeitspanne bis zum Greifen der Infusionstherapie mit kristalloiden und kolloidalen Lösungen zu überbrücken.

**Kolloidale Infusionslösungen:** Alle kommerziell erhältlichen kolloidalen Infusionslösungen basieren auf halbsynthetischen, polydispersen Kolloiden (Dextran, Hydroxyethylstärke). Sie verbleiben länger im vaskulären Kompartiment und können, abhängig von ihrer Konzentration (kolloidosmotischer Druck), auch Flüssigkeit aus dem Interstitium in die Gefäße ziehen. Ihre Wirkdauer hängt von der Molekülart und -größe ab. Bei ihrer Anwen-

dung muss darauf geachtet werden, dass eine Überladung der Gefäße vermieden wird. Eine Dosierung von 2–4 ml/kg/h ist bei einer manifesten Hypotension, bedingt durch eine Hypovolämie, empfehlenswert (Jones et al., 1997).

### Therapie mit Katecholaminen

In vielen Fällen ist der Einsatz von weiterführenden Maßnahmen notwendig, um eine ausreichende Kreislaufsituation insbesondere bei längeren Inhalationsanästhesien sicherzustellen.

**Dobutamin:** Viele kardial bedingten Hypotensionen lassen sich durch die Applikation von Dobutamin beheben (Lee et al., 1998). Dobutamin ist beim Pferd das Katecholamin der ersten Wahl, um sowohl Blutdruck als auch Herzminutenvolumen zu steigern. Es besitzt einen dosisabhängigen positiven inotropen Effekt und wirkt vornehmlich auf  $\beta$ -Adrenozeptoren ( $\beta_1 > \beta_2$ ), aber auch auf  $\alpha$ -Adrenozeptoren. Daher kann bei hoher Dosierung auch ein positiv chronotroper Effekt auftreten. In den meisten Fällen sind Dosierungen  $< 1 \mu\text{g/kg/min}$  ausreichend, um eine adäquate hämodynamische Funktion in der Anästhesie sicherzustellen. In schweren Fällen können aber Dosierungen bis  $3 \mu\text{g/kg/min}$  angewendet werden. Sollte auch bei dieser Dosierung keine Stabilisierung eintreten, empfiehlt sich die zusätzliche Anwendung vasoaktiver Katecholamine (Noradrenalin, Phenylephrin).

**Dopamin:** Dopamin ist beim Pferd ebenfalls geeignet, um die Kreislaufsituation zu verbessern, wird aber aufgrund stärkerer Nebenwirkungen nur selten angewendet (Lee et al., 1998). Neben seiner Wirkungen auf  $\alpha$ - und  $\beta$ -Adrenozeptoren besitzt es eine aus- >>





Tabelle 1: Dosierung und Indikation gängiger Arzneimittel für den Einsatz bei Narkosezwischenfällen beim Pferd

Narkosezwischenfall	Medikament	Dosierung
Atemstillstand	Beatmen (Ventilator oder Demand-Valve)	
Hypotension	1. Narkosetiefe reduzieren	
	2. Ringer-Lsg.	5–30 ml/kg/h
	3. HES-Lsg. 10 % (Kolloide Lsg.)	ca. 2–4 ml/kg/h max. 10 ml/kg/h max. 50 ml/kg/Tag
	4. Dobutamin	0,5–5 µg/kg/min
	5. NaCl 7,5 % (Hypertone Lsg.)	2 ml/kg BOLUS
Bradykardie HF < 20/min	Atropin	0,01–0,02 mg/kg
Bradykardie HF < 10/min	Adrenalin (Epinephrin)	1 µg/kg
Herzstillstand	Adrenalin (Epinephrin)	10 µg/kg
Ventrikuläre Arrhythmie	Lidocain (ohne Sperrkörper)	Bolus: 1,5 mg/kg/10 min DTI: 3 mg/kg/h
Anaphylaktischer Schock	Methylprednisolon	2 mg/kg
	Adrenalin (Epinephrin)	1 µg/kg

» geprägte Affinität zu dopaminergen Rezeptoren. Es wirkt auch in niedrigeren Dosierungen nicht nur positiv inotrop, sondern auch positiv chronotrop und führt damit häufig zu Tachykardien und Tachyarrhythmien. Positive klinische Effekte auf die Nierenperfusion konnten beim Pferd bislang nicht nachgewiesen werden.

**Noradrenalin:** Bei Hypotensionen aufgrund von Gefäßweitstellung empfiehlt sich die Anwendung von Noradrenalin (Valverde et al., 2006). Noradrenalin wirkt über eine Stimulation von Adrenozeptoren, jedoch neben  $\alpha$ -Adrenozeptoren vor allem auch an  $\beta_1$ -Adrenozeptoren. Aus diesem Grund kommt es neben einer potenten Vasokonstriktion auch zu einer Erhöhung der Herzfrequenz. Noradrenalin kann vor allem angewendet werden, wenn durch Dobutamin oder Dopamin kein zufriedenstellender mittlerer arterieller Blut hergestellt werden kann. Dadurch soll ein Versagen zentraler Organe verhindert werden. Es kann langsam als Bolus mit einer Dosierung von 1–2 µg/kg appliziert werden, wobei eine Verdünnung auf ein Volumen von mindestens 20 ml erfolgen sollte. Besser ist allerdings die Anwendung als kontinuierliche Infusion mit einer Infusionsrate von 0,1–0,2 µg/kg/min.

**Phenylephrin:** Phenylephrin wirkt ebenfalls über einen Alpha-Rezeptor-Effekt. Es kann entweder als Bolus oder besser als Dauertropfinfusion mit einer Infusionsrate von 0,5–1 µg/kg/min eingesetzt werden (Lee et al., 1998). Phenylephrin wirkt ausschließlich über eine Aktivierung von  $\alpha$ -Adrenozeptoren und hat eine vergleichsweise kurze Wirkdauer, wodurch auch wiederholte Bolusapplikationen möglich sind.

#### Umstellung des Narkoseprotokolls

In einzelnen Fällen kann es notwendig sein, dass Anästhesieregime von einer Isofluran-basierten zu einer Ketamin-basierten Anästhesie (Triple-Drip) zu wechseln, da Ketamin nachweislich weniger kardiovaskuläre Depressionen verursacht als Isofluran (Löscher et al., 2002).

## Management von Komplikationen während der Aufwachphase

Die Aufwachphase kann bei Pferden einen für das Tier lebensbedrohlichen Verlauf nehmen. Dies hängt vor allem mit der Natur des Pferdes und seinem Drang, sich einer jeden unbekannt oder gefährlich anmutenden Situation durch Flucht zu entziehen, zusammen. Im Ergebnis führt dieses Verhalten häufig dazu, dass das Pferd verfrüht Aufstehversuche unternimmt und sich dabei schwere oder gar fatale Verletzungen zuziehen kann. Viele Maßnahmen wurden in den letzten Jahrzehnten mit dem Ziel entwickelt, die Qualität der Aufwachphase nach einer Allgemeinanästhesie zu verbessern und den Pferden beim Aufstehen technische Hilfestellung zu bieten. Obgleich diese Methoden dazu beigetragen haben, die Häufigkeit und/oder Schwere von Komplikationen und Verletzungen beim Aufstehen der Tiere zu verringern, vermag keine dieser Techniken das Risiko von gravierenden Verletzungen vollständig auszuschließen.

Die Aufwachphase ist die am wenigsten zu kontrollierende Phase der Allgemeinanästhesie. Daher sollten die Tiere unabhängig von der Art der Allgemeinanästhesie und der Art der Aufwachunterstützung engmaschig bis zum Erreichen des sicheren Standes überwacht werden.

Wenn mit deutlichem Nystagmus, hoher Atemfrequenz oder Wiehern Anzeichen für ein zu frühes Aufwachen auftreten, sollten die Tiere für die Aufstehphase sediert (z. B. mit Xylazin 0,2 mg/kg i. v.) und wenn möglich manuell bis zum Wirkungseintritt in Seitenlage gehalten werden, um die Qualität der Aufstehphase zu verbessern (Bienert et al., 2003).

## Maßnahmen zur Verbesserung der Aufwachphase

Das Verabreichen von Sedativa und Analgetika, welche dem Tier am Ende der Narkose oder zu Beginn der Aufwachphase verabreicht werden, kann die Aufwachphase entscheidend qualitativ verbessern und somit die Verletzungsgefahr reduzieren.

Diese Arzneistoffe unterdrücken zentralnervöse Erregungserscheinungen, die für die frühe Aufwachphase nach Inhalationsnarkose ganz typisch sind, und mindern operationsbedingte Schmerzen. In der Folge bleibt das Pferd länger ruhig liegen und hat somit mehr Zeit zum Abatmen des im Körper verbliebenen Inhalationsanästhetikums. Letzteres ist von besonderer Bedeutung für längere Narkosen mit volatilen Anästhetika.

Je nach operativem Eingriff und der Schmerzsituation können auch Lokalanästhetika und/oder Opioide oder  $\alpha_2$ -Agonisten systemisch, intraartikulär, perineural, epidural oder lokal vor oder während der Operation verabreicht werden, um die Schmerzlinderung während der Aufwachphase zu optimieren.

Es ist auch wichtig, während der Aufwachphase offene Atemwege und eine ausreichende Sauerstoffsättigung des arteriellen Blutes sicherzustellen. Eine ausgeprägte Hypoxämie kann schnell eine Ermüdung der Muskulatur und eine zentralnervöse Unruhe hervorrufen. Dies kann die Fähigkeit des Pferdes, sich nach der Narkose wieder sicher aufzurichten, stark beeinträchtigen. Insbesondere nach langer Rückenlage und einer damit verbundenen Obstruktion der oberen Atemwege durch ein Anschwellen der Schleimhäute empfiehlt es sich, den Orotrachealtubus für die Dauer der Aufwachphase liegen zu lassen und in seiner Lage mit Klebeband am Halfter zu sichern. Auf keinen Fall sollte das Tier extubiert werden, bevor ein aktiver Schluckreflex zurückgekehrt ist, und zusätzlicher Sauerstoff zumindest dann verabreicht werden, wenn ein Abfall der arteriellen Sauerstoffsättigung festgestellt wurde.

Je nach Dauer der Narkose, Art und Menge der prä- und intraoperativ infundierten Flüssigkeiten und der zur Prämedikation und



Anästhesie verabreichten Arzneistoffe kann es notwendig sein, die Blase des Pferdes zu entleeren, bevor das Tier in den Aufwachstall verbracht wird. Eine volle Blase führt nicht nur zu Unruhe (stärker bei Hengsten und Wallachen als bei Stuten), sondern erhöht auch die Ausrutschgefahr beim Aufstehen, wenn das Tier in der Aufwachbox uriniert.

Das Anlegen von Gamaschen vor der Aufwachphase mag in bestimmten Situationen angezeigt sein, um zusätzliche Traumata an den Extremitäten bei besonders unruhigen Pferden zu vermeiden. Ebenso kann das Anlegen eines Kopfschutzes von Vorteil sein, um das Tier vor weiteren Kopfverletzungen, z. B. nach vorausgegangen Verletzungen oder Eingriffen an Augen oder Schädel oder plastischer Chirurgie, zu schützen.

Bei langen Eingriffen an kreislaufunstablem Patienten sollte zudem die kreislaufunterstützende Therapie (Infusionen, Katecholamine wie Dobutamin) auch in der Aufwachbox während der frühen Aufwachphase fortgesetzt werden, um eine Verschlechterung der Kreislaufsituation in dieser kritischen Phase der Allgemeinanästhesie zu vermeiden.

## Dyspnoe während der Aufwachphase

Bei Anzeichen für eine Obstruktion (z. B. eine erhöhte Atemfrequenz und laute, stridorartige Atemgeräusche) sollten die Pferde, wenn möglich, wieder orotracheal intubiert werden (Senior, 2005). In milden Fällen kann auch die lokale Applikation von Phenylephrin oder ein nasotrachealer Tubus Abhilfe schaffen. Bei der Applikation von Phenylephrin ist darauf zu achten, dass die Lösung möglichst tief in die Nüstern verabreicht wird. Es empfiehlt sich ein Volumen von 5–10 ml einer 1%igen Lösung je Nüster. Durch den lokalen vasoconstruktiven Effekt kommt es zu einem Anschwellen der Schleimhäute. Wenn bei hochgradiger Dyspnoe eine erneute Intubation nicht möglich ist und die Anwendung von Phenylephrin keine Besserung bringt, kann in Einzelfällen auch eine Tracheotomie notwendig werden.

## Myopathien

Werden beim Pferd die Muskeln während einer langen Allgemeinanästhesie auf eine feste Unterlage gedrückt, dann kann vor allem bei schweren Tieren die Durchblutung entsprechender Muskelkompartimente besonders bei niedrigem Blutdruck stark vermindert sein.

Myopathien äußern sich häufig durch Schwitzen, Aufkrümmen des Rückens, reduzierte Lastaufnahme, hochgradige Schmerzhaftigkeit und durch den Absatz braunen Urins (Serteyn et al., 1987). In der Laboruntersuchung fallen massiv erhöhte Kreatinin-Werte auf (CK-Wert > 15 000 mmol/l). Die Tiere sollten unmittelbar nach Stellen der Verdachtsdiagnose mit kristalloiden Lösungen infundiert

werden. Um die Perfusion zu verbessern, kann Acepromazin verabreicht werden, wodurch auch gleichzeitig eine milde Sedierung erreicht wird. Nichtsteroidale Antiphlogistika sind Analgetika der Wahl und in einzelnen Fällen kann das Anbringen eines Schlingen-Systems Entlastung bringen. Zudem kann die Verabreichung von Vitamin E (1000 IU/kg oral) die Regeneration fördern.

## Neuropathien

Nervenparalysen, die infolge von Minderperfusion oder falscher Lagerung entstehen können (Furuoka et al., 1994), fallen durch Steifheit, Unwilligkeit beim Aufstehen und Unruhe auf. Sie können vorübergehend oder permanent sein.

### Fazialis-Paralyse

Liegt ein Pferd lange Zeit in Seitenlage, dann kann der Druck des Halses eine einseitige periphere Paralyse des N. facialis verursachen (Abb. 3). Resultat sind eine verringerte Motilität und fehlende >>



Abbildung 3: Eine Komplikation während der Aufwachphase ist die Fazialisnervlähmung aufgrund verpasster Polsterung oder Entfernung des Halfters.



Abbildung 4: „Hundesitzige“ Position bei einem Haflinger Wallach mit Lähmung der Hinterhand, bedingt durch eine im Rahmen der Allgemeinanästhesie eingetretene Hämatomyelie.



Foto: PD Dr. Claus P. Bartmann.

» Sensibilität der Oberlippe. Die Entfernung des Halfters und Polsterung sind einfache, aber effektive Vorsichtsmaßnahmen.

### Radialis-Paralyse

Nach einer längeren Anästhesie in Seitenlage kann eine Paralyse des N. facialis der unten liegenden Vordergliedmaße entstehen. Eine ausgeprägte Paralyse des N. facialis kann in der postoperativen Phase Schwierigkeiten beim Aufstehen bereiten, insbesondere wenn an der anderen Vordergliedmaße eine Verletzung oder eine Fraktur vorliegt, sodass auch dieses Bein nur schlecht belastet werden kann. Betroffene Pferde benötigen eine aktive Aufstehhilfe. Die Symptome sind ein hängender Ellbogen und Probleme beim Vorführen und Belasten der entsprechenden Gliedmaße. Das Anbringen hoher und stützender Verbände kann helfen, den Tieren besseren Halt zu geben. Da die meisten Nervenlähmungen nur wenig schmerzhaft sind, sind Glukokortikoide den nichtsteroidalen Antiphlogistika vorzuziehen. Bei sehr unruhigen Tieren kann eine Sedierung notwendig sein, um die initiale Therapie einzuleiten. Eine entsprechende Lagerung des Pferdes in Seitenlage (unten liegende Gliedmaße nach kranial ziehen) und Polsterung (Schaumgummi, Wasser- oder Luftmatratzen) kann meist eine Radialisparalyse verhindern.

### Femoralis-Paralyse

Die Paralyse des N. femoralis tritt vor allem nach Rückenlagerung mit überstreckten Hintergliedmaßen auf. Sie äußert sich in einem Überköten im Bereich der Fessel und einer mangelhaften Streckung des Kniegelenks. Eine Paralyse des N. ischiadicus und des N. peroneus zeigen eine ähnliche Symptomatik. Anfängliches Überköten kann nach dem Aufstehen nach einer Narkose häufiger beobachtet werden, diese Symptomatik sollte aber nach einigen Minuten zurückgehen. In schweren, beidseitigen Fällen kann ein Pferd nicht stehen und muss aktiv aufgestellt und in ein Hängegeschirr verbracht werden.

neus zeigen eine ähnliche Symptomatik. Anfängliches Überköten kann nach dem Aufstehen nach einer Narkose häufiger beobachtet werden, diese Symptomatik sollte aber nach einigen Minuten zurückgehen. In schweren, beidseitigen Fällen kann ein Pferd nicht stehen und muss aktiv aufgestellt und in ein Hängegeschirr verbracht werden.

### Hämatomyelie und Myelomalazie

Eine akute hämorrhagische Myelopathie in verschiedenen Regionen des Rückenmarks kann nach Narkosen bei jungen, schweren Pferden (insbesondere Kaltblutrassen) nach Rückenlage auftreten (Trim, 1997). Insgesamt ist die Inzidenz gering. Klinisch offensichtlich ist eine Paralyse der Hinterhand (typische, hundesitzige Stellung, Abb. 4), unterstützt wird die Verdachtsdiagnose durch Verlust des Tiefenschmerzes an den Hintergliedmaßen und Verlust des Analtonus. Ischämien im Rückenmarksbereich können zu hypoxischen Gefäßschäden und nachfolgenden Einblutungen führen. Die Prognose ist schlecht, da alle mit einer hämorrhagischen Myelopathie auffälligen Tiere bisher nach der Anästhesie getötet werden mussten. Die Ätiologie ist nicht bekannt, obgleich ein Mangel an Vitamin E als begünstigender Faktor diskutiert wurde.

### Hypothermie

Vor allem bei jungen Fohlen entsteht regelmäßig während und nach einer Allgemeinanästhesie eine Hypothermie. Die Hypothermie ist vor allem bei niedriger Umgebungstemperatur des Operationsraumes und der Aufwachbox und nach Verabreichung von Substanzen, die eine periphere Vasodilatation verursachen, sehr ausgeprägt. Eine ausgeprägte Hypothermie vertieft die Anästhesie, beeinträchtigt die Blutgerinnung, und verursacht einen Abfall des Herzzeitvolumens (Doherty und Valverde, 2006). Außerdem vermindert sie den Leberstoffwechsel und damit den Metabolismus der verwendeten Anästhetika. In der postoperativen Phase beginnen die Tiere meistens zu zittern, um Wärme zu produzieren, wodurch ein erhöhter Sauerstoffverbrauch und eine Hypoxämie entstehen können. Mit ausreichend hoher Umgebungstemperatur, Infrarotwärme sowie Warmwasser- oder Warmluftdecken kann einer Hypothermie gut vorgebeugt werden.

## Management von Komplikationen bei Eingriffen am stehenden, sedierten Pferd

### Bradykardie

$\alpha_2$ -Agonisten stellen das Grundgerüst für eine stabile Sedierung dar. Aufgrund ihrer kardiovaskulären Nebenwirkungen kann die resultierende Bradykardie jedoch eine zum Teil massive Kreislaufdepression verursachen (Löscher et al., 2002). Bei Auftreten einer Bradykardie sollte somit die Applikation von  $\alpha_2$ -Agonisten unterbrochen werden. Wenn eine hochgradige Bradykardie (HF < 20 Schläge/min) für eine schlechte Kreislagsituation verantwortlich ist, kann eine Erhöhung der Herzfrequenz und damit ein ausreichendes Herzminutenvolumen durch die Applikation von Atropin erreicht werden. Empfohlene Dosierungen liegen hier zwischen 0,01 und 0,02 mg/kg als langsamer intravenös verabreichter Bolus.

### Ataxie

Im Rahmen einer Sedierung mit  $\alpha_2$ -Agonisten kann aufgrund der muskelrelaxierenden Eigenschaften eine dosisabhängige Ataxie auftreten. In diesem Fall sollte ebenfalls die Applikation unterbro-

chen und die Sedierungstiefe reduziert werden. Die Anwendung von entsprechenden Antagonisten wie beispielsweise dem Antipamezol bringt keine Besserung dieser Problematik.

Auch die Applikation großer Mengen Lokalanästhetika kann hochgradige Ataxien bis hin zum Niedergehen bewirken. Bei Pferden liegt die kritische Dosis für Lidocain bei 5–6 mg/kg Körpergewicht (Doherty und Valverde, 2006). Bei einer üblichen 2%igen Formulierung bedeutet dies, dass ein Gesamtinjektionsvolumen (verabreicht über einen Zeitraum von bis zu 20 min) von etwa 150–180 ml Lidocain-Lösung für ein erwachsenes Warmblutpferd nicht überschritten werden sollte. Oft zeigen die Pferde im Vorfeld schwankende Bewegungen, Bradyarrhythmien und eine Tachy- oder Dyspnoe. Bei diesen Anzeichen sollte eine Kreislauftherapie unbedingt eingeleitet werden.

## Pferd geht nieder

Geht der Patient nieder, so muss zunächst entschieden werden, ob durch gegebenenfalls unkontrollierte Aufstehversuche ein Risiko für den Patienten, das Personal oder das Instrumentarium besteht. In diesem Fall sollte das Pferd in Allgemeinanästhesie verbracht werden, damit im ersten Schritt eventuelle chirurgische Zugänge gefahrlos verschlossen werden können. Danach sollte das Pferd in eine sichere Umgebung gebracht werden, in der es kontrolliert aufgestellt werden kann. Solange möglich, sollte der Patient außerdem mit Flüssigkeit intravenös versorgt werden, um die Kreislaufsituation zu verbessern.

## Unkontrollierte Abwehrbewegungen des Pferdes

Bei unkontrollierbaren Abwehrbewegungen genügen in den meisten Fällen eine Unterbrechung der Manipulation und eine Vertiefung der Sedierung, um den Patienten wieder ruhigzustellen. Es wird die Verwendung potenter und schnell wirksamer Sedativa wie Detomidin empfohlen. Zusätzlich kann es hilfreich sein, die Augen der Pferde abzudecken. Sollten diese Maßnahmen nicht helfen, das Pferd zu beruhigen, muss im Einzelfall entschieden werden, ob die Einleitung der Allgemeinanästhesie notwendig ist, um die Sicherheit von Personal und Patienten nicht weiter zu gefährden. ●

**Conflict of interest:** Der Autor erklärt, dass keine geschützten, finanziellen, beruflichen oder anderweitigen Interessen an einem Produkt oder einer Firma bestehen, welche die in dieser Veröffentlichung genannten Inhalte oder Meinungen beeinflussen können.

## Literatur

**Bienert A, Bartmann CP, von Oppen T, Poppe C, Schiemann V, Deegen E (2003):** Standing behavior in horses after inhalation anesthesia with isoflurane (Isoflo) and postanesthetic sedation with romifidine (Sedivet) or xylazine (Rompun). *Dtsch Tierarztl Wochenschr* 110: 244–248.

**Berne RM, Levy MN (1997):** *Cardiovascular Physiology*. Mosby, 7th ed., St. Louis.

**Bonagura JD, Muir WW (1991):** The cardiovascular system. In: Muir WW, Hubbel JAE (eds.), *Equine Anesthesia – Monitoring and Emergency Therapy*. Mosby, St. Louis, 39–104.

**Doherty D, Valverde A (2006):** *Manual of Equine Anesthesia & Analgesia*. Blackwell Publishing, London.

**Furuoka H, Mizushima M, Miyazawa K, Matsui T (1994):** Idiopathic peripheral neuropathy in a horse with knuckling. *Acta Neuropathol* 88: 389–393.

**Hopster K, Kästner SBR, Rohn K, Ohnesorge B (2011):** Intermittent positive pressure ventilation with constant positive end-

expiratory pressure and alveolar recruitment manoeuvre during inhalation anaesthesia in horses undergoing surgery for colic, and its influence on the early recovery period. *Vet Anaesth Analg* 38: 169–177.

**Johnston GM, Eastment JK, Wood JLN, Taylor PM (2002):** The confidential enquiry into perioperative equine fatalities (CEPEF): mortality results of Phases 1 and 2. *Vet. Anaesth Analg* 29: 159–170.

**Jones PA, Tomasic M, Gentry PA (1997):** Oncotic, hemodilutional, and hemostatic effects of isotonic saline and hydroxyethyl starch solutions in clinically normal ponies. *Am J Vet Res* 58: 541–548.

**Lee YH, Clarke KW, Alibhai HI, Song D (1998):** Effects of doxamine, dobutamine, dexamine, phenylephrine, and saline solution on intramuscular blood flow and other cardiopulmonary variables in halothane-anesthetized ponies. *Am J Vet Res* 59: 1463–1472.

**Löscher W, Ungemach KW, Kroker R (2002):** *Pharmakotherapie bei Haustieren*. Paray, 5. Aufl., Berlin.

**Marntell S, Nyman G, Funkquist P, Hedenstierna G (2005):** Effects of acepromazine on pulmonary gas exchange and circulation during sedation and dissociative anaesthesia in horses. *Vet Anaesth Analg* 32: 83–93.

**Mason DE, Muir WW, Wade A (1987):** Arterial blood gas tensions in the horse during recovery from anesthesia. *J Am Vet Med Assoc* 190: 989–994.

**Nyman G, Hedenstierna G (1989):** Ventilation-perfusion relationships in the anaesthetised horse. *Equine Vet J* 21: 274–281.

**Pauritsch K (1997):** PEEP-Beatmung mit positivem endinspiratorischem Druckplateau während Risikonarkosen bei Kolikpferden. Diss., Stiftung Tierärztliche Hochschule, Hannover.

**Robertson SA, Bailey JE (2002):** Aerosolized salbutamol (albuterol) improves PaO<sub>2</sub> in hypoxaemic anaesthetized horses—a prospective clinical trial in 81 horses. *Vet Anaesth Analg* 29: 212–218.

**Robinson NE (1991):** The respiratory system. In: Muir WW, Hubbel JAE (eds.), *Equine Anesthesia – Monitoring and Emergency Therapy*. Mosby, St. Louis, 11–36.

**Schatzmann U (1983):** Respiratorische Komplikationen bei der Narkose des Pferdes. *Berl Münch Tierärztl Wochenschr* 96: 311–312.

**Senior M (2005):** Post-anaesthetic pulmonary oedema in horses: a review. *Vet Anaesth Analg* 32: 193–200.

**Serteyn D, Lavergne L, Mottart E, Philippart C, Lamy M (1987):** Equine postanesthetic myopathy: production of lactates by the compressed muscles in the horse anesthetized by halothane. *Schweiz Arch Tierheilkd* 129: 19–22.

**Trim CM (1997):** Postanesthetic hemorrhagic myelopathy or myelomalacia. *Vet Clin North Am Equine Pract* 13: 73–77.

**Valverde A, Giguère S, Sanchez LC, Shih A, Ryan C (2006):** Effects of dobutamine, norepinephrine, and vasopressin on cardiovascular function in anesthetized neonatal foals with induced hypotension. *Am J Vet Res* 67: 1730–1737.

**Wilson DV, Mc Feely AM (1991):** Positive end-expiratory pressure during colic surgery in horses: 74 cases (1986–1988). *J Am Vet Med Assoc* 199: 917–921.

**Wilson DV, Soma LR (1990):** Cardiopulmonary effects of positive end-expiratory pressure in anesthetized, mechanically ventilated ponies. *Am J Vet Res* 51: 734–739.

**Korrespondenzadresse:** Dr. Klaus Hopster, Dip CVAA, FTA Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Klinik für Pferde, Bünteweg 9, 30559 Hannover, klaus.hopster@gmx.com





