

Leitlinien zur Probengewinnung für die bakteriologische Diagnostik beim Pferd

DVG-Arbeitskreis Antibiotikaresistenz

Bei einer bakteriellen Infektionskrankheit ergibt sich die Notwendigkeit einer ätiologisch abgesicherten Diagnose als Grundlage einer zielgerichteten antimikrobiellen Therapie aus den Forderungen der Verordnung über tierärztliche Hausapotheken (TÄHAV) [1] sowie den „Leitlinien für den sorgfältigen Umgang mit antimikrobiell wirksamen Tierarzneimitteln“ [2]. Eine sachgerechte Probenentnahme ist zwingende Voraussetzung für valide Ergebnisse der mikrobiologischen Diagnostik bei bakteriell bedingten Erkrankungen. Ziel der hier vorgestellten Leitlinie ist es, einerseits allgemeine Empfehlungen zur Probengewinnung für die bakteriologische Diagnostik zu geben und andererseits tierartspezifische Besonderheiten für praxisrelevante Untersuchungen zu berücksichtigen. Als Beilagen zum *Deutschen Tierärzteblatt* sind 2018 die aktualisierten „Leitlinien zur Probengewinnung für die bakteriologische Diagnostik beim Schwein, Rind, Geflügel und Fisch“ und 2019 die „Leitlinien zur Probengewinnung bei Hund und Katze“ erschienen. Eine entsprechende Leitlinie zur Probengewinnung bei Zier- und Wildvögeln sowie Reptilien ist in dieser Ausgabe des *Deutschen Tierärzteblatts* ebenfalls publiziert. Alle Empfehlungen stehen unter <https://www.dvg.de/arbeitskreis-antibiotikaresistenz/> zur Verfügung [3].

1. Zweck und Zeitpunkt der Probengewinnung

Wird eine (Verdachts-)Diagnose gestellt, für die Bakterien ursächlich sein können, ist eine erste Probe für den direkten Erregernachweis durch kulturelle Anzucht oder per Polymerase-Kettenreaktion (PCR) grundsätzlich vor Beginn einer antibiotischen Behandlung zu entnehmen. Dies wird explizit bei Umwidmung oder Wechsel des Antibiotikums sowie der gleichzeitigen Gabe von mehreren antibakteriell wirksamen Monopräparaten gefordert [2]. Laut TÄHAV wird im Falle der Behandlung mit Arzneimitteln, die Cephalosporine der dritten oder vierten Generation (z. B. Cefquinom, Ceftiofur) oder Fluorchinolone (z. B. Enro- und Marbofloxacin) enthalten, ebenso wie bei Umwidmung der Tierart ein Antibiotogramm und somit auch die Identifizierung des ursächlichen Erregers gefordert. Die Antibiotogrammpflicht wurde auf den Wirkstoff Colistin ausgeweitet, wenn er oral angewendet wird (Bundesrats-Drucksache 338/24 [1]). Dies dürfte allerdings für die Pferdepraxis nicht relevant sein, da Colistin bei Equiden regelmäßig tödliche Typhlocolitiden auslöst. Aufgrund der wenigen, oft auch nur gegen bestimmte Erreger zugelassenen antibiotisch wirksamen Substanzen zur Anwendung beim Pferd besteht gesetzlich häufig die Pflicht zur Probenentnahme und Anforderung eines Antibiotogramms. Einzelne Ausnahmen von der Antibiotogrammpflicht sind möglich, aber begründet zu dokumentieren [4]. Da eine bakteriologische Diagnostik die Erfolgsaussichten einer antimikrobiellen Therapie erhöht [5], sollte sie wann immer möglich durchgeführt werden.

Eine weitere Indikation zur Probengewinnung kann darin bestehen, dass ausgeschlossen werden soll, dass Pferde Träger bzw. Ausscheider bestimmter Bakterien sind. Die wichtigsten Beispiele

hierfür dürften *Streptococcus equi* subspecies *equi* als Verursacher der Druse, *Taylorella equigenitalis* (kontagiöse equine Metritis) und Salmonellen sein. Bezüglich des Probenentnahmezeitpunkts ist zu beachten, dass solche Proben rechtzeitig vor Verbringung des betroffenen Tieres in einen anderen Bestand genommen werden müssen, sodass das Untersuchungsergebnis kurz vor diesem Zeitpunkt auch vorliegt. Zudem hat die Probenentnahme zeitnah zur Umstellung bzw. vor Quarantänebeginn zu erfolgen, damit das Risiko einer Ansteckung im dazwischenliegenden Zeitraum möglichst gering ist.

2. Auswahl der Untersuchungsmethodik

Für den Nachweis einer bakteriellen Infektion werden klassisch kulturelle Anzuchtverfahren aus Bakterien-haltigen Materialien angewandt. Ausschließlich kulturell angezüchtete Erreger können anschließend auf ihre *in-vitro* vorhandene, antibakterielle Empfindlichkeit getestet werden. Eine Identifikation kann auch über den Nachweis erregerspezifischen genetischen Materials mittels PCR erfolgen. Dieser Ansatz wird meist dann verwendet, wenn ein schnelles Ergebnis erforderlich ist oder der Verdacht auf schwer anzüchtbare oder langsam wachsende Bakterien vorliegt.

Antikörpernachweise im Serum spielen im Pferdebereich am ehesten eine Rolle, um bestimmte Erkrankungen bei zu importierenden Pferden oder solchen, die ausgeführt werden sollen, auszuschließen, wie z. B. Rotz (*Burkholderia mallei*). Zahlreiche weitere infektiöse Erkrankungen inklusive Beschälseuche (*Trypanosoma equiperdum*), ansteckende Blutarmut (infektiöse Anämie) der Einhufer, aber auch Virusarteritis oder Afrikanische Pferdepest sind je nach Im- bzw. Exportland zu beachten (www.fli.de).

Eine weitere Indikation für serologische Untersuchungen kann das Screening von Pferdebeständen auf mögliche Ausscheider des Druseerregers sein. Allerdings sind zahlreiche methodische Fehlermöglichkeiten bekannt, sodass als Standard für den Ausschluss von *Streptococcus equi* subspecies *equi*-Trägern die PCR von Luftsackspülproben gilt [6].

3. Präanalytik

Die Präanalytik hat großen Einfluss auf Qualität und Aussagefähigkeit der bakteriologischen Diagnostik. Unabdingbar sind Angaben im Begleitschein zur Probe, die richtigen Utensilien für die Probenentnahme, der Zeitpunkt und eine auf die (vermutete) Art der Infektion abgestimmte Probenentnahme sowie der fachlich und formal korrekte Versand der Proben. Vor dem Versand der Probe sollte abgeklärt werden, ob das ausgewählte Labor die gewünschte Untersuchung anbietet, da es sonst zu vermeidbaren zeitlichen Verzögerungen kommt und sich die Qualität der Probe durch den erneuten Versand erheblich verschlechtern kann. Kommerzielle Labors stellen den Einsendern¹

¹ Sämtliche Personenbezeichnungen gelten für alle Geschlechter

oft umfangreiche Informationen, Formulare und Versandröhrchen zur Verfügung – werden diese genutzt, so ist ein wichtiger Schritt zum aussagekräftigen Untersuchungsergebnis getan!

3.1. Mindest-Mitteilungen im Einsendeschrein

- Patientendaten (mindestens Tierart, Rasse, Alter, Name)
- (Verdachts-)Diagnose bzw. zumindest Leitsymptom
- Einzeltierkrankung oder sind bereits weitere Fälle bekannt?
- Krankheitsbeginn bei dem beprobten Tier
- ggf. ob und, falls ja, wann welche Antibiotika bereits eingesetzt wurden
- genauer Zeitpunkt der Materialentnahme
- Ort und Art der Materialentnahme (z. B. Rachenspülprobe, pharyngealer Abstrich, Lymphknotenaspirat, Wundtupfer, Uterustupfer, rektal entnommene Kotprobe)
- gewünschte Untersuchungen (z. B. aerob, anaerob, mykologisch, Antibiogramm)
- Rechnungsempfänger
- Befundempfänger bzw. Einsender mit Kontaktdetails

Weitere Krankheitsdetails können für die Beurteilung im Labor sehr hilfreich sein, erleichtern eine zielgerichtete Untersuchung (z. B. Wunsch auf Nachweis von mikroaerophilen *Dermatophilus congolensis*, Nachweis von anaerob wachsenden Bakterien, Toxinachweis bei Verdacht auf Infektion mit Clostridien) und verbessern die Aussagekraft der Ergebnisse. Diese sollten im Bemerkungsfeld aufgeführt werden.

3.2. Utensilien für die Probenentnahme

Zur Entnahme und für den Transport der Proben werden häufig kommerziell erhältliche Abstrichtupfer verwendet, die üblicherweise steril und in einem bruchsicheren Röhrchen geliefert werden. Neben kurzen und langen, einfachen oder vor äußerlicher Kontamination geschützten, doppelten Ausführungen sind Abstrichtupfer aus Kunststoff, Holz oder Aluminium erhältlich. Tupfer mit Holzstab sollten nicht verwendet werden, da PCRs dadurch gehemmt werden können. Für Nachweise mittels PCR sind Tupfer ohne Transportmedium erforderlich. Dagegen darf die Probe nicht austrocknen, wenn bakteriologisch-kulturelle Anzuchtverfahren durchgeführt werden sollen. Hierfür stehen eine Reihe von Transportmedien zur Verfügung, wobei bestenfalls das universell nutzbare Amies-Medium genutzt werden sollte. Transportmedien stabilisieren die Probe, vermindern die Vermehrung von Begleitkeimen und sollten für den Transport von Anaerobiern geeignet sein. Wird ausnahmsweise kein Medium zum Versand verwendet, so darf das Probenmaterial (der Tupfer) bis zum Eintreffen im Labor nicht austrocknen. Dies kann durch Zugabe von etwas steriler isotoner Kochsalzlösung verhindert werden. Viele Labore stellen für die jeweilige Fragestellung geeignete Tupfer bzw. Medien zur Verfügung – ein solcher Service sollte genutzt werden. Für die Vermehrung viraler Erreger sind Tupfer mit einer kleinen Bürste vorteilhaft, da damit zellreiche Abstriche zu gewinnen sind. Solche Bürstchen sind aber für bakteriologische Nachweise nicht geeignet.

Bei großem flüssigem Probenvolumen mit voraussichtlich geringem Keimgehalt (z. B. Urin, Rachen- oder Luftsackspülproben) kann es sinnvoll sein, das jeweilige Material eines Einzeltieres in sterilen Röhrchen abzuzentrifugieren, den Überstand zu verwerfen und die Röhrchen mit dem Sediment zu versenden. Werden wenige bzw. schlecht anzüchtbare Erreger vermutet, z. B. in Blut, Synovia oder Liquor, ist zu empfehlen, dass das flüssige Probenmaterial direkt in Nährlösungen (sogenannte Blutkulturflaschen für aerobe und anaerobe Bakterien) überführt wird, bevor diese in ein Labor verschickt werden.

Alle Untersuchungsmaterialien müssen in dicht zu verschließenden, bruchsicheren Röhrchen bzw. Gefäßen, die nochmals in dichten, verschlossenen und bruchsicheren Behältnissen unterzubringen sind (mit saugfähigem Material) versandt werden. Derartig zusammengesetzte Transportverpackungen nach DIN EN 829 sind korrekt beschriftet kommerziell erhältlich. Der Absender ist für die Einhaltung der Vorschriften verantwortlich (s. u.).

3.3. Probenversand

Bei erregershaltigem Material handelt es sich grundsätzlich um Gefahrgut. Daher sind das Europäische Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR) bzw. die Internationale Ordnung für die Beförderung gefährlicher Güter mit der Eisenbahn (RID) einzuhalten. Der Absender muss entscheiden, ob Infektionserreger der Kategorie A oder B in der Probe enthalten sein können. Bei ansteckungsgefährlichen Stoffen der Kategorie A handelt es sich um Erreger, die bei einer Exposition von sonst gesunden Menschen oder Tieren eine dauerhafte Behinderung, eine lebensbedrohende oder tödliche Krankheit hervorrufen können. Solche Proben dürfen nicht per Post verschickt werden, sondern es muss ein Gefahrgut-Transporteur beauftragt werden. Glücklicherweise sind diagnostische Proben, die von Pferden in Deutschland stammen, fast ausschließlich der Kategorie B zuzuordnen. In Kategorie B fällt jedes ansteckungsgefährliche Material, das den Kriterien der Kategorie A nicht entspricht. Nur wenn eine zusammengesetzte Transportverpackung (s. o.) benutzt wird und diese äußerlich klar sichtbar mit „Biologische Probe der Kategorie B“ sowie einer Raute mit „UN 3373“ gekennzeichnet ist, darf solches Material entsprechend der Probenversandvorschrift P 650 per Post bzw. entsprechenden Dienstleistern versandt werden. Hierzu bietet u. a. die Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW) kostenlos eine herunterladbare Broschüre an [7].

Die Probenverpackung und der Transport zum Labor sollten möglichst schnell nach der Entnahme erfolgen. Wenn eine kulturelle Anzucht der Erreger erfolgen soll, ist eine Umgebungstemperatur von etwa 4°C optimal, außer bei Blutkulturen. Insbesondere bei Frost bzw. Hitze ist darauf zu achten, dass die Probe weder einfriert noch zu warm (möglichst nicht über Raumtemperatur) transportiert wird.

3.4. Anzeigepflichtige Tierseuchen und meldepflichtige Tierkrankheiten beim Pferd

In der Liste des BMEL [8] werden Milzbrand (*Bacillus anthracis*) und Rotz (*Burkholderia mallei*) als anzeigepflichtige Tierseuchen aufgeführt, die bakteriell bedingt sind und Pferde betreffen können. Bereits der Verdacht auf eine dieser Erkrankungen muss beim zuständigen Veterinäramt angezeigt werden. Für die Entnahme diagnostischer Proben sind spezifische Vorschriften und Anweisungen des Amtsveterinärs zu beachten, weswegen hier nicht näher darauf eingegangen wird.

Laut aktuell noch gültiger Verordnung über meldepflichtige Tierkrankheiten (zuletzt geändert 8. Juli 2020 [9, 10]), ist der Nachweis folgender Bakterien beim Pferd meldepflichtig: *Taylorella equigenitalis* (Auslöser der kontagiösen equinen Metritis: CEM), *Salmonella* spp. und *Listeria monocytogenes*. Die Meldepflicht obliegt in aller Regel den diese Erreger nachweisenden Laboren bzw. Untersuchungsstätten.

4. Auf die Art der Infektion abgestimmte Probenentnahme

Vorausgeschickt sei, dass entsprechend der Leitlinien zum sorgfältigen Umgang mit antibiotisch wirksamen Substanzen

(Antibiotika-Leitlinien [2]) eine Probenentnahme zu erfolgen hat, bevor antibakteriell wirksame Substanzen eingesetzt werden. Ausnahmen können gerechtfertigt sein, wenn die Art der Erkrankung keine sinnvolle Probenentnahme zulässt und/oder die Probenentnahme selbst ein hohes Risiko birgt, dass sich die Situation für den Patienten dadurch verschlechtert. Gründe für den Einsatz von Antibiotika ohne vorhergehende Probenentnahmen sind zu dokumentieren [1]. Sie liegen nach Ansicht der Autoren z. B. bei Verdacht auf Entwicklung einer Aspirationspneumonie (insbesondere nach langwierigem Freispülen einer Schlundverstopfung), perakuter, fieberhafter Gliedmaßenphlegmone (Einschuss) und clostridialer Myonekrose (malignes Ödem) vor.

Nicht selten, insbesondere bei Probenentnahmen von Haut und Schleimhäuten, wird ein bakteriologischer Befund mit Antibiotogrammen für mehrere Erreger vorkommen. In solchen Fällen ist kritisch zu hinterfragen, ob es sich um Begleitflora oder Kontamination handelt bzw. welcher Erreger am wahrscheinlichsten für die klinische Symptomatik verantwortlich ist.

Probenentnahmen aus physiologischerweise keimfreien Geweben bzw. Körperhöhlen haben selbstverständlich nach Schur, Reinigung und aseptischer Vorbereitung der Punktionsstellen zu erfolgen.

4.1. Sepsis, Bakteriämie

Bakteriämien sind häufige und lebensbedrohliche Erkrankungen insbesondere bei Neonaten. Eine möglichst frühzeitige antibiotische Behandlung ist indiziert, um das Leben des Fohlens zu retten und um Komplikationen wie Polyarthritiden oder bakterielle Absiedelungen in Organen zu verhindern. Vor Beginn der antibiotischen Behandlung sollten Blutkulturen angelegt werden, wenn kein Infektionsherd lokalisiert bzw. ohne erhebliches Risiko für den Patienten beprobt werden kann oder es dadurch zu erheblichen (in der Humanmedizin mehr als 30–45 Minuten) Verzögerungen des Beginns der Antibiose kommt. Diese wird zunächst kalkuliert mit breitem Wirkungsspektrum erfolgen müssen. Blutkulturen anzulegen ist gleichwohl sinnvoll, da nach Vorliegen der Ergebnisse der bakteriologischen Untersuchung (BU) und der darauf basierenden Empfindlichkeitsprüfung ggf. die antibiotische Therapie angepasst werden kann. Außer bei Neonaten ist es allerdings sehr selten, dass mittels einer Blutkultur ein ätiologisch relevanter Erreger nachgewiesen wird; am ehesten kann dies bei Endokarditiden und bei anhaltendem Fieber unbekannter Genese versucht werden.

Eine sehr sorgfältige Hautdesinfektion muss vor jeder Venenpunktion erfolgen, da sonst Hautkeime angezüchtet werden und die Diagnostik verfälschen. Nur in Ausnahmefällen sollte das Blut aus einem bereits liegenden Venenkatheter gewonnen werden. Es gibt laut Sepsis-Leitlinie von 2018 auch in der Humanmedizin keine Studien, die belegen, dass mehrere Blutproben während eines Fieberanstiegs mit einem zeitlichen Abstand von etwa 30 Minuten erforderlich wären [11], allerdings sollte jede Kulturflasche mit dem maximal möglichen Blutvolumen beimpft werden [12]. Nach jeder Blutabnahme werden sowohl aerobe als auch anaerobe Blutkulturen angelegt. Die Kulturflaschen sind auf Körpertemperatur zu erwärmen, bevor in möglichst staub- und keimarmen Umgebung 8–10 ml Blut injiziert werden. Der Durchstichgummi der Blutkulturflaschen muss vor dem Beimpfen desinfiziert werden. Nach Injektion des in eine Spritze aspirierten Blutes sind Kanüle und Spritze gemeinsam aus den Flaschen zu entfernen, damit keine möglicherweise mit Bakterien kontaminierte Luft hineingelangt. Die Flaschen werden vorsichtig geschwenkt, um Blut und Nährmedium zu durchmischen. Die beimpften Flaschen müssen gegen Auskühlung geschützt (Styroporbox) umgehend ins Labor transportiert werden. Ist

der Transport erst später möglich, können sie im Brutschrank oder vorübergehend bei Raumtemperatur aufbewahrt werden, allerdings keinesfalls länger als 48 Stunden.

4.2. Haut-, Wund- und Weichgewebeeinfektionen

Verletzungen der Haut bzw. auch tiefer gelegener Gewebe ohne Beteiligung synovialer Strukturen (s. „muskuloskelettaler Apparat“) werden bei der Erstversorgung oft nicht beprobt, da Reinigung und lokale Antisepsis meist ausreichen. Sobald es zu Wundheilungsstörungen bzw. eitriger Sekretion kommt, ist eine bakteriologische Untersuchung vor jeder antibiotischen Behandlung indiziert. Zunächst ist das Sekret zu entfernen, damit keine anhaftenden Umgebungskeime nachgewiesen werden. Nach der Säuberung sollte einige Minuten abgewartet werden, bevor eine Tupferprobe aus der Tiefe der Wunde entnommen wird. Selbstverständlich ist bei Verletzungen der Tetanusschutz des Pferdes zu überprüfen bzw. sicherzustellen. Dem behandelnden Tierarzt sollte bewusst sein, dass sowohl Methicillin-resistente *Staphylococcus aureus* (MRSA) als auch Extended-Spectrum Beta-Laktamase (ESBL)-bildende Bakterien Ursache von Wundinfektionen sein können und diese sowohl vom Pferd auf den Menschen als auch vom Menschen auf das Pferd übertragen werden können.

Bei Verdacht auf Abszessbildung (z. B. der Kopflymphknoten oder an der Vena jugularis zur Differenzierung septischer von aseptischen Thrombo- oder Periphlebitiden) kann ein Erregernachweis durch Punktion der Umfangsvermehrung versucht werden. Um flüssigkeitsgefüllte und damit potenziell bakterienhaltige Areale aufzufinden, ist eine vorangehende sonografische Untersuchung oft sehr hilfreich. Die Punktion hat selbstverständlich aseptisch nach Reinigung und Desinfektion mit 70-prozentigem Ethanol bzw. Lokalantiseptikum zu erfolgen, und das gewonnene Material ist in geeignete Röhrchen zu überführen (s. „Utensilien“).

Eine Besonderheit beim Pferd stellt die Gliedmaßenphlegmone (Einschuss) dar. Ist keine Verletzung mit Flüssigkeitsaustritt als mögliche Eintrittsstelle für die Bakterien aufzufinden, so wird sich häufig keine geeignete Probe aus der infizierten Unterhaut entnehmen lassen. Je nach klinischem Verlauf (rasches Anschwellen der Gliedmaße, Fieber, gestörtes Allgemeinbefinden) kann somit eine kalkulierte Antibiose ohne Probenentnahme indiziert sein.

Aufgrund ihrer enormen Häufigkeit sei Folgendes zur Mauke erwähnt: An diesen oberflächlichen Dermatitiden, die bevorzugt bzw. zumindest initial im Bereich der Fesselbeugen auftreten, sind oft Staphylokokken, Streptokokken oder seltener *Dermatophilus congolensis* beteiligt [13]. Gleichwohl benötigen diese Infektionen in der Regel keine spezifische antibiotische Behandlung – antiseptische Salben oder Verbände genügen in der ganz überwiegenden Anzahl der Fälle. Zur ätiologischen Abklärung können neben bakteriologischen auch parasitäre (insbesondere bei Juckreiz auf *Chorioptes*-Milben) und/oder mykologische Untersuchungen indiziert sein. Bei exsudativen Läsionen sind oft auch Abklatschpräparate hilfreich: Mikroskopisch können Stäbchen oder Kokken differenziert werden, wobei Staphylokokken eher in Haufen und Streptokokken in Ketten angeordnet sind, während eine Eosinophilie den Verdacht auf *Abro-nema*-Larven (Sommerwunde) lenken sollte.

An den distalen Gliedmaßen, aber häufig auch unter verklebtem Fell im Rückenbereich kann *Dermatophilus congolensis* zum Teil großflächige Läsionen verursachen, die nach Abziehen der Krusten von grüngelblichem Sekret überzogen sein können. Auch hier bietet sich ein Abklatschpräparat an, um die verzweigt und doppelsträngig angeordnet liegenden Bakterien mikroskopisch nachzuweisen. Bei Einsendung eines Tupfers zur kulturellen Anzucht ist im Begleitschreiben auf den Verdacht einer Dermatophilose hinzuweisen, da die Erreger bevorzugt unter Kohlendioxid-reichen Bedingungen wach-

sen. Ein trockener Tupfer kann für eine *Dermatophilus*-PCR verwendet werden. Die Läsionen heilen meist aus, wenn sie luftig, trocken und sauber gehalten werden können, ggf. nach Auftragen eines Antiseptikums.

4.3. Infektionen des Respirationstraktes

Erreger können sowohl Bakterien, wie z. B. *Streptococcus equi* subspecies *equi* (Druse), *Streptococcus equi* subspecies *zooepidemicus*, *Rhodococcus equi*, als auch – und bei adulten Tieren bei Weitem häufiger – Viren, insbesondere Equines Herpesvirus 1 und 4 sowie equine Influenzaviren, sein. Die Probenentnahme sollte daher beiden Erregergruppen gerecht werden. Da eine ätiologische Abklärung der zum Teil hochkontagiösen respiratorischen Infekte meist möglichst rasch erfolgen soll, werden heute Nachweise genetischen Materials (z. B. mittels Multiplex-PCR) von mehreren Erregern geführt, für die trockene, zellreiche Tupfer aus dem pharyngealen Bereich geeignet sind.

Vorhandener Nasenausfluss ist zwar einfach zu gewinnen, birgt aber ein hohes Risiko, lediglich Kontaminanten oder die Begleitflora der Schleimhäute des oberen Respirationstrakts anzuzüchten, die die kausalen Erreger überwuchern. Soll gleichwohl Nasensekret verwendet werden, empfiehlt es sich, die Nüstern zunächst auszuwischen und dann das Tier so lange zu hindern, seine Nüstern erneut zu kontaminieren, bis frisches Sekret nachgelaufen ist. Besteht die Indikation der Nasentupferprobe allerdings darin, zu prüfen, ob es sich bei dem Pferd um einen MRSA-Träger handelt, so sollte die Standortflora nicht ausgewischt werden, der Tupfer durch Abstrich der medialen Nasenscheidewand genommen und in einem geeigneten Medium versandt werden.

Bei Druseverdacht dürfen Tupfer – besser aus dem Rachenbereich – nicht zu früh nach Beginn des initialen Fiebers genommen werden, da die Streptokokken zunächst in das Lymphsystem eindringen und erst 1 bis 3 Tage später im Nasensekret detektierbar sind. Sollte es indiziert sein, kann in dieser Phase versucht werden, die Bakterien aus einem Punktat der Mandibulärlymphknoten anzuzüchten. Der Nachweis der Druseerreger gelingt am besten aus Abszesseiter, wobei die Abszessreifung bei einigen Individuen bzw. bei antibiotischer Vorbehandlung über Wochen verzögert sein kann.

Auch nach Abklingen der klinischen Drusesymptome scheiden viele Pferde noch für ca. 3 Wochen, einige aber auch länger als 6 Wochen, die Erreger aus. Bei etwa 10 Prozent der Tiere kommt es sogar zu persistierenden Infektionen der Luftsäcke, die unbehandelt über Jahre hinweg zu intermittierender Ausscheidung von *Streptococcus equi* subspecies *equi* führen, ohne dass das Individuum auffällige Symptome zeigen muss. Hieraus ergibt sich, dass Tierärzte nicht selten um Bestätigung gebeten werden, dass ein Pferd, z. B. vor einem Stallwechsel, „frei von *Streptococcus equi* subspecies *equi*“ sei. Hierfür sind Luftsackspülproben zu gewinnen, die sowohl per PCR als auch kulturell bakteriologisch untersucht werden. Eine Zeit lang wurde kritisch angemerkt, dass PCR-positive Proben womöglich lediglich genetisches Material nachweisen, von dem keine Ansteckungsgefahr mehr ausgeht. Da andererseits dokumentiert ist, dass bis zu 40 Prozent der Proben zur kulturellen Anzucht bei zu früher Probenentnahme oder in der Rekonvaleszenz falsch negativ sein können, und somit ein kulturell „negativ“ getestetes Pferd sehr wohl Überträger und damit Auslöser eines Ausbruchs sein kann, wird wieder zu den sensitiveren genetischen Verfahren geraten [14]. Im Zusammenhang mit der Freitestung sollte bedacht werden, dass es zur Re-Infektion kommen kann, da *Streptococcus equi* subspecies *equi* in der Umwelt einige Zeit kontagiös bleibt [15]. Die Luftsackspülproben sind in erster Linie hilfreich, um persistierende Infektionen

auszuschließen, und können helfen, *Streptococcus equi* subspecies *equi*-freie Bestände aufzubauen.

Besteht der Verdacht auf eine – eventuell sekundär nach einem viralen Infekt – bestehende, bakteriell bedingte (Broncho-)Pneumonie, so sollte die Einsendung von Tracheobronchialsekret (TBS) erfolgen. Dieses wird üblicherweise über einen Katheter im Arbeitskanal des Endoskops unter Sichtkontrolle aspiriert. Es sollten auch Ausstrichpräparate mikroskopisch untersucht werden, da v. a. intrazelluläre Bakterien bei gleichzeitigen klinischen Symptomen einer Infektion eine Antibiose vor Eintreffen der bakteriologisch-kulturellen Untersuchungsergebnisse rechtfertigen. Konkret kann dies insbesondere bei schwer kranken Fohlen mit Rhodokokkose lebensrettend sein. Bei *Rhodococcus equi* kommt erschwerend hinzu, dass die Ergebnisse der Empfindlichkeitstestung *in vitro* keinesfalls mit einer Wirksamkeit *in vivo* gleichgesetzt werden dürfen. Dennoch ist der Versuch, diese (per PCR nachweisbaren) Bakterien anzuzüchten, nicht nur aus diagnostischen Gründen sinnvoll, sondern auch, um die Zunahme von Antibiotikaresistenzen bei *Rhodococcus equi*, wie sie auch in Deutschland absehbar sind, zu erfassen [16].

Um Kontaminationen, die bei der Passage des Endoskops durch die oberen Atemwege nicht zu verhindern sind, zu verringern, kann in den sterilen Katheter etwas Transportmedium, wenn es als Gel vorliegt, aus dem BU-Röhrchen eingesaugt werden. Das Gel wird, direkt bevor die Probe genommen werden soll, mittels einer luftgefüllten Spritze in die Trachea geblasen. Invasiver, aber weniger kontaminationsgefährdet ist die Probenentnahme über einen Katheter, der nach aseptischer Vorbereitung über einen zwischen zwei Trachealspannen platzierten Trokar in die Luftröhre geführt wird. Hier wird es häufig notwendig sein, etwas sterile Flüssigkeit zu instillieren, bevor eine Probe aspiriert werden kann.

Bei den wesentlich selteneren Pleuropneumonien, insbesondere nach langen Transporten bzw. wenn das Pferd aus anderen Gründen mehrere Stunden den Kopf nicht senken kann, ist es günstig, sowohl TBS als auch durch Thorakozentese gewonnene Ergussflüssigkeit bakteriologisch untersuchen zu lassen.

Bei Aspirationspneumonien bzw. bei lange bestehenden oder nach langwierig freizuspülenden Schlundverstopfungen kann die frühzeitige, kalkulierte Breitbandantibiose, die Anaerobier einschließt, lebensrettend sein. Ist in solchen Fällen zuvor zeitnah keine Probenentnahme – möglichst TBS – möglich, so sollte aus Sicht der Autoren – ähnlich wie bei der Sepsis – gleichwohl nicht mit dem Beginn der Antibiotikagabe gezögert werden.

4.4. Gastrointestinale und peritoneale Infektionen

4.4.1. Enteritis, Typhlocolitis

Perakut verlaufende, schwere Typhlocolitiden können beim erwachsenen Pferd rasch zum hypovolämischen und/oder toxischen Schock mit Todesfolge führen, ohne dass eine Durchfallsymptomatik offensichtlich sein muss. In solchen Fällen wird das optimale Probenmaterial während der Obduktion aus dem Caecum und/oder Colon entnommen. Der Dickdarminhalt sollte auch auf Clostridien untersucht werden. Es ist stets zudem ein Toxinnachweis in entsprechendem spezialisierten Labors zu führen, da z. B. *Clostridium perfringens* (verschiedene Toxine), aber auch *Clostridioides* (früher *Clostridium*) *difficile* (Toxine A und B), in der Dickdarmflora vieler Pferde vorhanden sind.

Bei Pferden mit fieberhaftem Durchfall dienen üblicherweise Faeces (etwa 50 g), die rektal entnommen werden sollten, als Probenmaterial. Neben Bakterien kommen u. a. kleine Strongyloiden und equine Coronaviren als infektiöse Ursachen infrage. Bei Absetzern und Jährlingen, die in der Entwicklung zurückbleiben, soll-

te auch an *Lawsonia intracellularis* gedacht werden, die sich nicht auf zellfreien Nährmedien anzüchten lassen, sondern per Enzyme-linked Immunosorbent Assay (ELISA) oder PCR im Kot nachweisbar sind.

Bei einem Salmonellennachweis in Pferdekotproben ist zu beachten, dass mit 5 bis 10 Prozent asymptomatischer Ausscheider gerechnet werden muss. Nosokomiale Infektionen können den Klinikbetrieb erheblich stören, wobei insbesondere Pferde, die unter Allgemeinanästhesie operiert werden müssen, schwere Krankheitsbilder entwickeln können. Der Nachweis von *Salmonella* ssp. ist meldepflichtig.

Bei chronischem Durchfall, Kotwasser und/oder wechselnder Kotkonsistenz des erwachsenen Pferdes sind allerdings häufig keine infektiösen Ursachen detektierbar und es sollten Verdauungsstörungen z. B. infolge (rezidivierender) Obstipationen mittels rektaler Untersuchungen abgeklärt werden.

4.4.2. Peritonitis

Bei Verdacht auf eine bakteriell bedingte Bauchfellentzündung wird beim Pferd die Bauchhöhlenflüssigkeit vermehrt vorhanden sein. Diese lässt sich heute mittels transkutaner abdominaler Sonografie auch an anderen Lokalisationen als am tiefsten Punkt des Abdomens einfach feststellen und punktieren. Zum Nachweis von Bakterien ist die Bauchhöhlenflüssigkeit in einem sterilen Röhrchen aufzufangen und zu versenden, während EDTA-Röhrchen für zytologische Untersuchungen zu bevorzugen sind.

4.5. Infektionen des Genitaltraktes

4.5.1. Kontrolle der Stute

In der Regel wird von Stuten, die kein Fohlen bei Fuß führen und älter als 3 Jahre sind, von den Hengsthaltern vor der Besamung ein negatives Ergebnis einer Zervix- oder Endometriumstufferprobe hinsichtlich beta-hämolysierender Streptokokken gefordert. Bei Verdacht auf Vorliegen einer Endometritis ist selbstverständlich eine Probenentnahme aus dem Uterus indiziert. Haupterreger sind *Streptococcus equi* subspecies *zooepidemicus* und *Escherichia coli* [17]. Vor der Probenentnahme ist das äußere Genitale zu säubern und mit einem geeigneten Antiseptikum zu desinfizieren. Für Zervixstuffer sind die zur Entnahme von Stufferproben bei der Stute geeigneten Stufferträger in Verbindung mit einem 40 cm langen, sterilisierten Spekulum zu verwenden, wobei sich auch sterilisierte Spekula aus Pappe zum Einmalgebrauch bewährt haben. Die Probenentnahme kann durch eine Zervixfasszange erleichtert werden und erfolgt nach kurzer Sichtkontrolle und Befundung des Zervixeingangs auf Schleimhautbeschaffenheit und Sekretion. Eine blinde Stufferung ergibt oft unspezifische, kaum bewertbare mikrobiologische Befunde [18]. Der Stuffer sollte 15 Sekunden Kontakt mit der kaudalen Zervixschleimhaut haben, um Sekret aufsaugen zu können. Das Spekulum darf vor Stufferentnahme nicht zurückgezogen werden, weil dann Schleimhaut freiliegt, die durch das Spekulum mit der unspezifischen Flora des Vestibulums kontaminiert wurde. Alternativ können zweifach geschützte Stuffersysteme, die nach aseptischer Vorbereitung manuell in die Zervix eingebracht werden, verwendet werden. Bei Verdacht auf eine bakteriell bedingte Endometritis können, um die gesamte endometriale Oberfläche zu beproben, mithilfe eines Kathetersystems Spülproben steril gewonnen werden.

4.5.2. Kontrolle der Hengste

Bei Hengsten im Besamungseinsatz kann vor Beginn der Decksaison eine allgemeine bakteriologische Untersuchung durchgeführt werden. Die Verordnung über die Gewinnung, Abgabe und Verwendung von Samen, Eizellen und Embryonen von Zuchttieren (SamEnV) und

Richtlinie (RL) 92/65/EWG schreiben dies nicht vor. Aus Abstrichen (ohne vorherige Reinigung) von Fossa glandis, Harnröhre und Penischaft wird eine Vielzahl von Bakterienspezies anzüchtbar sein. Hierbei muss zwischen einer physiologischen Genitalkeimflora und (fakultativ) pathogenen Erregern unterschieden werden. Die Intention solcher bakteriologischen Untersuchungen besteht meist darin, insbesondere beta-hämolysierende Streptokokken, Pseudomonaden und Klebsiellen auszuschließen. Aber auch alleiniges oder hochgradiges Wachstum von (fakultativ) genitalpathogenen Erregern sollte nicht zur Behandlung mit Antibiotika, sondern eher zu Waschungen mit geeigneten antiseptischen Lösungen und, wenn möglich, Deckruhe führen. Zur bakteriologischen Untersuchung von Vorsekret und Sperma ist ein möglichst steril gewonnenes Ejakulat zu gewinnen. Bei Verwendung von Tupfern mit Amies-Transportmedium ist eine gleichzeitige kulturelle Untersuchung auf *Taylorella equigenitalis* möglich (s. u.).

4.5.3. Kontagiöse equine Metritis (CEM)

Bei der für Besamungshengste und Embryotransfer-/Ovum pick-up-Spenderstuten vorgeschriebenen Untersuchung auf CEM sind die Beprobungslokalisationen und -intervalle nach SamEnV und RL 92/65/ EWG zu beachten. Die CEM gilt es auch vor der Ausfuhr von Hengsten und Stuten auszuschließen – nach den Anforderungen der jeweiligen Exportländer.

Zum Ausschluss des Erregers der CEM, *Taylorella equigenitalis*, wird die Probenentnahme wie folgt durchgeführt: Bei Stuten erfolgen zunächst Abstriche von der nicht zuvor gereinigten Klitoris (Fossa clitoridis alleine sowie ein Sammeltupfer aus dem Sinus medialis und lateralis). Danach erfolgt eine Reinigung und Desinfektion des äußeren Genitales, um eine Stufferprobe der Endometrium- bzw. Zervixschleimhaut in oben beschriebener Weise zu entnehmen. Für Zervixstuffer sind die zur Entnahme von Stufferproben bei der Stute geeigneten Stufferträger in Verbindung mit einem 40 cm langen, sterilisierten Spekulum (s. Punkt 4.5.1) zu verwenden. Bei Hengsten werden zellreiche Abstriche von Fossa glandis, Penischaft, Vorhaut und Harnröhre entnommen, zusätzlich ggf. Vorsekret- oder eine Samenprobe. Die Einsendung muss gekühlt und in Amies-Medium erfolgen und spätestens 48 Stunden nach Entnahme im Labor ankommen.

4.5.4. Aborte

Geeignet sind zellreiche Abstriche von Lochien und/oder Endometrium. Kann das abortierte Fohlen zur pathologischen Untersuchung nicht eingesandt werden, so hat es sich bewährt, ein Lungenaspirat zu gewinnen und einzusenden. Nach aseptischer Vorbereitung der Punktionsstelle lässt sich dies mittels einer großlumigen Kanüle, evtl. nach Stichinzision, steril gewinnen. Trockene Stuffer sind für PCR-Nachweise der equinen Herpesviren EHV-1 und EHV-4 sowie von Chlamydien und *Leptospira* spp. geeignet, während Abstriche in Medium für die kulturelle Anzucht weiterer möglicher bakterieller Erreger (*Streptococcus equi* subspecies *zooepidemicus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella enterica* subspecies *enterica*) erforderlich sind. Es empfiehlt sich, jeweils einen trockenen und einen Stuffer in Medium von Stute und Fötus einzusenden.

4.5.5. Mastitis

Die insgesamt selten anzutreffenden Euterentzündungen bei Stuten, wobei auch Maidenstuten betroffen sein können, werden v. a. durch beta-hämolysierende Streptokokken und koagulase-positive Staphylokokken verursacht. Aber auch eine Vielzahl Gram-negativer Erreger, u. a. *Escherichia coli*, Klebsiellen, Pseudomonaden oder *Enterobacter*

spp., können Ursache sein. Daher ist grundsätzlich eine Sekret- bzw. Milchprobe zur bakteriologischen Untersuchung vor einer Antibiotikagabe zu gewinnen. Es sollte bedacht werden, dass eine große Gefahr der Probenverunreinigung durch die Euterumgebung besteht, zumal ein Abmelkversuch häufig schmerzhaft ist. Somit kann eine gründliche Reinigung des Euters, eventuell unter Gabe analgetisch wirksamer Sedativa, vor der Probengewinnung erforderlich sein. Nach spezieller Reinigung und Desinfektion der Zitze wird eine Sekretprobe in ein steriles Probenröhrchen gemolken.

4.6. Infektionen des Harntraktes

Bei Strangurie und/oder Pollakisurie mit Entzündungsanzeichen im Urin besteht rasch der Verdacht auf eine bakteriell bedingte Zystitis, da diese Symptome beim Kleintier und Menschen häufig durch aufsteigende Infektionen ausgelöst werden. Für den Nachweis kann spontan abgesetzter Mittelstrahlurin in einem sterilen Gefäß aufgefangen oder der Urin mittels Blasenkatheter gewonnen werden. Dabei besteht allerdings immer die Gefahr der Kontamination mit Bakterien aus der Harnröhre. Da primär bakteriell bedingte Zystitiden beim Pferd sehr selten vorkommen, besteht häufig die Indikation zur Zystoskopie, um Blasensteine, Neoplasien der Blasenwand und Zystitiden durch Entleerungsstörungen, die meist neurologisch bedingt sind, auszuschließen bzw. nachzuweisen. Dann bietet es sich an, neben Urin auch Biopate, die aus der veränderten Harnblasenwand unter Sichtkontrolle gewonnen werden, kulturell bakteriologisch untersuchen zu lassen. Urinproben sollten gekühlt und innerhalb der nächsten 2 bis 4 Stunden in das Laboratorium gelangen, um eine Vermehrung der Keime zu minimieren. Für den Nachweis von Bakterien im Urin können auch Eintauchmedien verwendet werden. Eine Keimzahl von $\geq 10^5$ Kolonie-bildenden Einheiten pro ml stellt ein sehr wichtiges diagnostisches Kriterium dar. Die Probengewinnung vor Einleitung einer Antibiose spielt im Harntrakt eine besonders wichtige Rolle, da häufig *Escherichia coli* oder andere Enterobacterales vorhanden sind, gegen die nur noch wenige Antibiotika wirksam sind.

4.7. Infektionen im Bereich des muskuloskelettalen Apparates

4.7.1. Infektionen der Gelenke und Sehnenscheiden

Die Gewinnung eines Punkates für die BU aus synovialen Räumen erfordert ein besonders sorgfältiges aseptisches Vorgehen gemäß den Leitfäden der Gesellschaft für Pferdemedizin [19]. Das Punktionsareal ist zu scheren, fünfminütig mit Povidon-Jod oder Chlorhexidinseife zu reinigen und nach dem Trocknen z. B. mit 70-prozentigem Isopropylalkohol zu desinfizieren. Punktionsstellen an den distalen Gliedmaßen sind anschließend mit einem Schutzverband abzudecken. Aus 951 Proben, die von Pferden mit Verdacht auf synoviale Sepsis stammten und von denen sowohl aerobe als auch anaerobe Kulturen angelegt wurden, konnten in 37,4 Prozent Bakterien angezüchtet werden. Die Anzucht gelang mit einer 1,7-fach höheren Wahrscheinlichkeit, wenn das Probenmaterial direkt nach der Entnahme in eine Blutkulturflasche überführt wurde und nicht in einem Serumröhrchen in das Labor gelangte [20]. Da neben der lokalen Therapie meist längerfristig eine systemische Antibiose erforderlich ist, sollte somit das Probenmaterial in Blutkulturflaschen versandt werden (s. „Sepsis“).

4.7.2. Clostridiale Myonekrose (malignes Ödem)

Unterschiedliche Clostridien können auch beim Pferd fulminante nekrotisierende bis gangränöse Gewebszerstörungen auslösen, wenn sie in minderdurchblutete Gewebe gelangen. Nach Wundinfektion, intramuskulärer Injektion nichtsteroidaler Antiphlogistika oder bei Verwendung unsauberer Kanülen bildet sich innerhalb weniger

Stunden ein ausgedehntes entzündliches Ödem, wobei Serum durch die Haut austreten und/oder ein subkutanen Emphysem palpierbar sein kann. Dabei muss im Einzelfall entschieden werden, ob eine Probenentnahme für den Nachweis der Anaerobier aus dem entzündeten Gewebe sinnvoll ist oder dem Patienten womöglich schadet. Hier kann der frühzeitige Einsatz von Metronidazol bei Tieren, die nicht der Lebensmittelgewinnung dienen, lebensrettend sein.

4.7.3. Tetanus

Zeigt ein Pferd Tetanussymptome und ist eine mögliche Eintrittspforte zu erkennen, so muss diese umgehend chirurgisch versorgt bzw. einer gründlichen Wundtoilette unterzogen werden, damit sich die Clostridien nicht weiter vermehren können. Zuvor sollten Tetanusantikörper verabreicht werden, damit eventuell bei der Manipulation freigesetztes Tetanospasmin gebunden wird, bevor es Nervenzellen aufnehmen können. Zudem wird eine umgehende systemische Antibiose mit Metronidazol oder Penicillin G empfohlen. Laut humanmedizinischer Leitlinie könnte Penicillin theoretisch die Muskelspasmen verstärken [21]. Die Antibiose ist absolut indiziert, um eine weitere Vermehrung der Clostridien und die damit verbundene Freisetzung des Tetanospasmins zu verhindern. Da noch nicht von resistenten Wundstarrkrampferregern berichtet wurde, erübrigt sich beim klinisch eindeutigen Tetanus somit eine Probenentnahme. Gleichwohl ist ein Wundtupfer prinzipiell geeignet, um *Clostridium tetani*, aber auch weitere Wundinfektionserreger zu identifizieren.

4.7.4. Botulismus

Orale Dysphagie und rezidivierende Schlundverstopfungen können erste Zeichen eines Botulismus beim Pferd sein. Die Neurotoxine lösen im weiteren Verlauf meist eine generalisierte Muskelschwäche aus, die schließlich zum Festliegen und über eine Lähmung der Atemmuskulatur zum Ersticken führt. Ursächlich ist meist die Aufnahme von Raufutter, das durch Erde oder Tierleichen mit den Sporen von *Clostridium botulinum* kontaminiert ist. Unter anaeroben, eher alkalischen Bedingungen und bei genügend Feuchtigkeit kommt es zum Auskeimen der Sporen, Vermehrung der Clostridien und Produktion der Nervengifte, die schon in extrem geringen Konzentrationen tödlich sind und in unterschiedliche Typen differenziert werden können. Der Nachweis von *Clostridium botulinum* und der Neurotoxine kann durch spezialisierte Labors in Fäzes bzw. Darminhalt, aber auch in Futterproben geführt werden. Da oft mehrere Pferde betroffen sind und es bei Botulismus häufig zu Rechtsstreitigkeiten kommt, sollte früh an eine vor Gericht verwertbare Probenentnahme gedacht werden.

4.7.5. Borreliose

Serologische Antikörpernachweise zeigen, dass eine durch Ixodes-Zecken übertragene Infektion mit *Borrelia burgdorferi* des sensu lato-Komplexes auch in der deutschen Pferdepopulation weit verbreitet ist. Laut amerikanischem Konsensusstatement von 2018 [22] führt die Infektion beim Pferd aber nur sehr selten bei einzelnen Individuen zu Neuroborreliose, Uveitis oder kutanem Pseudolymphom. Allerdings gelingt nach experimenteller Infektion regelmäßig der Nachweis von Borrelien im synovialen Gewebe. Bis 2018 lagen lediglich vier Fallberichte vor, bei denen *Borrelia burgdorferi* hochgradig geschwollene Gelenke bzw. Sehnenscheiden und damit assoziierte Lahmheiten ausgelöst hat. Insbesondere bei ursächlich unklar bleibenden Lahm- und Steifheiten, aber auch bei einer Vielzahl weiterer Symptome werden die Spirochäten gleichwohl häufig ursächlich verdächtigt [22]. Dabei kann die Diagnose „Borreliose“ nicht serologisch geführt werden, da sich die Titer der voneinan-

der differenzierbaren Antikörper gegen *Borrelia burgdorferi*, aber auch gegen *Anaplasma phagocytophilum*, von klinisch verdächtigen Patienten nicht von klinisch gesunden Pferden unterscheiden [23]. Es ist noch nicht bekannt, ob im Vergleich zu einer gesunden Kontrollgruppe höhere Antikörpertiter in Flüssigkeiten, die aus dem klinisch betroffenen Organsystem stammen (Liquor, Gelenks- oder Augenflüssigkeit), nachweisbar sind. Für die definitive Diagnose einer Borreliose beim Pferd ist somit derzeit der direkte Nachweis der Erreger im jeweils betroffenen Gewebe (in der Regel post mortem aus dem Nervengewebe, Auge oder veränderter Haut bzw. bei klinisch verdächtigen Sehnenscheiden oder Gelenken aus Synovialbiopaten) notwendig. Hierfür stehen PCR-Verfahren oder die selten angebotene, mit präanalytischen Problemen behaftete, weniger sensitive und zeitaufwändige kulturelle Anzucht zur Verfügung. Zu Details der jeweiligen Probenentnahme und -aufbereitung sollte das jeweilige Labor vorab kontaktiert werden. Derzeit (2024) gibt es keine international anerkannten und harmonisierten phänotypischen Verfahren der antimikrobiellen Empfindlichkeitsprüfung für Borrelien und Anaplasmen.

4.8. Infektionen des Auges

Entzündungen der Augenoberfläche (Konjunktivitis, Keratitis, Keratokonjunktivitis) kommen beim Pferd häufig vor. Dabei sind primär bakteriell bedingte Augenentzündungen selten, aber bakterielle Sekundärinfektionen nach Vorschädigung der Augenoberfläche erwiesen sich in praxi häufig als therapiebedürftig. Je nach betroffener Lokalisation sind Konjunktival- und/oder Corneaabstriche mit Transportmedium zu nehmen. Optimaler Probenentnahmezeitpunkt ist vor Lokalanästhesie und Antibiotikatherapie. Bei der Interpretation von Antibiotogrammen ist allerdings zu bedenken, dass bislang keine Grenzwerte für die topische Anwendung von Antibiotika vorliegen.

Leptospiren sind an der Entstehung der equinen rezidivierenden Uveitis (ERU) beteiligt. Serum-Antikörpertiter haben keine Relevanz bezüglich ERU, für den Erregernachweis wird Kammerwasser oder Glaskörpermaterial benötigt. Die Leptospiren können darin direkt über eine PCR oder indirekt über Antikörperrnachweis per Mikroagglutinationstest oder ELISA nachgewiesen werden. Dies besitzt allerdings meist keine therapeutische Konsequenz, da eine Vitrektomie [24] oder intravitral appliziertes Gentamicin [25] eingesetzt werden, um die Leptospiren zu eliminieren. Generell ist anzumerken, dass die antimikrobielle Empfindlichkeitsprüfung von Leptospiren ein langwieriges und nicht mit Standardmedien durchzuführendes Verfahren ist [26], das von den meisten mikrobiologischen Diagnostiklaboren nicht angeboten wird.

Literatur

Bei Angaben von Webseiten erfolgte der letzte Zugriff am 27.02.2025

- [1] Verordnung über tierärztliche Hausapotheken (TÄHAV), Bundesrats-Drucksache 338/24 vom 25.07.2024. www.bundesrat.de/SharedDocs/drucksachen/2024/0301-0400/338-24.pdf?__blob=publicationFile&v=1.
- [2] Bundestierärztekammer e. V. – BTK (2015): Leitlinien zum sorgfältigen Umgang mit antibiotisch wirksamen Substanzen. www.bundestieraerztekammer.de/tieraerzte/leitlinien/.
- [3] Arbeitskreis „Antibiotikaresistenz“ der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft – DVG, <http://antibiotikaresistenz.dvg.net/index.php?id=1880>.
- [4] Emmerich I, Feige K (2019): Antibiotika in der Pferdepraxis, praktische Anwendungen der TÄHAV 2018. Tierärztl. Umschau, 74: 8–14.
- [5] Richter A, Feßler AT, Böttner A, Köper LM, Wallmann J, Schwarz S (2020): Reasons for antimicrobial treatment failures and predictive value of *in vitro* susceptibility testing in veterinary practice: an overview. Veterinary Microbiology, 245: 108694. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2020.108694>.
- [6] Ivens AS, Pirie S (2021): *Streptococcus equi* subspecies *equi* diagnosis (editorial). Equine Veterinary Journal, 53(1): 15–17. <https://beva.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/evj.13319>.
- [7] Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege – BGW (2023): Patientenproben richtig versenden Gefahrgutrechtliche Hinweise nach ADR 2021 für Human- und Tiermedizin. <https://www.bgw-online.de/bgw-online-de/service/medien-arbeitshilfen/medien-center/patientenproben-richtig-versenden-18158>.
- [8] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft – BMEL (2020): Liste der anzeigepflichtigen Tierseuchen. www.bmel.de/DE/themen/tiere/tiergesundheit/tierseuchen/anzeige-pflichtige-tierseuchen.html#doc7610bodyText1.
- [9] BMEL (2021): Liste der meldepflichtigen Tierkrankheiten. www.bmel.de/DE/themen/tiere/tiergesundheit/tierseuchen/meldepflichtige-tierkrankheiten.html#doc7694bodyText2.
- [10] Verordnung über meldepflichtige Tierkrankheiten in der Fassung der Bekanntmachung vom 11. Februar 2011 (BGBl. I S. 252), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 8. Juli 2020 (BGBl. I S. 1604): www.gesetze-im-internet.de/tkrmeldpflv_1983/BJNR010950983.html.
- [11] Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e. V. – AWMF (2018): S3-Leitlinie Sepsis – Prävention, Diagnose, Therapie und Nachsorge. https://www.sepsis-gesellschaft.de/wp-content/uploads/2024/02/LL_Finalisierung_Langfassung_30.01.2020.docx.
- [12] Giancola S, Hart KA (2022): Equine blood cultures: Can we do better? Equine Veterinary Journal, 2023; 55: 584–592. <https://beva.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/evj.13891> (open access).
- [13] Gerber V, Kaiser-Thom S, Oesch, S (2023): Equine pastern dermatitis: a narrative review on clinical presentation, diagnosis, risk factors, prevention, and therapeutic approaches. JAVMA, 261: S58–S65. <https://doi.org/10.2460/javma.22.12.0569>.
- [14] Boyle AG (2023): *Streptococcus equi* subspecies *equi*. Vet Clin Equine, 39: 115–131. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2022.11.006>.
- [15] Durham AE, Hall YS, Kulp L, Underwood C (2018): A study of the environmental survival of *Streptococcus equi* subspecies *equi*. Equine Vet J, 50(6): 861–864. doi: 10.1111/evj.12840.
- [16] Val-Calvo J, Darcy J, Gibbons J, Creighton A, Egan C, Buckley T, Schmalenberger A, Fogarty U, Scotti M, Vázquez-Boland JA (2022): International Spread of Multidrug-Resistant *Rhodococcus equi*. Emerging Infectious Diseases, 28(9): 1899–1903. wwwnc.cdc.gov/eid/article/28/9/22-0222_article.
- [17] Koehne M, Hegger A, Toenissen A, Heusinger A, Hader C, Goergens A, Sieme H (2024): Frequency of potentially pathogenic bacterial and fungal isolates among 28,887 endometrial samples from mares, with an emphasis on multi-drug resistant bacteria in Germany (2018–2022). Journal of Equine Veterinary Science, 133: 105008. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2024.105008>.
- [18] Spilker KC, Sielhorst J, Martinsson G, Pricking S, Hassler W, Boese R, Rohn K, Sieme H (2017): Accuracy of different endometrial swabbing techniques in the mare. Pferdeheilkunde, 33(2): 172–178. DOI 10.21836/PEM20170210.
- [19] Gesellschaft für Pferdemedizin (Nachdruck von 2013): Leitfadensammlung zu häufigen tierärztlichen Tätigkeiten in der Pferdepraxis. www.bundestieraerztekammer.de/tieraerzte/leitlinien/.

- [20] Pearson GB, Papa B, Mosaddegh A, Cooper H, Aprea M, Pigott J, Altier C, Caze CL, Reesink HL (2023): Equine synovial sepsis laboratory submissions yield a low rate of positive bacterial culture and a high prevalence of antimicrobial resistance. *American Journal Veterinary Research*, 84(8). <https://doi.org/10.2460/ajvr.23.05.0085>.
- [21] Pfausler B et al. (2024): Tetanus, S1-Leitlinie; in: Deutsche Gesellschaft für Neurologie (Hrsg.), Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie, abgerufen am 11.06.2024, <https://dgn.org/leitlinien/tetanus>.
- [22] Divers TJ, Gardner RB, Madigan JE, Witonsky SG, Bertone JJ, Swinebroad EL, Schutzer SE, Johnson AL (2018): *Borrelia burgdorferi* Infection and Lyme Disease in North American Horses: A Consensus Statement. *J Vet Intern Med*, 32: 617–632. <https://doi.org/10.1111/jvim.15042>.
- [23] Gehlen H, Inerle K, Bartel A, Stöckle SD, Ulrich S, Briesse B, Straubinger RK (2023): Seroprevalence of *Borrelia burgdorferi* sensu lato and *Anaplasma phagocytophilum* Infections in German Horses. *Animals*, 13: 1984. <https://doi.org/10.3390/ani13121984>.
- [24] Geiger T, Gerhards H, Bjelica G, Mackenthun E, Wollanke B (2022): Analysis of 1840 Equine Intraocular Fluid Samples for the Presence of Anti-Leptospira Antibodies and Leptospiral DNA and the Correlation to Ophthalmologic Findings in Terms of Equine Recurrent Uveitis (ERU) – A Retrospective Study. *Vet. Sci.*, 9(8): 448. <https://doi.org/10.3390/vetsci9080448>.
- [25] Morén S, Kallberg M, Strom L (2024): Equine uveitis: Outcome and adverse effects after one or two intravitreal low-dose gentamicin injections. *Equine Vet J.* <https://doi.org/10.1111/evj.14056>.
- [26] Theodoridis D et al. (2007): *In-vitro*-Empfindlichkeitsprüfung von Leptospiren gegenüber antimikrobiellen Wirkstoffen mittels modifiziertem Bouillon-Mikrodilutionsverfahren. *Berl Münch Tierärztl Wochenschr*, 120: 25. <https://doi.org/10.2376/0005-9366-120-50>.

Die Leitlinien zur Probengewinnung für die bakteriologische Diagnostik beim Pferd wurden vom Arbeitskreis „Antibiotikaresistenz“ der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft (DVG) erstellt.

Mitglieder des DVG-Arbeitskreises „Antibiotikaresistenz“:

Wolfgang Bäumer (Berlin), Christiane Cuny (Wernigerode), Ulrike Exner (Ingelheim), Andrea T. Feßler (Berlin), Kerstin Fey (Gießen), Doris Hölting (Hannover), Arne Jung (Hannover), Verena Jung-Schroers (Hannover), Heike Kaspar (Berlin), Corinna Kehrenberg (Gießen), Barbara Kohn (Berlin), Elisabeth Müller (Bad Kissingen), Kerstin Elisabeth Müller (Berlin), Kerstin Müller (Berlin), Angelika Richter (Leipzig), Christine Schwarz (Berlin), Stefan Schwarz (Berlin), Claudia Sigge (Bonn), Jutta Verspohl (Hannover), Christiane Werckenthin (Oldenburg).

An der Erstellung dieser Leitlinien hat zudem mitgewirkt: Ute Pansegrau (Bakum).

Korrespondenz



Prof. Dr. Kerstin Fey

Klinik für Pferde, Innere Medizin, Fachbereich Veterinärmedizin, Justus-Liebig-Universität Gießen, Frankfurter Str. 126, 35392 Gießen, Kerstin.Fey@vetmed.uni-giessen.de